

ステルスダイシングエンジンのラインナップ

営業技術部

Stealth laser dicing engine lineup

Sales Engineering Department

要旨

ステルスダイシング（以下 SD）技術はここ数年、もっとも極薄化が進んでいるフラッシュメモリを中心に、高速無線通信用 RFIC、MEMS などの Si 材料用に急速に市場を拡大している。SD 技術は Si 材料だけでなく、サファイアやガラス、SiC、GaAs、GaN などにも適用可能である。SD はその原理上、レーザー光を材料内部の任意の位置に集光する必要があるため、被加工物に対し透過率の高い波長を持った SD エンジンを使わなければならない。本稿ではその詳細と弊社の揃えている SD エンジンを紹介する。尚、弊社は浜松ホトニクス社の SD 技術に関する特許ポートフォリオの包括ライセンスを受けている公式アライアンスパートナーである。

Abstract

Stealth dicing (SD) technology, centered around flash memory (for which ultra-thinning has been progressing the most) has been rapidly expanding the market for Si materials, such as RFIC for high-speed wireless communication, MEMS, etc. SD technology can be used not only for Si materials, but also for sapphire, glass, SiC, GaAs, and GaN. In principle, SD technology requires the laser beam to be guided into the inner material and focused on a random position, which means that a laser engine with a long wavelength and a high transmission rate for each material must be used. In this review, we discuss this topic in detail and present DISCO's SD engines. DISCO is the official alliance partner of Hamamatsu Photonics, and we have been given a comprehensive license for the SD technology patent portfolio of Hamamatsu Photonics. We have also been given the patent license for all the SD engines presented in this review.

1 ステルスダイシングの原理

ステルスダイシング（以下 SD）技術の基本的な原理を図 1 に示す^[1]。SD は、被加工物に対して光学的に透明な波長のレーザー光を用いて、内部の任意の位置に集光、集光点付近で、対象材料の加工閾値を超えるエネルギー密度となるよう調整された光学系で、その内部に局所的に改質層 (SD 層) を形成する技術である。レーザー光を材料の内部に集光し内部から加工を始めるので、集光点に到達する前に材料内部での光の吸収が進むと十分な SD

層を形成できなくなる。

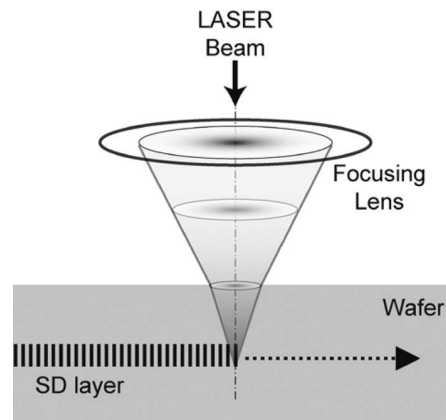


Fig. 1 レーザ内部吸収による改質層の形成

弊社は材料ごとに適した SD エンジン(以下 SDE)をラインナップしている。その詳細と各々の SDE での加工結果について次に紹介する。

2 SDE のラインナップ

各材料には固有の透過波長領域がある。図2に各材料別の透過波長の領域を示す。

単結晶 Si では、1000nm 付近より急速に透過が始まるが、他の材料では Si より短波長側でも透過していることが分かる。

実際の Si 半導体デバイスではイオン注入法や熱拡散法などで不純物をドーピングして使うことが多く、不純物が多い(抵抗が低い)ほど光は透過しにくく、透過領域は長波長側へシフトする。

各材料の透過領域と材料が持つバンドギャップエネルギーには強い相関がある。材料別のバンドギャップエネルギーを表1に示す。

材料	バンドギャップエネルギーE(eV)	波長λ (nm)*1
Si	1.11	1,117
GaAs	1.43	867
4H-SiC	3.26	380
LiNbO3	3.70	335
LiTaO3	4.60	270

Table 1 材料別バンドギャップエネルギー
*1)E(eV) = 1240 / λ (nm)

バンドギャップが小さい材料ほど、光の透過領域は長波長側となる。そのため各材料に応じて適切な波長の SDE を選択する必要がある。

単結晶 Si (厚み 780μm) の場合においては、Si 内部で吸収の殆ど起こらない波長帯(1,150nm 以上)を使用することによって、より少ないエネルギーで高速加工を実現することができる。この理由より弊社は独自の長波長の SDE(図4の SDE03/SDE06)も揃えている。

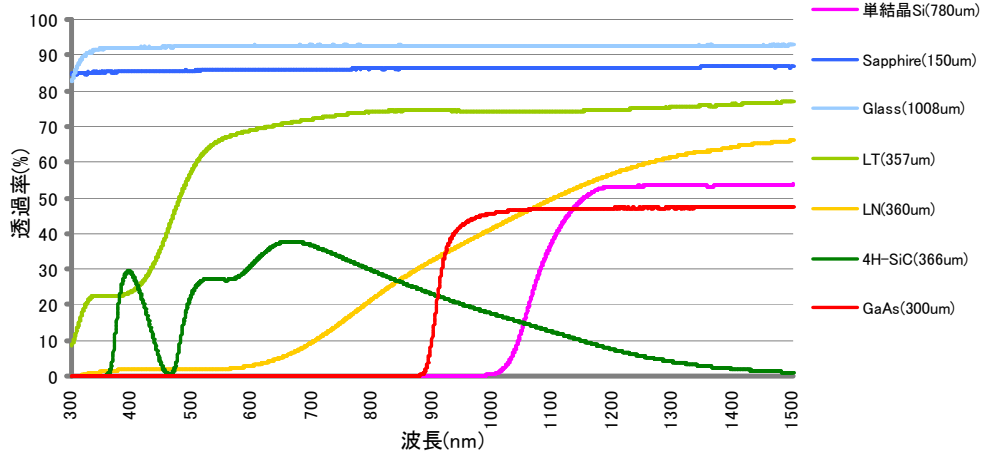


Fig. 2 各材料別の光透過スペクトル

測定器：分光光度計
メーカー：日本分光株式会社
型番：V-670

全て両面鏡面仕上げの材料を使用。
透過率には材料の表裏面での光反射による損失を含む。
左の測定器を使い弊社独自に測定。

弊社のラインナップしている SD エンジン
(以下 SDE) を表 2 に示す。

材料	SDE	波長
Si	SDE01/SDE05 SDE03/SDE06	近赤外線
Sapphire	SDE31/SDE33 /SDE34	近赤外線
LiTaO3 LiNbO3 GaN	SDE33	可視光線
Glass	SDE12	可視光線
SiC	SDE41	可視光線
GaAs InP	SDE21	近赤外線

Table 2 SDE のラインナップ

材料	主要デバイス用途
GaAs ガリウム砒素	高速通信用素子 HBT・HBMT 赤色・赤外光発光ダイオード 半導体レーザ
SiC 炭化ケイ素	パワー半導体素子 ショットキーバリアダイオード MOSFET (電界効果トランジスタ) IGBT (絶縁ゲートバイポーラト ランジスタ) 青色発光ダイオード
LiTaO3 タンタル酸リチウム LiNbO3 ニオブ酸リチウム	SAW デバイス
Glass ガラス	光学用フィルター 高周波デバイス用基板 医療用
GaN 窒化ガリウム	高周波デバイス パワー半導体 青色発光ダイオード
InP インジウム燐	超高速半導体素子 HEMT・HBT 半導体レーザ

Table 3 材料別の主要デバイス用途

3 加工事例紹介

本章では、既に広く知られている Si や Sapphire 以外の材料での加工事例を紹介する。ここで取り上げる材料は、電子デバイスや光デバイスなどの最先端材料として脚光を浴びている。その材料別の主要デバイス用途を表 3 に示す。

これらの材料は、ブレードダイシングではチップングを抑制するために低速で加工せざるを得ない難削材である。しかし、SD 加工に置き換えることで、高速でかつ高品質の加工が期待できる。

表 2 の SDE にて加工した各材料の写真と加工条件を図 3 に示す。

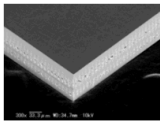
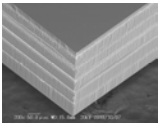
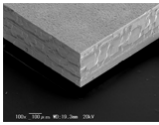
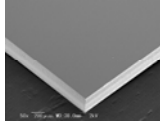
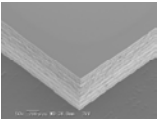
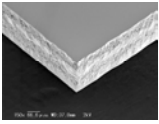
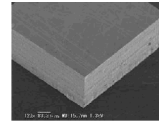
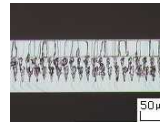
GaAs	SiC	LiTaO3	LiNbO3
 t100um 240mm/s × 2pass	 t250um 350mm/s × 5pass	 t300um 360mm/s × 3pass	 t300um 360mm/s × 2pass
石英ガラス	ホウ珪酸ガラス	GaN	InP
 t700um 600mm/s × 8pass	 t200um 700mm/s × 3pass	 t250um 270mm/s × 6pass	 t100um 240mm/s × 2pass

Fig. 3 各材料別の顕微鏡写真と加工条件

4 ステルスダイシングの知的財産

SD 技術は浜松ホトニクスが基本原理や加工プロセスなどに関する特許を多数保有している。その特許一覧については同社の公式 WEB サイトから確認できる。

(<http://www.hamamatsu.com/jp/>)

浜松ホトニクスの特許ライセンスを受けていない装置を利用した半導体、LED 製造メーカーは、その装置で製造した製品と同じく SD 特許を侵害する可能性が高い。

弊社は同社より SD 技術に関する包括ライセンスを受け、デバイス製造メーカーに装置を供給している。こうすることで、弊社のユーザーは特許に抵触することなく、デバイスを製造・販売できる (図 4)。

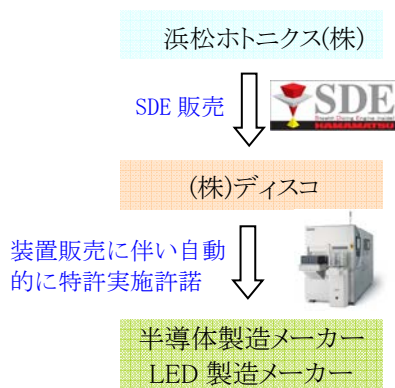


Fig. 4 SD 技術の特許ライセンス

5 まとめ

SD 技術は、Si デバイスの更なる薄化を実現するために、そしてブレードダイシングでは加工し難い材料を高速かつ高品質に加工するための画期的な方法である。そしてダイシング加工中に洗浄工程を必要としない完全ドライプロセスであるため、純水や切削廃水の処理を必要としない、環境にも優しい技術でもある。

この技術は主にフラッシュメモリを始め、無線通信用 RFIC、MEMS などの Si 材料分野と LED 用のサファイア材料分野に適用され、急速に市場を拡大してきた。そして両分野においては、さらなる生産性の向上や低コスト化を求められる局面に入っており、我々はそのための開発を加速させている。

Si 以外の材料分野への技術開発にも力を入れており、既存技術に対し生産性や品質向上を確たるものとし、今後も市場への普及を加速させる。既にガラスや LiTaO₃/LiNbO₃ などの材料用に販売実績を上げており、様々な材料にアプリケーション範囲を増やしていくと考えられる。

参考文献

[1] 化学強化ガラスへの内部吸収型レーザダイシング技術の応用 (NEW GLASS VOL. 27 NO. 106 2012)