

悩み解決の
ヒント
あり

06



〔著者〕古野 大樹
工業機材事業本部 技術本部 商品開発部
先端材料グループ

高寿命・低コスト

低ダメージ加工

材料が硬く
加工出来ない!

高平坦度

高効率

材料が硬く、加工時間がかかり
工具寿命が短く
コストがかかる!!!



材料が硬脆く
加工すると
割れてしまう!!

高精度・高能率加工

こんな悩みにはこの製品



硬脆い材料を速く
高精度に加工するには!!

サファイア研削用
メタルホイールMSG



サファイアなど高硬度・高脆性材料の加工効率を上げる固定砥粒工具として、
高能率で高精度・高寿命な加工が可能となり、
ウェーハへの加工ダメージとチッピング率を低減するという市場要求を上回る性能を達成しました。

生産性と精度向上を 両立させる固定砥粒加工

サファイアウェーハメーカー、デバイスメーカーからは、サファイアウェーハの低コスト、高品位化のご要求があります。コストダウンのためφ6インチやφ4インチのバッチ処理による加工枚数を増やし半導体チップを製造していますが、チップ化の歩留まり向上には、従来に対し

て加工精度(平坦度、表面粗さ、反り量など)を向上させる必要があります。一方、パワー半導体メーカーからは、SiCウェーハを使用したデバイス開発において、従来のSiウェーハ並みの高精度化・高品位化が求められ、量産対応、低コスト化のために大口径化ウェーハ(φ6インチ)の利用が一部始まっています。産業界においても電気自動車の開発実用化、家電製品や産業機器の省エネ技術開発が進められています。特に電気自動車の普及拡大に対

図1 遊離砥粒加工と固定砥粒加工のイメージ

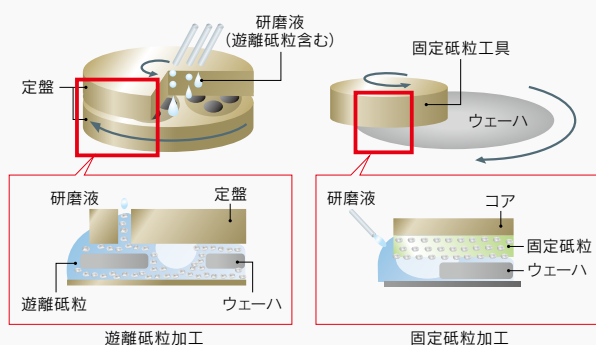


表1 遊離砥粒加工と固定砥粒加工

	長所	短所
遊離砥粒加工 (ラッピング研磨)	<ul style="list-style-type: none"> ・バッチ処理で生産性が高い ・良好な加工面品位 (表面粗さ・低ダメージ) が得られる 	<ul style="list-style-type: none"> ・作業環境が汚れる ・自動化困難 ・定盤精度維持に熟練が必要 ・加工速度が遅い
固定砥粒加工 (研削加工)	<ul style="list-style-type: none"> ・自動化容易 ・加工速度が速い ・ウェーハ1枚から加工可能 ・作業環境がきれい ・ロット内厚みバラツキが小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ウェーハ口径により、工具仕様、加工条件出しが必要

しては二次電池とモーターがポイントとなっており、大電力を扱うことから、より電力損失が少ないSiCを基板とした次世代型パワー半導体の開発が進められています。

現在、サファイア、SiC等の高硬度材料に対するウェーハの平坦化・薄型化は主にラッピング研磨といった遊離砥粒加工を用いていますが、固定砥粒加工に置き換わることで様々なメリットが期待できます。遊離砥粒加工と固定砥粒加工のイメージを図1に、それぞれの長所短所を表1に示します。

材料特性からの工具設計

新しい材料を加工するには、まずその特性を知ることが重要です。サファイアはシリコンと比較して硬度が2倍で熱が逃げにくい材料です。SiCもシリコンと比較して、3倍の硬度があり、切れ刃であるダイヤモンドが摩耗しやすく、切れ味の低下を招きやすい材料です。

ダイヤモンド砥粒を結合保持させるボンド(結合剤)の種類には、①ガラスなどを原料とした「ビトリファイドボンド」、②銅、錫などの金属を原料とする「メタルボンド」、③フェノール樹脂、エポキシ樹脂を原料とした「レジンボンド」があります。

サファイアの研削加工を例にとり、工具のボンド種類による長所短所を表2に示します。

工具には切れ味、摩耗だけでなく、脆性材料のウェーハを薄型化するため、割れやチッピングも大きな課題とな

り、高能率、かつ低摩耗で低ダメージという相反する要求があります。

表2 工具のボンド(結合剤)種類による長所と短所

ボンド種類	長所	短所
ビトリファイドボンド	<ul style="list-style-type: none"> ・多くの砥粒で自生させながら加工するため加工持続性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・工具摩耗が多い ・加工時間が長い
メタルボンド	<ul style="list-style-type: none"> ・高強度で砥粒保持力が強く高寿命 ・熱影響に強く、劣化しない 	<ul style="list-style-type: none"> ・摩滅した砥粒が脱落しにくく切れ味低下を招く ・ボンドが後退しにくいいため、砥粒突き出しが確保しにくい
レジンボンド	<ul style="list-style-type: none"> ・弾性変形で加工するため、加工後の表面粗さが細かい(高脆性材料に対しては加工持続性が悪い) 	<ul style="list-style-type: none"> ・砥粒がボンドに沈み込み、ボンドと接触して加工が持続しない

サファイア研削用メタルボンドホイールのあるべき姿

あるべき姿としては、「メタルボンドの高強度、砥粒保持力を維持しながら、ビトリファイドボンドのように砥粒の目替わり作用があり、切れ味持続性に優れる」高性能のメタルホイールです。前述の目標を達成するために、砥粒の目替わり作用が効果的に発生するボンド後退性の良い専用のメタルボンドを開発しました。このボンドにより安定した切れ味が得られたことと、ダイヤモンド砥粒の設計を見直すことで、従来にない高能率で高精度・高寿命な加工が可能となりました。また、従来より切れ味が向上したことで、ウェーハへの加工ダメージが低

表3 試験ホイール

寸法	外径φ300mm
評価スペック	SD 325 V (従来ビトリファイドホイール) SD 325 MSG (開発メタルホイールMSG)

減でき、チッピング率も減少するという市場要求を上回る性能を達成しました。現在では更なる特殊ホイール構造により、砥粒目替わり性を制御し、摩耗量削減にも成功しています。

この製品をメタルホイールMSG (Metal Surface Grinding) と名付け、表3の開発メタルホイールMSGと従来ビトリファイドホイールとの各種性能を①～②の内容で比較しました。

①高速送り条件での研削性能比較

研削性能の比較評価を行うために、表4の試験条件で研削試験を行いました。切れ味の指標となる電流値の結果を図2に、ホイール摩耗量の指標となる加工除去率の結果を図3に示します。一般的には電流値が低いと切れ味が優れる傾向を意味します。

図2より、開発メタルホイールMSGは従来ビトリファイ

表4 試験条件

研削方式	縦軸平面研削(インフィード)
ワーク	c面サファイアウエーハ φ4インチ×5枚
ホイール回転数	1,100rpm
テーブル回転数	100rpm
切込み速度	100μm/min
取り代	520μm(最終厚み135μm)
研削液	市水

図2 電流値

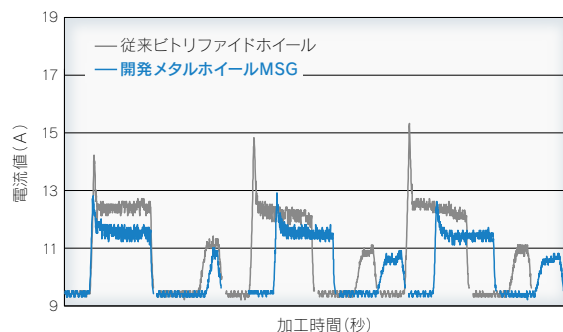
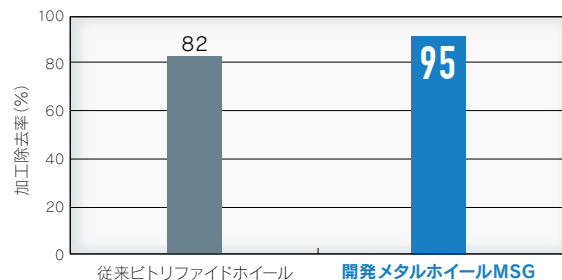


図3 加工除去率



ドホイールよりも低い電流値で加工が可能であり、切れ味が良いことが分かります。

図3より、開発メタルホイールMSGは従来ビトリファイドホイールよりも切込み量分を除去できるウエーハの量が多いことから、高効率、かつ少ないホイール摩耗量で加工が可能なが分かります。

②ステップポリッシュによる加工ダメージ比較

簡易的に加工ダメージを評価するため、研削試験後のウエーハ面を一定時間研磨することで加工ダメージの深さを知るステップポリッシュ法(表5)を実施しました。研削試験後、ステップポリッシュ後のウエーハ面状態を図4に示します。

表5 研削ダメージの評価条件(ステップポリッシュ法)

研磨方式	遊離砥粒定圧方式
ワーク	c面サファイアウエーハ φ4インチ×5枚
研磨液	6μm多結晶ダイヤモンドスラリー
取り代	10μm
研磨時間	30分

図4 ステップポリッシュ後のウエーハ面比較

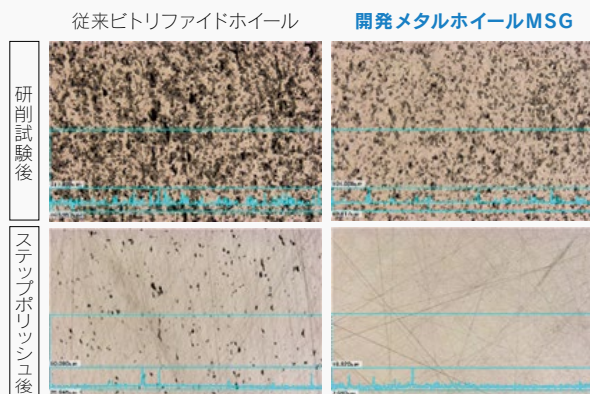


図4より、研削試験後のウェーハ面において開発メタルホイールMSGは従来ビトリファイドホイールよりも研削の条痕が細かくなっているのがわかります。ステップポリリッシュ後のウェーハ面を比較すると、従来ビトリファイドホイールは研削条痕が一部残っているのに対し、開発メタルホイールMSGは研削条痕が全て取り切れていることから、低ダメージ加工が可能です。

以上の評価より、開発メタルホイールMSGは高硬度・高脆性材料に対する市場要求に応え、優位性を有する製品であると言えます。

製品の高付加価値を 推進する技術への挑戦

今回は、新たなサファイア研削用メタルホイールについて紹介しました。開発したメタルホイールMSGを用いることで、従来技術では達成が困難であった高能率条件での、「切れ味」、「高寿命」、「低ダメージ」を同時に実現します。

今後はSiCやその他材料に対しても、今回の基礎要素技術に基づいて開発を行い、更なる面品位の向上、加工ダメージの低減の要求に応える新しい技術を創生することがノリタケの使命です。ノリタケはこれからもお客様からの声に応えるために新しいダイヤモンドホイールの開発に取り組んでいきます。

【適用範囲と期待効果】

金属材料		非金属材料		その他
鉄系材料	非鉄系材料 (Alなど)	無機材料 (ガラス・セラミックス)	有機材料 (ゴム・プラスチック)	先端材料
		●		●
サイクルタイム短縮	工具寿命向上	加工品質向上	作業性改善	環境配慮
●	●	●	●	●

Q 例えばφ4インチウェーハの加工実績として平坦度はどのくらいですか？

A 加工機にもよりますが、5μm以下の実績があります。

Q 例えばφ4インチウェーハの加工実績として表面粗さはどの程度ですか？

A #325でRa0.5μm程度です。粒度により調整も可能です。

Q サファイアウェーハでφ6インチは加工できますか？

A 可能です。送り速度3μm/sec以上での実績があります。

Q & A