

# 制御機能内蔵小型モータドライバICの開発

## Development of Compact Motor Driver ICs with Built-In Control Function

山中 進\*  
Susumu Yamanaka

鈴木 未生\*\*  
Mio Suzuki

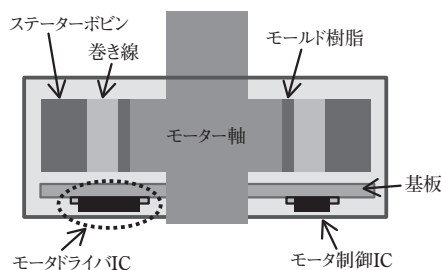
**概要** エアコンファンモータを代表とする高圧三相BLDCモータを駆動するモータドライバICに対して、小型化・高効率化のニーズが一層高まってきている。これを実現するために、モータ制御の電子部品を1パッケージに集約した2つの製品群を開発した。先行開発はホールセンサの使用を前提としたSX68100Mシリーズ、次期開発はホールセンサが必要ないセンサレスベクトル制御を内蔵したSX68200Mシリーズである。各製品の開発について報告する。

### 1. まえがき

エアコンに代表される白物家電が堅調であり、市場経済の活性化の一翼を担っている。その中で、当社はエアコンファンモータ等の小容量モータ用にモータドライバICを開発し、提供を行ってきた<sup>(1)</sup>。



(a) ルームエアコン内観図  
Inner view of room air conditioner



(b) 機電一体モータ内観図  
Inner view of mechatronic integration motor

図1 エアコンファンモータの構成  
Configuration of FAN motor of air conditioner

ルームエアコン向けのファンモータはその限られた配置スペースに設置しなければならず、モータ内部に駆動用電子部品の全てを実装した機電一体型が主流となっている(図1)。エアコンのトレンドとなる省エネ実現のための低損失・高効率駆動に加えて、省スペースのための小型パッケージの採用と周辺部品の取り込みが新たな要求事項となっている。

### 2. 開発概要

モータに内蔵される基板の小型化、部品集約化を実現するため、当社ではゲートドライバICと出力MOS FET 6石、ブートストラップダイオード3石を小型の表面実装パッケージ(写真1)に集約したSX68000Mシリーズを開発し、2009年に量産を開始した。これは当社のマルチチップアッセンブリ技術を活用した、業界初となる超小型面実装タイプの高圧三相モータドライバである<sup>(1)</sup>。



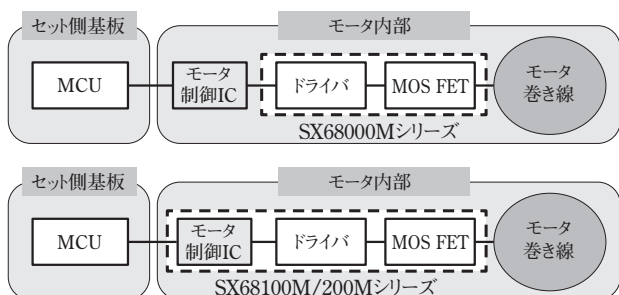
写真1 SXパッケージ外観  
SX Package

\*技術本部 開発統括部 IC開発1部 技術2課  
\*\*技術本部 MCBMモータ技術2課

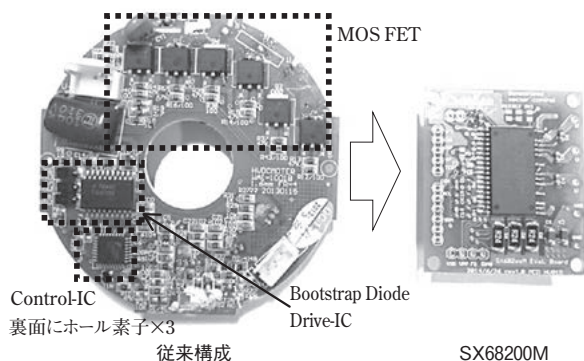
さらなる小型化の第一弾として、ホールセンサ素子対応のモータ制御ICを取り込んだSX68100Mシリーズを

2013年より量産開始し、大変好評を得ている。

この実績を元に、小型化の第二弾として半導体部品の削減のためホールセンサレス化し、さらに高効率化のためベクトル制御機能を取り込んだSX68200Mを開発した。図2にその構成の比較と周辺部品取り込みの効果を示す。SX68200Mを採用した場合、ディスクリット構成と比べ、12点の半導体部品を削減可能であり、基板面積についても約半分へ縮小可能となる。



(a) 従来および本開発品の構成比較  
Comparison of configurations of conventional and present development products



(b) 部品点数削減効果  
Effects of parts reduction

図2 機電一体ファンモータの構成  
Configuration of mechatronical integration FAN motor

SX68100MシリーズとSX68200Mシリーズの性能における特徴の比較を表1に示す。

表1 製品比較  
Comparison of Products

	SX68100M	SX68200M
耐 圧	250~600V	250~600V
Ron_max	1.5~5.5Ω	1.5~5.5Ω
センシング	Hall素子	シャント抵抗
起 動 特 性	◎	○
駆 動 方 式	台形波/正弦波	正弦波(ベクトル制御)
モータ効率	○	◎
パッケージ	SOP36	SOP36

### 3. SX68100Mシリーズの開発

#### 3.1 製品構成

SX68100Mシリーズのブロック図を図3に示す。ホールアンプを内蔵しており、モータの回転子の位置に応じて、6素子のパワー MOS FETを駆動し三相BLDCモータを回転させる。センサ素子によってモータの位置を確実に捉える事が出来るため、負荷の重さ、変動に依存せず安定した回転制御を行うことができる。特にセンサと連携した安定した起動特性を有する。駆動方式は矩形波と正弦波に対応している。回転数制御はVSP端子にアナログ電圧を入力することで行う。また進角制御や回転方向、モータロック保護の有効/無効を設定端子で選択できる。

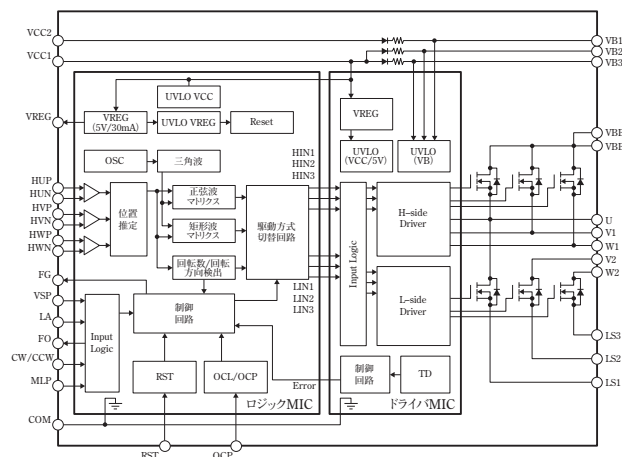


図3 SX68100Mシリーズブロック図  
Block diagram of SX68100M series

#### 3.2 起動特性および回転速度指令

SX68100Mシリーズの大きな特徴は、ホール素子入力に対応しており、初期の位置決め動作無しで安定して起動を行えることである。

図4に本ICのモータ起動特性を示す。モータ回転指令(VSP)の入力と共に、矩形波通電で駆動を行った後に、正弦波通電で安定して回転を行っている様子を確認できる。

駆動方式は矩形波と正弦波に対応している。モータの回転数調整は、本ICの前段にMCUを配置することで実現する。モータの回転数出力(FG)と設定回転数の差分をMCUで演算し、回転指令端子(VSP)に差分のアナログ電圧を入力する。進角制御機能も搭載しており、外部より設定端子に任意の電圧を入力することで容易に設定が可能である。

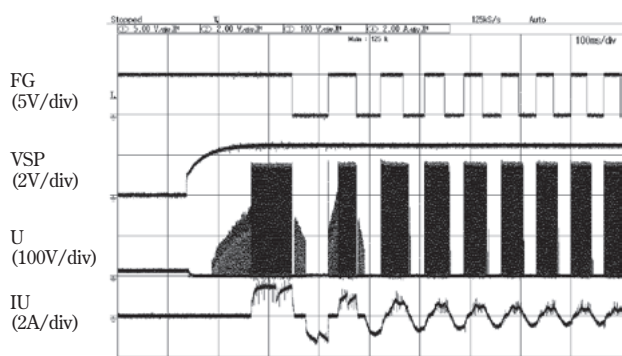


図4 SX68100M起動波形  
Starting wave of SX68100M

### 3.3 製品ラインアップ

SX68100M シリーズの汎用品のラインアップは表2の通りである。

エアコンの容量からファンモータの出力が異なるため、広範囲で適応するドライバICとして、出力電流IDSのラインアップを設けた。

表2 製品ラインアップ  
Product line-up

製品名	VDSS [V]	IDS [A]	Ron_max [Ω]
SX68126M	600	1.5	4
SX68127M	600	2	2.5

## 4. SX68200Mシリーズの開発

### 4.1 製品構成

SX68200M シリーズは年々厳しくなるトップランナー基準等の省エネ要求に対応するため、より高効率にモータを駆動する需要に応じてベクトル制御機能を搭載した。また、同時にセンサレス化も行っているため、センサ素子を必要とせず部品点数をより削減できる。

ブロック図を図5に示す。シリアル通信により細かい設定ができるようになっており、内蔵のEEPROM (不揮発性メモリ) に設定を保存することが可能である。回転数制御はアナログの速度入力とシリアル通信での制御の両方対応している。SX68100Mでは回転数制御にMCUによるフィードバックが必要であったが、SX68200MではIC内部のロジックにより設定した回転数で駆動される。また3個のシャント抵抗により電流検出を行うことでホールセンサレスでの制御を実現している<sup>(2)</sup>。

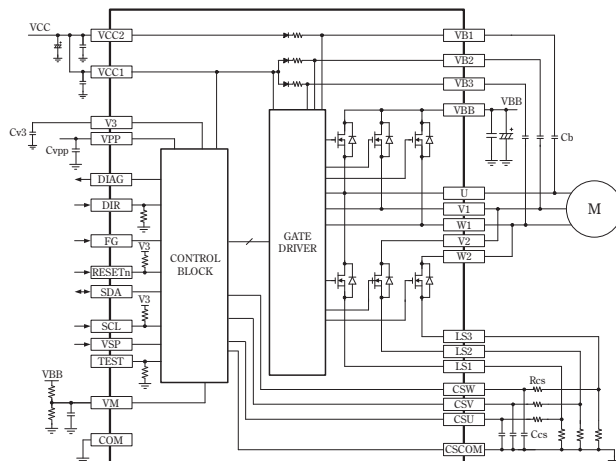


図5 SX68200Mシリーズブロック図  
Block diagram of SX68200M series

### 4.2 評価用ソフト

SX68200Mの各種パラメータをユーザーが任意で設定を行うために専用のソフトを用意した(図6)。SX68200MとPCをUSBケーブルで繋ぐことで、リアルタイムでパラメータの設定が可能となる。このソフトの使用により開発工数の削減を実現している。パラメータ決定後は、内蔵のEEPROMへパラメータの書き込みを行うことで、独立運転が可能となる。

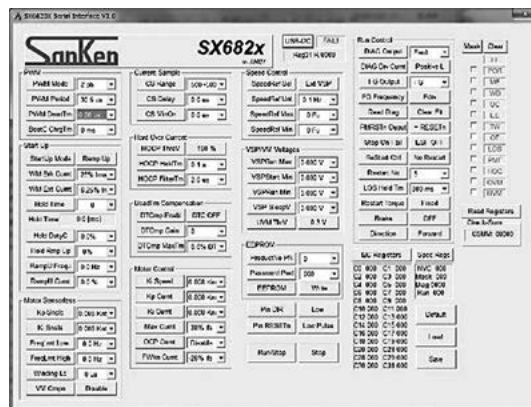


図6 設定ソフト  
Tuning software

### 4.3 製品特性

#### 4.3.1 起動特性

図7に起動シーケンスを示す。上段がモータ回転数で下段が相電流である。最初にモータの特定相への励磁により回転子を特定の位置に固定し、そこから開ループでの駆動をはじめ、センサレスによる制御が可能な回転数へ達した後に閉ループ制御へと切り替える方式である。従来からセンサレス制御で使用されている方式であるが、本ICでは回転子固定時の電流の増加速度、固定時間、

オープンループ制御時の回転数、フィードバック設定等、各パラメータを細かく設定できるようになっている。その結果、幅広い負荷にてほとんど起動失敗が見られない良好な起動特性を実現している。また、起動が失敗した場合においても予め設定した回数、または無制限に再起動を行う設定が可能である。

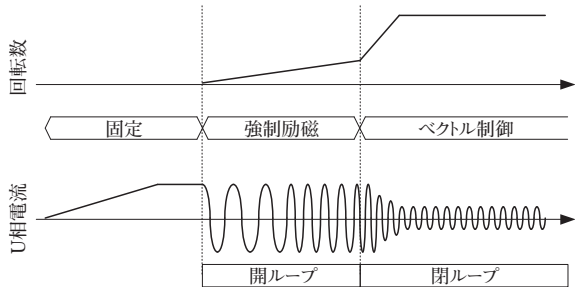


図7 起動シーケンス  
Start-up sequence

#### 4.3.2 実働作波形

従来品との駆動波形の比較を行う(図8, 9)。従来方式では制御のループが回転数のみであり、電流のフィードバックを行っていないため正弦波に歪みが生じている。センサレスベクトル制御では逆起電力との位置関係をPWM周期毎に逐次比較しているため良質の正弦波が得られ、制御性、効率が大きく向上する<sup>(2)</sup>。負荷変動時においても常に最大効率となるように制御される。

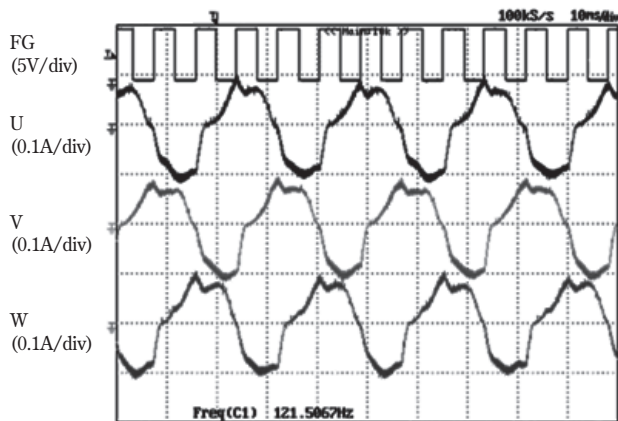


図8 従来の正弦波駆動波形 (open loop制御)  
Conventional sine wave drive waveform (open loop control)

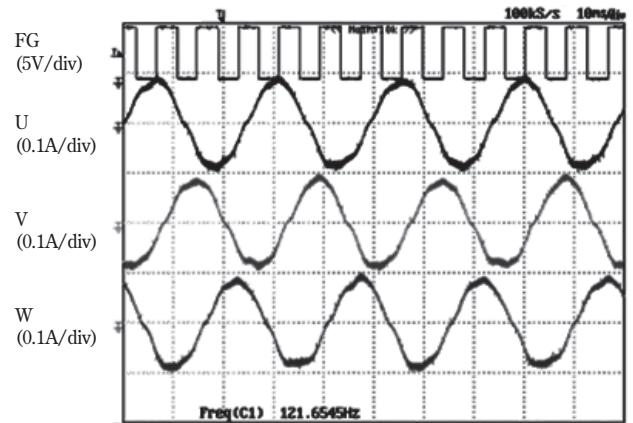


図9 SX68200Mシリーズの駆動波形  
SX68200M series drive waveform

#### 4.4 製品ラインアップ

SX68200Mシリーズのラインアップは表3の通りである。より広い範囲のモータへ適応するため、出力電流や印加電圧の範囲を広げた。

表3 製品ラインアップ  
Product line-up

製品名	VDSS [V]	IDS [A]	Ron_max [Ω]
SX68201M	250	2	1.5
SX68202M	500	1.5	4
SX68203M	600	1.5	5.5
SX68205M	600	2	2.5

#### 5. むすび

エアコンファンモータ等の小容量の機電一体モータ向けにモータドライバICの小型化を追求してきた。第一段階となるセンサ素子対応のドライバIC SX68100Mは、すでに市場での実績を得ている。さらに部品の集約、高効率化を進めた第二段階のセンサレスベクトル制御ドライバIC SX68200Mを市場へ展開する計画である。本製品により、更なる省エネの効果が期待出来る。

#### 参考文献

- (1) 坂井, 松丸, 鈴木: サンケン技報, vol.42, p.19-22, (2010)
- (2) 栗原, 李: サンケン技報, vol.47, p.13-16, (2015)