



パワーセミコンダクター モーターインバータ用の重要部品

By Dr. Michael Ebli

07-2020



概要

電気モーターは世界を形作っており、あらゆるレベルでそれを続けています。それらは、単純な家庭用機能を自動化する小さなモーターから、文字通り山を動かすことができる頑丈なモーターにまで及びます。現在使用されている電気モーターの数と種類は驚異的であるため、モーターとその制御システムが世界中で消費される電力のほぼ半分を占めていることを知っても驚くことではないでしょう。

さらに細かく分析すると、世界で発電された電力の約 30% が、産業用モーターの駆動に使用されています[1]。絶対的には、世界の産業部門が消費するエネルギー量は 2040 年までに 2 倍になると予想されます。環境面と財務面の両方で、エネルギーコストと限られた資源に対する認識が高まるにつれ、モーターを駆動するにおいて、より良い効率の必要性が顕著になっています。

低電圧ドライブ- 要求および、必要条件

市場の低電圧セグメント(標準およびコンパクト)では、アプリケーションは軽負荷または重負荷のいずれかに分類できます。ドライブの観点からの主な違いは、軽負荷モーターと制御装置は通常、ポンプやファンのアプリケーションなどの加速中の短時間に、インバーター出力電流で 110% のオーバードライブを維持する必要があることです(図 1)。重負荷モーターと制御装置は、通常、平均インバーター電流の 150% のオーバードライブに耐えるように設計する必要があります。この高い過負荷電流は、特にコンベヤーベルトの加速段階に起因します。

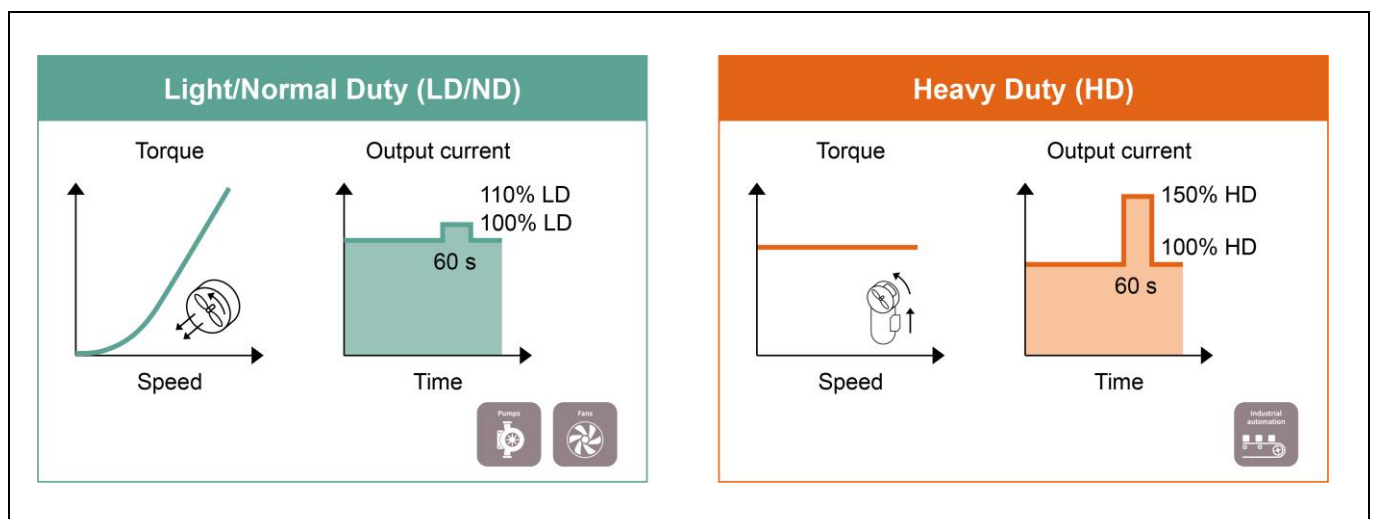


図 1 過負荷能力は 110% (軽/ノーマル負荷) や 150% (重負荷) の間の加速動作途中に定格電流高い区間を意味します

ドライブ用 IGBT7

モーター駆動システムの固有で、独特な要求は IGBT 設計への新しいアプローチを要求します。適切な IGBT テクノロジーを使用すると、これらのニーズに対応するためにより適切に配置されたモジュールを作成できます。これは、インフィニオンが最新世代の IGBT テクノロジーである IGBT7 で採用したアプローチです。チップレベルでは、IGBT7 はマイクロパターンテレンチ (MPT) を使用しており、その構造は順方向電圧の低減とドリフトゾーンの導電率の向上に大きく貢献しています。モータードライブなど、スイッチング周波数が中程度のアプリケーションの場合、IGBT7 は前世代に比べて損失を大幅に削減します[2]。

前世代 (IGBT4) に対して IGBT7 によって提供されるもう 1 つの改善点は、ドライブアプリケーション用に最適化されたフリーホイールダイオードです。また、エミッタ制御ダイオードである EC7 の順方向電圧降下は、EC4 ダイオードより、改善された逆回復のソフトさとともに、順方向電圧降下も 100 mV 低くなっています。

サーボドライブ用の SiC MOSFET

産業界全体のより多くの自動化により、サーボモーターの需要が高まっています。高いトルクレベルで正確なモーションコントロールが適応できる能力は、サーボモータを自動化やロボットに完璧に適合させます。

インフィニオンは、製造の専門知識と長年の経験を使用して、IGBT よりも高い性能を提供する SiC トレンチテクノロジーを開発しました。しかし、短絡強度に関しては、2 μ s [3] または 3 μ s [4] となります。インフィニオンの CoolSiC™ MOSFET は、不要な容量性ターンオンのような、SiC デバイス固有の潜在的な問題にも対処します。さらに、SiC MOSFET は業界標準の TO247-3 パッケージで提供されており、TO247-4 パッケージではさらに優れたスイッチング性能を備えています。これらの TO パッケージに加えて、SiC MOSFET は Easy1B および Easy2B パッケージでも利用できます。

1200 V CoolSiC™ MOSFET は、対応する IGBT の代替品よりも最大 80% 低いスイッチング損失を提供し、このスイッチング損失が温度に依存しないという追加の利点があります。ただし、IGBT7 と同様に、スイッチング動作 (dv / dt) もゲート抵抗を介して制御できるため、設計の柔軟性が向上します。

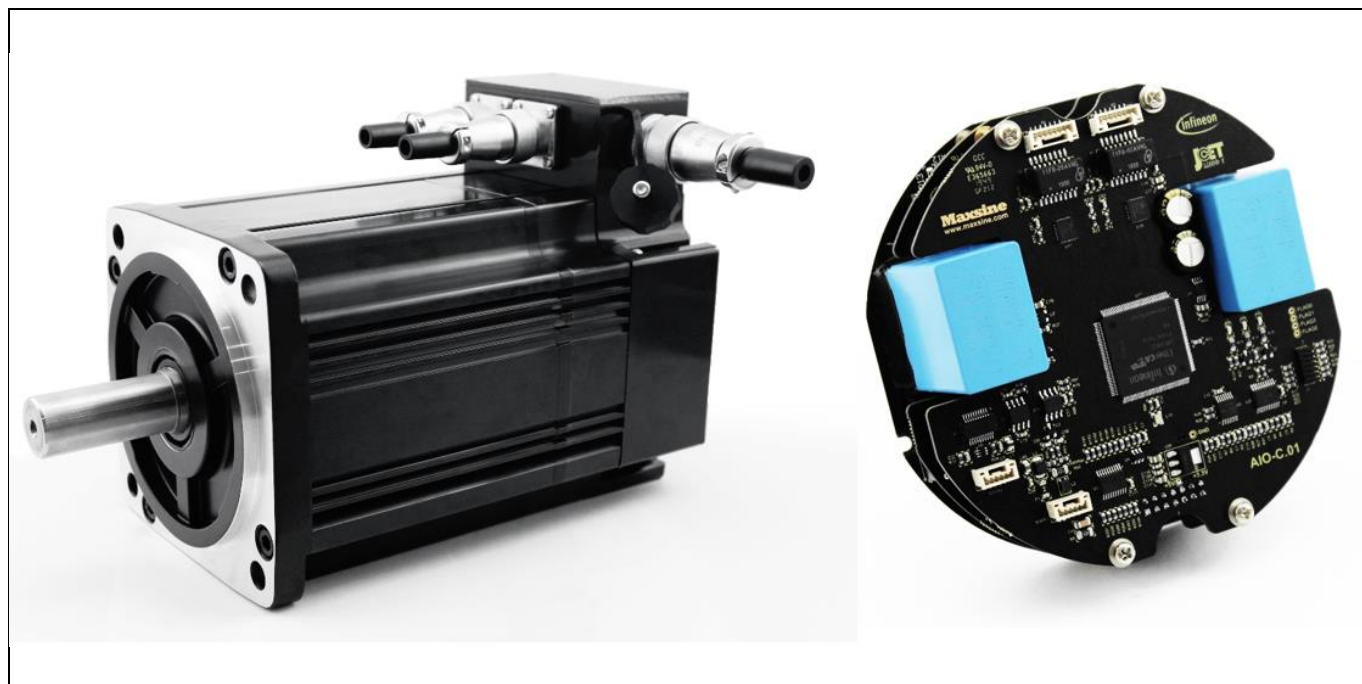


図 2 SiC MOSFET により、インバータを簡単にモータに内蔵[5]

その結果、CoolSiC™ MOSFET テクノロジーを使用したドライブソリューションは、低い逆回復、ターンオン、ターンオフ、および導通損失に基づいて、損失を最大 50% 削減できます (同様の dv / dt を想定した場合)。CoolSiC™ MOSFET は、特に軽負荷条件下で、IGBT よりも導通損失が低くなります。

全体的に高い効率と低い損失に加えて、SiC テクノロジーによって可能になる高いスイッチング周波数は、より動的な制御環境において、外付けサーボドライブや内蔵サーボドライブの両方に直接的な利点があります。これは、モーター負荷条件の変化に対し、早いモーター電流の応答により可能です。

すべてを統合

整流器、チョッパ、インバーターを1つのモジュールに統合することで、電力密度とスイッチング効率の点でメリットが得られますが、モータードライバーには、正しく効率的に機能するための閉ループシステムも必要です。

より具体的には、どのスイッチングテクノロジーを使用する場合でも、適切なゲートドライバーソリューションを伴うことが不可欠です。スイッチングデバイスのオンとオフを切り替えるために使用される低電圧制御信号を、スイッチ自体に必要な高電圧駆動信号に変換するには、ゲートドライバが必要です。通常、制御信号はホストプロセッサから送信されます。各スイッチングテクノロジーには、入力容量とドライブレベルの点で独自の特性があるため、適切なゲートドライバとのマッチングが不可欠です。インフィニオンは、現在使用されているすべての電力技術の開発者およびサプライヤーとして、Si MOSFET、Si IGBT、SiC MOSFET、および GaN-HEMT 用に最適化されたゲートドライバーを提供しています。

制御ループの最後の、しかし同様に重要な部分は、モーターとコントローラーの間のフィードバックを部分的に提供するセンサーです。この目的のために電流センサーを使用するのが一般的です。インフィニオンは、強磁性コンセントレータの必要性を排除し、よりシンプルで邪魔にならないホール効果ソリューションを開発しました。これが完全に内蔵されたサーボモーターを最適にさせます。

TLI4971 などの XENSIV™ 範囲の電流センサーは、低いオフセット値で高いフィールド範囲を提供する差動ホール電流センサーです。さらに、それらは磁気ヒステリシスを持たず、良好な漂遊磁界耐性を示します。コアレスコンセプトのおかげで、コンパクトなサイズは高レベルの統合をサポートし、超低電力損失と機能絶縁により、非常に柔軟で高い信頼性を持たせます。

参考資料

- [1] Online: <https://www.globalefficiencyintel.com/new-blog/2017/infographic-energy-industrial-motor-systems>
- [2] Application Note “TRENCHSTOP™ 1200 V IGBT7”, online: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-AN_201814_Trenchstop_1200V_IGBT7-AN-v01_00-EN.pdf?fileId=5546d46265487f7b01656b173ddc3600
- [3] Datasheet FF45MR12W1M1_B11 Revision 2.2, 2020-03-27, online: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-FF45MR12W1M1_B11-DataSheet-v02_02-EN.pdf?fileId=5546d46266f85d6301670c714a15315c
- [4] Datasheet IMW120R030M1H Revision 2.1, 2019-12-10 online: https://www.infineon.com/dgdl/Infineon-IMW120R030M1H-DataSheet-v02_01-EN.pdf?fileId=5546d46269e1c019016a92fde38b669a
- [5] H. Weng, et. al, “An integrated servo motor drive with self-cooling design by using SiC-MOSFET” *Proc. PCIM Asia*, 2020, in press

Published by
Infineon Technologies AG
85579 Neubiberg, Germany

© 2019 Infineon Technologies AG.
All Rights Reserved.

Please note!

This Document is for information purposes only and any information given herein shall in no event be regarded as a warranty, guarantee or description of any functionality, conditions and/or quality of our products or any suitability for a particular purpose. With regard to the technical specifications of our products, we kindly ask you to refer to the relevant product data sheets provided by us. Our customers and their technical departments are required to evaluate the suitability of our products for the intended application.

We reserve the right to change this document and/or the information given herein at any time.

Additional information

For further information on technologies, our products, the application of our products, delivery terms and conditions and/or prices please contact your nearest Infineon Technologies office (www.infineon.com).

Warnings

Due to technical requirements, our products may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies office.

Except as otherwise explicitly approved by us in a written document signed by authorized representatives of Infineon Technologies, our products may not be used in any life endangering applications, including but not limited to medical, nuclear, military, life critical or any other applications where a failure of the product or any consequences of the use thereof can result in personal injury.