

ウルトラショートパルスレーザー加工による抗折強度

営業技術部

Die Strength After Ultrashort Pulse Laser Processing

Sales Engineering Department

要旨

近年、半導体デバイスの微細化に伴い、層間絶縁膜(Low-k 膜)の採用率が向上している。一般的に Low-k 膜は機械的強度が低いため、レーザーで膜を除去したのち、ブレードダイシングでフルカットするプロセスが主流となっている。課題としてレーザーの熱ダメージにより、ブレードダイシングのみのプロセスと比べ、抗折強度が低下するという点が挙げられる。そこでウルトラショートパルスレーザーを用いることで熱ダメージを抑制し、抗折強度の改善効果を検証した。

本報告では、ウルトラショートパルスレーザーでシリコンウェーハに溝加工を行なった後、ブレードダイシングで分割したチップが、ブレードダイシング単体よりも高い抗折強度となった結果を示す。

1. はじめに

半導体デバイスは高速化・省エネ化を目的に、微細化・高集積化が進んでいる。微細化のため配線間の距離を縮小すると、配線容量が増大し信号遅延の原因となる。これを回避するため、層間絶縁膜(Low-k 膜)が採用されるようになった。Low-k 膜は機械的強度が低く、ブレードダイシングを用いると膜剥がれ(デラミネーション)が発生する。そのため Fig. 1 に示す、レーザーで膜を除去したのちブレードダイシングでフルカットするプロセスが主流となっている。

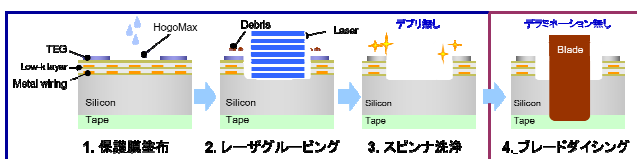


Fig. 1 レーザ+ブレードダイシング
プロセス

このプロセスでは、あらかじめウェーハ表面に水溶性樹脂を塗布し、Low-k 膜をレーザーグルーピングで除去した後、スピナ洗浄することでデブリ付着を防止できる。Low-k 膜が除去された状態でブレード

ダイシングを行なうため、高品質な分割が可能となる。

高集積化を目的にチップ薄化の要求も増えている。薄化に伴いチップ強度が下がり、製品の信頼性低下に繋がるため、抗折強度の向上が重要となる。レーザーを採用する場合、その熱影響によって強度が低下する課題もあり、これらを解決するため極瞬間的にレーザーを照射し、チップへの熱ダメージを抑制できるウルトラショートパルス(USP)レーザー加工が提案されている。

本報告では、従来レーザーと USP レーザでそれぞれシリコンに溝加工を行なった後、ブレードダイシングで分割したウェーハの抗折強度を比較する。

2. 実験方法

従来レーザー+ブレードダイシングと USP レーザ+ブレードダイシング、それぞれのプロセスを用いて、ウェーハをチップ分割し、三点曲げ抗折強度測定を行う。なおレーザー加工の影響をより正確に測定するため、本検証では Low-k 膜が付いていないベア Si ウェーハを使用する。

三点曲げ抗折強度測定は材料試験の一種である。

Fig. 2 のようにチップ両端を固定しない単純支持の状態、上面側から垂直荷重をかけ、チップが破壊されるまでの最大荷重を測定する。チップ上面側には圧縮応力が、下面側には引っ張り応力が生じる。この試験では下面側の引っ張り応力による破壊強度を観測する。チップが破壊されるまでの最大荷重は式(1)のように単位面積あたりの曲げ応力値として計算できる。

$$\sigma_{fb} = \frac{3WL}{2bh^2} \quad (1)$$

なお、チップの抗折強度測定について、SEMI 規格ではカンチレバー曲げ試験も標準化されている。本検証では、より一般的な三点曲げ抗折強度測定を採用している。

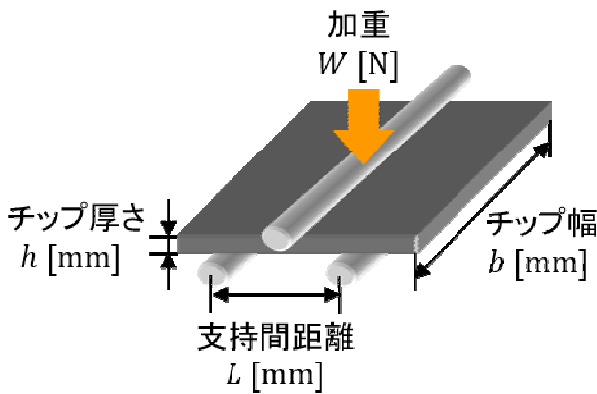


Fig. 2 三点曲げ抗折強度測定

3. 測定結果・考察

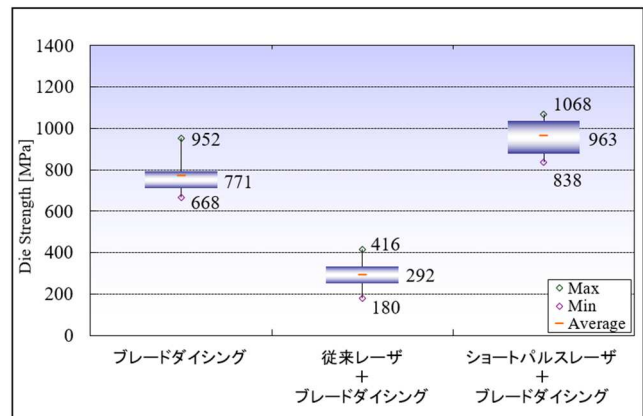
従来レーザー+ブレードダイシングと USP レーザ+ブレードダイシング、それぞれのプロセス加工結果を Table. 1 に示す。従来レーザー+ブレードダイシングと USP レーザ+ブレードダイシングの結果を比較すると、USP レーザを用いた方が加工底部の溶融が少ないことから、熱による影響が少ないことが見て取れる。

Table. 1 加工結果

	従来レーザー + ブレードダイシング	ショートパルスレーザー + ブレードダイシング
速度 [mm/s]	350	800
表面 写真		

次に抗折強度の比較を Table. 2 に示す。従来レーザー+ブレードダイシングでは、ブレードダイシング単体より抗折強度が低い結果に留まっていたが、USP レーザ+ブレードダイシングではブレードダイシング単体より抗折強度が高い結果が得られた。理由として、従来レーザーによる熱ダメージやブレードダイシング単体による物理的ダメージに比べ、USP レーザによる熱ダメージが小さいことが考えられる

Table. 2 抗折強度の比較



4. まとめ

USP レーザ+ブレードダイシングを用いることで、従来レーザ+ブレードダイシングやブレードダイシング単体と比較し、チップ抗折強度が向上することを示した。今後、USP レーザ加工は Low-k 膜除去以外のプロセスや、Si 以外にも SiC, GaN といった別素材へ広く適用されることが期待できる。

USP レーザを用いたテストカット依頼については弊社までご連絡ください。

参考資料

[1]半導体プロセス対応の高純度水溶性保護膜 (TR21-02)

[2]シリコンウェーハの薄化、個片化プロセスと抗折強度(TR16-03)