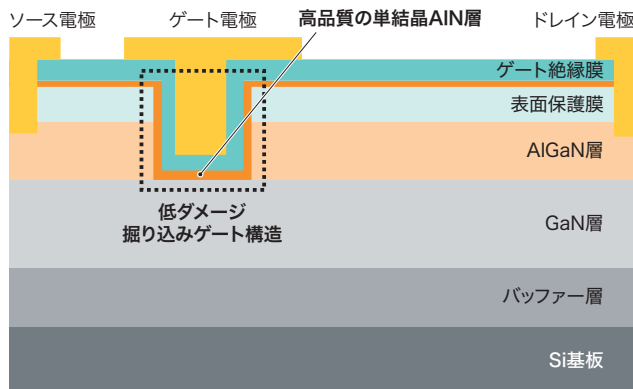


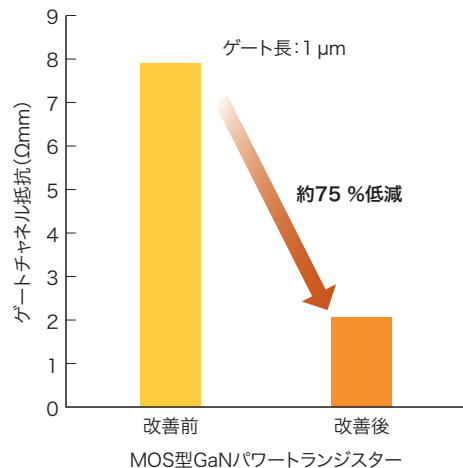
# MOS型 GaN パワートランジスタのチャンネル抵抗を低減させるプロセス技術



AlGaN: 窒化アルミニウムガリウム Si: シリコン

## 開発した MOS 型 GaN パワートランジスタの断面構造

Cross-sectional structure of metal-oxide semiconductor (MOS) type gallium nitride (GaN) transistor



## プロセス改善前後のゲートチャンネル抵抗の比較

Comparison of gate-channel resistance before and after process improvement

サーバー電源の省エネを可能にする GaN（窒化ガリウム）パワー半導体で、MOS（金属酸化膜半導体）型ゲート構造トランジスタのチャンネル抵抗を、大幅に低減できる独自のゲートプロセス技術を開発した。

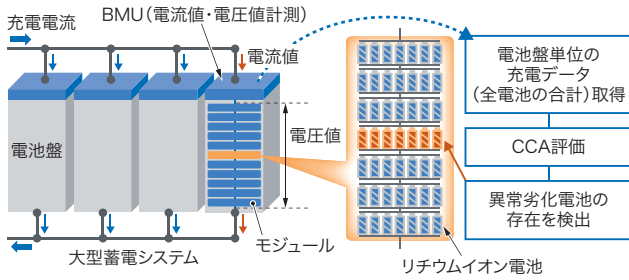
GaN トランジスタは、フェールセーフの観点からノーマリーオフ動作が求められ、高速動作が可能な MOS 型では、掘り込みゲート構造を採用する必要がある。しかし、掘り込みゲート構造には、チャンネル抵抗が大きくなり、デバイスの損失が増大するという問題があった。

今回、独自に、

- (1) 掘り込みゲート形成時の GaN 層への加工ダメージ低減
  - (2) 掘り込みゲート構造への原子層堆積 (ALD) 法による高品質な単結晶 AlN（窒化アルミニウム）層形成
- の二つを組み合わせたプロセス技術を開発した。

この技術の適用で、ノーマリーオフ動作を維持しつつ、従来に比べ、ゲートチャンネル抵抗を約 75% 低減できた。これにより、ノーマリーオフ動作と低損失を両立させた MOS 型 GaN パワートランジスタを実現するプロセス技術が得られた。

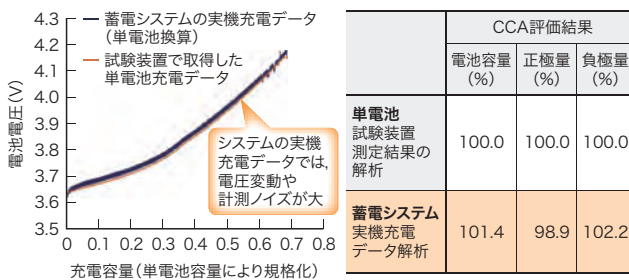
## ■ リチウムイオン電池を搭載した蓄電システムの充電曲線解析による内部状態評価



BMU: バッテリーマネジメントユニット

### 大型蓄電システムの構成と電池盤単位でのCCA評価

Configuration of large-scale battery energy storage system and charging curve analysis (CCA) method applying measurements per battery string

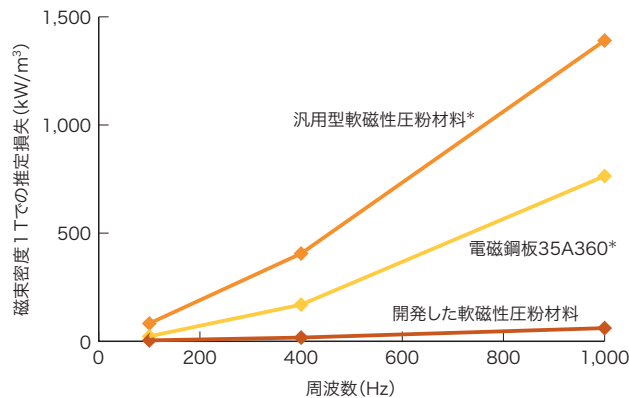


### 蓄電システムの充電データとCCA評価による内部状態推定結果

Charging data obtained by actual battery energy storage system and results of internal state estimation using CCA method

研究開発センター

## ■ 超低損失の軟磁性圧粉材料



\*Maeda, T. et al. SEI TECHNICAL REVIEW. 2005, 60, p.3-9を基に作成

### 磁束密度1T(テスラ)下での汎用型軟磁性圧粉材料及び電磁鋼板と、開発した軟磁性圧粉材料との損失比較

Comparison of core loss of conventional soft magnetic composite, electrical steel sheet, and newly developed soft magnetic composite at magnetic flux density of 1 T

大容量のリチウムイオン電池を搭載したEV(電気自動車)や、定置用蓄電システムが普及しつつあり、電池の安全維持や性能把握のための診断技術の開発が急務となっている。

当社は、運用中の電池の診断手法として、充電曲線解析(CCA)技術の開発に取り組んできた。CCAは、電池の充電データから正極・負極劣化を含む内部状態を推定し、安全性評価や、残寿命推定、制御の調整による寿命延長などを行う。しかし、大型蓄電システムのCCA評価では、数千個以上の電池が接続されており、各電池の充電データを取得するのが難しいという問題があった。

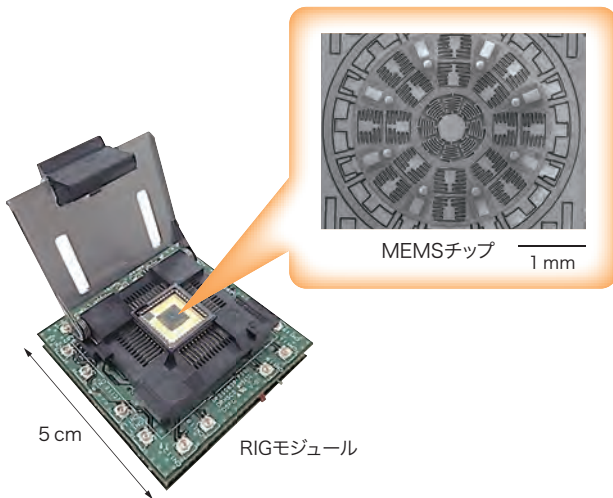
そこで、大型蓄電システムでも取得が容易な電池盤単位で充電データをCCA評価し、内部状態を推定することで材料劣化が進んだ異常電池を含む電池盤を検出する技術を開発した。計測ノイズが大きいシステムの実機充電データのCCA評価においても、誤差は約2%に収まることを確認しており、現在、当社製SCiB搭載の大型蓄電システム及び他社製電池搭載の住宅用蓄電システムで実証試験を継続している。

汎用型軟磁性圧粉材料や電磁鋼板といった従来材に比べて、幅広い周波数帯域で損失を大きく低減し、モーターシステムや、インダクター、トランスなどの部品から成る電源システムの高効率化を可能にする、超低損失の軟磁性圧粉材料を開発した。

軟磁性圧粉材料は、高い形状自由度と優れた磁束制御性を備えることから次世代軟磁性材料として期待されているが、一般に損失が大きく、低損失化が重要な課題となっている。今回、扁平(へんぺい)形状の磁性粒子を用い、扁平面内の磁気特性を制御することで磁束制御性を更に高め、損失を大きく低減させるという独自のコンセプトで材料開発を行った。FeCoSiB(鉄-コバルト-シリコン-ホウ素)の非晶質扁平磁性粒子を絶縁性マトリックス中に配列させ、扁平面内に磁界を印加しながら熱処理を行うことで、熱処理時の磁界方向に沿って効率良く磁束を導くことができ、従来材に対する大幅な低損失化を実現した。

研究開発センター

## ■ 角度直接検出型高精度ジャイロセンサー



開発したRIGモジュールとMEMSチップ  
Microcontroller-based rate integrating gyro (RIG) module and micro-electromechanical systems (MEMS) chip

対象物の向きや角度を計測するジャイロセンサーは、倉庫・工場内での物品位置推定や、ドローンの精密姿勢制御、自動運転などの幅広い分野での応用に向けて、一層の高精度化が期待されている。

今回、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術で小型チップ化した角度直接検出型ジャイロセンサー (RIG) で、世界初<sup>(注)</sup>となるマイクロコントローラーベースのモジュール開発とその動作実証に成功した。従来のジャイロセンサーでは、角度を求める際に、計測した角速度の数値積分処理が必要であるのに対し、RIGは角度を直接検出できるため、高精度化が期待できる。RIG動作の必須条件となる振動子の非対称性補正を、独自技術の抵抗型可変ダンパーの導入などで実現した。

この研究の一部は、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) の助成事業「高度なIoT社会を実現する横断的技術開発プロジェクト」により実施したものである。

(注) 2020年1月にMEMS2020で発表、当社調べ。

研究開発センター

## ■ 複数ラインを移動しながらパレタイジングできる移動式パレタイザー



移動式パレタイザー  
Mobile palletizer capable of handling multiple conveyor lines

製品の入った段ボールをパレット上に積み上げる従来のパレタイズ作業では、作業者が段ボールをパレットに積み上げるか、固定されたロボットで積み上げることが多い。このため、必要な人数の作業者の確保やロボットの複数台設置によるコスト高が問題となっていた。

今回、AGV (無人搬送車) にロボットを搭載した移動式パレタイザーを開発した。これにより、ロボットで段ボールを移載し、AGVで複数ラインを移動できるため、作業者を介さずに自動でパレタイズできる。電源は、急速充電が可能なSCiB™を採用し、充電に伴う停止時間を短縮した。AGVに搭載したロボットは、労働安全衛生規則の産業用ロボットに該当するため、安全柵又はそれに相当する安全システムが必要になる。そこで、パレットごとに安全監視エリアを分割し、移動式パレタイザーとパレット取り出し作業者とを分離できるように制御することで、パレタイジングの効率を低下させることなく、安全に作業できるようにした。

関係論文：東芝レビュー、2019、74、4、p.33-36。

生産技術センター

## ■ ニアライン向けHe充填HDDの高品質封止を実現する レーザー溶接封止自動化ライン



He充填HDD用レーザー溶接封止自動化ライン  
Laser welding and helium (He) sealing production line for He-filled hard disk drives (HDDs)

業界最大<sup>(注)</sup>容量(16 T(テラ:  $10^{12}$ )バイト)のストレージサーバー用ニアライン向け3.5型He(ヘリウム)充填HDD(ハードディスクドライブ)のレーザー溶接封止自動化ラインを開発した。

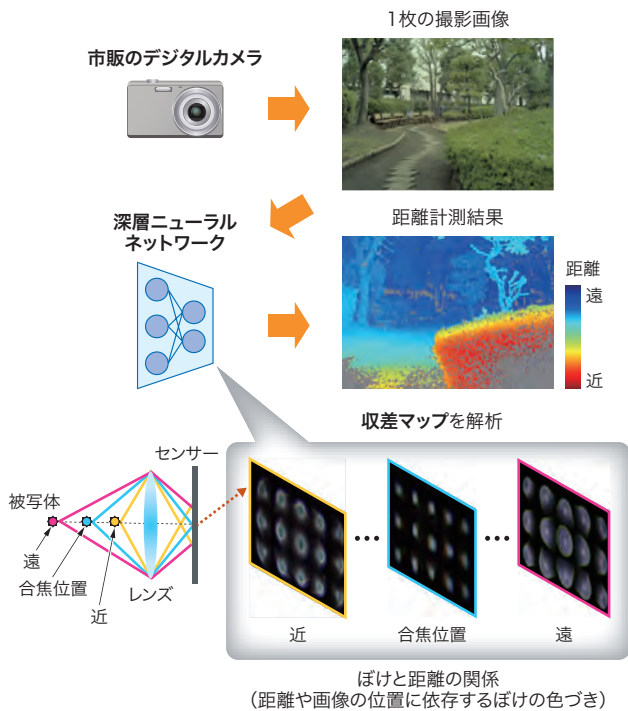
HeをHDD内に閉じ込めるため、東芝グループ内の様々な製品のものづくりで培ったレーザー溶接封止技術を活用した。He充填HDDのアルミダイカスト製筐体(きょうたい)に合わせてレーザー溶接プロセスを最適化することで、高品質な封止を実現した。更に、高速・低衝撃なHDD搬送システムや、高速・高精度位置決め機構、インラインでの全数溶接自動検査機能などを備えることで、溶接品質を保証しつつ、生産性も向上させた。

今後も、安定したHe充填HDDの供給に向け、順次設備を展開していく。

(注) 2019年1月現在、高さ26.1mmのCMR(Conventional Magnetic Recording)方式の3.5型HDDとして、当社調べ。

生産技術センター

## ■ 収差マップを利用した単眼カメラによる距離計測技術



収差マップによる単眼カメラ画像からの距離計測の概要  
Overview of distance measurement according to aberration maps of image captured by monocular camera

市販のデジタルカメラで撮影した1枚の画像から、距離画像を取得できる技術を開発した。

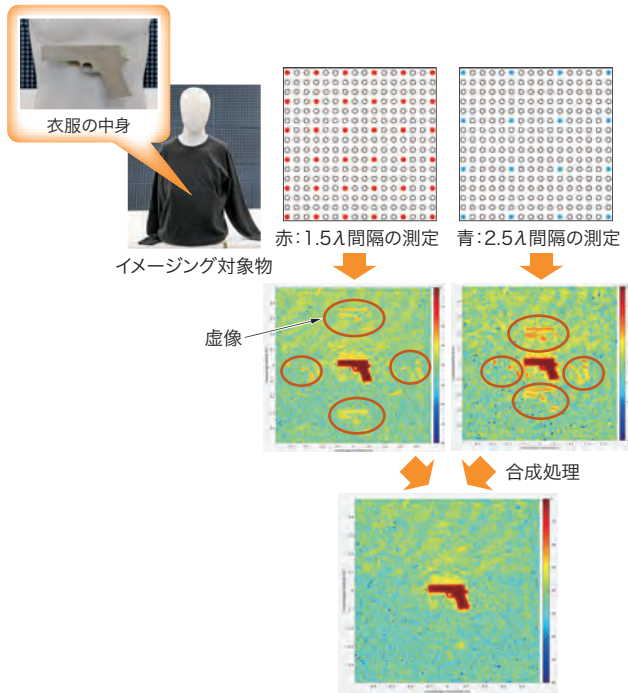
画像を用いて高精度に距離を計測する装置は、ステレオカメラが広く知られているが、2台のカメラを用いるため小型化が困難であった。また、単眼カメラを利用する場合は、小型ではあるが、特殊なカラーフィルターを取り付けるなど、追加加工なしでは距離計測ができないと考えられていた。

開発した技術は、この常識を覆し、レンズ収差と距離に基づく画像のぼけ(収差マップ)を解析して被写体までの距離を計測する。ぼけと距離の関係は複雑で、数式によるモデル化が困難なため、深層ニューラルネットワークにより計測データから得られるぼけと距離の関係を学習する。これにより、市販のデジタルカメラ1台だけで、被写体の形状などによらず、ステレオカメラ並みの高精度な距離計測を実現した。

この技術を活用することで、カメラの高機能化や、保守点検サービスの自動化、製品検査の精密化など、幅広い応用が期待できる。

研究開発センター

## ■ 警備支援システム向けミリ波レーダーイメージング技術



λ:ミリ波の波長

衣服の中に隠した物体のミリ波レーダーでのイメージング例  
Example of image of concealed object created by millimeter-wave radar imaging technology

不審者が衣服の中にナイフや爆発物などの凶器を隠し持っている場合、監視カメラでの検知はほぼ不可能になる。また、公共スペースで人流を止めるセキュリティーチェックは、利便性が低下するという問題がある。

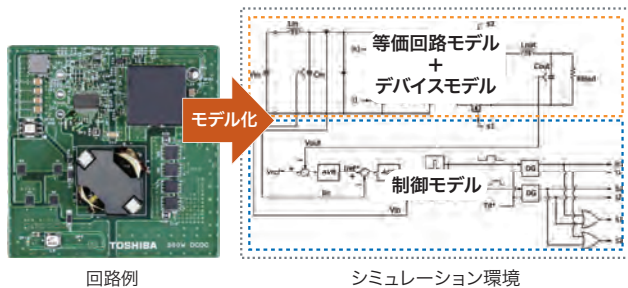
そこで、見えない危険物をミリ波レーダーで短時間で検知する技術を開発した。従来、高精細なイメージング画像の生成には、アンテナで半波長間隔の測定が必要となり、短時間での検知は難しい。また、半波長以上の間隔で測定すると、不要な虚像が生じてしまう。

今回、半波長以上の間隔による間引き測定でも、互いに素となる間隔で測定した二つのイメージング画像を合成することで、虚像を打ち消し合う特性を新たに発見し、短時間での検知を実現する新方式を開発した。この方式は、半波長間隔で測定した場合の約1/7の測定数で、高精細なイメージング画像を生成できる。

これにより、駅改札や施設ゲートなどの公共スペースで、人流を止めない警備を支援する不審者スクリーニングが実現できる。

研究開発センター

## ■ パワーデバイスの開発効率を向上させる高精度な電力損失シミュレーション

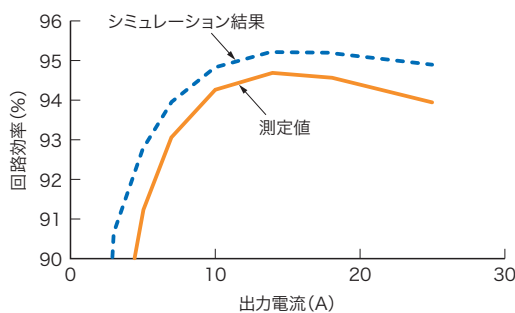


パワーデバイスを搭載する回路の電力損失シミュレーション環境  
Simulation environment to evaluate power loss of circuit board equipped with power device

回路に搭載された状態のときに、最高の性能となるパワーデバイス製品を開発している。今回、開発の後戻り防止や性能向上のため、デバイスが搭載される回路を模擬して高精度に電力損失を分析できる回路シミュレーション環境を開発した。

開発したシミュレーション環境は、回路部品で生じる損失を精度良く算出できる等価回路モデルと高精度なデバイスモデルを組み合わせた電気回路モデル、及び任意の負荷に適切な電力を供給するための制御モデルで構成した。電圧・電流を自由に観測できるため、電力損失の詳細分析や実際の回路では測定が困難な現象の評価が可能である。

このシミュレーション環境を活用することで、試作・実験の試行回数の削減が期待でき、低損失なデバイスを早期に市場展開できる。今後は、多様な顧客ニーズに対応するため、回路の種類を拡充していく。



回路効率の実測値とシミュレーション結果の比較  
Comparison of measured and simulated circuit efficiency

生産技術センター