207 超微粒ダイヤモンドホイールによる超精密研削加工

Ultra-precision grinding with fine diamond grains wheel

○ 石津智広(アライドマテリアル) 福西利夫(アライドマテリアル) 岡西幸緒(アライドマテリアル)
田中宏(アライドダイヤモンド) 星加昌則(アライドマテリアル)

Tomohiro ISHIZU, Toshio FUKUNISHI, Yukio OKANISHI, Hiroshi TANAKA, Masanori HOSHIKA, A.L.M.T.Corp., 1816-174
Kuroishi, Koutaka, Takino-cho, Kato-gun, Hyogo

Electron element develops into high speed, high performance and high function, caused by the rapid development of the information technology. As that representative, the wafer becomes a big diameter, and moreover high precision, high quality and a low cost are demanded. It is difficult by the lapping of slurry to satisfy those requirements. A demand for the ultra-precision processing by grinding has been rising. We developed the fine diamond grains wheel of the new concept to process Ultra-precision grinding. Therefore, it is reported about the Ultra-precision grinding that high precision is realized.

Key words : Grinding Wheel, diamond, Silicon, Wafer

1. 緒言

近年, IT産業の発達に伴い, 電子デバイスの高速・高性能・高機能・小型化に対する要求が高まり, 電子デバイスの細線化および積層化が急速に進展している。現在, LS I回路に形成される線幅は, 基盤となるウェーハの高精度化とリソグラフィ技術の進歩により65nmまで到達している。ウェーハの高精度化には, 1)形状精度の向上, 2)表面粗さの向上, 3)ダメージ深さの低減を同時に達成することが必要であり, ウェーハの大口径化も進み, さらに加工技術の飛躍的な向上が求められている。また, ウェーハの大口径化に伴い, コスト削減と生産性向上の要求が高まっている。生産コストでは従来の遊離砥粒によるラッピング加工は固定砥粒による研削加工へ移ってきている。また, 加工ダメージやストレスリリーフに用いられるポリッシング工程では加工能率が課題となり, ポリッシング工程の負荷を削減するため, 高精度・高効率かつ低負荷研削加工システムの実現が求められている。そのような要求を同時に実現する工具として, 超微粒研削ホイールシリーズを開発した。そこで, 高精度加工・高効率加工を実現する高気孔率で砥粒保持力の優れた新ビトリファイドボンドを用いた超微粒#8000ホイールシリーズの研削加工事例について報告する。

2. 実験内容

φ200mmシリコンウェーハを加工物に用い, 超微粒#8000ホイールシリーズの各ボンドによる研削加工実験を行なった。表1に実験内容を示す。加工評価装置には砥石軸, 工作物両軸共に高精度エアスピンドルを搭載した立形ロータリー平面研削盤を用いた。ホイールには優れた砥粒保持力を有する新ビトリファイドボンドの超微粒ダイヤモンドホイールを用いた。ホ

ールサイズはφ250-4W, 粒度は#8000を用いた。ボンド別各仕様には結合度が柔らかいAから順にB, Cの3種類のボンドを製作し, ボンド特性が加工に与える影響を探索した。加工に用いたウェーハの表面状態はワイヤーソーによる1)アブスライスウェーハ, 2)エッチングウェーハ, 3)ポリッシングウェーハの3種類を前加工面とした。加工条件はホイール回転速度3000min⁻¹, ホイール周速度39m/sec, 工作物回転速度60min⁻¹とし, 送り速度は各ボンドで自生発刃が安定して起こり, かつ連続研削が可能な速度に設定した。

加工したウェーハは, 3次元表面解析装置(zygo社製)を用い非接触で表面粗さを測定した。

Table. 1 Grinding conditions

Wheel size		φ 250-4W		
Specification	Abrasive grain	SD	SD	SD
	Mesh size	8000	8000	8000
	Concentration	160	160	160
	Bond	Vit	Vit	Vit
	Bond (type)	V(A)	V(B)	V(C)
Wheel speed	min ⁻¹	3000	3000	3000
Wheel velocity	m/s	39	39	39
Table speed	min ⁻¹	60	60	60
Spark out	sec	30	30	30
Wafers before grinding		as-slice, Etching and Polishing wafers		
Coolant		Municipal water		

3. 結果

表2に各ボンドにおける自生発刃が安定して起こり、かつ連続加工が可能な送り速度とその時の表面粗さ、主軸負荷電流値を示す。各ウェーハ(アブスライス、エッチング、ポリッシュ)について砥石結合度を調整することによって高精度、高能率、低主軸負荷電流で連続研削加工できることを達成した。特に粗いアブスライスウェーハ面においてはSD8000V(C)で送り速度 $20\mu\text{m}/\text{min}$ の高能率な加工が達成できた。今回の加工テストでは、すべてのボンドにおいて $Ra3.0\text{nm}$ 以下、PV値 20nm 以下の優れた表面粗さを得ることができた。

図1にSD8000V(A)で加工したウェーハの三次元表面解析結果を示す。ウェーハの品位を決定する上で重要な要素となる研削痕深さPV値は 12nm 以下となった。#8000では微粒化により、作用砥粒数の増加のため、研削痕ピッチも数十 nm 以下と小さくなったと考えられる。

図2に表2の条件で各種前加工面ウェーハを研削加工した時の主軸負荷電流値とウェーハ加工量を示す。結合度の高いSD8000V(C)でも負荷電流 1.3A と低い負荷加工であった。SD8000V(A)によるポリッシングウェーハの加工では主軸負荷電流は 0.3A と低く、表面粗さ $Ra2.5\text{nm}$ 以下であった。

図3にSD8000V(B)で10枚のウェーハ連続加工を行った時の主軸負荷電流値の推移を示す。この時、加工物には前加工面としてエッチングウェーハを使用した。加工枚数が増加しても主軸負荷電流値の推移は安定し、連続加工が可能であることを確認できた。本結果より、各ウェーハについて超微粒新トボンドの結合度を調整することによって、連続研削加工ができ、かつ高精度な表面粗さを達成できることが可能であった。

また、低負荷加工、高能率加工を要求するシリコン以外の基盤(例えば化合物半導体等)に対しても、本ホイールは優れた特長を発揮すると考えられる。

4. 結言

新開発した砥粒保持力の優れたビトリファイドボンド超微粒ダイヤモンドホイールを用いて、 $\phi 200\text{mm}$ シリコンウェーハを加工し、次の結果が得られた。

- 1) 各種の前加工面の加工において、#8000のボンドホイールで、表面粗さ $Ra3.0\text{nm}$ 以下、PV値 20nm 以下を得ることができた。
- 2) 特に粗い前加工面であるアブスライスウェーハ面の加工において、SD8000V(C)では高能率(送り $20\mu\text{m}/\text{min}$)、低負荷電流(1.3A)の研削加工ができた。
- 3) 前加工面エッチングウェーハの加工において、SD8000V(B)では加工量が増加しても、主軸負荷電流値は 1A で安定に推移し、連続加工ができた。
- 4) 前加工面ポリッシングウェーハの加工において、SD8000V(A)の負荷電流が 0.3A と最も低く、表面粗さも $Ra2.3\text{nm}$ 、PV 12nm で、最も低負荷、高精度加工ができた。

参考文献

- 1) 田中宏 他5名、高精度加工用ビトリファイドボンドホイールの開発、砥粒加工学会学術講演会公演論文集、2002、P137
- 2) 岡西幸雄 微粒ダイヤモンドホイールによる研削加工、砥粒加工学会誌、vol. 48、No. 7、2004、7、P. 11
- 3) 星加正則 他5名、超微粒ビトリファイドボンドホイールを用いた加工事例、砥粒加工学会学術講演会、2004、P137

Table.2 Comparison of infeed rate, surface roughness and motor load electric current at various vitrified-bonded

Specification	Abrasive grain	SD	SD	SD
	Mesh size	8000	8000	8000
	Bond (type)	V(A)	V(B)	V(C)
Infeed rate(1st)	($\mu\text{m}/\text{min}$)	5	10	20
(finish)	($\mu\text{m}/\text{min}$)	2	5	10
Wafers before grinding		Polishing	Etching	as-slice
Surface roughness	Ra(nm)	2.3	2.8	3.0
	PV(nm)	12	16	20
The motor load electric current	(A)	0.3	1.0	1.3

Fig.1 Surface roughness of Si wafer after grinding(SD8000V(A))

Fig.2 The motor load electric current of various vitrified-bonded

Fig.3 The motor load electric current at the SD8000V(B)