Press Release

2026 年 11 月 25 日
株式会社日立ハイテク

電子ビームの高周波揺れ評価技術で「第 74 回電気科学技術奨励賞」を受賞

半導体計測用 CD-SEM の高精度化と省電力化の両立を実現



本功績の受賞者(左から、岩塚氏、佐々木氏、佐藤氏)

株式会社日立ハイテク(以下、日立ハイテク)は、公益財団法人電気科学技術奨励会主催の「第 74 回電気科学技術奨励賞」において、株式会社日立製作所と共同開発した「半導体計測の限界を切り拓く高周波電子ビーム揺れ定量評価技術による CD-SEM*1 の高精度化と省電力化」(以下、本功績)により、「電気科学技術奨励賞」を受賞しました。

近年、半導体デバイスの微細化が進み、ウェーハ上の微細パターンを計測する CD-SEM には、原子サイズに迫る計測精度が求められています。その実現には、装置内外の機械振動や電気ノイズによって生じる電子ビームの揺れについても、原子サイズ相当まで抑制する必要があります。一方、製品開発においては環境配慮や省電力化に向けた技術が電気ノイズの新たな要因となる場合があり、計測精度と環境性能の両立は技術的な課題となっていました。

本功績では、従来は捉えることが困難であった高周波領域の電子ビームの揺れを定量評価する手法(以下、本技術)を確立しました。計測可能な電子ビームの周波数帯域を従来の 10 kHz から 10 MHz へと約 1,000 倍に拡張し、高周波ビーム揺れの計測データに基づいて、発生要因を特定するとともに、その影響を抑制する装置設計を可能にしました。本技術は、原子サイズに迫る計測精度の実現と省電力化の両立を実現する製品開発に大きく寄与しました。現在では、世界トップシェアを有する日立ハイテクの CD-SEM を支える基盤技術の一つとして、最先端半導体デバイスの製造に貢献しています。

*1 CD-SEM(Critical Dimension-Scanning Electron Microscope):半導体製造工程において、ウェーハ上の回路パターンが設計通りに形成されているかを、回路パターンの寸法計測によって確認することに特化した電子顕微鏡で、半導体デバイスメーカーの製造ラインで活用されています。

受賞者

株式会社日立ハイテク	佐々木 智世 佐藤 一貴	株式会社日立製作所	岩塚 崇泰

開発の背景

CD-SEM は、ウェーハ表面に細く絞った電子ビームを照射・走査し、発生した二次電子から得られる SEM 画像を用いて微細パターンの寸法を計測します。電子ビームは、機械振動や電気ノイズの影響を受けて揺れるため、電子ビームの揺れを抑制することが、計測精度を左右する重要な要素となります。従来の SEM 画像を用いた評価手法では、計測可能な周波数帯域は 10 kHz 程度に限られ、それ以上の高周波領域の揺れを捉えることが困難でした。

一方、昨今の製造現場に求められる装置の省電力化・小型化に有効なスイッチング電源*2 から生じる電気ノイズは数十～数百 kHz の高周波領域に及びます。この周波数帯における電子ビームの揺れは従来の手法では計測できなかったため、わずかな電気ノイズによる電子ビームの揺れが計測精度に影響する CD-SEM では、スイッチング電源の採用は困難と考えられてきました。

*2 スイッチング電源の一般的な電源効率は 80%程度である一方、従来採用していたリニア電源の効率は 50%程度であり、約半分の電力を熱として消費していました。しかし、リニア電源は高周波ノイズが少ないため、CD-SEM による原子サイズに迫る計測精度の実現には欠かせない電源と考えられていました。

本技術による成果

こうした中、日立ハイテクは、電子ビームの揺れによって生じるパターンエッジ部分の二次電子信号の変動に着目しました。この二次電子信号を SEM 画像に変換することなく周波数解析し、電子ビームの高周波揺れを定量評価する本技術を開発しました*3。これにより、従来は捉えることが困難であった高周波領域のビーム揺れを定量的に捉え、計測データからその発生要因を特定し、影響を抑制する装置設計が可能となりました。

本技術を初めて活用した CD-SEM「CG7300」は、EUV 世代の半導体量産に要求される計測精度±0.12 nm を達成しました*4。さらに、後継機種となる最新の「GT2000」では、装置一台あたり数十台規模のスイッチング電源を搭載しつつ、そのノイズ影響を抑制することで、計測精度を±0.05 nm まで高めるとともに、省電力化と設置面積の縮小を実現しました*5。

このように、従来は捉えられなかった高周波ビーム揺れを「測る」ことで、その発生要因を明らかにし、得られた知見を装置設計へ反映することにより、原子サイズに迫る高精度計測と省電力化の両立を実現しました。

半導体の需要は今後も増加が見込まれる一方、微細化・積層化や High-NA EUV*6 露光技術の適用などにより、製造工程における技術課題は一層高度化するとされています。日立ハイテクグループでは、開発期間の短縮、コスト低減、生産性向上などのお客さまの課題解決につながる製品・ソリューションを提供し、半導体市場の発展と持続可能な社会の実現に貢献していきます。

*3 電気学会の論文：走査電子顕微鏡の高周波電子ビーム揺れの評価技術

*4 2023 年 3 月 23 日発表：「極端紫外線露光世代の半導体測長 SEM の開発と高精度化」で「第 69 回大河内記念生産賞」を受賞

*5 社会課題解決のストーリー：「エコデザイン」による半導体ウェーハ計測用電子顕微鏡が、製造現場の CO2 削減に貢献

*6 High-NA EUV(High Numerical Aperture Extreme Ultra-Violet)：先端ロジック半導体や先端メモリー半導体製造などに適用される高開口角極端紫外線を用いた次世代露光技術

関連製品リンク

・「CG7300」https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/products/semiconductor-manufacturing/cd-sem/metrology-solution/semi-cg7300.html

・「GT2000」https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/products/semiconductor-manufacturing/cd-sem/metrology-solution/semi-gt2000.html

電気科学技術奨励賞について

公益財団法人電気科学技術奨励会が電気科学技術に関する発明、改良、研究、教育などで優れた業績を挙げ、日本の諸産業の発展および国民生活の向上に寄与し、今後も引き続き顕著な成果の期待できる人を表彰するものです。

日立ハイテクについて

日立ハイテクは、持続可能な地球環境、健康で安心・安全な暮らし、科学と産業の持続的発展に貢献するため、「知る力で、世界を、未来を変えていく」という企業ビジョンを掲げ、社会やお客さまに最先端の技術や製品・サービスを提供しています。ヘルスケア分野における医用分析装置、バイオ関連製品、放射線治療システム、半導体分野における半導体製造・検査装置のほか、環境分野や材料の研究などで用いられる分析装置、解析装置を製造・販売しています。また、電池、通信インフラ、鉄道検測、デジタルなどの産業・社会インフラ分野で高付加価値ソリューションを提供するなど、幅広い事業領域でグローバルに事業を展開しています。私たちは、社会やお客さまの真の課題を正しく知り、解決策を提供し続けることで、持続可能な社会の実現に貢献していきます。(2026 年 3 月期日立ハイテクグループ連結売上収益は 8,217 億円)

詳しくは、日立ハイテクの Web サイト(https://www.hitachi-hightech.com/jp/ja/)をご覧ください。

お問い合わせ先

佐々木

株式会社日立ハイテク

ナノテクノロジーソリューション事業統括本部　評価システム製品本部

電子線応用システム設計部

お問い合わせ