

## 半導体プロセス対応の高純度水溶性保護膜

営業技術部

### Highly purified water-soluble protective film for semiconductor processes

Sales Engineering Department

#### 要旨

レーザアブレーションは機械的負荷に弱い構造や脆性材料を、生産性と品質を保ちながら加工できるプロセスである。微細化し高集積化した半導体チップは、レーザ照射で配線層を除去した後、ブレードダイシングで基台のシリコンを切断して個片化する。しかし、レーザアブレーションは加工時にデブリが発生して被加工物の表面に付着し、容易に除去することができない。ディスコではこの課題を解決するため、レーザ加工用水溶性保護膜「HogoMax」を開発した。本稿では、HogoMax の特性について述べ、レーザアブレーション加工における必要性を示した。

#### Abstract

A dicing process by a laser ablation is a precision cutting process with high productivity for difficult-to-machine materials and hard brittle materials. Recently, the laser cutting process is required due to improvement of an integration degree regarding a miniaturization of semiconductor die size and an increasing demand for compound semiconductors. However, the laser ablation process causes debris, thus there are several problems for a semiconductor manufacturing. In order to prevent debris adhesion on a wafer surface, DISCO have developed a water-soluble protective film for the laser processing “HogoMax”. In this review, the characteristics and the necessity of the HogoMax for the laser ablation process was demonstrated.

### 1 背景

半導体デバイスは集積度を上げて高性能化を図るために微細化が進んできた。デバイスの微細化で配線間の距離が近くなったことで、配線容量が大きくなり信号遅延が懸念されるようになった。配線容量を下げるため、層間絶縁膜に Low-k 材料が使用されるが、機械的強度が低く、一般的なブレードダイシングでは、膜剥がれが発生する課題がある。また近年需要が増えている赤色 LED(Light Emitting Diode) や高周波デバイスの基板に用いられるガリウム砒素 (GaAs) などの化合物半導体は、ブレードダイシングで品質良く切断するには

送り速度が遅くなり、高い生産性を得ることが困難であった。

これらの材料に対して、品質と生産性を両立させた切断加工を行うため、レーザアブレーションによるダイシングが用いられている。

例えば、Low-k 材料が使われる半導体デバイスでは、レーザアブレーションで表面の配線層を除去した後、基台のシリコンをブレードダイシングで切断する。また、化合物半導体を基台とするデバイスはレーザアブレーションのみで個片化する場合もある。

レーザアブレーション加工は微少なエリアに対して、極めて短い時間にレーザエネルギー

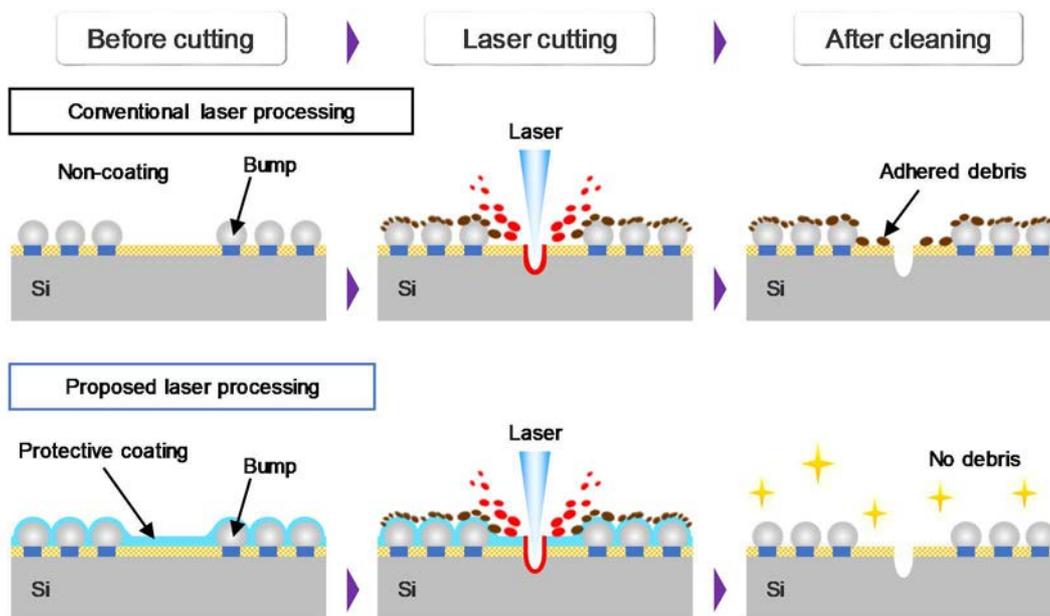


Fig. 1 レーザグルーピングプロセスの模式図：（上部）保護膜のない従来のレーザグルーピングプロセス，（下部）水溶性保護膜を利用したレーザグルーピングプロセス

ーを集中させ、被加工物を昇華・蒸発させる加工方法である。しかし、レーザアブレーション加工で飛散した溶融物(デブリ)がワーク表面の電極に付着した場合、純水洗浄のみでは除去できず、ワイヤーボンディングやバンブ接合で電気特性不良の要因となる。(Fig. 1)

この課題を解決するため、ディスコではレーザ加工用水溶性保護膜「HogoMax」を開発した。

## 2 HogoMax の用途

レーザアブレーション加工前にワーク表面にスピンコートすることで、デブリが直接接触することなく保護膜上に堆積する。HogoMax は水溶性であるため、純水での洗浄時に堆積したデブリも同時に除去される。その結果、ワーク表面にデブリが付着することなく、レーザアブレーション加工を行うことが可能となる。(Fig. 2)

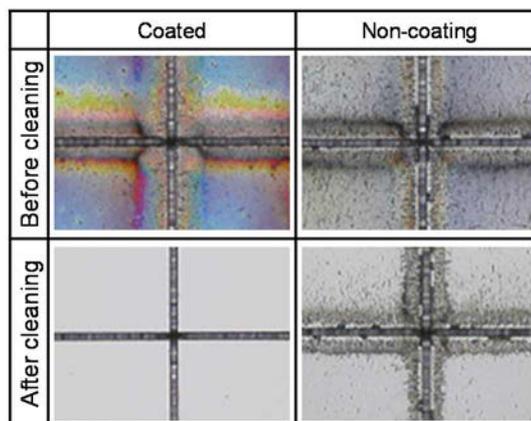


Fig. 2 HogoMax の有無による GaAs ミラーウェーハのアブレーション加工比較

### 3 HogoMax の物性

表 1 に HogoMax の主な物性を示す。特長として、金属不純物濃度が 50ppb 以下となっており、半導体デバイスに与える影響は極めて小さく、レーザアブレーションのような局所的に熱が掛かる加工でも安心して使用出来るよう配慮されている。

Table 1 HogoMax の主な物性値

Material properties	HogoMax103
Viscosity (cP)	235
pH	3.3
Surface tension (mN/m)	50.2
Specific gravity	1.012
Absorbance (Undiluted @420nm)	0.019
Metal impurity concentration Na, K, Fe, Cu @ ppb	<50

### 4 HogoMax の塗布性能

シリコンのミラーウェーハを使い、スピコート回転数による塗布膜厚さの変化を測定した。(Fig. 3) 回転数によって保護膜の厚さを 0.82~1.58  $\mu\text{m}$  に制御できることがわかる。塗布膜厚のバラツキ最大値は、1000rpm 時に 0.04 $\mu\text{m}$  であり、十分に小さく、均一性に優れている。

また、ボールバンプの様な凹凸形状に膜を塗布する場合、通常は凹凸形状の近傍で表面張力による偏りが生じ、塗布厚みに薄い部分が生じる。(Fig. 4)

HogoMax は表面張力を抑制するよう材料を構成しており、ストリート近傍やボールバンプ密集地などでも均一な膜厚の形成を実現している。

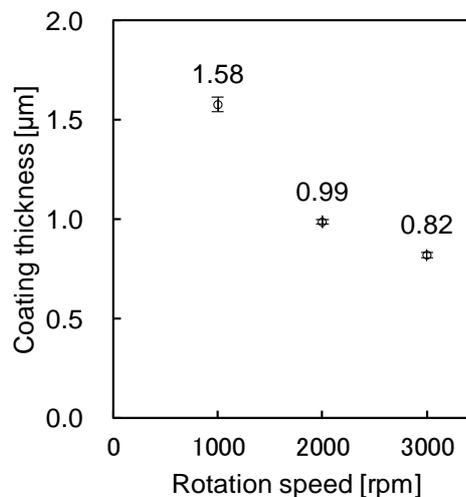


Fig. 3 回転数による膜厚評価

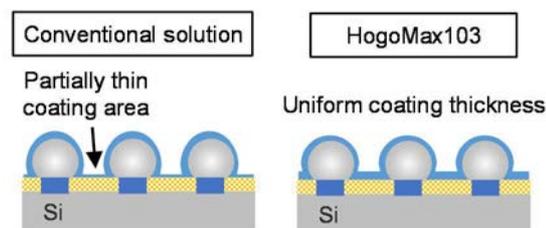


Fig.4 保護膜による塗布膜厚の違いイメージ

また、市販の保護膜によっては滴下時にワーク表面のパターンに影響され、スピコートで一部未塗布エリアが生じることがある。(Fig. 5) HogoMax ではウェーハへの濡れ性を最適化したことにより、ワーク表面の形状や材料が異なる領域でも液が留まることなく、スピコートでワーク表面全域に塗布することが可能である。

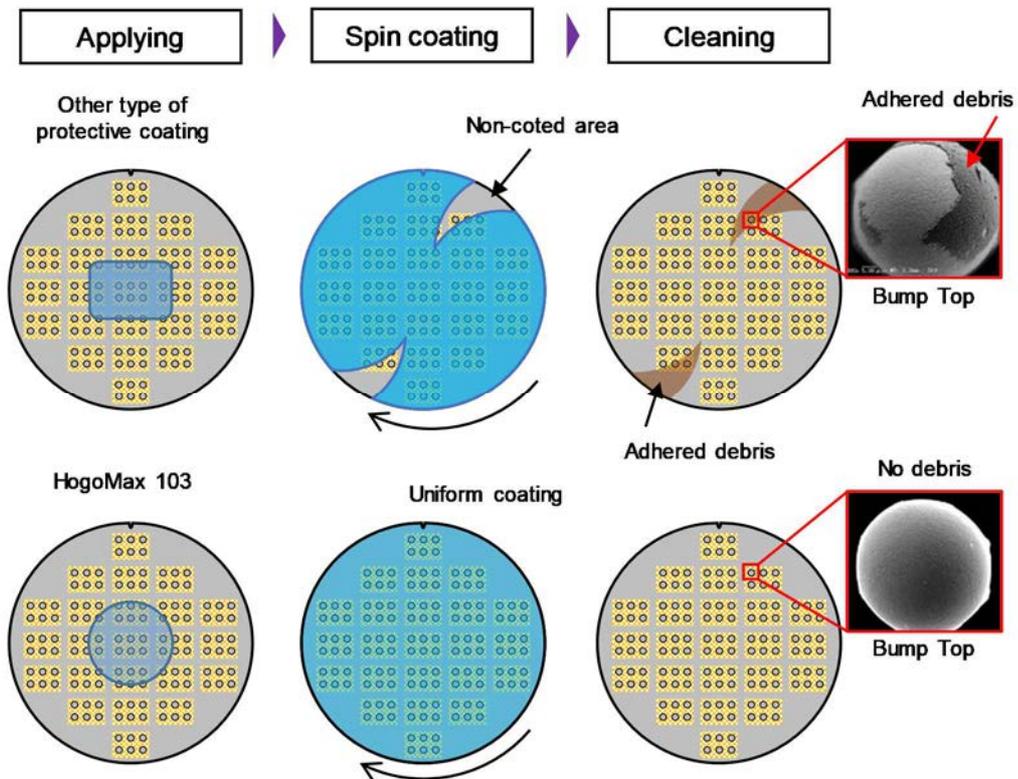


Fig.5 保護膜の違いによるバンプウェーハへの塗布イメージ：（上部）他社製の保護膜を使用した際のデブリ付着の様子，（下部）HogoMaxを使用した際のデブリ付着の様子

### 5 HogoMax の加工性

高分子材料を使った保護膜はレーザーアブレーションの際に架橋反応で構成材料が固着する場合があります、これは洗浄工程を経ても除去することが困難である。(Fig. 6)

HogoMaxはレーザー加工用途を目的としているため、架橋反応を抑制するよう材料を最適化しており、レーザーアブレーション加工後であっても熱による固着が見られなかった。

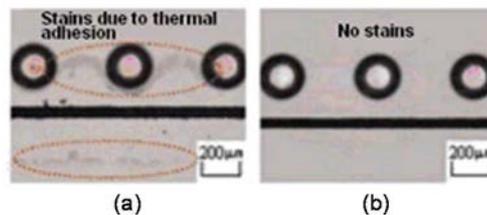


Fig. 6 アブレーション加工による保護膜の熱固着比較: (a) 未対策品, (b)HogoMax

### 6 HogoMax の洗浄残渣

HogoMax の洗浄残渣を測定するため、塗布後および純水洗浄後のワーク表面を FT-IR で測定した。塗布した状態のサンプルでは HogoMax の存在を示すスペクトルがはっきりと見て取れる。そして、純水で 30 秒間洗浄後は塗布前と同様の測定結果となった。(Fig. 7)

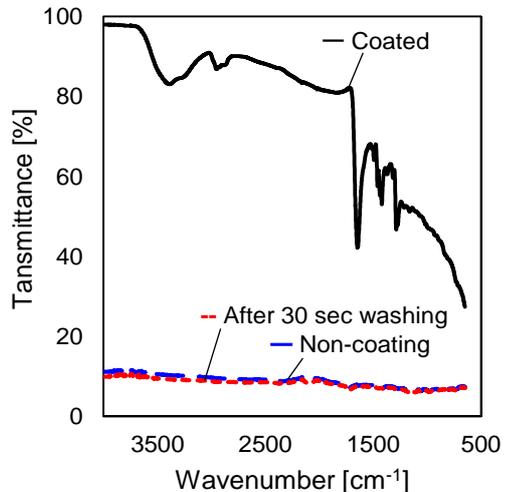


Fig. 7 保護膜塗布後および純水スピンナー洗浄後のウェーハ表面の FT-IR スペクトラム

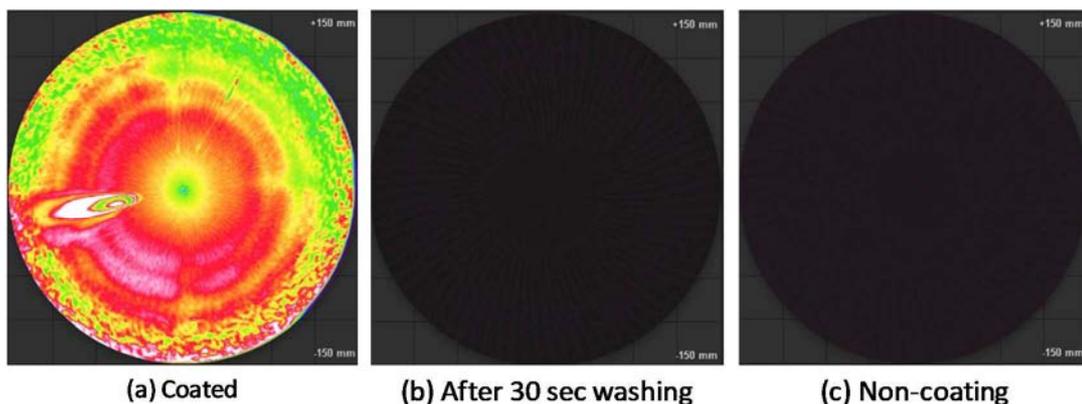


Fig. 8 保護膜塗布後および純水スピナー洗浄後のウェーハ表面の塗布膜厚さの比較

さらに HogoMax の塗布状態を可視化して比較した結果を Fig. 8 に示す。ワーク表面に塗り残しなく塗布されていた HogoMax が 30 秒間の純水洗浄で除去されていることがわかる。これらの結果から、HogoMax は純水洗浄のみで十分に除去可能であることがわかる。

## 7 まとめ

HogoMax を用いることでレーザーアブレーション加工によって生じるデブリ付着を防止することが可能であることを示した。レーザーアブレーション加工と HogoMax を組み合わせることにより、ブレードダイシングすることが困難であった Low-k 膜のような機械的強度が弱い構造や化合物半導体に対して、高い生産性と高品質を両立した加工を実現することができる。

## 参考文献

- [1] M. Kumagai, N. Uchiyama, E. Ohmura, R. Sugiura, K. Atsumi and K. Fukumitsu, "Advanced dicing technology for semiconductor wafer -Stealth Dicing," 2006 IEEE International Symposium on Semiconductor Manufacturing, 2006, pp. 215-218, doi: 10.1109/ISSM.2006.4493065.