

MITSUBISHI

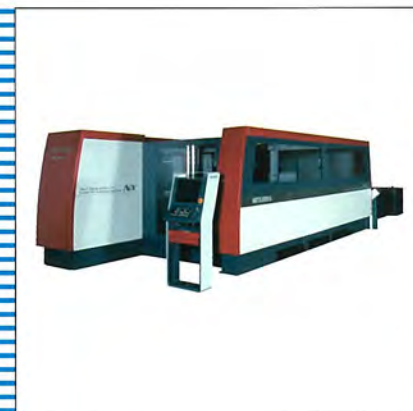
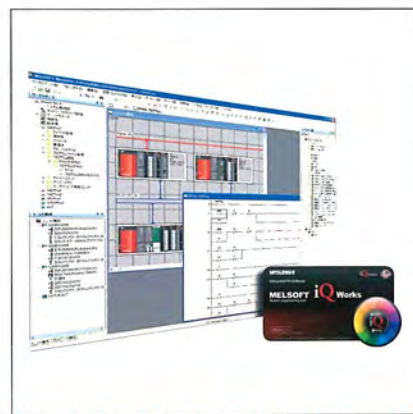
三菱電機技報

Vol.81 No.4

2007

4

特集「統合プラットフォームと最新のFA機器・産業加工機」



目 次

特集「統合プラットフォームと最新のFA機器・産業加工機」
 “ものづくり”の現場要求にこたえるFA統合ソリューション … 1
 杉山 彰

FA機器, メカトロニクス製品の開発動向 …………… 2
 田中健一・古藤 悟

FA統合ソリューション“e-F@ctory”と“iQ Platform” … 7
 斎藤公美雄・三田善郁・吉川 勉・二瓶貴行

高速シーケンサ“QnUシリーズ” …………… 13
 石田 浩・千波保彦・鈴木孝幸・竹山治彦・明石憲彦

高速モーションコントローラ“Q17nDシリーズ” …………… 17
 鎌田高広・富田祐子

ライン向けCNC“C70” …………… 21
 福谷武都志・岩井文雄・藤島光城

シーケンサエンジニアリング環境“GX Developer2” …… 25
 平田真弘・濱田慶一・菊田宏和

モーションコントローラエンジニアリング環境“MT Developer2” … 29
 松本英彦・末松圭司

表示器“GOT1000”とエンジニアリング環境“GT Designer2” … 33
 宇佐美哲之

コントローラネットワーク“MELSECNET/G” …………… 37
 藤田智之

安全シーケンサ“MELSEC Safety” …………… 41
 神余浩夫・茂木 剛

MELSEC計装 …………… 45
 市岡裕嗣

三菱CNC“70シリーズ” …………… 49
 田中貴久

簡単・パワフル小型インバータ“FREQROL-E700シリーズ” … 53
 梶浦吾一・江口 清・河野雅樹

3D対応CNC搭載ワイヤ放電加工機“FA Advanceシリーズ” … 57
 林 英明・渡辺浩太郎・山田 久・千代知子

新中型形彫放電加工機“EA28V” …………… 61
 塩谷利弘・浅井巖慶・今城昭彦

新型炭酸ガス二次元レーザ加工機“NXシリーズ” …………… 65
 宇野航史・迎 友則・武藤和明

Integrated Platform and Latest Factory Automation(FA) Devices/Mechatronics
 FA Integrated Platform for the Improvement of “Monozukuri”
 Akira Sugiyama

R&D Activities Related to Factory-Automation and Mechatronics Equipment
 Kenichi Tanaka, Satoru Koto

Factory Automation Integrated Solution “e-F@ctory” and “iQ Platform”
 Kimio Saito, Yoshifumi Mita, Tsutomu Yoshikawa, Takayuki Nihei

High-speed Programmable Controllers “QnU Series”
 Hiroshi Ishida, Yasuhiko Chiba, Takayuki Suzuki, Haruhiko Takeyama, Norihiko Akashi

High Speed Motion Controller “Q17nD Series”
 Takahiro Kamada, Yuuko Tomita

CNC “C70” for Machining Line
 Mutoshi Fukutani, Fumio Iwai, Mitsushiro Fujishima

Engineering Environment for Programmable Controllers “GX Developer2”
 Masahiro Hirata, Keiichi Hamada, Hirokazu Kikuta

Engineering Environment “MT Developer2” for Motion Controllers
 Hidehiko Matsumoto, Keiji Suematsu

“GOT1000” Series and Engineering Environment “GT Designer 2”
 Tetsuyuki Usami

Controller Network “MELSECNET/G”
 Tomoyuki Fujita

Safety Programmable Controller “MELSEC Safety”
 Hiroo Kanamaru, Tsuyoshi Mogi

MELSEC Process Control System
 Yuji Ichioka

MITSUBISHI CNC “70 Series”
 Takahisa Tanaka

Easy to Operate, Powerful and Small-size Inverter “FREQROL-E700 Series”
 Goichi Kajiura, Kiyoshi Eguchi, Masaki Kono

Wire-EDM FA Advance Series with New CNC Handling 3D Data
 Hideaki Hayashi, Koutarou Watanabe, Hisashi Yamada, Tomoko Sendai

A New Middle-size CNC Sinker EDM “EA28V”
 Toshihiro Enya, Yoshinori Asai, Akihiko Imagi

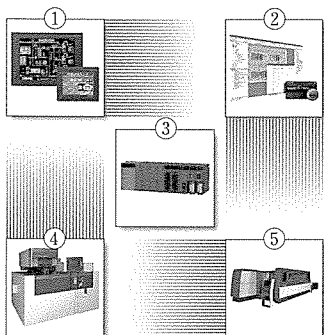
New CO₂ Laser Processing Machine “NX Series”
 Koji Uno, Tomonori Mukae, Kazuaki Muto

特許と新案

「ファクトリーオートメーションシステムの制御方法、
 ファクトリーオートメーションシステムの中央制御装置」
 「レーザ切断方法」 …………… 69
 「位置決め装置及びそのプログラム表示方法」 …………… 70

スポットライト

オープンフィールドネットワーク：
 CC-Linkの国際標準化活動について



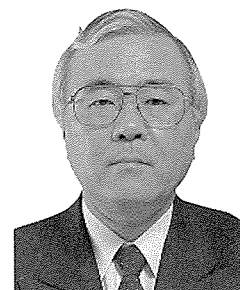
表紙：統合プラットフォームと最新の産業用加工機

新たなFA統合ソリューションとして、生産現場の最適化を訴求する統合プラットフォームを提案・製品化した。①～③はその一例で、①は統合プラットフォーム対応機器のヒューマン・マシン・インタフェースとして活用する表示器“GOT1000シリーズ”、②は装置の開発から運用、保守までの各作業フェーズでの効率化を実現した“エンジニアリング環境”、③は基本命令処理の高速化、大容量データの処理能力を向上した“高速シーケンサ：QnUシリーズ”である。

また、④、⑤は最新の産業用加工機であり、④は3次元データ対応の新型CNCを標準搭載し、操作性向上、加工性能向上を実現したワイヤ放電加工機“FA Advanceシリーズ”、⑤は超高速切断と共に、3つの開発コンセプト(連続稼働・加工性能向上・操作性向上)を実現した板金加工用レーザ加工機“NXシリーズ”である。

“ものづくり”の現場要求にこたえるFA統合ソリューション FA Integrated Platform for the Improvement of “Monozukuri”

杉山 彰
Akira Sugiyama



我が国が産業立国として今後とも発展していくためには、最先端の“研究開発”推進はもちろんのこと、高い品質と生産性を両立する卓越した“ものづくり”力を創造・発展させ、付加価値の高い製品群を供給し続けることが命題であると考え。三菱電機では、この命題を解く鍵として、ものづくりの現場である工場そのものの高付加価値化を実現するソリューションとして“e-F@ctory^(注1)”、及び“iQ Platform”の提案・展開を進めている。

現在の日本の産業を牽引(けんいん)している電子機器や自動車等の先端製品においては、半導体プロセスにおけるサブミクロンオーダーの微細加工技術、電子基板における高密度部品実装技術、先端加工機械における高速・高精度駆動技術等、極めて高度な技術が要求されている。また、高品質、低コスト、短納期はもとより、昨今では、省エネルギー、少子高齢化、技能伝承等の課題解決も要求され、さらには、経済のグローバル化に伴う新興国との競争にも勝ち抜かねばならない。“ものづくり”に課せられる課題は厳しさを増すばかりである。これらの課題を克服するためには、従来の延長線上にない新しいものづくりシステムの創造・導入が不可欠である。

当社は、プログラマブルコントローラ等の制御系機器や放電・レーザ加工機等の産業加工機のように“ものづくり”に最適な高性能な装置を提供すると同時に、これらの装置と工場の上位情報システムとの連携を容易にし、工場全体
(注1) e-F@ctoryは、三菱電機㈱の登録商標である。

を最適化するソリューションe-F@ctoryの提案も行ってきた。例えば、上位の製造実行システムMES(Manufacturing Execution System)が工場の各種装置から吸い上げた生産現場の情報を的確に把握し、生産を最適化することで、製品の品質向上、コスト削減、生産性向上を実現する。

一方、製造ラインの開発から運用、保守のトータルでのコストを削減するには、装置内の各種機器をシステムの構成要素としてとらえ、システム全体として的高速化、使い勝手向上を図る必要がある。今回、製造ラインのトータルコスト削減をねらいとしたiQ Platformを提案した。つまり、各種機器を自由に組み合わせることによって最適な制御システムの構築を可能とするコントローラプラットフォームと、装置間的高速大容量のデータ交換を行うネットワーク、さらに、製造ラインの開発から運用、保守までを一貫して効率良く作業できる統合エンジニアリング環境を提供することにより、大幅な開発工数の削減や期間短縮を実現した。

本誌ではiQ Platformのコンセプトについて概説し、対応した機器群について紹介する。また、最新のFA機器と産業用加工機の取り組みについても紹介する。

FA統合ソリューションの展開として、上位情報系との連携に加え、今後、iQ Platformによる機器間連携を推進することにより“ものづくり”の現場における諸課題を解決し、お客様のご要望にこたえていく所存である。

FA機器，メカトロニクス製品の 開発動向



田中健一*



古藤 悟**

R&D Activities Related to Factory-Automation and Mechatronics Equipment

Kenichi Tanaka, Satoru Koto

要 旨

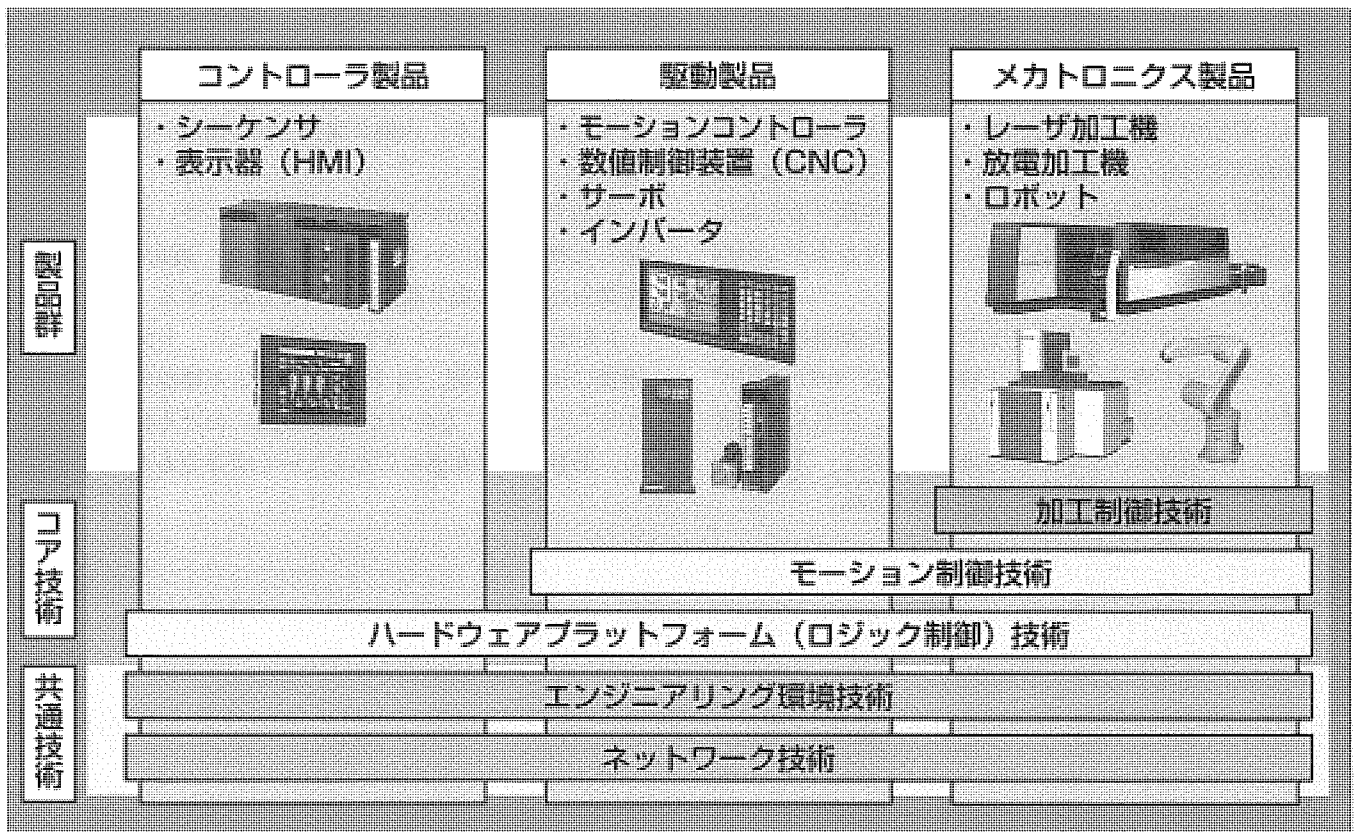
生産ラインで制御を行うFA機器製品や，工作機械などのメカトロニクス製品などのFA関連製品は，様々な発展経路を歩んできた。これらの製品は，基盤ツールとして生産インフラを構成する一方，厳しいコスト競争の中で，顧客の要望にこたえた機能開発を実現するために進化してきたと言える。図には，三菱電機が提供する製品群と，それを支える技術との関係を示す。

例えば工場ラインの制御としては，各種機器を制御する制御リレーからスタートし，これが複雑なロジック制御の要求とともに電子化され，かつ液晶表示器との組合せでシーケンサ，表示器(HMI)として発展し，生産には欠かせないものになっている。また，モーション制御技術を基に，モーションコントローラ，数値制御装置(CNC)，サーボ，

インバータとして発展が進んでいる。さらに，放電現象やレーザー光を活用した加工制御技術との組合せで，放電加工機，レーザー加工機に結実している。

それぞれのFA分野で欠かせない存在になってきたこれらFA関連製品の共通基盤である制御技術の流れは，電子化，ネットワーク化，ソフト化というFA分野以外とも共有する技術分野での進展を取り込みつつ，それぞれが領域を広げる中で共通技術として融合しプラットフォーム化への進展も垣間見える。

本稿では，生産ラインで使用されるFA機器，メカトロニクス製品に搭載される制御技術の開発現状についてまとめるとともに，今後の開発動向について述べる。



競争力のある製品群を創出する三菱電機のFA開発推進

当社が提供する各種製品群と，それを支えるコア技術，共通技術との関係を示す。

1. ま え が き

当社では、社内で幅広く製品展開する業態を最大限に生かして、FA関連製品であるシーケンサ、表示器（HMI）、モーションコントローラ、数値制御装置（CNC）、サーボ、インバータ、放電加工機、レーザ加工機等の開発を進めている。それらの技術内容と今後の開発動向について述べる。

2. ハードウェアプラットフォーム技術／開発動向

FA分野には、シーケンサ、モーションコントローラ、CNC等の様々なコントローラが存在する。この分野においては、一般消費者環境とは異なる性質、例えば、耐環境性や継続性等が強く求められており、汎用品の利用だけでは満足できるソリューションを提供できない。また、製造装置の機械部分の耐用年数はパソコンの世界と比較して長い。本章では、これらコントローラを構成するハードウェアプラットフォーム技術について、プロセッサ及びバスの開発動向の視点から述べる。

2.1 シーケンスプロセッサ

シーケンサは、ラダープログラムによるリレー回路の置き換えから端を発したものの、その柔軟性から様々な用途で利用されている。このシーケンサの心臓部分となるのが、ロジック制御を実行するシーケンスプロセッサである。このシーケンスプロセッサについては、各時代において利用できる技術を最大限に活用し、小型化と高速化、そして用途の拡大への対応を進めてきた。

今後の開発の方向としては、汎用プロセッサ開発で実証してきた各種技術のASIC(Application Specific Integrated Circuit)開発への取り込みと、ソフトウェアによる機能拡張の実現が想定される。高速化だけを考えれば、スーパーカラム方式やアウトオブオーダー実行、またSoC(システムオンチップ)化は効果的であるが、応用命令やデータ型の追加においては、回路の複雑度が増し、ASICの開発期間やコストが膨大なものとなる。一方、ソフトウェア処理は、拡大する用途に対応しやすいものの速度的にはハードウェア処理に劣る。これらを適切なタイミングで、適切な組み合わせによって実用に供することが重要である。

2.2 駆動系プロセッサ

モーションコントローラやCNC等のモーション制御用コントローラでは、その製品系列は、高速・高性能なもの、小型・低価格なもの2極で展開している。モーション制御用コントローラでは、論理演算だけでなく、座標変換や補間処理等の算術演算が必要とされる。特に高速・高精度用途向けコントローラでは、高性能プロセッサが強く要求される。

製品間の連続性と継続性、及び品質の確保の点から、高速・高性能なもの、小型・低価格なもの双方を満足で

きるプロセッサの導入とコントローラ基本部のプラットフォーム化が重要である。今後の方向としては、マルチコアプロセッサの利用が考えられる。高速・高精度を実現する装置では、並列処理による速度向上が可能である。また、小型コントローラにおいては、クロック速度を下げることによる消費電力低減は発熱低減に有効である。すでにパソコンにおいては、2～4コアのマルチコアプロセッサが、また、カーナビや携帯電話においても2～3コアのものが登場しており、耐環境性も遜色(そんしょく)ない。今後は、コントローラに適したマルチコアプロセッサの登場が期待できる。マルチコアについては、プロセッサの数に対応した効果が見出しにくいとの指摘もあったが、並列化可能な部分の抽出や内部データの整理を適切に行うことで処理のスループットが向上することが示されてきている。

2.3 システムバス

システムバスにかかわる技術は、コントローラのハードウェアプラットフォーム技術において、プロセッサ技術と同様、重要な位置を占める。シーケンサでは、複数のCPU(Central Processing Unit)ユニットやI/Oユニットがバックプレーンのシステムバスを介して接続する。このバス部分は、コントローラの拡張性を実現する重要なキーコンポーネントであり、大規模システム対応実現において重要な役割をなす。さらに、高速バスが実現すれば、シーケンサとモーションコントローラ、CNCが連携することによって多機能化が実現する。

今後の技術開発としては、高速化を実現する高周波伝送技術や、各種応用におけるバスの使われ方を考慮した、効果的なバスアーキテクチャがある。システムバスの高速化によって伝送量が拡大すれば、より大規模なシステムへの対応が可能となり、適用分野も広がる。また、送受信の高速化は、シーケンサとモーションコントローラ、CNCの連携を高め、多機能化に貢献する。

3. モーション制御技術／開発動向

モーション制御技術は製造装置などのメカニカルシステムの運動を目的どおりに制御する技術である。図1にCNCを例としたモーション制御システムの構成を示す。

プログラムに従って機械の動作を制御するための指令値生成部においては、高精度化の要求に対応して、指令単位がマイクロメートルからナノメートルの領域へ進展してい

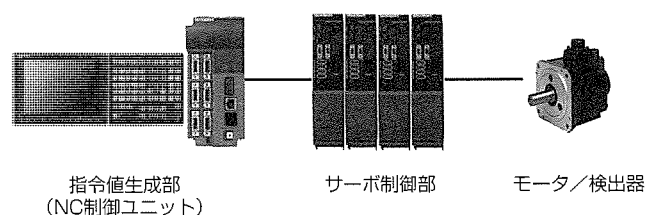


図1. モーション制御の全体構成例(CNC)

る。また、指令値に従ってモータを駆動して機械の動きを目的どおりに制御するサーボ制御部においては、高速動作時でも安定に精度を保持できる技術の開発が進んでいる。次に、それぞれの技術／開発動向を述べる。

3.1 指令値生成

指令値生成部においては、装置の高性能化・高効率化要求への対応とともに、機構や動作の複雑化への対応も必要である。CNCでは、精密・複雑形状部品の増加に伴い、処理分解能や処理速度などの基本性能の向上と、5軸加工など複雑な加工動作を可能にする指令値生成技術が求められている。

当社最新の“CNC 700シリーズ”を例にとると、指令生成からサーボ制御までナノメートル単位で制御する完全ナノ制御、金型など滑らかな加工面を高速に加工する機能であるSSS(Super Smooth Surface)制御、各種5軸制御機能(工具先端と加工物の相対位置と速度を制御する工具先端点制御など)の開発を進めている。その効果を図2に示す。

3.2 サーボ制御

半導体・液晶製造装置、実装機、印刷・包装機、工作機械など様々な機械の駆動に用いられるサーボ制御では、高速・高精度化要求に対応するため、機械振動抑制型フィードフォワード制御、加速度フィードバック制御などの各種制御機能の開発が求められている。また、高性能を実現するためには機械特性に応じた高度なサーボゲイン調整技術が必要であるが、これを簡単な操作で実現する自動調整機能への要求も高い。

(1) 機械振動抑制型フィードフォワード制御

工作機械を用いた金型加工や部品加工においては、高速かつ高精度な軌跡制御技術が要求される。そこで、機械の特性を考慮した最適なフィードフォワード制御であるOMR-FF(Optimum Machine Response-FeedForward)制御を開発している。これにより、機械の剛性が低い場合や高速で小円を加工する場合などにおいても、機械の振動を励起せずに追従性を向上させ、ひずみの少ない滑らかな軌跡を得ることができる。振動抑制効果の例を図3に示す。

(2) 加速度フィードバック制御

機械端の加速度情報をフィードバックすることによって、振動と外乱を同時に抑制することができる。開発を進めている調整が容易な制御方式を、振動しやすい低剛性機械に適用した試験例を図4に示す。従来制御方式で生じている

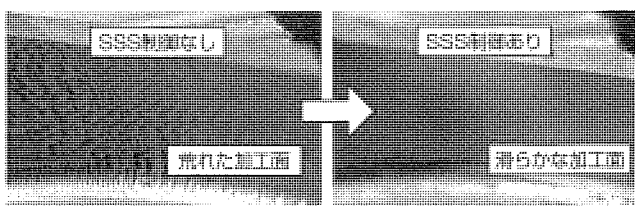


図2. 同時5軸加工におけるSSS制御の効果

大きな残留振動が、加速度フィードバック制御によって抑制されている。

(3) 工作機械用サーボ系自動調整機能

摩擦に起因する象限突起を補正するロストモーション補正は、モデルに基づく補正を行うことできめ細かい補正を実現する反面、調整が必要なパラメータの数が多くマニュアル調整が難しい。ロストモーション補正パラメータ調整機能によって、図5に示すような最適な調整を人手によらず自動的に行うことが可能となる。

モーション制御技術の今後の開発動向としては、超精密化・高効率化の追求と、使いやすさの両立がますます求められ、高度な制御技術と用途や機械に応じた最適設計・調整技術が重要となる。

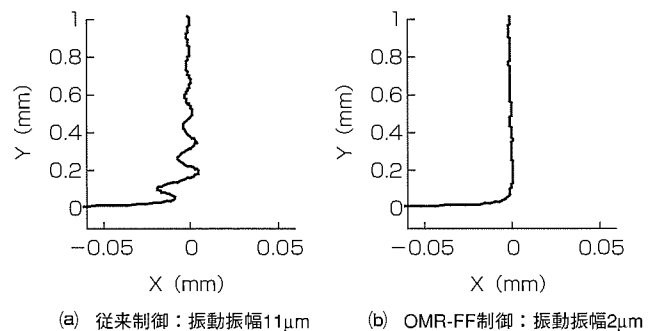


図3. OMR-FF制御による軌跡の振動抑制効果

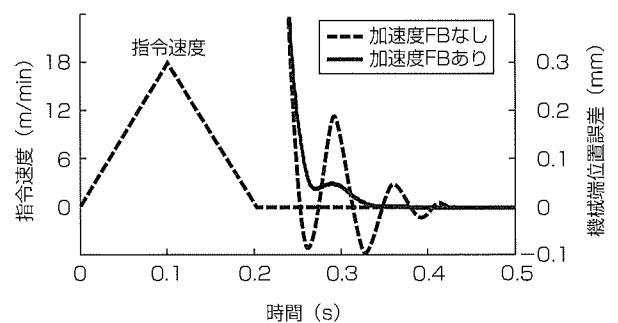


図4. 加速度フィードバックによる振動抑制効果

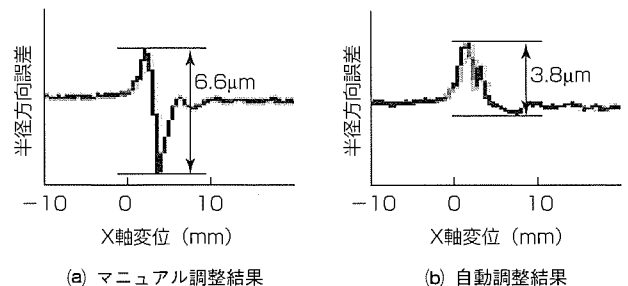


図5. ロストモーション補正パラメータの自動調整機能による円弧指令時の象限突起抑制効果

4. 加工制御技術／開発動向

高品位な加工をより高速で実現するためには加工技術の発展が不可欠であり、それを支えているのが加工機に搭載されている加工制御技術である。放電加工機，レーザ加工機に搭載される加工制御技術の開発動向について述べる。

4.1 放電加工機

図6に放電加工機における加工制御系の構成例を示す。加工状態を検出し，加工電源のパルス条件や加工用電極の位置，あるいは送り速度を制御することで最大の加工速度を維持しつつ，良好な加工状態を維持するためのフィードバック制御系が構成できる。

モータなどの位置決め制御に比べて，制御目標とする加工精度や加工面粗さを加工中に直接検出できないこと，また加工の進行に伴って加工状態が刻々と変化することなどから，これらへの対応を盛り込むことが必要となる。

当社の放電加工機においては，放電現象の詳細な解析に基づき，高度な加工状態量の検出方法や，加工状態の変化に柔軟に対応できる適応型フィードバック制御系が組み込まれている。さらにフィードバック制御系の限界を超えるため，加工形状や加工物材料など既知の情報や加工ノウハウを制御に利用して良好な加工状態を実現するためのフィードフォワード制御系も搭載している。

制御装置の高性能化に伴い，加工形状の三次元データの利用も容易となっている。最新ワイヤ放電加工機“Advanceシリーズ”では，加工電源や電極の制御に加え，これまで最適化が困難であった加工液量の制御を可能とし，加工性能を大幅に改善している。

今後の動向として，誰にでも使いこなせる放電加工機を実現するために，加工制御の高度化，また複雑な放電加工の加工シミュレーション技術や最適加工条件の自動生成技術の確立などがある。

4.2 レーザ加工機

図7にレーザ加工機における加工制御系の構成例を示す。高速・高精度を実現するためにはレーザを照射する機械端である加工ヘッドをいかに精度よく素早く動かすかが重要

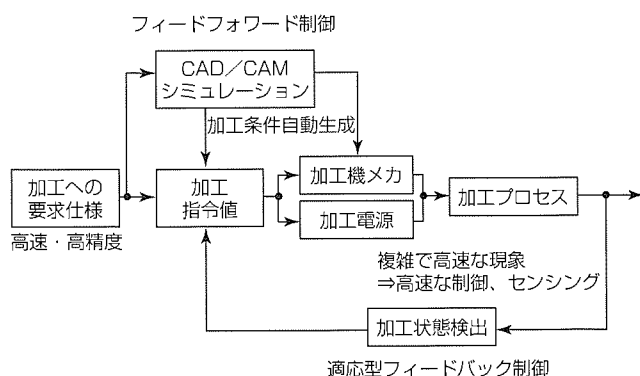


図6. 放電加工機における高度な加工制御系の構成例

となる。高速な駆動において問題となるのが機械振動であり，前節で述べたモーション制御技術を取り入れることで振動を抑制して高い軌跡精度を実現している。

レーザ加工では材料表面へのレーザ光の集光状態を一定とするための追従制御も重要となる。ヘッドと板材間の静電容量を検出して距離を測定する静電容量方式のギャップセンサが用いられるが，切断中に発生するプラズマの影響を受けずに，安定した追従制御を行うために独自のセンシング技術と制御アルゴリズムを採用することで高速な追従性能を実現している。

今後の開発動向としては，レーザ自体の制御の高度化がある。レーザにおいて加工状態を把握するにはレーザ照射を受ける加工部位の発光状態から情報を得ることができる。発光状態を光センサでとらえ，その情報に基づきレーザ発振器の制御を行うことで，加工開始点での切り穴であるピアシング穴あけ加工の高速化やバーニングの防止といった加工適応制御が実現できる。

5. エンジニアリング・ネットワーク技術／開発動向

生産現場には様々なタイプの装置が必要であり，それらの装置に要求される機能も多様である。必要な機能に対応して複数のコントローラを組み合わせることで各装置の制御，管理を効率的に行うためには，コントローラを連携させるためのプラットフォームを提供することが重要となる。以下では，装置としての動作の設計やコントローラ間の連携をプログラムするためのエンジニアリング技術及びコントローラ間接続をするためのネットワーク関連技術について述べる。

5.1 エンジニアリング環境

これまでは単体コントローラから最大性能を引き出すことが目指されてきた。しかし，装置に関する要求の複雑化や高度化によって，複数のコントローラが組み込まれるようになり，短期間にそれらの最適な連携を構築し，高性能化を実現することが必要になってきている。

その実現のためには，各機種のエンジニアリングツールの連携機能を高め，装置開発の様々なフェーズで設計情報

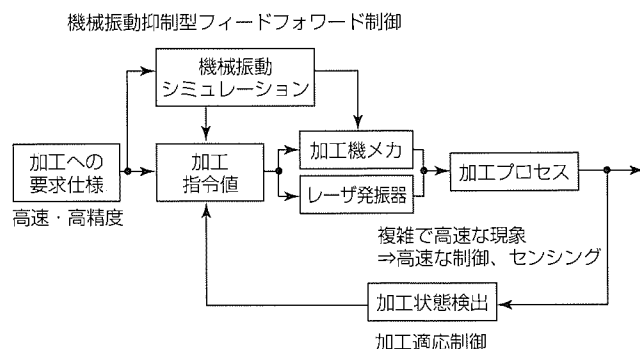


図7. レーザー加工機における高度な加工制御系の構成例

を共有可能とするエンジニアリング環境が求められている。そのようなエンジニアリング環境では、個々に独立していた既存の各コントローラの開発ツールをシームレスに呼び出す機能を始めとして、プロジェクトデータ管理、システム構成管理、ラベルプログラミング、セキュリティなどの複数のコントローラで共通な機能を備える必要がある。

プロジェクトデータ管理では、複数のシーケンサやモーションコントローラ、表示器のプログラムやパラメータ類を一つのプロジェクトとして一括管理することが求められる。システム構成管理では、複数のコントローラの接続構成を一括で、さらにはビジュアルに設定できることによって作業効率の飛躍的向上が実現される。ラベルプログラミングによって、各種コントローラ間で同一デバイスの同一名前によるアクセスが可能となり、それによってプログラミングの効率化や可読性の向上が達成される。これらの機能は、コントローラのプログラミング段階だけではなく、立ち上げや保守においても幅広く活用可能である。また、現場での誤操作を防ぐだけでなく、装置本体から装置メーカーのノウハウが流出することを守るセキュリティの導入にも大切な役割をになうものとして期待が高まっている。

今後の高機能化、複雑化の要求に追従して、開発工期を短くするための技術として、設計情報の再利用技術や事前検証技術が挙げられる。前者については、様々な装置の設計ひな形や開発工程の上流から下流までの一貫したエンジニアリング環境の利用によって、設計時間の短縮を実現することが目標となる。後者については、機械設備や装置開発の様々なフェーズをにらみ、3Dなども含めた装置のシミュレーションなどが重要となってくる。これらの活用によって、ラインの垂直立ち上げの実現などに貢献するものと考えられる。

5.2 ネットワークと上位情報連携

FA用ネットワークには、コントローラ相互間を接続するネットワークと、コントローラとデバイス間を接続するものが存在する。これらネットワークは、制御性能に直結するリアルタイム性や応答性はもとより、今後は工場の情報系との連携強化の要求から大容量データ通信への対応が重要となる。高速化は不可欠となっており、当社の例を挙げると、1 Gbpsの通信速度をすでに実現しており、今後

はさらに高速化/大容量化の要求があがってくるものと予想される。

また、上位情報系との連携を行うためには、様々な上位情報系ソフトウェアとの連携を行うためのプロトコルへの対応が重要である。当社の推進している“e-F@ctory”では、生産現場の“見える化”を実現するため、情報系システムで一般的なSQL(Structured Query Language)を利用したMES(Manufacturing Execution System)インタフェースユニットを製品化している。これによって、パソコンなどを利用しなくても、現場のデータを直接情報系にあげることができるようになった。

SQLは、DBなどに蓄積しておくデータを取り扱うのに有効なインタフェースである。しかし、“見える化”を推進するには、情報系と装置を双方向につなぎ、リアルタイムな状況問い合わせや操作等も可能とするインタフェースが必要である。これらのインタフェースに関しては、SQLと異なり、現在のところ生産現場で標準となる通信仕様が存在しない。そのため、今後は、業界標準化を視野に入れつつ、情報系で広く採用されているXML(eXtensible Markup Language)の採用も検討している。

今後の動向として、国内業界仕様をISOやIECなどの国際規格化することも重要性が増していくと考える。例えばネットワークにおけるCC-Linkのように日本発の技術を新たな国際規格とする活動も進められており、この活動によって、汎用性が高く、競争力の高い製品提供につながっていく。

以上のエンジニアリング環境並びにネットワークに関する技術・開発動向を踏まえ、あるべき姿を実現するプラットフォームとして、当社は今回“iQ-Platform”を提案し、そのコンセプトに基づく製品群を発売した。その内容については、本紙掲載の論文で述べていく。

6. む す び

生産ラインで使用されるFA機器、メカトロニクス製品に搭載されている技術、並びに開発動向について述べた。顧客の全体最適を目指して、開発の効率化のために、共通技術の融合によるプラットフォーム化を念頭に置いた開発の進展が見込まれる。

FA統合ソリューション “e-F@ctory” と “iQ Platform”

齋藤公美雄* 二瓶貴行*
三田善郁*
吉川 勉*

Factory Automation Integrated Solution “e-F@ctory” and “iQ Platform”

Kimio Saito, Yoshifumi Mita, Tsutomu Yoshikawa, Takayuki Nihei

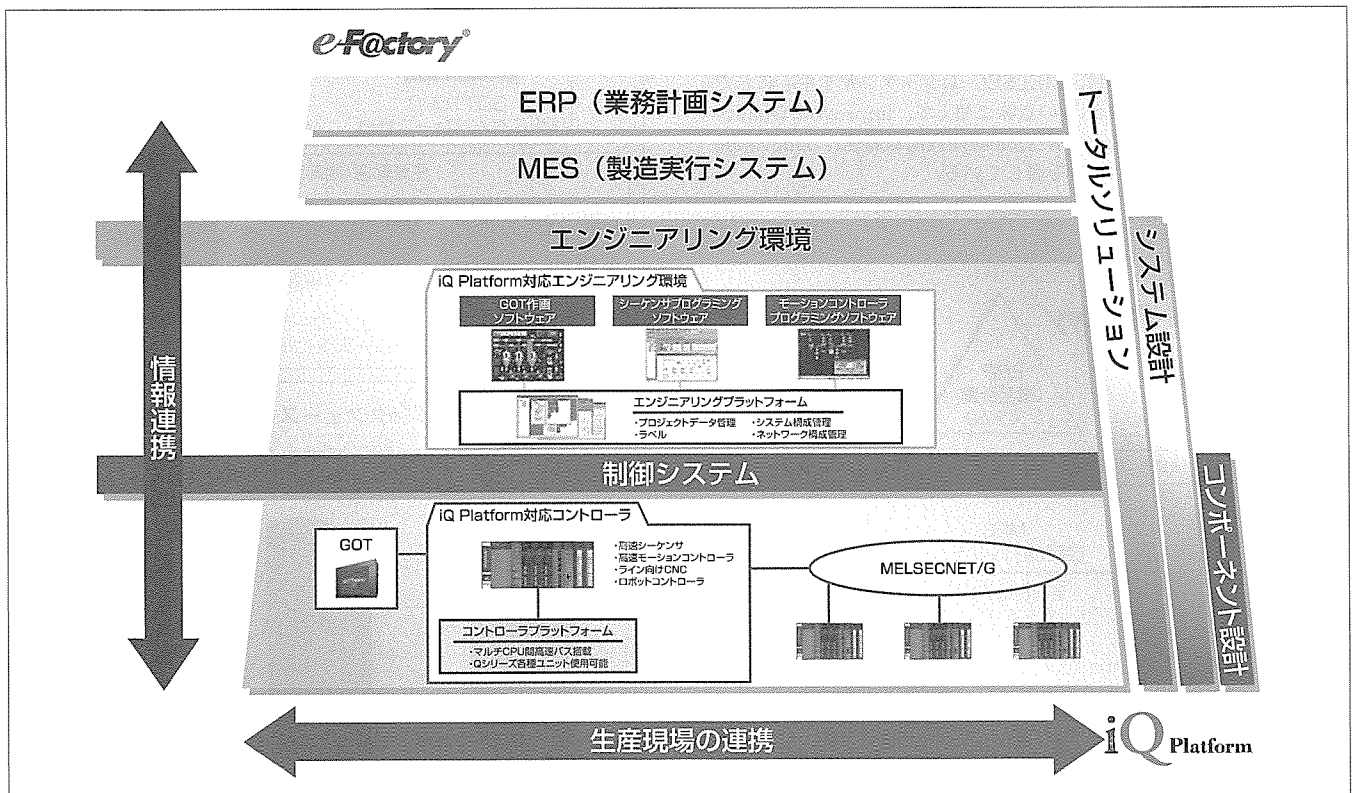
要 旨

半導体・液晶・自動車製造分野などの生産現場では、多品種変量生産への対応、短縮化する製品サイクルへの迅速な対応や生産効率向上が課題となっている。また、制御機器のコストだけでなくエンジニアリングコスト、情報化コストや品質コストまで含めたトータルコスト削減の要求が強くなってきている。

三菱電機では、工場全体を最適化するFA統合ソリューションe-F@ctory^(注1)に向けて上位情報システムMES(製造実行システム)と生産現場をプログラムレスで連携するMESインタフェース製品により生産現場の“見える化”をいち早く実現した。この上位情報連携に続いて生産現場を連携する“iQ Platform”に対応した製品を開発した。iQ Platformは、コントローラとエンジニアリングのFA (Factory Automation)共通プラットフォームの総称である。コントローラプラットフォームは、シーケンサ“MELSEC-Qシリーズ”の基本ベースユニット上に高速バスを新たに追加

し、CPU(Central Processing Unit)間のデータ交換の高速化を実現した。この高速プラットフォームと、同時開発した高速シーケンサ、高速モーションコントローラによってシステムトータルでの性能アップを実現した。また、ライン向け数値制御装置(CNC(Computerized Numerical Control))やロボットコントローラも新たにラインアップし、生産現場における共通プラットフォームの適用範囲を拡大した。一方、エンジニアリングプラットフォームは、ユーザーのプロジェクトデータの一元管理や簡単操作によるシステム構成図の作成、ラベルを活用したプログラミング環境などエンジニアリング共通の機能を備えている。このエンジニアリングプラットフォームと各種ソフトウェア(GOT用やシーケンサ用、モーションコントローラ用など)とを連携し、ユーザーの開発環境を大幅に改善した。

(注1) e-F@ctoryは、三菱電機株の登録商標である。



情報連携と生産現場の連携“iQ Platform”

生産現場の制御システムと上位情報システムMESとの情報連携と生産現場の連携iQ Platformのコンセプトを示す。iQ Platformは、コントローラプラットフォームとエンジニアリングプラットフォームからなる。

*名古屋製作所

1. ま え が き

半導体・液晶・自動車製造分野などの生産現場では、多品種変量生産への対応、短縮化する製品サイクルへの迅速な対応や、生産効率向上が課題となっている。また、効率的な納期管理・在庫管理を行い生産効率を上げるために図1のような上位情報系としてERP(Enterprise Resource Planning：業務計画システム)、MES(Manufacturing Execution System：製造実行システム)の導入が進んでいる。

本稿では、上位情報システムと生産現場を結ぶ情報連携MESインタフェースと生産現場の連携iQ Platform^(注2)について述べる。

2. 情報連携MESインタフェース

生産ライン全体の最適化を推進するためにe-F@ctoryのコンセプトのもと生産現場の“見える化”を実現するMESインタフェース製品(図2)をいち早く製品化した。このMESインタフェース製品によって、MESと生産現場の装置(制御システム)を直結した。データベースとの通信は情報系アプリケーションで標準的に使用されているSQL(Structured Query Language)を利用している。

MESから作業指示を出力、生産現場の制御システムからリアルタイムに生産実績や品質情報を収集することができる。MESと生産現場の情報連携を密にすることで最適な生産システムが構築可能となり、現場のトラブルの未然防止、品質向上、工期短縮、生産性向上が可能となる。

(注2) iQ PlatformのiQは、MELSEC-Qシーケンサを中心としたintegrated Q(統合Q)の意味に加えて、improved Quality(高品質)、intelligent & Quick(高機能&高速)、innovation & Quest(革新と探求)を表している。

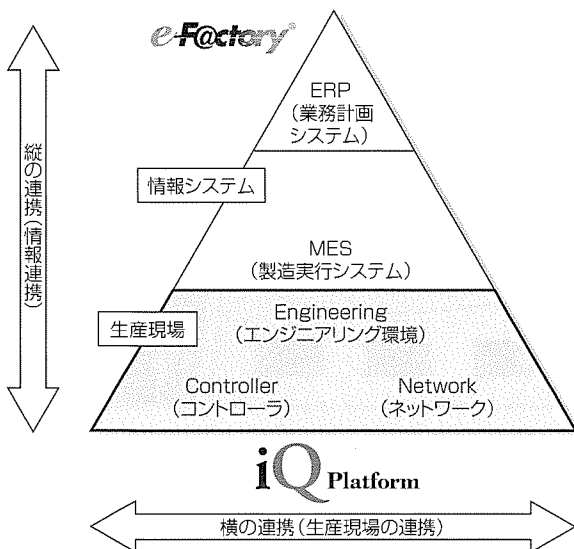


図1. e-F@ctoryとiQ Platform

MESインタフェース製品は、装置制御で使用されるシーケンサ“MELSEC-Qシリーズ”のMESインタフェースユニットと作業者が操作するプログラマブル表示器“GOT1000シリーズ”のMESインタフェース機能の2種類がある。これらは、プログラムレスの簡単設定で接続できることが大きな特長である。

また、その他の情報連携製品として図3に示す各種ユニットをラインアップしている。これらは専用プロトコルへの対応が必要な場合に活用される。

3. 生産現場の連携iQ Platform

生産現場では、ラインの構築・変更にかかる開発コスト削減、立ち上げコスト削減、保守・運用コスト削減、生産性の向上などの要求がますます強くなってきている。そこで、縦の情報連携に続いて、生産現場の横の連携を強化するために新たにiQ PlatformのコンセプトでFA共通プラットフォームを開発した。iQ Platformは図4に示すように、

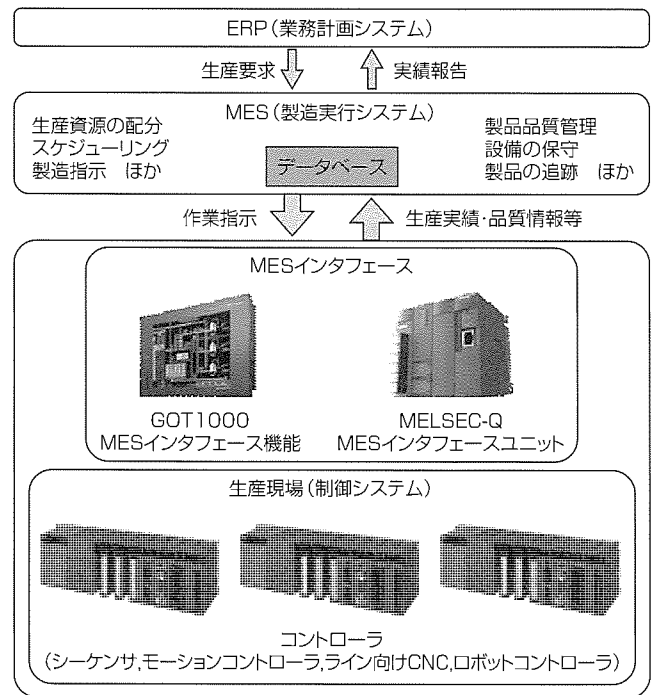


図2. MESインタフェースによる情報連携

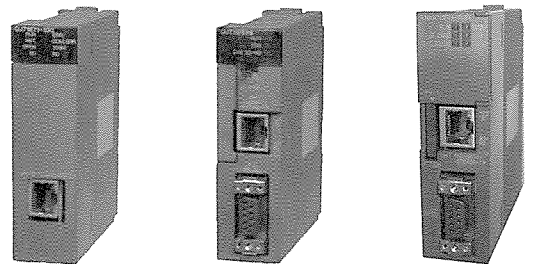


図3. 情報連携ユニット
(注3) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

図3. 情報連携ユニット

ネットワークを含めたコントローラプラットフォームとエンジニアリングプラットフォームの総称である。各種FA製品群をiQ Platformに対応することによって、ユーザーのシステム設計、プログラミング、試験・立ち上げ、運用・保守のすべてのフェーズで作業効率を図りコスト削減を実現する。以下に、iQ Platform対応コントローラ、ネットワーク、エンジニアリング環境の特長について述べる。

3.1 iQ Platform対応コントローラ

生産現場では、ものづくりの高度化・複雑化に伴い、データ転送の高速・大容量化の要求が強くなってきた。そこで、従来のMELSEC-QシリーズのCPU間バス性能とCPU性能、ネットワーク性能を向上させ、データ転送の高速・大容量化の要求にこたえるiQ Platform対応コントローラを開発した。

今回開発したiQ Platform対応コントローラを図5に示す。

- マルチCPU間高速ベースユニット(同図①)
- 高速シーケンサ(同図②)
- 高速モーショントローラ(同図③)
- ライン向け数値制御装置(CNC)(同図④)
- ロボットコントローラ(同図⑤)
- 高速コントローラネットワーク“MELSECNET/G”ユニット(同図⑥)

3.1.1 従来のプラットフォーム

シーケンサ(MELSEC-Qシリーズ)は、ユーザーが装置の用途や規模に応じて必要なユニット(CPU、電源、I/O、インテリジェント機能、ネットワークなど)をベースユニット上にスロットインしてコントローラシステムを構築するビルディングブロック方式である。

また、従来のMELSEC-QシリーズのマルチCPUシステ

ム(最大4台のCPU)では、図6のようにシステムバスを共有して、各CPUがI/Oユニットやネットワークユニットをアクセスしている間はバスを占有するバスアービトラクション方式を採用している。

3.1.2 コントローラプラットフォーム

コントローラプラットフォームとして、従来のQシリーズシステムバスに加えて、次の特長を持つマルチCPU間高速バスを開発した(図7)。

- 高速データ転送(一定周期)
- モーションコントローラの演算周期に同期

(1) マルチCPU間高速データ転送

マルチCPU間高速バスは従来のMELSEC-Qの基本ベースユニットに追加して、MELSEC-Qシリーズのシステムバスと共存する構成となる。これによってMELSEC-Qシリーズの約100種類の各種ユニット(I/O、インテリジェント機能、ネットワークなど)をそのまま活用することができる。

マルチCPU間高速バスは、図8のようにCPU間で容量14kワードの高速メモリを共有する。これは2台のCPUシステムの場合、従来のMELSEC-Qシリーズの共有メモリ(図6)の3.5倍の容量である。

マルチCPU間高速バスは、この14kワードのデータを一

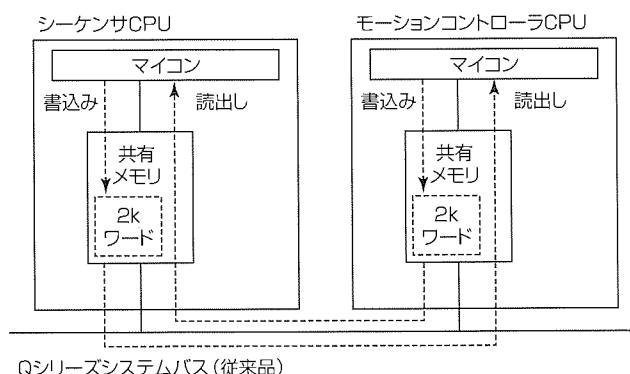


図6. 従来マルチCPUシステム(概念図)

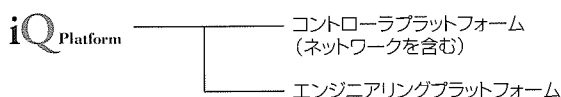


図4. iQ Platformの構成

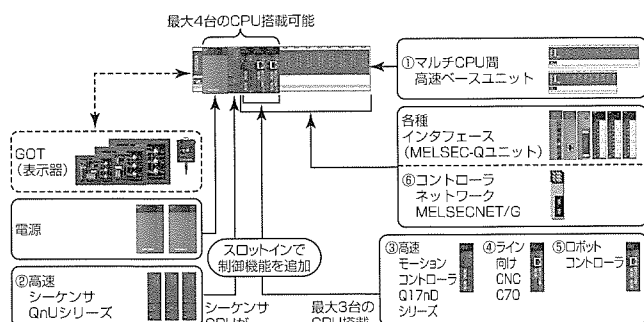


図5. iQ Platform対応コントローラ開発品

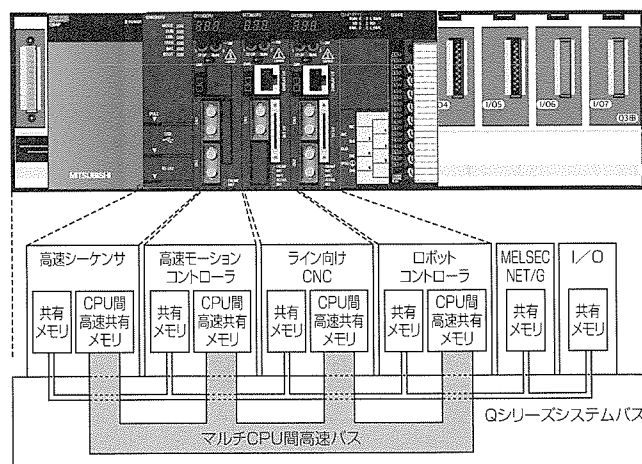


図7. コントローラのバス構成

定周期(0.88ms)で転送する。これは従来のQシリーズシステムバスのCPU間データ転送速度に対して約8倍である。

この高速・大容量化したマルチCPU間高速バスによって、システムトータル性能を向上し、装置のタクトタイム短縮を実現する。

(2) モーションコントローラの演算周期に同期

マルチCPU間高速バスのデータ転送は、モーションコントローラの演算周期に同期しているため、CPU間の最適なデータ転送を実現し、システム(シーケンサCPUとモーションコントローラCPUからなるシステム)としてのトータル性能を向上した。これは、ライン向けCNC及びロボットコントローラにおいても同様である。

また、高速シーケンサCPUではモーションコントローラの演算周期に同期して実行する割り込みシーケンスプログラムを開発した。この割り込みシーケンスプログラムの使用によって、シーケンスプログラムのスキャンタイムに依存しない、高応答なモーション制御を実現する。

3.1.3 高速CPUと高速コントローラネットワーク

システムトータルでの性能アップのために、iQ Platform対応の高速CPU、及び高速コントローラネットワークを同時開発した。

- 高速シーケンサ“QnUシリーズ”は、基本命令処理や浮動小数点演算の高速化、メモリアクセス速度の高速化によって、シーケンス制御性能の指標であるPC MIX値が従来比約6倍に向上した。
- 高速モーションコントローラ“Q17nD”CPUは、新アーキテクチャのハードウェアを開発して、モーション演算性能が従来比2倍に向上した。
- ライン向けCNCは、モーションコントローラ同様に新アーキテクチャのハードウェアを開発して、加工プログラムのブロック処理能力が従来のライン向けCNCの2倍に向上した。
- 高速コントローラネットワークMELSECNET/Gは、

物理層にIEEE802.3Z(1000BASE-SX)規格に準拠した通信技術を導入して、通信速度を1Gbpsに高速化、リンクレジスタ点数はMELSECNET/Hの8倍に拡張した。

以上のiQ Platform対応製品によって、個々の装置の高速化を実現する。さらに、高速コントローラネットワークによる装置間連携によって生産ライン全体の生産効率が向上する。

3.2 iQ Platform対応エンジニアリング環境

従来は、複数の機器(複数台のシーケンサ、シーケンサとモーションコントローラ、あるいはシーケンサと表示器など)で構成する制御システムに対して、機器ごとに個別のソフトウェアでプログラミング、デバッグなどの作業を行っていた。

しかし、制御システムが複雑化するにつれて、システム設計やプログラミングの工数、機器間インタフェース部分の設計工数が増大しており、エンジニアリング作業の効率化が重要となってきている。

そこで、エンジニアリング作業の効率化を実現するiQ Platform対応エンジニアリング環境を開発した。これは、図9に示すようにエンジニアリングプラットフォーム上に個々の機器に対応したソフトウェアを統合した開発環境である。機器ごとの各種ソフトウェアの操作性を統一し、エンジニアリングプラットフォームから各種ソフトウェアをシームレスに呼び出すことが可能となる。

以下に、エンジニアリングプラットフォームと各開発フェーズに対応したエンジニアリング共通機能の特長について述べる。

3.2.1 エンジニアリングプラットフォーム

エンジニアリングプラットフォームの主な特長である開発環境の統合、ソフトウェア間及び開発フェーズ間の情報共有について述べる。

(1) 開発環境の統合

図9のシステム構成管理ツールからシーケンサやモーションコントローラのプログラミングやモニタリング・診断などの機能呼び出し、複数の機器から構成される制御システムの設計や状態の把握を容易にする。

(2) ソフトウェア間の情報共有

設計情報をソフトウェア間で相互に共有する機能を実現する。例えば、機器間のインタフェース部分の設計では、デバイスのラベル定義などソフトウェアごとにデータを入力する必要がなく、プログラミングの効率化を実現する。

(3) 開発フェーズ間の情報共有

制御システムを構成する機器をグループ化し図の設計情報として一括管理する。この設計情報をシステム設計、プログラミング、試験・立ち上げ、保守までの開発フェーズで共有し、ユーザー作業を効率化する。

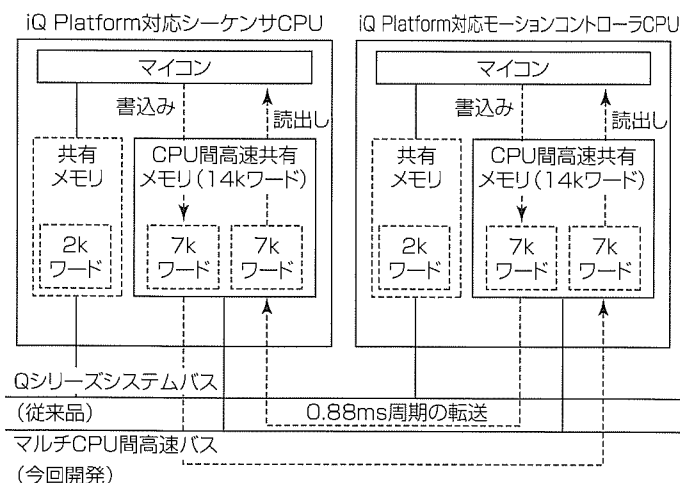


図8. マルチCPU間高速バスによるマルチCPUシステム(概念図)

3.2.2 エンジニアリング共通機能

iQ Platform対応エンジニアリング環境では、図10のように各開発フェーズに対応した共通機能を提供する。制御システム開発のフェーズに沿って、設計の効率化を実現する代表的な機能について述べる。

(1) システム構成管理

システム構成管理は、図11に示すベース画面上のシステム構成図で、ハードウェア構成やネットワーク構成を定義し、編集・表示する機能である。この設計情報は、プログラミング、立ち上げ、保守などの開発フェーズでも活用する。

システム構成図の作成は、図11の右側にあるユニット一覧からユニットを選択し、ドラッグ&ドロップでユニットを配置することでグラフィカルにシステム構成を構築する。ネットワークについても局番など基本的な設定をすることで、システム構成図上に自動的にネットワーク線を描画する。

システム構成図のユニットをマウスでクリックして、ユニットに対するプログラミング、パラメータ設定、診断などの機能呼び出すことができる。また、マルチCPU設定やネットワーク設定などの複数の機器に共通するパラメ

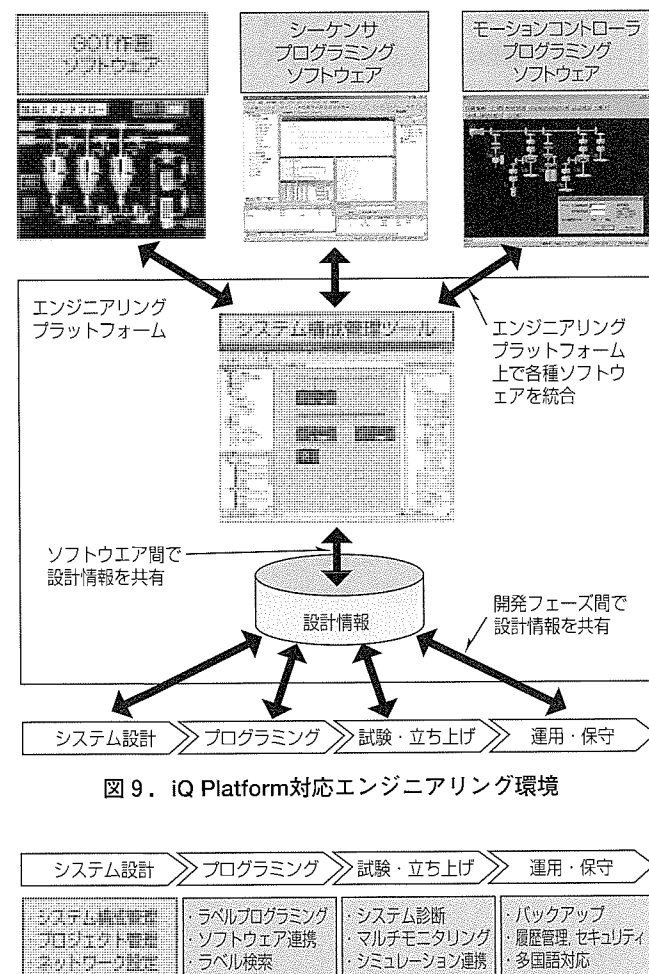


図9. iQ Platform対応エンジニアリング環境

図10. 各開発フェーズ対応の共通機能

ータ設定を一括して入力、チェックを行うことで、エンジニアリングの作業効率を大幅に向上する。

(2) ラベルプログラミング

ラベルプログラミングでは、ラベルによるデバイスへの名前付け(ラベル定義)を行うことができる。図12のように、一度設定したラベル定義をワークスペース上の複数機器間(シーケンサ、モーションコントローラ、GOT)で共有し、各々のプログラミングや作画で使用。これによって、各機器のプログラムの可読性が向上する。

ラベルを用いてプログラミング及び作画を行うことで、

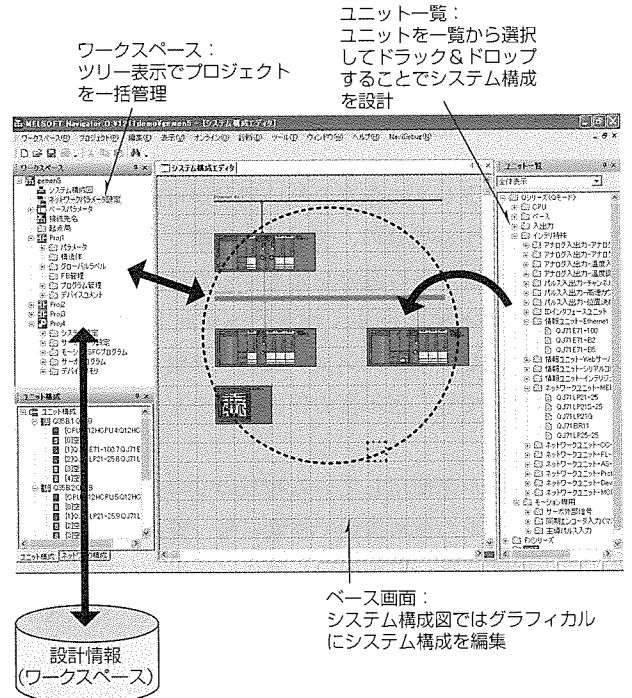


図11. システム構成管理

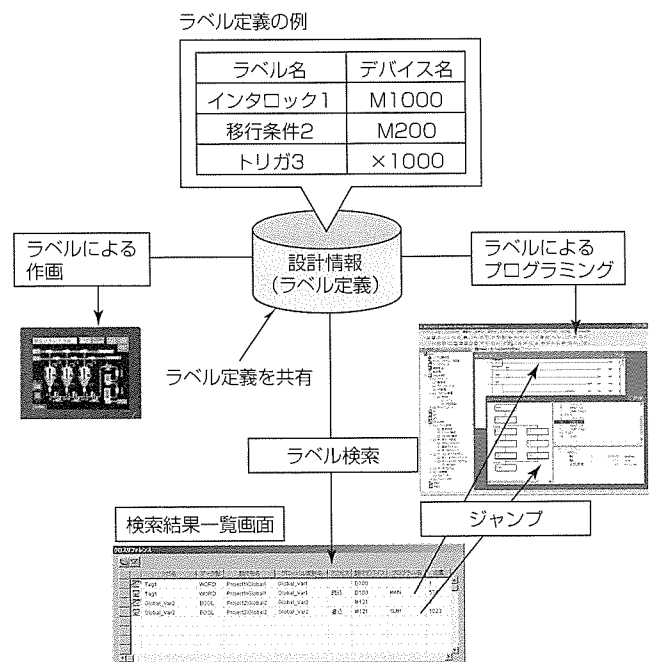


図12. ラベルプログラミング

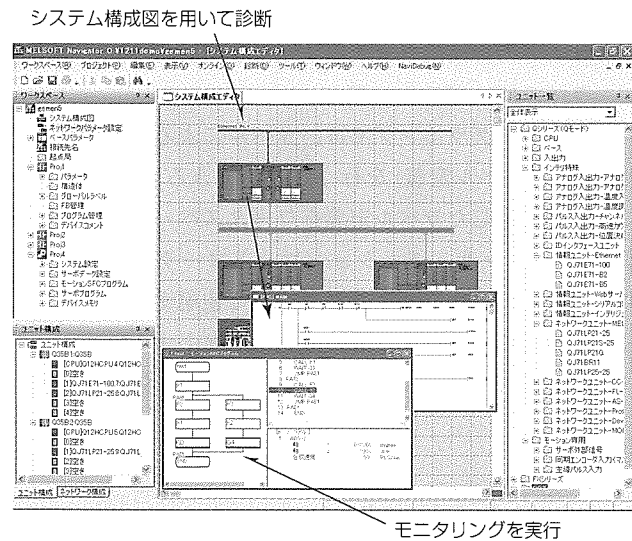


図13. モニタリングと診断

デバイスのアドレスに依存しない開発が可能になる。プログラムを流用する場合、デバイスの割り付け変更作業はラベル定義の割り付け設定を変更するだけで、プログラムの修正作業が不要となり、作業効率が向上する。例えば、シーケンサ側やモーションコントローラ側で割り付け変更があった場合でも、表示器の作画データを修正する必要はない。

また、ラベルを使用している複数のプログラムを検索する場合、ラベルの検索機能で検索結果一覧画面を表示できる。この検索結果一覧画面から簡単に該当のプログラムを呼び出すことができ、プログラミング・デバッグの効率を向上する。

ラベル定義は以降の開発フェーズでも使用する。例えば、ラベルによって設備動作の把握が容易となり、試験・立ち上げや運用・保守の作業効率を向上する。

(3) システム診断

ワークスペース上のプロジェクトに対して、システム構成図を用いてシーケンサやモーションコントローラの各種モニタリングを実行するなど、システム全体の診断を実行できる。

また、ネットワーク構成の定義に基づいて、接続経路を自動的に決定するため、システム構成図の対象ユニットを選択するだけで、モニタリング、診断などのオンライン機能を実行することができる(図13)。

例えば、複数コントローラの同時モニタリング、診断などによって、立ち上げ作業の効率化、トラブルシューティング時間の短縮を実現することができる。

(4) システムのバックアップ・データ保護

ワークスペースとして制御システムの設計情報を一括し

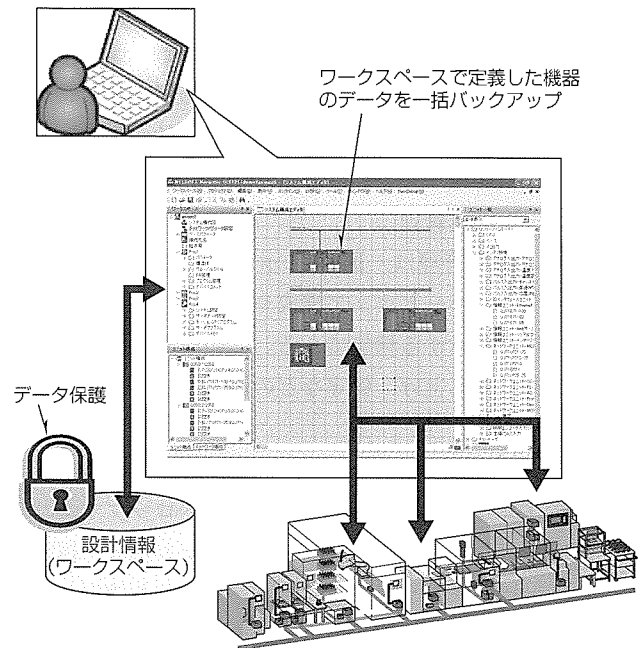


図14. システム全体のバックアップとデータ保護

て管理しているため、図14のようにワークスペースで定義した機器のプログラム・パラメータなどの設計情報を簡単な操作で一括して読み出して保存することができる。

逆に、ワークスペースとして保存しているデータを一括して対象の機器に書き込むことができ、機器を交換した場合などの保守工数を削減できる。

また、保存したデータの保護機能をサポートし、運用時の操作ミスによるシステムの誤作動やプロジェクトデータの流出を防止する。

4. む す び

工場全体を最適化するFA統合ソリューションe-F@ctoryに向けて、上位情報連携並びに生産現場の連携 iQ Platformについて述べた。

今後はコントローラ及びエンジニアリング環境の双方でiQ Platform対応製品のラインアップの拡充や共通機能の充実化を行い、生産現場の生産効率向上、エンジニアリングコストのさらなる削減、ユーザーにおける開発環境の革新的合理化を実現していく。

参考文献

- (1) 吉川 勉：MESインタフェース製品，三菱電機技報，80, No.11, 683~686 (2006)

高速シーケンサ “QnUシリーズ”

石田 浩* 竹山治彦**
千波保彦* 明石憲彦**
鈴木孝幸*

High-speed Programmable Controllers “QnU Series”

Hiroshi Ishida, Yasuhiko Chiba, Takayuki Suzuki, Haruhiko Takeyama, Norihiko Akashi

要 旨

製造業を取り巻く市場環境の変化によって製造設備の高度化、複雑化が進んでいる。これらの状況に柔軟に対応するため、シーケンサに対して基本性能の向上、システム性能の向上、耐環境性、低消費電力化などが要求されている。

これらに対応するため、“iQ Platform”対応製品の核となるコントローラとして高速シーケンサ“QnUシリーズ”を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) 製造装置の付加価値向上

シーケンサCPU(Central Processing Unit)ユニットにおいて従来比3.5倍の基本命令処理性能を実現した。またメモリを従来比6倍に大容量化した。さらにメモリへのアクセス性能を約40倍高速化することによって大容量データの処理能力が向上した。これらによって製造装置の高速化や加工精度向上が可能となる。

(2) 多様な製造装置への対応

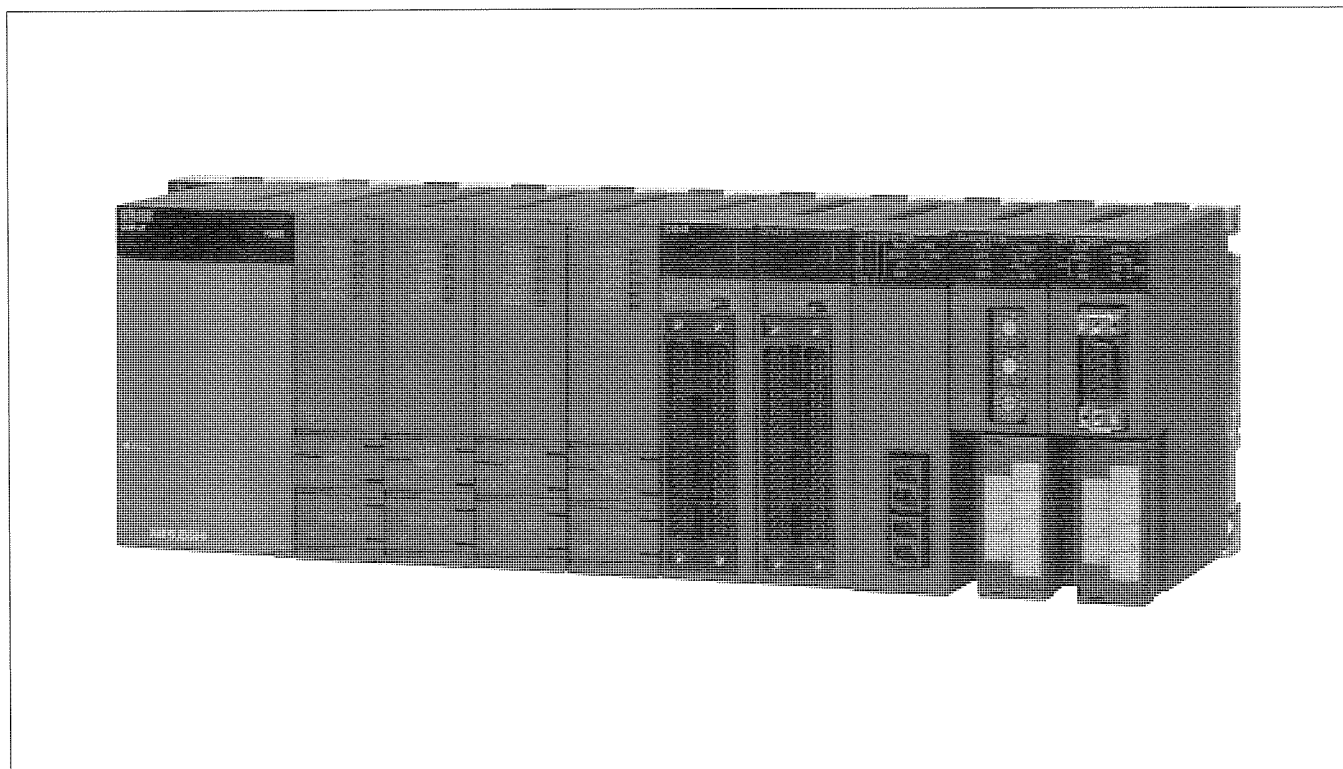
シーケンサCPUにおけるシーケンス演算処理と外部機器からのモニタ等のサービス処理の時間比率を、製造装置に応じて最適に設定可能とした。また高速バスシステムを構築し、マルチCPU間のデータ伝送性能が向上した。

(3) 耐環境性の向上

インダクタンス解析/回路解析/電磁界解析を活用して耐ノイズ最適化設計を行うとともに、メモリのチェック機能によって耐環境性が向上した。

(4) 低消費電力化

CPUユニットの部品点数削減、低電圧化によって低消費電力化を実現した。またバッテリーバックアップメモリを選択可能とすることでバッテリー長寿命化を可能とした。



高速シーケンサ“QnUシリーズ”の外観

シーケンサCPUユニットの処理能力が向上し、マルチCPUシステムのデータ伝送性能が向上した高速シーケンサQnUシリーズである。従来のQシリーズと比較して、3.5倍の基本命令処理性能を実現した。

1. ま え が き

近年、製造業を取り巻く市場環境は、製品の付加価値化、高品質化が進んでいる。これに伴って製造装置においても高度で複雑な制御が必要となる。したがって製造装置で用いられるシーケンサCPUは、一層の高性能化と幅広い装置への適応性が必要である。同時に、高い信頼性と低消費電力化を実現することも必要である。このような市場の要求にこたえるため、三菱電機ではiQ Platform対応コントローラとして高速シーケンサQnUシリーズCPUユニット(以下“QnUシリーズ”という。)を開発した。

QnUシリーズは、1999年に発売した“MELSEC-Qシリーズ”を継承し開発を行った。表1に主な特長を、図1に概略ブロック図を示す。シーケンス処理や大容量データの処理能力を大幅に向上することによって、製造装置を高速化し、複雑な制御を容易に実現可能としており、装置の付加価値を向上することができる。またシーケンサCPUの処理を制御やモニタなどの用途に応じて最適に設定可能とするとともに、マルチCPUシステムでのデータ伝送を高速化しており、多様な製造装置に柔軟に対応可能である。さらに設計手法を見直し、CPUユニットの信頼性確保と低消費電力化を実現した。本稿ではこれらQnUシリーズの特長及び適用技術について述べる。

表1. QnUシリーズの主な特長

キーワード	特長
製造装置の高速化	基本命令処理時間 9.5ns(従来比3.5倍) PC MIX ^(注) 値 60命令/μs(従来比5.8倍)
大容量データの扱いやすさ向上	最大384Kワードのファイルレジスタ(従来比6倍) 最大1Mバイトの標準ROM(従来比4倍)
多様な製造装置への対応	制御処理と情報処理時間比率の設定が可能 高速バスの構築(14Kワード/0.88ms, 従来比8倍)
耐環境性の向上	耐ノイズ性能の強化 メモリチェック機能
低消費電力化	消費電流低減(従来比40%減) バッテリー長寿命化(設定によって最大2.5倍)

(注) 1μsで実行される基本命令/データ処理命令等の平均命令数。数値が大きいほど処理が速い。

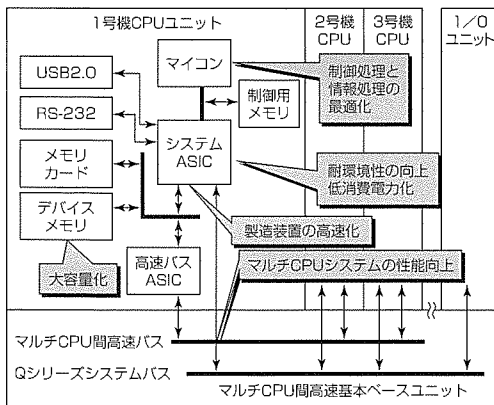


図1. QnUシリーズマルチCPU構成概略ブロック図

2. 製造装置の付加価値向上

2.1 製造装置の高速化

製造ラインの高速化、加工精度の向上、高速センサ信号の監視など製造装置の付加価値向上のため、装置に使用されるシーケンサの基本演算処理性能向上が求められている。

図1に示すように、QnUシリーズでは新たに開発したシーケンス制御専用のシステムASIC(Application Specific Integrated Circuit)を搭載した。このシステムASICは従来の“QシリーズCPUユニット”(以下“Qシリーズ”という。)に対して多段パイプライン構成や、シーケンスプログラムメモリの内蔵化を行い、高速演算処理が可能なアーキテクチャを採用した。これによってシーケンス演算処理を大幅に高速化し、1命令当たりのシーケンス実行時間は業界最高水準となる9.5ns(従来比3.5倍)を実現した。

表2にQnUシリーズで高速化した代表的な命令の処理性能一覧を示す。これらの高速化によってPC MIX値で約60(命令/μs)を達成した。これはQシリーズと比較して約5.8倍の高速化であり、生産設備におけるタクトタイムの大幅な短縮が可能となる。

2.2 プログラム再利用化の促進

シーケンサではデータを配列として扱う際、インデックスレジスタを用いたインデックス修飾(間接設定)が使用される。例えば、配列データに対して順番に繰り返し演算を行う場合は、FOR/NEXTループ中でインデックス修飾を使用することでプログラムの構造化が可能となる。

プログラムの構造化が余裕を持ってできるように、QnUシリーズではインデックスレジスタに対する演算の処理時間を、最大300倍に高速化した。これによって、プログラムの構造化を推進しプログラムの再利用化や品質向上が可能となる。

また、インデックスレジスタを活用することで演算速度が高速となり、プログラム実行時間を大幅に短縮することが可能となる。例えば複雑な演算を行う場合にインデックスレジスタを演算結果一時保存用の汎用レジスタとして使用することで演算の高速化が可能である。

2.3 大容量データの扱いやすさ向上

生産現場の情報化に伴い、シーケンサが扱うデータ量は年々増大しており、大容量データへの高速かつ容易なアク

表2. QnUシリーズの命令処理性能(対Qシリーズ比較)

命令種別	対象命令	QnUシリーズ	Qシリーズ
接点命令	LD X0	9.5ns	34ns
ビット出力命令	OUT Y0	9.5ns	68ns
データ転送命令 (連番アクセス方式)	MOV ZR0 D0	76ns	2,966ns
浮動小数点演算	E+ D0 D1	57ns	782ns
インデックスレジスタ演算	INC Z0	9.5ns	2,800ns
32ビット整数除算	D/ D0 D2	161.5ns	6,018ns

セスに対する要求がますます高まっている。

QnUシリーズではシーケンサCPU本体のメモリを大容量化した。最大384Kワードのファイルレジスタを標準装備し、ユーザーデータやデバイスコメントなどを格納するROMも標準で1Mバイトを装備した。

大容量化したファイルレジスタに対応して、ファイルレジスタへのアクセス性能を大幅に高速化した。シーケンサCPUでは図2に示すように、ファイルレジスタへのアクセス方式として、32Kワードごとにアクセス対象ブロックを切り換えるブロック切換方式(Rデバイス)と、ファイルレジスタ全領域をアクセスすることが可能な連番アクセス方式(ZRデバイス)がある。QnUシリーズでは、連番アクセス方式によるファイルレジスタへのアクセス処理時間を約40倍高速化した。また連番アクセス方式におけるインデックス修飾の範囲を16ビットから32ビットに拡張し、ファイルレジスタ全領域に対してインデックス修飾を使用したアクセスを可能とした。

ファイルレジスタの容量拡張、アクセス性能の高速化及びインデックスレジスタを用いた演算の高速化によって、シーケンサCPUにおける大容量データの扱いやすさが大幅に向上した。

2.4 高精度な制御の実現

装置や製造ラインの高精度な制御のため、浮動小数点演算処理も高速化が求められている。これに対応するため、QnUシリーズではシステムASICに浮動小数点演算器を内蔵し、命令処理時間を最大で14倍に高速化した。またデータにおける整数型と浮動小数点型との間の型変換命令も高速化した。これらによって浮動小数点データを扱うシステムの性能向上が可能となる。

3. 多様な製造装置への対応

3.1 制御処理と情報処理の最適化

シーケンス演算処理(制御処理)と外部機器からのモニタ等のサービス処理(情報処理)の時間比率を容易に設定可能とした。例えば、高速で安定した制御が必要なシステムでは、情報処理時間比率を小さく設定することで、スキャンタイムの高速化が可能となる。また、複数の外部機器から

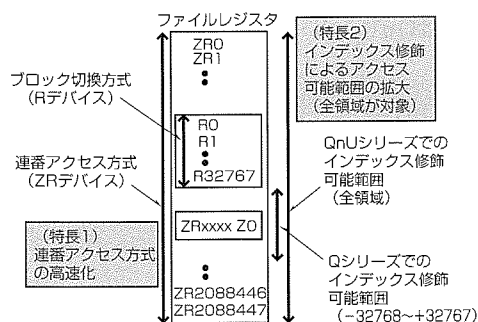


図2. ファイルレジスタへのアクセス方式

モニタを実施し、通信応答性能が要求されるシステムでは、情報処理時間比率を大きく設定することで、高速モニタ応答が可能となる。

図3にシーケンサCPUにおけるスキャン概念図を示す。情報処理を複数スキャンに分割し、1スキャンにおける情報処理の割合を小さくした制御処理優先設定と、情報処理の割合を大きくし、1スキャンで情報処理を複数実行する情報処理優先の設定が可能である。

制御処理と情報処理時間比率の設定を実現するために、RTOS(Real Time Operating System)の制御処理と情報処理のタスクに与える時間を μ s単位で管理する“タイマ割り込みによるタスク切換方式”を採用した。通常RTOSにおけるシステムコールを使用してms単位でタスクに与える時間を管理するが、今回採用したタイマ割り込みによるタスク切換方式では、制御処理と情報処理に与える時間の詳細なチューニング設定が可能となる。タイマ割り込みによるタスク切換方式の概念図を図4に示す。タイマ割り込みによって情報処理タスクから制御処理タスクへ実行権を切り換えている。

時間比率を設定可能とすることによって、多様な製造装置に応じた最適な処理割合の設定が可能となり、シーケンサの適用範囲が広がる。

3.2 マルチCPUシステムの性能向上

QnUシリーズでは、図1で示したように従来のQシリーズシステムバスに加えて、iQ Platformに対応するマルチCPU間高速バスシステムを構築した。この高速バスではデータを14Kワード/0.88msの定周期で高速(従来比8倍)に伝送する。このためモーションコントローラ等とマルチCPUシステムを構築し大量のデータ伝送を行う場合でも、高速な応答や、演算周期との同期が可能となり、マルチCPUシステムの適用範囲が拡大する。

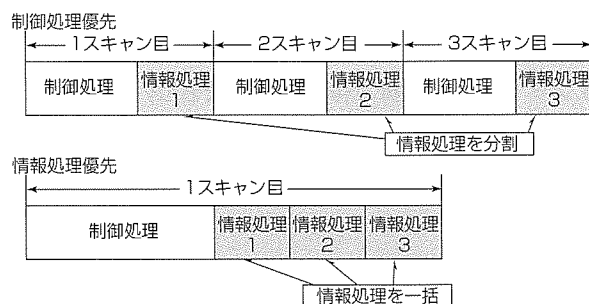


図3. 制御処理優先と情報処理優先のスキャン概念図

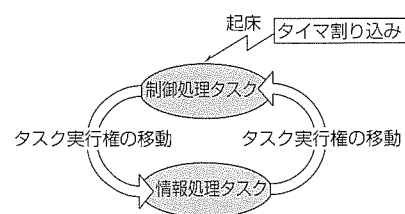


図4. タイマ割り込みによるタスク切換方式の概念図

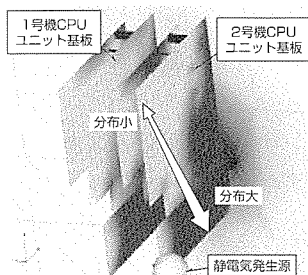


図5. CPUユニットの静電気ノイズ電流分布

4. 耐環境性の向上

シーケンサは、製造現場など電磁環境の厳しい環境で使用される。またシーケンサに対するEMC (Electromagnetic Compatibility：電磁両立性) 指令は基準が強化されており適合が必要である。QnUシリーズで適用したノイズに対する高信頼性設計技術について述べる。

4.1 静電気ノイズ耐力の向上

静電気は数百MHz以上の成分を含んだ数kV以上のノイズが発生する。このため、放電された静電気ノイズはプリント基板内を容量性/誘導性結合によって複雑に伝搬し、動作機能障害や電子部品の破壊をもたらす。シーケンサにはこのような静電気に対しても安定動作する耐ノイズ性能が要求される。QnUシリーズでは、デバイスの高速化、低電圧化に対して、耐環境性を実現するため、静電気ノイズに対する品質設計は従来以上に重要となった。そこでQnUシリーズのプリント基板/構造設計を行うにあたり、インダクタンス解析/回路解析/電磁界解析を活用して、EMC最適設計を行った。

(1) インダクタンス解析

シーケンサCPUの耐ノイズ性能は、プリント基板配線/層構成、板金形状によって大きく変化する。インダクタンス解析ツールの活用によって、プリント基板の配線条件、層構成、部品配置及び板金形状の最適設計を行った。

(2) 回路解析

インダクタンス解析で得られた結果を用いて、静電気が放電されたときに電子部品に影響するノイズ波形を回路解析によって求め、電子部品定数、部品配置の最適設計を行った。

(3) 電磁界解析

静電気ノイズの伝搬現象を解析するため、プリント基板周辺の電磁界解析の活用によって、部品配置、板金形状の最適設計を行った。図5はマルチCPU構成時に、静電気が印加されたときのノイズ伝搬の解析結果である。

以上の各種解析を活用し、高性能を実現しつつ耐ノイズ性能を強化したCPUユニットを開発した。

4.2 データの信頼性確保

シーケンサプログラムを実行するためのプログラムを格納するメモリに対して、電気的なノイズや故障によってメ

表3. バッテリー寿命

条件	ファイルレジスタ 割付範囲大	ファイルレジスタ 割付範囲少	バッテリー長寿 命化機能使用
時計データ	保持	保持	保持
ファイルレジスタ 割付範囲	129K点以上	128K点以下	保持しない
バッテリー寿命 実力値	約2年	約3.5年	約5年

モリのデータが書き変わっていないかチェックする機能を搭載した。メモリへのライトアクセス時に、チェック用データを追加することでデータの書き変わりを検出することが可能となる。このチェックはプログラム実行時にスキヤンタイムへ影響を与えることなく即時実行される。

5. 低消費電力化

5.1 ユニットの低消費電力化

QnUシリーズでは1マイコン化によってメモリICの部品点数を削減した。マイコン用メモリの削減や、一部メモリをシステムASICに内蔵することによってメモリICを50%削減した。またシステムASICでは回路を見直し低消費電力化を図った。さらにマイコンやシステムASICなど消費電力の大きいデバイスでは1.8Vや1.5V電源を採用することによって低消費電力化を実現した。これらによって、ユニットの消費電力を40%低減した。

5.2 バッテリーバックアップ時の低消費電力化

電源OFF時のバックアップ電流を削減するため、バックアップ先の切り換えによるバックアップ電流の低減を実現した。バックアップ条件ごとのバッテリー寿命を表3に示す。

ファイルレジスタの割り付け範囲によってバックアップ対象範囲を自動的に切り換える。割り付け範囲が少ない場合、バッテリー寿命を約1.7倍とすることが可能である。さらにバッテリー長寿命化機能を使用するとバックアップ対象を時計データのみとすることで、バッテリー寿命を約2.5倍向上可能である。

6. む す び

QnUシリーズにおいて高速化・高性能化を実現するために採用した技術と製品の特長や機能について述べた。今回述べた内容はQnUシリーズの数ある特長のごく一部である。

今後は、QnUシリーズラインアップを拡充することによって、性能、機能の向上、及び一層の使い勝手向上を目指していく所存である。

参 考 文 献

- (1) 秋月啓一, ほか: MELSEC-Qシリーズの基本システム, 三菱電機技報, 74, No.7, 433~436 (2000)

高速モーションコントローラ “Q17nDシリーズ”

鎌田高広*
富田祐子*

High Speed Motion Controller “Q17nD Series”

Takahiro Kamada, Yuuko Tomita

要旨

“Qシリーズモーションコントローラ”は、QシリーズシーケンサのCPU(Central Processing Unit)ユニットとマルチCPU機能でシステム構成できるユニットとして2001年に市場投入した。

Qシリーズモーションコントローラは、モーション制御部とシーケンス制御部をシステム規模に応じて選択可能とするフレキシブル性に加え、FA現場で高いシェアを誇るQシリーズシーケンサとの協調でモーションコントローラの適用分野を拡大し、ユーザーに最適なシステム提案を可能としてきた。

近年の市場要求は各CPUの性能向上(部分最適)はもちろんのこと、システム全体のスループット向上(全体最適)も重視するようになってきた。そのため、モーションコントローラとシーケンサの親和性をさらに向上(各CPU間の

高速化)し、モーションコントローラ単体性能自体も向上させていく必要性が出てきた。これらの市場要求にこたえるため、今回、“iQ Platform”対応“高速モーションコントローラ Q17nDシリーズ”を開発した。

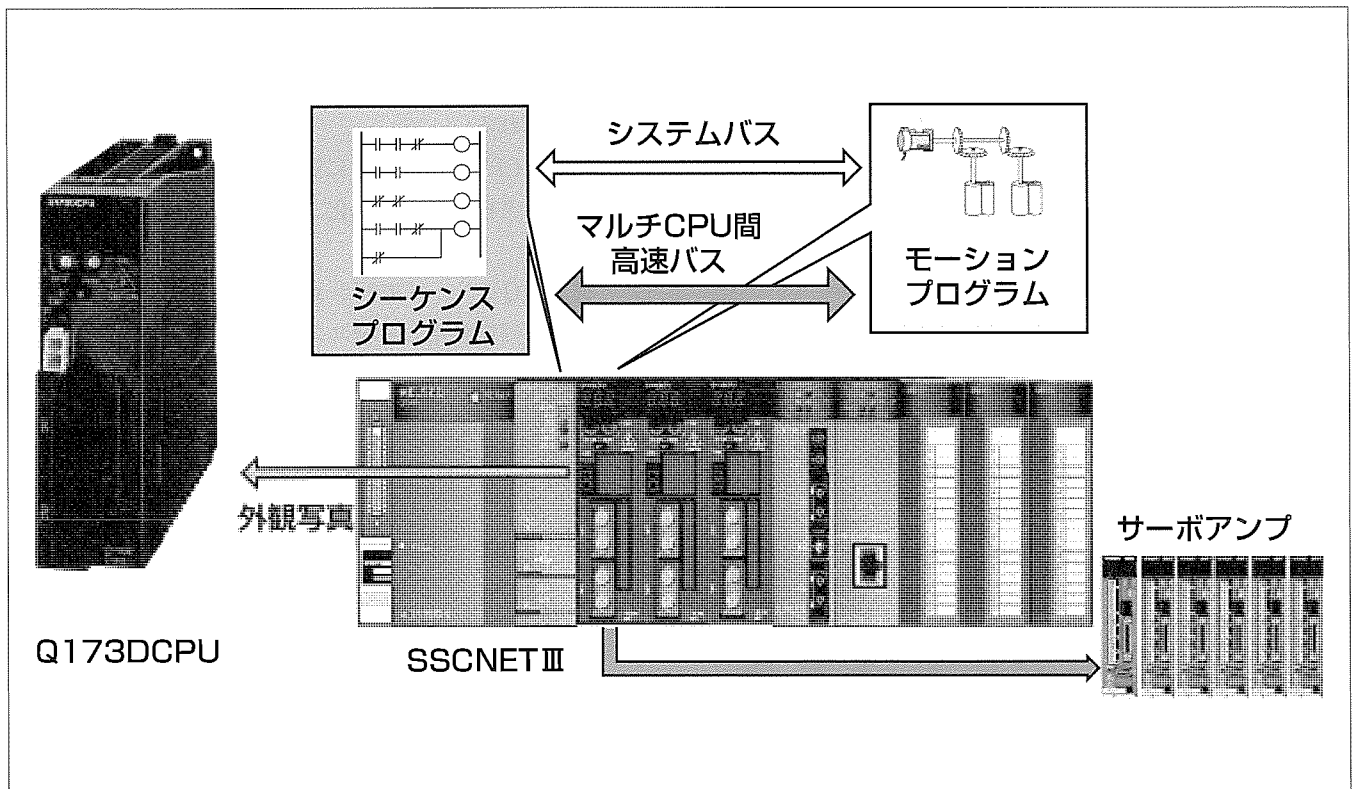
高速モーションコントローラは以下の特長を持つ。

(1) マルチCPU間高速通信

モーションコントローラとシーケンサ間のデータ送受信にマルチCPU間高速バスを開発し、0.88msごとに最大14kWのデータ交信を可能とした。

(2) モーション制御の高速・高性能化

モーションコントローラのハードウェアに新アーキテクチャを採用することによってコントローラの演算性能を向上し、演算周期0.44msで最大6軸までの制御を可能とした。



モーションコントローラ “Q17nDシリーズ”

モーションコントローラQ17nDシリーズは、Q172DCPU(8軸制御)とQ173DCPU(32軸制御)をラインアップしている。モーションコントローラはマルチCPU間高速基本ベースユニットに装着し、QシリーズのシステムバスとマルチCPU間高速バスでシーケンサや別のモーションコントローラ間的高速データ交信が可能である。

1. ま え が き

QシリーズシーケンサとマルチCPU構成で使えるQシリーズモーションコントローラを2001年に発売した。FA市場で高いシェアと圧倒的な支持を得ているQシリーズシーケンサとマルチCPUによる制御が可能となり、複雑なサーボ制御はモーションコントローラで、それ以外の機械制御・情報制御をシーケンサで処理することで、フレキシブルなシステム構成を実現した。

また、最大4台のCPUをマルチCPU構成できることで、個々のコントローラの得意分野を生かして負荷分担が可能なシステム構成を提供してきた。

その後、モーションコントローラはサーボ性能を十分に引き出すために、高速なサーボネットワーク(光通信方式：“SSCNETⅢ”)を開発し、機能・性能アップを図ってきた。

しかし、近年グローバル市場をベースとした市場要求では、コンポーネントそのものの機能、性能、コスト力高めることを目的としたCPUの性能向上(部分最適)はもちろんのこと、システム全体のスループット向上(全体最適)も重視する方向に変化している。この流れの一環として、多くのユーザーからシーケンサとのデータ授受の高速化に関する要望を受けていた。このような市場要求にこたえるために、今回、マルチCPU間高速通信対応で高性能化を図ったモーションコントローラを開発した。この製品とマルチCPU間高速通信機能に対応したシーケンサ、SSCNETⅢ対応のサーボアンプによるシステム構築によってシーケンサからサーボアンプ間の高速通信化を実現した(図1)。

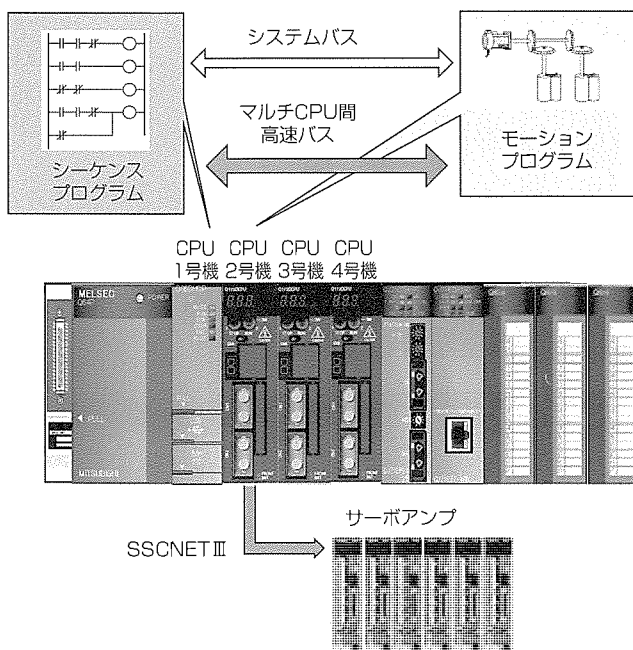


図1. システム全体構成

本稿では、モーションコントローラ“Q173DCPU/Q172DCPU”の概要及び特長について紹介する。

2. モーションコントローラQ173DCPU/Q172DCPU

モーションコントローラQ173DCPU/Q172DCPUは、QシリーズシーケンサのマルチCPUシステムを継承し、ユーザーのシステム構築に最適な構成が可能である。Q173DCPUは32軸まで、Q172DCPUは8軸までのサーボアンプを制御可能である。以下に、Q173DCPU/Q172DCPUの特長を示す。

2.1 マルチCPU間高速通信

(1) マルチCPU間高速通信の概要

マルチCPU間高速通信とは、一定周期(0.88ms。以下“マルチCPU間高速通信周期”という。)でマルチCPU間のデータ送受信を行う機能である(図2)。

従来のQシリーズモーションコントローラのデータ交信は、モーションコントローラ側のデバイスデータをモーションコントローラのメイン周期間隔でCPU間共有メモリにセットし、シーケンスプログラムのEND処理でシーケンサへ取り込んでいた。今回開発したマルチCPU間高速バスはモーションコントローラ側のデバイスデータをマルチCPU間共有メモリにセットすれば、マルチCPU間高速通信周期でシーケンサに送信され、シーケンスプログラムで読み出すことが可能である(図3)。

そのためモーションメイン周期やシーケンスプログラムのスキャンタイムの影響を受けずに、デバイスデータが高速に更新される。

(2) マルチCPU間高速通信に適用した技術と特長

(a) データ授受の大容量化、高速化：タクトタイムの短縮

従来のQシリーズモーションコントローラは、システムバスだけを使用して全ユニット間のデータ交信を実現していた。そのため、CPU間での大量のデータ交信を定期的に行うとユニット数が増加するに従ってデータ交信時間が長くなるという課題があった。そのためユニット数やデータ量に影響されずに高速データ交信を可

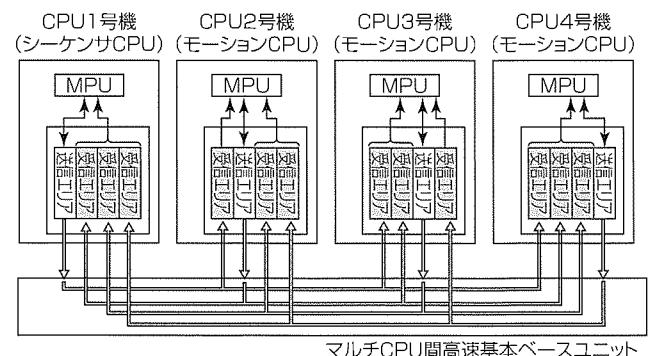


図2. マルチCPU間高速通信

能にする，CPU間だけの専用バスであるマルチCPU間高速バスを新設した。

このマルチCPU間高速バスは，最大14kWの大容量データをマルチCPU間高速通信周期ごとに高速リフレッシュするため，従来比で3.5倍のデータをCPU間で高速に共有することができる。

マルチCPU間高速通信は，モーションコントローラの演算周期と同期しており，むだな待ち時間がなくデータ交信できる。また，シーケンサ側も同期したデータ交信を実施しているため，シーケンサとモーション間でも同期したデータ交信が可能となっている。もちろんサーボアンプとの通信もモーションコントローラの演算周期と同期しているため，シーケンサ，モーションコントローラ，サーボアンプ間で同期したデータ交信が可能である。そのためデータ交信にむだな時間がなく，高速な処理が可能となり，大幅なタクトタイムの短縮化が図れる。

(b) リフレッシュデバイス範囲設定増加：プログラミング自由度増大

各CPU間の指令デバイスやモニタデバイス等をきめ細かく設定できるように，リフレッシュデバイス範囲設定を4種類から32種類に増やした。そのためユーザーが使用したいデバイスを自由に割り振ることができ，プログラミングの自由度が増大した。

(c) CPU間共有メモリに自由エリア新設：プログラム可読性向上

CPU間共有メモリにユーザー自由エリアを新設した(図4)。このエリアを使ってシーケンスプログラムとモーションSFC(Sequential Function Chart)プログラムやサーボプログラムで同一デバイスを指定できるため，プ

ログラムの関連性が分かりやすくなり，プログラムの可読性が向上した。

(d) モーション専用命令使用時のシーケンスプログラム簡略化

モーション専用シーケンス命令において，“完了デバイス”や“完了ステータスを格納するデバイス”の省略ができるように改善した。これによって，モーション専用命令使用時のシーケンスプログラムを簡略化することができる。また，従来のQシリーズモーションコントローラは，モーション専用シーケンス命令を1スキャン中に1回しか実行できないという制約があった。今回は，モーション専用シーケンス命令を同時に複数命令実行できるようにした(1スキャン中に最大32回まで)(図5)。

(e) 0.88ms割り込みシーケンスプログラム：モーション制御に同期したシーケンス処理実現

モーション演算周期に同期した割り込みシーケンスプログラムが記述できるため，モーション制御に同期したシーケンス処理が実現できるようになった。これによって，シーケンサが管理しているユニット(高速カウンタ，アナログ入力)から取り込んだ情報を高速なサーボ制御に活用することができ，シーケンス主体の多彩なアプリ

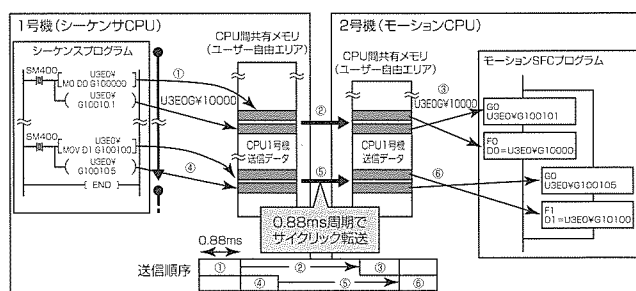


図4. CPU間共有メモリ

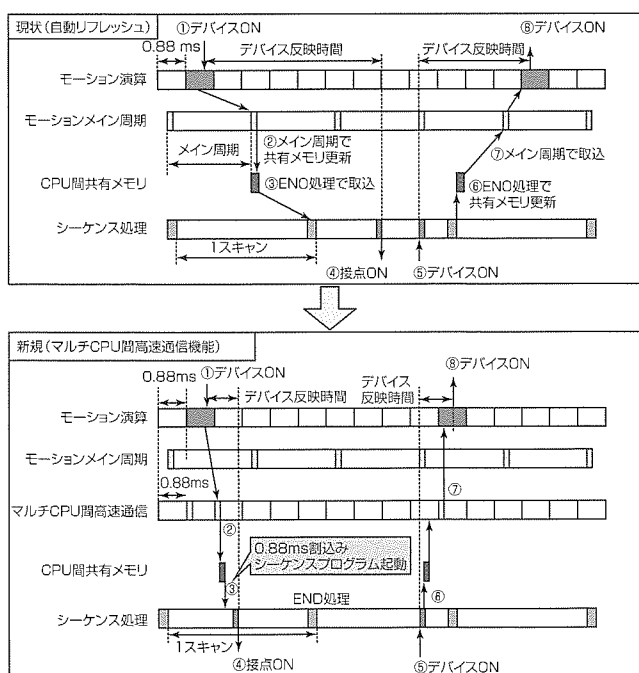


図3. データ交信(概略図)

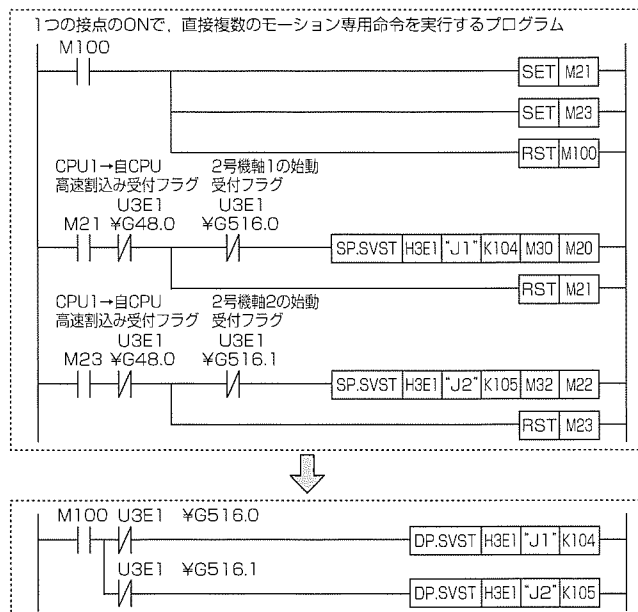


図5. シーケンスプログラム簡略化

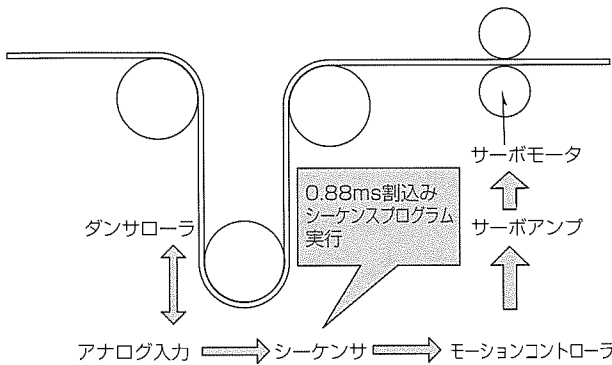


図6. ダンサローラ制御(使用例)

ケーションに対応できるようになった。例えば、ダンサローラ制御の事例では、従来はモーションSFCプログラムを使用しモーション演算とのバランスを考慮して制御していた。今回開発した機種では、ダンサローラ位置情報を高速カウンタユニットやアナログ入力ユニットから取り込み、シーケンスプログラムによってモーションコントローラを制御し、サーボの速度補正に活用することで制御の汎用性向上やモーション演算の負荷低減を可能とした(図6)。

2.2 モーション制御による高速・高性能化

今回開発したモーションコントローラQ173DCPU/Q172DCPUは従来のハードウェアのアーキテクチャを大幅に改善し、トータル約2倍の性能向上を実現し、演算周期0.44ms/6軸を実現した。

表1に演算周期一覧を示す。

また、モーションSFC命令の処理時間も高速化し、32ビット加算命令で約3倍の性能向上を図った。

2.3 その他の特長

(1) サーボネットワークSSCNETⅢに対応

サーボネットワークSSCNETⅢに対応しており、コントローラとサーボアンプ間のデータ送受信は50Mbps(全二重方式のため50Mbps+50Mbpsの計100Mbps相当)と高速である。また、光ファイバによる通信方式のため、動力線や外部装置などからのノイズに対して耐ノイズ性が高く、局間のケーブル長を最大50mまで引き延ばせる。大規模な装置、生産ラインでコントローラ盤と駆動部が離れている場合など、規模の大きい装置にも対応できる。さらに、コントローラ部と駆動部を分離できるので、サーボアンプとサーボモータ間の動力線の引き回しを短くできる(図7)。

表1. 演算周期一覧

Q173DCPU	Q172DCPU
0.44ms/1~6軸	0.44ms/1~6軸
0.88ms/7~18軸	0.88ms/7~8軸
1.77ms/19~32軸	

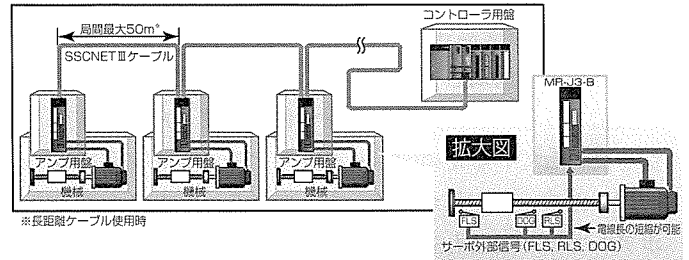


図7. SSCNETⅢ通信での機械配線

装置を分散配置することで制御盤の小型化も図ることができる。

サーボアンプ“MELSERVO-J3”と組み合わせることによって、高速化(HF-KPモータ最高回転速度：6,000r/min)、高精度化(HF-KPモータ分解能：262,144p/rev)に対応し、より高速でなめらかな動きが実現可能である。

(2) USB(Universal Serial Bus)通信速度の高速化

通信処理の最適化を実現し、パソコンとの通信時間を従来の約1/4に短縮した。これによって、装置の立ち上げ、デバック時間を大幅に短縮化できる。

3. む す び

今回開発したモーションコントローラQ173DCPU/Q172DCPUは、各CPU間のデータ交信時間を大幅に高速化するものである。各CPUの性能向上(部分最適)はもちろんのこと、システム全体のスループット向上(全体最適)にはマルチCPU間高速バスが不可欠であり、この開発によって三菱FA製品のトータル性能アップを図ることができる。

今後もトータルFA機器サプライヤーとして全体最適という視点を重視した製品開発を進めていく。

参考文献

(1) 高久秀昭, ほか: 新サーボネットワーク“SSCNETⅢ”対応モーションコントローラ&ポジションボード, 三菱電機技報, 79, No.3, 177~180 (2005)

ライン向けCNC “C70”

福谷武都志*
岩井文雄*
藤島光城*

CNC “C70” for Machining Line

Mutoshi Fukutani, Fumio Iwai, Mitsushiro Fujishima

要旨

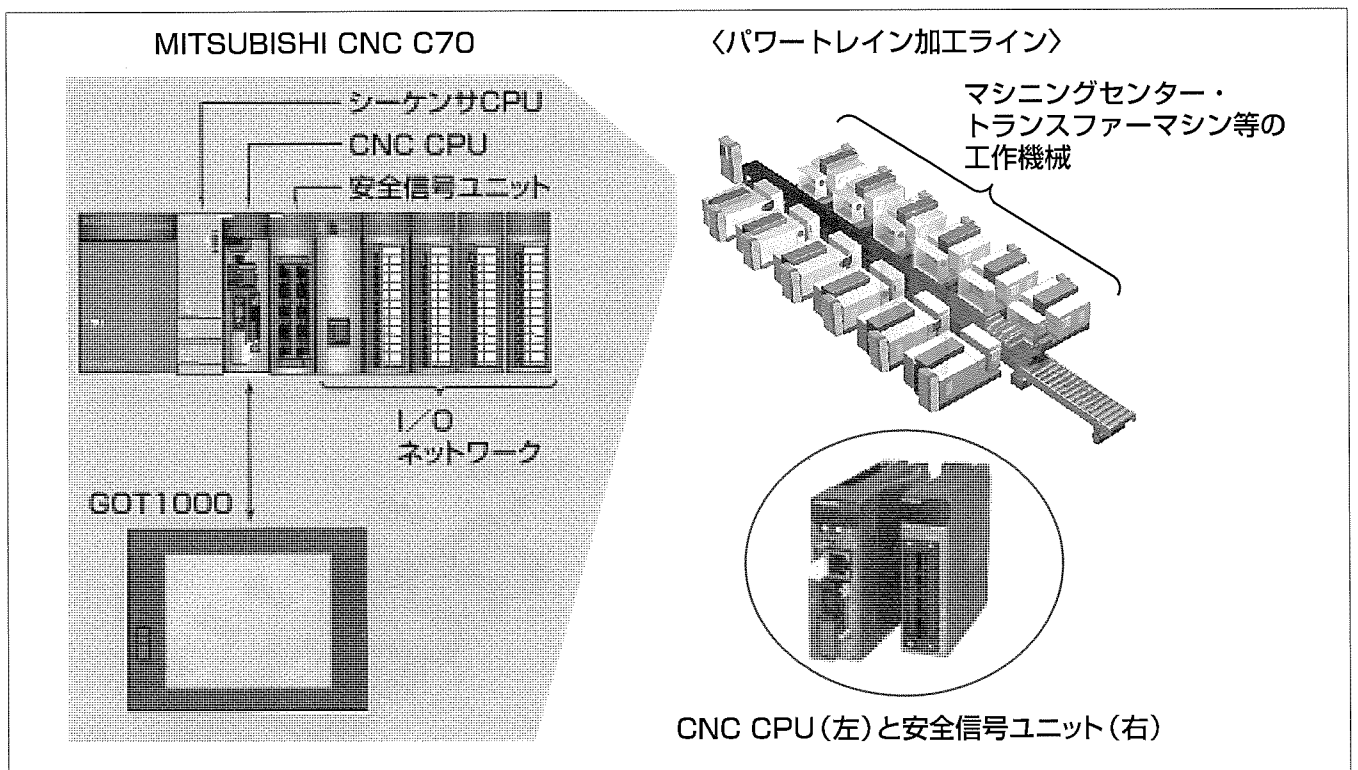
自動車エンジンのシリンダヘッドやシリンダブロック、クランクシャフトやトランスミッションケースなどを加工するラインの構築には、生産性の向上をはじめ生産システム全体の最適化、トータルコスト削減が重要視されており、個々の加工工程を最短化するだけでなく、前後の工程と連携した制御が課題となっている。

三菱電機は今回、“MELSEC-Qシリーズ”の基本ベース上に高速バスを新たに追加し、CPU(Central Processing Unit)間データ更新を高速化した“iQ Platform”対応の新CNC(Computer Numerical Control)MITSUBISHI CNC “C70”(以下、C70という。)を製品化した。

C70は工場のFA機器をネットワークでつないで生産現場の改革を支援する三菱FA統合ソリューション“e-F@ctory”に即し、生産システムの高性能化と高効率化を支える各種FA製品群と親和性が高く、また、処理能力を飛躍的に向上させており、ライン加工用途に最適なCNCである。

この製品の主な特長は次のとおりである。

- (1) 機械制御をつかさどるシーケンス制御部分はMELSECシーケンサCPUユニットが担当。MELSEC-QシリーズのI/Oユニット、ネットワークユニット等を使用することができ、設備やラインに最適なシステムを構築することが可能。
- (2) 表示器には“GOT1000シリーズ”を使用。機械操作画面とCNC操作画面を1つのタッチパネル表示器で実現。
- (3) 小型CNC CPUユニット。MELSEC-Qシリーズと同一の1スロットサイズを実現。
- (4) タクトタイム短縮を実現。高速シーケンサCPUによるシーケンスプログラム処理能力の向上・CNC CPUユニットの性能向上・CPU間高速データ更新でタクトタイムを短縮し、生産ラインのトータルコスト削減に寄与。本稿では自動車ラインに最適なCNCとして開発したC70の特長について述べる。



MITSUBISHI CNC “C70”

iQ Platform対応CNC。MELSEC-Qシリーズの豊富な製品群が活用でき、自動車エンジン加工(パートライン加工ライン)をはじめとするライン加工用として最適なCNCである。

*名古屋製作所

1. ま え が き

自動車エンジンのシリンダヘッドやシリンダブロック、クランクシャフトやトランスミッションケースなどを加工するラインの構築には、生産性の向上をはじめ生産システム全体の最適化、トータルコスト削減が重要視されており、個々の加工工程を最短化するだけでなく、前後の工程と連携した制御が課題となっている。このため、ライン加工用のCNCには数値制御機能のほかに高度なシーケンス制御機能が求められ、当社はこれまで“C6/C64シリーズ”で対応してきたが、昨今の市場からは更なる制御速度の高速化や各種FA機器との接続性の向上が求められている。

当社は今回、MELSEC-Qシリーズの基本ベース上に高速バスを新たに追加し、CPU間データ更新を高速化したiQ Platform対応の新CNC C70を製品化した。

C70は工場のFA機器をネットワークでつないで生産現場の改革を支援する三菱FA統合ソリューションe-F@ctoryに即し、生産システムの高性能化と高効率化を支える各種FA製品群と親和性が高く、また、処理能力を飛躍的に向上させており、ライン加工用途に最適なCNCである。

本稿ではこのC70の特長について述べる。

2. 自動車ラインで求められるCNC

2.1 ネットワーク

自動車ライン、特にエンジンを中心としたパワートレイン加工ラインでは、“情報”“コントローラ間”“フィールド”の三種類に大別されるネットワークが使用されている(図1)。

(1) 情報ネットワーク

これは各工作機械が記録した“いつ・何を使って・どのように加工したか”という生産品質情報(トラッキングデータ)を上位コンピュータ内のデータベースに転送するためのネットワークである。

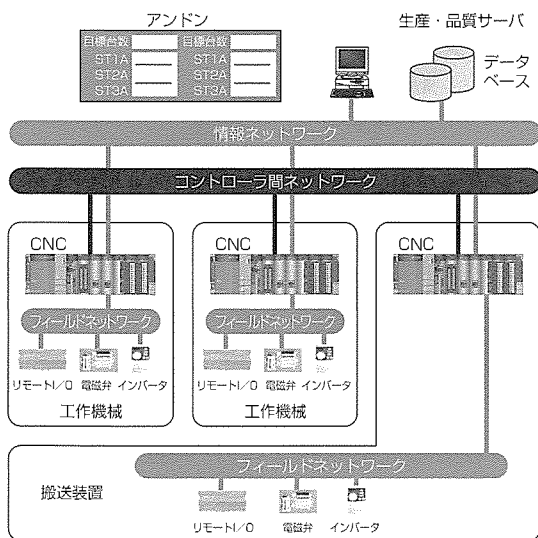


図1. パワートレイン加工ラインでのネットワーク構成

このネットワークに求められるのはネットワーク障害発生時のデータ保持能力と上位データベースエンジンとの親和性である。

このネットワークはEthernet^(注1)と顧客独自の情報処理ソフトウェアで構成されることが多い。

(2) コントローラ間ネットワーク

パワートレイン加工ラインでは、複数の工作機械と搬送装置が組み合わせられて形成される(図2)。

各工作機械と搬送装置、あるいは工作機械同士は互いに同期・協調して動作するため、それぞれのCNCは高速性とリアルタイム性を兼ね備えたネットワークで接続される。

このネットワークには、当社規格である“MELSEC-NET/H”，あるいは日本自動車工業会の提唱で規格化されたFL-net，欧州で規格化されたPROFINETなどが用いられることが多い。

最近では、高速化とリアルタイム性をさらに進めたEthernetベースのネットワークも使用され始めている。

(3) フィールドネットワーク

工作機械と搬送装置内には各種スイッチ、センサなどが多数実装されている。これらと制御装置であるCNCとの間の接続を簡素化し低コスト化と保守性を向上させるため各工作機械、搬送装置内のローカル配線もネットワーク化されることが主流になってきた。

今日のパワートレイン加工ラインでは、用途・目的別に様々なネットワークが使用されて、CNCには多種多様なネットワークシステムに接続できる能力が求められている。

2.2 保守性

自動車ラインでも他の市場と同様、省配線、小型化によるコンポーネントの交換のしやすさと、更なる信頼性の向上、長寿命化が求められる。

これに加えて自動車ラインでは、一般市場で容易に入手できるメモリでのデータバックアップ、ネットワークによるデータの集中バックアップ、パーソナルコンピュータや特殊な計測装置が不要となる自己診断・保守・調整機能のCNCへの搭載が求められている。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

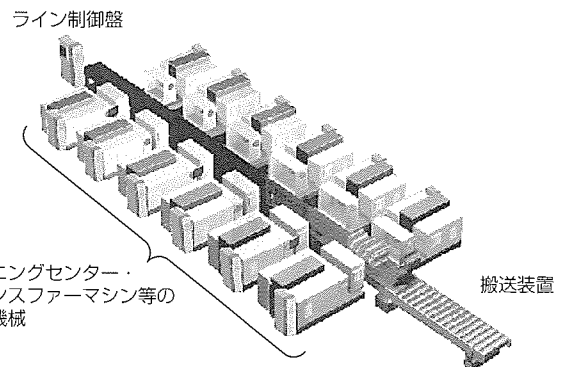


図2. パワートレイン加工ライン例

3. C70の特長

3.1 概要

C70は当社シーケンサMELSECのプラットフォームに搭載するCNCであり、従来のCNCとは全くコンセプトの異なる製品である。従来のCNCはシーケンス制御機能をCNCユニット内に内蔵しており、すべてのシーケンス制御をCNC内蔵シーケンサで行っていた。そのためI/OユニットやネットワークユニットもCNC専用の製品を提供していた。

今回開発したC70ではシーケンス制御を行うシーケンサCPUユニット、数値制御を行うCNC CPUユニットのマルチCPU構成となっている。I/OユニットやネットワークユニットはシーケンサCPUユニットが制御し、MELSECの製品群を使用できる。

このようにシーケンサとCNCが融合することで各種ネットワークへの対応が容易となり、当社の提供するFA統合ソリューションへの対応が可能となる。

表1にC70の概略仕様を示す。

表示器には当社GOT1000シリーズを使用し、MELSECとの親和性を高めている。また作画ソフトウェアGT Designer2で容易に機械操作盤機能を実現することができ、1つの表示器で機械操作盤とCNC画面機能を実現することができる。

図3にC70のシステム構成を示す。

3.2 シーケンサとの親和性

C70はMELSECプラットフォーム上に搭載するビルディングブロックタイプのCPUユニットである(図4)。

機械制御をつかさどるシーケンス制御部分は新開発の高速シーケンサCPUが担当、世界最高水準のシーケンス性能を実現し、MELSEC-Qシリーズの持つ多種・多様なユニット類が使用可能である。シーケンサCPUはプログラ

表1. C70概略仕様

概略仕様	C70	
	マシニングセンタ系	旋盤系
制御軸数		
基本制御軸数(NC軸)	3	2
最大制御軸数(NC軸+主軸+PLC軸)	16	16
最大NC軸数(系統合計)	16	16
最大主軸数	7	4
最大PLC軸数	7	7
同時輪郭制御軸数	4	4
系統内最大NC軸数	8	8
制御系統数		
標準系統数	1	1
最大系統数	7	3
データ単位		
最小設定・指令単位	0.1μm	0.1μm
シーケンサ機能		
シーケンスプログラム容量(ステップ)	30k/40k/60kから選択	

PLC : Programmable Logic Controller

ム規模、性能によって3タイプをラインアップしており制御規模に応じたCPUの選択が可能である。

これらCPUや各種ユニットを組み合わせることで設備やラインに最適なシステムを構築することが可能である。

シーケンスプログラムはMELSEC用開発ツールである“GX Developer”を使用してMELSEC-Qシリーズと同様の環境で開発を行うことが可能である。

3.3 表示器

設備の小型化、作業者の操作性向上などの観点から自動車メーカーでは機械操作画面とCNC操作画面を1つのタッチパネル表示器で実現したいという要求が強い。C70では表示器にGOT1000シリーズを使用し、その要求にこたえている。

GOT1000シリーズは3.7型の小型タイプから15型XGA(eXtended Graphics Array)の大画面・高解像度タイプ、またビデオ入力付きなど各種タイプをラインアップしている。

CNC操作画面として使用する“CNCモニタ”機能(図5)は解像度SVGA(Super Video Graphics Array)以上の10.4型、12.1型、15型のGT15シリーズで搭載可能であり、これらを主操作盤として使用する。これら以外の小型タイプは副操作盤として使用可能である。

主操作盤として使用するGOT(Graphic Operation Terminal)はCNC CPUユニットの表示器専用インタフェース(Ethernet)で直接接続することでシーケンサCPUの処理

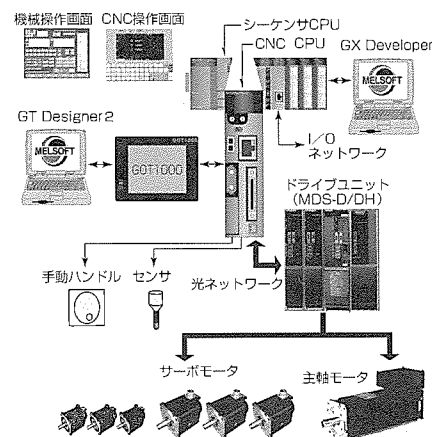


図3. C70システム構成

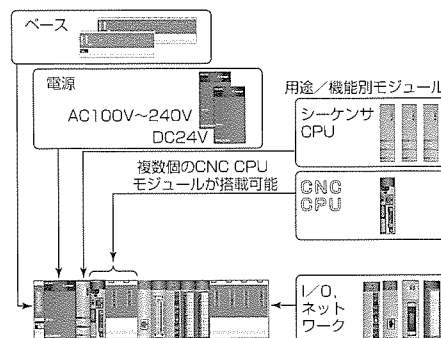


図4. ビルディングブロックタイプCNC



図5. CNCモニタ画面

負荷に左右されない高速なCNC操作画面表示を実現している。

また簡単な設定でGT Designer2で作画する機械操作画面上に座標値や実行中加工プログラム情報を表示することも可能である。

更にGOTにはコンパクトフラッシュメモリインタフェースを搭載しており、CNCやシーケンサのデータを簡単にバックアップ・リストアする機能を搭載している。これによってユニット交換時間の短縮を実現している。

3.4 小型化

C70のCNC CPUユニットは当社シーケンサのベースに搭載(1スロットを使用)するために、実用的なCNCとしては世界最小レベルの手のひらサイズ(縦98mm×横27.4mm×奥行119.3mm)を実現している。また、二次キャッシュ内蔵の高速RISC(Reduced Instruction Set Computer)CPUと、当社コンピュータ技術を駆使して新規に開発した高速・高集積ASIC(Application Specific Integrated Circuit)を用いて、DDR(Double Data Rate)メモリ制御やASIC内蔵の4段のリード/ライトキューによる周辺バスへのアクセス高速化、及びDMA(Direct Memory Access)の有効活用などで、従来CNC装置の2倍以上の性能を実現した。また、電源とシーケンス制御部を除くほぼすべてのCNC機能を上記サイズ内に収めた。

小型化・高性能化によって発熱の問題があるが、主要チップはすべて低コア電圧(1.2~2.5V)で動作し、低消費電力で環境にも配慮した設計としている。

またC70はビルディングブロック方式のため、ユニットごとに保守交換がワンタッチで簡単に行え、ダウンタイムの短縮につながり、工場のラインに適した構造となっている。

3.5 タクトタイム短縮

高生産性を求められる自動車ラインではタクトタイム短縮に対する要求が厳しい。C70は高速シーケンサCPUユニットとの組合せ及びCNC CPUユニットの性能向上によってタクトタイム短縮を図ることができる。

(1) ラダー性能の向上

工作機械ではその基本となるサーボ軸動作以外に様々な補機があり、これらの動作はラダーで制御されている。したがってI/Oリフレッシュ周期、すなわちラダー性能の向上はタクトタイムの短縮に直結する重要なアイテムである。

C70では高速シーケンサCPUとの組合せ、及びiQ Plat-

formに搭載したマルチCPU間高速バスの効果によって従来のC6/C64シリーズと比較してラダースキャンタイムで20~30倍、Mコードの処理時間で3~5倍の高速化をされており、タクトタイム短縮を実現している。

(2) ブロック処理能力の向上

C70ではハードウェア性能の向上に伴い、加工プログラムのブロック処理能力も従来のC6/C64シリーズと比較して2倍の性能に向上した。

3.6 安全監視機能

近年の安全に対する要求の高まりからC70では当社“CNC 700シリーズ”で搭載している速度監視機能に加えて、安全信号監視機能を搭載した。

(1) 速度二重監視機能

この機能は機械の保護扉(ドア)を開けた状態で動力を遮断せずに機械動作を可能とするものである。

この機能を使用するためにはドア開閉状態信号をCNC CPUユニット及びドライブユニットに入力する。それぞれのユニットでドア開閉状態信号を二重に監視しており、ドア開状態であればあらかじめ設定した安全速度以下の機械動作を許可する。モータ速度はドライブユニットとCNC CPUユニットで二重に監視しており、もし、どちらかのユニットが安全速度を超える速度でモータが回転したことを検出したら瞬時にモータを減速停止し、動力遮断状態とする。

また二重に入力したドア開閉状態信号が不一致の場合も、モータ減速停止後動力遮断状態とする。

この機能によってドアを開放したまま安全な速度で段取り作業等を行うことが可能である。

(2) 安全信号二重監視機能

前述のドア開閉信号に加えてライトカーテン等の安全信号をCNC CPUユニット、シーケンサCPUユニットに2系統で入出力、監視する機能である。入出力信号は新開発の安全信号ユニットに接続する。

CNC CPU及びシーケンサCPUで二重に信号状態を監視しており、どちらかのCPUで不一致状態を検出したらモータ減速停止後、動力遮断状態とする。

従来は高価な安全リレーによって構成されていたものが、この機能によって特別なハードウェアを用いることなく実現できるため、機械コストの削減を図ることができる。

4. むすび

以上、ライン向けCNC C70について述べた。立ち上げ時間の短縮、人に優しい設備、止まらない生産ライン、生産コストの更なる削減など、ユーザーのニーズはとどまることを知らない。今後とも市場のニーズにこたえらるとともに、新たな市場を開拓する技術と製品の開発に全力で取り組んでいく所存である。

シーケンサエンジニアリング環境 “GX Developer2”

平田真弘*
濱田慶一*
菊田宏和*

Engineering Environment for Programmable Controllers “GX Developer2”

Masahiro Hirata, Keiichi Hamada, Hirokazu Kikuta

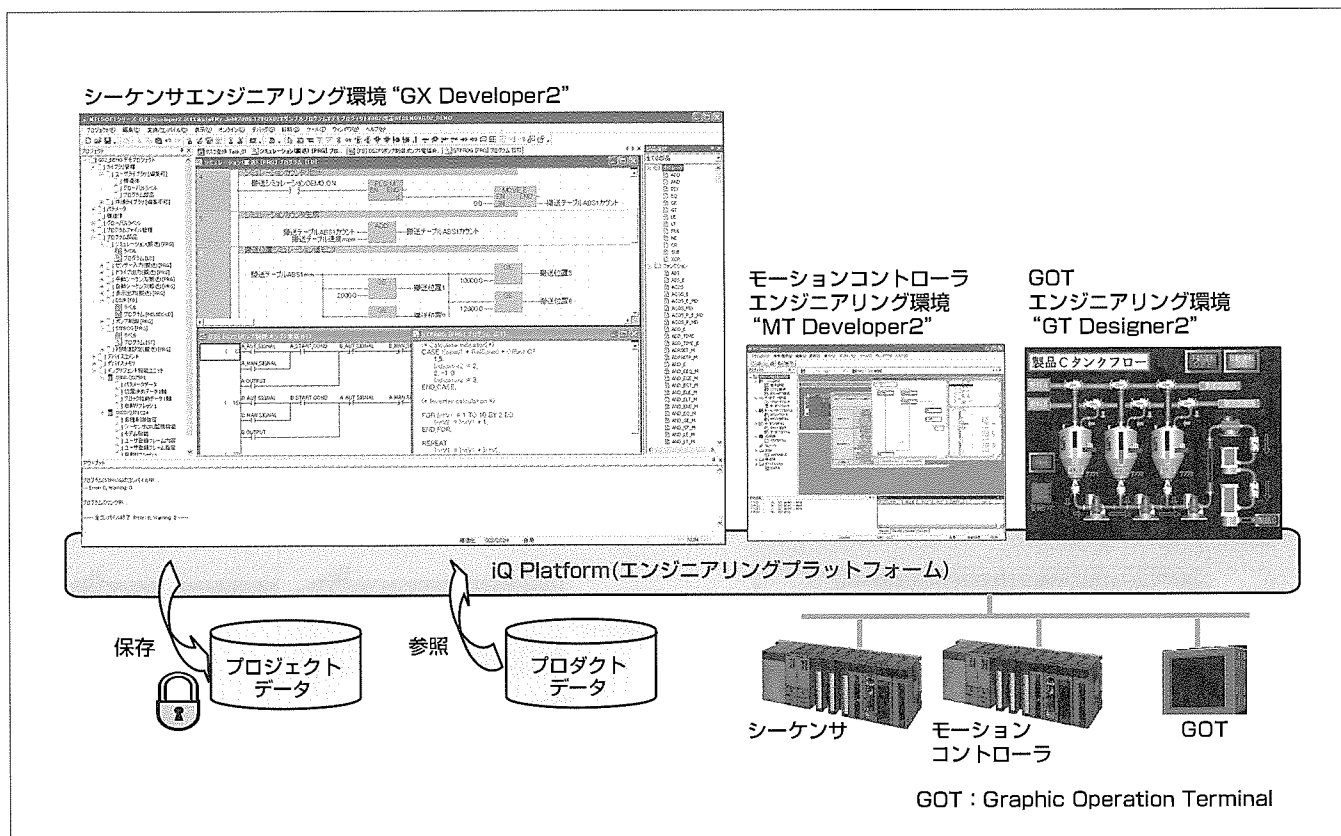
要旨

FAシステムにおける中核コンポーネントとして、シーケンサの重要性と用途が拡大している。また、ユーザーシステムの大規模化・複雑化も進んでいる。これに伴い、ユーザーによるプログラム作成量が増加し、システム開発全体に占めるソフトウェア開発工数が増大している。

この課題を解決するために、“iQ Platform(エンジニアリングプラットフォーム)”対応のシーケンサエンジニアリング環境となる“GX Developer2”を開発した。iQ Platformに対応することによって、他のFA製品のエンジニアリング環境と連携・データ共有が可能となり、システム構築における全フェーズ(システム設計→プログラム開発→デバッグ・立ち上げ→運用・保守)での作業効率を向上し、開

発工数の削減を実現する。

GX Developer2では、プログラム開発フェーズでの作業効率向上を実現するため、ソフトウェア部品化・構造化を支援する機能を拡充した。デバッグ・立ち上げフェーズにおいては、シミュレーションソフトウェアの統合・機能強化を行い、デバッグ・立ち上げ期間の短縮を実現した。運用・保守フェーズでは、近年のグローバル化に伴って問題となっている“ユーザーのノウハウ流出”を防止するため、プロジェクトデータに対するセキュリティを強化した。システム設計フェーズについては、iQ Platform対応製品との連携で、ユーザーの作業効率向上を実現する。



統合エンジニアリング環境

統合エンジニアリング環境はiQ Platform(エンジニアリングプラットフォーム)をベースにした開発ソフトウェア群で構成されている。開発ソフトウェア群には本稿で述べるシーケンサエンジニアリング環境であるGX Developer2をはじめとして、モーションコントローラエンジニアリング環境であるMT Developer2、GOTエンジニアリング環境であるGT Designer2などがある。

1. ま え が き

近年のFAシステムにおけるユーザーシステムの大規模化・複雑化・グローバル化に伴い、いかに効率的にソフトウェア開発を行うことができるかが重要なポイントになり、エンジニアリング環境の重要性が増している。

本稿では、iQ Platform対応のシーケンサエンジニアリング環境となるGX Developer2について、その特長を説明し、製品開発に当たっての課題と解決策及び今後の発展について述べる。

2. 特 長

2.1 プログラム開発における作業効率向上

(1) プログラムの作成効率向上

ユーザーのソフトウェア資産を最大限に流用し、ファンクションブロック(以下“FB”という。)を中心としたライブラリ機能や、他MELSOFT製品間の連携機能を利用することで、ユーザーのプログラム作成効率を向上することが可能である(図1)。

- ライブラリ管理機能を利用することによって、ソフトウェア資産の流用がしやすくなり新規プログラムの作成効率が向上
- ラベルを他MELSOFT製品と共有することで、他設定ソフトウェアとのデータ連携が容易になり作成効率が向上

(2) ソフトウェアによるユニット設定の簡素化

従来は、別ソフトウェアであったコンフィギュレーションソフトウェアをGX Developer2の一機能として統合した。これにより、プログラムデータとコンフィギュレーションソフトウェアの設定データを一つのプロジェクトで一括管理することが可能となった。また、インテリジェント機能の各ユニットのスイッチ設定を、従来の数値のみによる設定ではなく、図2に示すような表形式やコンボ選択式の設定画面にすることで、マニュアルを見ることなく設定する

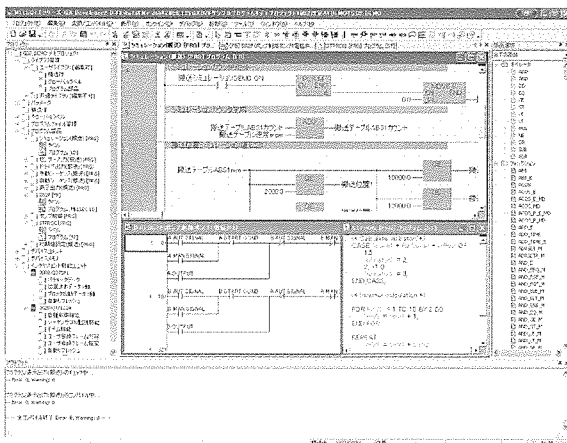


図1. GX Developer2の画面

ことを可能とした。

2.2 デバッグにおける作業効率向上

シーケンスプログラムをパソコン上でシミュレーションする機能(仮想シーケンサ機能)を備えることにより、シーケンスプログラムのデバッグを実機シーケンサと接続することなく、パソコン上で容易に行うことができる。現地調整前に品質の作り込みが行え、現地調整時間の短縮を可能とした(図3)。

(1) ソフトウェア統合によるデバッグ作業効率向上

従来は、別ソフトウェアであったシミュレーションソフトウェアをGX Developer2の一機能として統合することにより、シーケンスプログラムの編集とシミュレーション画面を高速に切り換えることを可能とした。ユーザーは、デバッグ中に発見した問題を即座に修正し、修正確認を再度シミュレーションで行うといったデバッグを効率的に行うことを可能とした。

(2) 複数起動によるデバッグ作業効率向上

従来は1台のパソコンで同時に実行可能なシミュレーション機能は一つのみという制約があったが、ユーザーシステムの大規模化に対応し、最大4台のシーケンサをシミュレーションするデバッグ環境を確立した。複数のGX Developer2のプログラムを同時にシミュレーションする

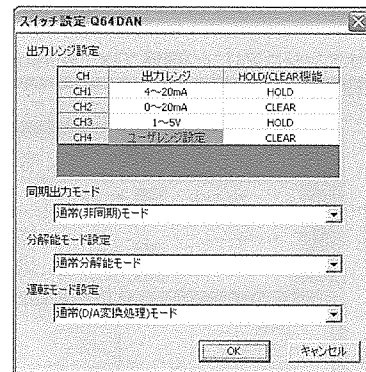


図2. “Q64DAN”のスイッチ設定画面

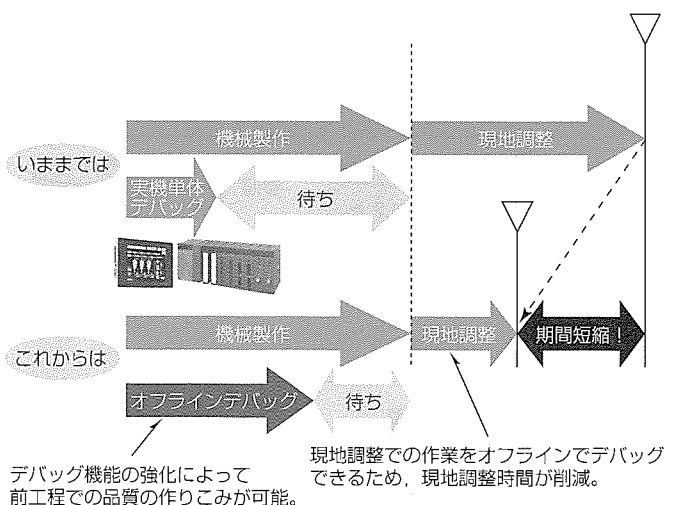


図3. シミュレーション機能による現地調整期間の短縮

ことで、ネットワークシステムを対象としたデバッグを効率的に行うことを可能とした。

2.3 運用・保守におけるセキュリティ強化

運用・保守フェーズにおいて、データアクセス時のユーザー認証機能を強化し、決められたユーザー以外はプロジェクトデータにアクセスできないようにすることで、ユーザーのノウハウ流出を防止する。

- ユーザー認証によりプロジェクトデータの保護が可能
- ユーザーレベルにより、対象データのアクセス制御が可能

3. 課題と解決策

3.1 プログラム開発における作業効率向上

3.1.1 ライブラリによる再利用性の向上

従来は構造体やFBなどの部品を再利用する場合、図4のように再利用したい部品を含んだプロジェクトを見つけ、流用先プロジェクトへ部品をコピーすることで実現していた。この方法では、どのプロジェクトに再利用したい部品が存在するかを確認することが困難であった。

解決策として、GX Developer2では部品化したい構造体やFBをライブラリとして、プロジェクトとは別に保存することを可能にした。また、ライブラリを分けることで、部品を機能ごとに管理することを可能とした。これにより、ユーザーは再利用したい部品を容易にライブラリから取得・利用できるようになる(図5)。

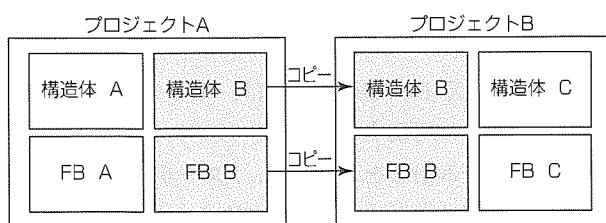


図4. プロジェクトコピーによる部品の再利用方法(従来)

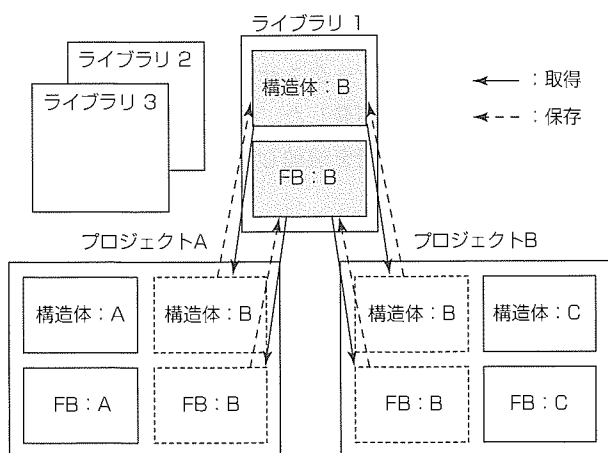


図5. ライブラリによる部品の再利用方法(今回)

3.1.2 インテリジェント機能ユニットパラメータの一元管理

従来はインテリジェント機能ユニットごとにコンフィギュレーションソフトウェアがあったため、各プロジェクトデータを個別に管理しなければならなかった。

GX Developer2では、インテリジェント機能ユニットごとのコンフィギュレーションソフトウェアを一機能として統合した。図6のGX Developer2の画面中央に拡大して示したように、ツリー表示上にインテリジェント機能ユニットのパラメータ(位置決めパラメータなど)を追加して、従来ツリー表示上にあったシーケンサのプログラムやパラメータと同じ操作でインテリジェント機能ユニットのパラメータ設定を行うことが可能となる。

コンフィギュレーションソフトウェアを統合するに当たり、従来は個別に管理していたインテリジェント機能ユニットのパラメータを、プロジェクトデータに一元管理する。これにより、インテリジェント機能ユニット間のパラメータの整合性チェックが可能となる。例えば、インテリジェント機能ユニットごとに持つ自動リフレッシュ設定の重複をチェックできるようになる。

3.2 デバッグにおける作業効率向上

3.2.1 複数シーケンサの同時シミュレーション

従来は1回のシミュレーションで1台のシーケンサしかデバッグできず、ネットワークで接続された複数シーケンサをデバッグする場合はシミュレーションを繰り返す必要があった。複数シミュレーション対応を検討した際、アプリケーション間との通信に共有メモリを用いていたために拡張が難しく、対応を見送った経緯がある。

GX Developer2では、アプリケーション間の通信を、従来の共有メモリからTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)通信へ変更し、1台のパソコン上で同時に複数シーケンサのシミュレーション機能を起動し、並行してシミュレーションを行うことを可能とした(図7)。

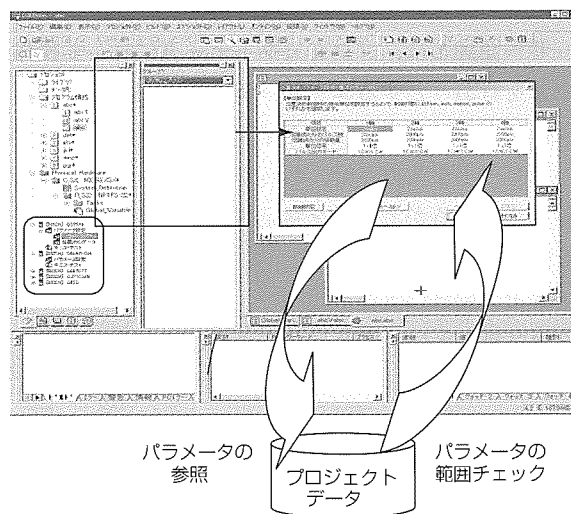


図6. インテリジェント機能ユニットパラメータの一元管理

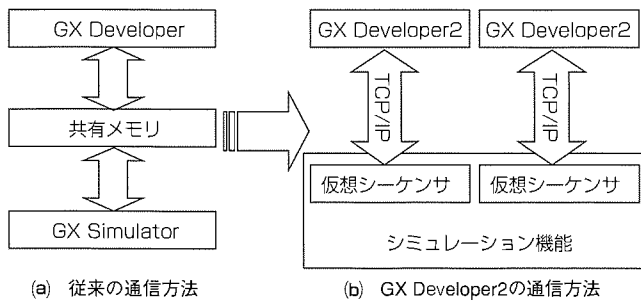


図7. 複数シーケンサの同時シミュレーション

3.2.2 シミュレーション時の応答速度向上

1台のパソコン上でGX Developer2のモニタ機能、シミュレーション機能を同時に実行させる場合、シミュレーション機能の実行速度とユーザーインタフェース応答性の両立が課題となる。例えば、実行速度を確保するために、シミュレーション機能を高い優先度で実行させると、パソコンのCPU(Central Processing Unit)使用率をシミュレーション機能が占有し、GX Developer2上でのモニタ性能が遅くなるなどの問題が発生する。

そのため、シミュレーション機能では図8に示すように、シミュレーション実行にかかった時間図の(a)と同じ時間の待ち時間図の(b)を確保することにより、他アプリケーションが動作する時間を確保し、例えば、複数のシミュレーションを同時に実行させた場合でも、ユーザーインタフェースへの応答性能が遅くならないように設計している。

3.3 運用・保守におけるセキュリティ強化

3.3.1 セキュリティ機能によるノウハウ流出防止

半導体・液晶装置において、各装置メーカーの競争が激しく、ノウハウの流出防止はセットメーカーにとって急務である。また、プログラムの編集を許されていないユーザーが、誤ってプログラムの内容を変更する危険性があった。

GX Developer2ではユーザー認証とアクセス制御を実装することで、オフラインでのプロジェクトデータのセキュリティを確保する。

(1) ユーザー認証の実装

ユーザー認証とは、プロジェクトデータに対して操作・アクセスを行おうとするユーザー個人を識別することである。GX Developer2では、ログイン画面を表示しユーザー名とパスワードを入力させ、あらかじめユーザー管理情報に登録されているかどうかを判定し、パスワードによって認証を行う。

(2) アクセス制御の実装

アクセス制御とは、図9に示すように、セキュリティレベルに応じてプロジェクトデータに対する操作を制御(制限)することである。ユーザーは必ず一つのセキュリティレベルに所属し、セキュリティレベルに設定されたアクセス権限に応じた操作をプロジェクトデータに対して行うこ

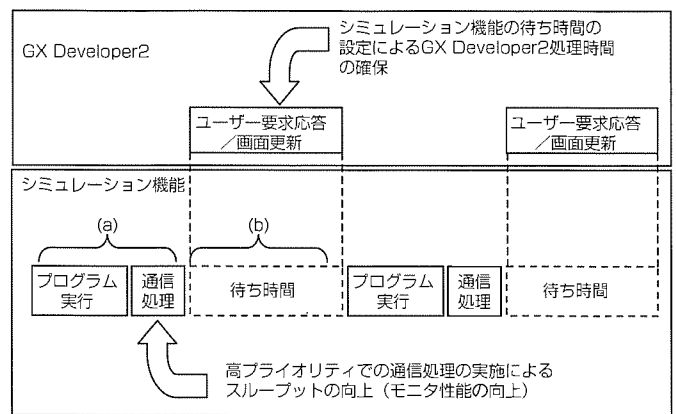


図8. シミュレーション機能の実行時間の調整

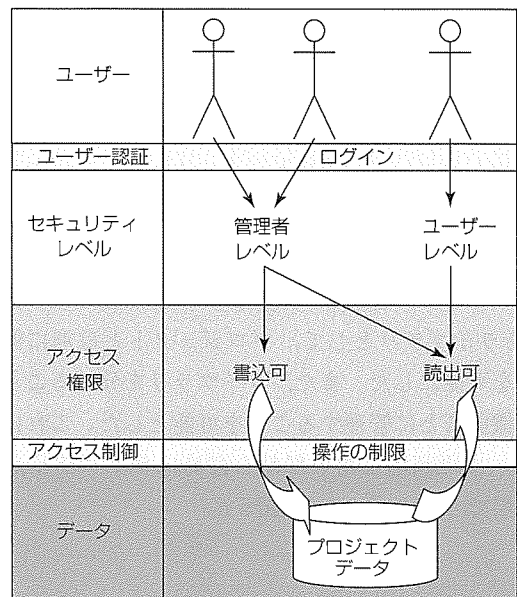


図9. ユーザー認証及びアクセス制御の概要

とができる。GX Developer2では、セキュリティレベル“管理者レベル”に所属するユーザーはプロジェクトデータの書き込み・読み出しを可能とし、“ユーザーレベル”に所属するユーザーは読み出しは可能であるが書き込みは不可能とするようなアクセス制御を行う。

4. む す び

iQ Platform対応のシーケンサエンジニアリング環境となるGX Developer2を開発した。今後は、さらなる作業効率向上を図るための機能を追加し、バージョンアップしていく。

参考文献

(1) 神谷善栄, ほか: シーケンサにおける統合プログラミング環境, 三菱電機技報, 74, No.7, 449~452 (2000)

モーションコントローラエンジニアリング環境 “MT Developer2”

松本英彦*
末松圭司**

Engineering Environment “MT Developer2” for Motion Controllers

Hidehiko Matsumoto, Keiji Suematsu

要旨

サーボ駆動による各種産業機械の制御を行うモーションコントローラは、機械の高機能化・高性能化に伴い重要性和用途を拡大してきている。

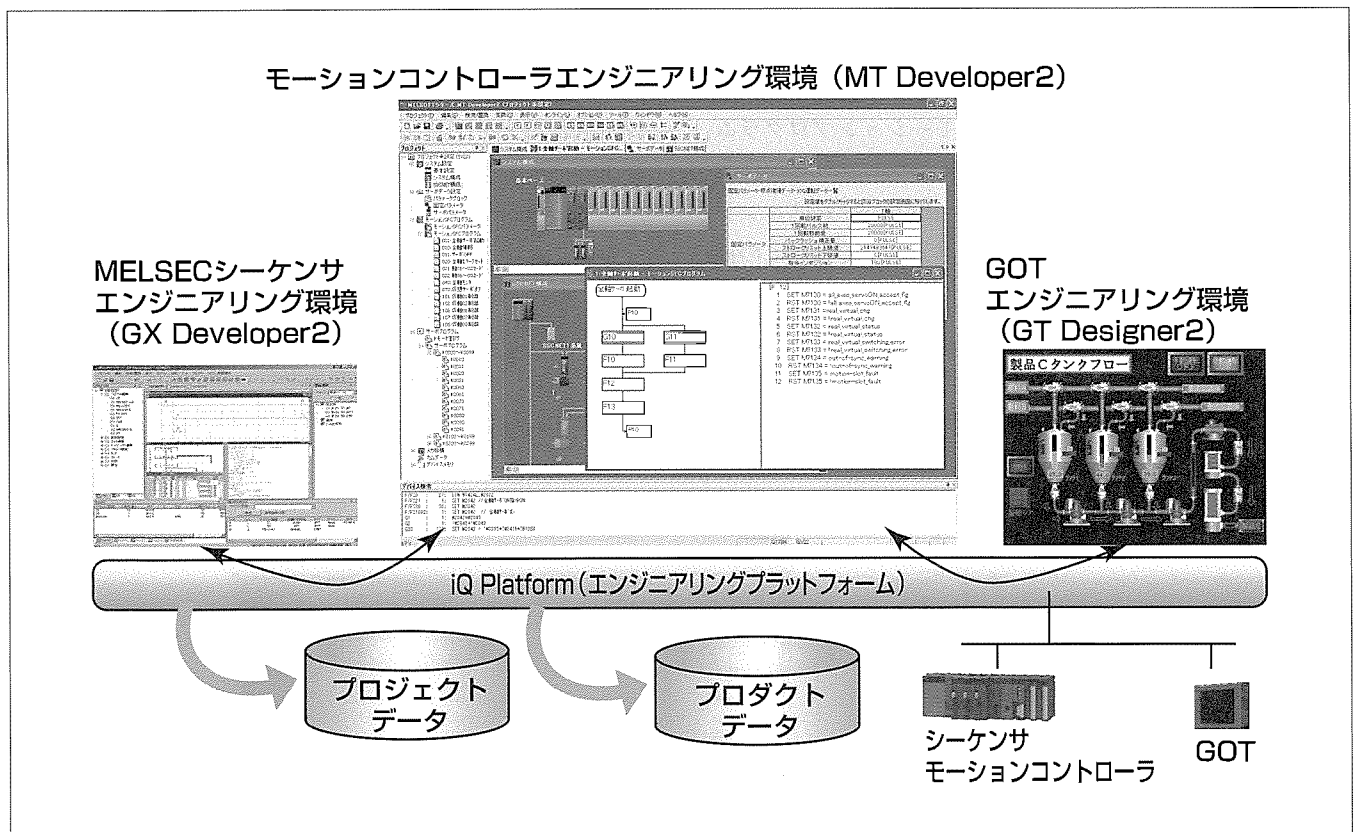
一方、モーションコントローラが使用される各種産業機械では、シーケンサ、サーボ、表示器(GOT)等の各種FA機器も同時に使用されており、これらのプログラム開発、立ち上げ調整に大きな工数が割かれているのが現状である。これら工数を削減することがユーザーにとっての重要課題となっている。

また、これらのFA機器には、それぞれのプログラミングやパラメータ設定、立ち上げ支援のためのエンジニアリング環境が必要である。これらのエンジニアリング環境が連携して効率よく装置の立ち上げを行えることが、装置の

ソフトウェア開発効率の面での大きな課題となってきた。

この要求にこたえるため、“iQ Platform”対応のモーションコントローラプログラミングソフトウェア“MT Developer2”を開発した。MT Developer2では、シーケンサエンジニアリング環境やGOTエンジニアリング環境との連携を実現し、システムとしてのトータルなソフトウェア開発効率を図ることを可能とした。

また、MELSECシーケンサプログラミングソフトウェアとのシームレスなエンジニアリング環境を提供し、プロジェクトデータの一元管理やソフトウェア間連携、共通データ連携を実現している。



統合エンジニアリング環境

統合エンジニアリング環境はiQ Platform (エンジニアリングプラットフォーム)をベースにした開発ソフトウェア群によって構成されている。開発ソフトウェア群には本稿で述べるモーションコントローラプログラミングソフトウェアである“MT Developer2”をはじめとして、MELSECシーケンサプログラミングソフトウェアである“GX Developer2”，GOT作画ソフトウェアである“GT Designer2”などがある。

1. ま え が き

サーボ駆動による各種産業機械では、シーケンサ、モーションコントローラ、サーボ、表示器などの各種FA機器が組み合わせて使用されている。また、機械の高性能化・多機能化に伴い、機械に搭載される各種FA機器のプログラミング、パラメータ設定、立ち上げ・デバッグなどの工数が増大しており、FA機器選定のポイントとして、これらの工数を低減できるエンジニアリング環境の重要性が増している。

本稿では、iQ Platform対応モーションコントローラプログラミングソフトウェア“MT Developer2”について、その特長を説明し、製品開発に当たっての課題と解決策、及び、今後の展開について述べる。

2. 特 長

モーションコントローラプログラミングソフトウェアMT Developer2は、iQ Platformに対応したエンジニアリング環境となっており、MELSECシーケンサプログラミングソフトウェアGX Developer2やGOT作画ソフトウェアGT Designer2などとともに、図1のように一つのベース画面上で動作し、次のような特長を持つ製品となっている。

(1) プログラム開発効率向上

(a) 作業工数の削減

- ・従来、シーケンスプログラム、モーションプログラム、表示器画面データは、それぞれ別々のプログラミングソフトウェアで作成していたが、iQ Platform対応エンジニアリング環境では一つのソフトウェア上ですべての操作が可能となる。
- ・iQ Platform対応エンジニアリング環境によって、統一されたユーザーインターフェース上でシーケンスプログラム、モーションプログラムの作成をシームレスに行う

ことができる。

- ・シーケンスプログラム、モーションプログラム等、従来は別プロジェクトであったプロジェクトデータの一元管理が可能となった。

- ・マルチCPU(Central Processing Unit)共通パラメータなどの設定を簡単に行うことができる。

(b) プログラム作成の効率化

- ・ソフトウェア連携によって、シーケンスプログラムとモーションプログラム間のジャンプが可能となりプログラミングの効率化が図れる。

- ・モーションプログラムにおいてラベルプログラミングを可能とし、ユーザープログラムの標準化を行いやすくした。

(2) プログラム管理機能の強化

データアクセス時におけるユーザー認証機能を強化し、決められたユーザー以外はプロジェクトデータにアクセスできないようにすることで、ユーザーのノウハウ流出を防止することを可能にした。

3. 課題と解決策

3.1 プロジェクトデータの一元管理

一つの装置には、シーケンサ、モーションコントローラ、サーボアンプ、表示器等が使用されており、それぞれのプロジェクトデータ(プログラム・パラメータ)が存在する。従来、これらのプロジェクトデータは、それぞれの機器のプログラミングソフトウェアに依存しており、一つのプロジェクトデータとして扱うことが困難であった。

iQ Platform対応MT Developer2では、図1のようにモーションコントローラのプログラムやシーケンサのプログラム、各種パラメータがプロジェクトツリー形式で表示され、該当データをダブルクリックすることによって、各種プログラム・パラメータの編集を行うことが可能である。

また、これまでそれぞれ個別のデータであったシーケン

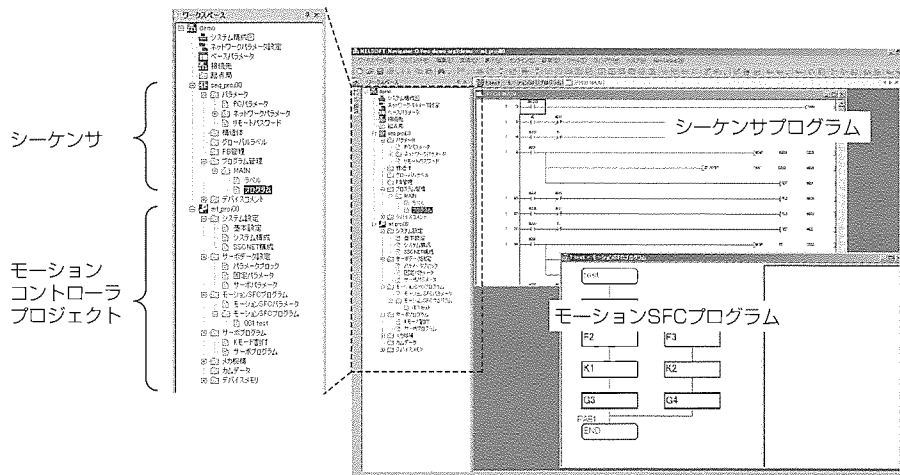


図1. iQ Platform対応エンジニアリング環境

サ・モーションコントローラ・表示器のプログラム・パラメータ・データもパソコン上では1か所にまとめて格納されており、全機器のデータの一括での読み出し・編集・保存が可能であり、装置全体のプログラム・パラメータを管理する際の利便性も高まる。

iQ Platform対応エンジニアリング環境では、図2のようにソフトウェア構成をアプリケーション層とプラットフォーム層に大きく分け、各プログラミングソフトウェア固有の操作はアプリケーション層で、プロジェクトデータや通信などの共通な操作はプラットフォーム層で行うよう役割を分担させることで、プロジェクトデータの一元管理を可能としている。

3.2 共通データ連携

シーケンサとモーションコントローラはマルチCPUシステムで使用されるため、システムに共通なパラメータを各CPUに設定する必要がある。従来は、これらのパラメータ設定を各プログラミングソフトウェアで個別に設定する必要があったが、iQ Platform対応エンジニアリング環境では、これらの設定は1か所で行えばよく、設定ミスの低減など立ち上げ時間の短縮が可能となる。

iQ Platform対応エンジニアリング環境では、図3に示すように、共通パラメータをプラットフォーム層で管理することで、各プログラミングソフトウェアに展開したり、プロジェクト間のコピー操作を容易に行えるようにしている。

3.3 ソフトウェア連携

モーションコントローラ側のモーションSFC (Sequential Function Chart) プログラムやサーボプログラムなどのモーションプログラムは、シーケンスプログラム上から起動することが可能であり、シーケンスプログラム・モーション

プログラム間の相互参照が容易であることがプログラム作成時間の短縮につながる。

従来は、シーケンスプログラム上のモーションプログラム起動命令で起動するモーションプログラムを参照しようとする場合、MT Developerを立ち上げて該当するモーションプログラムを読み出す操作が必要であった。

iQ Platform対応エンジニアリング環境では、図4のようにシーケンスプログラムのモーションプログラム起動命令をクリックすることで、該当するモーションプログラムを開くことができ、シーケンスプログラム・モーションプログラム相互のプログラム呼び出しを可能としている。

3.4 ラベル使用によるプログラミング

モーションコントローラはユーザーデータを格納するワ

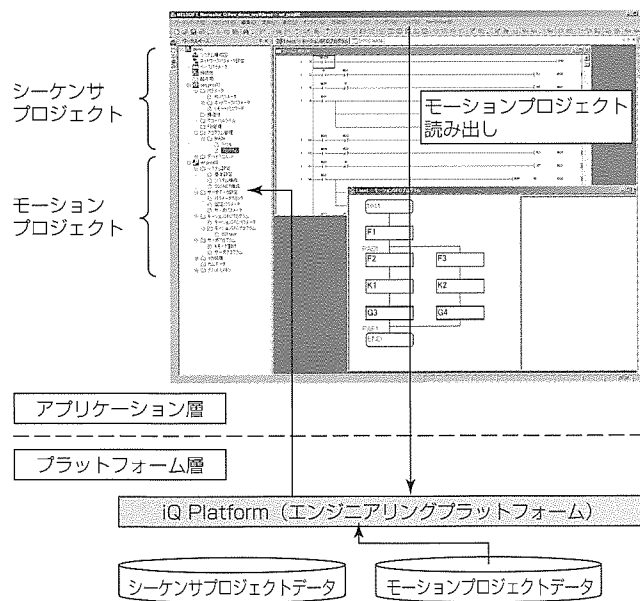


図2. プロジェクトデータの一元管理

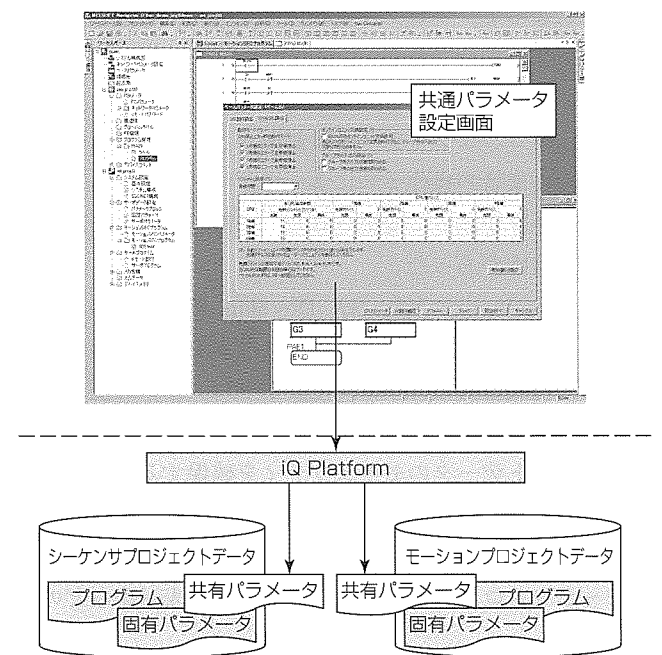


図3. 共通データ連携概念図

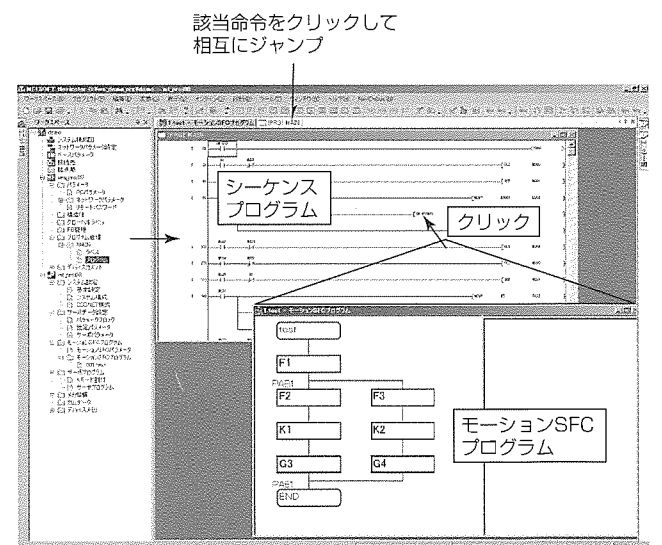


図4. ソフトウェア連携

ードデータやビットデータなどの各種デバイスを持っており、モーションSFCプログラムやサーボプログラムなどで使用することができる。従来は、これらのプログラムを作成するにはあらかじめ決められているデバイス名で行う必要があったが、MT Developer2ではデバイスにラベルを設定することによって、ユーザーで指定したラベルでのプログラミングが可能となる(図5)。

また、ラベル情報はiQ Platform上で一元管理することにより、次の特長を持つ。

- ワークスペース上のプロジェクト間での再利用が可能
- ラベルに対するデバイスの割り付け設定を一括して変更可能
- 不整合や矛盾のチェックが不要

これによって、プログラム作成の効率化、可読性の向上などの効果が期待される。

3.5 セキュリティ

従来、プロジェクトデータは制限がなくアクセスでき、不慣れた作業者の操作ミスによって、マスタとなるプロジェクトデータが誤って変更されたり、機密漏洩(ろうえい)などの危険性があった。

MT Developer2では、GX Developer2と同様の仕組みによって、ユーザー認証とアクセス制御を実装することで、アクセス権のあるユーザーだけがプログラムの表示、編集といった操作を行うことが可能となり、オフラインでのプロジェクトデータのセキュリティを確保する。

4. む す び

モーションコントローラ、シーケンサ、表示器などの各

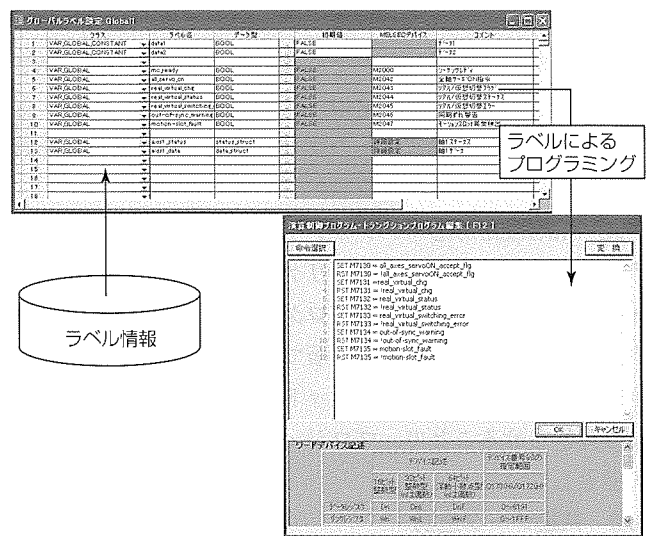


図5. ラベルプログラミング

種プログラミングソフトウェアを統合し、ユーザーの装置開発工数低減を目指したモーションコントローラ用iQ Platform対応エンジニアリング環境MT Developer2を開発した。今後も各種プログラミングソフトウェアとの連携をさらに強化し、システム全体としてのソフトウェア開発効率の向上を実現していく。

参考文献

- (1) 高久秀昭, ほか: 新サーボネットワーク“SSCNETⅢ”対応モーションコントローラ&ポジションボード, 三菱電機技報, 79, No.3, 177~180 (2005)
- (2) 神谷善栄, ほか: シーケンサにおける統合プログラミング環境, 三菱電機技報, 74, No.7, 449~452 (2000)

表示器“GOT1000”とエンジニアリング環境 “GT Designer2”

宇佐美哲之*

“GOT1000” Series and Engineering Environment “GT Designer 2”

Tetsuyuki Usami

要 旨

近年、生産現場のグローバル化や変化スピードの加速などユーザーを取り巻く環境が大きく変化し、それとともに表示器が果たすべき役割もいっそう重要なものになってきている。そのような中、作業効率化・生産性向上や装置の差別化・付加価値創出に貢献できる、真に“役に立つ”表示器を目指して、三菱電機では“GOT1000シリーズ”を2004年7月に発売した。また、GOT1000シリーズ発売と同時にエンジニアリング環境である“GT Designer2”をGOT1000に対応させた。

2004年7月の発売開始後も、作業効率化・ダウンタイム短縮をねらいとして機種・機能拡充を実施し、2007年には“iQ Platform”(高速シーケンサ/高速モーションコントローラ、エンジニアリング環境)対応機能、機種拡充(5.7型

VGA(Video Graphics Array)機種等)、バックアップ/リストア等の機能拡充を実施した。

今回、iQ Platformに対応するため、高速シーケンサ/高速モーションコントローラとの接続機能、作画ソフトウェアGT Designer2のラベル参照機能等を開発・付加した。機種拡充では、業界初となる5.7型VGA機種、5.7型QVGA(Quarter VGA)バス接続専用機等をラインアップに追加した。また、機能拡充では、複数シーケンサのプログラム・パラメータをバックアップ/リストアする機能などユーザーのトラブルシュートや運用・保守に貢献する機能を追加している。

本稿ではこれら2007年に追加された新機種・新機能、及び適用技術について述べる。

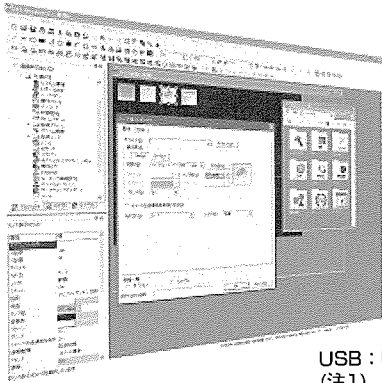
MELSOFT GT Designer 2 Version 2

—— 画面作成工数の削減 ——

Windows^(注1)標準の操作性

はじめてでも簡単な操作性

豊富な機能



GRAPHIC OPERATION TERMINAL GOT1000

—— 作業効率化/ダウンタイム短縮 ——

設計

- コメントグループ
- 言語切り換え機能
- 拡張レシビ機能

立上

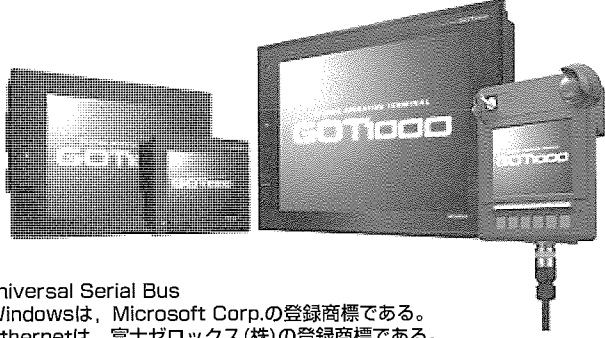
- USBインターフェース前面配置
- FAトランスペアレント機能
- Ethernet^(注2)経由での高速転送

運用

- 拡張アラーム機能
- ロギング機能
- ヒストリカルトレンドグラフ

保守

- 描画・演算・通信三位一体の高速応答
- ダイアログウィンドウ機能
- 世界各国の言語表示



USB : Universal Serial Bus
 (注1) Windowsは、Microsoft Corp.の登録商標である。
 (注2) Ethernetは、富士ゼロックス(株)の登録商標である。

GOT1000シリーズとGT Designer2

作業効率化・生産性向上や装置の差別化・付加価値創出に貢献できる、真に“役に立つ”表示器を目指して製品化されたGOT1000シリーズと、画面作成時間の短縮を図るエンジニアリング環境GT Designer2。発売以来、機種・機能を拡張しながら進化を続けている。

1. ま え が き

表示器は人と機械・設備を結ぶHMI(ヒューマン・マシン・インタフェース)であり、グラフィカルな形態での情報表示、タッチキーによる入力、プログラムレスによる画面作成という特長を持つ。

当社は、2004年7月にさらなる市場浸透・拡大を図るため、GOT1000シリーズを発売し、その後も機種や機能の拡充を続けている。

本稿ではこれらGOT1000シリーズの新機種・新機能及び適用技術について述べる。

2. GOT1000シリーズとエンジニアリング環境

GOT1000シリーズは、GT15(ネットワークからスタンドアロンまで幅広いアプリケーションをカバーするフルスペックモデル)と、GT11(スタンドアロンユースとして基本機能を充実させたスタンダードモデル)、GT10(手のひらサイズでGOT機能を凝縮したベーシックモデル)の3シリーズで構成される。

当社は、2004年のGOT1000シリーズ発売以降、GT15シリーズの15型XGA(eXtended Graphics Array)機種、12.1/10.4型SVGA(Super VGA)機種、10.4/8.4型VGA機種、5.7型QVGA機種、GT11シリーズの5.7型QVGA機種、GT10シリーズの3.7型機種を2006年までに発売してきた。2007年には、業界初となる5.7型VGA機種、バス接続専用5.7型機種、4.5型機種をラインアップとして追加した。

また、機能面においても随時機能拡充を図り、2007年には、iQ Platform対応(高速シーケンサ/高速モーションコントローラ対応)とするとともに、バックアップ/リストア機能、オペレータ認証機能を追加した。

一方、GOT1000のエンジニアリング環境である作画ソフトウェアGT Designer2は、GOT1000シリーズの全機種をサポートしており、増加するエンジニアリングコストの削減に対して大きな力を発揮すると考えられる。GT Designer2は、GOT1000シリーズ発売と同時にGOT1000各機種・機能に対応し、その後、より使いやすくなるための機能追加や操作性改善を実施してきた。

また、2007年には、iQ Platformに対応したGT Designer2を発売した。

これらGOT1000シリーズ及びGT Designer2の機種拡充・機能拡充について次章以降で述べる。

3. GT Designer2機能拡充

3.1 GT Designer2の特長

GT Designer2は、GOT900シリーズの画面作成時間の短縮を図る作画ソフトウェアとして2002年に市場投入された。はじめてでも簡単な操作性、画面作成時間が短縮でき

る豊富な機能、Windowsに準拠した操作性などの特長を持つ。これらの特長を持つGT Designer2の画面構成(図1)を次に示す。

(1) データの全体把握が容易なワークスペース

プロジェクト/カテゴリ/ライブラリワークスペースで構成され、各データをツリー表示で確認することができる。また、ワークスペース上で画面を開いたり、コピーなどの編集をしたりすることができる。

(2) 設定内容を一覧表示可能なプロパティシート

ランプやスイッチなどの設定内容を一覧表示し、各設定ウィンドウを開くことなく色などの属性編集をすることができる。

(3) 編集データの選択が容易なデータ一覧

画面上に配置されているデータを一覧表示し、複雑な画面でも簡単にデータを選択することができる。

3.2 GOT1000対応(Version2)以後の機能拡充

GT Designer2は、Version2でGOT1000への対応を行った。高機能で、多くの情報を扱うことができるGOT1000の画面をより簡単に作成できるように、様々な機能拡充を行い(表1)、ユーザーの画面作成効率の向上に寄与してきた。

(1) ウィザード(対話形式による設定)

画面データを作成する際、使用するGOTタイプや色数、接続する機器の種類などを設定する必要がある。従来は、設定画面で一度に設定できるようにしていた。この場合、一度に設定を完了できるという利点はあるが、一方で、設

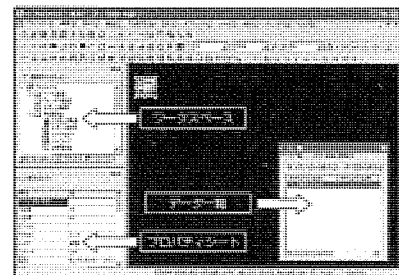


図1. GT Designer2の画面構成

表1. GT Designer2の主な機能拡充

機能名称	機能拡充概要
ウィンドウプレビュー	ウィンドウ画面のプレビューが可能
複数データ拡大・縮小	複数データをまとめて一括で拡大・縮小
ウィザード	プロジェクト新規作成時に対話形式で初期設定が可能
データ照合	GOT本体のデータとパソコン内のデータが照合可能
画面イメージ一覧	画面のイメージが一覧で確認でき、コピー・削除などの編集が可能
3D CADデータ対応	IGES形式のデータが読み込み可能
直接銘板文字サイズ自動拡大・縮小	スイッチのサイズ変更時に直接銘板の文字サイズも合わせて変更
ライブラリ色選択	ライブラリを色ごとに表示可能
タッチエリアフィットイン	タッチエリア(有効領域)をスイッチ図形枠に合わせて最適化可能
データ転送ツール	GT Designer2がない環境でもデータのダウンロード/アップロードが可能ツール

IGES: Initial Graphics Exchange Specification

定漏れが生じたり、はじめて設定する場合にとまどったりすることがあった。そのため、対話形式で順を追って設定が可能となるウィザードを追加した。ウィザードにしたがって設定することで、必要な項目の設定漏れがなく、スムーズに画面作成を行うことができる(図2)。

(2) 直接銘板文字サイズ自動拡大・縮小

従来、スイッチやランプに設定された銘板文字のサイズは、スイッチ等のサイズ変更時に追従しなかった。そのため、スイッチ等をサイズ変更した後に、銘板文字のサイズも変更する必要があった。そこで、スイッチ等がサイズ変更されたときに、銘板文字のサイズも自動で調整するように機能強化を行った(図3)。

(3) データ照合

データ照合機能で、GOT本体内の画面データとパソコン上の画面データを照合できるようにした。これにより、画面データの差異を確認するために、GOT本体からすべてのデータを取得する必要がなく、データのメンテナンスを効率的に行うことができるようになった。

3.3 iQ Platform対応

GT Designer2をiQ Platformに対応するため、次の機能追加を行った。

(1) グラフィカルなシステム設定機能

システム管理ソフトウェアでシーケンサと同様にGOTも配置可能とした。配置したGOTを選択(ダブルクリック)することで、システム管理ソフトウェアからGT Designer2が起動し、GT Designer2で詳細なGOTタイプや接続先を設定する。GT Designer2で設定したGOTタイプや接続先設定は、システム管理ソフトウェアに反映される(図4)。

(2) ラベル参照機能

従来は、GT Designer2における数値表示やランプなどのモニタ表示の対象をデバイス表記で設定していた。そのため、モニタ対象がどのようなデータであるか分かりにくかった。また、システム全体においてデバイスの割り付けが変更された場合、すべての画面データのデバイス変更や

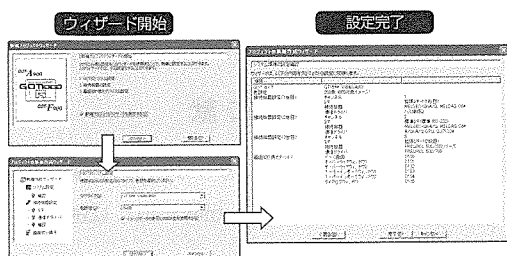


図2. ウィザード

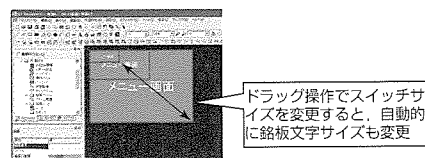


図3. 直接銘板文字サイズ自動拡大・縮小

チェックをする必要があり、効率が悪く修正工数が非常に大きくなっていった。今回、ラベル参照機能(図5)を開発することで、デバイスではなくラベル(名称)でモニタ表示等の対象を設定することが可能となり、次に示す特長が付加された。

- 名称による分かりやすい設定
- 画面設計とは独立したデバイス割り付け
- デバイスに依存しない画面作成

(3) セキュリティ(ユーザー認証)機能

システム管理ソフトウェアから画面データを編集する場合にユーザー名とパスワードを入力可能とすることで、画面データへのアクセス制限が可能となる。ユーザー名とパスワードによって読み出し許可・禁止、書き込み許可・禁止のアクセス権限を画面データに与えることができる。

4. GOT1000シリーズの機種・機能拡充

4.1 機種拡充

GOT1000シリーズの機種拡充は、発売以来継続的に実施されているが、2007年の主な機種拡充は表2のとおりである。最初に、5.7型VGA機の開発背景・目的を中心に述べる。

より多くの情報を画面に表示したいというユーザーニーズからGOT1000シリーズでは高解像度化・大画面化の開発を実施してきた。一方、市場では製造装置の小型化が進行しており、表示器に対しては大量の情報表示と小型化の両立が要求されている。そのようなニーズに対応するために、業界初となる5.7型VGA液晶搭載機種を開発した。

また、5.7型VGA機以外にも接続方式をバス接続に限定してコストパフォーマンスを追及した5.7型バス接続専用機、GT10シリーズのラインアップ強化である4.5型機、オ

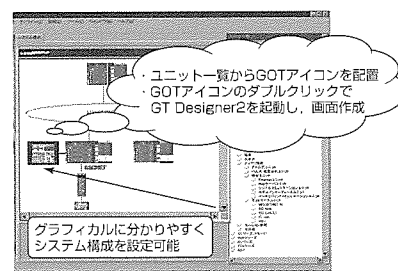


図4. システム設定機能

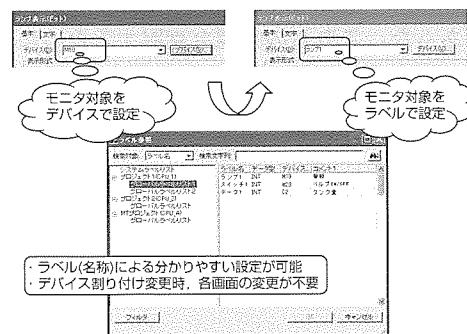


図5. ラベル参照機能

表 2. GOT1000シリーズの主な機種拡充

機種	概要
GT15 5.7型VGA機	5.7型ながらVGA液晶を搭載した大量情報表示と小型化を両立した機種
GT11 5.7型バス接続専用機	接続形態をバス接続専用として、コストパフォーマンスを追及した機種
GT10 4.5型機	3.7型に続くGT10ベーシックモデル
CFカードユニット	CFカードインタフェースを増設するユニット
外部入出力ユニット	操作パネルやランプなどのI/O機器を接続するためのオプションユニット
音声出力ユニット	音声を出力するためのオプションユニット

表 3. GOT1000シリーズの主な機能拡充

機能名称	機能拡充概要
バックアップ/リストア機能	GOT本体にシーケンサのプログラム等がワンタッチでバックアップ可能
オペレータ認証機能	オペレータごとに操作・表示のレベルを設定することが可能
拡張レシピ点数増加	レコード点数を2,000レコードに拡張
回路モニタ	ローカルデバイスのモニタ対応、シーケンサプログラムのコメントデータをCFカードに格納可能
MESインタフェース機能	トリガが成立したアクションのバッファリング機能、対応データベース拡充
ストロークフォント	タイ語・中国語(簡体字・繁体字)追加
ビットマップ図形透過	ビットマップに透過色設定が可能

MES: Manufacturing Execution System

オプションユニットであるCF(Compact Flash)カード/外部入出力/音声出力の各ユニットを開発した。

4.2 機能拡充

機種拡充と同様に、機能拡充も継続的に実施されている(表3)。代表的な機能拡充について以下に述べる。

(1) 高速シーケンサ/高速モーションコントローラ対応

iQ Platform対応コントローラである、高速シーケンサ/高速モーションコントローラに対してGOT1000が接続できるように開発を行った。各種接続形態(バス接続, シリアル接続, Ethernet接続)に対応し、システムモニタ機能や回路モニタ機能といった保全用モニタ機能にも対応した。

(2) バックアップ/リストア機能

運用・保守において、システムダウンに備えてシーケンサプログラム等のバックアップを定期的実施しておき、シーケンサが故障した際、迅速に、交換・プログラムの再インストールをすることが求められている。従来は、シーケンサ用ツールを使用してバックアップ作業を実施していたが、パソコンの必要性や接続が面倒で時間がかかるなどの課題があった。これらの課題を克服するために、“バックアップ/リストア機能”を新たに開発した(図6)。

バックアップ/リストア機能を使用することで、シーケ

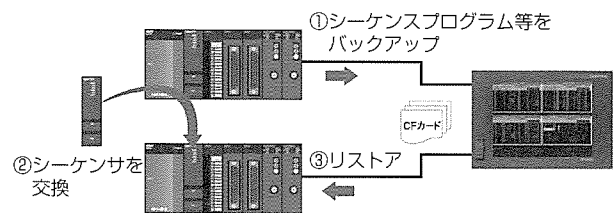


図 6. バックアップ/リストア機能



図 7. オペレータ認証と操作ログ

ンサのプログラムをワンタッチでGOT1000にバックアップすることが可能となる。また、シーケンサ故障時にパソコンを使用せず、GOTからワンタッチでリストアすることが可能となる。そのため、簡単に素早くバックアップ/リストアすることが可能となる。

(3) オペレータ認証機能

セキュリティ機能の強化として、GOT1000での操作権限を管理可能な“オペレータ認証機能”を開発した。オペレータ認証機能によってオペレータ名とパスワードの認証を行うことができ、表示・操作画面に対するオペレータごとの操作権限の管理を行うことができる。また、操作ログ機能と併用することで、誰が・どのような操作を行ったかを記録することも可能となる(図7)。

このようにオペレータ認証機能によって、セキュリティの強化と操作ミスの原因追求を実現することができる。

5. む す び

今回述べた内容は、GOT1000シリーズの機種・機能の中でほんの一部にすぎない。今後も、基本機能はもちろんのことオペレータとの関係性、装置との接続性、情報系との接続性をそれぞれ強化し、作業効率化・ダウンタイム短縮へ貢献する表示器を追求していく。

参考文献

- (1) 藤野寛史：“GOT1000シリーズ”の機種・機能追加、三菱電機技報，80，No.11，699～702（2006）

コントローラネットワーク“MELSECNET/G”

藤田智之*

Controller Network “MELSECNET/G”

Tomoyuki Fujita

要旨

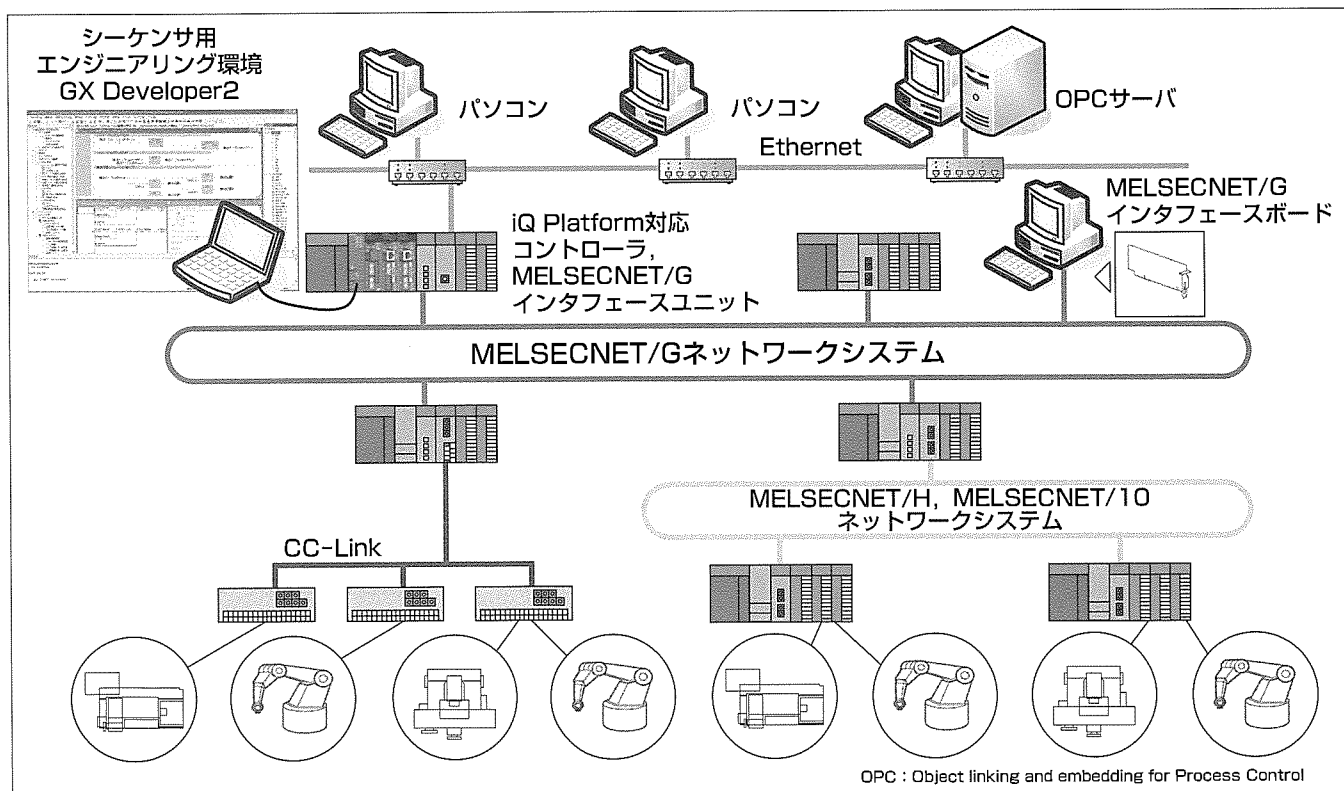
コントローラネットワーク“MELSECNET/G”は、シーケンサやパソコンなどのコントローラ間を結ぶ制御ネットワーク“MELSECNET/H”をさらに進化させたネットワークであり、大容量のリンクデバイス点数と高速な通信速度により、分散された制御装置間で制御、レシピ、モニタなどの大容量データをリアルタイムに授受することができるネットワークである。MELSECNET/Gと“iQ Platform”対応コントローラを組み合わせることで、生産ラインのタクトタイム短縮を実現することができる。

MELSECNET/Gは、物理層にIEEE802.3Z(1000BASE-SX)規格に準拠した通信技術を導入し、通信速度1 Gbpsの高速なネットワークを実現している。また、通信方式にトークンリング方式を採用し、伝送路形式は光ファイバケーブル(マルチモードファイバ)による二重ループ構成を標

準仕様とし、MELSECNETの基本コンセプトである“高信頼性”を継承している。

MELSECNET/Gの特長は、①高速・大容量のサイクリック伝送、②Ethernet^(注1)、MELSECNET/H、CC-Linkなどのネットワークとのシームレスなトランジェント伝送、③トランジェント伝送時、サイクリック伝送の定時性の確保、④ループバック機能による伝送路の二重化、⑤管理局ダウン、障害局復旧によるシステムへの影響抑制、⑥ユーザー設定ミスによる誤動作防止、⑦ケーブル障害発生、ケーブル誤配線時のトラブルシューティング支援、⑧シーケンサ用エンジニアリング環境“GX Developer2”のビジュアルなネットワーク診断機能によるトラブルシューティングの軽減などを挙げることができる。

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス^(株)の登録商標である。



MELSECNET/Gネットワークシステム

MELSECNET/Gは、シーケンサやパソコンなどの装置間を結び、大容量のデータを高速に授受できるネットワークである。Ethernetから、MELSECNET/Gを経由して、MELSECNET/H、CC-Linkまでシームレスな通信を提供しており、最上位のパソコン、サーバから末端の機械設備の情報をネットワークの階層を意識することなく容易に収集できる。ネットワークの通信状態はGX Developer2によってビジュアルに監視できる。

1. ま え が き

コントローラネットワークMELSECNETは、シーケンサやパソコンなどのコントローラ間を結ぶ制御ネットワークであり、高速通信と大容量のリンクデバイスによって、機械設備の運転・動作に関するデータを、分散されたコントローラ間でリアルタイムに授受できるネットワークである。1985年に市場投入したMELSECNETから2000年に市場投入したMELSECNET/Hまで、ユーザーニーズを先取りしながら高速化・大容量化を図っている。

近年、半導体・液晶などの製造ラインで使用される装置の高機能化に伴い、ネットワークを介して授受される制御、レシピ、モニタなどのデータ量が増大する傾向にある。さらに、装置の高性能化に伴い、さらなる通信応答性の向上も求められている。その結果、コントローラネットワークが取り扱う通信データ点数の増加、通信速度の向上といったユーザーニーズにこたえるためのネットワークが必要となる。

そこで、次世代MELSECNETとして、大容量のリンクデバイス点数と高速な通信速度を実現したコントローラネットワーク“MELSECNET/G”の開発を行った。MELSECNET/GとiQ Platform対応コントローラを組み合わせることで、通信だけでなく生産ラインのタクトタイム短縮を実現することができる⁽¹⁾。

2. MELSECNET/Gの通信仕様

MELSECNET/Gの通信仕様を表1に示す。

MELSECNET/Gは、物理層にIEEE802.3Z(1000BASE

表1. 通信仕様

項目	仕様
1ネットワーク当たりの最大リンク点数	リンクリレー：32Kビット リンクレジスタ：128Kワード
1局当たりの最大リンク点数	リンクリレー：16Kビット リンクレジスタ：16Kワード
通信速度	1 Gbps
1ネットワークの接続局数	120台
接続ケーブル	IEEE802.3Z(1000BASE-SX)光ファイバケーブル(マルチモードファイバ)
局間距離	最小2 m, 最大550m
最大ネットワーク数	239
伝送路形式	二重ループ
通信方式	トークンリング方式
同期方式	フラグ同期(フレーム同期)
符号化方式	8B10B
伝文フォーマット	Ethernet II
誤り制御方式	HCS(ヘッダ部のCRC32), DCS(データ部のCRC32), FCS(Ethernet準拠)

-SX)規格に準拠した通信技術を導入し、通信速度1 Gbpsの高速なネットワークを実現している。

通信方式には、トークンリングを採用している。この方式は、伝送路上でのフレーム衝突が発生しないため通信のスループット低下が少なく、通信の定時性が求められるネットワークシステムに最適である。伝送路形式には、光ファイバケーブル(マルチモードファイバ)による二重ループを標準仕様とし、MELSECNETの基本コンセプトである“高信頼性”を継承している。

3. MELSECNET/Gの特長

ユーザーがコントローラネットワークに求める要件には、高速・大容量といった通信性能に加えて、上位アプリケーションを含めてシステム構築が容易であること、局のダウンやケーブルの異常などの障害が発生してもシステム全体がダウンしないこと、障害に対して早急にトラブルシューティングができることなどが挙げられる。MELSECNET/Gは、これらの要件を満たすために、以下に示す特長な機能を実現している。

3.1 ネットワークシステムの高機能化・高性能化

3.1.1 サイクリック伝送の大容量化・高速化

サイクリック伝送は、同一ネットワーク内のすべての局間で定周期的にデータを交信する機能であり、MELSECNETの基本となる機能である。この機能は、パラメータ設定のみでデータを交信できるため、システム構築が容易である。

MELSECNET/Gのサイクリック伝送で交信されるリンク点数(データ点数)は、リンクリレー(ビット情報)が32Kビット、リンクレジスタ(ワード情報)が128Kワードであり、MELSECNET/Hと比較してリンクリレーで2倍、リンクレジスタで8倍拡張している。

データ交信の高速性は、製造装置のタクトタイム削減、分散制御システムの歩留まり改善といったユーザーが抱える問題に大きく影響するため非常に重要な要素である。MELSECNET/Gは通信速度を1 Gbpsとしたことにより、32局構成で、各局が2Kワードのリンクレジスタを送信するシステムの場合、サイクリック伝送のリンクスキャンタイム(各局がデータを順番に送信し、1周するのにかかる時間)は5 ms以下であり、MELSECNET/Hに比べて約14倍の高速性能を実現している。

3.1.2 トランジェント伝送のシームレス化

MELSECNET/Gは、Ethernet, MELSECNET/H, CC-Linkと同様に、MELSECシーケンサのデバイスデータ、プログラムの読み出し、書き込みなどをシームレスに行うための共通プロトコルを実装している。そのため、エンジニアリング環境GX Developer2や、通信支援ライブラリ“MX Component”を使用したアプリケーションソフト

ウェアから、Ethernet, MELSECNET/G, MELSECNET/H, CC-Linkで構成されたシステムに対して、ネットワークの階層を意識することなく、簡単にアクセスすることができる。この機能によって、最上位のパソコン、サーバから末端の機械設備の情報を容易に収集できるため、仕掛品の滞留状況やリードタイム、設備の稼働状況など、システム全体の情報をタイムリーに管理できるシステムを容易に構築することができる。

3.1.3 サイクリック伝送の定時性保証

従来のネットワークでは、サイクリック伝送中にGX Developer2やGOTによるモニタなどのトランジェント伝送が生じた場合、サイクリック伝送のリンクスキャンタイムが延びることがあったため、リンクスキャンタイムが一定であることを前提としたシステムを構築したい場合、この不確定な要因(トランジェント伝送)を加味したタイミングの調整を行う必要があった。しかし、MELSECNET/Gでは、トランジェント伝送が発生した場合も、サイクリック伝送のリンクスキャンタイムが変動しない定時性保証機能を実現している。この機能によって、トランジェント伝送によるリンクスキャンタイムの変動を意識することなくシステムを構築できる。

3.2 ネットワークシステムの高信頼化

3.2.1 伝送路の二重化

MELSECNET/Gは二芯(しん)のケーブルを使用したループバック機能によって伝送路の二重化を実現している。ループバック機能とは、図1に示すとおり、INポート、もしくはOUTポートどちらか一方のみケーブルが接続された状態の場合、他局からのデータ受信と、他局へのデータ転送の両方をケーブル接続ポート側で行う機能である。この機能によって、ケーブル断線、異常局などの異常箇所を切り離して、正常な局間でサイクリック伝送を続けることができる。

なお、MELSECNET/Gネットワーク上の局は、ケーブルの断線や、隣接局のダウンを検知したらネットワーク全体に対してネットワーク構成が変更されたことを通知し、ネットワークの再確立を実行する。また、通知を受けた他の局も、同時にネットワークの再確立を実行する。ネット

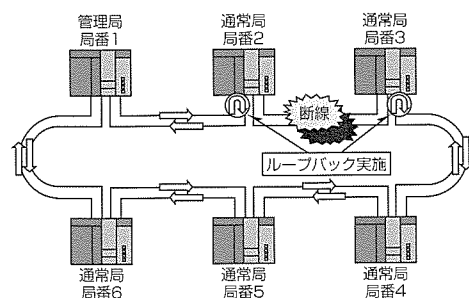


図1. ループバック機能

ワーク再確立時に、各局の情報が回覧されるため、すべての局が同じネットワークを構成するすべての局の情報を共有することができる。

3.2.2 管理局ダウンによるシステムへの影響抑制

MELSECNET/Gの管理局は、ネットワークを管理する局であり、各局がサイクリック伝送で送信するデータサイズ等のパラメータ情報を所有している。図2に示すとおり、MELSECNET/Gネットワーク上の局は、管理局のダウン検知によるネットワーク再確立時に、収集したネットワーク上のすべての局情報を基に、通常局の中から管理局の代わり(サブ管理局)を選出する。この機能によって、管理局に障害が発生しても正常な局間でサイクリック伝送を続けることができる。

3.2.3 障害局復旧によるシステムへの影響抑制

MELSECNET/Gでは、データリンク異常によって解列された局が正常になったときに、自動的にネットワークに復列して、データリンクを再開することができる。MELSECNET/Gのネットワーク上の局は、隣接する局のリンクアップを検知したら隣接局との間で接続ポートのネゴシエーションを実施する。IN-OUTが正しく接続されていることが判明した場合、ネットワーク全体に対してネットワーク構成が変更されたことを通知し、ネットワーク全体が再確立される。この機能によって、障害局の復旧時にシステム全体を再立ち上げる必要なく、サイクリック伝送を続けることができる。

3.2.4 ユーザー設定ミスによる誤動作防止

MELSECNET/Gでは、電源投入あるいはネットワークへの局の追加によってネットワークを確立するとき、収集したネットワーク上のすべての局情報を基に管理局の重複、局番の重複をチェックし、重複を検知した局はサイクリック伝送を停止する。この機能によって、ユーザーがパラメータ設定を間違えた場合に、管理局重複や局番重複を検出し、ユーザーアプリケーションの誤動作を防止することができる。

なお、図3に示すように、稼働中のMELSECNET/Gネットワークシステムへ誤って管理局重複局あるいは局番重複局を追加した場合、ネットワーク確立時に収集した局情

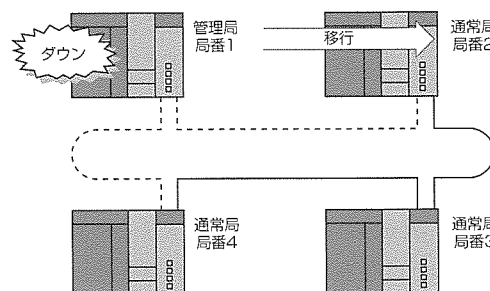


図2. 管理局の移行

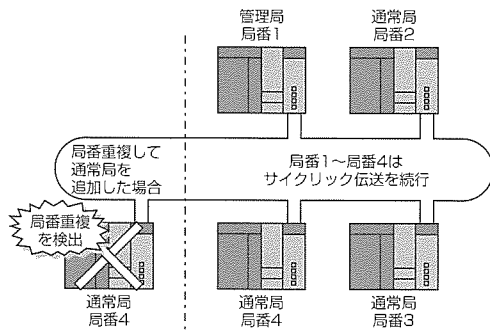


図3. ネットワークに局番重複局を追加した時の動作

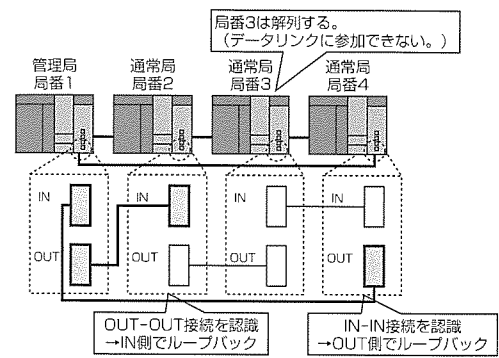


図4. ケーブル挿し間違い検出

報から、加入した重複局のみが重複を検知してサイクリック伝送を停止し、最初からネットワークに存在していた局はサイクリック伝送を継続することで、ユーザーの誤操作による稼働中のシステムへの影響を回避することができる。

3.3 障害発生時のトラブルシューティング軽減

3.3.1 ケーブル障害発生時のトラブルシュート支援

従来のネットワークは、光ファイバケーブルの破損や通信コネクタ部分の不良が原因で壊れたフレームがネットワーク回線に流れることがある。壊れたフレームは、ネットワーク上の全局で受信し、全局で通信異常を検出する(CRC(Cyclic Redundancy Check)エラーカウントやショートフレームカウントがアップする)ため、異常が発生している箇所の特定が困難であり復旧に多大な時間が必要であった。MELSECNET/Gでは、Ethernet準拠のFCS(Frame Check Sequence)に加えて、フレーム部のヘッダ部にHCS(Header Check Sequence)、データ部にDCS(Data Check Sequence)を設けることによって、壊れたフレームを受信した局を特定することができる。この機能によって、ケーブル障害に対して早急にトラブルシュートができるため、保守工数を削減できる。

3.3.2 ケーブル施工時のトラブルシュート支援

MELSECNET/Gは、ケーブルを、他局のOUTポートから自局のINポート、自局のOUTポートから他局のINポートに接続しなければならない。

図4に示すとおり、MELSECNET/Gでは、ケーブル接続時にケーブル両端の2局間で接続ポートのネゴシエーションを実施することによって、IN-IN、もしくはOUT-OUTと間違えて接続した場合に自動で挿し間違いを検出し、ネットワークへの参加を中断する。この機能によって、ケーブル誤配線によるシステム立ち上げ作業の遅れを解決することができる。

3.3.3 ネットワーク診断の利便性向上

従来のGX Developerによるネットワーク診断機能は、ネットワーク上に存在する各局の動作状態をビット情報で局番順に羅列表示したものである。そのため、ケーブル断線等による異常発生時、異常箇所を特定するために、シス

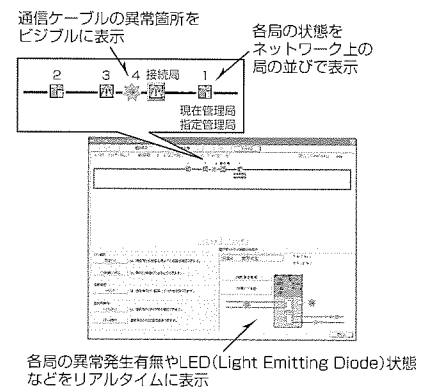


図5. MELSECNET/Gネットワーク診断

テム構成図などからネットワーク上の各局の並びを調べる必要があった。MELSECNET/Gは、ネットワーク再確立時に各局のケーブル接続状態を収集し、ネットワーク上の各局並びの情報を構築している。そのため、MELSECNET/Gネットワーク診断は、図5に示すとおり、ネットワーク上の各局並びや動作状態をビジュアルに表示することができる。この機能によって、ネットワーク障害に対して早急にトラブルシュートができるため、保守工数を削減できる。

4. む す び

MELSECNET/Gネットワーク製品として、“MELSEC-Qシリーズ”用インタフェースユニットとパソコン用インタフェースボードを開発した。今後も、MELSECNET/Gネットワーク製品の拡充、さらなる機能強化を図っていく。そのためにも、市場やユーザーニーズを的確に汲み取り、使い勝手と付加価値の向上を目指した魅力ある製品づくりに貢献していく所存である。

参考文献

- (1) 斎藤公美雄：FA統合ソリューションe-F@ctoryとiQ Platform, 三菱電機技報, 81, No.4, 243~248 (2007)
- (2) 可知祐紀, ほか：MELSEC-Qシリーズのネットワークシステム, 三菱電機技報, 74, No.7, 437~440 (2000)

安全シーケンサ “MELSEC Safety”

神余浩夫*
茂木 剛*

Safety Programmable Controller “MELSEC Safety”

Hiroo Kanamaru, Tsuyoshi Mogi

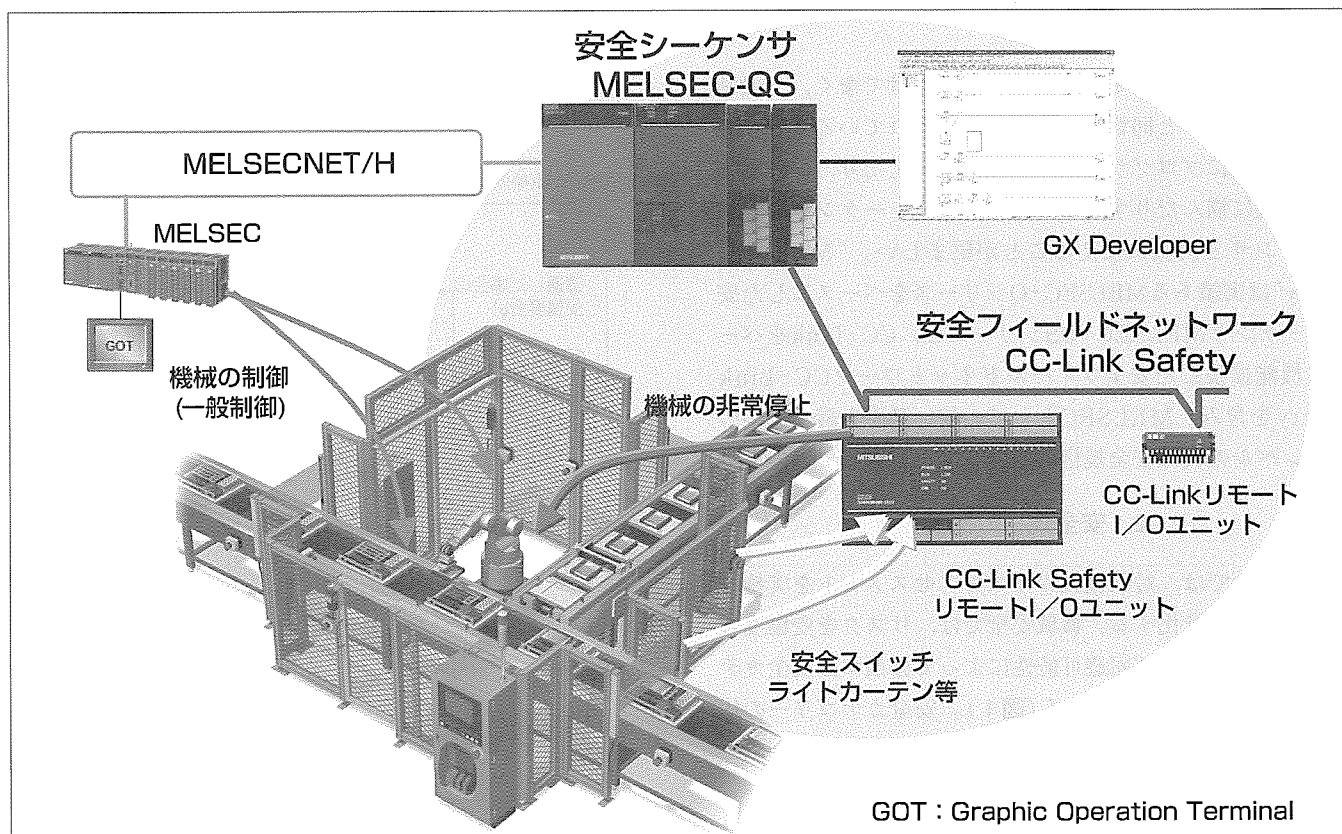
要 旨

ISO12100や改正労働安全衛生法の施行によって、これまでの人的教育・努力による安全確保の考え方に対して設計時に機械の危険(リスク)を評価して十分な安全対策を施す安全設計の考え方の導入が急務となっている。従来、機械の非常停止などの安全制御はリレー盤などハードウェアで実現されていたが、一般制御と同様にプログラマブルにしたいとの要望が強くなってきた。

そこで、プログラマブル機器の安全規格に適合し、かつ実績ある“MELSEC”の操作性を継承した安全シーケンサ“MELSEC Safety”を開発した。MELSEC Safetyは、実績ある“MELSEC-Qシリーズ”をベースに安全規格が要求する診断機能や安全機能を備えた“MELSEC-QS”と、CC-

Linkをベースに非常停止にかかわる情報を通信できるように機能拡張した安全フィールドネットワーク CC-Link Safetyを含む。MELSECとの接続性・親和性に優れ、同じプログラミングツールで共通の操作性を持つMELSEC Safetyは、安全規格に適合した安全システムの開発コスト・工期を削減することができ、安全制御のプログラム化や省配線化を実現しており、保守性にも優れている。さらに、従来のハードウェア的な安全システムでは実現できなかった安全の“見える化”も可能となる。

本稿では、MELSEC Safety, CC-Link Safetyの特長及び実現技術について述べ、さらにシステム事例について述べる。



安全シーケンサ“MELSEC Safety”

安全シーケンサMELSEC-QSは、MELSEC-Qシリーズをベースに機械の非常停止用の安全規格に適合した安全シーケンサであり、CC-Link Safetyは、CC-Linkに通信異常を検出する機能拡張した安全フィールドネットワークである。一般MELSECとの接続性、操作性を継承し、安全性と使い勝手の両立が特長である。

1. ま え が き

これまで、機械設備の安全性は現場の人の教育と努力によって確保する考え方が一般的であった。しかし、人為ミスによる災害対策に向けて、機械の設計時に危険(リスク)を評価して十分な安全対策を実施する欧米型の安全設計の導入が進んでいる。特に、リスク評価に基づく安全設計の国際規格であるISO12100⁽¹⁾が発行されてから、世界各国が安全設計の法制度化を進めている。わが国でも、リスクアセスメントを努力義務とする改正労働安全衛生法が2006年に施行されたため、国内外を問わずあらゆる機械設計において安全設計の導入が急務となっている。

安全設計の手法には、危険源となる機械と人をガード等で物理的に分離する本質安全と、危険領域への人の侵入を検出して機械を非常停止する機能安全がある。後者の機能安全は、スイッチ・センサ、制御回路とリレー・コンタクタから構成される制御システムであるが、生命に直接かわるために信頼性の高い機器や回路のみが使用された。しかし、一般制御と同じように安全回路をプログラマブルにしたいとの要望が強くなり、2000年にマイコンやソフトウェアを使用した機能安全に関する規格であるIEC61508⁽²⁾が発行された。この規格に基づいて、高度な機能安全を実現できる安全シーケンサや安全ネットワークが開発されるようになった。

安全シーケンサは単に安全性の追求だけでなく、一般制御のシーケンサと同様の操作性が求められている。安全のために新規にプログラミングツールを覚えたり、一般制御との接続に悩んだりすることなく、安全シーケンサを一般シーケンサと同様に使えることが望ましい。“MELSEC Safety”は実績あるMELSEC-Qシリーズをベースにした安全シーケンサMELSEC-QSシリーズと、CC-Linkをベースに機能拡張した安全フィールドネットワークCC-Link Safetyを含み、MELSECとしての使い勝手を継承しつつ最高レベルの機械安全規格の適合認証を取得している。

2. 安全規格の概要

安全設計では、対象機械のリスクアセスメントを実施してリスクを定量化する。機械安全では、リスクを受傷度合い、遭遇可能性及び回避可能性によって分類する安全カテゴリー⁽³⁾がよく使われている(図1)。安全カテゴリーの値が高くなると安全機器に対する要求も厳しくなり、安全カテゴリー3では単一故障で安全機能を損なわないこと、安全カテゴリー4では単一故障は安全機能実行時又はその前に検出されることが要求事項である。したがって、部品の二重化や徹底的な自己診断機能が必要となる。

MELSEC-QSシリーズは、ISO13849-1カテゴリー4及びIEC61508 SIL 3の適合認証を得ている。

3. MELSEC-QS

3.1 アーキテクチャ

MELSEC-QSは故障しても安全機能が働くようにフェールセーフの考え方で設計されている。自己診断回路では見つからない故障やソフトウェアエラーであっても、内部の二重化によって演算結果を相互につき合わせて照合することで検出できる。故障を検出すると、フェールセーフの考え方に従って機械を停止するために安全出力をOFFとする。一方、同じ二重化でも故障を検出すると、高信頼シーケンサは機械を止めないために系切り換えして処理を継続するが、安全シーケンサは安全のために機械を停止する点が異なっている(図2)。

安全カテゴリー3以上の安全センサ・スイッチは、接点が二重化され信号線も二重化されている。MELSEC-QSの安全リモートI/Oユニットはこれらの二重化に対応するために、二重化入出力端子を備えている。二重化信号の接続方法は安全機器の種類によって異なるが、安全リモートI/Oユニットの入出力設定で対応可能である(図3)。

3.2 診断機能

安全規格の要求事項に従って、マイコン、メモリ、ROM、電源、クロックなどほとんどの部品・回路について自己診断を実施している。ソフトウェア実行に関しては、前述の二重化によるつき合わせ照合に加えて、ソフトウェ

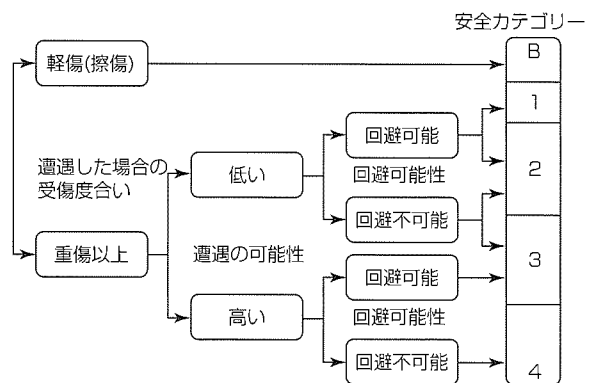
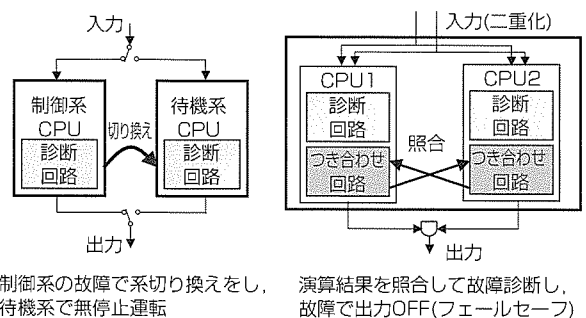


図1. 安全カテゴリーによるリスク定量化(ISO13849-1)



(a) 高信頼(二重化)シーケンサ (b) 安全シーケンサ

図2. 高信頼シーケンサと安全シーケンサ

アが正しい順序で実行されていること、正しい時間で処理されていることを監視することで、ソフトウェア動作の診断を行っている。

入出力部では、信号線がOFFにならない故障を診断するために、周期的に短いOFF信号を送出しOFF信号の戻りを監視するダークテスト診断を行っている。内部あるいは外部機器の短絡故障があれば、信号はOFFにならないので故障を検出できる。このほか、二重化入出力の不一致検出、安全出力の読み返しチェックの診断を行っている。

3.3 操作・故障履歴機能

安全CPU(Central Processing Unit), CC-Link Safety, 安全リモートI/Oユニットが検出した故障は、安全CPUの操作・故障履歴機能で保存される。安全CPUのスイッチ操作やプログラミングツール“GX Developer”からの操作も同様に保存される。操作履歴、故障履歴を合わせて最大3,000件まで保存できるので、故障発生か所・時間、操作内容、操作ユーザー、故障と操作の発生順序など様々な角度から故障原因の解析が可能である。

3.4 セキュリティ機能

安全機能の設定や変更は、その権限を持つ人のみで実施されなければならない。GX Developerは、ユーザーに対して3つのアクセスレベルを設け、権限を持つユーザーのみがプログラム/パラメータを変更できるセキュリティ機能を備えている。また、安全CPUへのプログラム/パラメータの書き込みについても、安全CPUごとにパスワードを設定できる。安全CPUに書き込みを行うと、ROMにその時刻、ユーザー名とプログラム/パラメータのIDを記録するため、誰がいつ書き換えたのかを知ることができる。

3.5 テストモードとセーフティモード

安全システム稼働中にプログラム/パラメータを変更することは危険な行為なので、通常、安全CPUは書き込みできないセーフティモードで使用する。一方、試験や調整時には、安全CPUをテストモードに切り換えることで従来のMELSECと同じデバッグ機能(デバイステスト、RUN中書き込みなど)が使用できる。この切り換えはGX Developerからの指令でのみ行える。

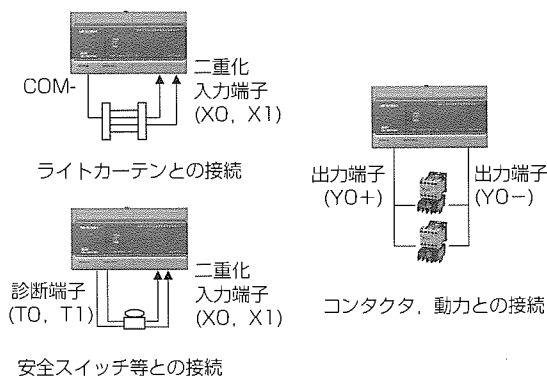


図3. 安全入力、安全出力の接続例

3.6 プログラミング機能

MELSEC-QSのプログラミングツールはGX Developerであるため、従来MELSECとMELSEC Safetyの両方に対応できる。プログラム言語はラダーとユーザー定義FB(Function Block)をサポートしており、メニュー配置や操作性は一般MELSECのそれと同じであるため、安全シーケンサのために新たにツール操作を覚える必要はない。これによって、安全シーケンサ導入の教育コストや期間を短縮できることが、MELSEC-QSの最大の利点である。また、安全リモートI/Oは多数の診断パラメータを持っているが、その設定をGX Developerのネットワークパラメータ設定画面から簡単に行える。

4. CC-Link Safety

一般制御においてI/Oの分散化と省配線化のためにフィールドネットワークが求められたように、安全制御においても生産ラインに分散する安全機器を接続する安全フィールドネットワークが求められている。CC-Link Safetyは、国際標準フィールドネットワーク CC-Linkをベースに安全規格が要求する通信異常の検出機能を備えることで、非常停止に関する情報の通信を可能にした安全フィールドネットワークである。

CC-Link Safetyのプロトコル構成を図4に示す。安全規格では検出すべき通信異常を規定しており、これらの異常を検出するためのチェック用データとチェック処理が安全機能層として実現されている。安全機能層はCC-Linkデータリンク層の上に作られているため、CC-Link SafetyはCC-LinkリモートI/O局、リモートデバイス局も接続できる。安全システムでは、ライトカーテンや安全リレ

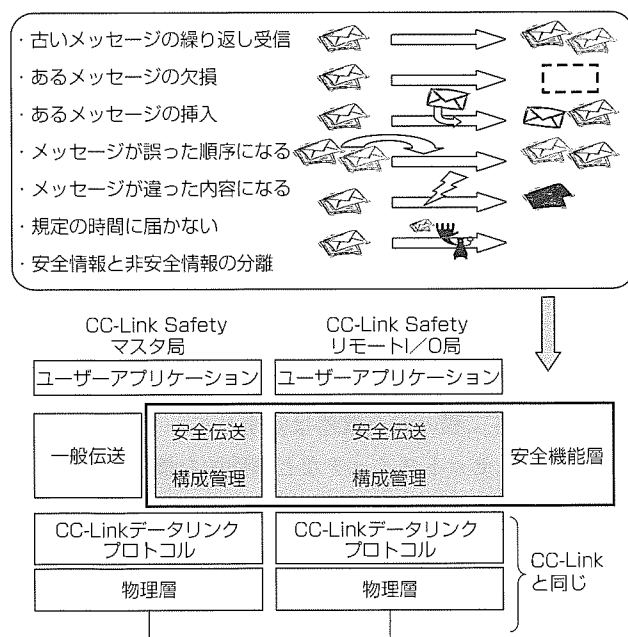


図4. CC-Link Safetyのプロトコル階層

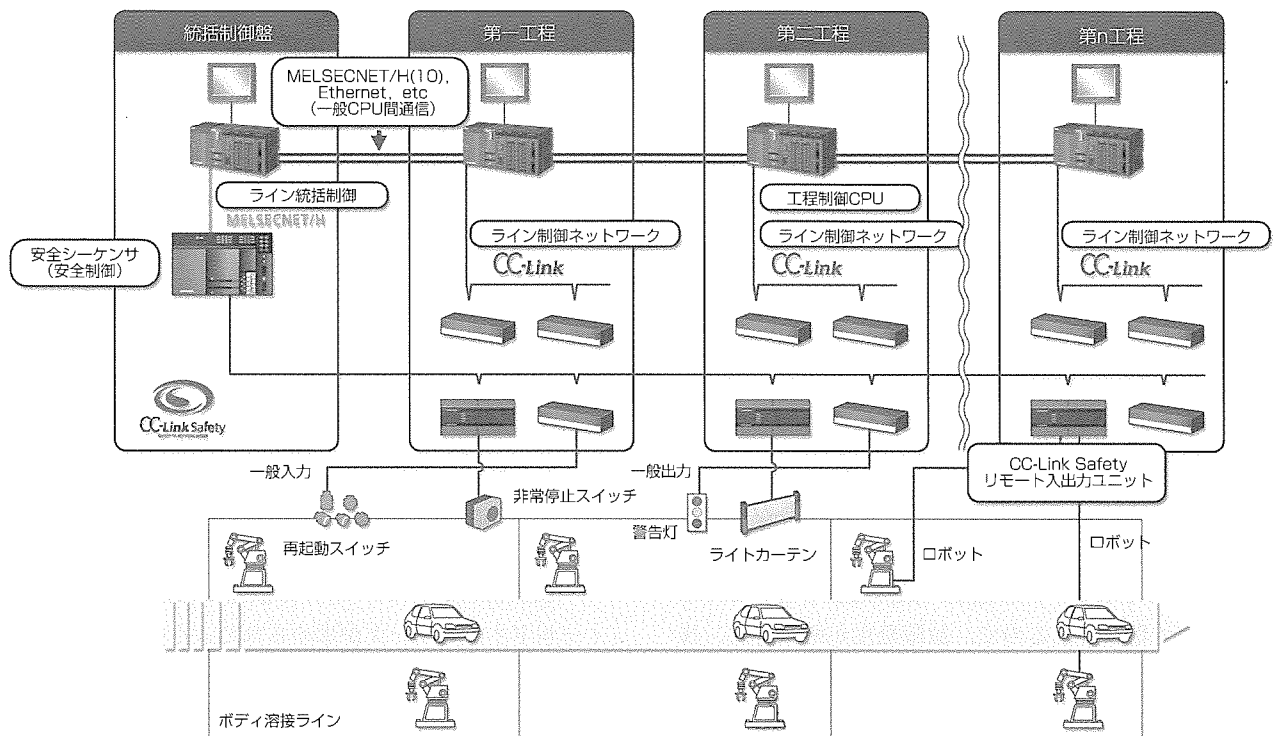


図5. 自動車溶接ラインへの安全シーケンサの適用例

一などの安全機器だけでなく、警告灯やリセットスイッチなどそれぞれが非常停止に直接かかわらない補助的な機器も多く使用される。これらの機器の接続に安全リモートI/Oでなく一般リモートI/Oを用いることで、安価な安全システム構築が可能である。

CC-Linkと同様に、CC-Link SafetyもCC-Link協会(CLPA)によって仕様策定と仕様公開⁽⁴⁾が行われている。安全機器がネットワークに直結できるようになると、省配線効果だけでなく安全機器のオンライン監視や診断が可能となる利点があり、今後、CC-Link Safety対応の安全機器が増えると予想している。

5. システム構成例

MELSEC Safetyの自動車溶接ラインへの安全システム適用例を図5に示す。ラインの全体管理用として統括制御盤、各工程に工程制御盤を設置し、それぞれの盤の一般制御用のMELSECはMELSECNET/Hで接続している。この制御システムにMELSEC Safetyを追加する。統括制御盤に安全シーケンサを、工程制御盤に安全リモートI/Oと一般リモートI/Oを設置し、それらをCC-Link Safetyで接続する。各工程の安全機器は安全リモートI/Oに、表示ランプやリセットスイッチなど補助的な機器は一般リモートI/Oに接続する。すべての機能安全は1台の安全シーケンサで集中的に実行する。安全機器の状態は安全シーケンサからMELSECNET/H経由で一般シーケンサや表示器に転送することで容易にモニタできる。

従来の安全リレーでは、安全状態をネットワーク経由で

監視することはできなかったが、MELSEC Safetyによって安全の“見える化”が可能になる。さらに、CC-Link Safetyの安全リモートI/Oによる省配線や1台の安全シーケンサによる集中制御によって、安全性の確保に加え、コスト削減及び保守操作性の向上が可能となる。

6. むすび

新しい機械安全の考え方に適合した安全シーケンサMELSEC-QS及び安全フィールドネットワークCC-Link Safetyについて述べた。安全シーケンサとして安全規格の適合認証を取得しただけでなく、MELSECとの接続性、操作性の共通化を追及することで、安全システム構築の負担を最小化した点がMELSEC Safetyの特長である。

規格と法制度の整備によってMELSEC Safetyに対する要望は日増しに増えており、機能・性能・サポートなどより多くの要望にこたえるための製品力強化を進めていきたい。

参考文献

- (1) ISO12100:2003 機械の安全性-基本概念, 設計の一般原則-第1部:基本用語, 方法論
- (2) IEC61508:2000 電気/電子/プログラム可能電子安全関連システムの機能的安全性
- (3) ISO13849-1:2006 機械の安全性-制御装置の安全性関連部品-第1部:設計の一般原則
- (4) CC-Link協会, CC-Link Safety仕様書(2006)
- (5) 安全ガイドブック, 日本電気制御機器工業会(2004)

MELSEC計装

市岡裕嗣*

MELSEC Process Control System

Yuji Ichioka

要旨

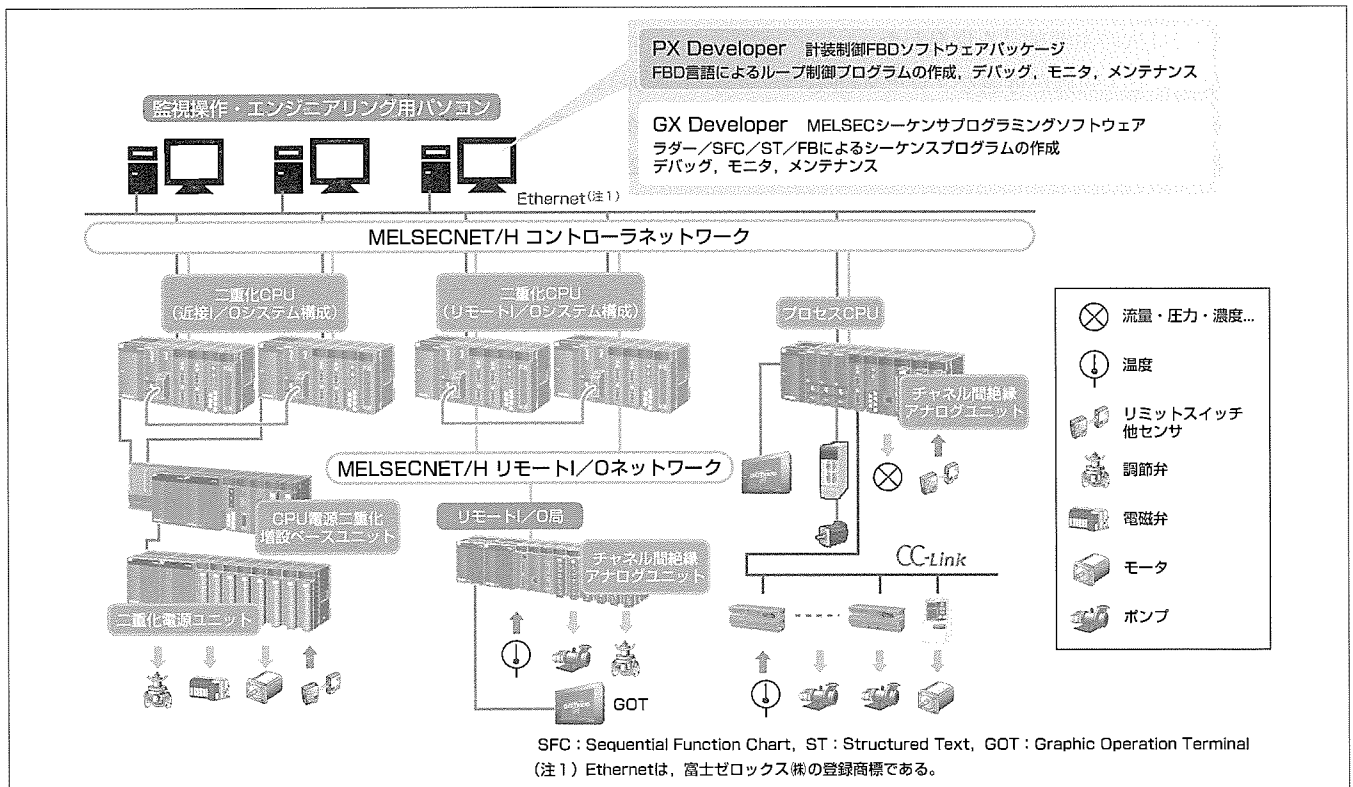
計装分野では、制御システムとしてDCS(Distributed Control System)が登場して約30年が経過し、その多くが更新期を迎え、新規システムやリプレース案件でのダウンサイジング・コストダウン化への要求が高まっている。特に、付帯設備・試験設備・補機など、本来DCSを導入する必要のない設備を中心に、従来のDCSよりも安価に構築ができる汎用シーケンサを使用した計装制御システムへの期待が広がっている。

シーケンサは、従来、自動車・電機を代表とする加工・組立て産業でのシーケンス制御を得意としてきたが、その機能・性能の飛躍的な向上により、鉄鋼・食品・薬品・化学などの計装分野にも適用できるようになってきた。しかし、計装分野では連続プロセス量(温度や圧力などのアナログ信号)を扱うループ制御が主体であり、必ずしも計装

制御システムへのシーケンサ適用は簡単ではないとのユーザーの声があった。

こうしたユーザー要求にこたえるため、三菱電機はループ制御をシーケンス制御同様に使いやすいものとするために、汎用シーケンサ“MELSEC-Qシリーズ”をプラットフォームとした計装制御システム(以下“MELSEC計装”という。)のコンポーネント製品の開発・機能拡充を行ってきた。

本稿では、MELSEC計装の中核となるプロセスCPU(Central Processing Unit)・二重化CPU、チャンネル間絶縁アナログユニット、計装制御FBD(Function Block Diagram)パッケージ“PX Developer”の特長を紹介する。また、計装エンジニアリングにおける使い勝手向上のために取り組んだ適用技術の一部について述べる。



MELSEC計装のシステム構成製品群

“MELSEC計装”とは、汎用シーケンサMELSEC-Qシリーズを使用した計装制御システムを表す。その中核となるのは、プロセス制御専用命令を搭載し、シーケンス制御とループ制御を混在実行可能なプロセスCPU、現場計器との接続のために機能強化されたチャンネル間絶縁アナログユニット、システムの高信頼化のためにCPU・電源・ベースユニット・ネットワークを二重化したMELSEC-Q二重化システム、FBD言語による簡単プログラミングと標準監視画面によるモニタリング・チューニングが可能な計装制御FBDパッケージPX Developerである。

1. ま え が き

シーケンサは、自動車・電機を代表とする加工・組立て産業で、従来、ハードウェアリレーによって行ってきたシーケンス制御処理をソフトウェア化することによって、I/O点数・制御ロジックの増加への容易な対応や保守性の向上を実現し、大きく広がってきた。その後、シーケンサの機能・性能の飛躍的な向上によって(プログラム実行処理の高速化、ユニットの信頼性向上、プログラム/データメモリの大容量化など)、鉄鋼、食品、薬品、化学など計装分野にも徐々に拡大してきた。

この過程において、当社はシーケンサの計装機能も強化してきた(図1)。特に、プロセスCPU“QnPHCPU”、二重化CPU“QnPRHCPU”を中核としたシーケンサを使用した計装制御システム(MELSEC計装)は、本格的なプロセス制御の実現を可能とし、計装分野での一層の用途拡大をねらうものである。

本稿では、MELSEC計装の主要製品の特長と、計装エンジニアリングにおける使い勝手向上のために取り組んだ適用技術の一部について述べる。

2. MELSEC計装の主要製品とその特長

2.1 MELSEC計装の主要製品

シーケンサによる本格的な計装制御を実現するために、MELSEC計装では次の主要製品を開発した。

- 高度なプロセス制御が可能なプロセスCPU
- 検出端(流量計・圧力計など)や操作端(調節弁など)と直接配線可能なチャンネル間絶縁アナログユニット
- 複雑なループ制御プログラムも簡単に作成できるPX Developerプログラミングツール
- ループ制御のモニタリングやチューニングに必要な監視操作がすぐにできるPX Developerモニタツール
- 突然の異常発生でも設備の運転を継続できる二重化システム

以下、これら製品の特長について述べる。

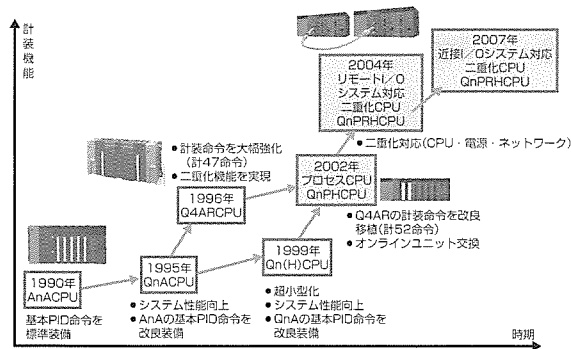


図1. シーケンサの計装機能強化の歩み

2.2 プロセスCPU

プロセスCPUは、MELSEC-Qシリーズの高速・高性能のシーケンサCPUに、基本PID(Proportional, Integral, Differential)制御・2自由度PID制御・サンプルPI制御・警報検出・オートチューニング・各種補正演算など52種類のプロセス制御専用命令を搭載したCPUユニットである。このため、プロセスCPUはシーケンス制御とループ制御の混在実行が可能である。また、PID制御ループを約400μs/ループで演算することができ、10msという高速制御周期の実現も可能となる。

2.3 チャンネル間絶縁アナログユニット

計装分野では流体制御、温度制御などを行うため、アナログユニットが多数使用される。計装現場にある検出端や操作端との配線において、ノイズによるチャンネル破壊が他のチャンネルに影響しないことが非常に重要である。また、各チャンネル間に電位差が生じても計測できる必要がある。MELSEC計装ではこれに対応するため、チャンネル間を絶縁したアナログユニットを開発した。

このチャンネル間絶縁アナログユニットは、アナログ入力フィルタ(一次遅れ、平均)、断線検出、バーンアウト時上限/下限出力、タイトシャット、プロセスアラーム・レートアラームなど、計装分野で必要とされる機能も十分に備えている。

なお、品ぞろえとしては、高精度・高分解能のモデルと、コストパフォーマンスの高い多チャンネル(6又は8チャンネル)のモデルを用意し、目的に応じた製品を選択することができる(図2)。

2.4 計装制御FBDパッケージPX Developer

MELSEC計装のエンジニアリング環境として新規に開発した計装制御FBDパッケージPX Developerは、プログラミングツールとモニタツールから構成されている。

2.4.1 PX Developerプログラミングツール

シーケンサのプログラミング言語といえばラダーが一般的であるが、ループ制御のようにアナログ量を連続的に演算処理するロジックをラダーで記述するのは簡単ではない。MELSEC計装ではループ制御を簡単に記述できるようにするため、IEC61131-3規格のFBD言語を採用した。また、より使いやすくするため、計装エンジニアリングで用

高精度・高分解能	2チャンネル	ディストリビュータ Q62AD-DGH	アナログ入力 Q62DA-FG
4チャンネル	アナログ入力 Q64AD-GH	熱電対入力 Q64TD	
	高温低抵抗体入力 Q64AD-G	微小電圧付熱電対入力 Q64TDV-GH	
多チャンネル	6チャンネル	ディストリビュータ Q66AD-DG	アナログ入力 Q66DA-G
	8チャンネル	アナログ入力 Q68AD-G	

図2. チャンネル間絶縁アナログユニットの品ぞろえ

いられる計装タグベースのプログラミングができるように一部言語仕様を拡張している。

プログラミングツールはプロセスCPUが持つプロセス制御専用命令をカプセル化したFB(Function Block)のみならず、外部のI/O信号・アナログ信号を簡単に入出力するユニットFB等、便利なFBを提供している。これらFBをドラッグ&ドロップでシート上に張り付け、FB同士を結線し、パラメータを設定するだけで、従来のDCSに匹敵する高度なプロセス制御ロジックを簡単にプログラミングすることが可能となる(図3)。

2.4.2 PX Developerモニタツール

ループ制御のパラメータ(例:PID制御の比例定数・積分定数・微分定数)を制御対象システムの応答と照らし合わせながら簡単に調整できるようにするため、PX Developerには、プログラミングツールに加え、モニタツールを同梱(どうこん)している。モニタツールは計装監視操作でよく使用される標準画面(フェースプレート・チューニングパネル・コントロールパネル・トレンドグラフ・警報一覧・イベント一覧)を持っているため、システム立ち上げ時のループ調整を瞬時に行うことができる(図4)。

また、運用時にオペレータが使用する監視操作システムを簡単に構築するため、モニタツールの標準監視操作画面と、当社“SoftGOT(パソコン上で当社表示器GOTの機能を実現するHMI(Human Machine Interface)ソフトウェア)”及び市販SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition)パッケージによるグラフィック監視画面を組み合わせることが可能である(図5)。

2.5 MELSEC-Qシリーズ二重化システム

計装制御システムでは、突然の異常発生でも運転を継続するために、システムの主要部分の冗長化を求められることが多い。この要望にこたえるため、MELSEC計装では

二重化システムを提供している。

MELSEC-Qシリーズ二重化システムは、独立した2台のベースユニット上に専用のCPUユニット(二重化CPU)・電源ユニット・ネットワークユニットをそれぞれ装着し、CPUユニット間をトラッキングケーブルで接続した構成である。またI/O部分は、MELSECNET/HやCC-Linkを用いて分散配置が可能なりモートI/Oシステム構成と、専用増設ベースユニットを用いて2台の二重化CPUとバス接続し高速応答が可能な近接I/Oシステム構成の二種類がある(図6)。

二重化CPUはホットスタンバイ方式を採用し、2台のCPUユニットのうち、一方が制御を行い(制御系)、他方が待機状態(待機系)となる。CPU・電源・ネットワークの異常によって制御系で動作を継続できない場合、自動的に制御を待機系に切り換え、待機系が制御を引き継ぎ、システム全体の動作を継続させる。当然、2台のCPUユニット間は常にデータの引き継ぎ(データトラッキング)を行い、系切換えに備えている。データトラッキングは22ms/100kワードという高速転送を実現するため、高速・大規模な制御システムにも対応可能である。

3. 計装エンジニアリングにおける使い勝手向上への適用技術

3.1 高性能PID制御タグFBの提供

MELSEC計装の特長の一つに自由度の高いプログラミング機能がある。ユーザーは基本となるFBを組み合わせて、複雑なプロセス制御のプログラムや独自のFB(ユーザー定義FB)を作成することができる。その一方で、ユーザーのプログラミング量を減らすという課題にも取り組んだ。

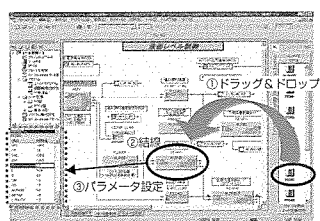


図3. PX Developerプログラミングツールの操作例

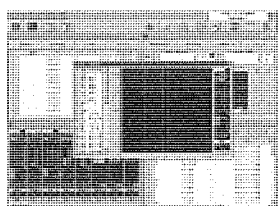


図4. PX Developerモニタツールの標準監視操作画面

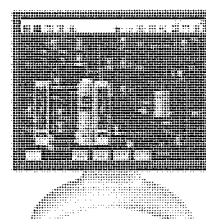


図5. モニタツールとSoftGOTを組み合わせた計装監視例

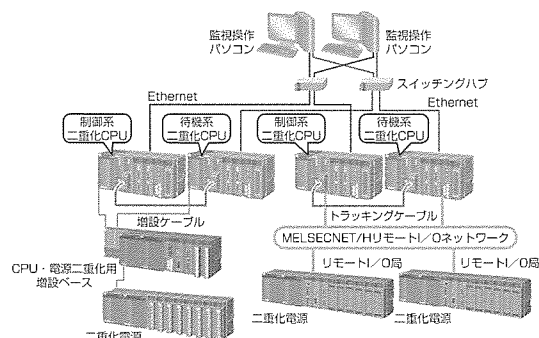


図6. CPU・電源・ネットワークの二重化システム

例えば、次の場合にプログラミングが必要となっていた。

- PID制御の前後に簡単な補正演算を加えるだけでも、いくつかのFBを組み合わせる必要がある
- フィードフォワード制御を行う場合、ユーザー定義タグFBを毎度作成する必要がある

そこで、いくつかの実アプリケーションのプログラムを検証し、2自由度型PID制御タグFBをベースに、よく使用される機能を複合化した“高機能PID制御タグFB”を新たに用意した(表1)。高機能PID制御タグFBの使用によって、多くの場合でFBの組み合わせやユーザー定義タグFBの作成が不要になり、プログラミング量を削減することができる。

さらに高機能PID制御タグFBを使いやすくするため、このFBが持つ多くのパラメータを簡単に設定できる専用画面も併せて用意した(図7)。この専用画面は、①パラメータを視認性よく機能ごとにグループ化、②設定値の範囲・大小関係チェック、③設定するパラメータの説明図表示という特長があり、設定作業を分かりやすく行うことができる。

3.2 通信効率化による高速監視機能

監視操作システムからシーケンサの運転内容を監視する場合、一般的にはポーリング通信が用いられる。MELSEC計装では、監視対象となるアナログデータや警報信号が数多く散在し、また、アナログ演算主体の処理実行によってシーケンスキャンタイムが大きくなるため、市販SCADAのI/Oドライバのように、ランダムデバイス読み出しによる単純なポーリング通信だけでは監視性能の確保が困難であった。

この課題を解決するため、PX Developerプログラミングツールのコンパイル機能において、FBDプログラム処理の実行コードに通信効率化のための次の処理①②を自動的に埋め込むことで、モニタツールの高速監視機能を実現した(図8)。

- ① 監視対象となる主要なアナログデータ(例：PID制御のPV(Process Value), SV(Set Value), MV(Manipulated Value))を一旦(いったん)一箇所にバッファリングする機能
- ② 監視対象となる警報信号(例：PID制御のPV上下限オーバー警報など)の変化を検出し、ネットワークユニットからイベント通知を発信する機能

処理①によって、モニタツールはシーケンサ内に一箇所に収集されたバッファから効率のよい一括デバイス読み出しによってポーリングすることができる。また、処理②によって、警報信号はシーケンサ側から自動的に通知されるため、

表1. 高機能PID制御タグFBの内部機能一覧

プロセス量入力部	PID演算制御部	操作量出力部
レンジチェック (センサエラー検出)	SV変化率リミット	ΔMV補償
入力リミット	SV上下限リミット	ΔMV可変ゲイン補正
デジタルフィルタ	PVトラッキング(PV→SV)	ΔMV積算
温圧補正	偏差チェック	MV補償
開平演算	2自由度PID演算	プリセットMV出力
折線近似	アラーム検出禁止	MVホールド
一次遅れフィルタ	ステップ応答法	MVトラッキング
PV補償	オートチューニング	変化率・上下限リミット
ΔPV補償	リミットサイクル法	アンチリセットwindアップ
センサエラー時処理	オートチューニング	MVリバース
上上限/上限/下限 / 下限チェック	積分停止スイッチ	出力変換
変化率チェック	微分停止スイッチ	アラーム検出禁止
アラーム検出禁止	ループ停止/実行	センサエラー時処理
		カスケードダイレクト

※網掛は2自由度PID制御タグFBから追加・変更された機能

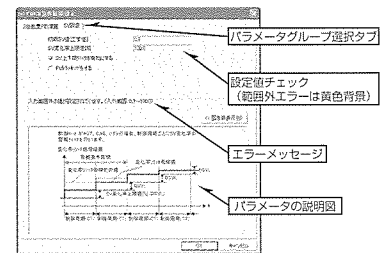


図7. 高機能PID制御タグFBのパラメータ設定用専用画面

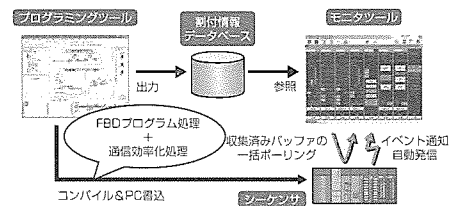


図8. 通信効率化による高速監視機能

ポーリングの必要がなくなる。こうして、監視対象の計装タグ数が増えても、監視性能を十分に確保することができる。

4. むすび

MELSEC計装では、シーケンサによる高度なプロセス制御を実現するための製品開発を進めている。FA分野で培ったノウハウを生かし、高機能・高性能を目指すとともに、計装現場で“使いやすい”製品を提供していく所存である。

参考文献

- (1) 西雪 弘, ほか: “MELSEC-Qシリーズ”二重化システム, 三菱電機技報, 79, No.3, 193~196 (2005)
- (2) 野本浩主, ほか: 絶縁多チャンネルアナログユニット, 三菱電機技報, 80, No.11, 691~694 (2006)

三菱CNC “70シリーズ”

田中貴久*

MITSUBISHI CNC “70 Series”

Takahisa Tanaka

要 旨

近年、工作機械業界では、従来の欧・米・日の既存市場に加えて、中国・インド・ロシア等の新興市場が急速な立ち上がりを見せており、求められる市場ニーズについても、複雑な形状を加工できる5軸加工機などの高付加価値を持たせた高級機と一般的な普及機の二極化が進行している。

このような背景から、主に新興市場で需要の高い普及機分野の対応として、最上位機種である三菱CNC (Computer Numerical Control) “700シリーズ”の操作性を継承したグローバルスタンダード機種として、三菱CNC “70シリーズ”を開発した。70シリーズは、最新CPU (Central Processing Unit) と高性能グラフィックチップを搭載することによって従来機種より基本性能を大幅に向上

させたコストパフォーマンスに優れた製品である。

主な特長は、次のとおりである。

- (1) 高性能のサーボアンプ“MDS-D/DH”“MDS-D-SVJ3/SPJ3”と光高速サーボネットワークで接続
- (2) 表示ユニット背面にNC制御部を一体化した奥行き60mmの超薄型パネルインタイプ数値制御装置
- (3) 表示ユニット前面に装着されたCF(Compact Flash^(注1))カード内の加工プログラムを直接編集及び直接実行が可能
- (4) NCプログラムで指令される入力単位がマイクロメートル単位であっても、内部の補間単位を10nmで制御することで、精度の高い滑らかな機械加工を実現

(注1) Compact Flashは、米国サンディスク社の登録商標である。



三菱CNC “70シリーズ”

速さと精度を追い求めた三菱CNCのニュースタンダードモデルである。最新のCPUと高性能グラフィックチップを搭載することによって、ワンクラス上の性能を実現した。

1. ま え が き

近年、工作機械業界では、従来の欧・米・日の既存市場に加え、中国・インド・ロシア等の新興市場が急速な立ち上がりを見せており、求められる市場ニーズについても、複雑な形状を加工できる5軸加工機などの高付加価値をもたせた高級機と普及機の二極化が進行している。

こうした状況の中、三菱電機は、高級機分野への対応として、2004年に完全ナノ制御による高精度加工を実現するとともに、工具先端がNCプログラムで指令された位置に制御される工具先端点制御などの5軸加工機能を搭載した70シリーズを発売開始した。今回は、主に新興市場で需要の高い普及機分野の対応として、“ワンランク上”をキーコンセプトとしたグローバルスタンダードモデルである三菱CNC70シリーズの開発を行った。本稿では、2006年11月から発売を開始している三菱CNC70シリーズの主な特長について述べる

2. 製品概要と特長

三菱CNC70シリーズは、最新CPUと高性能グラフィックチップを搭載することによって、従来機種より基本性能を大幅に向上させたコストパフォーマンスに優れた製品である。70シリーズの概略仕様を表1に示す。シリーズラインアップとしては、高機能タイプのタイプAと標準タイプのタイプBの2種類を用意した。タイプAとタイプBの間には、高速高精度機能、2系統制御などの機能差があり、高機能タイプのタイプAには、高速PLC(Programmable Logic Controller)エンジンを標準搭載し、PLCのスキャンタイムを大幅に短縮することが可能となっている。

3. 製品の特長

3.1 加工精度の向上とタクトタイム短縮を実現

70シリーズは、NCプログラムで指令される入力単位がマイクロメータ単位であっても、内部の補間単位を10nm

表1. 製品の概略仕様

	ミーリング系		旋盤系	
	タイプB	タイプA	タイプB	タイプA
最大制御軸数(NC軸+PLC軸+主軸)	9	11	9	11
最大NC軸数	4	6	4	7
最大主軸数	2	2	2	3
最大PLC軸数	4	4	4	4
最大同時輪郭制御軸数	4	4	4	4
最大系統数	1	1	1	2
最小設定・指令単位(μm)	0.1			
コミュニケーションターミナル	8.4型TFT・10.4型TFT			
最大プログラム記憶容量(m)	600			
最大PLCプログラム記憶容量(ステップ)	20,000	32,000	20,000	32,000
NC画面カスタマイズ機能	NC Designer			

TTF: Thin Film Transistor

で制御することによって、精度の高い滑らかな機械加工を行うことができる。

また、タップ加工時に発生する主軸の追従遅れを光高速ネットワークによって直接サーボドライブと主軸ドライブ間で誤差を高速に補正する高速同期タップ機能を搭載し、タップ加工を高速かつ高精度で行うことが可能となった(図1)。

70シリーズでは、700シリーズにも搭載しているバックラッシュ補正機能の拡張機能を搭載することによって、真円度精度を一層向上させている。一般的に機械の移動方向が反転する際には、微小な段差(ロストモーション)が発生する。この段差には、図2に示すように機械の様々な要因で方向反転後徐々に変化するものが存在する。70シリーズでは、機械の特性に合わせて2つのタイプのバックラッシュ補正機能を用意した。

- (1) 段差量が方向反転時から“時間”に依存して変化
 - (2) 段差量が方向反転時から“距離”に依存して変化
- これらのバックラッシュ補正機能を有効に適用することに

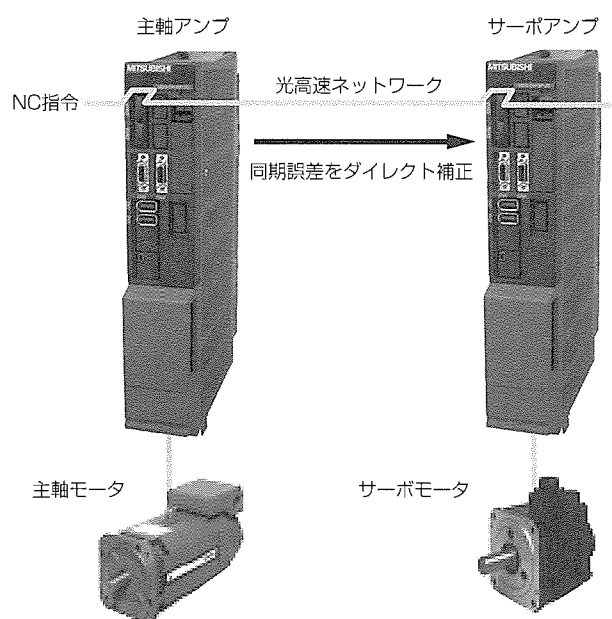


図1. 高速同期タップ機能

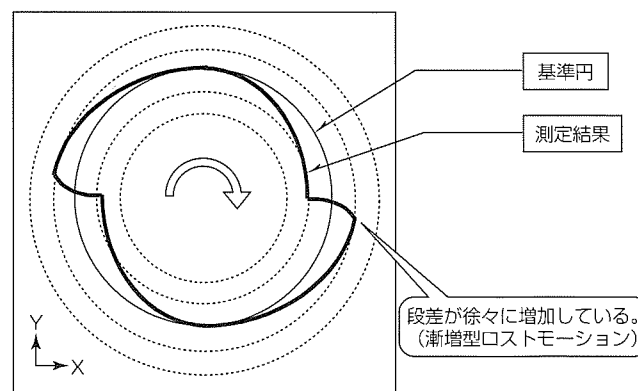


図2. 漸増型ロストモーション

よって、図3に示すような真円度精度の向上が図られる。

3.2 先進的な操作性

70シリーズは、700シリーズの操作性を継承し、画面の階層を感じさせないポップアップ表示や操作・プログラム・アラームのガイダンス機能を搭載している。

(1) メニューリスト表示

70シリーズを初めて使用するユーザーのために、図4に示すような機能にかかわるメニューを一覧表示し、使用したい項目を選択することで希望する画面をダイレクトに表示する機能を搭載した。

(2) 大容量プログラム操作

一般的にCAD/CAMソフトウェアで作成されたNCプログラムは、ファイルサイズが大きくなるものが多い。データの可搬性が問題となることがある。70シリーズでは、大容量のNCプログラムを格納するコンパクトフラッシュインターフェースを表示器前面に標準装備するとともに、大容量NCプログラムの入出力、編集/保存を容易に行えるようにした。これによって、大容量プログラムの可搬性が飛躍的に向上した。また、NCプログラムをオフィスから表示器前面に装着したコンパクトフラッシュに直接データ転送できるようにイーサネット^(注2)インターフェースを標準搭載した。オフィスパソコンに当社が提供するデータ転送用のソフトウェアをアドオンすることによって、エクスプローラ上にNCのコンパクトフラッシュインターフェースがフォルダとして表示されるようになる。このソフトウェア

(注2) イーサネットは、富士ゼロックス^(株)の登録商標である。

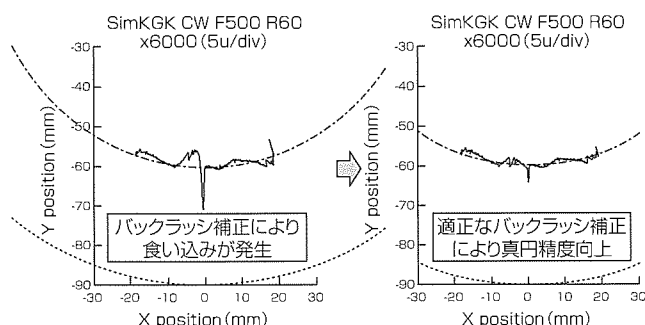


図3. バックラッシュ補正機能

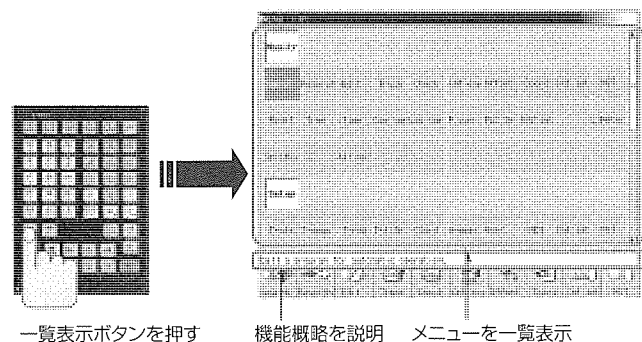


図4. メニューリスト表示

は、通常のエクスプローラの操作と同様にドラッグ&ドロップ操作で転送したいNCプログラムをコンパクトフラッシュにデータ転送できる(図5)。

(3) NCプログラム編集

NC画面上でのNCプログラム編集についても700シリーズと同等の機能を搭載した。図6で示すような2画面同時編集表示によるコピー&ペースト機能を活用することによって、パソコンライクな操作が可能である。また、図7で示すような検索対象文字列をマーキング表示することで加工工程区分を視覚的に分かりやすくすることができ、プロ

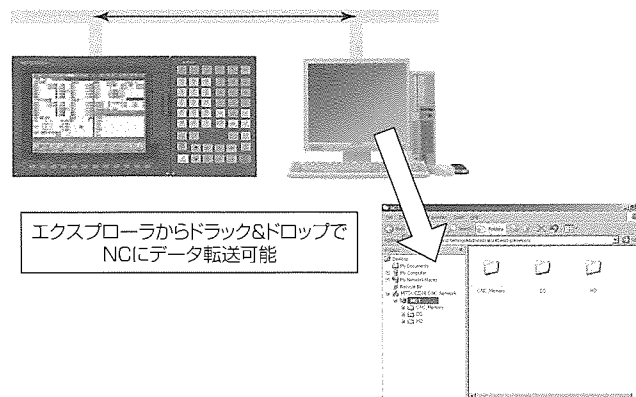


図5. NCプログラム転送ツール

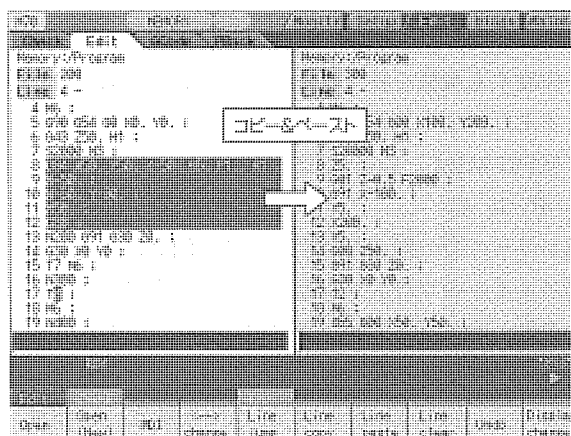


図6. コピー&ペースト機能

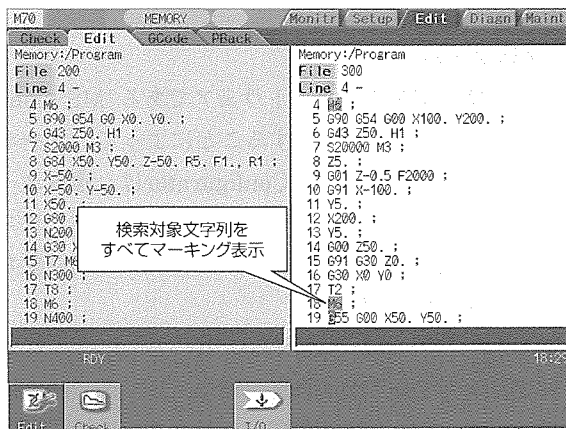


図7. マーキング機能

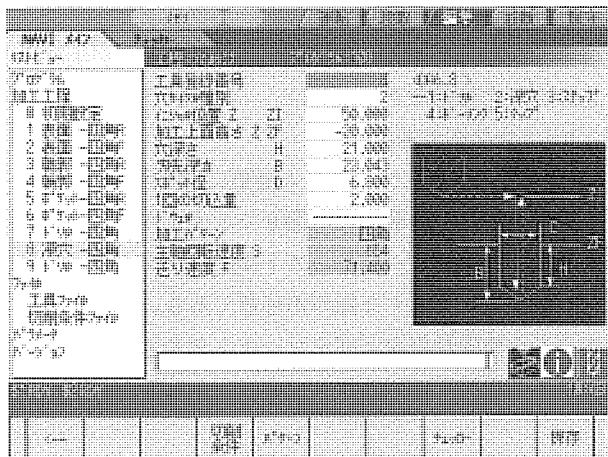


図8. 簡易プログラミング機能(NAVI MILL)

グラム作成/編集時間を短縮できる。

(4) 簡易プログラミング

70シリーズでは、簡易プログラミング機能“NAVI MILL”“NAVI LATHE”の搭載によって、NCプログラムの作成時間を大幅に短縮した。“NAVI MILL”“NAVI LATHE”は、加工工程を選択して各種条件を入力するだけでNCプログラムを容易に作成できる機能である。“NAVI MILL”には、マシニングセンタ用のパートプログラムを作成する機能を持ち、穴あけ加工/面割り加工/輪郭削り加工/ポケット加工の加工工程を作成することができる。“NAVI LATHE”には、旋盤用のパートプログラムを作成する機能を持ち、旋削/ならい/ねじ/溝/台形溝/穴あけの加工工程を作成することが可能である。図8に“NAVI MILL”の条件設定画面のイメージを示す。

3.3 PLC

70シリーズでのPLCプログラムは、図9に示すように最大20ファイルのプログラムを登録して実行することができる。また、タイプAには、高速PLCエンジンを標準搭載し、PLCスキャンタイムを大幅に短縮するとともに基本命令及び機能命令の命令拡張も実施した(基本命令：37命令、機能命令：198命令)。

PLCの開発環境は、MELSECの開発環境と同一の“GX Developer”である。

3.4 周辺ツール

サーボ調整を支援するソフトウェアである“MS Configurator”とイーサネット接続することによって、サーボ調整を行うことができる。MS Configuratorは、速度ループゲイン調整、位置ループゲイン調整、時定数調整、ロストモーション調整などの機能を持ち、工作機械の初期立ち上げを強力に支援する(図10)。

また、700シリーズから導入した“NC Designer”についても同様に使用することが可能である。NC Designerは工作機械メーカーでその機械構成に応じた独自の操作画面を開発する場合の支援ツールである。これによって、今まで

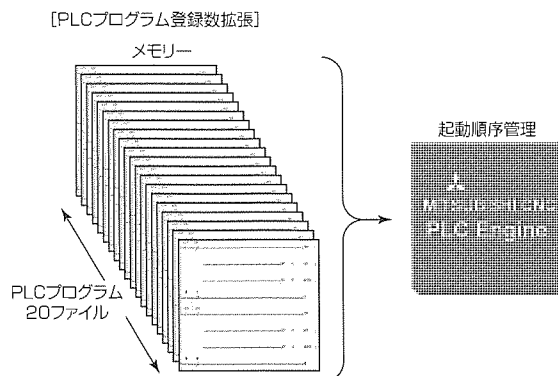


図9. PLCプログラム起動順序管理

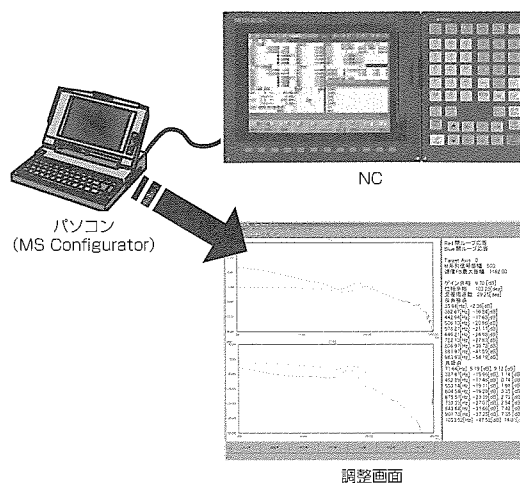


図10. サーボ調整支援ソフトウェア(MS Configurator)

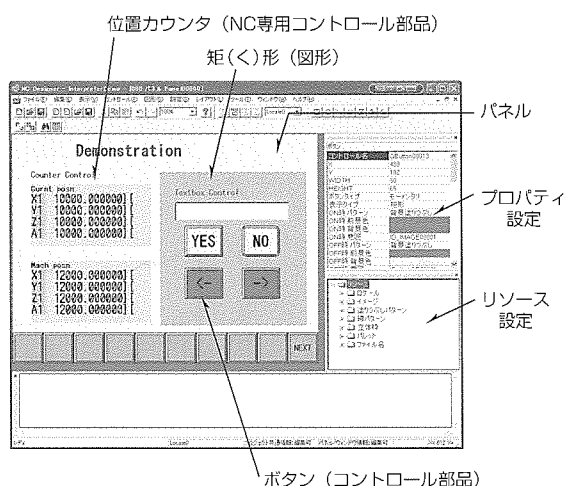


図11. NC Designer画面開発ツール

よりも容易に画面開発を行うことができ、開発工数を短縮できる(図11)。

4. むすび

70シリーズは、主に新興市場向けの機種として、市場投入し、これらの地域における工作機械の性能向上への貢献を目標に開発した。今後も工作機械の性能向上に貢献するCNCシステムとして、市場のニーズに対応した製品開発に努めていく所存である。

簡単・パワフル小型インバータ “FREQROL-E700シリーズ”

梶浦 吾一*
江口 清*
河野雅樹**

Easy to Operate, Powerful and Small-size Inverter “FREQROL-E700 Series”

Goichi Kajjura, Kiyoshi Eguchi, Masaki Kono

要 旨

搬送装置や工作機械の市場要求にマッチし好評を得ている小型インバータ“FREQROL-E500シリーズ”に対し、より高性能・高機能な分野への適用範囲拡大と、簡単操作を更に進化させることを目指した、小型・高性能インバータ“FREQROL-E700シリーズ”を開発し、製品化した。

FREQROL-E700シリーズの特長を次に述べる。

(1) 小型インバータトップレベルの駆動性能・機能

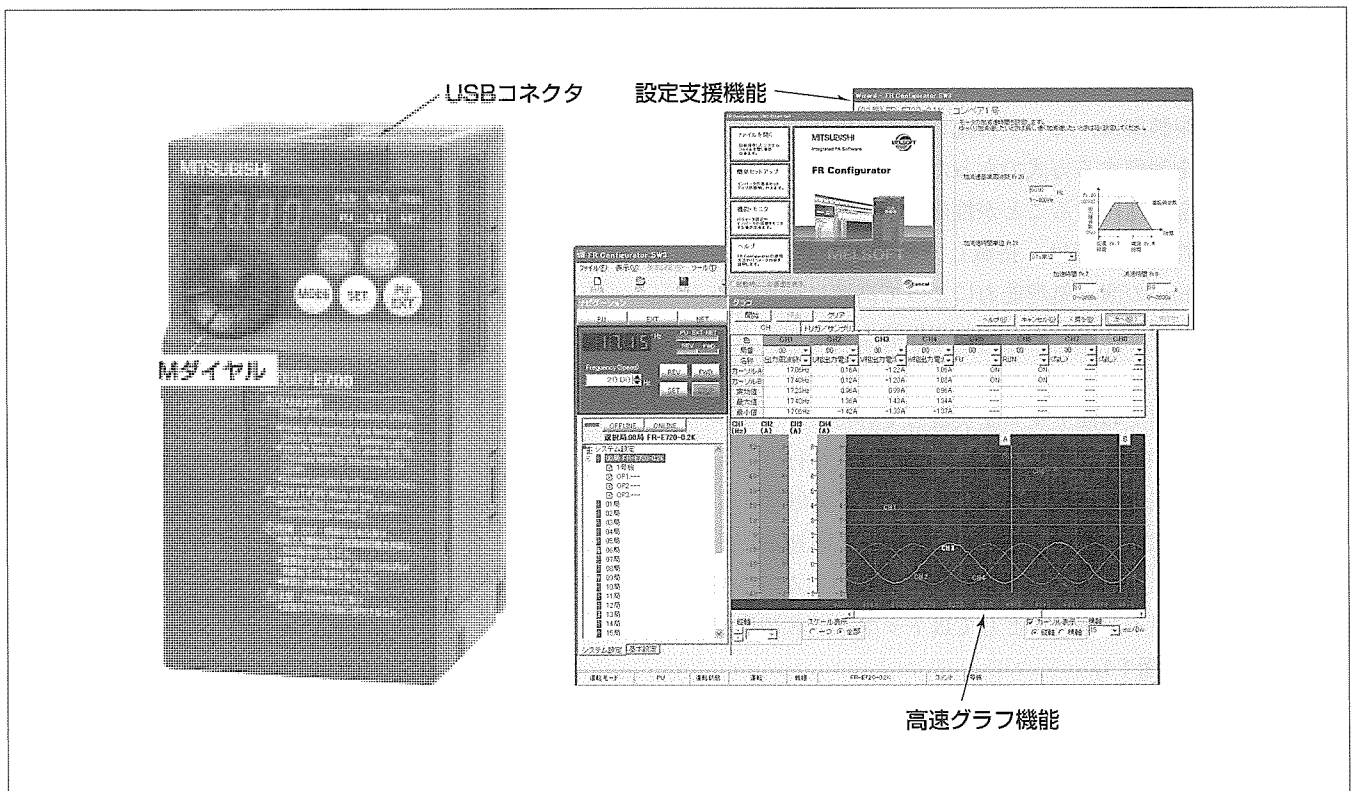
- アドバンスド磁束ベクトル制御で200%/0.5Hzの低速高トルクを実現
- 新開発の出力電圧補正による低速回転安定性の向上
- トルク制限, 回生回避等の用途に応じた新機能の搭載

(2) 先進の操作性

- USB(Universal Serial Bus) インタフェース標準搭載とセットアップツール“FR Configurator”によって、高速モニタリングや設定支援機能を実現。高性能・高機能化を実現しつつ、設定・操作性を大幅に向上
- 新型Mダイヤル搭載によって、速度調節やパラメータ変更も直感的で簡単操作を実現

(3) 充実の拡張性・メンテナンス性

- CC-Link等のフィールドバスへの接続を実現できるオプションカードを搭載可能
- 着脱可能な制御端子カードによって、用途に応じた制御入出力信号に変更できる拡張性を実現
- 寿命診断機能によるメンテナンス性・信頼性の向上



小型・高性能インバータ“FREQROL-E700”と“FR Configurator”画面

FREQROL-E700シリーズは、小型インバータトップレベルの高性能・高機能を実現し、従来“FREQROL-A500”などの高級機で実現していた分野にもその適用範囲を広げた。同時に、小型インバータにとって重要な簡単操作・簡単設定をより進化させ、新型Mダイヤルによる簡単操作や、FR Configuratorでの高速グラフ機能や設定支援機能による簡単設定を実現した。

1. ま え が き

汎用インバータが組み込まれる機器は様々で、その適用範囲も単なる回転数変換用途からネットワークによって制御される大規模設備の動作制御までと広範囲にわたる。

従来小型インバータは、主にその適用範囲がローエンドに置かれていたが、装置のコスト低減、ダウンサイズの要求はますます強まり、安価で小型なインバータをより高性能・高機能な分野にも適用できるよう進化させていくことが求められている。

一方でローエンド用途の需要も依然として多く、簡単に、直感的に操作・設定ができることも強く求められる。

FREQROL-E700シリーズは、汎用インバータの最高性能機種“FREQROL-A700”に迫る高性能・高機能を持ちつつ、簡単操作・簡単設定を追求した小型インバータとして開発された。

本稿では、FREQROL-E700シリーズで実現した高性能・高機能と、先進の操作性について述べる。

2. 小型インバータトップレベルの駆動性能・機能

2.1 低速高トルク200%/0.5Hzの実現

汎用インバータは誘導電動機の特性を生かしたV/F(電圧/周波数)一定制御によって駆動することが多いが、V/F一定制御では特に低速回転域でモータトルクを十分発生できないため、従来機種FREQROL-E500では、汎用磁束ベクトル制御で低速トルク150%/1Hzを実現していた。

磁束ベクトル制御は、モータに流れる電流が最適になるよう出力電圧を制御する方式であるため、高精度な電流検出と制御演算を高速化することが性能向上につながる。

従来、最高性能機種では、搭載しているCPU(Central Processing Unit)の演算処理能力によって高速にベクトル演算を行うことができるため、より高性能な磁束ベクトル制御方式であるアドバンスド磁束ベクトル制御を開発・適用することで低速での高トルクを実現していた。

FREQROL-E700では、電流検出・制御演算を行うCPUと、上位機器からの制御指令や通信、表示等を処理するCPUを分離することで、高精度な電流検出と高速演算を可能とし、アドバンスド磁束ベクトル制御による200%/0.5Hzという小型インバータとしてはトップクラスの駆動性能を実現した(図1)。

2.2 低速回転安定性の向上

低速域における回転速度リプルの発生は、出力電流の振幅が小さい領域で出力電圧精度が低下することに起因しているため、新たに開発したアルゴリズムによって、正確に電圧を補正し、出力電圧の精度向上を実現した。

図2に従来方式と新方式の出力電流波形を示す。

従来方式に対して良好な電流波形とすることで大幅な速

度リプルの低減を実現した。

なお、アドバンスド磁束ベクトル制御での200%/0.5Hzもこの電圧補正方式採用で実現可能となった。

2.3 用途に応じた新機能を搭載

小型インバータの適用範囲を広げるためには、駆動性能の向上と合わせ、個々の用途に応じて必要とされる機能も搭載する必要がある。

FREQROL-E700では、表1に示した例のような新機能を搭載し、様々な用途に適用できるよう配慮している。

3. 先進の操作性

3.1 USB搭載とFR Configuratorによる設定支援

上述のような高性能・高機能化に伴い、インバータの動作を設定するパラメータ数は必然的に増加し、目的とする動作をさせるために、どのパラメータを設定しなければならないのかが分かりにくくなっている。

インバータの動作設定はパラメータ番号という識別番号による設定であるため、取扱説明書から目的とするパラメータ番号を探し出す必要があり、直感的に分かりにくく、設定がより難しいものとなっていた。

そこでFREQROL-E700では、FR Configuratorという

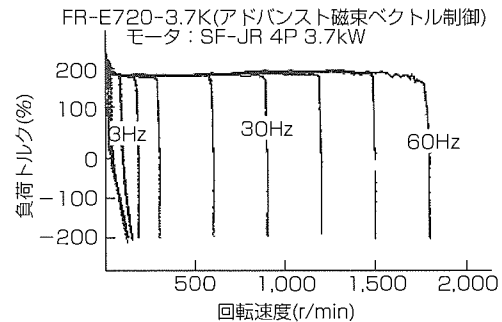


図1. E700スピード・トルク特性例

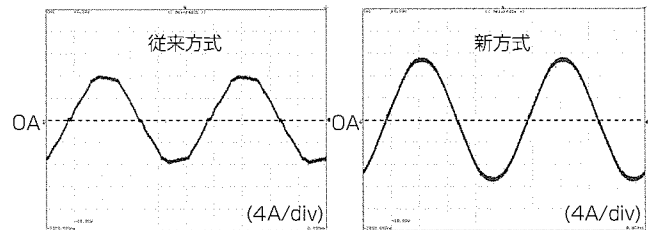


図2. 出力電流波形(出力周波数1Hz, 高キャリア時)

表1. FREQROL-E700の新機能例

用途	FREQROL-E700の新機能	目的
工作機械	トルク制限	負荷制限
	速度スムージング機能	機械共振回避
昇降	回転レスオートチューニング	トルク向上
	ブレーキシーケンス	ずり落ち防止
巻き取り	周波数サーチ	瞬停再始動
	ダンサ制御	テンション制御
プレス	回生回避機能	過電圧回避
空調	最適励磁制御	省エネルギー

パソコン上で動作するセットアップソフトウェアツールによってグラフィカルな設定支援を行うことで、パラメータを意識しない動作設定を実現した(図3)。

また、FR Configurator及びパソコンとの親和性を高めるため、FREQROL-E700には従来のRS-485インタフェースに加え、USBインタフェースを標準搭載した。

これによって、インバータからFR Configuratorへの高速なデータ転送が可能となり、インバータ出力電流の実体表示などが可能な高速グラフ機能を実現した(図4)。

この機能によって、従来高価な測定器を用いて行っていた高度な調整が、パソコンだけで手軽に実現できるようになった。

3.2 新型Mダイヤルによる簡単・直感的な操作性

従来機種から好評の設定用Mダイヤルをさらに回しやすく進化させた新型Mダイヤルを搭載し、速度調節操作やパラメータ設定操作での簡単・直感的な操作を実現した。

また、操作部(図5)はLED(Light Emitting Diode)の表示部とダイヤル・ボタンの操作部を上下に機能分離して配置し、設定や運転モードの状態表示を増やすことで、操作性の向上を図った。

4. 拡張性・メンテナンス性の充実

4.1 オプションによる拡張性の向上

複数台で使用する事の多い小型インバータに対して、

CC-Link^(注1)を代表とするフィールドバスネットワークへの対応は、不可欠の条件になりつつある。

FREQROL-E700では、CC-Link、ProfibusDP^(注2)、DeviceNet^(注3)、LONWORKS^(注4)の主要ネットワークへの対応がオプションカードを搭載することで可能となり、拡張性を向上させた。

また、これらFREQROL-E700シリーズで搭載可能なオプションカードは、上位機種のFREQROL-A700シリーズのオプションカードと共通であり、上記ネットワークオプション以外の増設入出力、リレー出力等のオプションカードにも対応しており、幅広い拡張性を備えている。

4.2 着脱式制御端子カードによる拡張性の向上

インバータを制御・監視する外部機器との入出力信号は、デジタル、アナログ、パルス、通信等、様々な種類があるため、拡張性を向上させるためには、制御信号を接続する端子数と種類を多くする必要がある。

FREQROL-E700シリーズでは、従来機種FREQROL-E500からの置き換えを考慮し、端子数、端子機能を同一とする一方、制御端子部分を着脱可能な制御端子カードとして分離することで(図6)、高精度アナログ入出力やパ

(注1) CC-Linkは、三菱電機株の登録商標である。

(注2) ProfibusDPは、Profibus User Organizationの登録商標である。

(注3) DeviceNetは、ODVAの登録商標である。

(注4) LONWORKSは、Echelon Corp.の登録商標である。

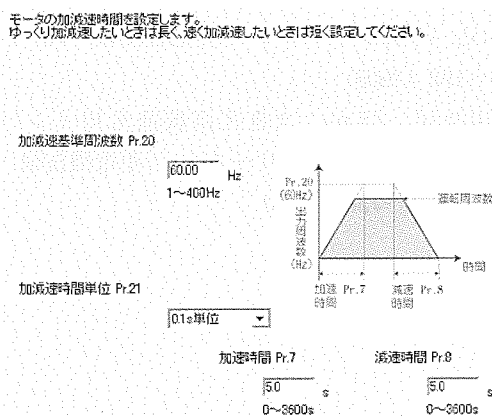


図3. FR Configurator設定支援画面

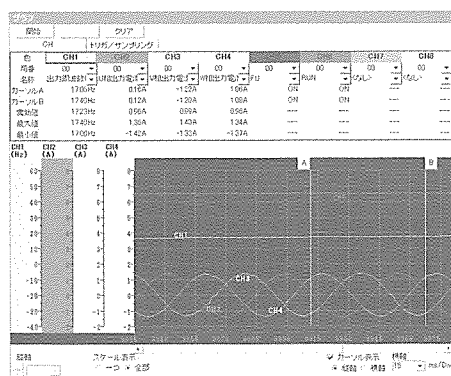


図4. FR Configurator高速グラフ画面

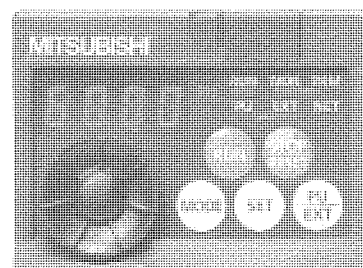
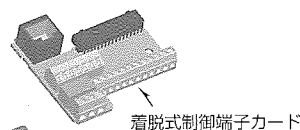


図5. 新型Mダイヤルと操作部



着脱式制御端子カード

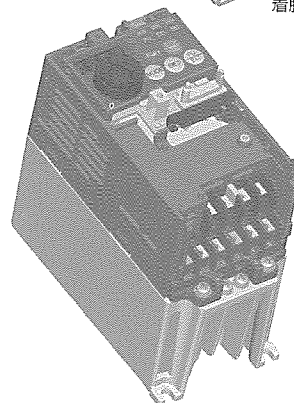


図6. 着脱式制御端子カード

ス列入出力などのオプション制御端子カードへ交換することを可能とした。

また、制御端子カードはコネクタによって着脱できるため、制御配線を外すことなく保守点検や交換が行え、メンテナンス性も向上した。

4.3 オフラインパラメータ設定

装置組み立て時、インバータを含む制御盤に商用電源が供給されていない状態でインバータの設定が行えると便利である。

FREQROL-E700シリーズでは、バッテリー内蔵のパラメータ設定ユニット“FR-PU07BB”と接続することによって、インバータの制御回路部分に電源が供給され、商用電源に接続することなくオフラインでのパラメータ設定やパラメータコピーを可能とした(図7)。

4.4 長寿命部品と寿命診断機能によるメンテナンス性向上

FREQROL-A700, F700等、700シリーズインバータの共通コンセプトとして、寿命部品の長寿命化と寿命診断機能によるメンテナンス性・信頼性の向上が挙げられる。

FREQROL-E700シリーズにおいても、主回路コンデンサ、冷却ファン等の長寿命部品の採用と、表2に示した寿命診断による警報出力を装備したことによって、メンテナンス性・信頼性の向上を実現した。

5. む す び

インバータFREQROL-E700シリーズの先進の操作性と高性能・高機能について述べた。今後も使いやすさの追求と付加価値向上を目指した製品開発に邁進(まいしん)していく所存である。

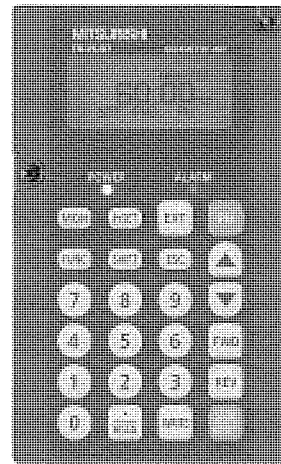


図7. バッテリー内蔵パラメータユニットFR-PU07BB

表2. 寿命診断機能

寿命部品	寿命診断機能
主回路コンデンサ	電源OFF時に静電容量を測定し、容量低下を診断・警告
制御回路コンデンサ	インバータの運転状態と累積時間から推定寿命を診断・警告
突入電流抑制回路	接点(リレー)のON回数を計数し、規定回数との比較により診断・警告
冷却ファン	冷却ファンの回転数を常時監視し、回転数低下を診断・警告

参考文献

- (1) 白石康裕, ほか: 次世代省エネインバータ“FREQROL-F700シリーズ”, 三菱電機技報, 79, No.3, 189~192 (2005)
- (2) 池田克司, ほか: 次世代高機能汎用インバータ“FREQROL-A700シリーズ”, 三菱電機技報, 79, No.11, 735~738 (2005)

3D対応CNC搭載ワイヤ放電加工機 “FA Advanceシリーズ”

林 英明* 千代知子***
渡辺浩太郎*
山田 久**

Wire-EDM FA Advance Series with New CNC Handling 3D Data

Hideaki Hayashi, Koutarou Watanabe, Hisashi Yamada, Tomoko Sendai

要 旨

本稿では2006年11月、日本国際工作機械見本市で製品発表した、新開発のCNC(数値制御装置)、Advance制御装置を搭載したワイヤ放電加工機“FA Advanceシリーズ”について、以下の最新技術を中心に述べる。

(1) “Advance”制御装置

Easy-Advance(操作性向上), 3D-Advance(三次元CADデータの有効活用), Net-Advance(ネットワークによる情報サポート)などの新機能を充実させた新制御装置を開発した。生産作業の流れに沿って三次元CADデータを順番に展開する仕組みを構築し、すべての工程において三次元CADデータを有効に活用できる環境を築いた。

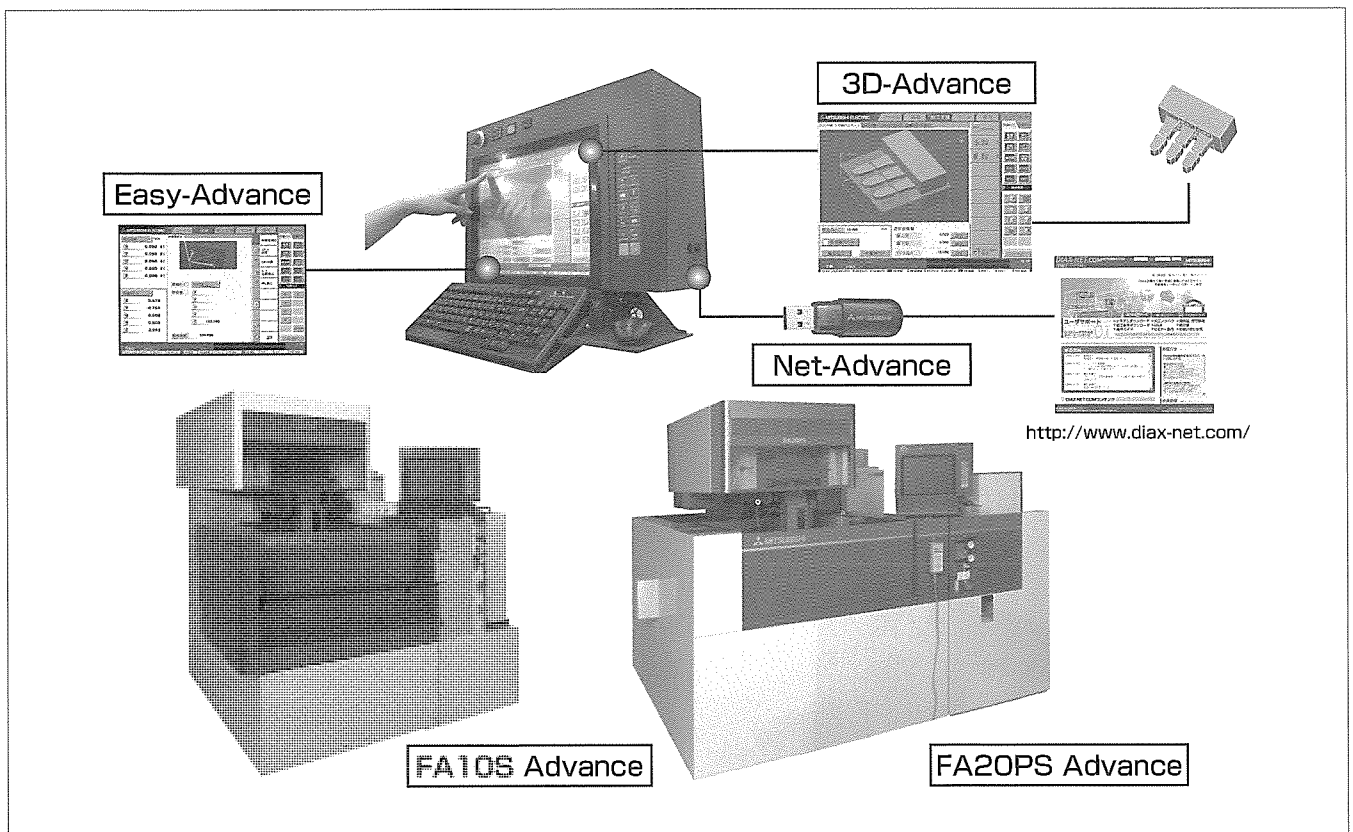
(2) 三次元データを活用した新適応制御(3D-PM)

三次元CADデータを事前に解析し、加工形状の特徴に

応じたフィードフォワード制御を行うことによって、加工条件等を自動的に最適化する新適応制御を開発した。これによってワイヤ断線の防止と加工面に生成される加工筋の低減を実現。加工品質向上と同時に加工時間短縮を可能とした。

(3) 高性能電源“V-Package”

新開発の形状制御電源“Digital-AE”は放電位置制御によって板厚方向の加工量をコントロールして、加工物の上下寸法差を改善することで、高板厚の加工物でも高い形状精度の加工が可能となった。さらにワイヤ電極送り速度を低下させても形状精度を維持し、電極消耗低減による機械稼働時のランニングコスト低減を実現した。



3D対応新CNC搭載ワイヤ放電加工機“FA Advanceシリーズ”

FA Advanceシリーズは三次元データ対応の新型CNCを標準搭載し、操作性を大きく向上。三次元CADデータの利用による加工品質向上やインターネット利用による情報サポートを提供。また工作物の真直精度向上による加工時間短縮も実現した。

1. ま え が き

製品開発の激しい競争の中で生き残っていくために、設計部門では三次元CADやインターネットが広く利用されるようになってきている。さらに生産現場でも三次元CADデータを有効活用し、生産効率を高めようという考えが進んできた。こうした生産現場の環境変化の中、ワイヤ放電加工機に対しても、十分にそれらの環境変化に適応するとともに、さらなる機能・性能向上が要求されている。

そこで、三菱電機は新開発のAdvance制御装置を搭載したワイヤ放電加工機“FA Advanceシリーズ”を開発し、製品化した。FA Advanceシリーズの特長は次のとおりである。

- (1) 三次元(3D)CADデータ利用による段取り性、加工性能向上
 - (2) インターネット利用による情報サポート
 - (3) 工作物の真直精度向上による加工時間短縮
- 本稿では、以下の最新技術について述べる。

- “Advance”制御装置(図1)
- 三次元データを活用した新適応制御
- 高性能電源“V-Package”

2. “Advance”制御装置

2.1 優れた操作性(Easy-Advance)

Advance制御装置には、大画面で視認性のよい15インチ液晶ディスプレイを採用し、タッチパネルと深い階層を排除したメニュー構成で操作性を大きく向上させた。

また、マウス・キーボードを人間工学に基づき使いやすい位置関係に配置し、ネットワーク及びUSB(Universal Serial Bus)メモリ専用ポートなど利便性の高い装置を標準装備して、より使い勝手のよいインタフェース環境を整えた。

2.2 三次元CADデータを現場で活用(3D-Advance)

ワイヤ放電加工の現場では、加工プログラムの入力から、プログラム編集、加工物の取り付け、機械段取り、実加工

運転など多くの工程がある。Advance制御装置では各工程の流れに沿って、三次元CADデータを順番に展開する仕組みを構築し、生産現場におけるあらゆる工程において三次元CADデータを有効活用できる環境を築いた(図2)。

Advance制御装置は、三次元CADデータ(Parasolid形式)を直接読み込み、段取り作業中、又は自動運転中を問わず、必要なときにいつでも三次元モデルを表示することができる“3Dビューア”機能を装備している。また、加工時には、モニタ画面に加工パスと三次元CADデータを重ねて表示させることが可能で、加工の進行状況が一画面で確認できる。

さらに、内蔵3D-CAM(図3)を使えば、三次元CADデータから任意のZ高さの三次元モデル断面の輪郭を自動抽出し、ワイヤ放電加工用のNCデータに変換できる。内蔵2D-CAMは、当社CAD/CAMシステム“CamMagic”と操作性が統一され、二次元のDXF(Drawing eXchange Format Drawing Interchange File)、IGES(Initial Graphics Exchange Specification)ファイルを読み込むことも可能である。

さらに三次元CADデータを解析して放電加工に応用する3D-PM(Power Master Power Monitor)制御(詳細は後述)を開発した。この結果、機上において三次元CADデー

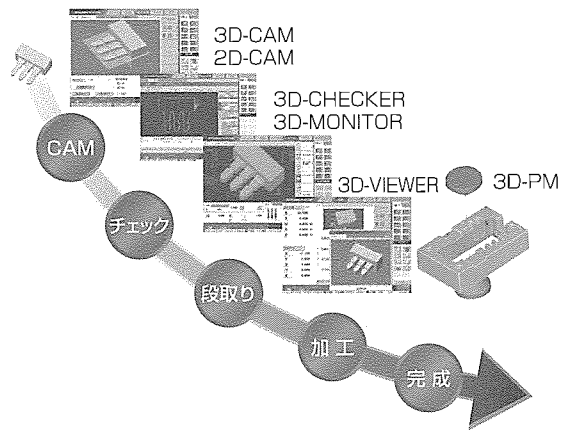


図2. Advance制御装置における3Dデータの活用



図1. Advance制御装置

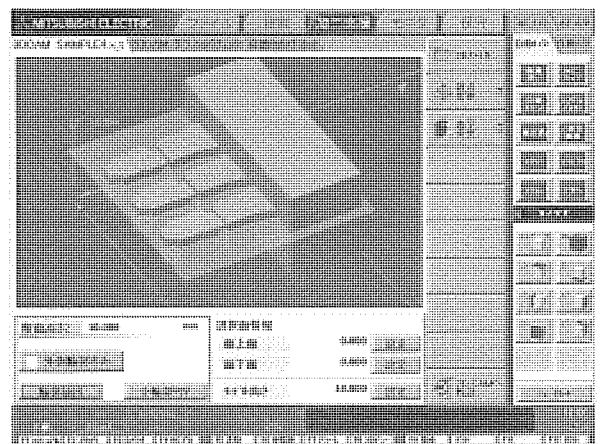


図3. 内蔵3D-CAM

タを、表示、又は編集するだけでなく、加工制御にも活用することによって加工性能を向上させることが可能となった。

2.3 三次元CADデータを活用した新適応制御

Advance制御装置では、階段形状や止め穴、ざぐり、中空などを含む複雑形状の加工において、加工液のかかり具合や加工間隙(かんげき)の状況に応じて自動的に加工エネルギーなどを最適化する適応制御に三次元CADデータを活用することで、加工性能の向上を実現した。

当社は、従来自動的に検出された加工ワークの板厚をフィードバックして加工エネルギーを調整し、ワイヤ電極断線を防止するPM制御を搭載している。しかし従来のPM制御では、板厚検出のばらつきなどによって加工面に不都合な加工筋が発生されたり、ワークの形状によっては十分な加工速度が得られなかったり、ワイヤ電極が断線するなどの課題があった。特に図4に示すような止め穴部分の加工では、穴内で逆流した加工液がワイヤ振動を増加させ、加工筋を発生させる、又はワイヤ電極を断線させる、といった課題があった。今までの経験から、止め穴に入る前に加工条件を制御することで、加工筋や断線を防止することができることは分かっていたが、フィードバック制御に基づく従来技術ではあらかじめワークの止め穴位置や段差を検出することができなかった。

そこで従来のPM制御に加え、三次元CADデータを事前に解析し、加工形状の特徴に応じたフィードフォワード制御を行うことによって、加工精度、加工速度を向上させる3D-PM制御を開発した。

図5は、荒加工における3D-PM制御による結果を従来の結果と比較したものである。従来、段差部に深さ30 μm 程度の加工筋が発生しているのに対して、3D-PM制御によって、加工筋を10 μm 程度に低減できた。この程度の加工筋の場合、仕上げ加工まで行うことで容易に取り除くことが可能である。また、ワイヤ断線を抑制することで再結線時間が不要となるため、トータルの加工時間を短縮することができる。

図6は、3D-PM制御で荒加工したあと、仕上げ加工を行った場合の一例である。図において、段差部の加工筋は仕上げ加工で除去されていることが分かる。

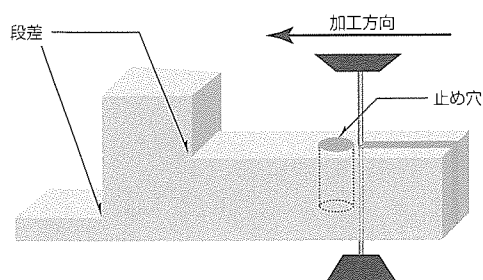


図4. 3D-PM制御の三次元CADデータ解析

2.4 インターネットサポート(Net-Advance)

Advance制御装置には、システムソフトウェアのほか、電子マニュアル、加工条件、ノウハウなどの情報が内蔵されており、加工機上でいつでも利用できる。当社放電加工機サポートWebサイト、DIAX-NET.COM (<http://www.diax-net.com/>)から必要な情報をダウンロードすることによって、ユーザーは最新のソフトウェアや情報を利用できる(ただし、日本国内の利用に限定)。

3. 高性能電源“V-Package”

高生産性を追及するため、FA Advanceシリーズでは高速加工電源“V500”に新開発の形状制御電源“Digital-AE”を搭載した高性能電源“V-Package”を開発し、オプション選択可能とした。V-Packageの特長は次のとおりである。

(1) 形状制御電源“Digital-AE”

荒・中仕上げ加工における真直精度の向上によって、トータル加工時間とランニングコストを削減

(2) 無電解電源“V500”による最大加工速度500 mm^2/min の実現

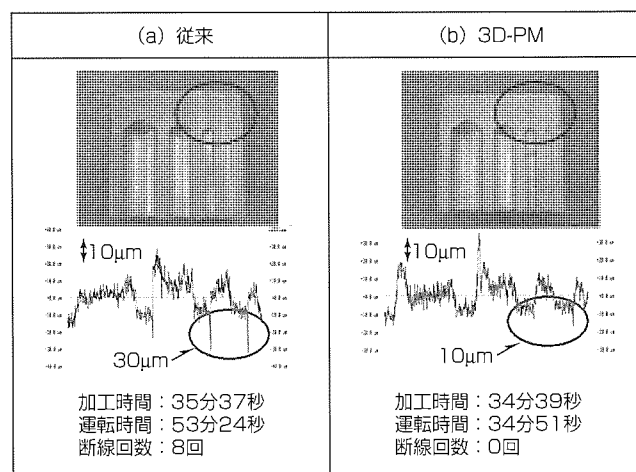


図5. 段差部での3D-PM制御の効果

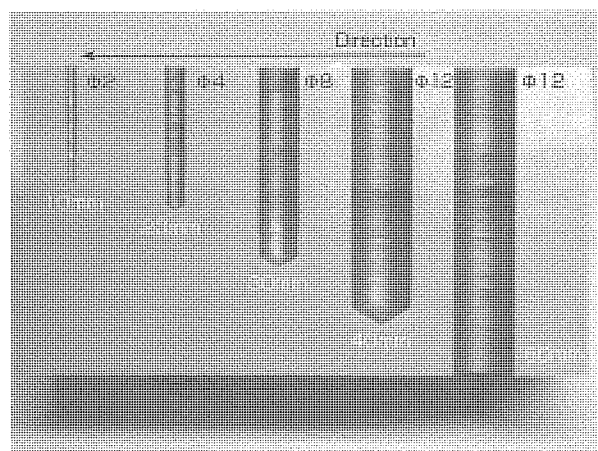
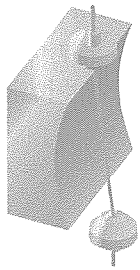


図6. 3D-PM制御の加工事例

従来技術

- 加工条件の最適化
- 加工回数を増やす
- 機械的(テーパ角度)に上下寸法差を補正する



新技術

放電位置制御によって板厚方向の加工量をコントロール

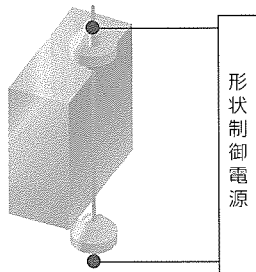


図7. 形状制御電源“Digital-AE”

(3) 特殊材・難削材加工用の加工性能向上

PCD(多結晶ダイヤモンド)等の難加工材のダメージ層を従来比1/3に低減

ワイヤ放電加工では、ワイヤ電極のたわみなどの影響で加工物に上下寸法差が生じることがある。この寸法差は0であることが望まれ、これを真直精度と呼んでいる。従来、荒加工でできた太鼓形状を仕上げ加工で修正するためには、加工回数、加工速度、電気条件などを最適化したり、上下の寸法差をテーパ角で補正したりするなど多くのノウハウが必要であった。

こうした課題を解決するため工作物の板厚方向に対して投入する加工エネルギーを制御、板厚方向の加工量をコントロールすることで加工形状を向上させる形状制御電源“Digital-AE”を開発した(図7)。

図8はDigital-AEによって真直精度が向上した例を、当社従来機と比較したものである。

Digital-AEによって、板厚200mmで真直精度5μm以下の高精度加工が可能となった。

さらに、Digital-AEによって真直精度を改善することで、加工回数を削減するとともに、トータル加工時間を当社従来機と比較して20%短縮した。Digital-AEを高板厚パンチ加工に適用した加工事例を図9に示す。

また、一般にワイヤ電極の送り速度が遅いほど電極消耗の影響で真直精度、特に上下寸法精度が低下する。そのため、従来、高い真直精度を要求される加工の場合にはワイヤ消費量を低減できないといった課題があった。

これに対して、Digital-AEを適用することで、ワイヤ電極の送り速度低減に伴う形状誤差を修正し、高い真直精

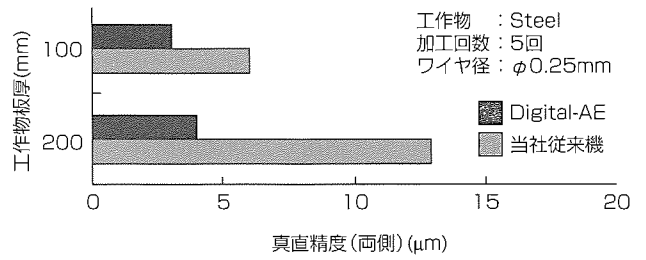
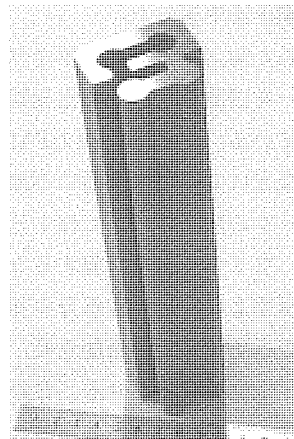
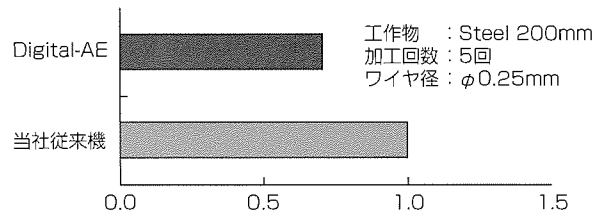


図8. 真直精度の向上



ワーク : SKD11
板厚 : 200mm
ワイヤ : φ0.25mm, 黄銅
加工時間 : 20時間(5回加工)
面あらし : Rz3.8μm
真直精度 : 4μm(両側)

図9. 高板厚パンチ加工事例



当社従来機を1とした場合のワイヤ消費量

図10. ワイヤ消費量の削減

度を維持できる。一例として、Digital-AEによる加工時間短縮とワイヤ送り速度低減との両方の効果で、ワイヤ消費量を従来比30%削減し(図10)、機械稼働時のランニングコストを低減することが可能となった。

4. むすび

このように、新開発したAdvance制御装置、形状制御電源を搭載したFA Advanceシリーズワイヤ放電加工機は、生産現場における更なる生産性向上に寄与していくことができると考える。今後も現場を中心としたユーザーニーズを的確に捉え、積極的に製品化を図る所存である。

新中型形彫放電加工機“EA28V”

塩谷利弘*
浅井巖慶*
今城昭彦**

A New Middle-size CNC Sinker EDM “EA28V”

Toshihiro Enya, Yoshinori Asai, Akihiko Imagi

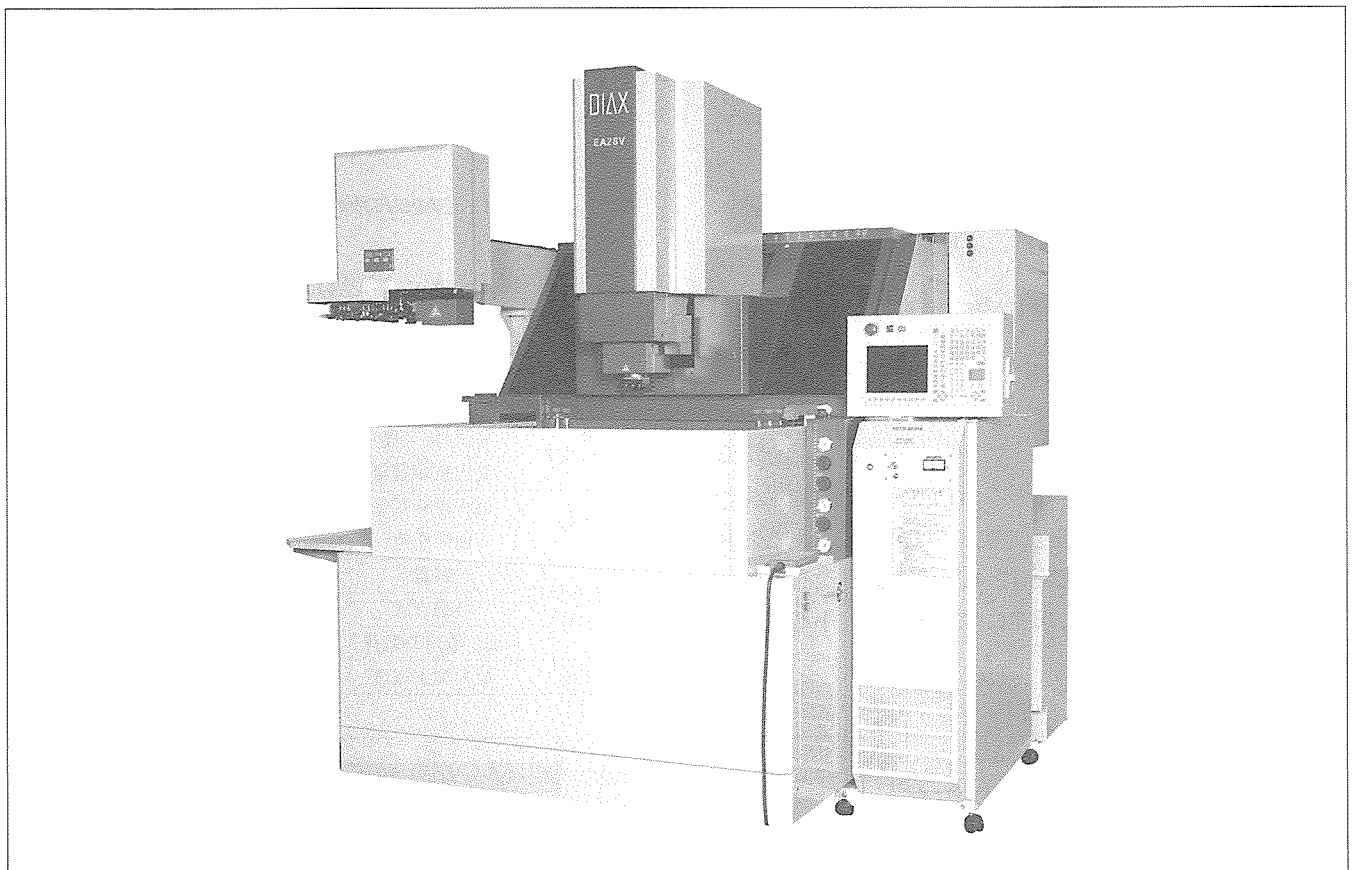
要 旨

近年の工作機械業界においては、年々より複雑で高度化・短納期化している金型製作に対応するため、切削加工機の性能向上とともに、形彫放電加工機に対してもより高速・高精度な加工性能が求められている。三菱電機は加工性能を大幅に向上させた新V電源を2004年に開発し、小物・微細加工領域をターゲットとした“EA12V”と“EA8PV”にそれぞれ搭載し発売を開始した。一方、自動車のホイール・エンジンプロックのダイカスト型や家電用金型等にみられるように年々大型化していく中物加工領域においても、市場の要求を満たすため加工性能の向上が望まれていた。そのためV電源を搭載した機種 of のさらなるシリーズ拡大として、中物加工を行うユーザーをターゲット

とした“EA28V”を開発した。

主な特長は、次のとおりである。

- (1) 高性能V電源の搭載による加工性能の向上。さらに超硬等の難加工材加工にも対応
- (2) より大きな電極・ワークにも対応可能な高剛性機械構造体
- (3) 大面積や深リブの仕上げ加工性能を向上させる新適用制御(SSジャンプ3)の開発
- (4) 同クラスでは業界最小の設置スペース・油量を実現。V電源による省エネルギー化の実現
- (5) 操作性・保守性を向上。さらに機械デザインを一新し、従来にないスタイリッシュな外観デザインを実現



高速・高精度，新中型形彫放電加工機“EA28V”

高速・高精度加工を実現する新中型形彫放電加工機EA28Vを開発した。自動車部品のプラ型／ダイカスト型から鍛造型／押出型等様々な加工内容に対応し、従来と比較して加工性能を向上させるのと同時に、操作性・保守性も向上させた。機械本体のデザインの見直しと設置面積の低減によって、コンパクトで斬新な機械外観を実現した。(電極自動交換装置及び機械ヘッドの電極割り出し装置はオプション仕様)

1. ま え が き

年々一層複雑で高度化する多種多様な金型に対し、形彫放電加工機にも、より高度な技術が求められている。当社はこのような状況の中、加工性能を大幅に向上させた新V電源を2004年に開発し、小物プラ型や電気電子部品等の微細部品、超硬工具部品など小物高精度加工をターゲットとしたEA12Vに搭載を開始した。その後、コアピン・櫛歯(くしば)形状の微細コネクタ型、微細ゲートなど、超高精度小物加工をターゲットとしたEA8PV(加工精度±3μm保証)を発売し、それぞれ今日にいたるまで着実に出荷台数を伸ばし、市場の評価を得ている。

一方、エンジンプロック、ホイール、インパネ等の自動車部品やパソコン、テレビ等の電気製品は年々大型化・一体化しており、大面積加工において面残りやシミのない均一面が要求されている。またキャビティ側のリブ加工については、より薄く深くなり電極とワークの高さが高くなるため、面間距離が必要となってきている。また生産性向上のため、例えばゴム型などワーク定盤上に同じ型を複数個並べてATC(Automatic Tool Changer)による電極自動交換で連続加工する場合も増えている。

こうした市場要求に対応するため、中物加工をターゲットとしたEA28VをV電源を搭載した機種シリーズ拡大として開発し、加工性能の向上を実現した。さらに、使いやすさを向上させるため、操作性・メンテナンス性を改善した。

本稿では機械の基本仕様・特長と加工事例について述べる。

2. 形彫放電加工機EA28Vの基本仕様

EA28Vの外観を図1、基本仕様を表1に示す。

2.1 新高性能V電源

新高性能V電源の搭載によって、加工性能の向上を実現し、従来標準では対応できなかった超硬などの難加工材の加工も可能とした。加工速度に関しては図2に示すとおり、従来機と比較して鋼材・超硬材ともに20%以上改善している。最良面加工についても図3に示すとおり、小型機並の精度を実現している。

また従来機搭載のFP電源は、環境負荷に考慮していることで優秀省エネルギー機器表彰を受賞したが、V電源はさらに従来比約20%の消費電力低減を実現した。

2.2 高剛性機械構造

電極・ワークの質量が増加する中物の高精度加工においては、機械本体構造の高剛性化が求められる。そのためCAEシミュレーションによる機械変形や振動解析によって、機械構造体の形状最適化を実施した。さらにボールねじ径・ガイド型番・モータ容量をそれぞれ見直し、軸駆動系を強化した。実機で従来機種と比較した結果、主軸先端部の静剛性が約2倍向上した。

2.3 新適応制御(SSジャンプ3)

大面積加工や薄長リブ電極による加工の場合、従来機では図4に示すとおり、主軸の上下ジャンプ動作によって、

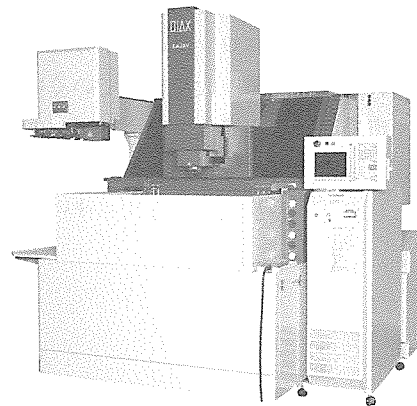
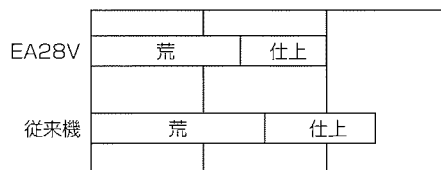


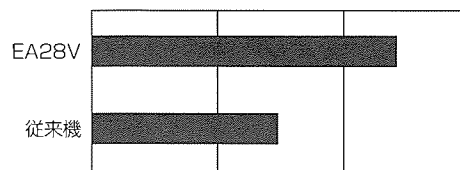
図1. EA28Vの外観(オプション含む)

表1. EA28Vの基本仕様

設置寸法(幅×奥×高)	(mm)	2,195×2,512×2,615
軸移動量(x×y×z)	(mm)	650×450×350
加工槽内寸(幅×奥×高)	(mm)	1,100×810×450
テーブル	寸法(幅×奥)	(mm) 850×600
	最大積載質量	(kg) 2,000
主軸	最大電極質量	(kg) 200
	面間距離	(mm) 300~650
加工液供給装置	容量	(L) 390
	ろ過方式	微細ペーパーフィルタ3本
	加工液冷却装置	ユニットクーラー(標準)
電源	最大加工電流	(A) 80



(a) グラファイト電極の□100加工



(b) 超硬の最大加工(銅タン:超硬)

図2. 加工速度の比較結果

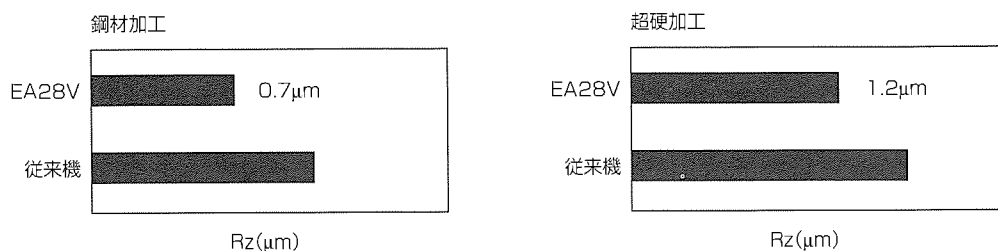


図3. 最良面加工の比較結果

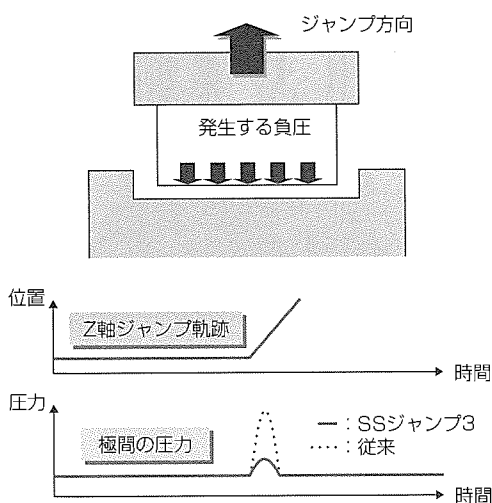


図4. ジャンプ時のモデル

極間に発生する負圧が大きくなる。その負圧で電極が変形・振動しワークへの面残りや電極との摩擦による傷が発生する。そのため、ジャンプスピードを制限し加工速度を悪化させていた。また、ワーク側固定治具の剛性が小さい場合には、ワークがずれてしまう場合があった。EA28Vでは、新適応制御(SSジャンプ3)によるジャンプ動作の最適化を実施し、ジャンプスピードを上げても極間に加わる負圧を低減させることが可能となった。その結果、大面積加工やリブ形状による加工においても、仕上げ加工速度や形状精度の向上が可能となった。

2.4 高精度加工への対応

中型機は温度管理された恒温室ではなく、一般環境下に設置されることがほとんどである。一方、一体型電極による加工や多数個取り加工など加工時間が長くなる場合が多い。そのため周囲の温度変化によって熱変位が発生し、高精度加工を実施する場合には、その影響が無視できなくなる。

当社は、放電加工機では業界で初めて熱変位補正機能を搭載し、高精度加工を実施する場合に効果を上げている。EA28Vにおいてもこの機能を標準搭載して熱変位の低減を実現した。さらにZ軸にはリニアスケールを装備し、深さ方向に対する位置精度を向上させて、より高精度な加工内容にも対応可能とした。

2.5 省スペース・省油量化の実現

機械が大型化するに従い、設備や消防法の関係上、設置スペース及び必要油量を可能な限り削減することが望まれる。そのため加工液タンクの構造を見直し、従来機より油量を約40%削減した。さらにタンクは機械本体との結合によって配置の最適化を実施し、従来機と比較して設置スペースを約30%削減した。

また標準仕様においては工場エアは不要であり、ユーザーの初期投資費用の削減と機械の移動及び立ち上げが容易となった。

2.6 操作性・メンテナンス性の改善

EA28Vは加工性能だけでなく、次に示す機能によって操作性・メンテナンス性の向上を実現している。

(1) 加工槽自動昇降

加工槽が自動昇降して前面・左右の3方向が開放するため、機械テーブルへの接近性が向上しているのと同時にハンドリフタによるワークの搬出/搬入を可能としている。また、自動設定可能な液面間隔を細かくして液面高さの微調整が容易にできるようにした。さらに、加工槽の下降とともに加工液が排出する構造として排出時間を短縮し、無駄な時間を削減した。

(2) 新加工液回路

加工槽内のテーブル回りのみ液循環可能な“液ならしモード”を新設した。段取り作業中の機械温度を液温に近づかせることが可能であり、段取り作業の高精度化を可能とした。さらに、大流量の加工液を循環させる“大流量モード”によって加工時に極間に発生したスラッジを強制的に除去し、スラッジによる二次放電を抑制した。また加工終了時、ワーク周辺に沈澱(ちんでん)した加工屑(くず)を洗い流すため、手動洗浄専用のバルブも新設した。

(3) 微細メッシュフィルタ

微細メッシュかつ濾過(ろか)面積を増加させたフィルタ3本を標準搭載した。これによって、Gr電極による中物の荒加工時に発生する大量の加工屑を効率よく濾過することが可能となった。フィルタの交換時期は、機械正面に配置した圧力計で確認可能であり、フィルタ交換は機械を停止することなく1本ずつ交換可能な構造とした。その他にも、大物電極を取り付けた状態でも原点復帰可能なXY軸

表 2. 標準装備とオプション

標準装備	
超硬回路	高機能手元操作箱
梨地仕上回路(PS回路)	液ならし機能
光沢仕上回路(GM2回路)	フィルタ 3本仕様
熱変位補正システム	SSジャンプ 3
Z軸リニアスケール	自動潤滑装置
マルチポジション加工槽	加工液温度制御装置
加工槽内液流量調整機能	
オプション	
FP120V電源	XY軸リニアスケール仕様
高剛性C軸仕様(50kg対応)	LAN仕様
高精度内蔵スピンドル(10kg対応)	自動化対応
自動電極交換装置(10kg対応)	

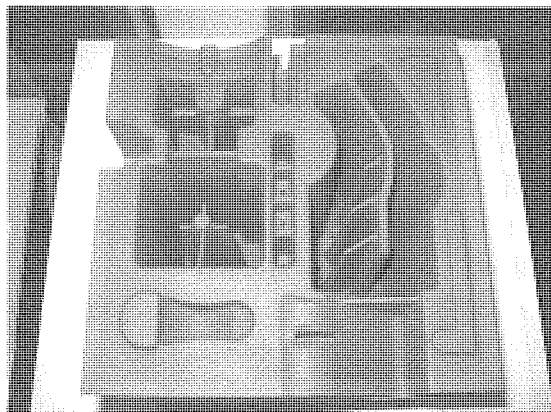


図 5. 加工事例(電極)

原点位置センター仕様, 座標表示による位置確認/加工液入/加工入が可能な高機能手元操作箱の標準装備で段取り操作性を向上している。また保守点検が必要な機器は, すべて機械後方に集約することでメンテナンス性も向上させた。

2.7 オプション対応

表 2 に標準仕様と対応するオプション一覧を示す。

大物電極に対応するため, 装着可能な電極質量を従来より向上させ, さらに高ピーク電流による荒加工時の高速加工を実現可能なFP120V電源にも対応している。また, LAN(Local Area Network)仕様による各種ネットワークへの対応や, 電極/ワーク自動交換装置など自動化による生産性向上への対応も可能としている。

3. 加工事例

図 5 に加工後の電極, 図 6 にワークの外観写真を, 表 3 に加工結果を示す。□200の大面积で, 150mmの深い溝部

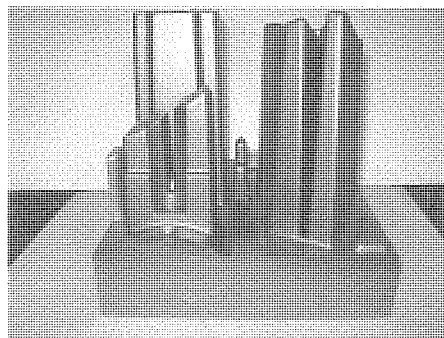
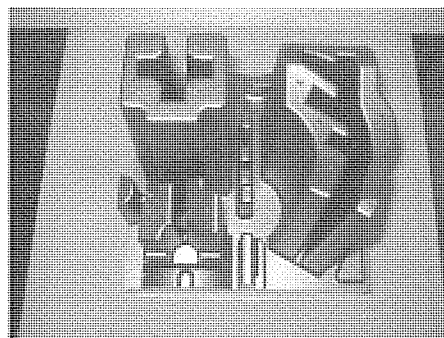


図 6. 加工事例(ワーク)

表 3. EA28Vの加工結果

EA28V EDM Sample	
ワーク	SKD61
電極	Gr(EX70) 2本
片側縮小代	0.7/0.3mm
面粗さ	Rz : 15.0 Ra : 2.3

や側面があるミッションケースのアルミダイカスト型を模擬した形状で, Gr電極による加工を実施した。Gr電極の低消費化を実現するとともに, 側面/底面とも均一に仕上がっており, 大物加工において安定した加工を実現している。

4. む す び

新中型形彫放電加工機EA28Vの仕様と搭載した新技術について紹介した。EA8PV, EA12Vと合わせ高性能V電源を搭載したシリーズとして3機種がラインアップした。今後とも加工機のさらなる性能向上を実施し, 市場のニーズに対応していく所存である。

参考文献

- (1) 塩谷利弘, ほか: 新型形彫放電加工機“EA12V”, 三菱電機技報, 79, No.3, 215~219 (2005)

新型炭酸ガス二次元レーザ加工機 “NXシリーズ”

宇野航史*
迎 友則*
武藤和明*

New CO₂ Laser Processing Machine “NX Series”

Koji Uno, Tomonori Mukae, Kazuaki Muto

要 旨

炭酸ガス二次元レーザ加工機(以下レーザ加工機)は金属板を特段の治工具なしに複雑な形状に切断加工できるため、自動車や電気機器などの開発や製造の現場で使われており、ユーザーニーズの多様化と製品サイクルの短縮化がますます進む中、多品種小ロットの板金加工を短納期、低コストで行うことが求められている。レーザ加工機には、さらなる高速化と多品種連続加工の要望が多く寄せられているが、高速化に伴う加工精度の低下、材料の反りなどの変形に対するレーザ光焦点位置の追従性、加工時に発生するプラズマの影響などにより、加工速度の高速化と加工時間の短縮には限界があった。

三菱電機は最先端技術を結集してこれら高速加工にかかわる課題を解決し、超高速切断加工を実現したレーザ加工機“NXシリーズ”を製品化した。

超高速切断とともに当社レーザ加工機のフラッグシップ機としてNXシリーズの3つの開発コンセプト(連続稼働・加工性能向上・操作性向上)とコンセプトを実現するための技術開発の概略について述べる。

●開発コンセプト

(1) 連続稼働(Keep on running)

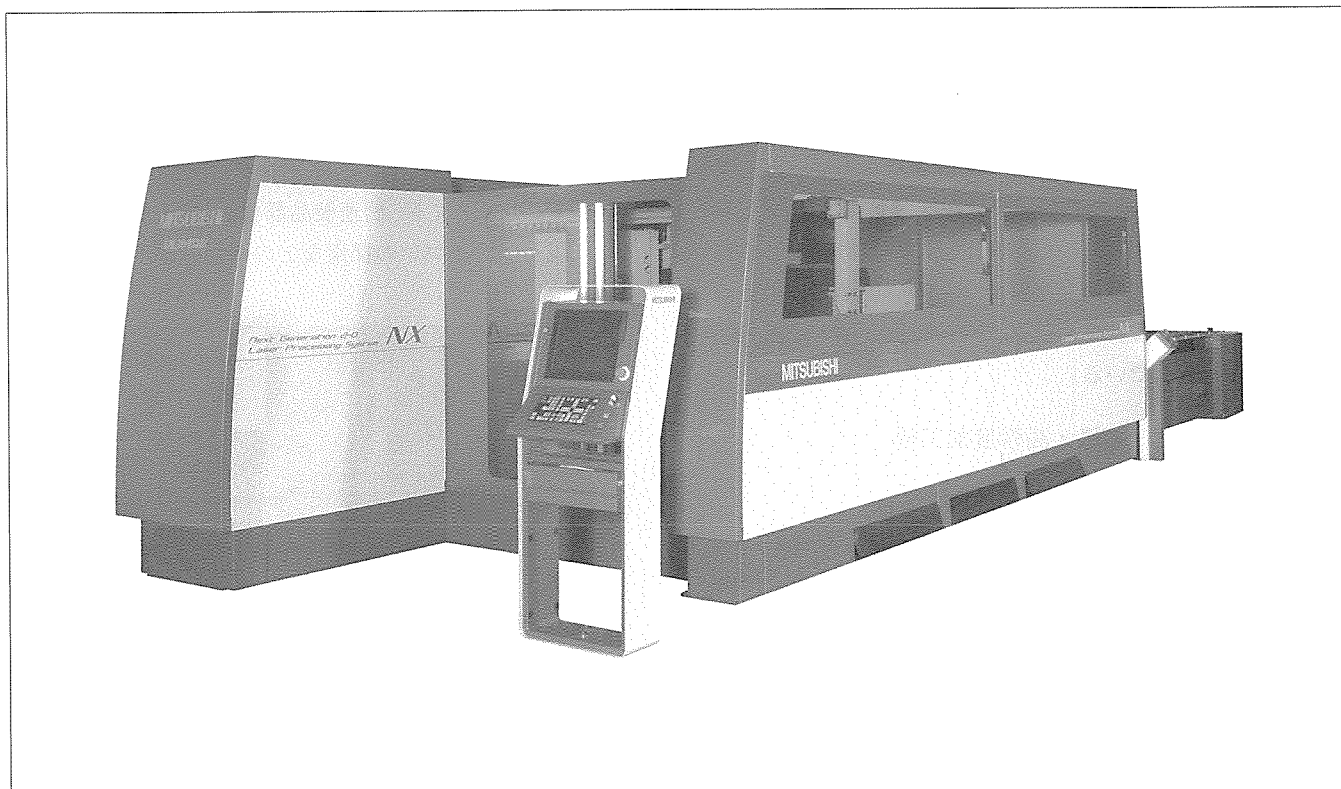
安定加工を可能とするビーム品質保持と交換部品の寿命把握のためのセルフチェック機能開発による信頼性の確立

(2) 加工性能向上(High performance)

薄板から厚板まで高速でありながら比類なき高精度を実現

(3) 操作性向上(Think about less thing)

段取り作業効率化のためのガイダンス機能により、使う人にやさしい操作性を追求



新型二次元レーザ加工機“NXシリーズ”の外観

FA機器デザインの統一化により、より強く三菱らしさをアピールした。より機能的で使いやすく、生産現場の価値やイメージの向上を図るとともに力強いブランドイメージの確立を目指している。NXシリーズでは、この概念のもと、赤と黒をモチーフとして今までのレーザ加工機にはないシャープさと緊張感のある曲面を前面に出してモダンデザインを表現している。

1. ま え が き

近年、国内や米国、欧州主要国における板金切断用加工機において、レーザ加工機の年間導入台数が、タレットパンチプレスの台数を大幅にしのご状況が続いている。

このようにレーザ加工機の導入台数が伸長した理由は、レーザ加工機の欠点であった大量生産性、ランニングコスト、厚板加工性などの技術分野において各種技術開発が進んだことによる。さらに、良好なレーザ切断品質によって、切断の前後工程を削減することが市場評価を得て、レーザ加工機の市場拡大につながった。

しかし、ここにきて製造業を取り巻く厳しい環境から、レーザ加工機による生産性向上に向けたさらなるブレークスルー技術の期待が高まっている。

本稿では、このような環境下で当社が投入したレーザ加工機“NXシリーズ”について述べる。

2. NXシリーズの特長

レーザ加工機はロット数の多い加工ツールとして普及が進み、同一加工性能を長期間維持する能力(Keep on running)の要求が急速に増えている。この傾向は、特に加工ロット数2,000~3,000個の生産が標準的な欧米で顕著であり、機械的な信頼性や、光学的な信頼性を高める技術とともに、加工機の稼働率を高めるスケジュール管理、予期せぬ機械停止を防止する予防保全技術などの要求が高まっている。

これらの市場要求に対して、①連続稼働への対応、②加工能力向上、③操作性向上の3つを開発コンセプトとして、レーザ出力4kW炭酸ガスレーザ発振器“ML40CF”を搭載したNXシリーズを開発した。加工機の基本機能として高速加工性能追求の技術開発を優先するのは当然ではあるが、その性能を長期間維持する技術についても、様々な独自開発内容を盛り込んでいる。

3. 高速・高精度加工機

3.1 加工機剛性アップ

NXシリーズの高速・高精度加工のベースとなるのは、最適化技術を用いてデザインした高剛性鋳物フレームである。主要構造部品に鋳物製部品を採用し、従来シリーズと比べて可動部の重量を半減し、加工機本体の剛性を高め、耐振動性を向上することによって光走査方式のX軸とY軸は従来機に対して4倍の加速度での駆動を可能とした。加工送り速度は従来機に対して約1.5倍の120m/minに高速化するとともに長期的な精度確保を実現している。リニアモータ駆動のZ軸は、業界最高の最大4Gの加速度で材料の変形に追従することができる。さらに、加工する形状や速度に合わせて動作パターンを最適化する制御技術によって、

高速化と従来製品と同等以上の真円度やコーナー部の形状精度を確保した。

3.2 高精度倣(なら)い

高速加工においては材料表面へのレーザ光焦点位置の追従性が重要である。金属材料に対しては、高速加工時に発生するプラズマの影響を受けず、安定して焦点位置を検出可能な倣いセンサが不可欠となる。NXシリーズでは、倣いセンサの制御方式に改良を加え、高速追従性能が従来機に対して約5倍になるとともに、内製化で耐プラズマ性に優れた倣いセンサを実現した。

切断品と加工ヘッドの接触を防止するための退避移動軌跡について、加工終了点から次加工点への移動を最適化するアルゴリズムの開発で加工時間の短縮を図った。さらに、Z軸の加速度4Gの効果で、退避及びアプローチの時間を従来機に対して約30%の短縮も可能となった。

3.3 高速加工制御

新開発のSuperHP制御2は、“M700シリーズNC”の新技术として搭載しているOMR-FF制御によって、指令に対する高い追従性及びコーナーでの良好な左右対称性の特長を取り入れた。さらに、従来のSuperHP制御の機能に加え、最適フィードフォワードによって高速加工時の低振動化を実現。従来機に対して同一精度で8m/minから20m/minまでの速度アップが可能となった。

図1に示す薄板高速加工の当社標準ベンチマーク形状で加工時間48sを達成し、従来機に対して約26%の加工時間短縮を実現した(表1)。

3.4 操作性向上

制御装置には高速CPUと15インチの大画面タッチパネル液晶を採用した。NC関連製品群(レーザ、放電、NC)でタブ表現及びアイコンの採用などの画面インタフェースを

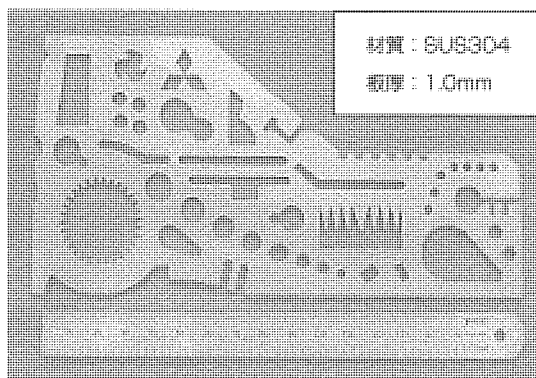


図1. 当社標準ベンチマーク形状

表1. 加工時間比較

	NXシリーズ	従来機
加工時間(s)	48	65
加工速度(m/min)	20	8

統一するとともに、画面上でのチェック機能などの描画処理性能を向上させ、操作性を改善した。

また、従来の加工ガイダンス機能である試し加工及び加工ヘルプ機能を充実させ、加工状態に対応して条件変更を容易とし、ユーザーの技量によらず、最適な加工が可能となり、使う人にやさしい操作性を実現している。

加工ストロークは鋼板などの定尺3,050×1,525mmに対して、約5%拡大した3,200×1,600mmを確保した。これによって材料を載せる際の作業性を向上するとともに、耳付材などの特殊寸法材料の加工を可能にし、材料の歩留まり向上によるランニングコスト削減にも貢献する。

3.5 連続稼働

NXシリーズに搭載の発振器ML40CFは、高ビーム品質、高クリーン度、高防塵(ぼうじん)性、高剛性などの技術を盛り込んでおり、長期安定性を実現している。

加工機はパレットチェンジャを標準装備するとともに材料載せ換え時の材料の傾きやズレを補正するシート位置検知機能で段取り時間を削減した。材料の自動供給装置と組み合わせてレーザーシステムへ拡張すれば、長時間の連続加工も可能となる。異なる材料を連続して加工する場合でも、レーザー光の焦点位置やアシストガス圧などの条件を制御装置がデータベースに基づき自動設定するため、段取り換えすることなく連続加工ができる。

また、発振器のミラーや静電センサの感度などの状態を監視し、部品の交換時期を提示する図2のセルフチェック機能を開発したことで、ユーザーがメンテナンス計画を事前に立てることを可能にした。

4. レーザ加工技術

NXシリーズにおける薄板の高速加工性能は前述のとおりであるが、中厚板、厚板加工性能についても生産性向上を図っている。次にその効果について述べる。

4.1 レーザ加工における動作時間分析

図3は、図4に示す形状を当社従来機で加工した場合の加工時間内における動作別時間内訳である。基本的なレー

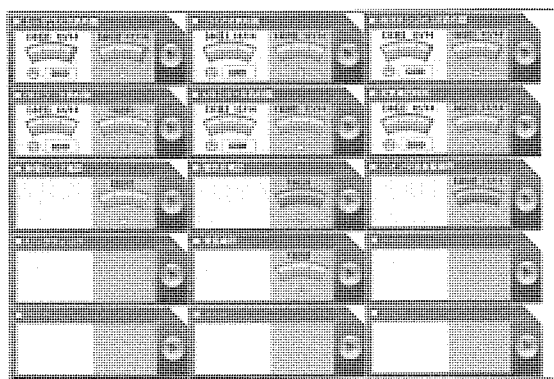


図2. セルフチェック画面

ザ加工の動作は、ピアシング、ピアス線の切断、製品形状の切断、加工ヘッドの退避、次の加工点への移動、加工ヘッドのアプローチで分類することができる。一般に高速加工性能といえば製品形状切断時の速度のみに目が向けられがちであるが、実際には製品形状切断以外の動作が占める時間の割合が大きな場合が多く、図4の例でも約6割が形状切断以外で占められている。そのためNXシリーズでは、形状切断以外の時間短縮にも着目することでトータル加工時間の短縮を図り、生産性向上を実現するための加工技術開発に取り組んだ。

4.2 ピアシングの動作における時間短縮

ピアシング時の基本的な動作は、ピアシング条件の選択、アシストガス噴出、ビームオン、切断条件の選択、アシストガスの切換え等という流れとなる。この一連の流れは通常サブプログラム化されており、ピアシング時に呼び出され、実行する仕組みとなっている。従来は、どの加工内容でも安定したピアシングが実施できるよう汎用性を高めるためのプログラム改良を行ってきたが、そのために加工内容によっては不要な動作を含んでしまうことがあった。そこでNXシリーズではピアスプログラムとして最大20本の登録を可能とし、各加工条件から最適なピアス動作が選択できる機能を開発した。この機能によって、各加工条件でピアスプログラムを細かく使い分けることが可能になり、

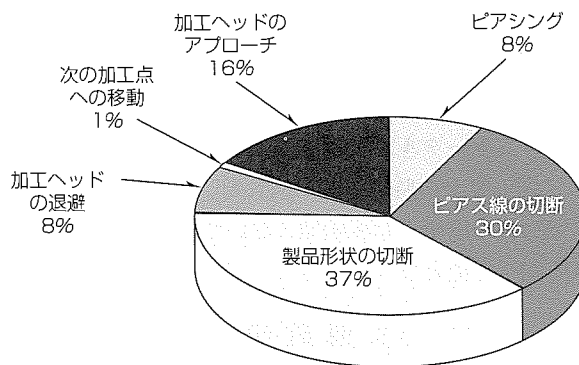


図3. 加工時間内の動作別内訳

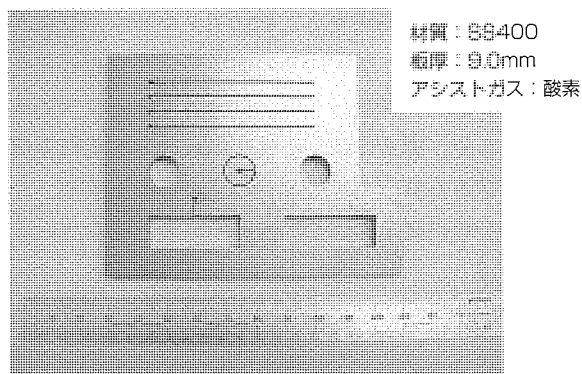


図4. レーザ加工サンプル例

各種材質及び板厚のピアシングに適した動作をそれぞれ検証、適正化することでピアシング時間の短縮を実現した。現在ではピアス光のモニタによるセンシング技術でビーム貫通時の検知を行うことも実現しており、今後はこの技術開発によってさらなる適正化を図っていく。図4の加工におけるピアシングの動作時間については、従来機に対して約80%の時間短縮が得られた。

4.3 ピアス線切断における時間短縮

レーザ加工では、ピアシングから製品形状に入る際にピアス線と呼ばれる経路が付加される。ピアス線は、ピアシング時のキズやスパッタが製品の品質に影響を及ぼさないよう、製品部分からピアシング位置を離すためと、ピアシングから安定した切断に移行するための助走線としての役割を担う。ピアス線切断においては、ピアシング部にエアガス流を吹き付けるサイドブロー機構を用いることによって、図5に示すようにピアス孔周囲のスパッタを低減し、ピアシングから加工に入る際に用いられる開始条件の高速化と、ピアス線の長さ低減による時間短縮を実現した。NXシリーズではサイドブロー機構が標準装備されており、軟鋼だけでなく、ステンレスやアルミへのピアシングでもスパッタの低減が可能である。図4の加工におけるピアス線の切断時間については、従来機に対して約80%の時間短縮が得られた。

4.4 トータル加工時間短縮への効果

その他、前述しているように加工ヘッドの送り速度や回避及びアプローチ動作も高速化を図っている。加工時間の短縮割合は加工内容や形状によっても異なるが、図4の加工におけるトータル加工時間は図6に示すように従来機に対して40%以上の時間短縮が図れた。このようにNXシリーズでは、中厚板、厚板領域においても高い生産性を実現できる加工性能となっている。

5. 情報配信

レーザ加工機の稼働台数が増加し、ユーザー間の競争が増える中、各ユーザーにおける加工ノウハウを駆使した他社との加工の差別化は、競争力強化の不可欠条件である。当社では、最新加工条件や小穴の加工ノウハウ、厚板エッジ部の加工ノウハウ、二度切りの加工ノウハウなどを必要に応じてホームページからダウンロードできるシステムの運用を開始した。図7には、当社でのレーザ加工機専用ホームページであるMELLASER-NETの事例を示す。今後もユーザーからの要求に応じて内容の充実を図っていく。

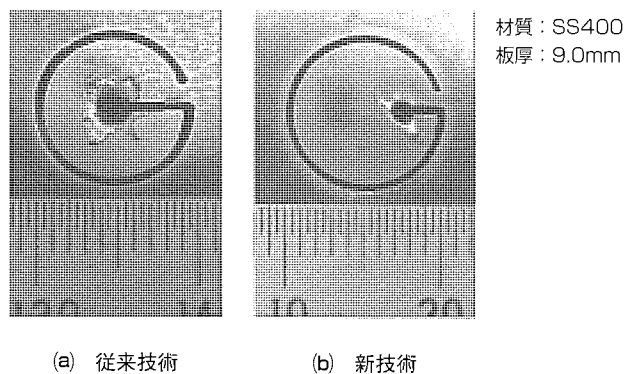


図5. ピアシング時のスパッタ低減例

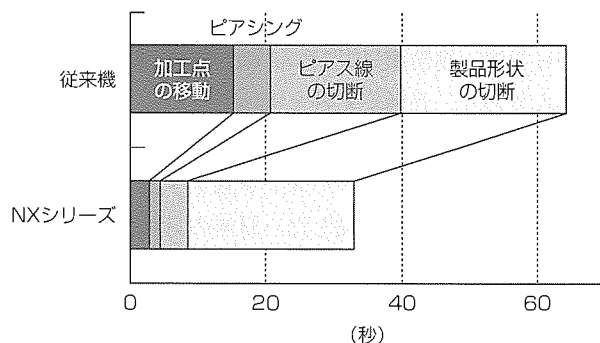


図6. 同一形状における加工時間比較



図7. MELLASER-NET画面

6. むすび

最新の炭酸ガス二次元レーザ加工機であるNXシリーズの主な特長と加工能力について述べた。

今後も総合レーザ加工機メーカーとしてさらなる性能向上を目指し、自動車、電機産業をはじめとする生産現場の各種ニーズに積極的に対応していく所存である。



特許と新案 * * *

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

ファクトリーオートメーションシステムの制御方法,

ファクトリーオートメーションシステムの中央制御装置 特許第3651573号(特開2001-14018)

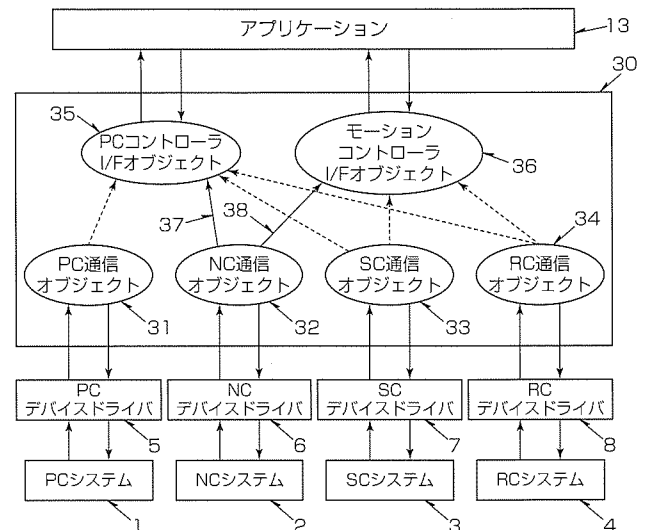
発明者 上野雅之

この発明は、中央制御装置が、プログラマブルコントローラ(PC)、数値制御装置(NC)、サーボコントローラ(SC)、ロボットコントローラ(RC)等の被制御装置を制御するファクトリーオートメーションシステム(FAシステム)に関するものである。

この発明は、中央制御装置に設けられた制御手段(13)が、第1及び第2の被制御装置(1, 2)に共通する機能を実行させる命令(35)を中央制御装置と被制御装置とを接続するインタフェース手段(30)に送信し、このインタフェース手段(30)が、受け取った命令(35)を第1の被制御装置用の第1の操作命令(31)と第2の被制御装置用に第2の操作命令(32)とに変換し、第1の操作命令(31)に基づき第1の被制御装置(1)を制御するとともに、第2の操作命令(32)に基づき第2の被制御装置(2)を制御するものである。

そのため、一つの被制御装置に対する処理を、他の被制御装置に対する処理の終了を待つことなく実行することが

できるので、FAシステムを全体として高速に動作させることができる。



レーザ切断方法 特許第3175463号(特開平7-232289)

発明者 金岡 優, 森 譽, 湯山崇之, 竹野祥瑞

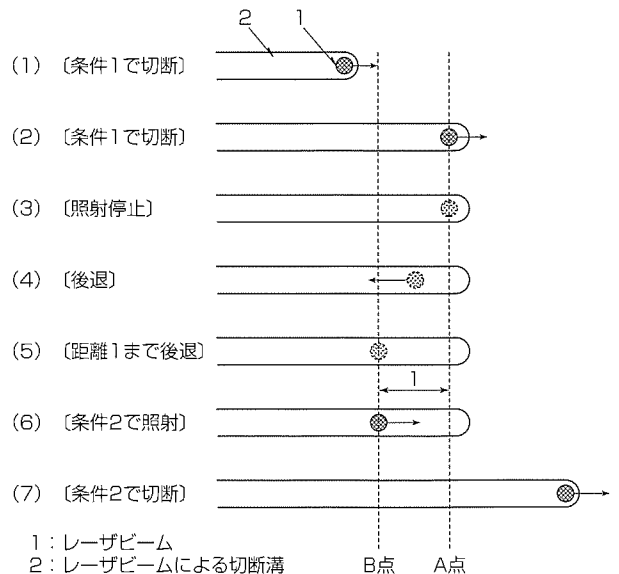
この発明は、レーザビームにより各種材料の切断を行うレーザ切断方法に関するものであり、切断加工中に加工条件を変更する際の加工品質劣化を防止するものである。

従来のレーザ切断方法においては、例えば直線部切断時と角部切断時との間で、加工速度やレーザ出力等を切り換えて切断加工を行っていた。しかし、レーザビームの照射位置に対し切断の加工現象が遅れるため、加工条件切り換え時に遅れ分が異常燃焼を起こし、切り換え位置で欠落を発生する問題があった。また、加工条件切り換え時に切断溝周囲温度が高温の場合、異常燃焼が起きやすいという問題もあった。

この発明は、加工条件を変更する際に、いったんレーザビームの照射を停止し、所定距離だけレーザビーム照射部を切断軌跡上で後退させ、加工条件を変更して再度レーザビームを照射し切断加工を再開する切断加工方法である。

これにより、加工条件の切り換え位置が加工現象の遅れよりも手前側となり、遅れ分の異常燃焼がなくなり、溶損の発生を効果的に防止することができる。また、加工条件の切り換え時にいったんレーザビームの照射を停止するこ

とで材料温度が低下し、切断品質の向上が図れる。さらに、レーザビーム照射部の後退量の最適化や、後退時に気体等の吹き付けによる被切断材料の冷却により、加工時間の短縮や加工品質のさらなる向上が可能となる。





特許と新案**

三菱電機は特許及び新案を有償開放しております

有償開放についてのお問合せは
三菱電機株式会社 知的財産渉外部
電話(03)3218-9192(ダイヤルイン)

位置決め装置及びそのプログラム表示方法 特許第2697399号(特開平5-73147)

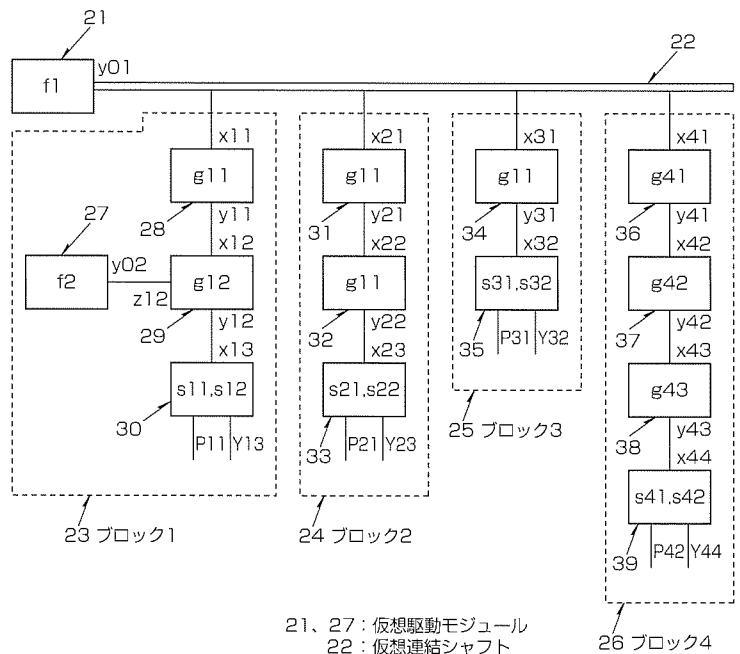
発明者 滝沢義知, 鈴木康之, 岡田美佐子, 松本英彦,
西村 眞, 工藤保晴, 辻本 徹

この発明は、連結シャフト、クラッチ、ギア、カム等の機械機構を使用せずにモータだけで同期制御する位置決め装置に関するものである。従来の位置決め装置では、多数の可動部を組み合わせ、それぞれの可動部が同期して動く必要があり、機械機構の製作、製品変更時の段取り換えにおける機械機構の変更、ギアのバックラッシュによる位置決め精度の低下、などの問題点があった。

この発明は、上記欠点を解決するためになされたもので、制御対象を駆動するモータと、複数の制御対象を同期させて位置決めする複数のモータを駆動制御するコントローラを備え、コントローラはモータの同期をとって駆動制御する位置情報を生成・出力する仮想駆動モジュールと、仮想駆動モジュールの出力情報を伝達する仮想連結シャフトモジュール、入力情報を演算して、その結果を伝達情報として出力する仮想伝達モジュールと、入力情報を演算して、その結果をモータの駆動制御指令として出力する出力モジュールを持つようにしたものである。

この発明により、機械が簡単に構成でき、これ

らの仮想メカモジュールを組み合わせることで、様々な機構を実現できるため専用の位置決めコントローラを省略することが可能となる。



21, 27: 仮想駆動モジュール
22: 仮想連結シャフト
28, 29, 31, 32, 34, 36~38: 仮想伝達モジュール
30, 33, 35, 39: 出力モジュール

<本号記載の商標について>

本号に記載されている会社名、製品名はそれぞれの会社の商標又は登録商標である。

<次号予定> 三菱電機技報 Vol.81 No.5 特集「パワーデバイス(仮)」

<p>三菱電機技報編集委員</p> <p>委員長 山口隆一</p> <p>委員 小林智里 増田正幸 山木比呂志 佐野康之 糸田敬 世木逸雄 岡本尚郎 河合清司 長谷勝弘 木槻純一 逸見和久 光永一正 河内浩明 赤川正英</p> <p>事務局 園田克己</p> <p>本号取りまとめ委員 佐藤行雄 中村和司</p>	<p>三菱電機技報 81巻4号 2007年4月22日 印刷 (無断転載・複製を禁ず) 2007年4月25日 発行</p> <p>編集人 山口隆一</p> <p>発行人 園田克己</p> <p>発行所 三菱電機エンジニアリング株式会社 e-ソリューション&サービス事業部 〒102-0073 東京都千代田区九段北一丁目13番5号 日本地所第一ビル 電話(03)3288局1847</p> <p>印刷所 株式会社 三菱電機ドキュメンテクス</p> <p>発売元 株式会社 オーム社 〒101-0054 東京都千代田区神田錦町三丁目1番地 電話(03)3233局0641</p> <p>定価 1部945円(本体900円) 送料別</p>
<p>三菱電機技報 URL</p> <p>三菱電機技報に関するお問い合わせ先</p>	<p>URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/giho/</p> <p>URL http://www.MitsubishiElectric.co.jp/support/corporate/giho.html</p>
<p>英文季刊誌「MITSUBISHI ELECTRIC ADVANCE」がご覧いただけます</p>	<p>URL http://global.mitsubishielectric.com/company/rd/advance/</p>

オープンフィールドネットワーク： CC-Linkの国際標準化活動について

わが国から発信する、初のオープンフィールドバス：CC-Linkのグローバルな普及を目的に、2000年11月に設立されたCC-Link協会は6年の活動を経て、発足時134社であった会員数は2006年12月現在820社（うち海外は444社）、対応製品数は813製品、対応製品の累積出荷ノード数は2007年3月見込みで420万ノードと伸張している。

CC-LinkはFAシステム階層におけるパソコン、シーケンサなどのコントローラ機器とインバータ、CNC(Computerized Numerical Control)、サーボ、ロボットやI/O、バルブなどの各種フィールド機器を接続するフィールドネットワーク階層、及び盤内や装置内のI/O制御に特化した、省配線ネットワーク階層に属し、他のグローバルな競合オープンネットワークと比べ、高速/大容量、ワイドエリアサポート性、リンクリレー/レジスタによる分散ラダープログラムの製作容易性において優れている。

CC-Link協会の活動の柱の一つとして、様々な分野/業界/地域対応の国際標準の認定取得活動がある。国際標準認定取得の利点としては下記などが挙げられる。

- 対象分野/業界/地域において共有されている用語やシステム構築手法及びその実装対応、技術の仕様記述がなされることにより、領域のエンドユーザー、システムインテグレータ、デバイス・装置ベンダーにおいて、技術の容易な、効果的な理解が得られ、あわせて応用システム構築の効率化、標準化などの可能性をもたらし得る。
- 対象分野/業界/地域においてオーソライズされた技術として認定されることにより、ビジネスにおいて指名購買を受けるための資格などを得られること。

CC-Link協会は6年の活動成果として次のような標準の認定を取得済み（一部活動中含む）である。この協会はISO/IEC国際標準化において国の標準化機構を経由することなく標準化提案権を持つDリエゾン認定を取得している。

◆半導体業界標準SEMIセンサーアクチュエータネットワーク標準(SAN)E 54.12(2001年5月発効)

半導体製造装置における制御ネットワークとして、各種センサー、アクチュエータなどのデバイス間相互運用規定及び他のSEMI標準との位置付け/役割が規定されている。

◆中国国家規格GB/Z19760-2005(2005/12/1発効)

◆中国国家標準GB/T20299.4-2006(2006/12/1発効)

CC-LinkはGB/Z19760-2005:「制御および通信バスCC-Link規範」、またGB/T20299-2006「建築と住宅のコミュニティデジタル化技術応用規格」-第4部「制御ネットワーク通信プロトコル応用要素」として認定されている。

◆国際標準ISO 15745-5(2007/1/17発行)

ISO 15745「アプリケーション統合フレームワーク」は、ネットワーク、デバイスなど相互運用性に関する実装情報をネットワーク、デバイスプロファイルからなるアプリケーション相互運用プロファイル(AIP)として統一的に記述するテンプレートを提供する。これにより、各オープンネットワークは自ら提供できるソリューションAIPを作成し、ユーザーは任意のシステム要求仕様に対し、オープンネットワークの提供するAIPをつき合わせて最適なものを選択することが可能となる。

◆国際標準IEC 61158 / IEC 61784への包含活動

FA/PA分野横断のフィールドバスサービス/プロトコルの国際標準IEC 61158及びその実装規約IEC 61784は現在、5年間隔の定期見直し作業中であるが、DリエゾンとしてCC-Link協会から提案された前述各標準へのCC-Link, CC-Link/LT技術の包含提案は受諾され、その国際投票(CDV)が行われている段階である。

CC-Link協会は現在作業中の国際標準化活動を強力に推進するとともに、新たな分野、地域の国際標準の取得を目指し邁進する。また、前述の国際標準認定取得の意義をより効果的とするため、取得済みの国際標準の応用面、ビジネスにおける普及を目指す活動を推進する所存である。

グローバルスタンダード取得・活動状況

◆半導体業界標準SEMIの取得

SEMI センサー/エリア ネットワーク標準 (SAN) E 54.12 (2001/5)

◆中国国家規格:GB/Zの認定取得

GB/Z19760-2005 (2005/12/1 発効)

◆中国国家標準:GB/T 20299第4部に規定

GB/T20299.4-2006 (2006/12/1 発効予定)

◆国際標準:ISO 15745-5の取得

TC184/SC5/WG5 アプリケーション統合フレームワークパート5 参照記述 HDLCベース制御ネットワーク ISO 15745-5 国際標準取得(2006/5)

ISO: TC184/
SC5
D-リエゾン

IEC: SC65C
MT9
D-リエゾン

◆国際標準:IEC 61158 / IEC 61784への包含活動

フィールドバスIEC国際標準の5年間見直しワーキングにCC-Link(CC-Link/LT)の包含をDリエゾン提案し受諾される。現在CDV

◆その他・国家規格の認定活動拡大

JIS、韓国、KSなど