

## 切削水添加剤 StayClean による

### パーティクル付着防止と電極パッドの防錆効果

ダイヤモンド開発部

#### StayClean reducing particle contamination and anti-corrosion on probe pads

Diamond R&D Department, Engineering R&D Division

#### 要旨

ダイシングプロセスは、ブレードと切削水を用いて基板などを切断してチップを個片化させる工程であるが、チップ上に大量の切削屑が晒されてパーティクル汚染を引き起こしたり、切削水に因ってチップ上の電極パッドに腐食が発生したりすることが課題の1つとなっている。

ディスコではこれらを防止するために切削水へ微量添加して使用する StayClean (切削水添加剤) を用意している。本稿では StayClean がどのように機能するのか、紹介する。

#### Abstract

The dicing process is a process in which workpieces, etc. are singulated into die using a blade and cutting water. Challenges within the dicing process are particle contamination caused by exposure to a large number of cutting particles and corrosion of electrode pads on the die caused by the cutting water.

To prevent these issues, DISCO has created StayClean, which is used by adding small amounts to the cutting water. In this paper, StayClean effectiveness is examined.

#### 1. はじめに

ダイシングプロセスは、一般的にブレードと呼ばれる刃を使って半導体シリコン基板やパッケージ基板などを切断し、1機能単位のチップサイズに個片化する工程であるが、機械加工のため、加工屑やブレード消耗などに起因するパーティクルがプロセス中に発生する。

一般的には、加工点を常に流水することで、これらのパーティクルを系外へ排出させているが、ダイシングプロセスの前工程までは高いクリーン度を維持してきた基板であっても、ダイシングプロセスではこれらのパーティクルに晒されることになり、特にダイシング後にもパーティクルの付着防止が求められるイメージセンサーでは、このパーティクルの汚染を如何に防ぐかが課題の1つとなっている。

ダイシング加工中にウェーハ上に付着したパーティクルの例を図1に示す。パーティクルの発生源は、加工物を構成している物質以外にブレードの破砕物やダイシングテープなどが観察される。

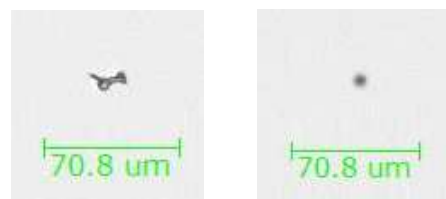


図1. ダイシングに発生したパーティクルの例

また、ダイシング中の防錆対策も重要である。加工物が半導体チップや電子デバイスである場合、これらを実装したり、電気特性をテストしたりする際に使用されるチップ面上の電極パッドがこの切削水に

晒されることになるため、切削水に含まれる溶存酸素や電解物質などにより電極パッドに腐食が発生することが課題となってきた（図2）。

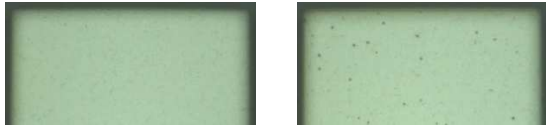


図2. 電極パッド(左)とダイシング中に発生した腐食例(右)

更に、ダイシングに使用されるブレードは、アルミニウムの基台にニッケルなどの金属が刃のボンド材として使われるハブブレードタイプが多く使われ、前述の電極パッドの場合と同様に、ダイシング中やダイサーのアイドリング中などに、ハブブレードの刃先や基台に腐食や溶出が発生し、ブレードの蛇行や消耗を促進させることが知られている。

こうしたダイシング中のパーティクル付着や腐食の発生を防ぐために、ディスコでは切削水に微量添加して使用する切削液 StayClean を販売している。ここでは、パーティクル付着防止と防錆の性能を備えた最新の製品である StayClean301 を例に、その機能と効果を紹介する。

## 2. StayClean 添加によるパーティクル付着防止効果

ダイシングによるパーティクル汚染の度合いを評価するため、ポリイミド膜付きシリコンウェーハを用意した。ポリイミド材は、イメージセンサーを含む半導体素子の表面保護や、パッケージ材料に対する bumps 面の表面保護膜としてチップの最表面に一般的に使用されており、ダイシング加工中に加工物の最表面で晒される材料の1つとなっている。

ポリイミド材は比較的親水性が低い材料であり、ダイシング中は切削水中にあってポリイミド膜から発生する同材料の切削屑や、ウェーハ基板から発生する疎水性のシリコン材の切削屑を引きつけ易く、例えば酸化膜ウェーハなどの親水性を示す表面に比べて切削屑を付着させやすい特性が見られる。

標準のダイシング条件（表1）にて、切削水（純水）を用いて加工したときの、ポリイミド膜付きシリコンウェーハと酸化膜付きシリコンウェーハの表面検査結果を図3に示す。ポリイミド膜付きウェーハでは面全体にパーティクル残渣が検出され、酸化膜付きウェーハに対し、より一層のパーティクル付着防止対策が必要なことは明白である。

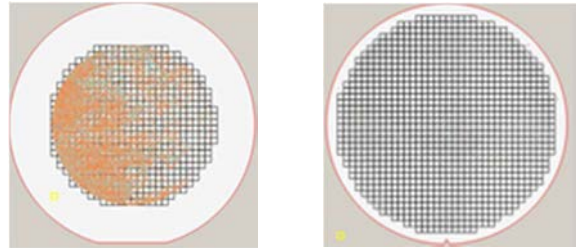


図3. ダイシング後のパーティクル残渣マッピング  
(左：ポリイミド膜6インチ/右：酸化膜8インチ)

次に、同じポリイミド膜付きウェーハを用いて、StayClean301 を添加させた切削水を用いてダイシング加工を行った。供給する切削水に対する StayClean の添加量は僅か 0.03% である。同様に表面のパーティクル残渣量を測定した結果を図4に示す。

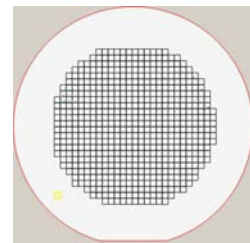


図4. StayClean301 を添加(0.03%)したときの残渣マッピング  
(ポリイミド膜付き 6インチ基板)

微量の StayClean の添加で絶大なパーティクル付着防止効果が得られていることが分かる。

微量の濃度で効果的であることは CoC や供給ボトルの交換頻度などの運用管理面に有利ではあるが、同時に液供給の精密なコントロールが求められる。実践的には、ディスコ製 StayClean インジェクタ（図5）を用いることで、供給濃度を各種センサーで高精度に管理・供給することができ、歩留り向上に貢献している。



図 5. StayClean インジェクタ

### 3. StayClean 添加による防錆効果

加工物の表面または切削面に金属材料が存在している場合、ダイシング中に接する切削水によって金属部分に腐食が発生することがある。この金属部分とは、例えば加工物の表面に配置されるプローブパッドなどの電極パッドやリードフレーム、バンプやバンプパッドなどが該当する。腐食の発生原因は、切削水の水質に依るものや、加工物の構造や電気化学的な特性に依るものなど様々である。例えば、加工物のESD（静電破壊）を防ぐために、CO2 ガスを溶解させた切削水を用いる場合があるが、これによって金属部位が弱く溶出するケースや、加工物が半導体素子であればトランジスタと回路上で接続している電極パッドだけに変色を観察される欠陥モード、異種金属間が原因と思われる溶出モードなど、多岐に渡る。

こうした課題に対して、幾つかの StayClean 製品では防錆機能を持たせて対処している。ここでは最新の商品である StayClean301 を用いた性能評価の例を紹介する。

防錆評価は、ダイシング加工物として代表的に見られる電極パッドおよびリードフレームへの影響を念頭に、Al 膜（Cu を 1-3%含む）および Cu めっき膜を用いて行った。実際のダイシング加工は行わず、ダイサーのチャックテーブルに吸着させた状態で、切削水の流水中に一定時間を浸漬させ、その後はスピナー部で標準工程（純水洗浄および乾燥工程）を経て、取出したワーク表面の腐食状態を確認した。

次に、切削水に StayClean を添加させて同様の操作を行い、各金属膜ワークの外観を光学顕微鏡で検査した。StayClean の添加量は同様に 0.03%である。

Al 膜および Cu 膜に対する浸漬結果を図 6 および図 7 に示す。

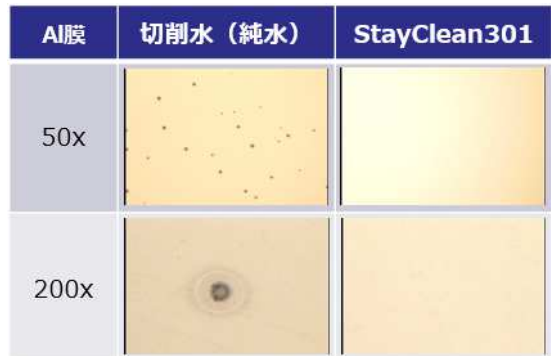


図 6. StayClean 添加による Al 膜の防錆評価結果

(光学顕微鏡写真)

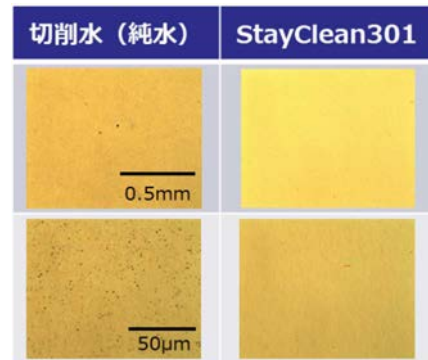


図 7. StayClean 添加による Cu 膜の防錆評価結果

(光学顕微鏡写真)

図 6 より、純水を使用したダイシング加工では、切削水に接していた Al 膜上にピット状の孔食が発生することが分かった。これに対して StayClean301 を 0.03%添加させた切削液を用いた場合では、このような孔食は見られず、元の Al 膜の状態を保っており、StayClean301 が Al 膜に対して防錆効果があることが示された。

また、図 7 の結果より、純水を使用したダイシング加工では、Cu めっき膜上に面荒れ（無数の微小ピット）が発生することが分かった。これに対して StayClean301 を 0.03%添加させた切削液を用いた場合では、こういった面荒れは見られず、StayClean301

はCuめっき膜に対しても防錆効果が得られることが示された。

#### 4. 切削液によるブレード腐食

ダイシング加工中は無論、ダイシング未加工（暖機運転中）であっても加工精度を維持するためにスピンドルの回転数を維持しながら切削水を常に流し続けて運用するケースがある。

この様に、ブレードが長時間にわたって切削水や後述する CO2 水と接触し続けるケースでは、ブレードの種類によっては切削水や切削液から受ける影響を考慮する必要がある。例えば、電鍍ブレードやメタルブレードを用いたダイシングでは、ブレードのボンダ材がケミカルアタックされないような切削液の選定が重要になる。切削液とブレードの相性が悪い場合、常に切削液が接するブレードの刃先が細り（図8）、必要な加工精度が求められなかったりダイシング加工時にカーフが蛇行したりする不具合が起きることがある。その影響が大きい場合はブレードの破損につながることもある。

StayClean301 は、ディスコ製ブレードと長時間接液する場合の相性も考慮して設計されている。

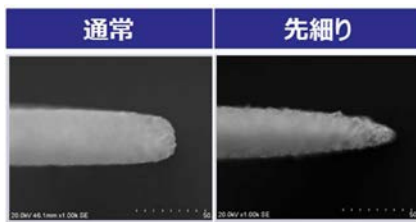


図8. 切削液によるブレードの先細り例  
(ディスコ製ハブブレードの先端SEM像)

弊社の代表的なハブブレードである ZH05/ZHZZ/ZH14 に対して、StayClean を添加した切削液の影響度を評価したので、1つの事例として紹介する。

影響度評価の試験方法および試験手順を表1に示す。本評価では、StayClean を添加する切削水に CO2 水を用いた。CO2 水は半導体デバイスなどをダイシングする際やスピナー洗浄中に、ワークが静電破壊 (ESD) されることを防ぐために電解質の供給を目的

に一般的に用いられている。CO2 水は CO2 ガスの溶解量によって酸性を呈し、ハブブレードのボンダ材を溶出させたり腐食させたりしやすい性質がある。

本評価では、元々腐食しやすい CO2 水を切削水に用い、これに防錆機能を持つ弊社の StayClean (StayClean-F および StayClean301) 添加して、その防錆性能を評価した。

表1. ハブブレード影響度評価の条件

試験条件	
ブレード	ZH05-SD3500-N1-70 ZHZZ-SD3500-H1-70 ZH14-SD3500-V1-70
ダイサー	DFD6361
CO <sub>2</sub> 水比抵抗	ZH05: 0.1MΩ・cm ZHZZ/ZH14: 0.2MΩ・cm
切削液濃度	0.03% (3300倍希釈)
回転数	アイドリング時 30k min <sup>-1</sup>
アイドリング時間	12時間
試験手順	
刃厚測定/重量測定	
↓	
アイドリング (12時間)	
↓	
SEM観察/刃厚測定/重量測定	

弊社の代表的なハブブレード (ZH05 シリーズ) に対する StayClean の影響度試験の結果を図9に示す。

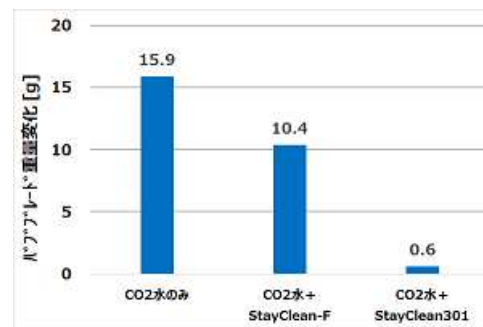


図9. 切削水による ZH05 ブレードの重量減少量

CO2 水のみを切削水に使用した条件では、アイドリング試験後にブレードの重量が 15 g 以上減少していた。この重量減少は、CO2 水によってブレードのボンダ材が溶出したことが原因と考えられている。

一方、StayClean-F を添加させた条件では、この減少量を約 2 / 3 にまで抑制できたことが確認され

た。また、最新の製品である StayClean301 を添加させた条件では、このブレードの重量減少をほぼ完全に抑制できたことが示された。

同様の試験方法で、弊社の主要なハブブレード 3 種に対する刃厚減少量を評価した。本評価には最新製品である StayClean301 および弊社従来品を用いた。結果を図 1 0 に示す。

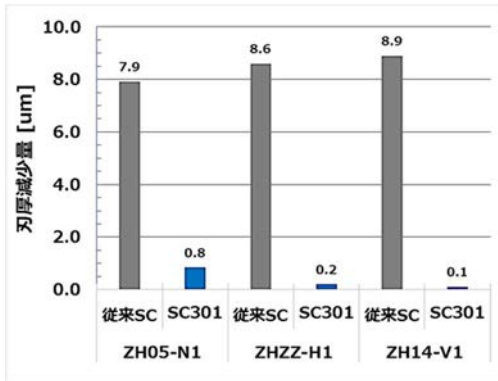


図 1 0. 切削液による各ハブブレードの刃厚減少量

StayClean301 は、これらのハブブレード各品種に対しても刃厚の減少を抑制することが示された。なお、ZH05 の刃厚減少量が他のブレードに対して大きい結果となっているのは、ZH05 評価時のみ CO2 水に溶解させる CO2 ガス量を多くした条件で行った

(ZH05 に対してより荷重評価を実施した) ためである (表 1 条件参照)。

また、他社製切削液を用いて ZH05 ハブブレードを用いた同様の評価を行い、アイドリリング試験後のブレードの刃先形状を電子顕微鏡で観察した。結果を図 1 1 に示す。

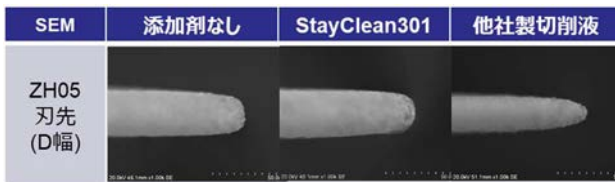


図 1 1. アイドリリング試験後のハブブレード刃先の SEM 像

StayClean301 を添加した場合は長時間のアイドリリング後にも刃先形状が保たれているが、ブレードへの影響や相性を考慮していない他社製切削液を添加

した場合は、刃先が細くなり刃痩せ状態となっていることが分かる。ダイシングの蛇行やブレード破損などのトラブルを回避するためにも、ブレードとの相性を考慮した切削液を選定することは非常に重要である。

## 5. まとめ

弊社の StayClean はダイシング加工におけるパーティクル除去性能や防錆性能を備え、弊社製ハブブレードとの相性も考慮して設計されている。

本稿では、StayClean の各性能の有効性を具体的に示した。予期せぬトラブルを避けるためにも、ダイシングプロセス中に StayClean を使用することは有効であると言える。