

ワイヤーソー切削条件がシリコンウエハ Warp 量に及ぼす影響

金沢大学 市川武志 喜内文晃 保田洋志 福永守高 山田敏郎
 (株)京浜測器 古野一裕
 京都工芸繊維大学 横山敦士
 (株)日平トヤマ 大下 隆

1. 緒言

半導体製造コストを抑える方法が模索されている中で、シリコンインゴットスライス時において一度に多数枚のウエハを処理できるワイヤーソー装置が主流となってきている。またこのワイヤーソー装置は 300mm, 400mm といった大口径インゴットスライスにも適用できるが、スライスされたウエハの「そり」が問題となっている。このそり発生の原因究明とそりの低減は生産精度および生産性に大きな影響を及ぼす。報告者らは切削熱がこのそり発生の主原因であることを初めて指摘し、シリコンウエハのそり発生のメカニズムとその形状、Warp 量の予測を行った。引き続き切削の際ワイヤーとインゴットとの間で発生する熱に着目し、切削条件を変化させた場合の Warp 量への影響を報告する。

2. 切削実験

スライス実験は、日平トヤマ製マルチウエハメーカー MWM454B-HQ を用いて行った。インゴットには 200mm, 長さ 250mm でシリコンの擬似物質として用いられるソーダガラスを使用し、切削中の温度変化を測定するために下から 30, 100, 170mm の位置に熱電対を設置した。このインゴットの温度変化とスラリーの温度変化などから切削熱を算出した。

3. 解析および結果

3.1 解析手法

解析には汎用非有限要素法ソフト MARC2001 を用いた。切削を FEM 上で表現するために、ウエハとウエハの間にワイヤーと砥粒により切削される領域に相当する要素を作成した (Fig. 1)。そこに切削によって発生するであろう熱量を実験結果から算出し与えた。その際すでに切削し終えた要素の剛性と熱伝導率をゼロにすることにより他の要素への影響をなくし、切削された状態を表現した。

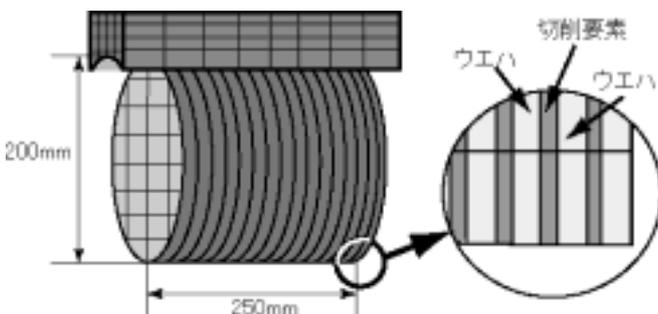


Fig. 1 Finite Element Model with Cut Element

切削熱入力の際、実験から算出した熱量をそのまま入力しても、2003年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集

測定不可能な要因の影響によりインゴットの温度変化は実験のそれと一致しない。そこで、常に一定割合 (%) の熱が系外に出ると仮定し、最終的に 70% の熱量を与えることによりインゴットの温度変化は実験値と解析値がほぼ一致した。そしてその熱量が実際に発生している切削熱であるとし、Warp 量の予測を行った。

3.2 200mm インゴット解析

報告者らは 3.1 項の手法により 200mm インゴット切削時に熱変形によって発生するウエハの Warp 量予測を行い、モーター動力やスラリー温度から切削熱の見積もりが可能であることをすでに報告した¹⁾。

3.3 インゴットスケールアップの影響

インゴット口径拡大の影響を調べるために 300mm モデルを新たに作成し解析を行った。解析では、切削スピードを変化させない直径比により切削時間を延長した。また、切削熱に関しては、口径が拡大しても単位体積あたりの破壊によって発生する熱は変化しないという考えから 200mm モデルで使用した熱量をもとに算出した。

3.4 解析結果

200mm と 300mm の各インゴット表面におけるウエハ形状を Fig. 2 に示す。

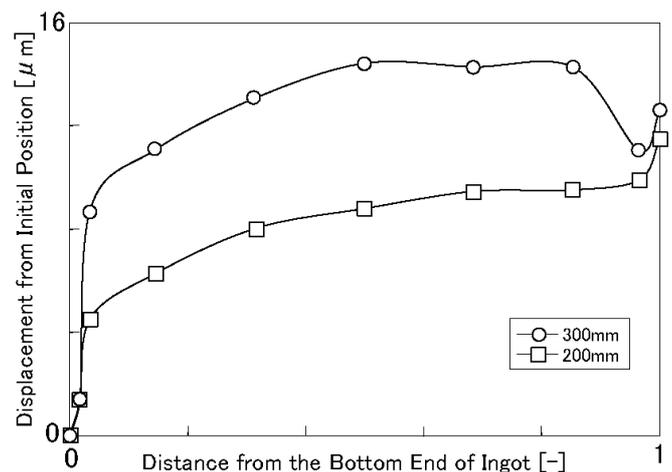


Fig. 2 Deformed Shapes at the End of Ingot

この結果から口径の拡大により、Warp 量は増大することが示された。切削速度は同じであるが、総発熱量が増大するためであると考えられる。特に切り始めと切り終わりの変形が顕著に表れていることからインゴット吊り下げ部の材質検討などにより Warp 量の低減が可能であると推測される。

4. 結言

ウエハに発生するそりの要因を切削による破壊熱と仮定した場合、インゴット口径の拡大は、切削中期における熱膨張の増加を引き起こし、それにより Warp 量は増大する。

参考文献

1) 山田敏郎ほか：“ワイヤーソーによるシリコンインゴット切削時におけるシリコンウエハの Warp 現象解析”精密工学会秋季大会講演論文集 (2002), p523