

◇ 特集 砥粒加工学会技術賞のその後 ◇

化合物半導体(SiC)ウェハの高効率、高品位切断加工プロセス
および専用工具の開発のその後

Progress in compound semiconductor cutting after publication of the awarded paper

北市 充*, 浅井義之*, 福西利夫*

Mitsuru KITAICHI, Yoshiyuki ASAI and Toshio FUKUNISHI

Key words : scribe, break, cutting method, single crystal wafer, SiC, compound semiconductor, brittle materials

1. 開発経緯

弊社は1935年創業、ガラス切断用工具の製造販売を開始した。1977年には世界初となるLCD(Liquid Crystal Display)基板用分断装置の販売を開始して以来、ガラス基板の切断には弊社のスクライビングホイールや装置が広く採用されてきた。ガラスの厚みや種類、切断する形状などによって切断条件やスクライビングホイールの品種を変える必要があり、新たな基板の登場に合わせて切断方法を開発してきた。これまでスクライビングホイールのラインナップを増やし、技術力を向上させ、顧客の厳しい要求を実現してきた。スクライビングホイールの一例を図1に示す¹⁾。

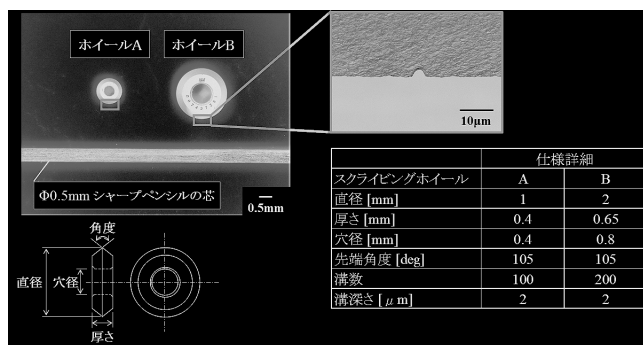


図1 スクライビングホイールの一例

一方、ガラスの切断以外に新たなビジネスの軸を作ることができないか、社会に貢献できる分野が他にないかを模索するなかで、半導体分野では、機能性向上のため、基板材料がSiからSiCへの大きな変化が起きつつあった。Siに比べて高硬度材料であるSiCに変われば、ダイシング工程において従来技術のブレードダイシングでは、切断加工が大きな課題となることが予想され、ダイシング工程での大きな改善が必要であることは明らかであった。

その課題解決に弊社で培ったガラス切断技術が応用できないかと考えたのが開発の発端である。

2. 開発の壁

当時のガラス基板用分断装置とスクライビングホイールを使用してSiCウェハの切断を試したところ、容易ではないことがすぐに判明した。従来のスクライビングホイールでは摩耗が激しく、とても実用に耐えられない状態だったのだ。SiCに対するスクライビングホイールの耐摩耗が足りないことはすぐに判明した。当時、ガラス切断用として弊社の所持している材料では対応できないことがわかった。そこでスクライビングホイールの材料選定を開始し、高硬度の材料候補を見出したが、当時の加工技術ではスクライビングホイール形状にすることが極めて困難であった。

材料選定の次はスクライビングホイールにするための加工技術の開発に着手した。当時の技術では従来材料の100倍近い加工時間がかかったうえ、歩留まりも悪い状況だった。加工時間はかかったが試作してみるとSiCウェハ切断時の耐摩耗性に見込みがあった。ここからは時間をかけて切断テスト用のスクライビングホイールを試作しながら加工技術の開発を進めることとなった。

また試作品でSiCウェハ切断テストを進めるなかで、当時の測定機や観察機器では必要とする微小領域の摩耗状態や高精度切断に必要なスクライビングホイールの加工精度が評価しきれないことも判明し、測定機や観察機器の導入だけでなく、独自の測定技術や観察技術の向上にも努めた。

加工技術、観察技術、測定技術、分析技術を日々向上させることでようやくSiCウェハ切断用の新しいスクライビングホイールの製作にめどが立った。結果として寸法、形状は従前のスクライビングホイールに近いが、加工方法は全く違うものとなった。

3. 切断テスト

スクライビングホイールを歩留まりよく安定して製作できるようになり顧客からのSiCウェハ切断テストに使用されるようになった。テストの際に出てくる課題を継続的に解決、改善しながら切断装置の開発も進めた。ウェハの切断はガラスの切断とは違った機構が必要だったからである。

また、図2のような切断装置にスクライビングホイールを取り付ける際に必要となる専用工具ホルダーも新たに開発した²⁾。

スクライビングホイール、専用工具ホルダー、切断装置、全て

* 三星ダイヤモンド工業株式会社: 〒566-0034 大阪府摂津市香露園32-12

〈学会受付日:2023年10月 5日〉

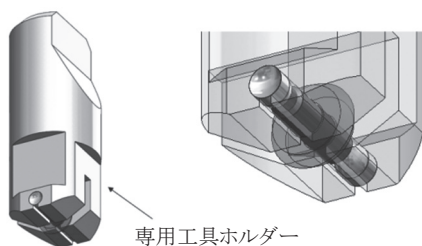


図2 専用工具ホルダーの外観図と拡大図

を一新することで SiC ウェハの切断が可能となった。SiC ウェハの切断結果を図 3 に示す。ガラス切断装置とは異なる、新たに開発した半導体ウェハ精密切断装置³⁾を図 4 に示す。

また、SiC ウェハを切断可能なだけでなく、最適化されたスクライビングホイール、専用工具ホルダー、切断装置を組み合わせることで顧客の要求する高精度な切断を達成することができた。

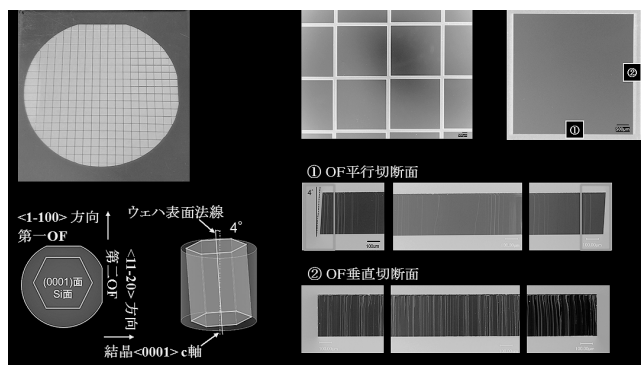
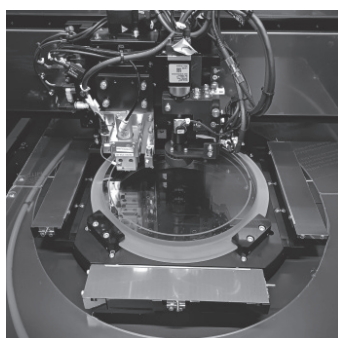


図3 4 インチ SiC ウェハ切断結果



(a) 装置外観



(b) 切断時外観

図4 半導体ウェハ精密切断装置

4. 新たな課題

ガラスのようなアモルファス材料の切断に関しては豊富な知見があるが、一方で SiC のような結晶材料の切断についてはまだ把握しきれていない点がある。切断品質把握のために分析技術を向上させてきたが、顧客から勉強させていただくことも多々ある。半導体分野における社会実装にはさらなる技術の向上が必須である。また切断のメカニズムのシミュレーション解析も進めており、顧客それぞれのウェハに最適な切断方法の選定やスクライビングホイールのラインナップ拡充に反映させていくことを考えている。

また、スクライビングホイールの生産のために導入した加工機や検査機は多く、加工時間の短縮など生産ラインには改善しなければならない課題が残されている。日々改善に取り組みながら量産体制の構築に務めていきたい。

5. 今後の展開

SiC 以外の化合物半導体への展開として、GaN, GaAs など高周波デバイス用材料への応用も視野に入れている。前述した材料以外にも、引き続きスクライブ&ブレイクの適合する分野の模索と、開発で培った加工技術、分析技術を活かせる場の探索を続けていきたい。自社だけで解決できない課題などについては、大学や企業と積極的に協業していくことも検討している。

6. 最後に

砥粒加工学会技術賞をいただいたことで、顧客との打ち合わせや商談時に技術をアピールしやすくなり、また、信用を得ることにつながっている。顧客の声として、「しっかり研究されて賞を取られたということは技術的にも信用度が高くなるうえ、社内の装置導入の説得材料に使用できる」、「このような発表をされているということであれば、技術確立されていることが伺える」、といった評価を得ている。

開発に携わった者にとっては技術を評価いただけたことでモチベーションが向上し、さらなる開発に励むことができていると感じる。顧客と直に接する営業担当者や技術者にとってはより一層自信をもって装置やツールをご紹介できるようになった。

砥粒加工学会技術賞の審査関係者の方々、今回受賞後の動向について改めて投稿の機会を与えてくださった方々、また最後まで目を通してくださった方々にお礼申し上げる。

7. 参考文献

- 1) 浅井義之, 北市充: スクライビングホイールを用いた薄板ガラスの切断加工, 2021 年度砥粒加工学会学術講演会論文集, (2021), 108.
- 2) 北市充, 浅井義之, 福西利夫, : 化合物半導体(SiC)ウェハの高効率, 高品位切断加工プロセスおよび専用工具の開発, 砥粒加工学会誌, 66, 2(2022), 58.
- 3) 三星ダイヤモンド工業(株), 半導体ウェハ精密切断装置 DIALOGIC[®]: <https://www.mitsuboshidiamond.com/product/equipment/dialogic/>