

さきがける 科学人

vol.150

井上 史大

Inoue Fumihito

横浜国立大学 大学院工学研究院
システムの創生部門 准教授

兵庫県出身。2013年関西大学大学院博士後期課程理工学研究科総合理工学専攻修了。博士(工学)。imec研究員などを経て21年より現職。24年より同大学総合学術高等研究院半導体・量子集積エレクトロニクス研究センター副センター長。22年よりさきがけ研究者、24年よりA-STEP研究責任者。



企業の研究者と切磋琢磨し、第30回半導体・オブ・ザ・イヤー2024半導体製造装置部門「優秀賞」を受賞しました。

小さなチップを積み重ねる3D技術開発 日本から半導体の新時代を切り開く

Q1. 研究者になったきっかけは？

A1. どのようにロボットが動くか知りたい

子どもの頃からロボットアニメや新しいガジェットが好きで「なぜこんな動きができるのか」と考えるうちにものづくりに興味を持つようになりました。大学院で研究室に入った当時は、国内の半導体研究がかなり落ち込んでいた時期だったため「チャレンジするなら海外に行くしかない」と考えました。

そこで、博士課程に在籍していた2011年にベルギーに拠点を置く世界的な半導体研究機関imecのインターンシップに参加。現地とのコネクションはなく、インターネット経由で応募したのがきっかけでした。学位取得後も約10年間にわたってimecに研究員として在籍し、最先端の研究に携わることができました。

当時から取り組んできたのが、半導体の3次元(3D)集積技術の開発です。半導体はこれまで集積回路の微細加工を進めることで性能を向上させてきましたが、近年は投資コストが増大し、技術面でも限界が近づいています。この状況を打破して半導体の性能をさらに向上させるためには、後工程領域における効率的なパッケージング技術の開発が必要だと感じていました。

Q2. 現在取り組んでいる研究は？

A2. プラズマを用いた「ハイブリッド接合」

従来のように大きな集積回路を1つのチップとして作り込むのではなく、複数の

小さなチップに分割して製造し、立体的に積み上げてパッケージングする「3Dチップレット技術」の開発に取り組んでいます。小さなチップをブロックのように立体的に積み上げて接続することで、製造時に不良率が下がり、チップ間の配線距離の短縮化、省電力化、高性能化を実現できます。

しかし、チップ間をより高精細につなぐためには従来のハンダによる接合ではなく、プラズマを使った「ハイブリッド接合」という技術が必要です。さらに、JSTのさきがけでは半導体の3Dチップレット技術を量子に応用し、ヘテロ量子コンピューターの創出を目標に研究を進めています。量子コンピューター用のチップレット技術をつくるためには、極低温の動作環境や超伝導に対応した材料への変更、効率的な配線や接合技術の確立が不可欠です。

量子コンピューターはまだ新しい技術ですが、将来的には量産化される時代がやってきます。新時代を見据え、技術的な課題を1つずつ解決しながら、次世代半導体技術と量子向け開発を両立して進めていきたいです。また、2024年にはJSTのA-STEP産学共同ステージII(本格フェーズ)にも採択されました。社会実装に向けたより実用的な研究も産学連携体制で加速していければと考えています。

Q3. 研究者を目指す人にメッセージを

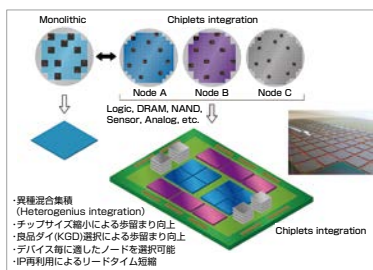
A3. 未来へ好奇心を持って飛び込んで

この研究の面白さは、現在進んでいる研究が10年後に実用化されている可能性があり、社会への貢献がわかりやすい点です。一方で進化のスピードが早いからこそ、少し先の未来を的確に捉え、社会に本当に必要とされる技術を生み出さなければなりません。

こうした考えから、企業やアカデミアの枠組みを超えたオープンイノベーションを促進するコンソーシアム「3DHI」を設立。また、2024年に新設された「半導体・量子集積エレクトロニクス研究センター」では副センター長を務めています。自分があらゆる研究者や異なる領域をつなぐハブとなり、日本の半導体産業を切り開いていきたいです。

皆さんが普段目にする機会はないかもしれませんが、半導体はスマートフォンや自動運転車などの発展には欠かせないものです。半導体がデバイスの中でどのようにして動き、これからどう進化していくのか。研究者を目指す人には、好奇心を持って半導体の世界に飛び込んできてほしいと願っています。

(TEXT:村上佳代)



チップレット集積のイメージ図です。

ものづくりと学問をつなぐ

