

# SAM265M30AA1・50AA1の開発

## The developments of SAM265M30AA1 and SAM265M50AA1

高山 雄基\*  
Yuki Takayama

浅見 亮範\*\*  
Akinori Asami

小野 治\*\*\*  
Osamu Ono

**概要** 近年、自動車、産業機器市場では高圧大電流モータドライバの需要が高まっている。今回、車載向けモータドライバIPM製品として最大電圧650V、最大電流30A・50AのSAM265M30AA1・50AA1を開発した。この開発に用いられたパッケージ技術やスマートファクトリ化を進めるライン設計を中心に紹介し、今後のパワーモジュール製品開発について述べる。

### 1. まえがき

近年、自動車市場においては車の電動化が進んでおり、カーエアコンシステムは高圧バッテリーを電源とする電動コンプレッサの搭載が増えている。電動コンプレッサ内のモータを駆動するためにはモータドライバIPMが必要となる。当社は民生エアコン向けIPMには長年の実績があり、それらを活かして自動車や産業機器のエアコンといった高電圧大電流を扱う領域の製品群を拡充させている。

今回、2012年に量産開始されたSAE6500シリーズの後続品として、SAM265M30AA1およびSAM265M50AA1を開発した。双方とも車載市場をターゲットとしており、アプリケーションは前モデルの置換えとした電動コンプレッサ用途に加え、電動オイルポンプなども想定している。

また、最大電圧は650V、最大電流は30Aおよび50Aである。前モデルから大きく進歩したことの一つとしてパッケージサイズの縮小による電力密度の向上が挙げられる。この進歩に貢献する主要技術は次項で詳述する。

また、本製品は開発効率向上を目的としたプラットフォーム技術SPP (Sanken Power-electronics Platform) を用いて開発が行われており、同パッケージを用いた複数製品の開発も順次進行中である。

### 2. 製品概要

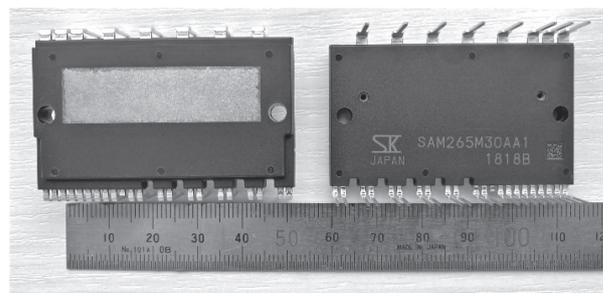


写真1. パッケージ外観

SAM2シリーズの外観写真を写真1に示す。用いられたパッケージ技術により、前モデルに対し耐電圧性が向上し、1200V定格まで対応可能である。その他、シリーズで共通する製品特長を以下に示す。

- 制御電圧最大定格25V
- 絶縁耐圧2500V(1分)保証
- サーミスタ内蔵
- 各種保護機能搭載
- 過電流保護保持時間調整可能

現在開発中のラインアップを表1に示す。

\* 半導体事業本部 マーケティング本部  
パワーモジュール開発統括部  
パワーモジュール開発部 開発課

\*\* 半導体事業本部 マーケティング本部  
アセンブリ技術統括部  
アセンブリ開発部 開発1課

\*\*\* 半導体事業本部 マーケティング本部  
ものづくり開発センター  
生産改革部 システム開発課

表 1. ラインアップ

製品名	$V_{CES}$	$I_c$	用途
SAM265M30AA1	650V	30A	車載
SAM265M50AA1	650V	50A	車載
SAM265M50BS1	650V	50A	産業機器
SAM212M05BF1	1200V	5A	産業機器
SAM212M10BS1	1200V	10A	産業機器
SAM212M15BF1	1200V	15A	産業機器

また、応用回路例を図1に示す。SAM265M30AA1・50AA1は図左側のControllerから受けた信号を基に内部に備えたIGBTを駆動し、高電圧かつ大電流を制御する。これによってモータへの出力端子であるU、V、W端子の通電状態・電流方向を変化させ、顧客の使用方法に合わせたモータ駆動を実現する。先に挙げたように、保護機能の搭載や温度監視のためのサーミスタ内蔵などといったシステム全体を補助する機能も有しており、これらによるController側へのフィードバックもおこなう。

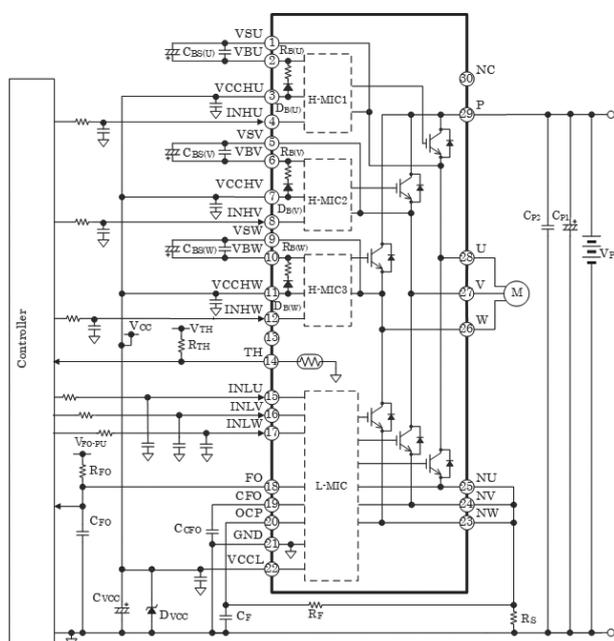


図 1. 応用回路例

### 3. パッケージ技術

#### 3.1 パッケージ概要

SAM2シリーズのパッケージはDBC構造SPPパッケージとして開発されている。DBC構造とは、図2に示すように、セラミックをCuで挟んで形成、内部回路の形

成および外部との絶縁、そして放熱フィンとしての機能を併せ持った構造であり、DBC基板上にチップおよび部品を直接搭載することによる低熱抵抗の実現と、サーミスタの内蔵、さらにパワーチップを高密度に搭載することが可能となり、前モデルSAE6500シリーズと比較して、パッケージサイズは30%削減を実現、電流定格は50Aまで拡大している。

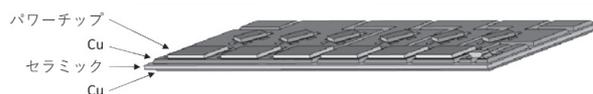


図 2. DBC 構造イメージ図

また、SAM2パッケージは、図3に示すように、50A定格のパッケージにおいて、パッケージ外形は小型であるにも関わらず、空間距離や沿面距離においては十分な距離を確保している。

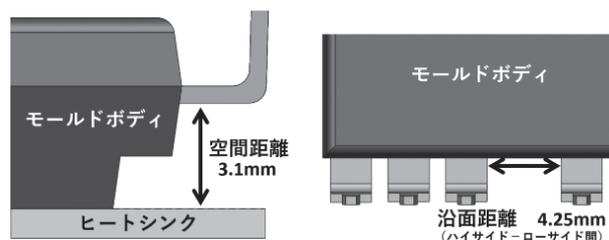


図 3. パッケージ 3D モデルイメージ

#### 3.2 内部構造

内部構造は図4に示すように、パワー部とコントロール部に大きく2つに分けている。発熱の少ないコントロール部の制御用チップはリードフレーム上へ接続、発熱の大きなパワー部のパワーチップについてはDBC基板上へ接続しており、3種類のワイヤ接続により実現している。

またDBC基板上へ直接サーミスタを搭載し、温度検出精度を高めている。

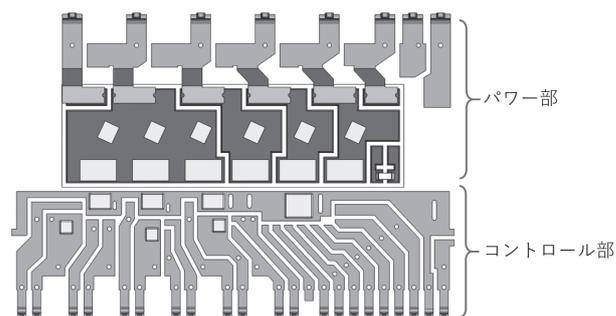


図 4. 内部構造図

### 3.3 製造技術

SAM2パッケージの部材選定においては、スマートファクトリ化と環境対応に配慮している。スマートファクトリ化については次項で詳述するが、製造工程内にて製品1個単位で2次元コードを付与しており、前モデルと比較してトレーサビリティを向上させている。

使用部材に関して、はんだは環境負荷が小さいフラックスと洗浄方法を採用しており、環境負荷が小さいことで生産拠点の自由度も広く確保できている。

モールド樹脂は環境負荷を考慮したグリーン樹脂を採用、より多くの顧客からの環境要求に対応可能である。

また車載用途も想定しているため、内部部品に前処理して樹脂との接着性を向上させており、より厳しい品質要求に対応できている。

SAM2パッケージは、車載や産業機器など様々な用途に販売を計画しているため、まず、用途別に最適な製品提案ができるように、DBC基板上の搭載部品やパターンを数種類ラインアップしている。

さらに、外部端子の長さについてもラインアップ化をしており、顧客毎に搭載しやすいリード長を選択することが可能となっている。

## 4. スマートファクトリ化への取り組み

### 4.1 SAM2生産ラインのスマートファクトリ化

SAM2生産ラインにおいてより高い生産性を実現するため、本生産ラインにスマートファクトリ化を導入する。図5のように現状の作業者の目視作業および運搬作業、入力作業の合計比率は64%となっているが、これらを画像化、自動化、IT化に置き換えることで、2026年までに合計比率25%以下にし、生産性2倍を実現することを目標としている。

このスマートファクトリ化を実現させることで、向こう3年までに人員を70%削減する。

以下に、IT化・画像化・自動化の導入ポイントを示す。

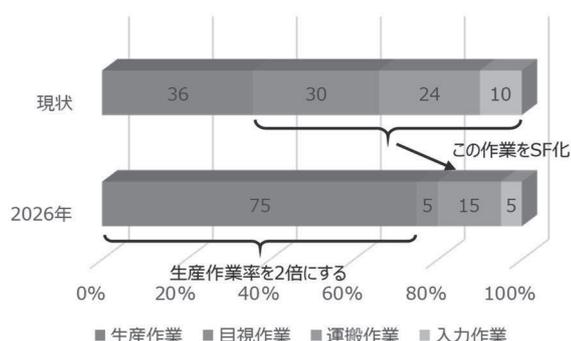


図5. 工程作業者の作業比率

### 4.1.1 IT化ポイント

IT化は、図6のように工場側にはITシステムを導入し、製品個片単位およびリアルタイム性を考慮した製品・設備情報収集から工程/品質管理、予知/予防、工程コントロール、状態の見える化、設備制御、本社側データベースへの情報提供をおこなう。これにより、取得したデータは工場に加えて、設計・開発、製造・生産技術、品質保証などの各部署が必要とするデータをフィードバックすることが可能となる。

また本IT化システムと、画像化または自動化等と連携させることで新たな付加価値を創出すること(例、コストダウン)が可能となる。

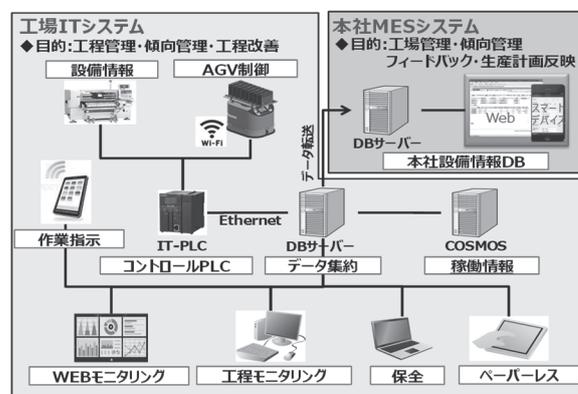


図6. IT化システム概要

### 4.1.2 画像化ポイント

画像化は、自工程完結をベースとし、はんだ印刷後を始めとした主要の7箇所画像検査を導入する。なお、検査結果の判定が困難な工程は、自社製のVerifyシステムを導入し、画像検査後に不良判定品のみ目視検査をおこなう画像と人との併用を実現(今後、画像とAIの併用を検討)。グループ会社である福島サンケンでは一部、画像とAIの併用システム導入済)。またITを活用し、個片単位で製品を管理することで、分離工程にて画像不良品を廃却するシステムを導入する。(図7参照)

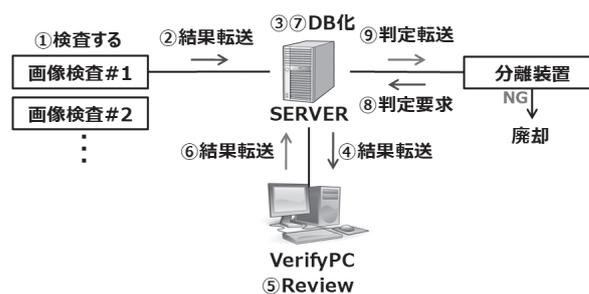


図7. Verifyシステム & ITを活用した不良排出システム

### 4.1.3 自動化ポイント

自動化は、図8のように生産設備から情報を収集するIT-PLCとAGV動作管理を行うAVRISの2つで工程内にある複数台のAGVを制御する。

生産設備増減による設備情報の変化を柔軟に収集するため、情報収集システムを自社製とし、他社AGVも活用できるようにAGVおよび制御ソフトウェア関連はメーカー購入として拡張性を持たせている。

この自動搬送システムとITシステムを組み合わせることで、個片管理と自動個片流動を実現させ、リードタイム短縮および中間仕掛在庫の削減を実現する。

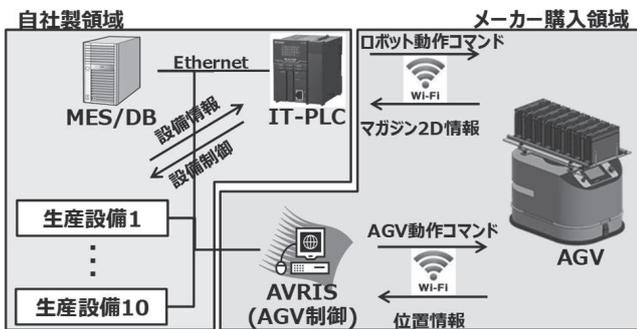


図8. 自動搬送システム概要

## 5. 今後の展開

図9に今後の車載・産機向けIPMの開発ロードマップを示す。

今回開発したSAM265M30AA1およびSAM265M50AA1が属するSAM2パッケージから大別して二つの方向を計画している。1つ目はパッケージサイズを大きくしつつ、より大きな電力容量を扱えるようにするSAM3、そして電力容量はそのままに、パッケージサイズをさらに縮小し、高周波動作にも対応可能な小型DIPである。また、新たなデバイスとしてRC-IGBTやSiC-MOSFETの搭載も計画しており、これらを実現するべく、新たな技術の獲得に取り組んでいる。

そのうちの代表的なものを以下に示す。

### Package Platform for DIP IPM

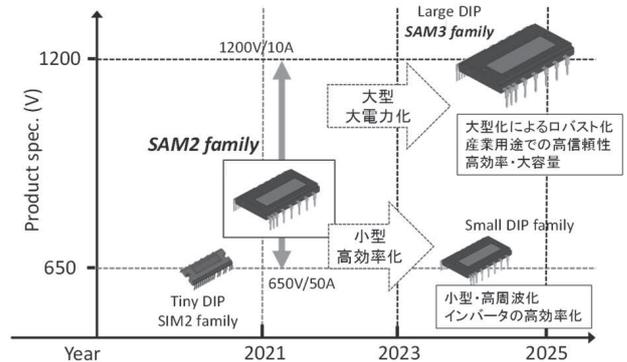


図9. 計画製品ラインアップ

#### ● ダイアタッチ材

まず、SiC-MOSFETの搭載については、既存のパワーチップに対して材質そのものが変わることから、対応可能なはんだ材の検討および選定をおこなっている。

既存のパワーチップ接合においても、より環境負荷が小さくなるよう、洗浄工程の簡素化が可能なフラックス配合のはんだを検討している。

#### ● 樹脂封止材

高温動作に対しては、高温動作における絶縁性の確保、温度サイクルや高温通電のような信頼性試験にも耐える必要があり、これらを考慮したモールド樹脂選定が必要となるため、品質要求のレベルにより、ガラス転移温度の高い樹脂も含めて、検討をおこなっている。

## 6. むすび

今回、車載向けのモータドライバIPM製品としてSAM265M30AA1とSAM265M50AA1を開発した。新たなパッケージ技術の適用とスマートファクトリ化の推進によって、機能性と生産性に優れた製品となったことを示した。今回の開発品を皮切りに、SAM2シリーズでは最大電圧1200V定格の製品を始めとしたラインアップを今後も順次展開する。そして、新技術を取り入れながら領域の異なる2つのパッケージの開発、そして次世代デバイスを搭載した新世代IPMの実現へ向けて、今後の技術開発を加速させる所存である。