高速 SiC レーザスライシングの加工品質評価

Wafer quality evaluation of high-speed SiC laser slicing

株式会社ディスコ　°西野 曜子，平田 和也，高橋 邦充

Disco Corporation, ○Yoko Nishino, Kazuya Hirata, Kunimitsu Takahashi

1.　緒言

SiC は近年シリコンに替わるパワーデバイス向け材料として注目されているが、ウェーハの低コスト化が市場普及の課題として挙げられている。SiC の高コスト要因は、高品質結晶育成の困難さとともに、高硬度で切削加工に非常に多くの時間を要する点にある。また、インゴットスライシング時の切削損失量（切削ロス）が多いため、ウェーハ取り枚数が少なくなることも一因となっている。そこで、加工時間の短縮とウェーハ取り枚数の増加を実現することで SiC デバイスの低コスト化に寄与し、市場への普及の一助となることを目的として研究を進めている。

2.　実験方法および評価方法

我々が提案する本プロセス（KABRA プロセス）では、SiC インゴットの上面からレーザを集光照射し、インゴット内部の求める深さに扁平な熱分解層と熱分解層から伸展する非常に大きな劈開によるクラックを形成する（KABRA 層:Key Amorphous-Black Repetitive Absorption）。インゴットに対しレーザービームを走査することでクラックをライン状に形成し、適当なライン間隔で加工することで、ライン間のクラックが結合しウェーハ全面にスライシング面が形成される。スライシング面は劈開面となっているため、容易にウェーハ化することが可能である。

ここでは、スライシング能力を表す切削ロスと加工時間について、既存のスライシング技術である遊離砥粒ダイヤモンドワイヤソーとの比較を行った。

また、スライシング後のウェーハ表面を研削し、品質評価を行った。研削にはグラインダー（DAG810）を使用し、#2000 で一次研削した後、#7000 で仕上げ研削した。ホイールのフィードスピードは 0.15μm/s、スピンドル回転数は 3500rpm である。4inch ウェーハを厚さ 350μm に仕上げ、ウェーハ平坦度:TTV および、反り:WARP をフィゾー式斜入射干渉計（Flat Master、Corning Tropel 社製）により計測した。

3.　実験結果および考察

ワイヤソーは同時に複数枚のウェーハをスライシングすることができるが、4inch インゴットの切断に要する時間は約 70 時間かかるため、ウェーハ一枚当たりの加工時間は 3~4 時間程度と非常に長い。一方、KABRA プロセスではレーザ加工の後に剥離工程、グラインディング工程を経る必要があるが、全工程含めても加工時間はウェーハ一枚あたり約 30 分と大幅にプロセス時間を短縮することができる。

切削ロスは、カーフロスと研削ロスに分けて考える。ワイヤプロセスではワイヤ径相当以上のカーフロスが生じることは不可避であり、φ200μm ワイヤでは 220μm 程度のカーフロスが発生する。更に、ウェーハ表面のうねりを取り除くためにウェーハ両側を約 50μm 研削する必要があり、結果 320μm 程度の材料を損失する。これに対し、本プロセスではカーフロスは原理的にゼロであり、スライシング後に残存している劈開による凹凸は 100μm 程度研削することで完全に除去することができる。従って、厚さ t20mm のインゴットから 350μm 厚みのウェーハを切り出すことを想定した場合、本プロセスではワイヤプロセスの約 1.5 倍のウェーハ製造が期待できる。

KABRA プロセスとワイヤプロセスの加工時間と研削ロスについてまとめたものを Table.1.に示す。

次に、ウェーハ表面研削後の TTV および WARP 測定結果について述べる。Fig.1 に 490μm 仕上げウェーハの TTV と WARP の計測結果を示す。TTV は 3.2μm、WARP は 3.8μm と少なく、プロダクトウェーハとほぼ同等の数値であった。ウェーハ仕上げ厚みを 250～500μm の間で変化させて同様の測定を実施した場合にも、全ての厚みにおいて TTV ; 3~5μm 程度に抑制できることを確認している。

以上のことより、従来必要不可欠であったラップ研削工程は不要となり、イニシャルコスト、ランニングコストともに大きく低減することが可能となる。

4.　結言

新しい加工原理に基づく SiC インゴットのレーザスライシングプロセスを開発した。本プロセスはワイヤプロセスに比べ 1.5 倍のウェーハをインゴットから製造することが可能で、プロセス速度も著しく高速である。加工されたウェーハ品質は、TTV が 3~5μm と非常に少ないことからラップ研削が不要となる製造プロセスの構築が可能である。

	Abrasive slurry saw	KABRA process
Kerf loss (μm)	220	0
Lapping or Grinding loss (μm)	50	100
Processing time (h)	70	0.13
Processing time (h/piece)	3~4※1	0.5※2
Number of wafer from t20mm ingot	31.7	45.2

※1 Assumed number of wire is 20
※2 Separation:5min, Grinding:15min

Table. 1. Comparison of process speed and ingot loss for wire and laser slicing process.

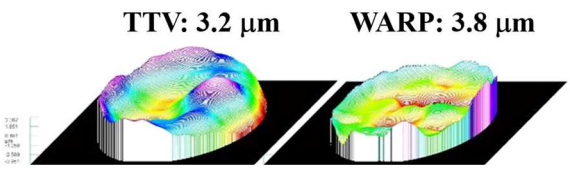

Fig. 1. 3D profiles results of TTV and WARP for laser sliced SiC wafer after surface grinding

© 2016年 応用物理学会