

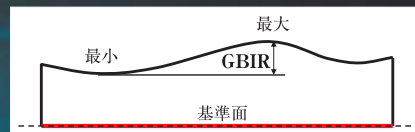
# C

LEO事業本部  
山本 雄治

## ウエハの平坦度測定装置

半導体デバイスのデザインルールの微細化とともに、ウエハに要求される平坦性は年々厳しくなっている。シリコンウエハの平坦度を示す指標は、評価エリアの取り方によって、ウエハ全面の平坦度（グローバルフラットネス）と、リソグラフィ工程での露光エリアに相当するサイトの平坦度（サイトフラットネス）に分けられる。GBIR (Global, Back-surface, Ideal, Range: 第1図) などのグローバルの平坦度については、デバイスメーカーの要求を満たしているかどうかをウエハ出荷前に確認する必要がある。本稿では、当社で開発したウエハの平坦度 (GBIR) 測定装置について、装置構成や測定性能を紹介する。

第1図 ウエハのGBIR



### C-1 GBIRの測定方法と特長

第2図に、ウエハのGBIRを測定するための構成を示す。対向して配置した2つの静電容量センサの間にウエハを入れ、距離 (F) と距離 (B) を測定する。これらをあらかじめ測定しておいた距離 (S) から差引くことによって、ウエハの厚さが計算さ

れる。ウエハステージは高速回転と並進が可能であり、ウエハ面内を渦巻き状にスキャンすることができるため、当社の従来のラインスキャン方式とくらべて、ウエハの周辺部でも測定点を高密度にできることが特長である。

写真1 計測中の回転・並進ステージ

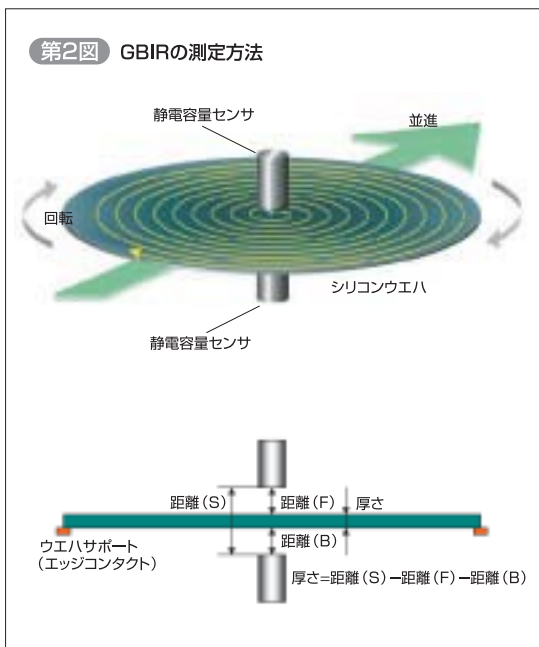


写真1 計測中の回転・並進ステージはウエハのエッジ部分をサポートする構造であるため、裏面に傷や汚れを付けないで測定することが可能である。計測中の様子を写真1に示す。

GBIR測定装置では、ウエハの自然な（無重力化での）形状を表すバウ（ウエハ中央位置の基準面からの隔たり）やワーブ（測定面の基準面からのズレの最大値と最小値の差）などのパラメータを算出することもできる。ウエハはエッジでサポートしているため、自重によりたわみが生じている。たわんだ状態で形状を測定し、ウエハの密度・弾性率・厚さ・直径を用いて自重たわみを補正する。バウやワーブの測定では、測定時間の短いラインスキャンを用いることもできる。

### C-2 測定装置

多機能ウエハ形状測定装置 RPGW-3030Ei の外観を写真2に示す。ウエハの形状に関連した項目（GBIR、厚さ、バウ、ワーブ）の測定に加え、渦電流方式による抵抗率測定（0.001~200Ωcm）、光センサを用いた直径測定（300±2mm）、整流方式による導電型（PN）判定、およびIDマークの読取りが可能である。ウエハカセットとして、FOUP（Front-Open-Unified Pod）あるいはFOSB（Front-Open-Shipping-Box）を用いることができる（3個）。

写真2 300mmウエハ用GBIR測定装置 RPGW-3030Ei



写真3は、ウエハ形状測定装置LGW-3041Eであり、300mmウエハのGBIR、厚さ、バウ、ワーブの測定を行うことができる。装置本体に合わせた専用クリーンブースを備えているため、クリーンな環境での測定・移載が可能である。ウエハカセットには、FOSBあるいはオープンタイプを用いることができる（4個）。

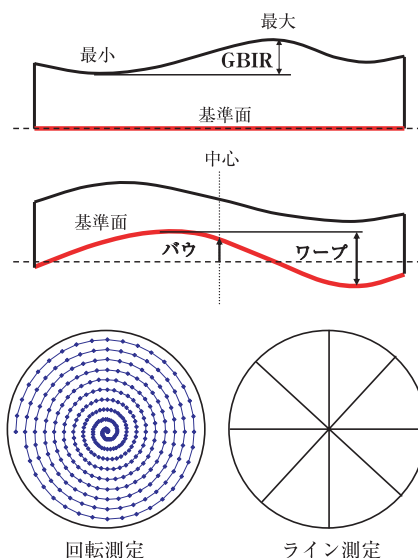
RPGW-3030EiとLGW-3041Eの形状計測に関する仕様（共通）を第1表に整理する。両装置とも、ウエハのハンドリングや計測ユニットでのサポートはすべてエッジコンタクトであるため、ウエハの出荷検査の段階で使用することができる。上記装置のほかに、ウエハプロセスでの要求に応じて、様々な構成の測定装置やウエハソーティングシステムを提供することができる。

写真3 300mmウエハ用GBIR測定装置 LGW-3041E



第1表 形状計測の仕様

項目	仕様	
平坦度適用領域 (FQA)	294mm以下 (センサの測定領域をすべて含む)	
計測範囲	厚さ	650~850 $\mu$ m
	GBIR	200 $\mu$ m以下
	バウ	200 $\mu$ m以下
	ワーブ	200 $\mu$ m以下
計測位置	回転測定	R方向：5mm、10mm
	ライン測定	R方向：1mm、2mm、4mm $\theta$ 方向：11.25°、22.5°、45°、90°
厚さ計測	精度	$\pm 0.5\mu$ m
	再現性	$\sigma = 0.1\mu$ m
	表示分解能	0.01 $\mu$ m
計測時間	回転測定	5mmピッチ： $\leq 63$ 秒/ウエハ 10mmピッチ： $\leq 46$ 秒/ウエハ
	ライン測定	4ライン・4mmピッチ： $\leq 43$ 秒/ウエハ



## C-3 測定例

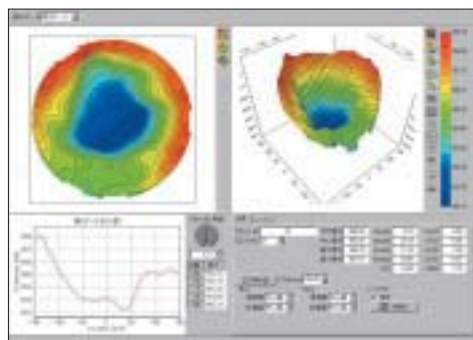
最新のVLSI用300mmウエハ3枚を、GBIR測定装置の渦巻きスキャン方式により測定した。スキャンのピッチは、半径 (R) 方向は5mmであり、円周 ( $\theta$ ) 方向は5mm以下 (中心に近づくほど小さい) である。第3図 (a) は、中央部の厚さが周辺より薄いウエハ (ウエハ1) の例で、GBIRは7.12 $\mu$ mと大きな値を示した。第3図 (b) に結果を示したウエハ (ウエハ2) は、(a) とは逆に中央部が周辺より厚く、GBIRは2.96 $\mu$ mとウエハ1に比

べて小さかった。第3図 (c) には、中央部に薄い領域が複数存在するウエハ (ウエハ3) の測定結果が示されていて、(a) と (b) をミックスした形状といえる。GBIRは両者の中間の4.18 $\mu$ mであった。第3図 (d) には、ウエハ2の形状マップを示す。

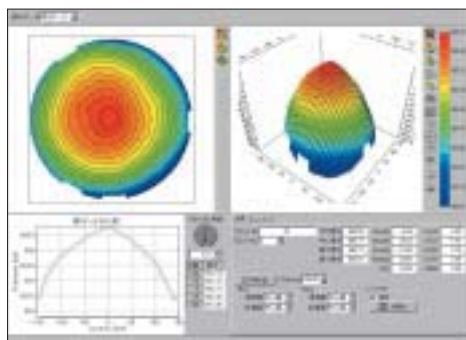
(b) の厚さマップでは中央部が厚かったが、形状は (d) のように鞍形であり、基準面を中心面のベストフィット面としたときのワーブは24.32 $\mu$ mであった。

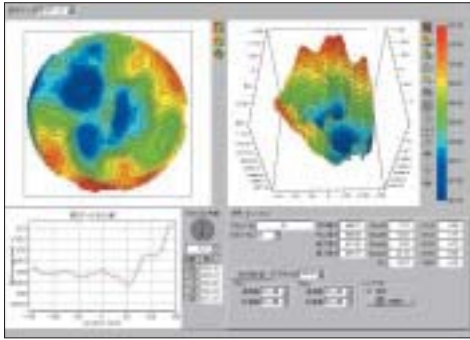
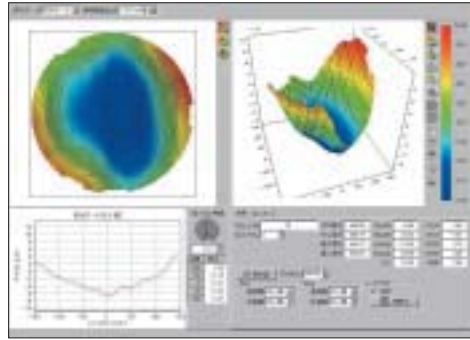
第3図

(a)ウエハ1の厚さマップ (GBIR=7.12 $\mu$ m)



(b)ウエハ2の厚さマップ (GBIR=2.96 $\mu$ m)

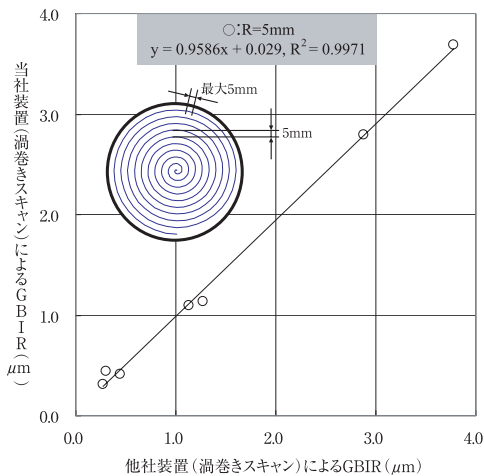


(c)ウエハ3の厚さマップ (GBIR=4.18 $\mu$ m)(d)ウエハ2の形状マップ (Warp=24.32 $\mu$ m)

## C-4 他社装置との相関

当社装置によるGBIRの測定値を、他社の測定値と比較した。ともに渦巻きスキャンにより測定した際の相関を第4図に示す。当社装置のスキャンピッチは、R方向は5mm、 $\theta$ 方向は5mm以下である。図からわかるように、両者は良好な相関を示して、相関の傾斜は0.95以上、相関係数はほぼ1となった。

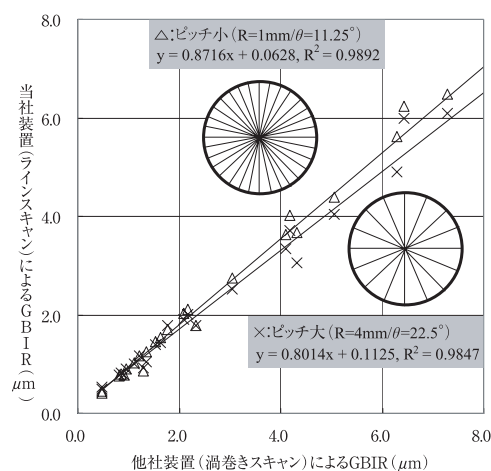
第4図 当社装置（渦巻きスキャン）と他社装置（渦巻きスキャン）との相関



参考までに、ラインスキャンによる測定データを用いて相関を調べた。結果を第5図に示す。比較的粗いピッチ（ピッチ大：R=4mm、 $\theta=22.5^\circ$ ）で測定すると、傾斜は0.8程度と小さかった。ラインスキャンモードの最高分解能（ピッチ小：R=1mm、 $\theta=11.25^\circ$ ）での測定では、傾斜は0.87と向上した

が、渦巻きスキャンの傾斜（0.95以上）には及ばなかった。これは、ピッチ小の場合でも $\theta$ 方向のピッチは最大30mm近くであり、渦巻きスキャンの最大5mmに比べて計測点が粗いため、厚さの最大値または最小値を見落としていることが原因と考えられる。したがって、GBIRの測定には、渦巻きスキャンによる高精細な計測が必要である。

第5図 当社装置（ラインスキャン）と他社装置（渦巻きスキャン）との相関



平坦度測定の実用性はますます高くなってきている。GBIRの測定機能を搭載したウエハソータが、ウエハ製造工程での装置管理や出荷検査に広く使われることを期待したい。