

《さらなる市場拡大を狙うウェーハエッジ/裏面検査装置》

## エッジ検査のデバイスへの導入が本格化 裏面・ロールオフも必要性の認識広がる

Siウェーハのエッジ検査はSiウェーハ製造では必須となっているが、いよいよデバイスプロセスでもエッジ検査が本格的にスタートしようとしている。さらに、これまであまり注目されていなかった裏面やロールオフの検査の重要性も認識され始めてきている。いずれも、歩留り向上に有効とされているため、半導体における検査技術・手法も大きく変化してきた。

歩留り向上にはエッジ検査が非常に有効

Siウェーハの検査では、主に半導体が作製される表面を検査していた。しかし、最近ではエッジや裏面など表面以外を検査する必要性が急速に高まっている。エッジや裏面が半導体の歩留りに大きな影響を与えることが徐々にわかってきたため。そのため、半導体メーカーはSiウェーハメーカーに対してエッジや裏面の検査・管理を求めようになった。さらに、半導体メーカーのデバイスプロセスにおいても、エッジや裏面の検査が必要になりつつある。

Siウェーハのエッジ検査については、Siウェーハの300mm化に伴い一気に浮上した。300mmの初期段階で、デバイスプロセス中にウェーハ割れが多発した。大手半導体メーカーがエッジに着目し、Siウェーハメーカーにエッジ検査を義務づけた。ここで使用されたのがレイテックスのエッジ自動検査装置「EdgeScan」で、現在ではほとんどのSiウェーハメーカーがEdgeScanを使用している他、多くの半導体メーカーもSiウェーハの受け入れ検査にEdgeScanを使用している。エッジ検査については、同社以外にも様々なメーカーが装置を開発している。

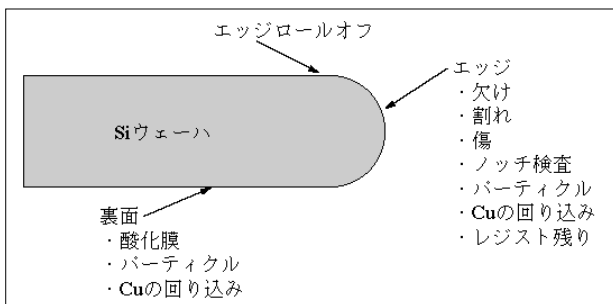
本多エレクトロンのウェーハ端面検査装置「EI-12」は、300mmウェーハに対応するウェーハ端面お

よびノッチ面の全周画像を取得できる自動検査装置。CCDカメラにより、ウェーハ端面の上面、側面、下面のそれぞれをオーバーラップさせながら撮影する。画像処理方式を採用しているが、独自の画像処理技術により高速処理を実現している。スループットは300mmウェーハで25枚/25分(参考値)。また、エッジの欠陥による表面近傍の欠陥への影響や、裏面ダメージが表面の欠陥発生に与える影響を解析するツールも用意している。コベルコ科研もエッジプロファイルモニタ「LEP」シリーズを発表しており、累計で100台以上を出荷している。現在、新機種の「LEP-2000(仮称)」を開発している。

エッジに関しては、デバイスプロセスでもその重要性が認識され始めた。「歩留り向上にはエッジ検査が最も有効」という大手半導体メーカーのエンジニアもいるほどだ。現在、デバイスプロセスでは露光や成膜、エッチングなどほとんどマージンがない中で行われている。一方、エッジ検査で、何らかの欠陥や問題が発見できればダイレクトに歩留りに効いてくる。エッジの検査を行い、プロセス管理をしたことにより、歩留りが約6%向上したという発表も大手半導体メーカーからなされている。現在、半導体メーカー各社はエッジ検査に本腰を入れ始めており、エッジ検査に関する様々なプロジェクトが計画されている。

ロールオフの検査もより重要に

近年、エッジと同様に多くの注目を集めているのが、ロールオフ(Roll Off)だ。エッジなどがあるウェーハ外周は面取り部(Chamfer)と呼ばれ、外周の先端から0.3~0.5mmの領域にあたる。そこからさらに内側に数mmの領域で、ウェーハ中心部に比べて“だれた形状”の部分がロールオフを呼ばれている。



エッジ・裏面検査の主な項目

ウェーハ1枚当たりから多くの半導体を探るには微細化が一番有効な手段だが、コストや技術的な問題がありそう簡単ではない。ウェーハ上で半導体を作製する領域を広げれば、微細化しなくても多くの半導体を得ることができる。以前はウェーハ先端から3mm程度内側から作製されているが、これをさらに1mm程度まで広げようという動きがある。しかし、ここで問題になるのがロールオフだ。だれた形状の部分では、CMP工程で研磨レートに差が出てしまい平坦化できない。そのため、露光工程などにも大きな影響を与えることになる。結果として不良が増加してしまうため、半導体の作製領域を広げても採れる数が変わらないということになってしまう。

ロールオフに関する明確な定義は実はなく、その評価方法なども決まっていない。ウェーハの物理的な先端から3～6mmの基準平面を設定、先端から1mmの位置と、設定した基準平面との形状の差を求める。これはROA (Roll Off Amount) と呼ばれ、ロールオフの評価方法として用いられることが多い。

レイテックスは、平坦度・ナノトポグラフィ測定装置「DynaSearch XP」を有していたが、2004年9月米KLA-Tencorからウェーハ両面測定装置「NanoPro NP1」に関する事業および特許を買収した。DynaSearch XPは、平坦度やナノトポグラフィの測定に高い能力を有しており、ロールオフを360度測定することができる。しかし、DynaSearch XPは片面測定だったため、両面測定対応装置の開発を進めていた。300mmウェーハでは両面測定が必要になる他、200mmでも両面測定ニーズが出てきたためだ。今回、NanoPro NP1を買収することで、開発コストと期間を大幅に短縮することができるという。

コベルコ科研もエッジロールオフ測定装置なども手掛けている。同社のエッジロールオフ測定装置「LER-310」シリーズは、光干渉法による非接触光学的測定方法を採用している。また、ウェーハの裏

面は粗面の場合が多いことから、斜入射干渉の光学系を採用している。そのため、粗さに影響を受けずにロールオフの評価が可能で、大きな面積をサブμmの精度で測定することができる。また、光干渉法は振動に弱いという弱点があるが、同社では装置に除振機構を内蔵している他、装置全体の高剛性化などで対応している。

## 裏面も歩留りに重大な相関が

ウェーハ裏面についても、急激に関心が高まっている。裏面の状態が半導体の歩留りに大きな影響を与えることがわかってきたためだ。しかし、適当な検査技術・装置がなかった。裏面はウェーハ表面に比べ粗く、凹凸も大きい。そのため、表面用の異物検査装置などをそのまま適用すると大幅に感度が低下する。20～30nmクラスの検出能力があっても、実効感度は数μmレベルまで低下してしまうという。レイテックスの「BackScan」は実効感度で0.3μmを有しており、検査時間も1枚約30秒と高速だ。この他、同社ではエッジと裏面検査の複合機「EdgeScan B+plus」もラインナップしている。

日立ハイテクノロジーズのウェーハ表面検査装置「LS7800」は、反転機能を有しており裏面検査も可能にしている。エッジ部を側方からグリッブし反転させるもので、到達感度は36nm、スループットは300mmで34枚/h (裏面反転時間を含む)。本多エレクトロンのウェーハ表裏面検査装置「AI-12」は、300mmウェーハに対応するウェーハ表面および裏面の全面画像を取得できる自動検査装置。CCDカメラを使用し、実効感度はサブμmレベルを有している他、エピ、バルク、デバイスウェーハを同じ光学系で検査できるのも強みだ。また、AI-12でも解析ツールを用意しており、インゴット1本分に当たる約400枚のウェーハをデータ解析し、共通の欠陥などをマッピングすることができる。

## 主なウェーハエッジ/裏面検査装置メーカー

会社名	製品名	エッジ・裏面の検査方式	主な特徴
EV Group	SmartEdgeシリーズ	CCDカメラによる画像処理方式	最小300nmの欠陥を検出可能。欠陥の分類機能や良品/不良品の判定機能も有する
August Technology	EXiシリーズ	CCDカメラによる画像処理方式	独自の画像処理方式により、画像処理を高速化。自社の欠陥統合管理システムとの接続が可能
コベルコ科研	LEP-2000 (仮称) / LER-310	CCDカメラによる画像処理方式など	面取り形状やノッチを高速測定。光干渉法によるロールオフ測定
東レエンジニアリング	WE-1000	レーザ検出+CCDカメラによる画像処理方式	1台でウェーハ表面(パターン欠陥)エッジ、裏面の検査を行う。スループットは200枚/h
本多エレクトロン	EI-12/AI-12	CCDカメラによる画像処理方式	独自の画像処理技術により、画像データを高速処理。解析ツールも用意
レイテックス	EdgeScan/BackScan/DynaSearch XPなど	レーザスキャン+CCDカメラによる画像処理方式など	エッジ・裏面複合機もラインナップ。米KLA-Tencorのウェーハ両面測定装置事業を買収