

近年のLED市場の成長にともない、その基板として使用されているサファイアウエハの生産量は急激に増加してきている。比較的単価の安いサファイア市場ではウエハ1枚から取得するチップ数を最大化してコスト低減を図る動きが加速している。チップの歩留まり向上のため、ロールオフと呼ばれるウエハエッジ部形状の管理が重要となっている。

本稿では、サファイアウエハ市場向けに新たに開発したエッジロールオフ測定装置について、測定原理、装置構成、測定性能を紹介する。



LEO事業本部
妹尾 和宜

F-1 ロールオフの評価方法

参考文献

*1)
M.Kimura et al.: Jpn.J.Appl.
Phys.Vol38(1999),p.38.

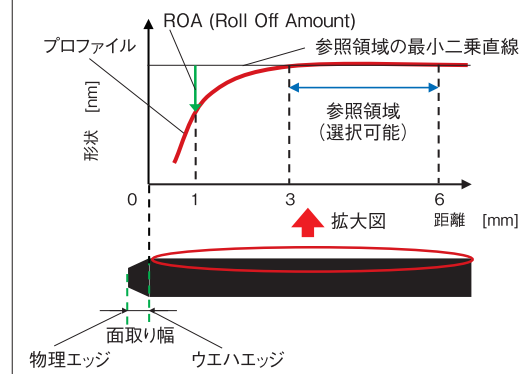
ウエハのエッジ部断面図を第1図に示す。エッジ部では第1図の「エッジ部拡大図」のように面取り部に向かって緩やかな表面形状の変化が見られる。一般的には、エッジ部ほど面が垂れ下がる傾向にあり、この現象はロールオフと呼ばれている。

このロールオフの評価値としてROA (Roll Off Amount) がM.Kimuraらによって提案されている*1)。彼らはエッジ端から3mmより内側を十分平坦と考え、測定したプロファイルの3~6mmの領域で最小二乗直線を求め、その直線とエッジから1mm位置での形状の差をROAと定義している。これまでのシリコンウエハのロールオフ評価には物理エッジが基準とされていたが、サファイアウエハでは面取り部と、ウエハ表面の稜線をウエハエッジとし、この点を基準とする方法が主に用いられている。

SEPRシリーズは、新たに開発したシャックハルトマン

式の微小表面形状測定技術により高精度なロールオフ測定を実現し、当社保有のエッジプロファイル測定技術と組み合わせることで、ウエハエッジ位置を正確に検出し、ROAの高精度測定を実現している。

第1図 ウエハのエッジ部断面図およびロールオフの定義



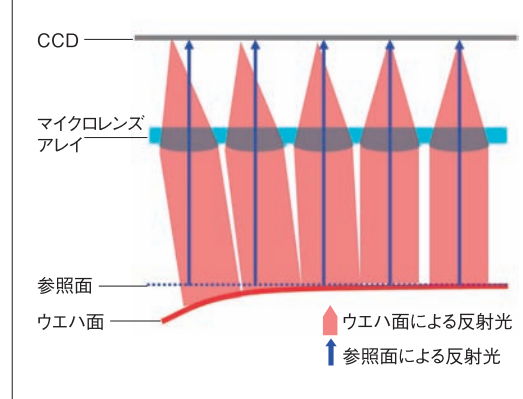
F-2 シャックハルトマン式測定法の原理と特徴

第2図に開発した装置に使用しているシャックハルトマン式測定法の原理図を示す。光学系は平行光、マイクロレンズアレイ、CCDカメラで構成されている。マイクロレンズアレイは直径約150 μ m程度の小さなレンズがすき間なく格子状に配列された光学素子である。平行光が理想的に水平な参照面で反射した場合、マイクロレンズアレイを通過することによりCCD上に等間隔の反射光スポットが認められる。一方、平行光がウエハエッジ付近の平坦でない部分で反射した場合、マイクロレンズアレイを通過した反射光はロールオフ形状の影響を受け、参照面のスポット位置よりずれた位置にスポットが現れる。このスポットのずれ量からウエハ上で光が当たっている位置・傾きを逆算できるため、隣り合うスポット間の位置・傾きを積分してロールオフ形状を算出することができる。

この測定法の特徴は、測定面が鏡面であれば材質によらず測定可能であることと、1回の撮像でデータ取

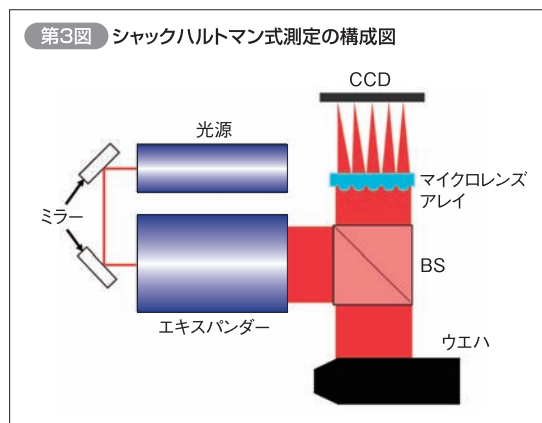
得するため、測定時間が短く振動にも強い点である。当社にはすでに斜入射干渉型ロールオフ形状測定装置LERシリーズがあるが、このシリーズと比べ、大幅なコンパクト化とコストダウンを実現している。

第2図 シャックハルトマン式測定法の原理図



F-3 シャックハルトマン式測定の構成

第3図にシャックハルトマン式測定の構成を示す。エキスパンダを通した平行光はビームスプリッタ(BS)により下方のウエハ面に反射される。さらにウエハから反射された光は、BS、マイクロレンズアレイを通過し、CCDに像を作る。上述の通りこのCCD画像を解析することによりロールオフ形状を得ることができる。また、ROAを算出するためには、基準となるエッジ位置の特定が必要である。エッジ部形状は多種多様であり、エッジ位置はそのプロフィール全体から、特定する必要がある。本装置では、シャックハルトマン光学系と直交するようにエッジプロフィール測定光学系を配置してエッジ位置を特定できるような仕組みとなっている。エッジプロフィール測定の原理を第4図に示す。LED光をエッジ部に照射し、その影の画像をCCDカメラにより撮像する。この画像を処理することによって、写真1のようにエッジ形状の各寸法が測定できる。これによ



りシャックハルトマン測定と同時にエッジ部の形状測定が可能となり、ロールオフ形状の精密なエッジ位置の特定が実現した。以上の装置構成によりエッジを基準とした正確なROA値を得ることが可能となっている。

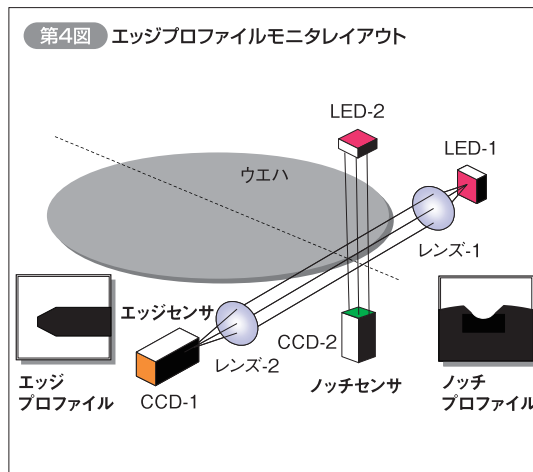
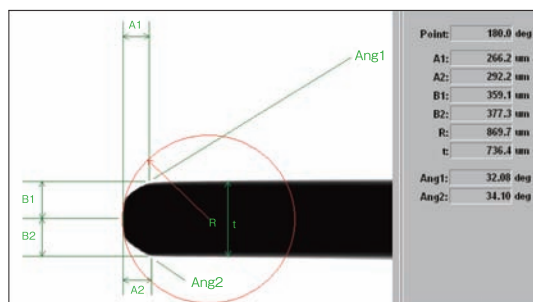


写真1 エッジプロフィール画像



F-4 測定装置

装置例としてロールオフ測定機能付エッジプロフィールモニタSEPR-1600の外観を写真2に示す。卓上タイプとして設計されており、PCおよびモニタ類が別置きとなる。対象ウエハサイズは標準でφ100~200mm、オプションでφ300mmまで拡大可能である。オペレータは測定条件を設定後、ウエハを位置決めピンに突き当ててステージ上にセットし、処理開始ボタンを押すことで、ロールオフ形状とROA値、エッジプロフィール測定結果が出力される。SEPR-1600では追加機能としてノッチ形状のみの測定も可能である(第4図のノ

チセンサ参照)。

第1表にSEPR-1600の仕様を示す。ROAの再現性は、 $\sigma < 0.03 \mu\text{m}$ と高精度で測定可能である。また、エッジプロフィール測定を含めたロールオフ形状の測定を1点当たり約5秒と非常に高速で測定できる。

第1表 SEPR-1600の仕様

測定対象	材質: サファイア(裏面粗面)
	直径: 4、5、6、8インチ
	厚さ: 400 ~ 1600 μm
計測内容	ロールオフ形状
	エッジ形状
	ノッチ形状
ROA再現性	$\sigma < 0.03 \mu\text{m}$
面取り長さ再現性	$\sigma < 2 \mu\text{m}$
スループット	約 5 秒 / 測定点



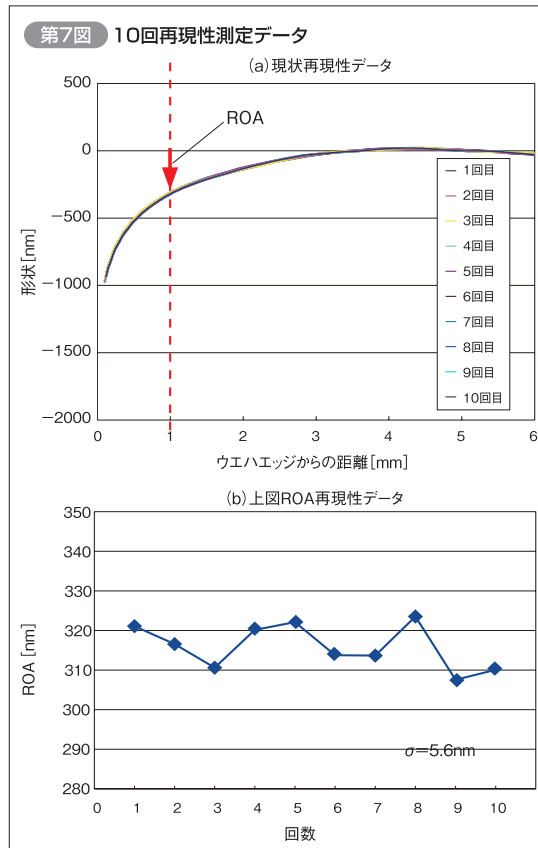
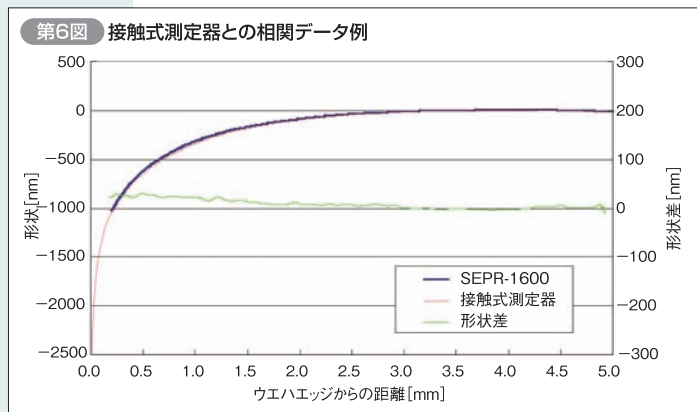
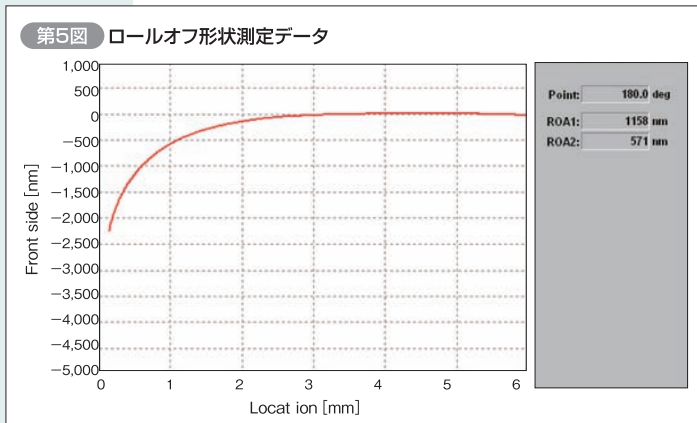
F-5 測定例・性能

サファイアウエハを測定したロールオフ形状測定データを第5図に示す。このデータのROAは、エッジから1mmの位置で571nm、0.5mmの位置で1158nmである。本装置のデータ表示画面では、ROA値の算出条件(平坦とする領域、ROA抽出位置、エッジの定義)を任意に変更し、再計算することも可能である。

第6図に従来の接触式形状測定器で測定したロー

ルオフ形状と比較したデータを示す。各測定形状の差は22nm以下であり、よく一致していることがわかる。

第7図にSEPR-1600の測定再現性を評価した結果を示す。(a)図に実測された形状、(b)図にROAの変動を示す。ROAの10回測定結果から算出した標準偏差は5.6nmであり、高い再現性を実現していることが確認できた。



当社で開発したサファイアウエハ対応のエッジロールオフ測定装置を紹介した。本装置はシャットハルトマン方式のセンサと、エッジプロファイル測定器を組み合わせることで、ナノメートルレベルの高い精度でROA値が測定可能である。また本装置は粗面の測定面には不向きであるが、

光学式センサを用いたスキャン方式による計測システムを新たに開発しており、粗面測定も対応可能となっている。このように当社では様々な計測対象に対し、高い開発力と蓄積された計測技術を駆使した装置提案を通じて、多様化するお客様のニーズに適切に応えていきたい。

コベルコ科研社員の学協会発表記録

口頭発表

Experimental EP Measurement for 300 and 450mm Actual Wafers using SEMI M73

橋爪英久¹⁾、赤松勝¹⁾
 ○SEMI(Semiconductor Equipment and Materials International)
 (2011年7月12日・San Francisco Marriott Marquis Hotel)

ブランジャーポンプに起因する圧力脈動・配管振動現象

鳥越裕一¹⁾
 ○日本機械学会 D&D2011v_BASEフォーラム(2011年9月6日・高知工科大学)

Analysis of hydrogen and deuterium trapping site using artificially produced Fe/TiN multilayers

若林琢巳¹⁾、笹川薫¹⁾、中山武典²⁾、武田全康³⁾、山崎大³⁾、鈴木淳市⁴⁾
 ○日本鉄鋼協会 第162回秋季講演大会(2011年9月20~22日・大阪大学)

Ru(0001)表面における吸着酸素の移動

高橋真¹⁾、有賀哲也²⁾、寺岡有殿³⁾、吉越章隆³⁾
 ○第5回分子科学討論会(2011年9月20~23日・札幌)

電子デバイス接合部の熱抵抗評価事例の紹介

金築俊介¹⁾
 ○第47回熱測定討論会(日本熱物性学会 合同シンポジウム「デバイスと熱物性」)
 (2011年10月22日・桐生市市民文化会館(群馬県))

放射光を用いたスケール生成挙動のin-situ XRD分析技術の開発

早川敬清¹⁾、北原周¹⁾、稲葉雅之¹⁾、武田実佳子²⁾、中久保昌平²⁾
 ○日本金属学会(2011年11月7~9日・沖縄県宜野湾市)