



**ON Semiconductor®**

**モータ駆動モジュールで設計サイクルの  
短縮と、効率および信頼性の向上を実現**

# モータ駆動モジュールで設計サイクルの短縮と、効率および信頼性の向上を実現

モーションコントロール・アプリケーションの成長により、環境、経済、および法律面からのエネルギー消費削減への圧力もあり、効率がモータをベースにしたシステム設計における最優先課題になっています。

国際エネルギー機関の見積りによると、電気モータのエネルギー消費は全世界のほぼ半分 (46%) を占めており、エネルギー効率化イニシアティブが焦点となっています。エネルギー効率は非常に重要であるため、2009年、欧州連合 (EU) はエネルギー関連製品指令 (ErP 指令) 2009/125/EC を発行しました。この指令では多数のエネルギー消費機器が重視されている一方、EU 規則 640/2009 は具体的に電気モータに関するものとなっており、単独の機器として販売されているか、より大きな設備の一部かは関係ありません。

状況をさらに複雑にしているのは、多くの分野を対象とする非常に広範な電気モータ・アプリケーションであり、それらのすべてで高信頼、高エネルギー効率のソリューションが求められているという事実です。

家庭では、冷蔵庫、キッチン家電、洗濯機、乾燥機などの家電製品にモータが使用されています。エアコンや扇風機などの冷却装置も一般的なアプリケーションです。

工場や大規模オフィスなどで見られる産業および商業向けアプリケーションでも冷暖房 (HVAC) にモータが使用されています。しかしながら、ポンプやファン、空気や液体の圧縮、大型コンピュータ、エスカレータ、エレベータ、コンベア、巻上機、クレーン、工作機械、産業用洗濯装置、洗浄および調理設備など、より多くのアプリケーションが存在します。

電気自動車では、駆動力のためだけでなく、空調用コンプレッサやハイブリッド車の冷却剤循環用およびトランスミッション用ポンプなどにも高圧電気モータが使用されています。

技術者は、効率、出力、サイズ、信頼性、制御の容易性、コストなどの要因に基づいて、多種の電気モータの中から選択できます。最も一般的に使用されているモータには、交流誘導モータ (ACIM)、ブラシ付き DC モータ、ステップモータ、ブラシレス DC モータ (BLDC)、永久磁石同期モータ (PMSM) などがあります。

## 設計者にとっての重要な選択

モータ制御アーキテクチャに対する重要な設計要因と課題は、効率、信頼性、騒音の低減、熱性能、利用可能な基板サイズ、設計の容易性です。最適なモータが選択されると、システムを駆動する手法を慎重に選択することが重要になります。

設計者の多くは、設計時間とリスクを低減できる完全に集積化された既製のソリューションを好みます。主要半導体メーカーは、パワー半導体技術、先進パッケージ技術、アプリケーションに関する知識などの専門知識を活用し、モータ制御および産業用インバータ・アプリケーション専用の集積化ソリューションを創出することでこの要請に対応しています。モータの駆動と保護回路を単一パッケージに集積化することにより、例えば、システム設計を極めて簡素化し短縮できるモジュールを作成できます。このモジュールは、EMI などの重要課題に既に対応済みの「事前に最適化」されたものです。半導体全体を単一パッケージに集積化することにより、熱的な問題が軽減され PCB の所要スペースを縮小できます。

設計が生産フェーズに入れば部品点数の減少により組み立てや在庫管理のコストが削減できるという事実から、商業的にもメリットがあります。

メーカー選定時には、設計者は既存の設計に対する具体的なソリューションに注意を払うだけでなく、他の要因にも留意する必要があります。例えば、メーカーが将来のアプリケーション要件に適応できるように設計を拡大・縮小できる幅広いソリューションを提供しているかなどです。

## 各種のモータ制御ソリューション・モジュール

Figure 1 に高圧モータ制御システムの構成要素を示します。オン・セミコンダクターの幅広い製品ポートフォリオには、重要な機能ブロックに求められる以下の主要要素がすべて含まれています。

- モーションパワー・モジュール：低電力 (20 W) から高電力 (10 kW) までの設計に対応する統合ソリューション
- BLDC コントローラ (ブラシレス DC/永久磁石同期モータ)：複雑で高価な DSP (デジタルシグナルプロセッサ) が不要のモータ制御専用ミックスドシグナル IC
- PFC (力率補正)：入力電流の歪みを最小化し、電力損失を低減してエネルギーとコストを削減する PFC モジュール
- オプトカプラ：モータ制御設計の高電圧デバイスから絶縁
- SMPS (スイッチモード電源)：フライバック・インバータ設計で使用される電源管理デバイス

## Motor Control System

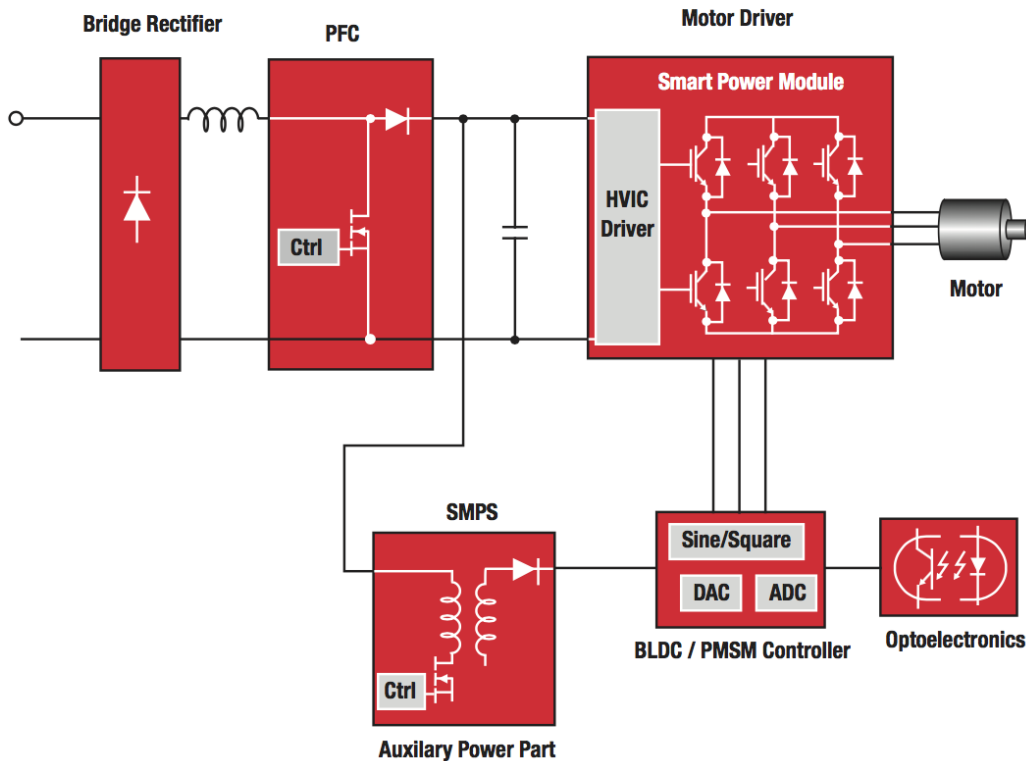


Figure 1. Motor Control Systems Contain Multiple Functional Blocks

モーション・パワーモジュールは、フル機能の高性能3相インバータ出力段、EMIと損失を最小限に抑

えるよう最適化されたゲート駆動技術、および複数のオンモジュール保護機能を備えています。

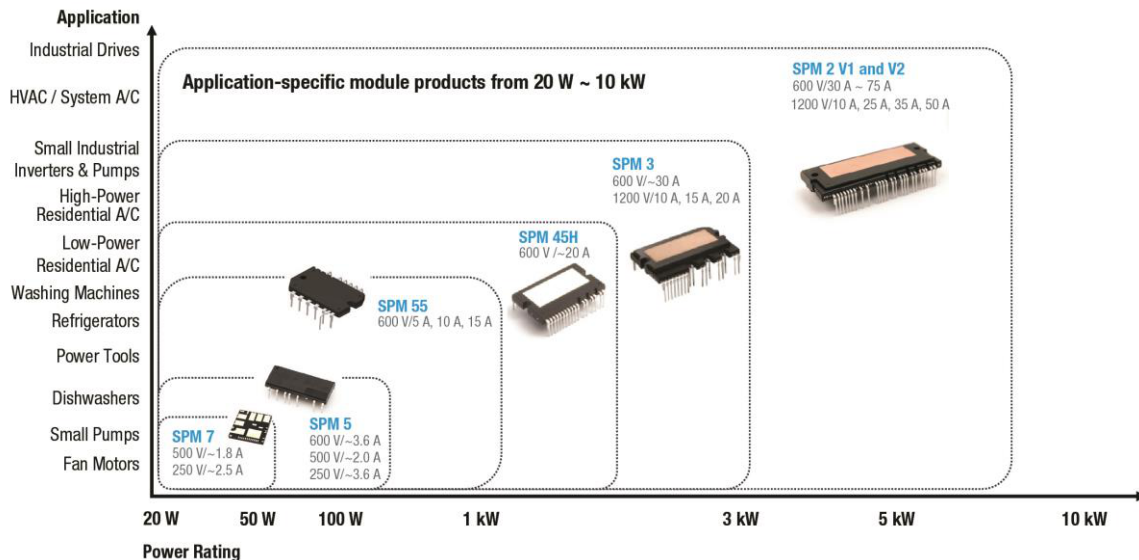


Figure 2. Board Power Module Range Covers Multiple Applications up to 10 kW

パワーモジュールの製品レンジは、UL 認定 (UL1557)、ダイレクト・ボンディング・銅 (DBC) 技術により向上した熱性能、広範囲の高ノイ

ズ/サージ耐性による信頼性改善等のメリットを提供するだけでなく、各デバイスは具体的な用途に合わせて最適化されています。

### SPM 2シリーズ

600 Vと1200 VのSPM 2モジュール・シリーズは、通常、HVAC、産業用インバータ、サーボモータ、ポンプまたはファン・モータに使用され、3相インバータに基づく10 kWまでのモータ駆動アプリケーションに対応します。

低損失NPTとフィールドストップトレンチIGBTにモジュール損失を10%以上削減できるDBCパッケージ技術を適用し、長時間の短絡定格能力と内蔵保護回路を備えることによって信頼性が向上しました。

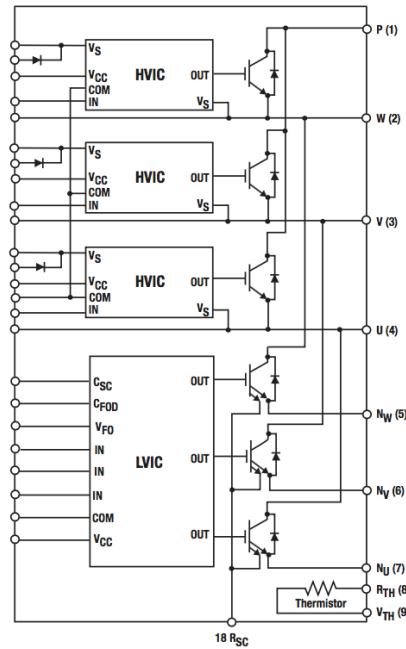


Figure 3. SPM 2 Block Diagram

### SPM 3シリーズ

500 V、600 V、および1200 VのSPM 3シリーズは、HVAC、商業用空調、小型の産業用インバータ、サーボドライバ、ファンモータ、ポンプなど、3 kWまでの幅広い電力アプリケーションに対応します。このソリューションは、交流誘導、BLDC、

PMSMタイプのモータに適合します。独立したオープンエミッタ端子は、各種の制御アルゴリズムに対応するために各相で利用できます。SPM 3モジュールのパッケージは、超低熱抵抗パッケージAL203 DBC、セラミック基板、FullPAKを選択できます。

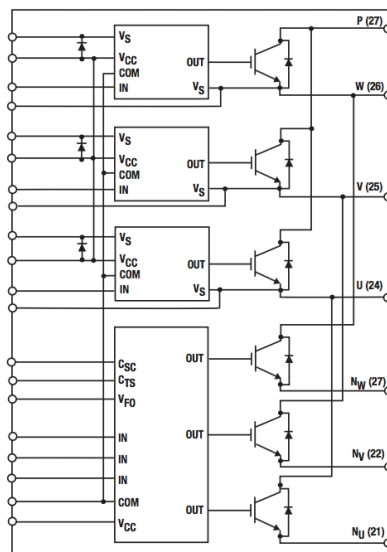


Figure 4. SPM 3 Block Diagram

## SPM 45シリーズ

600 VのSPM 45モジュール・シリーズは、主として家電製品用インバータ(住宅用エアコンなど)、洗濯機、冷蔵庫、ポンプ、産業用ファン、小型インバータなどの住宅用途向けで、±2 kWまでの低電力アプリケーションにおける交流モータ駆動用の小型・高性能インバータソリューションを提供します。このシリーズは、コストが重視される30 A未満のアプリケーションを対象としており、ブートストラップ・ダイオードを内蔵したセラミック基板パッケージ

で提供されます。システムの信頼性は、温度モニター用NTCの内蔵、低電圧ロックアウト(UVLO)機能の集積化、および過電流保護入力によりさらに向上しています。

ローサイドIGBTの独立した3本のオープン・エミッタ・ピンにより3つのレッグ電流検出が可能です。内蔵ブートストラップ・ダイオードと専用V<sub>s</sub>ピンを備えているため、PCBのレイアウトが簡単になります。

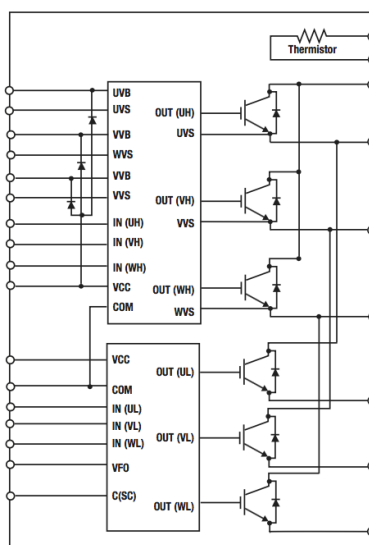


Figure 5. SPM 45 Block Diagram

## SPM 55シリーズ

600 VのSPM 55モジュールも、家電製品用インバータ(住宅用エアコンなど)、洗濯機、冷蔵庫などの住宅用途向けで、1 kWまでの低出力交流誘導、BLDC、PMSMモータ用にフル機能の高性能インバータ出力段を備えています。内蔵の高速HVICは単一

電源電圧しか必要とせず、ロジックレベルのゲート入力を、モジュールの堅牢な短絡定格IGBTを適切に駆動するのに必要な高電圧、大電流の駆動信号に変換します。各相で独立したネガティブIGBT端子を利用でき、幅広い制御アルゴリズムに対応します。

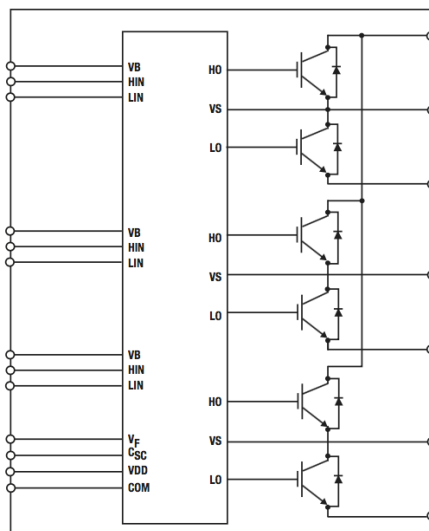


Figure 6. SPM 55 Block Diagram

### SPM 5シリーズ

250 V、500 V、および600 VのSPM 5モジュール・シリーズは、食器洗い機、シーリングファン、ポンプ、低電力エアコンのファンなど幅広いアプリケーション機器に対応し、200 W未満の3相モータ駆動アプリケーションで、EMIおよび損失を最小限に抑え

るよう最適化されたゲート駆動を備えています。モジュールのパッケージは、DIP、ダブルDIP、およびSMDが選択できます。各相で独立したオープンソースMOSFET端子を利用でき、幅広い制御アルゴリズムに対応します。

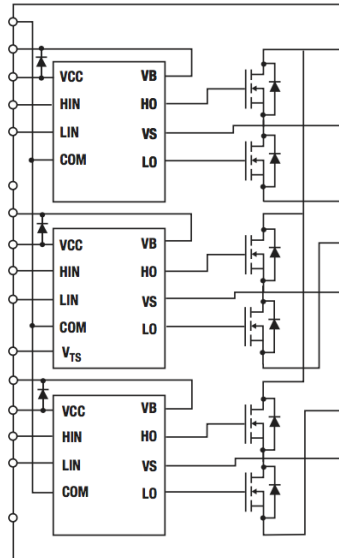


Figure 7. SPM 5 Block Diagram

### SPM 7シリーズ

先進のSPM 7 (250 V、500 V、600 V) モジュールは、小型ポンプ、ペDESTALおよびシーリングファンなど100 W未満の低電力アプリケーション向けであり、交流誘導、BLDC、PMSMモータ用にフル機能の高性能3相インバータ出力段を備えています。このモジュールはEMIと損失を最小限に抑えるように最適化された内蔵MOSFETのゲート駆動を集

積化し、複数の保護機能も備えています。内蔵の高速HVICは、ロジックレベルのゲート入力を内蔵MOSFETを適切に駆動するのに必要な高電圧・大電流の駆動信号に変換します。各相で独立したオープンソースMOSFET端子を利用でき、幅広い制御アルゴリズムに対応します。PQFNパッケージにより、EMIと損失を最小化しつつ基板面積を50%まで削減できます。

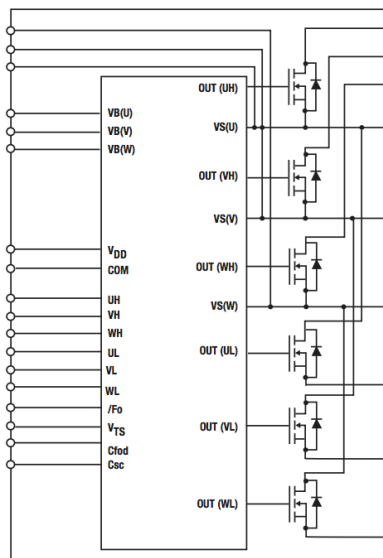


Figure 8. SPM 7 Block Diagram

## パッケージの検討

SPMの全製品レンジには、デュアルインラインパッケージ (DIP)、表面実装 (SMD) など複数のパッケージ・オプションが用意されています。それぞれがPCB面積を最小化するように最適化され、また高電

力アプリケーション向けに冷却機能を追加する簡単な方法も提供します。複数の「ホットスポット」を含むディスクリート・ソリューションに比べると、機械的および熱的構成がはるかに簡単になります。



Figure 9. The SPM Range Offers a Wide Variety of Packaging, Including SMD

いくつかの簡単なガイドラインに従うことにより、設計者は要求される安全間隔のガイドラインに適合する放熱性に優れたソリューションを容易に開発できます。SPM 2パッケージを詳細に観察すればこれが分かります。

浴面距離と空間距離により、安全性および関連するすべての安全規格への準拠が保証されます。パッケージについては、電源および制御端子に対する距離が規定されており (下表参照)、設計者はPCBレイアウトでこれらの距離を確保する必要があります。

Location	Clearance [mm]	Creepage Distance [mm]
Between Power Terminals	7.80	8.00
Between Control Terminals	3.05	6.85
Between Terminals & H/S	3.8	6.06

Figure 10. Recommended Spacings for SPM 2 Module

モジュールをヒートシンクに装着する場合、簡単な手順を踏めば間違いなく成功します。ヒートシン

クは、 $-50/+100 \mu\text{m}$ を超えない平坦度を有する必要があります。接触面にホコリや破片が付着していないことを確認し、熱伝導性グリースを $150 \mu\text{m}$ の厚さで接触面全体に均一に塗布する必要があります。

シリコンに応力がかかりデバイスに損傷を与える可能性があるため、過剰な力や不均一な力で締め付けてはなりません。正しい手順は、平ワッシャとバネワッシャ付きのM4セムスねじを使用し、両方のネジを最終的トルクの約25%まで予備締めしてから、トルクドライバを使って最終締め付けを行ないます。

## まとめ

モータ制御は、経験の少ない設計者にとっては難しく、特に効率と信頼性に対する厳しい目標と規格主導の安全要求の達成は困難です。モジュールによるアプローチは、モータ制御の初心者にとっては当然の選択ですが、経験豊かな設計者の多くもモジュールが提供する多大な利点を評価しています。これらの利点は、事前に最適化された設計、小型化、BOMコストと部品点数の削減、そして信頼性、安全性、効率目標の実現可能性などです。

ON Semiconductor及びON SemiconductorのロゴはON Semiconductorという商号を使うSemiconductor Components Industries, LLC 若しくはその子会社の米国及び/または他国における商標です。ON Semiconductorは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。ON Semiconductorの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。[www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marketing.pdf](http://www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marketing.pdf) ON Semiconductorは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。ON Semiconductorは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害など一切の損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。お客様は、ON Semiconductorによって提供されたサポートやアプリケーション情報の如何にかかわらず、すべての法令、規制、安全性の要求あるいは標準の遵守を含む、ON Semiconductor製品を使用したお客様の製品とアプリケーションについて一切の責任を負うものとします。ON Semiconductorデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。ON Semiconductorは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。ON Semiconductor製品は、生命維持装置や、いかなるFDA (米国食品医薬品局)クラス3の医療機器、FDAが管轄しない地域において同一もしくは類似のものと分類される医療機器、あるいは、人体への移植を対象とした機器における重要部品などへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にON Semiconductor製品を購入または使用した場合、たとえ、ON Semiconductorがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、ON Semiconductorとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。ON Semiconductorは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。

## PUBLICATION ORDERING INFORMATION

### LITERATURE FULFILLMENT:

Literature Distribution Center for ON Semiconductor  
19521 E. 32nd Pkwy, Aurora, Colorado 80011 USA  
Phone: 303-675-2175 or 800-344-3860 Toll Free USA/Canada  
Fax: 303-675-2176 or 800-344-3867 Toll Free USA/Canada  
Email: [orderlit@onsemi.com](mailto:orderlit@onsemi.com)

N. American Technical Support: 800-282-9855 Toll Free  
USA/Canada  
Europe, Middle East and Africa Technical Support:  
Phone: 421 33 790 2910

ON Semiconductor Website: [www.onsemi.com](http://www.onsemi.com)

Order Literature: <http://www.onsemi.com/orderlit>

For additional information, please contact your local Sales Representative