

半導体の未来 日本から

「不断の技術革新で微細化を極め、産業のコメからデジタル社会のインフラへと進化を遂げてきた半導体産業。一方で人工知能(AI)による膨大な電力消費を回避するための新たな技術課題に直面しています。デジタル社会の進展と自然との共生という2つの難題の解決に、日本の半導体産業はどのように貢献できるのか。東京大学大学院特別教授の黒田忠広氏と、半世紀以上にわたって半導体製造装置の開発に取り組んできたキヤノンの武石洋明専務取締役が「半導体の未来」について語り合いました。

黒田氏 技術の「土壌」に世界が注目 武石氏 「微細」「集積」の限界に挑む

エネルギーは喫緊の課題

「半導体産業が活況で、日本にも大型投資が相次いでいます。」

黒田 「半導体の歴史を振り返れば、家電やパソコン、スマートフォンなどの機能を向上させ、物理空間を快適にしただけでなく、仮想空間も創出してきました。現在は、その物理と仮想の2つの空間を人工知能(AI)で融合し、自動運転やスマートシティを進化させる次世代半導体の開発が加速しています。グローバル経済をけん引する巨大な市場が新たに生まれています。」

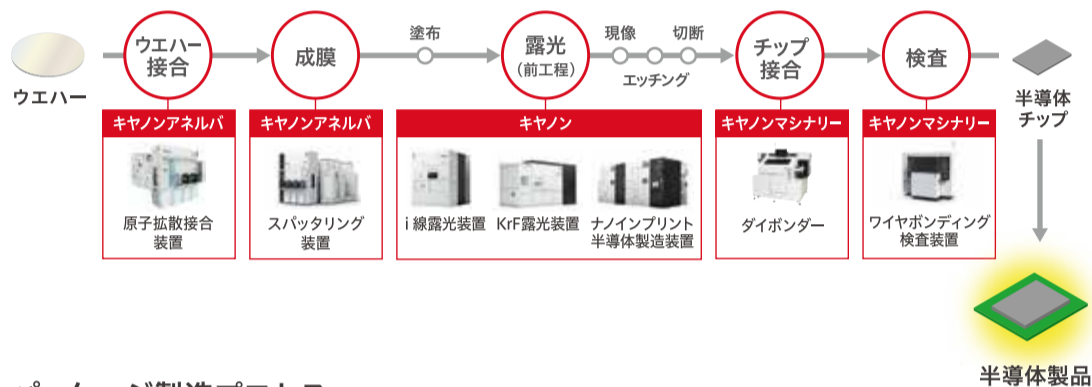
「しかしエネルギー問題という大きな課題を抱えています。AIによる機械学習には膨大な電力が必要で、数年後には世界の電力供給がひっ迫するでしょう。自然との共生が喫緊の課題です。」

武石 「デジタル社会の進展に伴うエネルギー問題は深刻です。キヤノンは1970年に国産初となる半導体露光装置『PC-1』を発売し半導体露光装置事業に参入しました。それから半世紀以上、半導体の微細化を実現するための

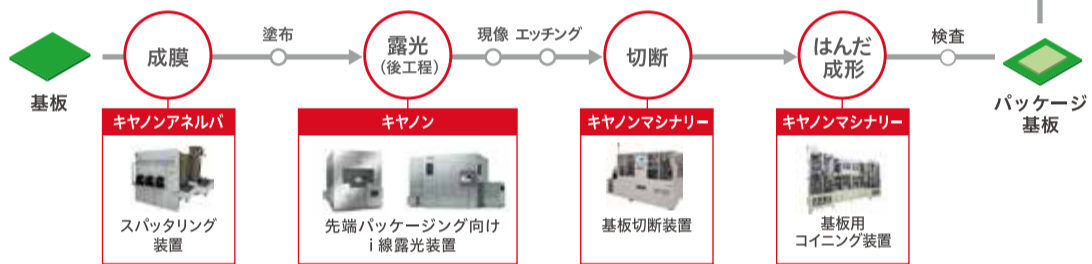


2025年稼働開始予定の新工場(宇都宮)イメージ

半導体チップ製造プロセス (抜粋)



パッケージ製造プロセス (抜粋)



ナノインプリントの可能性

「キヤノンの技術革新の現状を教えてください。」

武石 「例えば『ナノインプリント』という技術を用いた半導体製造装置は、半導体の微細化と電力問題を

の両方に貢献できると考えています。光を活用した露光の工程を持たず、簡単にいえばハンコを押すイメージで回路の微細化を実現できます。装置の構成がシンプルなので、従来の投影露光装置と比較して消費電力が10分の1程度に抑制できますし、製造コストも下がります。高度な位置決め精度が求められますが、当社の光学技術で課題をクリアし、大敵である微細なゴミが発生する課題も加工技術などを工夫してクリアしました。」

「このほど米国の半導体コンソーシアムであるTexas Instruments(TI)へNII技術を使用した半導体製造装置を出荷しています。」

「荷しました。今後は先端半導体の研究開発に活用されますが、半導体をより効率よく生産できるように、分かりやすい表現で言う『サクサク』作れるような環境を実現したいです。」

黒田 「半導体の微細化とともに製造工程での電力消費も急増しています。NIIの持つ意味は大きいでしょう。そして武石さんのおっしゃった『サクサク』という感覚は、これからの半導体産業に非常に大切です。デジタル技術の進化が目覚ましく、半導体の開発・生産もそのスピードに追いつかなければいけない。アジャイルにどんどん形にして、改善していく産業構造が理想です。」

「電力に関して言えば、半導体はプロセッサとメモリの間を情報が行き来する際に大量のエネルギーを使うので、この改善のために集積化でプロセッサとメモリの距離を縮めることが重要で、私はチップの3D積層やウエハーのボンディング技術がカギを握ると思っていますが、キヤノンはこの部分でも非常に重要な取り組みをしていると伺っています。」

武石 「まず、集積化という点では、複数の異なる機能を持つ半導体チップを高密度に組み合わせる『先端パッケージング』向けに当社のi線露光装置が活躍しています。高解像・広面角の露光が可能で、大型化の傾向がある生成AI用半導体のパッケージングにも適しています。」

「またボンディング技術はグループ企業のキヤノンアナネルバが持つ原子拡散接合装置で使われています。ウエハー上に原子レベルの薄い膜を形成・融合させることで2つのウエハーを接合できるため、通常必要な『熱』や『圧力』を加えずに常温で密着でき、物性への影響を回避できます。現在は特定分野で実用化していますが、黒田先生が注目される3D積層や、あらゆる機能の半導体を組み合わせる『チップレット』での需要も創出したいと考えています。」

グループの「知」を融合

「キヤノンを含め、日本には世界が求める技術があるのでですね。」

黒田 「微細化・集積化の推進



キヤノン株式会社 専務取締役
武石 洋明

キヤノン入社後、半導体製造装置の設計・開発を担当。12年執行役員、17年光学機器事業本部長に就任。21年より専務執行役員、インダストリアルグループ管掌として半導体やディスプレイの製造装置をはじめとした産業機器関連事業を統括する。24年より現職。



東京大学大学院 特別教授
黒田 忠広

民間企業で半導体回路設計などに従事した後、慶應義塾大学教授、カリフォルニア大学バークレイ校 Mackay Professorなどを歴任。2024年度から公立大学法人熊本県立大学理事長として人材育成にも尽力する半導体研究の第一人者。



make it possible with canon