

# ストレージ&デバイス

## Storage and Electronic Devices

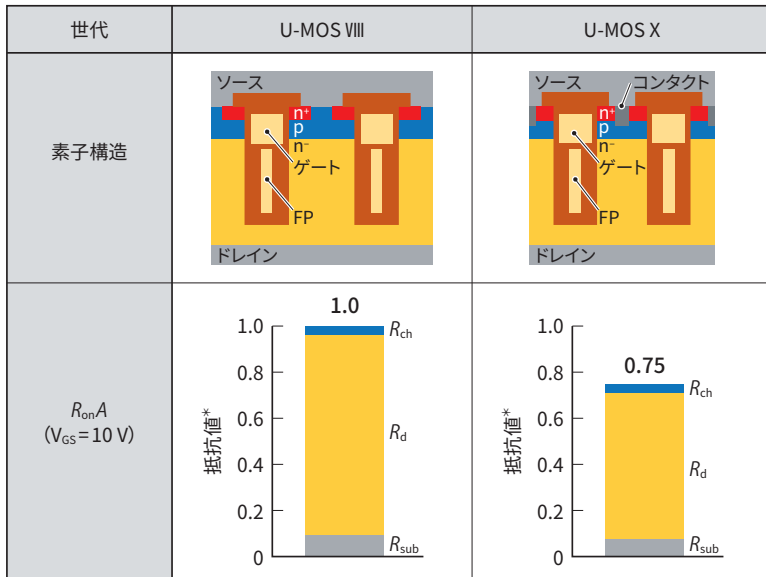
ビッグデータ時代を迎え、近年、様々なビジネスや生活に関わる情報量が、飛躍的に増大しています。また、省エネ社会の進展や自動車の電子化などが、更に加速しています。

東芝グループは、これらの変化に対応することで、誰もが快適かつ安心して暮らせる新しい社会作りを推進しています。

ディスクリート半導体分野では、電力利用の効率化を支えるパワーデバイスや、小信号デバイス、光半導体などの開発に注力しています。また、システムLSI分野では、車載、産業、データセンター、IoT (Internet of Things) 向けのLSIの開発などを通じて、電子機器の進化を支えています。HDD (ハードディスクドライブ) についても、データセンターなどエンタープライズ向けの大容量製品の開発に注力しています。更に、電子デバイス・材料では、エネルギーや、環境、情報などの分野に向けた高付加価値の新材料・デバイスの開発に注力しています。

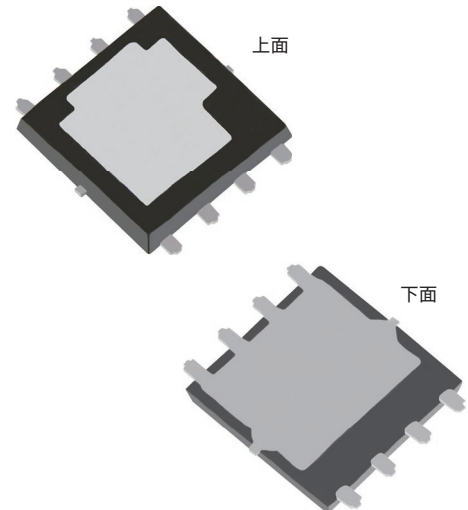


# 車載用次世代低耐压パワーMOSFET向けプロセスU-MOS X



p:p型半導体 n:n型半導体  
 n+:不純物濃度の高いn型半導体 n-:不純物濃度の低いn型半導体  
 $R_{ch}$ :チャンネル抵抗  $R_d$ :ドリフト層抵抗  $R_{sub}$ :基板抵抗  $V_{GS}$ :ゲート-ソース間電圧  
 \* $R_{on}A$ の値は、U-MOS VIIIの値を1として規格化

U-MOS VIIIとU-MOS Xの構造とオン抵抗の比較  
 Comparison of device structure and on-resistance of U-MOS VIII and U-MOS X series metal-oxide-semiconductor field-effect transistors (MOSFETs) for automotive products



高放熱パッケージ DSOP Advance  
 DSOP Advance package with high thermal conductivity

各国のCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）排出規制を受けて導入が進む環境対応車や、自動運転化に伴う機能安全の分野で、車載用低耐压パワーMOSFET（金属酸化膜半導体型電界効果トランジスタ）の市場が拡大している。低損失化と小型化というこの市場の要求に応え、当社独自のトレンチ構造MOSFETで、48Vバッテリー車にも使用可能な定格電圧100VのU-MOS Xプロセス、及びDSOP（Double-Side-Cooling SOP（Small Outline Package））Advanceパッケージを開発した。

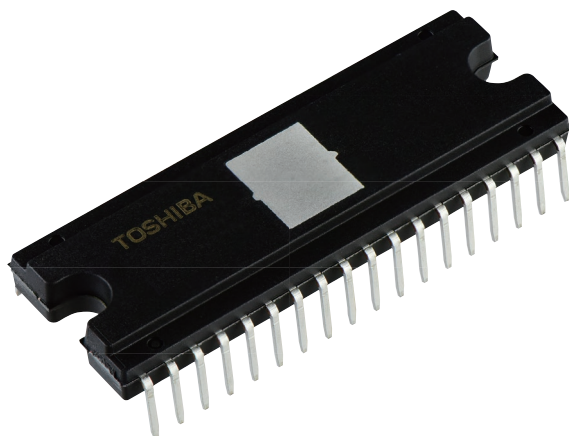
高出力電流のスイッチ素子として使用される車載用パワーMOSFETは、導通損失の低減と高破壊耐量というトレードオフの関係にある特性の両立が求められており、定格電圧ごとに素子構造が最適化されている。今回、車載用に開発したU-MOS Xプロセスは、定格電圧100Vの前世代製品であるU-MOS VIIIで開発したトレンチフィールドプレート（FP）構造をベースにしたものである。微細コンタクト技術による素子の高集積化と拡散層の高濃度化により、チャンネル抵抗及びドリフト層抵抗を低減し、チップの単位面積当たりのオン抵抗（ $R_{on}A$ ）を約25%削減した。また、コンタクト設計の最適化によって、高破壊耐量（高アバランシェ耐量と広安全動作領域（ASO））を実現した。

一方、パッケージング技術では、パッケージ抵抗低減の目的で、ソース配線材料を、従来の超音波接合されたアルミニウム（Al）リボンから、はんだ接合された低抵抗率の銅（Cu）コネクタに変更することで、パッケージサイズが5×6mmのSOP-8クラスで、パッケージ抵抗を従来に比べ、0.35mΩ低減したSOP Advanceパッケージを市場投入した。更に今回、同クラスのパッケージで、Cuコネクタを厚板構造にしてパッケージ上面から露出させ、高効率な放熱性を実現できるDSOP Advanceを開発した。このパッケージでは、SOP Advanceに比べて、電動式パワーステアリング用途で想定される据え切り時間（ $t_w$ ）3sでの過渡熱抵抗を、約76%削減した。

関係論文：東芝レビュー。2018，73，6，p.26-30.

東芝デバイス&ストレージ（株）

# 600 V ブラシレスファンモーター用正弦波 PWM ドライバー IC



600 V ブラシレスファンモーター用正弦波 PWM ドライバー IC  
600 V sine wave pulse-width modulation (PWM) driver integrated circuit (IC) for brushless fan motors

当社は、エアコンや空気清浄機などの家電・産業機器市場で用いられる三相ブラシレスファンモーター用に、コントローラーとドライバーを1パッケージにした正弦波 PWM (パルス幅変調) ドライバー IC “TB67B000 シリーズ” を商品化している。1パッケージにしたことで、複雑な回路設計なしに、容易にモーター制御できることが特長である。この度、高耐圧化した 600 V/2 A 出力の次世代製品をラインアップに加える。

この市場では、省エネに対する意識の高まりとともに、今後、高性能三相ブラシレスファンモーターの需要が拡大していくことが予測されている。また、新興国では、電力供給が不安定なため電源電圧が大きく変動する可能性があり、信頼性確保の観点から、500 V/2 A 出力の従来製品 TB67B000HG よりも、一層高耐圧の製品が求められていた。600 V/2 A 出力の次世代製品は、これらのニーズに応えるものであり、ピンの互換性を保つことで従来製品からの置き換えを容易にしている。

また、この市場では、省スペース化及び省エネ化のニーズが大きいため、小型 36 ピンの HSSOP (Shrink Small Outline Package with Heat Sink) パッケージ (実装サイズ: 17.5 × 11.93 mm)、及び低消費電力化が可能な出力段の FET (電界効果トランジスター) 採用製品の展開を進めている。更に、容易に高効率なモーター制御を可能にする当社オリジナル技術である InPAC (自動進角制御技術) の搭載品など、ラインアップも拡充していく。

関連記事 : p.79

東芝デバイス&ストレージ (株)

# TDMRを適用してCMRによる業界最大の記憶容量 16 Tバイトを実現したNL向け3.5型HDD



記録容量16 TバイトNL向け3.5型HDD MG08ACA16T  
MG08ACA16T 16 Tbyte 3.5-inch hard disk drive (HDD) for nearline storage applications

クラウドサービスの普及などにより、データセンターなどで大容量HDD（ハードディスクドライブ）の需要が高まり、HDDの高密度化と大容量化が加速している。今回、3.5型HDDのHe（ヘリウム）充填（じゅうてん）機種の新2世代として、TDMR（Two Dimensional Magnetic Recording：2次元磁気記録技術）の採用により、CMR（Conventional Magnetic Recording）方式で業界最大<sup>(注1)</sup>の記憶容量16 T（テラ： $10^{12}$ ）バイトを実現した、NL（ニアライン）向けMG08シリーズを製品化した。

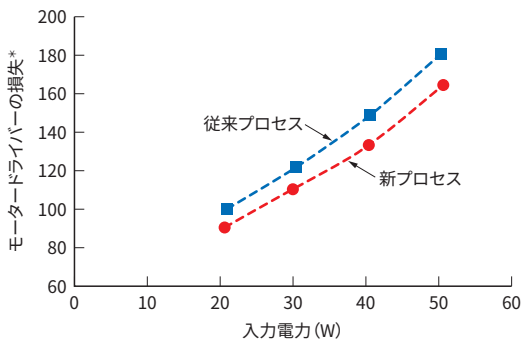
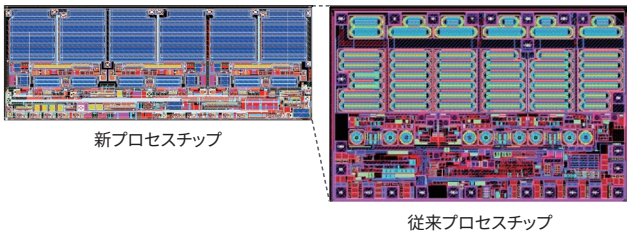
TDMRは、従来、記録ヘッド一つと読み取りヘッド一つで構成されていたヘッド素子の、読み取りヘッドを二つに増やし、記録媒体から読み取った2種類の信号を使って再生する技術である。ディスク面から読み取った2種類の信号をリードライトチャンネル内で2次元処理することで、再生信号の品質改善を実現している。また、記録ヘッドの構造変更によるデータ記録能力の改善や、記録媒体の材料変更による再生信号品質の改善、ヘッド素子とメディア表面のスペーシング制御技術の改善、サーボ制御技術及びサスペンションの改良によるヘッド素子位置決め精度の改善などにより高記録密度化を達成し、MG08は、従来機種のMG07シリーズと比べて、記憶容量が14.3%増加し、16 Tバイトを実現した。

高性能化の面では、最大転送速度が約6%、キャッシュ技術及びサーボ制御技術の改良によりランダムライト性能が最大で約7%向上した。更に、電力消費効率<sup>(注2)</sup>は、SATA（Serial Advanced Technology Attachment）機種で最大約18%改善しており、ストレージシステムの省電力化にも貢献できる。

(注1) 2019年1月現在、高さ26.1mmの3.5型HDDとして、当社調べ。

(注2) アクティブアイドル時の消費電力を記憶容量で除したものの。

## ■ モータードライバーの損失を低減できる0.6 μm ルールの600 V系 HV-SOIプロセス



\*従来プロセスの入力電力20 Wの場合を100として規格化

### チップサイズとモータードライバーの損失の比較

Comparison of chip size and loss of motor driver ICs fabricated with 600 V conventional and newly developed high-voltage silicon-on-insulator (HV-SOI) processes

エアコンを中心とした家電に搭載されるモーター用ドライバーとして、600 V系 HV-SOI (High-Voltage Silicon-on-Insulator) プロセスを適用したシングルチップインバーターを商品化している。

今回、制御回路の駆動電圧を15 Vから5 Vに下げること、0.6 μm ルールの新プロセスを開発した。SOI 基板上に誘電体分離プロセスと0.6 μm 世代のアナログICプロセスを組み合わせる回路を形成し、従来の2 μm ルール2層配線から0.6 μm ルール3層配線へ変更した。

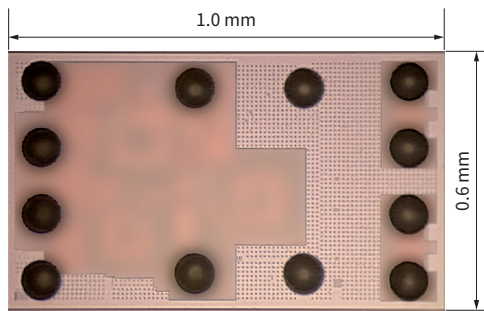
製品設計では、600 V系の素子デザインを見直すことで、従来のデザインと比較してIGBT (絶縁ゲートバイポーラトランジスター) の素子長を約14 %、FRD (Fast Recovery Diode) の素子長を約36 %、それぞれ短縮し、オン抵抗の低減と高速化を図った。

制御回路の駆動電圧低下と、オン抵抗の低減により、シングルチップインバーターの従来プロセスによる製品TPD4152Fと比較して、モーター動作時の損失を約10 %削減できた。

関連記事 : p.77

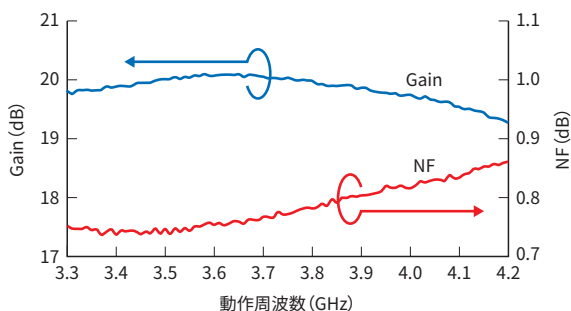
東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ 第5世代無線通信システム向けLNA IC技術



### 5G向けLNA

Chip of low-noise amplifier IC for fifth-generation mobile communications system (5G)



電力増幅率及び雑音指数特性 (n77 周波数帯)  
Power gain and noise figure characteristics (Band n77)

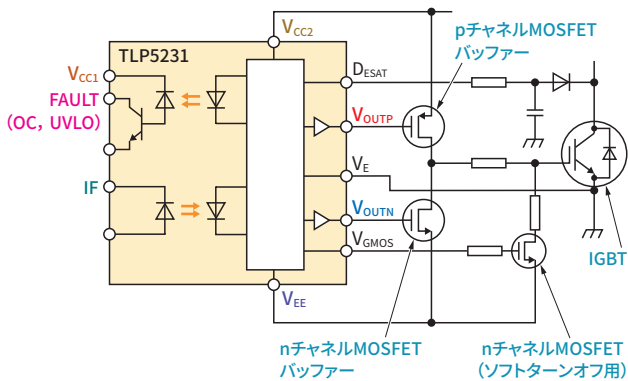
2020年に商用化開始の5G (第5世代) 無線通信システムは、既存のシステムに比べてより高くかつ広い周波数帯 (6 GHz未滿) を使うため、高周波数帯域で高利得・低雑音特性を持つ低雑音増幅器 (LNA) ICの必要性が高まっている。

これに応えるため、高周波特性に優れた独自開発のTarFSOI (Toshiba Advanced Radio Frequency SOI) の次世代プロセス“TaRF10”を採用した、n77 (3.3 ~ 4.2 GHz) 及びn79 (4.4 ~ 5.0 GHz) の周波数帯向けLNA ICを試作した。高周波と広帯域、及び高利得と低雑音は、それぞれトレードオフの関係にあるが、出力整合回路の多段化と3段カスコード回路構成の採用により、使用周波数全帯域で18 dB以上の高い電力増幅率 (Gain) と1 dB以下の低雑音指数 (NF) を実現した。また、キャリアアグリケーションに対応する場合に要求される高い線形性に対しては、新規の歪み (ひずみ) 補償回路を導入することで、低消費電力 (電圧1.8 V、電流7 mA) で高い3次入力インターセプトポイント (IIP3) 2 dBmを実現した。

このLNA ICから早期に製品展開を進め、5Gシステムの受信感度の向上に貢献していく。

東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ 低消費電力化に貢献するIGBT 駆動用フォトカプラー TLP5231



$V_{CC1}$ : 入力正電源電圧	$D_{ESAT}$ : 非飽和動作検出入力
FAULT: 保護動作出力	$V_{OUTP}$ : ハイサイド出力電圧
OC : 過電流	$V_E$ : 出力側電源共通
UVLO : 低電圧ロックアウト	$V_{OUTN}$ : ローサイド出力電圧
IF : LED (発光ダイオード) 入力電流	$V_{GMOS}$ : ソフトターンオフ用MOSFET制御電圧
$V_{CC2}$ : 出力正電源電圧	$V_{EE}$ : 出力負電源電圧

### TLP5231の応用回路例

Example of application circuit of TLP5231 insulated gate bipolar transistor (IGBT) gate driver coupler for factory automation inverters

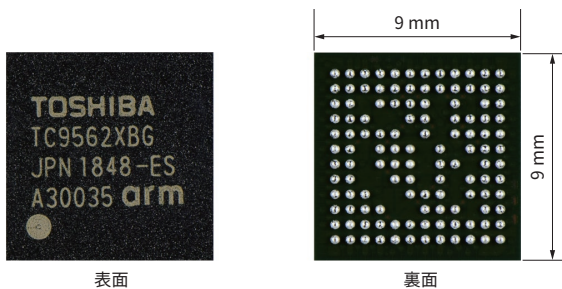
産業用インバーターや太陽光発電向けパワーコンディショナーなどに用いられるIGBT 駆動用フォトカプラーとして、過電流検出機能及びソフトターンオフ機能を備えたスマートゲートドライバーカプラーをラインアップしている。

今回新たに、MOSFET バッファーでIGBT を駆動する構成に対応した、ピーク出力電流±1 Aのドライバーカプラー TLP5231を開発した。従来製品 (TLP5214, TLP5214A) では、電流増幅にバイポーラーバッファー方式を採用しているためレールツーレール動作ができなかったが、TLP5231ではレールツーレール動作が可能となった。これにより、搭載されたシステムの低消費電力化に貢献できる。

また、TLP5231は外付けのnチャンネル・pチャンネルMOSFET バッファー、並びにソフトターンオフ用nチャンネルMOSFET を駆動できる構成となっている。ユーザーによる過電流検出とソフトターンオフ回路の設計が簡略化できるとともに、これらの外付けMOSFET を変更するだけで所望のIGBT を駆動できる設計拡張性に優れた製品である。

東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ 車載・産業機器向けEthernet インターフェースブリッジIC TC9562 ファミリー



表面

裏面

Ethernet AVB 規格及びTSN 規格に対応したインターフェースブリッジ IC TC9562 ファミリー

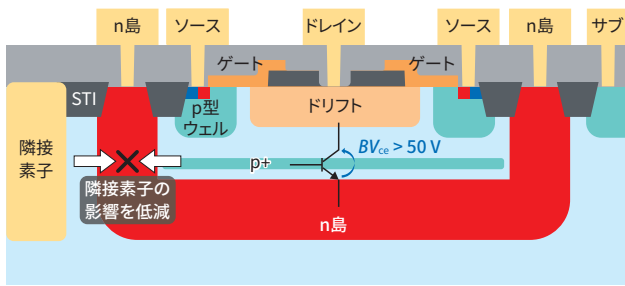
TC9562 family interface bridge IC for automotive and industrial products compliant with Ethernet AVB (Audio Video Bridging) and TSN (Time-Sensitive Networking) standards

Ethernet AVB (Audio Video Bridging) は、車載情報ネットワークとして、欧州や北米の自動車メーカーから導入が進み、現在アジアにも広がっている。車載Ethernet AVB 規格対応のインターフェースブリッジICとして量産中のTC9560 ファミリーの後継品として、競争力を強化したTC9562 ファミリーを開発した。

この製品は、通信タイミングの同期やパケットの優先付けで低遅延データ通信を可能にするEthernet AVB 規格以外に、新規格であるEthernet TSN (Time-Sensitive Networking) 規格にも対応し、更なる低遅延のデータ通信を可能にする。TSN 規格は車載用途だけでなく、リアルタイムの制御が必要な産業機器向けネットワークにも適しており、TC9562 ファミリーの適用範囲の拡大が見込まれる。また、TC9560 ファミリーの搭載機能が見直されていることから、現在の用途により適したシステム構成が可能になるだけでなく、次世代車載情報通信システムや、テレマティクスユニット、オーディオアンプユニット、ゲートウェイなど、幅広い車載Ethernet ネットワークの構築にも貢献できる。

東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ 0.13 μm 第4世代アナログパワー IC プロセス技術



STI: Shallow Trench Isolation

n島分離型の0.13μm 第4世代素子の断面構造

Cross-sectional structure of fourth-generation analog device using 0.13 μm process and n-island isolation technologies

アナログパワー ICでは10 A級の大電流を流すため、寄生動作により隣接素子に影響を及ぼし、誤動作や素子破壊を引き起こす可能性がある。これを回避するには、n島<sup>(注)</sup>の内側の大電流を流す素子と隣接素子の距離を拡大する必要があるが、回路サイズ縮小とのトレードオフがあった。そこでプロセスプラットフォームを見直し、n島直上へのp層の追加などにより、ドリフトとn島との間の耐圧 ( $BV_{ce}$ ) を50 V以上確保することで、n島内素子と隣接素子との素子分離技術を確立した。

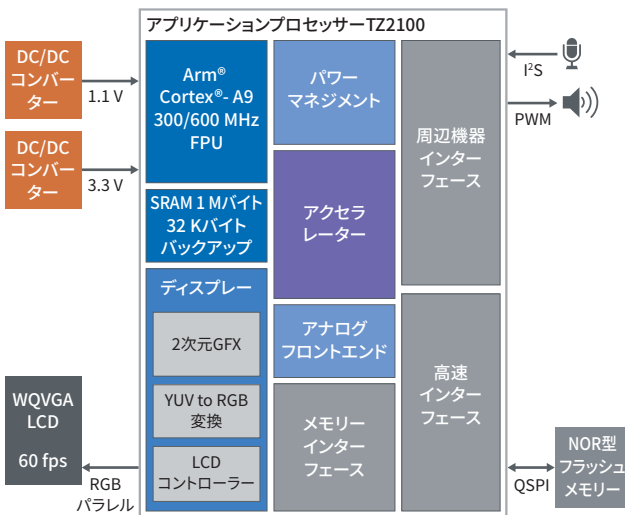
この技術により、隣接素子への影響が大幅に低減し、素子間距離の大幅な縮小を実現した。更に、性能指標であるオン抵抗を、第3世代と比較して約40%低減し、回路サイズを従来の約60%にまで縮小した。

これらにより、定格電流範囲の拡大や、発熱の抑制、SOA (Safety Operation Area : 安全動作領域) の拡大など製品の高付加価値化と同時に、低コスト化を実現できる。2019年から適用製品を出荷予定である。

(注) 大電流を流す素子から隣接素子への影響を低減するために設けたn型半導体から成る島状の構造。

東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ アプリケーションプロセッサ TZ2100を用いた音声HMIソリューション



DC : 直流  
fps : Frames per Second  
FPU : 浮動小数点演算ユニット  
GFX : Graphics  
YUV : 輝度 (Y), 青との色差 (U), 赤との色差 (V)  
RGB : 赤, 緑, 青  
I2S : Inter-IC Sound  
QSPI : Quad Serial Peripheral Interface  
NOR : Negative OR Circuit

TZ2100を用いた音声HMIソリューションのブロック図

Block diagram of voice human-machine interface (HMI) solution using TZ2100 application processor

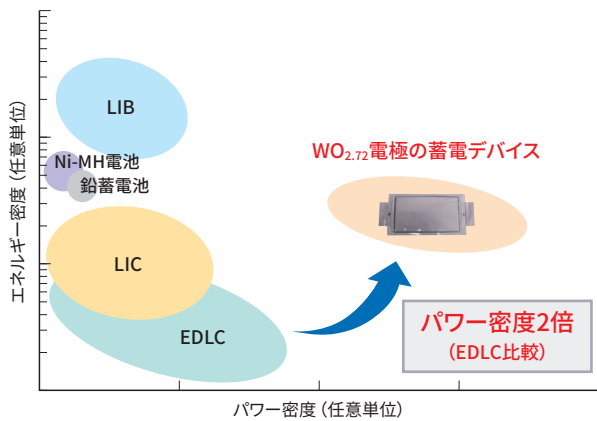
当社製アプリケーションプロセッサ TZ2100を用いて、音声操作とパネルディスプレイ表示に特化したローコストHMI (Human Machine Interface) ソリューションを提供するRBTZ2100-6MAを開発した。

このソリューションは、Arm® Cortex®-A9コアを搭載したTZ2100シリーズ製品の特徴である内蔵1 MバイトSRAM (Static RAM) を活用することにより、オペレーションシステムが不要な音声操作のモジュールウェアであるボイストリガーとダンプドライバーを搭載し、WQVGA (400 × 240画素) LCD (液晶ディスプレイ) パネルへの表示をDRAMレスで実現した。

また、DRAMレス及び外付け部品点数を削減することで2層基板化を実現し、ローコストの音声HMIソリューションを可能にした。更に、基板サイズが小さいため、顧客の機器にこの基板を追加することで、簡単に音声HMI機能の評価及び製品の開発ができるようになる。

東芝デバイス&ストレージ (株)

## ■ 酸化タングステン電極材料の蓄電デバイスへの応用



LIC:リチウムイオンキャパシター  
Ni-MH:ニッケル水素

WO<sub>2.72</sub>を電極とした蓄電デバイスの特性  
Characteristics of electricity storage device using tungsten oxide (WO<sub>2.72</sub>) electrode

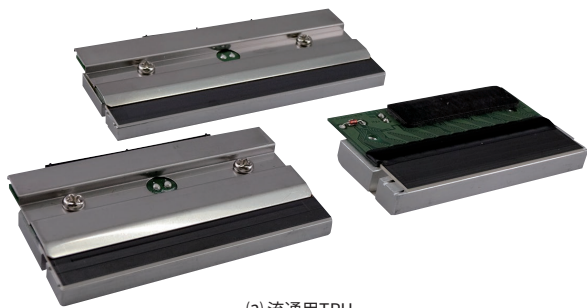
近年、リチウムイオン電池 (LIB: Lithium Ion Battery) や電気二重層キャパシター (EDLC: Electric Double Layer Capacitor) に代表される蓄電デバイスの市場が拡大し、容量や充放電速度などの、特性向上を目的とした開発が盛んに行われている。

東芝マテリアル(株)は、蓄電デバイス用の電極材料として、WO<sub>2.72</sub> (酸素欠損を導入した酸化タングステン) 粉末を開発済みである。この材料は、電子伝導性に優れ、結晶構造内にイオンの拡散経路となるトンネル構造を形成することで、超高速な充放電が可能となる。今回、ラミネート型蓄電デバイスを試作して充放電特性を評価した結果、EDLCに比べてエネルギー密度が高かつ2倍のパワー密度が得られ、高速充放電性能に優れていることが確認できた。これを受けて、この材料の蓄電デバイスメーカーへの提供を開始した。

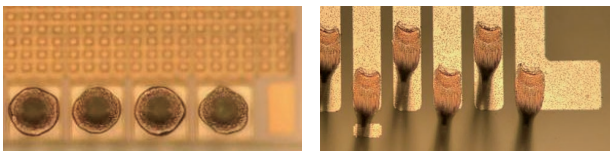
高速充放電が要求される自動車のエネルギー回生システムや大電流電源として、蓄電デバイスの性能向上で燃費の改善や省エネ社会への貢献が期待できる。

東芝マテリアル(株)

## ■ 流通用TPHを低コスト化するCuワイヤボンディング技術

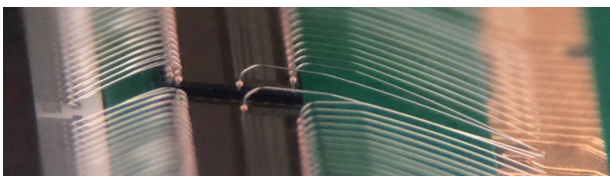


(a) 流通用TPH



(b) バンプ

(c) 電極へのボンディングの様子



(d) Cuワイヤボンディングの様子

流通用TPHとCuワイヤの接合状態  
Thermal print heads for retail use and copper wire bonding states

サーマルプリントヘッド (TPH) のワイヤボンディング材料は、従来、金ワイヤを使用しているが、特に、バーコードプリンターなどの流通市場で使用するTPHは、おおむね低価格帯の製品が多く、更なるコスト低減が望まれている。

こうした背景から、東芝ホクト電子(株)は、金の代替材料として、TPH業界初<sup>(注)</sup>となるCu (銅) ワイヤを用いた高密度ボンディング技術を開発した。設備改造及びボール端子形成を含む接合条件を一新することで、従来実現できなかったCuワイヤ接合を安定して形成することが可能となった。Cuワイヤは、金ワイヤより剛性が高く、直線性にも優れているため、材料コストの低減だけでなく、高密度ワイヤボンディング製品の安定生産にも貢献でき、流通用TPHの低価格化を実現できた。また、この技術の波及効果は、流通市場だけでなく、高付加価値の製品などほかのTPHセグメントへの展開も期待できる。

(注) 2017年1月時点、TPHにおいて、当社調べ。

東芝ホクト電子(株)