

# 第3世代MCU(L型：全長短縮)の開発・量産化

Development and Mass Production of 3rd-Generation L-shaped MCU

\*三菱電機モビリティ株

## 要旨

三菱電機モビリティ株(MELMB)は、EPS(Electric Power Steering：電動パワーステアリング)向けに、モーター、インバーター、制御回路を一体化したMCU(Motor Controller Unit)を量産しており、2020年からは、先進運転支援システムや自動運転搭載車に対応した冗長性を確保可能なラック搭載型EPS第3世代MCUを量産化している。今回、従来機種に対して全長を約50%短縮し、コラムへの搭載可能で、冗長性も確保した第3世代MCU(L型)を開発・量産化した。インバーター及び制御回路、モーター角度検出センサーを1枚の基板で構成し、構造を簡素化、最適化することによって、全長を約50%短縮しただけでなく構造部品の部品点数を25%削減し、生産性を向上させた。さらに、放熱性能及びEMC(ElectroMagnetic Compatibility)性能を確保した製品の開発に成功した。

## 1. ま え が き

EPSは、ドライバーの操舵(そうだ)力をモーターでアシストするシステムで大多数の車両に搭載されており、今後は自動運転の車両にも適用される見込みである。MELMBは、モーター、インバーター、制御回路を一体型にしたMCUを量産しており、2020年からは、先進運転支援システムや自動運転搭載車に対応した冗長性を確保可能なラック搭載型EPS第3世代MCUを量産化している。この第3世代MCUは、ラック搭載に有利な円筒型スリムパッケージになっているが、MCUの全長がボトルネックになり、コラム搭載には不向きなパッケージになっていた。そこで今回、MCUの全長を短縮しコラムへの搭載も可能にしつつ、冗長性を確保した第3世代MCU(L型)(図1)を開発し、2025年から量産を開始した。

本稿では、第3世代MCU(L型)の特長について述べる。

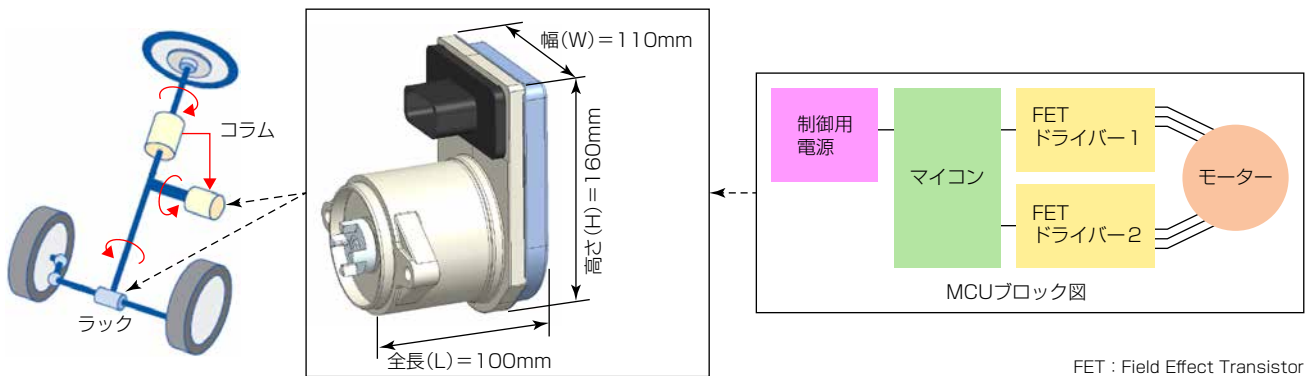


図1-第3世代MCU(L型)

## 2. 第3世代MCU(L型)の特長

この章では、第3世代MCU(L型)の特長を述べる。

### 2.1 安全設計と小型化の両立

図2にラック搭載型第3世代MCU、図3に第3世代MCU(L型)の構造図を示す。

ラック搭載型第3世代MCU及び第3世代MCU(L型)は、インバーター、モーター巻線、モーター角度検出センサーを

冗長化し、1系統が故障したとしても、もう一方の正常系統によって動作を継続することが可能である。第3世代MCU(L型)では、インバーター及び制御回路、モーター角度検出センサーを1枚の基板に集約し、さらに、MCU全長方向に配置していた基板を全長方向と垂直に配置することで、ラック搭載型第3世代MCUに対して、全長を約50%、容積を約18%低減(同等出力のMELMB製品比較)できた(図4)。また、基板外形の影響でモーター径方向に突出したスペースには、コネクタを配置し、無駄な空間を作らずに、車両レイアウト性を向上させている。これによって、ラック搭載型第3世代MCUでは不向きであったコラムの領域でも適用が可能になった(表1)。なお、図3で、コネクタは、モーターの取付け面に向けて配置されているが、顧客要求に合わせてカバー側(反モーター側)に配置することも可能である。

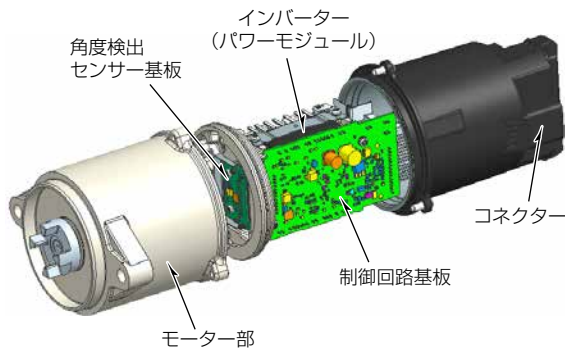


図2-ラック搭載型第3世代MCU構造図(従来機種)

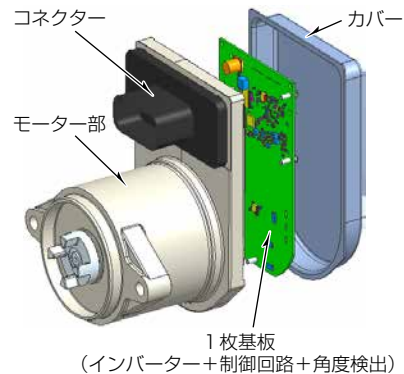
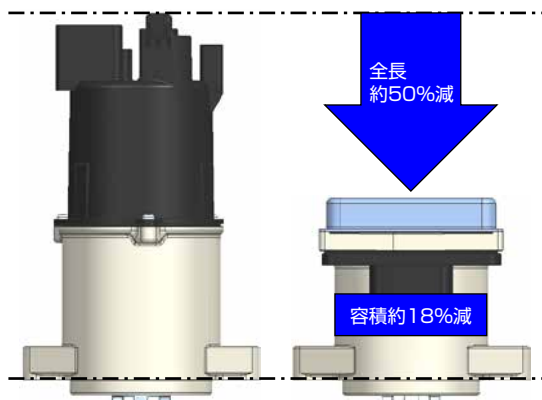


図3-第3世代MCU(L型)構造図(開発機種)



ラック搭載型第3世代MCU 第3世代MCU(L型)

図4-MCU全長比較

表1-MCU適用範囲

		第3世代MCU	第3世代MCU(L型)
搭載箇所	コラム	-	○
	ラック	○	○
冗長対応		○	○

## 2.2 生産性の向上

2.1節で述べたように、第3世代MCU(L型)では、インバーター、制御回路、モーター角度検出センサーを1枚の基板に集約している。これによって、生産性も向上させている。ラック搭載型第3世代MCUでは、モーター端子は、フレームASSY(Assembly)を中継し、インバーターと溶接によって接合されて、インバーターと制御回路基板は、はんだ付けによって接合される。また、制御回路基板とコネクタは、ターミナルASSYを介してはんだ付けと溶接によって接合される(図5)。一方、第3世代MCU(L型)では、中継部材を介さずに、モーター端子は基板にはんだ付けされて、コネクタ端子は基板にプレスフィット接合されることによって(図6)、構造部品の部品点数を約25%削減(同等出力のMELMB製品比較)できた。これによって、組立工数を削減し、生産性を向上させている。なお、コネクタと基板の接続にプレスフィットを採用することで、コネクタをモーター側/反モーター側どちらにでも配置することが可能になり、顧客要求に対して柔軟に対応できる。また、基本構造を変えずに基板やコネクタを組み換えることによって、非冗長仕様から電源、マイコンを2系統化した完全冗長仕様までを同一ラインで生産することが可能である。

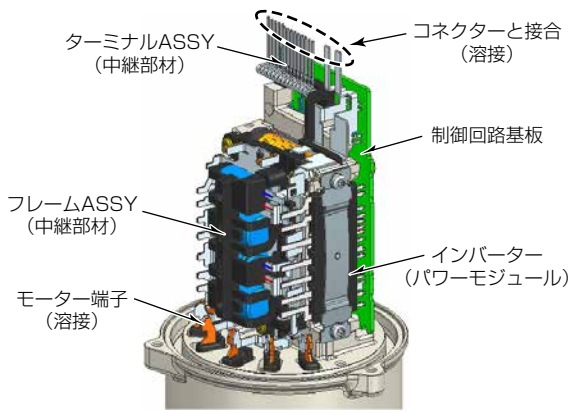


図5-ラック搭載型第3世代MCU接続構造

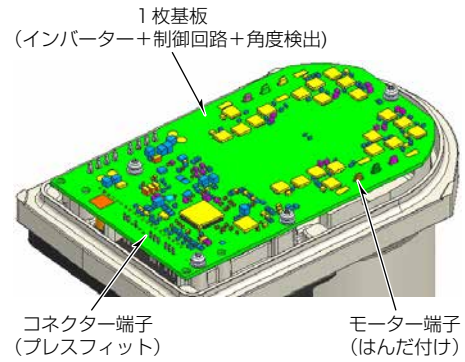


図6-第3世代MCU(L型)接続構造

### 2.3 放熱設計

基板に実装されたMOSFET(Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)から発生する熱は、基板裏面から放熱グリスを介してハウジングに放熱する構造(図7)である。MOSFETの仕様は一般的なパッケージ下面(ドレイン端子)側から放熱するタイプを採用している。この構造は、小型化には大きなメリットがある一方で、MOSFETの発熱は基板を介して放熱する構造であるため、構造上熱抵抗が高くなりやすく、熱性能の最適化が最重要項目であった。

第3世代MCU(L型)では、基板パターン設計、放熱グリス選定、ヒートシンク形状の最適化を行い、効率的な放熱を実現した。その結果、ラック搭載型第3世代MCU同等の熱性能を維持しつつ、MCU全長を短縮した製品を開発した。

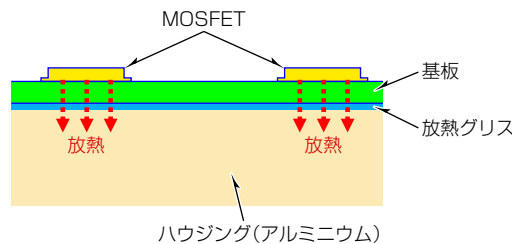


図7-第3世代MCU(L型)MOSFET放熱構造

### 2.4 EMC性能

車両を安全に走行させるために、車両内の電子機器には自身の動作によって、ほかのシステムの動作を妨害しないこと(EMI: ElectroMagnetic Interference性能)が求められる。EMI対策として、図8に示すように、MCU外部につながるコネクタ端子部をアルミニウム製のハウジングで覆う構成にして、インバーター及び制御回路基板から放射されるノイズがコネクタ端子部に重畳し、外部に漏れることを抑制した。さらに、MCUカバーに鉄製カバーを採用し、放射ノイズを低減させた。これによって、EMI性能CISPR(Comite International Special des Perturbations Radioelectriques)規格の中で最も厳格なクラス5を満足する性能を達成した(図9)。

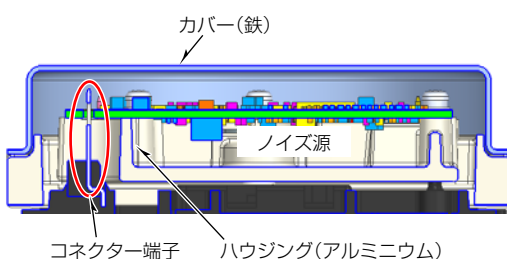


図8-第3世代MCU(L型)断面構造図

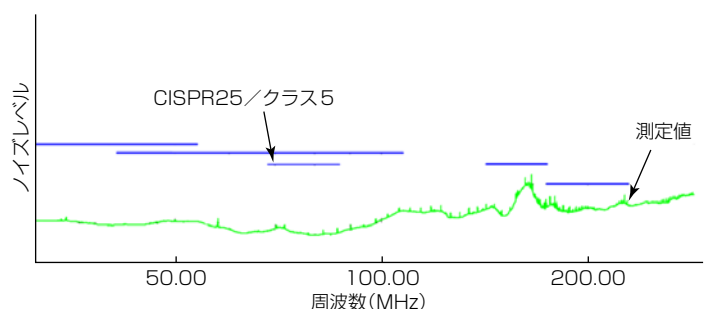


図9-放射EMI測定結果

### 3. む す び

MCUの全長を短縮しコラムへの搭載も可能にしつつ、冗長性を確保した第3世代MCU(L型)を開発し、量産を開始した。今後は、自動運転レベル3以上に向けて、電源を2系統化した完全冗長仕様の製品開発、量産化が必要になる。今回の基本構造を保ちながら、製品外形の拡大を抑えて完全冗長仕様にどのように対応していくかが課題である。引き続き、市場・顧客要求に追従した製品を開発し、安心安全なモビリティ社会に一層貢献していく。

### 参 考 文 献

- (1) ラック搭載型ADAS/AD対応EPS用第3世代MCUの開発・量産化, 三菱電機技報, **97**, No.1, 20 (2023)
- (2) 有働豊秋, ほか: EPS用次世代モータコントロールユニット, 三菱電機技報, **93**, No.5, 320~322 (2019)
- (3) 浅尾淑人, ほか: EPS用次世代モータコントロールユニット, 三菱電機技報, **87**, No.8, 452~455 (2013)

