

“MELSEC-Lシリーズ”シーケンサ

柿本康一* 谷出 新*
山本順司*
矢木孝浩*

"MELSEC-L Series" Sequencer

Koichi Kakimoto, Junji Yamamoto, Takahiro Yagi, Hajime Tanide

要 旨

三菱電機は、“MELSEC-Lシリーズ”シーケンサを開発し、製品化した。このシリーズは、小中規模制御装置に必要な“機能”“性能”“操作性”をコンパクトなシステムに凝縮し、次のような現場ニーズにこたえるコストパフォーマンスとユーザビリティを追求したシーケンサである。

(1) 現場ニーズにこたえる機能

ベースレス構造の採用と、CPU (Central Processing Unit) ユニットに多彩な機能やインタフェースを標準搭載することで、システムコストの大幅な削減を実現した。また、ロギング機能をCPUユニットに標準装備し、トレーサビリティ等の生産データの運用コストを削減した。

(2) 現場ニーズにこたえる性能

製造コスト削減に向けたタクトタイムの短縮が求められており、このシリーズでは、シーケンス制御の基本性能に加え、位置決め機能の始動時間や、アナログデータの変換時間の高速化を実現した。

(3) 現場ニーズにこたえる操作性

表示ユニットによって、デバイスデータのモニタやテスト、トラブル発生時の一次診断を、パソコンレスで手軽に行うことができる。また、ユニットの視認性向上を目的として、ユニバーサルデザインを採用した。立ち上げから運用、保守にかかわる操作性を向上させた。

MELSEC *L* series



シーケンサ“MELSEC-Lシリーズ”

MELSEC-Lシリーズは、多彩な機能をCPUユニットに内蔵しており、さらに用途に応じて必要なユニットをベースレスで追加できる。用途と環境に合わせたフレキシブルでコンパクトな制御システムの構築が可能である。

1. ま え が き

シーケンサシステムは、単一機械の制御から工場全体の自動化まで広範囲にわたる産業用アプリケーションに用いられ、産業界の飛躍的な発展に貢献してきた。一方、今後のシーケンサ事業を展望すると、日本では少子高齢化の傾向が急速なスピードで進んでおり、労働人口の減少に伴って製造業の合理化、省人化の要求は更に強まるといえる。

近年、コストダウンと高付加価値化へのユーザーニーズが高まり、特に小規模制御装置(包装機・簡易搬送等)ユーザーからは、“機能”“性能”“操作性”に関する次のような要求が大きくなっている。

- (1) 制御装置のコストダウンに向けた機能のパッケージ化や、品質・安全志向へのユーザーニーズに対するトレーサビリティ実現のための“機能”要求
- (2) 製造コスト削減に向けたタクトタイム短縮のための“性能”要求
- (3) 立ち上げ・運用・保守コスト削減に向けた現場の作業効率向上のための“操作性”要求

これらのニーズにこたえるため、2009年12月にMELSEC-Lシリーズシーケンサを発売した。本稿では、MELSEC-Lシリーズの特長及び、開発に当たり採用した技術について述べる。

2. MELSEC-Lシリーズの製品概要と主な特長

1999年に発売した“MELSEC-Qシリーズ”(以下“Qシリーズ”)では、駆動系との連携強化や、計装・安全分野にまで幅広く対応した製品の開発・拡充を進め、オールラウンドモデルとしてあらゆる制御用途に対応してきた。これに対しMELSEC-Lシリーズ(以下“Lシリーズ”)という。)は、小中規模制御装置に必要な“機能”“性能”“操作性”をコンパクトなシステムに凝縮し、コストパフォーマンスとユーザービリティを追求したスタンダードモデルのシーケンサである。

Lシリーズは、外部配線や外部入出力仕様などQシリーズとの互換性を保ち、MELSECシーケンサの継承性を確保している。プログラミング環境(エンジニアリングツール、命令仕様)でも、Qシリーズと互換性を持たせており、ユーザーは過去の設計資産を活用できるとともに、再教育を不要とすることができる。

図1にLシリーズのシステム構成を、表1に主な特長を示す。

- (1) 多彩な機能やインタフェースをCPUユニットに内蔵し、用途と環境に合わせてユニットを自在に拡張できるベースレス構造を採用した。さらにSDメモ리카ードを活用したロギング機能による保守の容易性など、現場ニーズにこたえる機能を実現した。

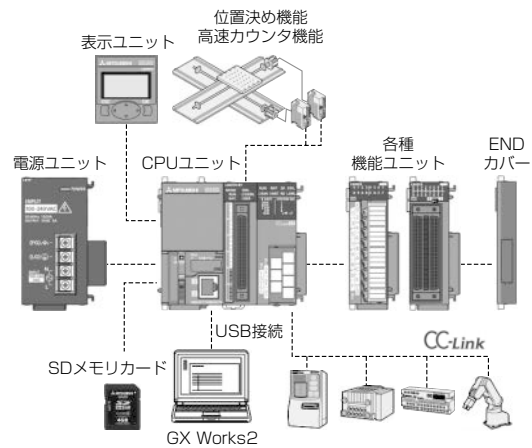


図1. MELSEC-Lシリーズのシステム構成

表1. MELSEC-Lシリーズの特長

キーワード	特長
CPU内蔵機能	- CPUユニットに位置決め機能、高速カウンタ機能、パルスキャッチ機能、割込み入力、汎用入出力を標準搭載 - 各機能専用のユニットが不要となりシステムコストを抑え、様々な用途に適用可能
各種インタフェース	- Ethernet、USBインタフェース、SDメモ리카ードスロットを標準搭載し、パソコンとの親和性を向上 - CC-Linkを内蔵したCPUユニットもラインアップし、柔軟なシステムが構築可能
ベースレス構造	制御盤内のスペースを確保。必要なユニットを必要な分だけ接続でき、自由度の高い設計が可能
ロギング機能	- 簡単設定で、収集したデータをSDメモ리카ードに保存可能 - 立ち上げ時のデータ解析やトレーサビリティに効果を発揮
高速・高応答	CPUに内蔵した位置決め機能の始動時間の高速化(30μs/軸)や、アナログユニットのA/D変換、D/A変換の高速変換(20μs/ch)によってタクトタイムを短縮
表示ユニット	パソコンレスでシステム状態の確認や設定値の変更が可能
ユニバーサルデザイン	誤認、誤操作を防ぐため、必要な情報ができるだけ簡単に伝わるデザインを採用

- (2) タクトタイム短縮に向け、CPUに内蔵した位置決め機能の始動時間の高速化技術や、アナログユニットのA/D(Analog/Digital)変換、D/A(Digital/Analog)変換の高速変換技術を採用し、現場ニーズにこたえる性能を実現した。
- (3) 表示ユニットによるパソコンレスでの簡単操作や、ユニバーサルデザイン採用による視認性向上など、現場ニーズにこたえる操作性を実現した。

3. 現場ニーズにこたえる機能

Lシリーズでは、システムコスト削減を目的としたCPUユニットへの機能集約、ベースレス構造の採用だけでなく、保守コスト削減を目的としたCPUユニットへのロギング機能の標準搭載を実現した。

3.1 オールインワンCPU

LシリーズのCPUユニットは、民生機器で一般的に使用しているUSB(Universal Serial Bus)、Ethernet^(注1)ポート

(注1) Ethernetは、富士ゼロックス㈱の登録商標である。

や、SDメモ리카드를標準装備するとともに、用途に応じて使い分けのできる内蔵機能(位置決め、高速カウンタ、パルスキャッチ、割込み入力、汎用入出力)を実現した。さらに、ネットワークインタフェース“CC-Link”を内蔵したモデル“L26CPU-BT”をラインアップすることで、豊富な“CC-Link”対応機器の活用を可能とした。

これらの機能をシーケンス制御用のシングルプロセッサで制御すると、シーケンス制御の演算処理と各機能の処理性能が低下する。そのため、内蔵機能を集約した専用LSI (Large Scale Integration)とCC-Link機能を搭載した専用LSIを開発し、それぞれに制御用プロセッサを実装するマルチプロセッサ化することで、負荷分散を図った回路構成とした。

3.2 ベースレス構造

Lシリーズでは、ベースユニットを使用せず、ユニット同士をコネクタで接続するベースレス構造を採用した。これは、オールインワンCPUであることのメリットを生かし、CPUユニット1台又は必要最低限のユニット構成でのシステム構築を、より安価に実現するためである。

また、設置面積はベースユニットのサイズに依存しないため、必要なユニット分の設置スペースを確保すればよく、制御盤のサイズを最適化することが可能となる(図2)。

3.3 ログ機能

トラブル発生時の原因究明やトレーサビリティ実現のため、生産過程における様々なデータを蓄積するログ機能への要求が高まっている。

一般的に、ログ機能を行う場合、ログ機能用の外部機器を追加する必要があったが、Lシリーズでは、CPUユニットでログ機能をサポートするため、新たな機器を追加することなくログ機能が可能となる。

CPUユニットが収集したログデータは、CSV (Comma Separated Values)形式でSDメモ리카드에格納するため、ユーザーが表計算ソフトウェアを用いて、自由に独自の日報や帳票の作成に活用できるほか、ログデータの表示・分析ツール“GX LogViewer”を用いることで、ログデータをビジュアルに表示し、データの確認や分析を簡単に行うことが可能となる(図3)。

また、必要な時に簡単にログを実行するための機能として、オートログ機能がある。オートログ機能は、ログが設定されていないシステムでも、オートログの設定が格納されたSDメモ리카드를CPUユニットに装着するだけで、ログの実行を可能とする機能である。例えば、装置メーカーは、オートログの設定ファイルをエンドユーザーに送付し、エンドユーザーは送付された設定ファイルをSDメモ리카드에書き込み、CPUユニットに装着するだけでログを開始することができ、トラブル発生時の情報収集を素早く行うことができる(図4)。

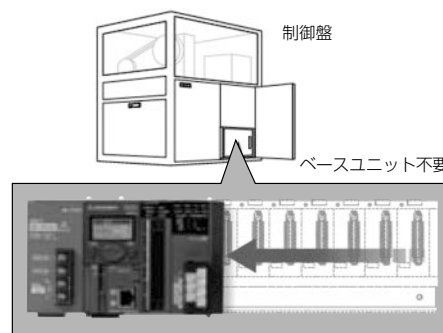


図2. ベースレス構造

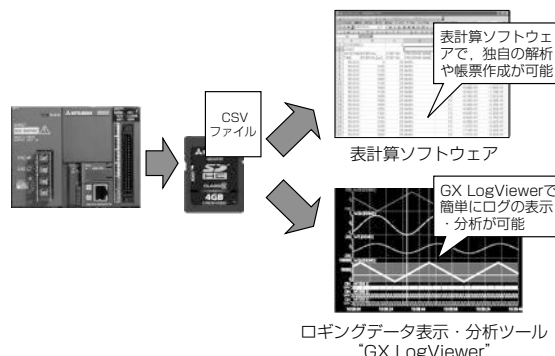


図3. ログデータの分析

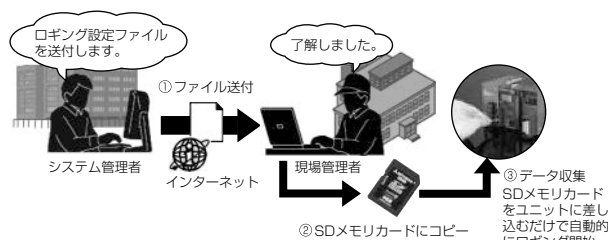


図4. オートログの活用事例

4. 現場ニーズにこたえる性能

タクトタイム短縮による製造コストの削減を目的として、LシリーズではQシリーズと同等のシーケンス処理性能を確保しつつ、CPUユニット(内蔵機能)やアナログユニットで動作処理の高速化を実現した。

4.1 CPU内蔵位置決め機能の始動時間の高速化

LシリーズのCPU内蔵位置決め機能の始動時間は、1軸当たり30 μ sの高速化を実現した。高速始動を実現するためには、始動割り込み処理や位置決めデータ演算の高速化が必要であり、内蔵機能全体で次の処理時間を短縮した(図5)。

- (1) 位置決め始動を最短で受け付けられるようソフトウェア処理のアルゴリズムを見直し、始動処理の応答時間を従来比^(注2)1/2以下に短縮した。
- (2) 位置決めデータのエラーチェックと演算処理を専用LSI化して、処理時間を従来比^(注2)1/4以下に短縮した。

(注2) QシリーズQD70形位置決めユニット

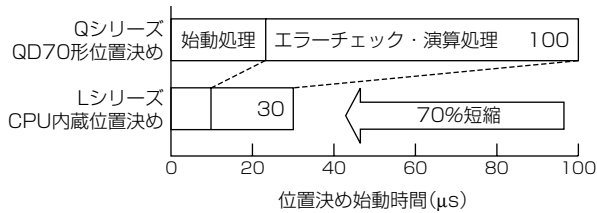


図 5. 位置決め始動時間

4.2 アナログユニットの変換時間の高速化

Lシリーズのアナログユニットは、A/D変換、D/A変換ともに、1チャンネル当たり20μsの高速変換を実現した。ここでは、D/A変換の高速化技術について述べる。

高速変換を実現するため、D/A変換処理全体(ソフトウェア、ハードウェア処理)のアーキテクチャを最適化した。ソフトウェア処理については、ユーザー設定値をD/Aコンバータ用データに変換する演算処理を専用LSI化し、処理時間を短縮した。

ハードウェアは、D/A変換回路と出力回路で構成するが、図6に示すように、チャンネルごとにD/Aコンバータを設けデジタル値を変換する方式を採用した。この方式は、アナログ回路部でのマルチプレクサ方式に比べ、アナログ回路の制時間の影響を受けることがなく、変換を高速化することができる。

5. 現場ニーズにこたえる操作性

Lシリーズでは、現場での確実かつスピーディーな作業による省工数化を目的として、表示ユニットの操作性や配線作業の確実性を追及した。

5.1 表示ユニットの操作性

万一、生産装置にトラブルが発生した場合、トラブルシューティングのために、発生しているエラーやデバイスデータを確認し装置の一次診断を行うが、生産現場ではすぐにエンジニアリングツールがインストールされたパソコンが準備できず、一次診断開始の遅れにつながる場合があった。

これを解決するため、Lシリーズでは、CPUユニットの前面に装着可能な表示ユニットを開発した。表示ユニットを用いることで、パソコンレスかつ簡単な操作で、エラーコードやデバイスデータの確認を行うことが可能となり、トラブル発生時の一次診断を簡単かつスピーディーに行うことができる。

表示ユニットの使用例として、デバイス(X0)をモニタした場合の画面例を図7に示す。1画面内にデバイスデータの数値表現(10進数、16進数表現が可能)とビットパターン表現で表示することで、デバイスデータを数値として見る場合でも、ビット単位の信号として見る場合でも、画面を切り替えることなく確認することができる。

また表示ユニットは、漢字を含めた日本語表示を可能とするとともに、図8に示すようにメニューの階層構造内で

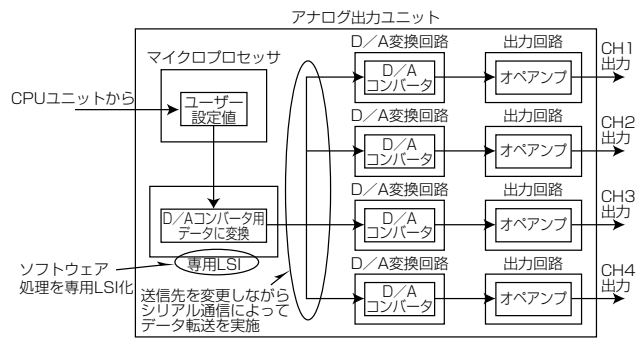


図 6. D/A変換の動作イメージ

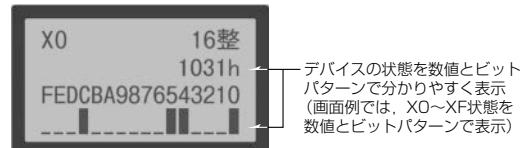


図 7. デバイスマニタ画面例

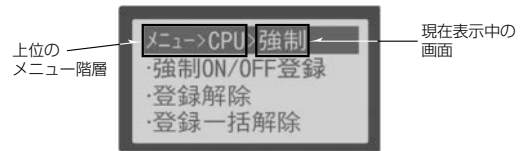


図 8. 階層ナビの画面例

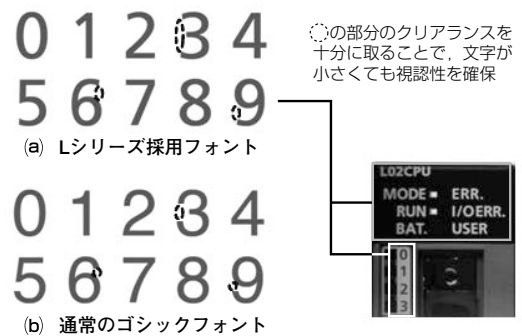


図 9. Lシリーズ採用フォント

の現在位置を最上部に表示することで、わかりやすく確実な操作を可能としている。

5.2 ユニバーサルデザインの採用

Lシリーズでは、ユニットの視認性向上による誤配線の防止を目的として、ユニバーサルデザインの視点に基づきデザイン設計を行った。

例えばユニットに印字される文字は、小さくても読み間違いがないようだれでも識別しやすいフォント(図9)を採用した。さらに、入力ユニットと出力ユニットで色の配色を区別したデザインを採用することによって視認性向上を達成した。

6. む す び

今後もMELSECシーケンサとしての継承性を保ちつつ、現場に求められる“機能”“性能”“操作性”を追求し、ユーザーシステムのコストパフォーマンスと使い勝手のより一層の向上を目指した製品開発を推進していく所存である。