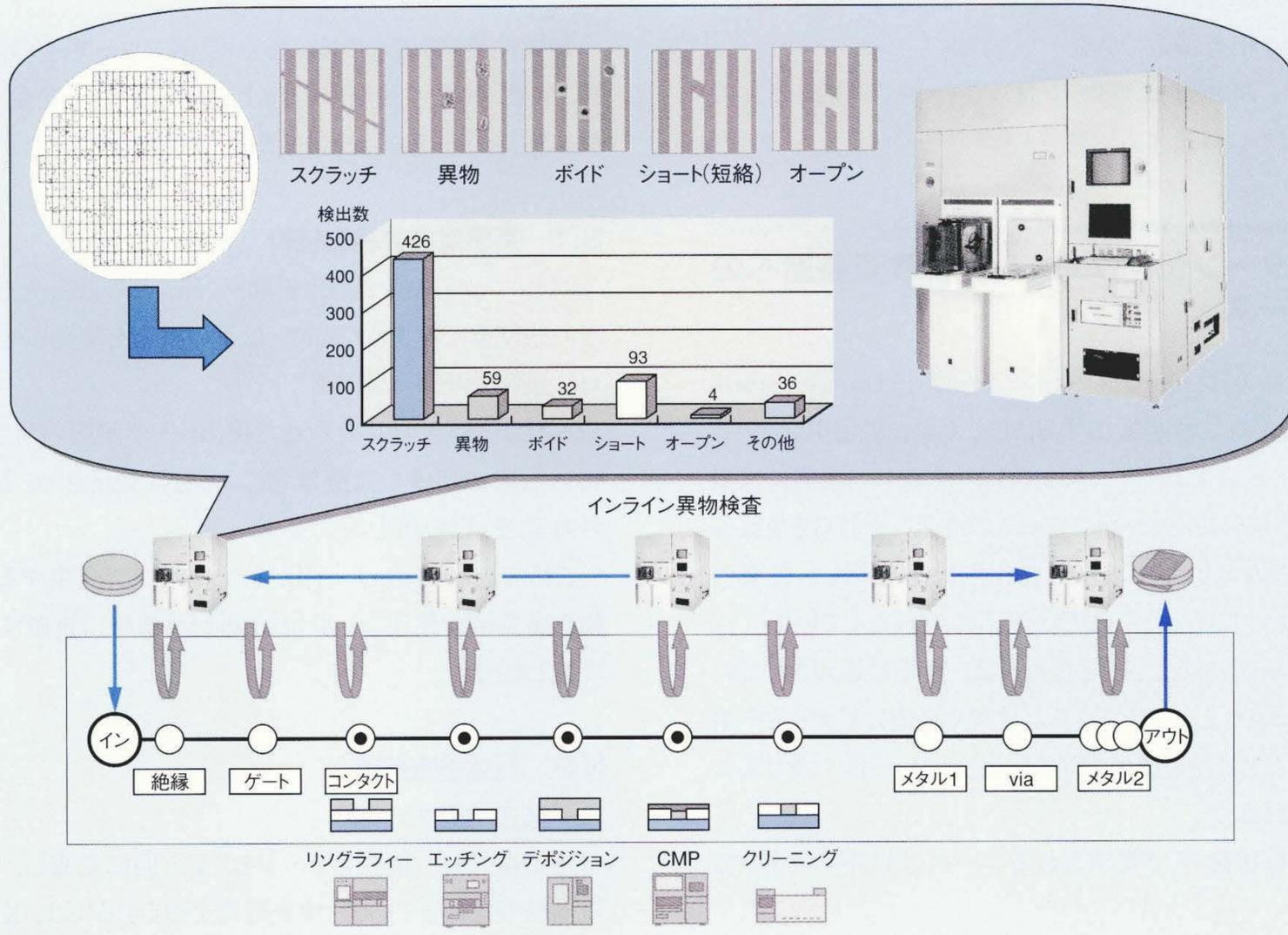


高感度・高速ウェーハ異物検査装置

Dark Field Wafer Inspection System

渡邊 哲也 Tetsuya Watanabe
神宮 孝広 Takahiro Jingû

野口 稔 Minori Noguchi
細江 卓朗 Takurô Hosoe



注：略語説明 CMP (Chemical-Mechanical Polishing)

高感度・高速ウェーハ異物検査装置“IS2700”の概要

最新光学系と高速ステージ、高速データ処理機能を搭載し、90 nmノード以降の半導体製造プロセスのインライン全数検査を可能とする検出感度とスループットを実現した。

半導体製造工程は、Cu配線、Low-*k* (低誘電率)材、High-*k* (高誘電率)材などの新材料、CMP技術による平坦化処理といった新プロセスの採用により、複雑化の一途をたどっている。このような状況下で、ラインの早期立ち上げ、歩留りの向上・維持のためには、工程内で発生する異物、欠陥を早急に検出して処置することが重要である。

日立グループは、90 nmノード以降のプロセスで発生する欠陥・異物を高速・高感度でモニタリングをすることができる、暗視野式パターン付きウェーハ異物検

査装置“IS2700”を開発し、ラインに投入した。

パターン付きウェーハ上の異物、スクラッチ、パターンショート、欠けなどのプロセス欠陥を0.10 μmの感度で検出できる。スループットは、300 mm径ウェーハで毎時37枚の高速検査を達成し、全数検査を可能としている。また、レシピ作成など、ユーザーフレンドリーな操作性、検出欠陥の自動分類機能 (DFC)、高解像 DUV (遠紫外光) レビュー光学系やSEM (走査電子顕微鏡) とのインタフェースを搭載し、解析機能も充実させた。

1 はじめに

半導体デバイスは、90 nmノードへと微細化が進み、新材

料、新プロセスの導入、300 mmの大口径化へと大きく変化しつつある。このような中で、工場やラインをいかに早く立ち上げて、安定した生産を維持するかが重要な課題となっている。

高価な設備・装置の稼働率を向上させ、微細化やプロセ

ス工程数の増加に伴う異物や欠陥の発生を検知し、歩留りを維持、向上するためには、高速な検査装置を重要工程に導入し、全数チェックを行うことが必要条件である。

最先端の半導体製造プロセスの要求にこたえるために開発した“IS2700”は、暗視野式異物検査装置の長所である高スループットを維持しながら、配線間やコンタクトホール穴底など、表面以外の異物や形状欠陥の一部も検出することができる画期的な検査装置である。

ここでは、暗視野式パターン付きウェーハ異物検査装置“IS2700”について述べる。

2 パターン付きウェーハ異物検査装置へのニーズ

製品寿命が比較的短いシステムLSI (Large Scale Integration) の生産が増加するにしたがい、歩留りについての要求は従来以上に厳しくなってきた。しかし、現実には微細化の前倒しや新材料・新プロセスの導入、それらを支える新規装置の導入により、歩留り悪化原因が急増し、従来の経験やノウハウに頼った手法では対応できなくなっている。

歩留りを早期に向上させるためには、実際に処理されているインプロセスウェーハをできるだけ多く測定してデータを集め、プロセスや装置の異常を早く検出し、フィードバックすることが求められる。

このような状況下で要求されるニーズは以下のとおりである。

- (1) 高検出感度
- (2) 高スループットによる全数検査の実現
- (3) スタッフが使いやすい操作性
- (4) メモリ、システムLSIなどデバイス依存の少ない感度
- (5) 優れたCoO (Cost of Ownership)

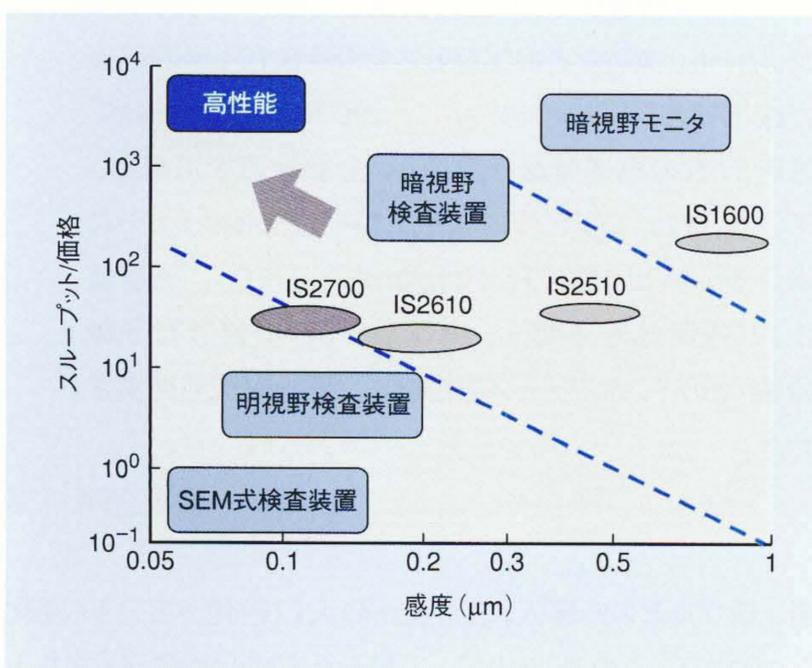


図1 「ISシリーズ」の位置づけ

IS2700は、高感度・高スループットを高い次元で両立させ、検査コストを低減させている。

IS2700では、従来の「ISシリーズ」の延長線上に位置する装置として、高感度と高速検査の両立と高コストパフォーマンスを目指して開発を進めた(図1参照)。

3 技術課題

装置開発にあたっては、高感度・高スループットの両立に加え、異物・欠陥の補足率の向上、新プロセスで発生する欠陥検出性能の向上を目標に設定した(図2参照)。

3.1 高感度異物検出技術

パターンからの散乱光と異物・欠陥からの散乱光を識別し、高い感度を実現するために、以下の技術を開発した。

- (1) 検出画素サイズの縮小
- (2) 検出ターゲットに合わせた検出レーザ照明の角度
- (3) 空間フィルタの高解像化によるSN (Signal to Noise: 信号対雑音) 比の向上

これにより、90 nmノード以降のプロセスで発生する欠陥・異物を高感度で検出し、歩留りの向上・維持に貢献することが可能となった。

3.2 高速検査技術

- (1) 高速検査ステージ

IS2700では、検査ステージをXY方向に走査し、ウェーハ全面検査を行っている。検査時間を短くするには、Xステージ走査の高速化、加減速、およびY方向の送り時間の短縮が必須である。このため、従来機に比べて走査速度、加減速、およびY方向送りの大幅な高速化を実施し、時間当たり37枚(300 mm径)の高速検査を実現した。

- (2) 高速画像処理

高感度化を図るために、従来機に比べて検出画素サイズを縮小した。この場合、処理すべき画像サイズは画素サイズ

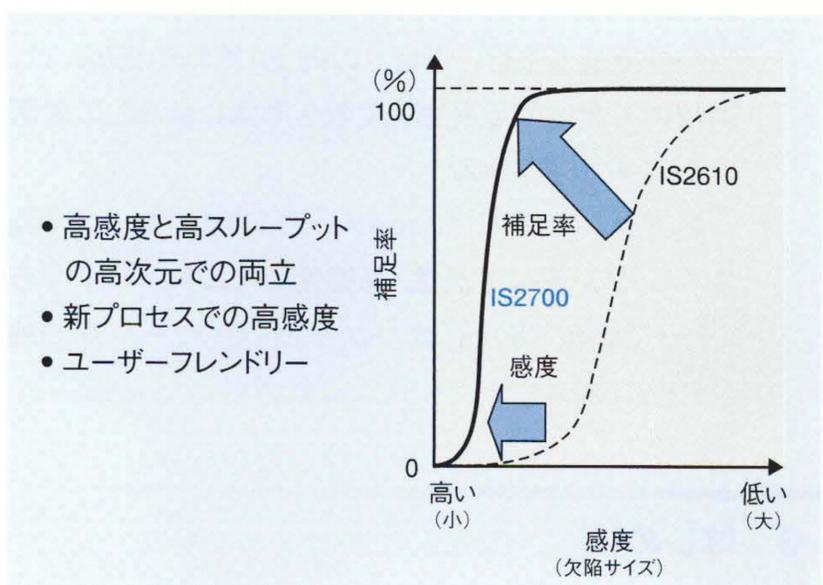


図2 IS2700の開発コンセプト

欠陥補足率、新プロセス対応性能の向上を目標とした。

の二乗に反比例して増加する。画像処理のシステムクロックの高速化と並列処理を組み合わせることにより、ウェーハ走査時間内での異物・欠陥の検出を可能とし、高スループットを実現した。

4 IS2700の特徴

(1) 高感度・高速検査

前述した技術課題の解決により、高感度・高スループットを高い次元で両立する検査装置を製品化した。装置の主要仕様を表1に示す。

(2) 異物分類機能

検出感度の向上によって検出個数も増大するが、それらが歩留りに影響を与えるか否かの判断が重要である。

IS2700では、検出した異物、欠陥をリアルタイムで分類し、異物欠陥のサイズを算出することができるDFC (Dark Field Classification) 機能を搭載している。DFCの概念を図3に示す。検出されたモードとサイズにより、プロセスにフィードバックするアクションが異なるので、欠陥種とサイズを表示し、歩留り予測の高精度化を図った。

(3) 容易な操作性

システムLSIなどが少量多品種生産になることにより、検査条件の作成が大きな負担となるばかりでなく、そのために装置の稼働率が低下する事態や、条件作成者のスキルによって最適設定感度が得られない場合が発生する。このため、IS2700では、検出感度を決定するパラメータを照明条件と検出しきい値の二つだけとした。条件の自動化機能も搭載しており、約10分で作成することができる。

(4) 観察・解析装置とのリンク機能

検査結果は異物マップとして画面に表示される。検出した異物や欠陥を観察するには、検出順、あるいは異物マップの見た異物をクリックすることにより、搭載している光学顕微

表1 IS2700装置の仕様

IS2700は毎時2ロットの全数検査を高感度で行うことができる。

項目	仕様		備考
ウェーハサイズ	300 mm	200 mm	—
検出感度	0.10 μm		高感度モード
	0.15 μm		高スループットモード
スループット (パターン付きウェーハ)	25枚/h	38枚/h	高感度モード
	37枚/h	55枚/h	高スループットモード
解析機能	DUV顕微鏡, DFC		—
外部インタフェース	イーサネット*(FTP), SECS, GEM		—

注：略語説明ほか

DUV (Deep Ultraviolet; 遠紫外光)

FTP (File Transfer Protocol)

*イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

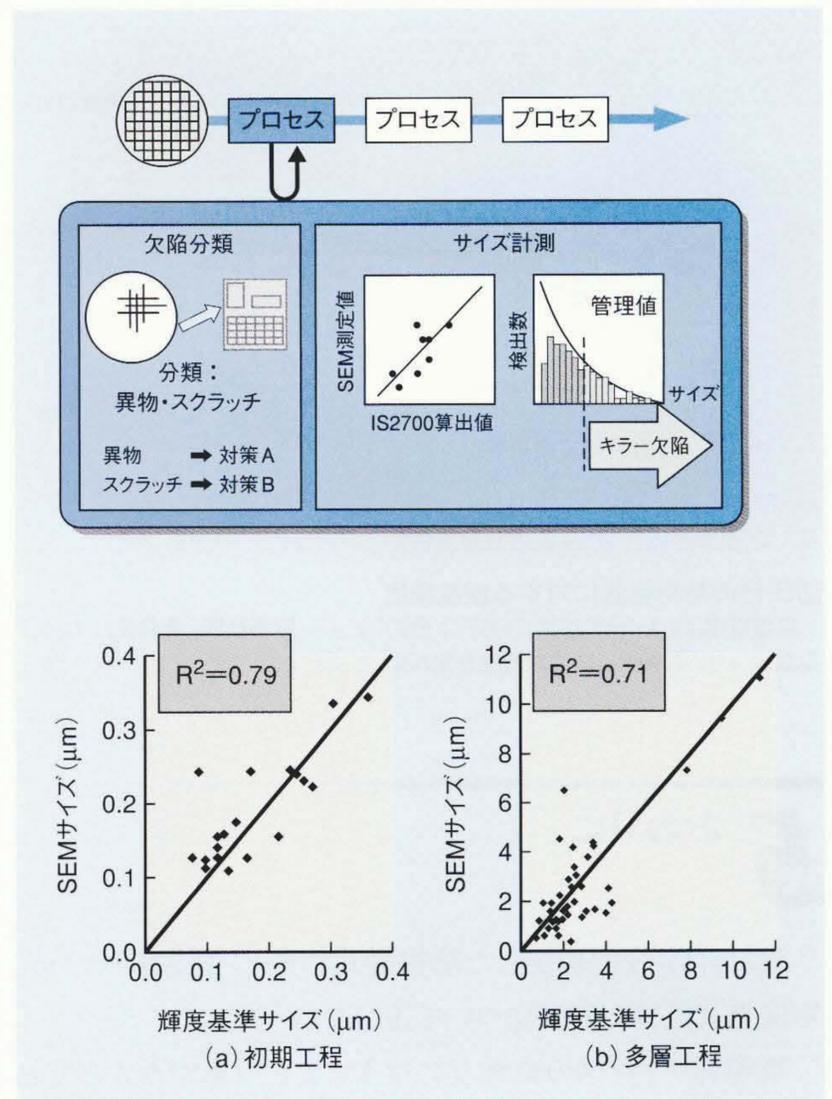


図3 異物分類機能

DFC機能により、異物とスクラッチなどの分類ができる。また、異物のサイジング機能の搭載により、SEMのサイズとの相関係数は0.70と良好な結果が得られた。

鏡でただちに観察することができる。

さらにDUV光源を使用すれば、可視光とDUV光の観察像を切り替えて観察することができるので、異物や欠陥の特定に威力を発揮する(図4参照)。

また、検出した異物情報に基づき、レビューSEM (Scanning Electron Microscope) “RS3000”などとのリンクによっていっそう効率的な解析業務が可能となる(図5参照)。

(5) 検出異物・欠陥例

IS2700で実際に検出した異物・欠陥の事例を図6に示す。

従来の暗視野式検査装置では検出困難であった、段差の底に存在する異物や、パターン欠陥、微小な異物を検出している。

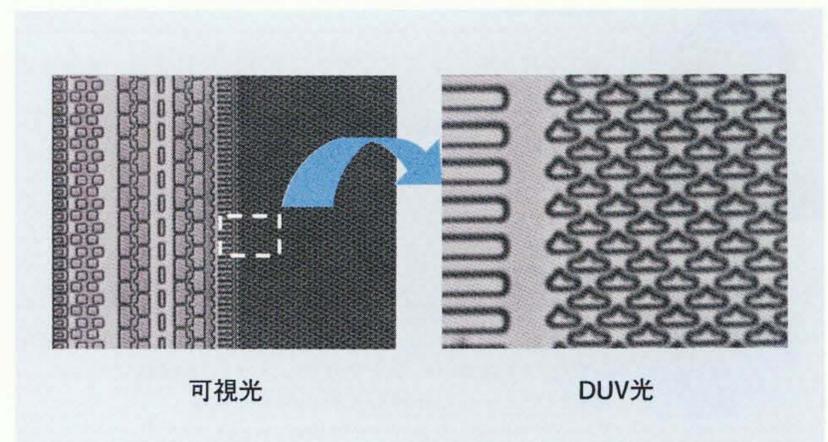
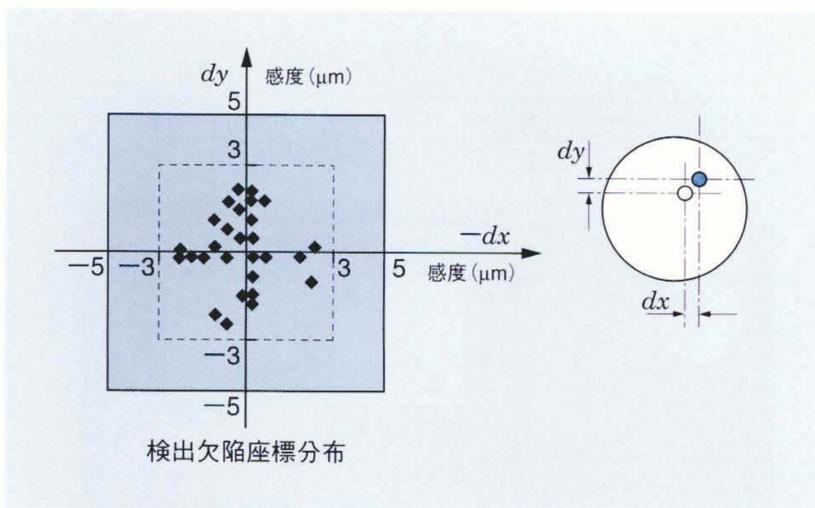


図4 検出異物観察機能

可視光、DUV光ともに高解像度であることから、検出異物や欠陥の特定に威力を発揮する。



注：○(検出座標), ●(装置内観察座標)

図5 他の解析装置に対する座標精度

座標精度は±3 μmの範囲に分布し、他のレビュー・解析装置と高精度にリンクすることにより、不良解析時間の短縮が図れる。

5 おわりに

ここでは、今回開発した暗視野式パターン付きウェーハ異物検査装置“IS2700”について述べた。

半導体デバイスの微細化にはますます拍車がかかっており、日立グループは、今後もユーザーのニーズにこたえる検査装置を開発、製品化していく考えである。

終わりに、この装置の開発、評価にあたっては、富士通株式会社の服部一彦氏、エルピーダメモリ株式会社の盛山一郎氏およびその他の関係各位から多大なるご支援をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

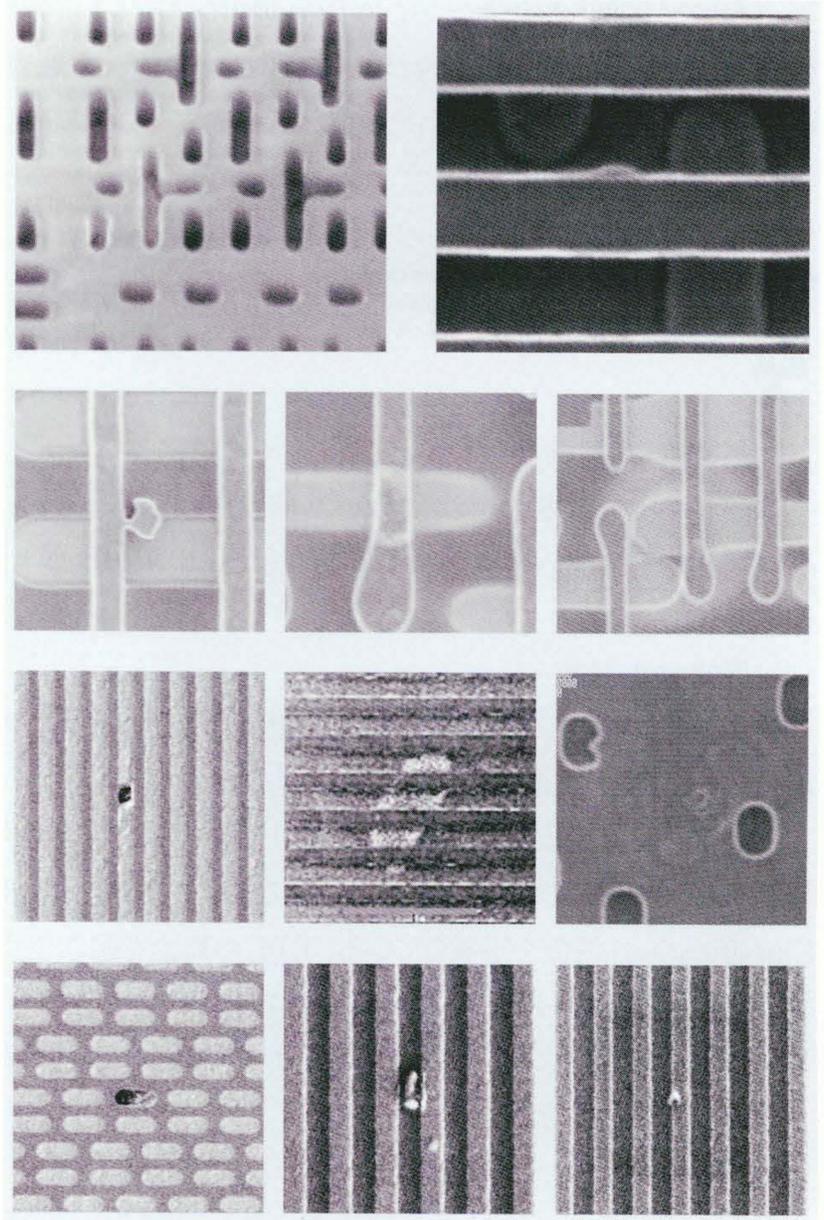


図6 異物・欠陥検出例

従来の暗視野式検査装置では検出困難であった、段差の底に存在する異物やパターン欠陥が検出できることがわかる。

参考文献

- 1) 渡邊, 外:半導体用暗視野異物検査における検出感度最適化手法の提案(2001.7)
- 2) 宇佐見, 外:130 nm時代を切り開く次世代半導体検査・評価システム, 日立評論, 82, 10, 667~670(2000.10)
- 3) 長広, 外:歩留まりアップをもっと速く, 日経マイクロデバイス(2000.10)

執筆者紹介



渡邊 哲也

1980年日立電子エンジニアリング株式会社入社, 光学応用装置ビジネスユニット光学検査システム部 所属
現在, ウェーハ異物検査装置の開発に従事
E-mail: t-watanabe@ac.hitachi-deco.co.jp



野口 稔

1982年日立製作所入社, 生産技術研究所 検査システム部 所属
現在, 半導体検査装置の研究開発に従事
精密工学会会員
E-mail: noguchi.minori@gm.perl.hitachi.co.jp



神宮 孝広

1983年日立電子エンジニアリング株式会社入社, 光学応用装置ビジネスユニット光学検査システム部 所属
現在, ウェーハ異物検査装置の開発に従事
E-mail: t-jingu@ac.hitachi-deco.co.jp



細江 卓朗

1972年日立電子エンジニアリング株式会社入社, 光学応用装置ビジネスユニット営業技術部 所属
現在, 半導体検査装置のマーケティング拡販に従事
E-mail: hosoe@ac.hitachi-deco.co.jp