

# シリコン薄化プロセスにおける加工品質の支配要因

技術開発本部 T-Pro

## Dominant factors of Si-wafer thinning process for high quality processing

Engineering R&D Division, T-Pro

### 要旨

シリコンウェーハの薄化プロセスには高い品質が要求される。薄化プロセスの加工品質に影響する要因として「装置構造」と「加工条件（加工点）」が挙げられる。本稿では、加工点の最適化が装置構造よりもシリコン薄化プロセスの加工品質へ与える影響が大きいことを示す。

### Abstract

High quality processing is required in wafer thinning process of semiconductor manufacturing. “Equipment configuration” and “Process condition (including processing point)” are known as dominant factors for process quality of thinning process. This paper describes that an optimization of processing point shows a larger impact on a process quality than equipment configuration.

## 1. はじめに

半導体デバイス製造におけるシリコン加工技術の一つに「裏面研削」が挙げられる。裏面研削では一般にグラインダが利用され、その加工品質は厚みばらつき(TTV: Total Thickness Variation)や表面の研削痕、抗折強度といった指標で評価される。これらの指標はデバイスの歩留まりや信頼性に直結するため、一般的なシリコンウェーハの薄化においても高品質な研削が求められる。装置構造の観点では、品質に影響する要因として「研削姿勢の変形」と「装置振動」が知られており、例えば、装置の剛性を高めて姿勢変形を低減するとTTV向上が期待される(Figure 1)。しかし、現実には姿勢変形を完全に無くすことはできず、また重量の観点からクリーンルームに導入しにくいなど問題が生じる。そこで、高品質なTTVを達成するもう一つの手法として、砥石とウェーハが接触する加工点を最適化することが挙げられる。本稿では、研削対象をシリコン

ウェーハに限定し、シリコンの薄化研削で広く採用されているディスコ製グラインダポリッシャ(DGP8762)の加工品質を調査することで、加工点の最適化によって高度な品質要求を達成できることを示す。

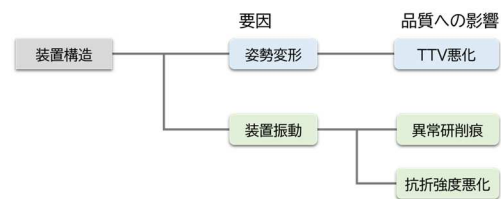


Figure 1 装置構造と加工品質の関係

## 2. 装置の姿勢変形がTTVに与える影響

### 2.1 評価手法

姿勢変形がTTVに与える影響を理解するには、研削軸(スピンドル)とチャックテーブル(C/T)の位置関係が鍵となる。一般的な片持ち構造のグラインダでは、スピンドルの軸中心とC/Tの中心が一致しておらず、砥石

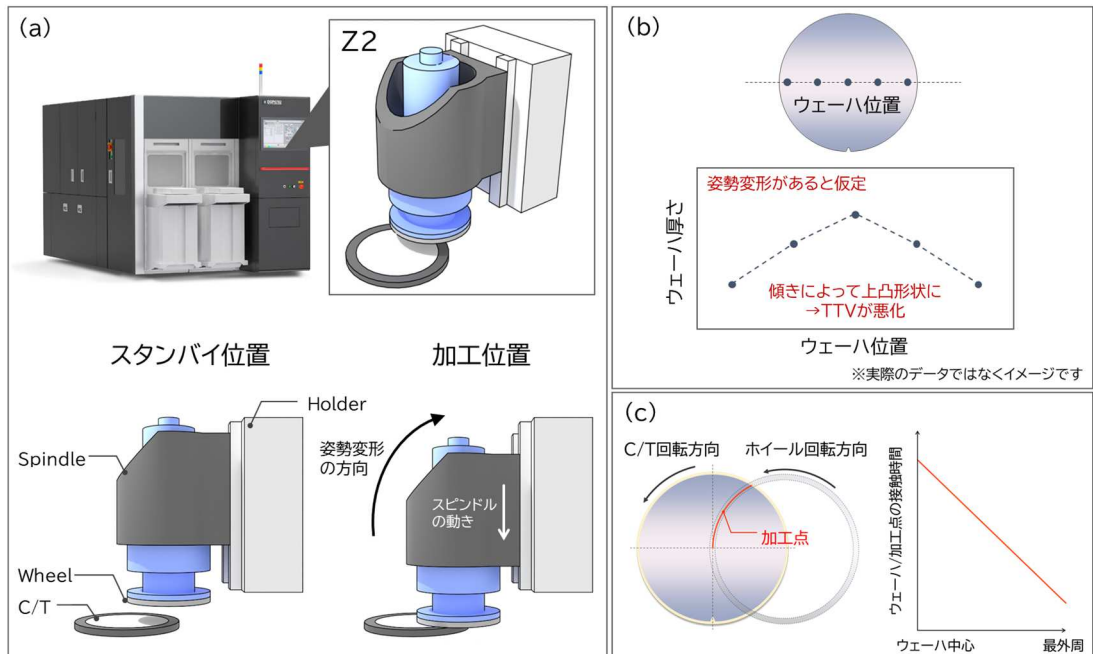


Figure 2 (a) グラインダ外観、及びスピンドルのスタンバイ位置と加工位置, (b) 姿勢変形した場合の TTV イメージ図, (c) インフィード研削における C/T 一回転あたりのウェーハとホイールの接触時間

(ホイール)の外周が C/T 中心を通る位置関係となる (Figure 2 (a))。そのため、C/T へ押し込む力によってスピンドルが傾く方向は、ホルダーを中心とした上向き円弧方向(図中黒矢印)であることがわかる。この方向へスピンドルが傾いた場合、研削後のウェーハは山型(上に凸)になり、TTV が悪化すると予想される (Figure 2 (b))。一般に、C/T は事前に砥石で平坦化(セルフグランド)される。セルフグランドによりスタンバイ位置のスピンドルは C/T に対して平行出しされており、セルフグランド条件で研削したウェーハの TTV に影響する機械的な誤差は、研削時の姿勢変形のみとなる。以上の背景から、研削装置の姿勢変形が加工品質に与える影響を評価するため、セルフグランド直後にセルフグランドと同じホイールと加工レシピ、C/T 傾きで研削したウェーハの TTV を測定した。

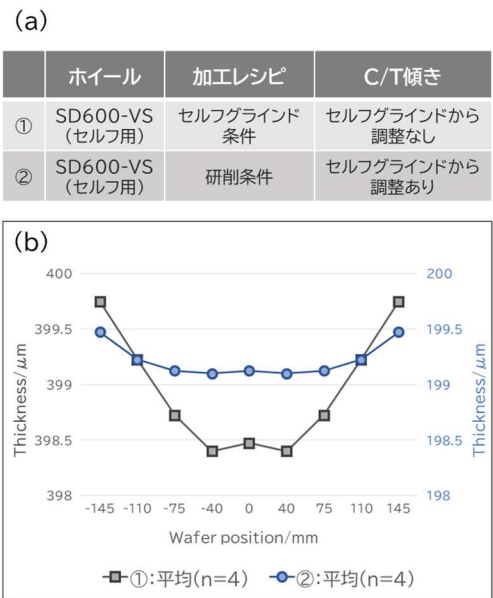


Figure 3 (a) ①と②の加工条件, (b) それぞれの条件で薄化したウェーハにおける厚さの径方向依存性

## 2.2 結果

セルフグランド直後、セルフグランドと同じ条件で加工したウェーハ(Figure 3 (a)-①)における厚さの径方向依存性を測定し、その平均値(n=4)をプロットした結果、ウェーハ形状は谷型(下に凸)であり、TTVは約 $1.3\mu\text{m}$ であることが確認された(Figure 3 (b) 灰色実線)。これは、スピンドルにかかる垂直方向の荷重によって研削姿勢が変化したと仮定した場合と逆の形状であった。下に凸な形状になった原因として、薄化研削におけるホイールの仕事量がウェーハの中心と外周で異なる可能性が示唆される。加工対象に半分重なる位置でホイールとC/Tの両方を回転させて加工するインフィード研削では、C/T一回転中にウェーハとホイールが接触している時間がウェーハ中心ほど大きくなる(Figure 2(c))。その結果、中心ほどウェーハが多く削れることで下凸形状になったと考えられる。そこで比較対象として、セルフグランドと同じホイールのまま、加工レシピとC/T傾きを調整した条件で加工したウェーハ(Figure 3 (a)-②)を用意し、同様に厚さの径方向依存性を測定した。その結果、薄化したウェーハは比較的平坦な形状となり、TTVは約 $0.3\mu\text{m}$ まで改善した(Figure 3 (b) 青色実線、テープなし加工における参照値であり、テープ研削の場合はこの限りではない)。以上より、垂直方向の荷重による姿勢変形はウェーハの加工品質に対して支配的でなく、加工レシピやC/T傾きの調整によって加工点を最適化することでTTV: $1\mu\text{m}$ 以下の高い平坦度を実現できることが示された。

## 3. 装置振動がウェーハの加工痕や抗折強度に与える影響

### 3.1 評価手法

グライндаの加工精度に悪影響を与える要因として装置振動が挙げられる。僅かなスピンドルの振れが加工したウェーハの異常研削痕や抗折強度を低下させる可能性がある。そこで、通常の振動しない装置と、あえて振動させることで振動状態とした装置で薄化研削したウェーハの加工痕を比較した。加工痕は外観検査装置で観察した。

### 3.2 結果

振動状態と通常状態の装置、それぞれで加工したウェーハの加工痕を調査した結果、振動状態で研削したウェーハでは中心から伸びる放射線状の異常研削痕が確認されたのに対し、通常状態で研削したウェーハでは確認されなかった(Figure 4)。これらの結果から、DGP8762の通常状態における装置振動はウェーハ表面の加工痕へ影響をしないことが確認された。

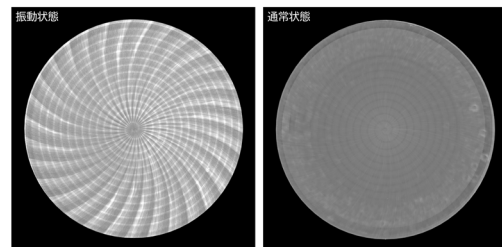


Figure 4 振動状態と通常状態の装置で研削したウェーハの外観検査結果

次に、振動状態の装置がチップの抗折強度へ与える影響を調査するため、振動状態と通常状態の装置で研削したウェーハ(厚さ: $200\mu\text{m}$ )を用意し、共に研削仕上げの状態でダイシング装置により個片化した。分割したチップに対して、研削ダメージの影響だけを評価できる球抗折強度試験を実施することで抗折

強度を測定した。その結果、振動状態と通常状態の装置で研削したチップの抗折強度は同等であることが確認された(Figure 5)。以上より、異常研削痕を引き起こすレベルの装置振動であっても抗折強度に影響はなく、通常状態の DGP8762 を用いることで品質の高い薄化プロセスを実現できることが示された。

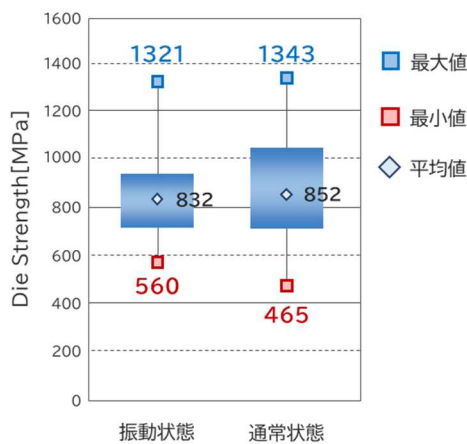


Figure 5 振動状態と通常状態の装置で薄化したウェーハから切り出したチップの抗折強度

## 4. 加工品質の安定性評価

### 4.1. 評価手法

ここまで議論した TTV や抗折強度に代表されるグラインダの加工品質は、特定の条件下、かつ限られた枚数の試料から得られた結果である。実際の半導体工場で行われる薄化研削では、生産性を最大化するために複数の C/T

が稼働しており、連続加工によって品質が悪化することも予想される。そこで、加工点を最適化したグラインダを用いてウェーハの連続加工(25 枚)を実施した場合における TTV の推移を調査した。

## 4.2. 結果

グラインダに搭載された全ての C/T(C/T-A, B, C, D)において加工点を整えた後、25 枚のウェーハを 1 セットとして連続加工した場合における TTV の推移を評価した結果、25 枚全体を通して安定した TTV であることが示された(Figure 6)。これは、加工点を最適化したグラインダでは連続加工しても十分な精度を維持して薄化できることを示している。

## 5. 結論

一般的にシリコンの薄化研削において要求される高度な加工品質は、加工点の最適化によって達成できることが示された。ディスコでは本稿で示した加工品質の改善手段に加えて、計測機器の充実や装置機構のカスタムによって更に高度化された TTV を実現する技術開発を進めている。

グラインダのテストカット依頼については弊社営業担当まで気軽にお問い合わせください。

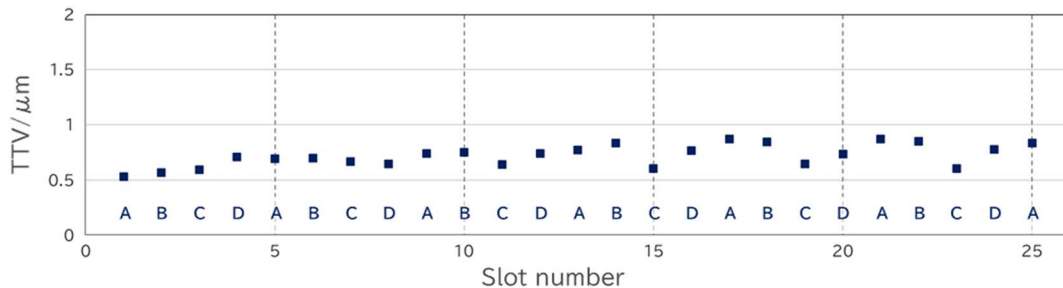


Figure 6 ウェーハを連続加工した場合における TTV の C/T 依存性、及び TTV 推移