

1,700 V/400 A All-SiC モジュール



All-SiCモジュール

1,700 V/400 A All-SiC モジュール
1 700 V/400 A all-silicon carbide (SiC) module



写真提供：東京地下鉄(株)

2000系電車



VVVFインバーター装置

電気鉄道駆動制御システムでは、装置の小型・軽量化や省エネ化などが求められている。これらのニーズに応えるため、インバーター装置のパワーデバイスにSi（シリコン）半導体を用い、これまで、その性能改善による低損失化を進めてきた。しかし、理論限界に近づいているため、その限界を打ち破る新材料として、ワイドバンドギャップ半導体であるSiC（炭化ケイ素）が期待されている。

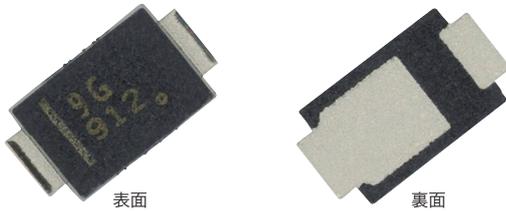
今回、SiC SBD（ショットキーバリアダイオード）内蔵のSiC MOSFET（金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ）を搭載し、全てSiCチップで構成した1,700 V/400 Aの2in1 All-SiCモジュールを製品化した。スイッチング素子を、従来のSi IEGT（電子注入促進型絶縁ゲートトランジスタ）からSiC MOSFETに置き換えることで、高電流密度化によるモジュールサイズの縮小と高速スイッチングによる低損失化が可能になる。このとき、SiC半導体のポテンシャルを引き出して製品特性に反映させるには、寄生インダクタンスを低減したパッケージ設計が必要になる。今回開発したAll-SiCモジュール用パッケージは、内部レイアウトの適正化で、従来パッケージに比べて寄生インダクタンスを約40%低減した。また、高強度セラミックス基板を採用するとともに、接合材と封止材の耐熱疲労特性を向上させることで、パッケージ熱抵抗を増大させることなく温度サイクル試験の耐性を約3倍に向上させた。更に、モジュールのフットプリントも約1/2に縮小した。

このモジュールを適用したVVVF（可変電圧可変周波数）インバーター装置は、このVVVFインバーター装置に特化した設計の全閉PMSM（永久磁石同期電動機）と、リチウムイオン二次電池SCiB™を搭載した非常走行用電源装置とともに、東京地下鉄(株)丸ノ内線2000系車両に導入され、2019年2月から実運用を開始している。これにより、従来の丸ノ内線02系PMSM改修車両に比べ、消費電力量を約27%削減した。

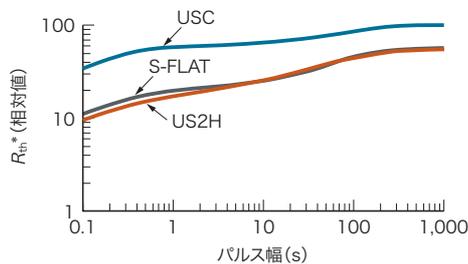
この製品開発の一部は、国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）から支援を受けた「戦略的省エネルギー技術革新プログラム」の実証開発「All SiCデバイスを用いた高効率小型電力変換器システムの開発」の一環として実施したものである。

東芝デバイス&ストレージ(株)

整流・回路保護用ダイオードの小型・高許容損失パッケージ

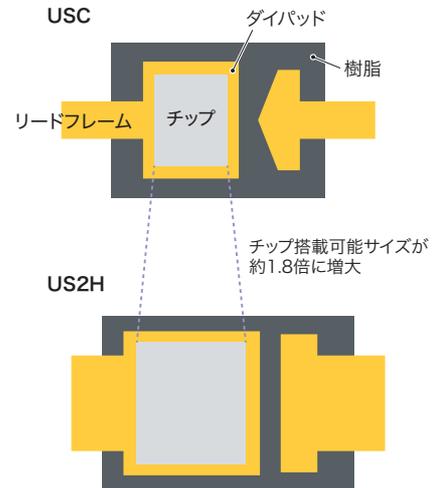


小型・高許容損失パッケージ US2H
US2H small-sized package with high power dissipation



*USCの熱抵抗を100として規格化

パッケージ別の熱抵抗の比較
Comparison of thermal resistance of US2H and conventional packages



USCとUS2Hのパッケージ内部構造の比較
(配線構造を含まず)
Comparison of internal structure of USC and US2H packages (wiring structure not shown)

機器の小型化や電子回路の高効率化に伴って、PC (パソコン)・AV 機器の電源ラインや産業機器の電子回路などに使用されている整流用・回路保護用ダイオードには、小型で電力損失の小さい製品が要求されている。

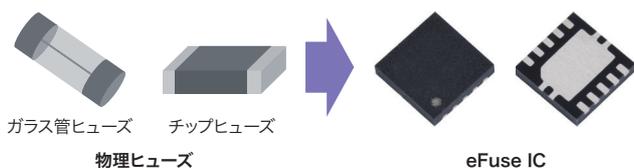
今回、SOD-323クラスのパッケージで許容損失1 Wを実現した、US2H (Ultra Super Mini 2pin Heat Sink) パッケージを開発した。

このUS2Hは、フラットリードタイプのパッケージ (実装サイズ: 2.5×1.4 mm) である。リードサイズの拡大とパッケージ裏面へフレームを露出させたヒートシンク構造の採用により放熱性を向上させており、従来のUSCパッケージに比べて飽和熱抵抗 R_{th} を約45%低減した。また、SOD-123クラスのS-FLATパッケージ (実装サイズ: 3.5×1.6 mm) と同等の熱抵抗特性を備えており、機器の小型化にも貢献できる。更に、リードフレームのダイパッドサイズを拡大することで、従来のUSCパッケージに比べてチップ搭載可能サイズを約1.8倍に増大させており、順方向電圧が低くかつ温度特性に優れたSBDの製品化を実現した。

現在、US2Hパッケージの製品ラインアップとして、定格電流1~2 AのSBDの市場投入を開始している。今後、民生機器や産業機器の幅広いアプリケーションに対し、更なる製品ラインアップの拡充を図っていく。

東芝デバイス&ストレージ(株)

■ 繰り返し使用可能なeFuse IC TCKE805シリーズ



項目	ガラス管ヒューズ	チップヒューズ	eFuse IC
繰り返し性	×	×	○
過電流保護の速度・精度	×	×	◎
そのほかの保護機能 (過熱保護など)	×	×	◎
周囲温度による影響	×	×	◎
単体実装面積	×	○	△
保護回路を含む トータル実装面積	×	×	◎
部品単体コスト	○	○	△
機能・メンテナンスを含む トータルコスト	×	×	◎

◎:非常に良い ○:良い △:普通 ×:悪い

eFuse ICと物理ヒューズの比較

Comparison of characteristics of physical fuses and electronic fuse integrated circuit (eFuse IC)

過電流や過電圧などから機器を保護するICとして、今回、新たに電子ヒューズ (eFuse IC) TCKE805シリーズ (TCKE805NA/TCKE805NL) を製品化した。

従来のガラス管ヒューズやチップヒューズなどの物理ヒューズでは、過電流で一度ヒューズが切れると、部品交換作業が発生する。一方、eFuse ICは、繰り返し使用ができるため、部品交換作業などのメンテナンスコストを低減できる。更に、過電流保護に加え、突入電流の抑制や、過電圧保護、過熱保護などを組み合わせた高度な保護機能を実現できるという特長がある。

TCKE805シリーズは、最大5 Aという大電流出力に対応しており、±1%の高精度な過電流保護機能、±7%の高精度な過電圧保護機能を備えている。また、情報通信機器及びAV機器向けの国際安全規格であるIEC 62368-1 (国際電気標準会議規格 62368-1) に準拠したIC電流制限器としての認証も取得している。したがって、機器として認証取得が必要な場合は、この製品を組み込むことで一部の認証試験を簡易化できるというメリットがある。

東芝デバイス&ストレージ(株)

■ テスター用超小型・大電流フォトリレー TLP3481

テスター用超小型・大電流フォトリレー

TLP3107

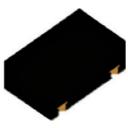
パッケージ: 2.54SOP6
電流定格 : 3.3 A
電圧定格 : 60 V



対向型構造
実装面積
6.3×7.0 mm
=44.1 mm²

TLP3481

パッケージ: P-SON4
電流定格 : 3.0 A
電圧定格 : 60 V



3層チップオンチップ構造
実装面積
2.1×3.4 mm
=7.14 mm²

実装面積を83.8%削減

P-SONパッケージ採用フォトリレー TLP3481

TLP3481 high-current photorelay in power small outline non-leaded (P-SON) package

高性能の半導体テスターには、各種切り替え用スイッチとして、1台当たり数千~数万個のフォトリレーが使用されている。そのため、近年、フォトリレー自体の小型化と実装面積の削減に加え、大電流化の要求が拡大してきている。

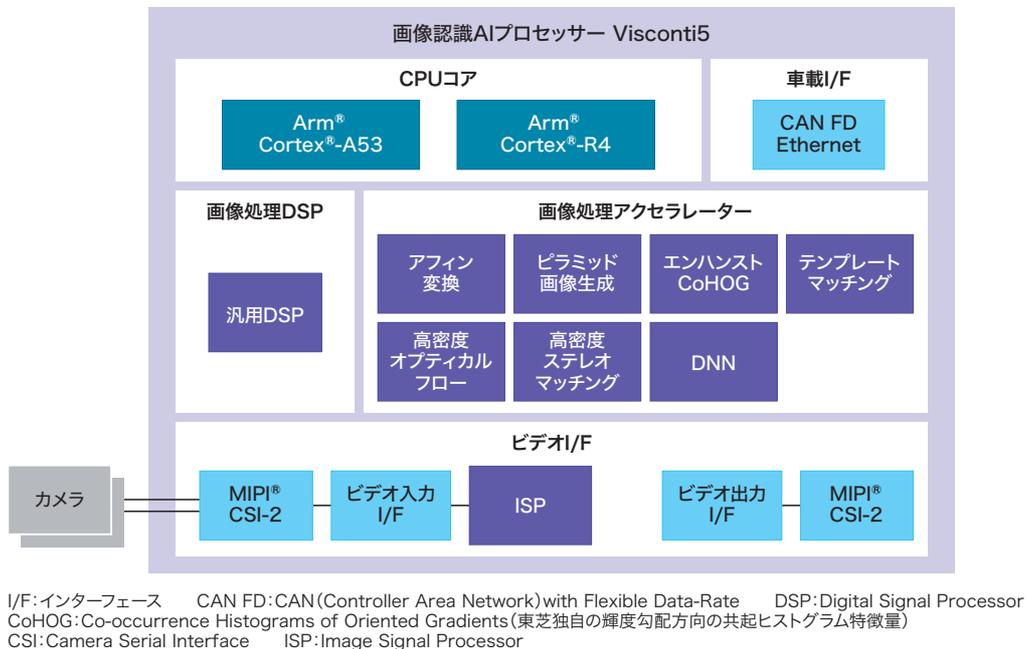
これらの要求に応えるため、P-SON4パッケージを採用し、従来の2.54SOP6パッケージ製品TLP3107に比べて実装面積を83.8%削減するとともに、電流定格3.0 A/60 Vを実現する業界最小^(注)実装面積の超小型・大電流フォトリレーTLP3481を製品化した。

製品化したフォトリレーは、チップオンチップ構造を採用することで、従来の2.54SOP6と同等の電気的特性を維持したまま、大幅な実装面積の削減を実現した。今後も更なる大電流化を可能とする製品開発を目指すとともに、幅広い要求に対応した製品ラインアップを拡充していく。

(注) 2019年12月現在、テスター用フォトリレーとして、当社調べ。

東芝デバイス&ストレージ(株)

画像認識AIプロセッサ Visconti5シリーズ



Visconti5を用いたADAS前方カメラシステムのブロック図

Block diagram of front cameras-based advanced driver assistance system (ADAS) using Visconti5 image recognition processor

国内では、高齢ドライバーによる相次ぐ事故を踏まえて、2021年にも新車への自動ブレーキ機能の搭載を義務付けることが検討されている。また、欧州での自動車の安全性に関する評価プログラムEuro NCAP (European New Car Assessment Programme)の2020年版では、交差点や出会い頭での衝突回避が追加され、より高度な運転支援システムへの需要が高まっている。

このような背景から、今回、先進運転支援システム(ADAS)や自動運転機能などの実現に適したDNN (Deep Neural Network)^(注1)ハードウェアIP (Intellectual Property)を搭載した画像認識用プロセッサ Viscontiの新ファミリーとして、Visconti5シリーズ(TMPV7708XBG/TMPV7706XBG)を開発した。

Visconti5シリーズに搭載されたDNNハードウェアIPは、深層学習した結果を用いることで、従来のパターン認識や機械学習よりも多様な対象物を高精度に認識でき、より高度な運転支援システムが実現できる。また、ステレオカメラによる測距精度を向上させる高密度ステレオマッチング機能、及び移動体検知性能を向上させる高密度オプティカルフロー機能も新たに搭載した。

更に、CPUと各種画像処理アクセラレーターの機能強化と半導体製造プロセスの微細化による動作周波数の向上により、画像処理能力を従来製品の約10倍^(注2)に高めたため、各種画像認識処理に必要なアルゴリズムを高速かつ低消費電力で実行できる。

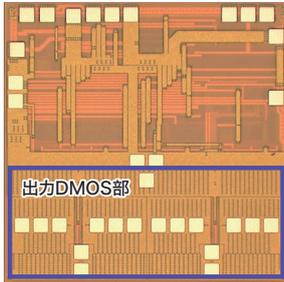
(注1) 人間の脳の神経回路をモデルとしたアルゴリズム。

(注2) 2020年3月現在、当社従来製品 Visconti4 (TMPV7608XBG) との比較において、当社調べ。

関係論文: 東芝レビュー, 2019, 74, 5, p.26-29.

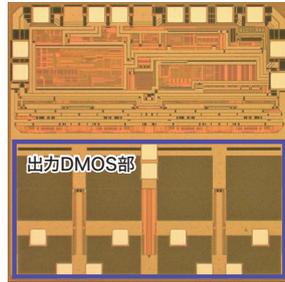
■ 0.13 μm 第4世代アナログパワー ICプロセスを採用した 低動作電圧のステッピングモータードライバー IC

第4世代(TC78H670FTG)



最大定格:20 V/2.0 A
出力オン抵抗:0.48 Ω
パッケージ:VQFN16
高分解能(128段階)マイクロステップ
駆動あり

第1世代(TC78H621FNG)



最大定格:18 V/1.1 A
出力オン抵抗:0.8 Ω
パッケージ:TSSOP16
マイクロステップ駆動なし

DMOS:二重拡散型金属酸化膜半導体

0.13 μm新プロセス(第4世代)製品と従来プロセス(第1世代)製品の比較

Comparison of stepping motor driver ICs fabricated using conventional first-generation 0.13 μm process and G4 (Generation 4) 0.13 μm process

精密機器に使われる小型ステッピングモーターやブラシ付きDC(直流)モーターは、コストや使いやすさの点から需要が増加している。特に、電源電圧20V以下のモーターは、バッテリーやUSB(Universal Serial Bus)電源などで駆動するため、動作時とスタンバイ時の低消費電力化の要求が高まっている。

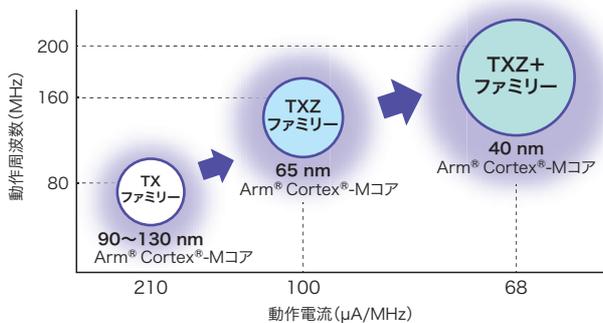
今回、当社で初めて0.13 μm 第4世代アナログパワー ICプロセスを採用した、モータードライバー IC TC78H670FTGを製品化した。高分解能(128段階)のマイクロステップ駆動や、電流検出抵抗なしでの高精度電流制御、電源電圧2.5Vから動作するオン抵抗0.5Ωの低損失出力段などを従来と同等のチップサイズで実現し、3mm角のVQFN16パッケージに収めた。

低発熱・高精度・省スペースを実現したICとして、2020年1月から量産を開始し、BOM(Bill of Materials)の削減も図っている。

関係論文:東芝レビュー, 2019, 74, 6, p.21-24.

東芝デバイス&ストレージ(株)

■ 40 nm 先端プロセスを採用した高性能MCU



TXZ+ファミリコンセプト Arm® Cortex®-M3/M4 + 付加価値機能

高性能オフロードエンジン
A-VE, PSC, FIR
コネクティビティ
USB-OTG, イーサネット, QSPI
セキュリティーエンジン, 機能安全
AES, SHA, RSA/OFD, CRC, RAMP
高精度アナログ機能
高精度内蔵発振器, 温度センサー,
高精度アナログ/デジタルコンバーター,
モーター駆動アブリドライバー

A-VE: Advanced Vector Engine
PSC: Programmable Servo/Sequencer
Controller
FIR: Finite Impulse Response
USB-OTG: USB On the Go
QSPI: Quad Serial Peripheral Interface
AES: Advanced Encryption Standard
SHA: Secure Hash Algorithm
RSA: Rivest-Shamir-Adleman
OFD: Oscillation Frequency Detection
CRC: Cyclic Redundancy Check
RAMP: Random Access Memory Parity

*シリーズにより、搭載機能は異なる

従来プロセスと40 nm 先端プロセス採用MCUの性能比較

Comparison of performance of microcontrollers fabricated using conventional and 40 nm advanced processes

近年、様々な分野において、制御MCU(Micro Controller Unit)の高性能化と低消費電力化の両立が求められている。一方、製品開発期間の短縮と、信頼性を担保するため、過去のソフトウェア資産の継承も重要になっている。

これらのニーズに応えるため、今回、40 nm 先端プロセスを採用することで、従来プロセスでは到達できなかった最大動作周波数200 MHzを実現するとともに、動作電流を従来プロセスMCUに対して約30%削減した。これにより、従来の民生・家電分野だけでなく、産業機器分野への制御MCUの製品展開が可能となった。

40 nm 先端プロセスを導入したTXZ+(TXZプラス)ファミリは、これまでのTX・TXZファミリの資産をシームレスに継承しながら、更に性能・機能を向上させた製品群と位置付けられる。現在、高性能汎用MCU及び高性能モーター制御MCUを開発している。

関係論文:東芝レビュー, 2019, 74, 6, p.25-29.

東芝デバイス&ストレージ(株)