

特 集 論 文

関連するSDGs



SDGsの達成に貢献するイオン注入技術

Ion Implantation Technology that Contributes to the SDGs

小野田 正 敏
Onoda Masatoshi
松 田 恭 博
Matsuda Yasuhiro
林 佳 史
Hayashi Yoshinobu
長 井 宣 夫
Nagai Nobuo

濱 本 成 顕
Hamamoto Nariaki
糠 山 正 明
Nukayama Masaaki
西 田 俊 英
Nishida Toshihide

1. はじめに

現在、半導体やフラットパネルディスプレイ（以下、FPD）のデバイスは、あらゆる分野の製品に搭載されており、我々の生活に欠かすことのできない存在となっている。当社は、これらの半導体および、FPD産業に革新的なイオン注入装置を提供しており、産業の基盤を支えると共に、半導体やFPDを使用する製品の技術革新においても大きく貢献している。

一方、イオン注入装置は原理上、真空環境下でのイオン生成、イオン輸送が必要であり、非常に大きな電力消費を伴う必要がある。近年、地球環境保全という観点から地球環境への負荷が小さい装置が望まれており、消費する電力を抑えた地球環境に優しい装置造りに努めている。

本稿では、SDGsの達成に貢献する当社のイオン注入技術について紹介する。

2. 半導体・FPD産業の基盤を支えるイオン注入技術

2. 1 高精細中小型FPD製造用装置（iG4～iG6イオン注入装置）

当社のイオン注入装置を使用して造られたFPDは、今や生活必需品ともいえるスマートフォンや、PC用ディスプレイなどに使用されている。

FPDの製造現場では、FPDの生産性向上のために、基板として使用されるガラス板を段階的に大型化してきた。当社は、大型化するガラス基板にイオンの注入を可能にするため、iG4（4世代サイズ：730×920mm）・iG5（5.5世代サイズ：1300×1500mm）・iG6（6世代サイズ：1500×1850mm）と

市場ニーズに合わせた装置を提供してきた。また、更なる大画面化、高精細化、低コスト化、などの市場ニーズに応えるため、iG8イオン注入装置（8～8.5世代サイズ：2200×2500mm）の開発に着手している。

当社のイオン注入装置は世界で唯一採用されたFPD用量産イオン注入装置であり、シェアは100%を維持し続けている。当社はイオン注入装置を通してFPD産業を支えると共に、FPD産業の技術革新に貢献している（図1）。



図1 FPD量産向けイオン注入装置“iG5”

2. 2 パワー半導体製造用装置（IMPHEAT[®]Ⅱ）

パワー半導体は電力の制御を行う半導体で、扱う電流・電圧が大きいことが特徴である。このパワー半導体は、従来は基板がシリコン（Si）製であるものが主流であったが、昨今の世界的な省エネルギー化への要求に伴い、Siに比べ、高電圧や高温に高い耐性を示すシリコンカーバイド（SiC）製のパワー

半導体の注目度が高くなっている。主要なパワー半導体メーカーがSiCデバイスの開発に着手しており、当社も2009年に4インチSiC基板にイオン注入可能な世界初となる量産向け装置（IMPHEAT）の販売を開始した（図2）。



図2 SiCパワーデバイス向けイオン注入装置“IMPHEAT”

一般的に、SiC基板に必要な高ドーズ量のイオンを注入した場合、結晶欠陥が発生するため、基板を高温にした処理が要求される。IMPHEATは、SiC基板を室内温度から600℃までの高温状態でイオン注入できることが特徴である。

更に、顧客ニーズに応えるため、当社はIMPHEATの後継機としてIMPHEAT IIを開発した。

IMPHEAT IIは、予備加熱機能を備えており、初号機のIMPHEATと比較して、スループットが35枚／時間から100枚／時間と飛躍的に向上している。加えて、今後の更なるSiC市場拡大に備え、主流の4～6インチ基板対応のIMPHEAT IIを8インチ基板サイズ対応へ、大型化する開発に着手している。

当社は、IMPHEAT IIを通してパワー半導体業界の基盤を支えると共に、SiCパワー半導体市場拡大に貢献できるように努めている。

パワー半導体については、さらに詳しく次章にて説明する。

3. パワー半導体

2000年に入り、地球温暖化に伴い世界的にCO₂ガス排出削減要求が高まり、近年更に要求が増している。

現在、CO₂排出量は、自動車排気によるものが多いとされており、欧州などでは2030年代半ばにエンジン車の新車販売を止め、全ての自動車を電気自動車（EV）やハイブリッド車（HV）などに切り替えると公表されている。パワー半導体は、この自動車や電車の駆動系および、周辺機器の制御デバイス（パワーデバイス）として使用されている。

駆動系のパワーデバイスは、直流を交流に、または、交流を直流に変えるなどの電力変換で使用され、駆動用モーターを低速から高速まで可変回転させるなど、様々な用途で使用されている。

近年、Si製パワーデバイスと比較して、電力損失が大幅に低減可能なSiC製パワーデバイスの実用化が始まっている。SiC製パワーデバイスは自動車・電車などの使用だけでなく、IH調理器などの家電製品はもとより、太陽光発電の電力インフラの使用など、多岐に渡っての省エネが期待されている。

前述のIMPHEATは、このSiC製パワーデバイス製造向けとして、いち早く採用された量産イオン注入装置である。当社は革新的な装置を産業に供給し、パワーデバイスを通してCO₂削減とクリーンエネルギー化に貢献している。

4. 装置造りの具体的な省エネ対策

装置造りでの省エネ対策として、全ての新規装置で省エネタイプの真空ポンプ・チラーユニットなどの製品を採用している。また、装置は大量の鉄・ステンレス・アルミなどの金属鋼材を使用して構成されている。この構造物の元となる原材料は大量の電力を使用して生産されるため、その使用量を削減し、装置の重量を減らす事が間接的に省エネに繋がる。よって、当社では、構造解析（CAE）などを駆使し、構造物の軽量化を行い、原材料の削減を図っている（図3、4）。

また、当社は前述の、IMPHEAT IIを「省エネ重要装置」と位置づけ、更なる省エネを図っている。

IMPHEAT IIは、比較的質量数の小さいアルゴンやアルミのイオンビームを使用しており、このイオンビームに合わせたイオンの輸送系分析マグネット電源などを最適化することで、従来の標準的な中電流イオン注入装置に対し、30%程度の使用電力を低減できる可能性があり、今後段階的に改善を行う計画である。

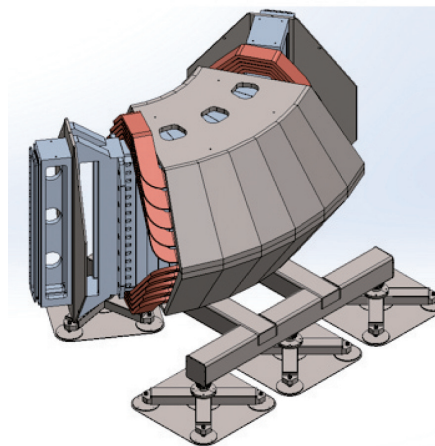


図3 iGシリーズイオン注入装置 分析マグネット外観

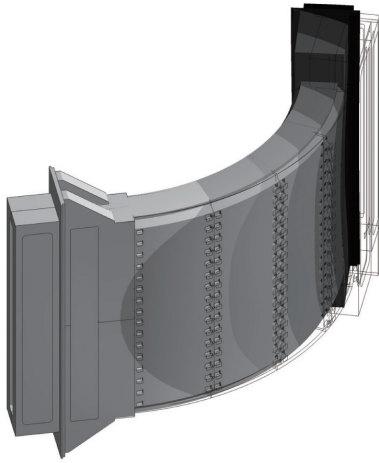


図4 分析マグネットチャンバ最適化構造解析一例

更に、プロセス改善として、過去の膨大なデータの中から人工知能（AI）にて、最適なプロセスレシピの作成を支援する機能を提供することを計画している。このAIを使用することで、装置の条件出しの試作時間を大幅に短縮でき、通常の状態出しにかかる無駄な時間と材料、電力の削減が可能である。

■ 5. 滋賀事業所の省エネの取組み

当社の滋賀事業所では、従来の昼休み消灯・ブラインドによる日射遮蔽・空調温度の最適化等々の日常の取組みを継続している。更なる省エネのため、事務所・工場・倉庫・クリーンルームなどの照明についてLED化を段階的に実施する。また、老朽化設備につい

ては、省エネタイプの設備へ更新を計画している。

具体的には、既存照明のLED化、省エネタイプの駆動用Vベルトへの交換、高効率モーターへの更新、熱源機器の高効率設備への更新などを、2025年までに段階的に実施することを計画している。日常的な省エネ活動と合わせ、2019年と比較して約10%の電力削減を目指している（図5）。



図5 滋賀事業所 クリーンルーム

■ 6. 海外でのサポート体制

2016～2020年の当社装置の海外出荷率は、全体の約60%と海外顧客の割合が高い。

FPDの主要メーカーのほとんどは、中国・韓国・台湾に生産拠点があり、SiCパワーデバイスの主要メーカーは、米国・欧州・日本が中心である。当社は海外のお客様へのサポートとして、海外関係会社5拠点を有している（図6）。

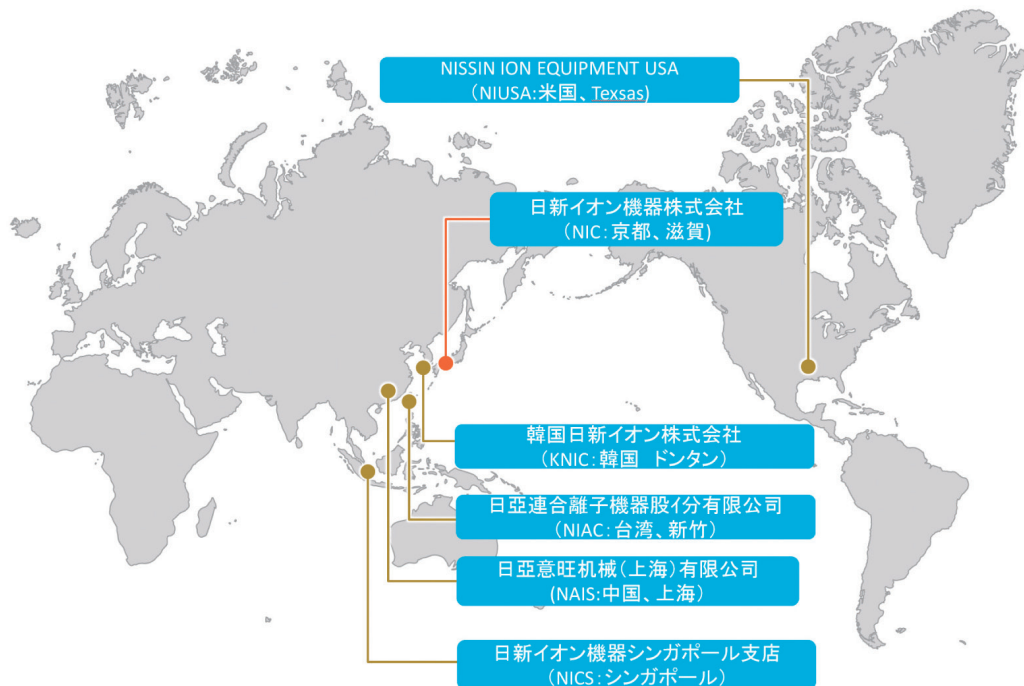


図6 海外関連会社とサポート拠点

海外の工場への新規装置搬入の場合は、スキルの関係から、数名のエンジニアが日本から出向し、海外社員と協力して業務を遂行していた。それが2020年初頭から始まったコロナ禍の影響により、日本人の海外渡航が禁止となり、現地社員のみで業務を遂行する必要が生じた。このような状況の中で、海外関係会社の社員および担当部署の努力により、ITを駆使したオンタイムサポートや、動画やマニュアルによる組立指示などで、業務を遂行することができた。今後、海外顧客が増加することを考慮し、海外拠点の技術力の向上および、組織力の強化が必要である。当社は海外関係会社社員の教育を強化して、様々な業務ができる海外拠点の環境作りに努め、海外のお客様へのサービス向上に貢献する。

7. まとめ

当社のSDGsを達成するための様々な取組みについて紹介した。

2018年の当社がCO₂を含む温室ガス排出量（事業活動+お客様での稼働中の電力等々を温室ガス排出に換算した量）は、日新電機グループ全体の約40%以上を占めている。今後も当社は、様々な取組みにてCO₂を含む温室ガス排出量の削減を行い、半導体・FPD産業の基盤を支える会社としてSDGsの貢献に努める。

(*) 『IMPHEAT』は日新イオン機器株の登録商標です。

執筆紹介



小野田 正敏 Onoda Masatoshi
日新イオン機器株式会社
技術主幹



濱本 成顕 Hamamoto Nariaki
日新イオン機器株式会社
新事業推進部長



松田 恭博 Matsuda Yasuhiro
日新イオン機器株式会社
イオンビーム機器事業部
プロダクトマネージャー



糠山 正明 Nukayama Masaaki
日新イオン機器株式会社
イオンビーム機器事業部長



林 佳史 Hayashi Yoshinobu
日新イオン機器株式会社
イオンビーム機器事業部
エキスパート



西田 俊英 Nishida Toshihide
日新イオン機器株式会社
生産統括部 室長



長井 宣夫 Nagai Nobuo
日新イオン機器株式会社
社長