

SiC 向けダイシング技術

営業技術部

Dicing technologies for SiC
Sales Engineering Department

要旨

パワーデバイスの新材料として期待される SiC は、硬度が高いことから通常のブレードダイシングでは加工が困難な材料である。そこで、SiC ウェーハ向けに超音波ダイシングやステルスダイシングが提案されている。本レビューではそれぞれのダイシング技術の特徴を紹介し、品質および生産性を比較する。

Abstract

SiC, which is expected to be the new material for power devices, is a difficult material to process with regular blade dicing due to its hardness. Ultrasonic dicing and stealth dicing are being suggested for processing SiC wafers. In this review, we introduce each feature of these dicing technologies and compare the quality and productivity.

1 はじめに

パワーデバイスは家電、自動車、鉄道、発電機など様々な機器に使用されており、今後も市場は拡大していくと見込まれている。従来のパワーデバイス材料として Si が用いられているが、近年は SiC が注目を集めており、一部で製品化も進んでいる。

SiC をパワーデバイスに用いることで、高耐圧化、高速動作による電力損失の低減、高い熱放射性による冷却システムの小型化など様々なメリットがある。しかし、材料自体の硬度が高く、高品質かつ高速な加工が難しいことが課題の一つとして挙げられる。

図 1 に通常のブレードダイシングで Si と SiC を加工した結果を示す。Si では問題なく加工できているのに対して、SiC ではチップングが発生していることがわかる。加工速度を下げることでチップングやクラックの抑制は可能だが、生産性を保ちながら高品質に加工することが求められている。

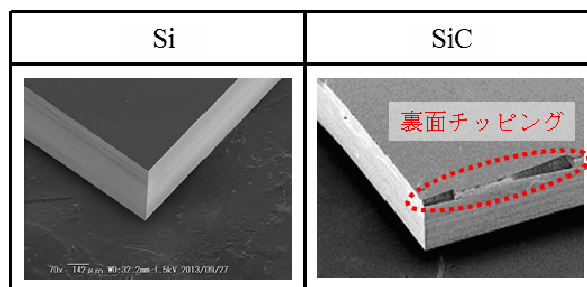
Chip Thickness 360 μ m

Fig. 1 Si と SiC のブレードダイシング例

更に、材料自体の加工の難しさに加え、パワーデバイスは一般的に縦型に電流を流す構造をしており、電極としてウェーハ裏面に金属膜が存在する。延性材料である金属はダイシング時にバリが発生しやすいため、バリ発生を抑制できるダイシング技術が必要である。

2 SiC 向けダイシング技術

SiC パワーデバイス向けダイシングにおける課題を解決するためには、超音波ダイシングやステルスダイシングの適用が有効である。

2.1 超音波ダイシング

超音波ダイシングは、ブレードの半径方向に超音波振動を加えることで、加工負荷を低減させる技術である（図2）。

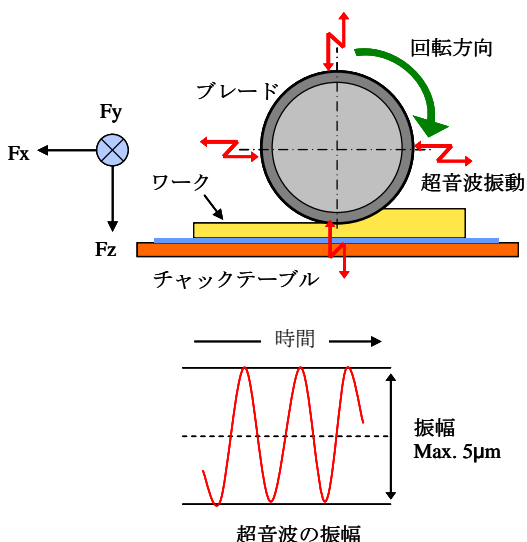


Fig.2 超音波ダイシング

図3は超音波振動を加えた場合と加えない場合の加工負荷を測定した結果である。超音波振動を加えたことにより加工負荷が大幅に低減していることがわかる。これは、加工点への水回りが改善し、ブレードの目つぶれや目詰まりが抑制されるためである。

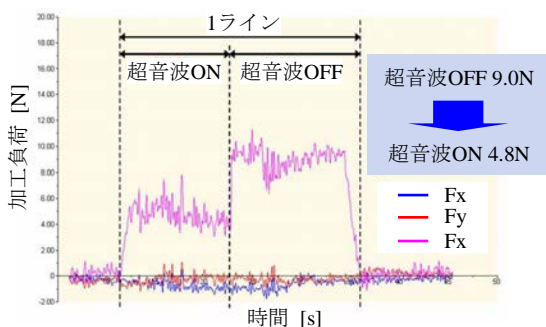


Fig.3 ダイシング時の加工負荷

超音波ダイシングにおいて、加工負荷が低減することで、ブレードの砥粒を小径に変更

でき、加工品質が改善する。更に、加工速度の向上が可能となる。

図4に通常のブレードダイシングおよび超音波ダイシングでの加工例を示す。通常のブレードダイシングでも加工速度が低い領域では加工が可能である。しかし、加工速度を上げると、チップングやクラックの発生につながる。それに対して、超音波ダイシングを適用することで 10 mm/s の加工速度でもチップングやクラックの発生が抑制できており、生産性を保ちながら高品質な加工が可能となる。

	通常	超音波
加工速度 2mm/s		
加工速度 10mm/s		

Chip Thickness $360\mu\text{m}$

Fig.4 超音波ダイシング加工例

2.2 ステルスダイシング

ステルスダイシングは、ワークの内部にレーザを集光させて改質層を形成し^[1]、その後ブレーキングによりチップ分割を行う技術である（図5）。

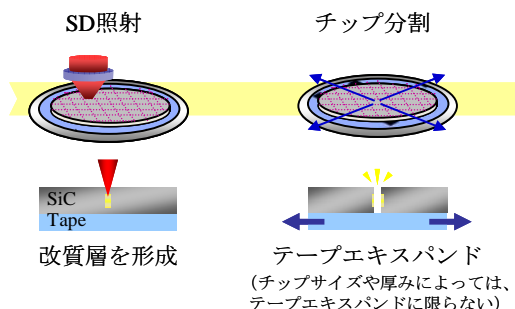
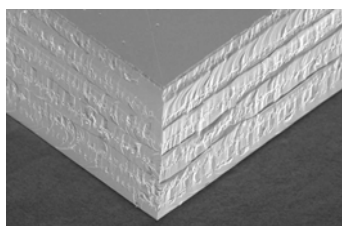


Fig.5 ステルスダイシング

ステルスダイシングの特徴は、超音波ダイシングよりも高速に加工ができる点である。チップ厚みによりチップ分割に必要なレーザのパス数は異なるが、1パス当たり 350 mm/s のパス数は異なるが、1パス当たり 350 mm/s 以上の高速なレーザ送りを実現する。生産量が多い場合に有効なダイシング技術となる。

図6は 350 μm のチップ厚におけるステルスダイシングの加工例である。改質層を起点にチップ分割を行うため、チップ側面に改質層が残る。しかし、生産性に関しては、レーザのパス数 (350 μm 厚 : 6 パス) を考慮しても超音波ダイシングと比較して 5 倍以上の加工速度を実現する。



Chip Thickness 350μm
SD 350mm/s 4pass + 500mm/s 2pass

Fig. 6 ステルスダイシング加工例

3 各ダイシング技術の比較

超音波ダイシングおよびステルスダイシングの品質や生産性について比較する。パワーデバイスは一般的に縦型の構造であり、チップ厚が耐圧や電力損失を決定している。広い範囲のチップ厚みの中で、今回は代表例として 110 μm と 350 μm のチップ厚での比較を行った。また、金属膜によるダイシングの影響を確認するために 5 μm の Ni/Ti メタル層をウェーハ裏面に成膜した。なお、ステルスダイシングはチップ厚によって分割に必要なレーザのパス数が異なる。今回は、110 μm 厚では 3 パス、350 μm 厚では 6 パスを照射した。

3.1 外観検査

ダイシング後に外観検査を行った結果を図7に示す。超音波ダイシングの場合、チップ側面の粗さが小さく加工ができています。それに対して、ステルスダイシングでは、改質層を形成してチップ分割する特性上、チップ側面の粗さが大きくなりやすい傾向がある。両ダイシングとも裏面金属膜の影響はなく、バリなどは発生していない。

	超音波 10mm/s	ステルス 350mm/s 4pass +500mm/s 2pass
上面	 Back Side Non-linearity +/-2.3μm	 Non-linearity +/-3.4μm
側面	 Roughness 2.6μm	 Roughness 8.6μm

(a) 110 μm 厚

	超音波 10mm/s	ステルス 350mm/s 4pass +500mm/s 2pass
上面	 Back Side Non-linearity +/-2.4μm	 Non-linearity +/-1.8μm
側面	 Roughness 3.4μm	 Roughness 3.9μm

(b) 350 μm 厚

Fig. 7 外観検査比較

3.2 抗折強度

次に、チップの抗折強度を比較した結果を図8に示す。超音波ダイシングのほうが抗折

強度は高いが、ステルスダイシングとの差は平均で 10%程度にとどまる。ステルスダイシングでは、チップ側面に改質層が残るため、抗折強度の大幅な低下が懸念されていたが、大きな影響はないことがわかる。

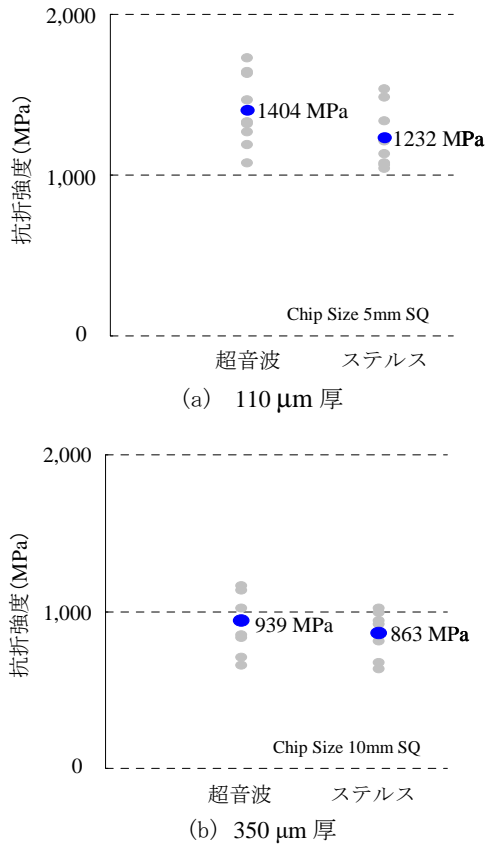


Fig.8 抗折強度比較

3.2 生産性

各ダイシングの UPH(Units Per Hour)の比較を図 9 に示す。チップ厚に加え、チップサイズでの UPH の比較も行った。チップ厚およびチップサイズに依らず、ステルスダイシングのほうが高い生産性が得られる。特に、1 ライン当たりのレーザのパス数が少ないチップ厚が薄い領域、またウェーハ 1 枚当たりのライン数が多いチップサイズが小さい領域でステルスダイシングのメリットが大きい。

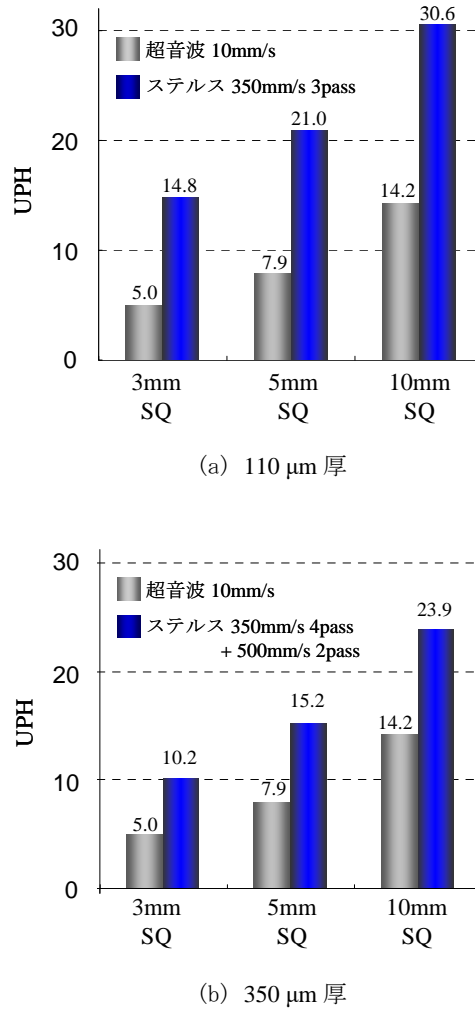


Fig.9 UPH 比較

4 まとめ

本レビューでは、SiC 向けのダイシング技術として提案されている超音波ダイシングとステルスダイシングの特徴を紹介し、その比較を行った。チップ厚に依らず、品質を重視する場合は超音波ダイシング、生産性を重視する場合はステルスダイシングが有効である。

参考文献

[1] DISCO Technical Review TR16-04