

## 紫外線硬化樹脂を用いた導電性 3 層ブレードの開発

東京大学 生産技術研究所 李 承福, 谷 泰弘, 榎本俊之, 柳原 聖

## 1. はじめに

従来の紫外線硬化樹脂ブレードには導電性がないため、現行マシンでの電気導通によるゼロ点検出機能の適用が不可能であった。そこで、導電性のあるフィラーを添加することで導電性の紫外線硬化樹脂ブレードを開発した<sup>1)</sup>。しかし、フィラー中で粒状のものは硬度には効果があるが導電性と硬化性に不利であり、針状のものは導電性には有利であるが添加量に限界があり、低い導電性と研削比につながっていた。それで、導電性のある紫外線硬化樹脂を用いることで導電性と硬化性改善を、またブレードの外層に微粒を、内層には粗粒を配したサンドイッチ構造の 3 層ブレード<sup>2)</sup>を採用することより低い研削比および高い消費電流値などの切断特性の問題改善を図った。

## 2. 導電性 3 層切断ブレードの製作

## 2.1 基本概念

絶縁性を有する樹脂に導電性粒子として、金、銀、ニッケル、カーボンなどを添加し、導電性塗料、導電性ペースト、導電性接着剤のようなペースト状にしたのが導電性樹脂である。しかし、このような添加物は、少量添加しても紫外線硬化が困難であった。そこで、フィラーとして光透過性が高い針状のものを添加することで紫外線による硬化性は多少改善された。ところが、針状フィラー同志が繋がって電気の通る道になるだけの量を添加すると攪拌が困難になり低硬度で低研削比となる問題があった。

それで、この解決案として樹脂自身が導電性を持つ紫外線硬化樹脂を用い、フィラーとして光透過性と導電性の良い粒状および針状のものを添加した。また、研削比向上のためブレードを 3 層構造にした。

## 2.2 ブレード製作方法

製作ブレードのサイズは、53mm(外径)×0.2mm(厚み)×40mm(内径)である。まず比較のため、すべてのブレードにおいて砥粒、樹脂、およびフィラー配合率は同じくした。導電性 UV 樹脂(アクリル系)55vol%、ダイヤモンド(3-8 $\mu\text{m}$ )5vol%をそれぞれ添加し、粒状フィラーと針状フィラーを添加した時のブレードとしての諸特性を表 1 に示す。ブレード D は導電性が高い粒状と針状のフィラーを 20vol%ずつ添加したものであり、図 1 に示すようにフィラー同志が繋がって通電の道になるのが確認できる。

表1 フィラー添加によるブレードの諸特性

ブレード	A	B	C	D
フィラー	SnO <sub>2</sub>	ITO	TiO <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	ITO+TiO <sub>2</sub> K <sub>2</sub>
形状	粒状	粒状	針状	粒状+針状
サイズ $\mu\text{m}$	2	1	1x10	1/1x10
硬度 Hv	32	36	28	42
導電性 $\cdot\text{cm}$	6000	2000	30-60	30-85

## 2.3 3 層ブレードの検討

導電性 UV 樹脂に導電性粒状と針状のフィラーを添加したブレードも既存の導電性ブレードに比べ、導電性は確保できたが、硬度は低かった。そこで、ブレードを 3 層構造にすることを試みた。内層は切削能力である研削比を向上させるため、粗粒(ダイヤモンド 12-20 $\mu\text{m}$ )5vol%、針状フィラー 20vol%とし、樹脂の量は単層と同じくした。外層には内層と摩耗量

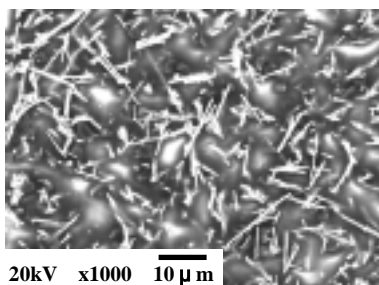


図1 フィラーの分布状態(ブレード D)

表2 切断ブレードの諸特性

ブレード	1	2	3	4	5
	UV単層	従来導電性	導電性単層	導電性3層	市販品
硬度 Hv	57	42	57	58	57
$\cdot\text{cm}$	—	30 - 105	30 - 85	30 - 90	30 - 95

表3 切断実験条件

実験装置	ディスコ社 ダイサー DAC5250
工作物	シリコンウェーハ
切断条件	スピンドル回転数15000rpm, 送り速度5.0mm/s 切込み深さ0.2mm, 切断距離1.0m, 水道水2.5L/min

が異なるため樹脂の量は 50vol%とし、微粒(ダイヤモンド 3-8 $\mu\text{m}$ )を 15vol%、導電性の粒状フィラーを 15vol%、針状フィラーを 20vol%ずつ添加した。ブレードのサイズは単層と同一である。厚みは内層部が 100 $\mu\text{m}$ であり外層部が 50 $\mu\text{m}$ ずつである。表 2 に 3 層ブレードと比較のため、用いた各種樹脂ブレードの特性を示す。

## 3. 切断実験および考察

それぞれのブレードでシリコンウェーハの切断実験を試みた。その実験条件を表 3 に示す。また、ブレードの硬度と研削比を図 2 に、切れ味である主軸消費電流値と加工品位である工作物表面のチッピング分布を図 3 に示す。

図 2 に示すように導電性樹脂を用いたブレードは単層、3 層共にフィラーのみで導電性を付与した従来の導電性ブレードより硬度は高く既存のブレードとほぼ同等である。ところが、研削比はまだ低いことが分かった。これに比べ、導電性 3 層ブレードは UV ブレード

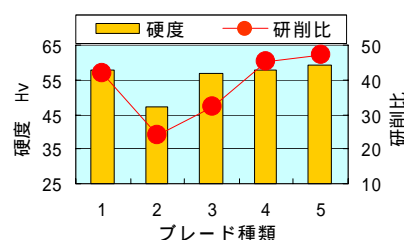


図2 フィラーの硬度と研削比

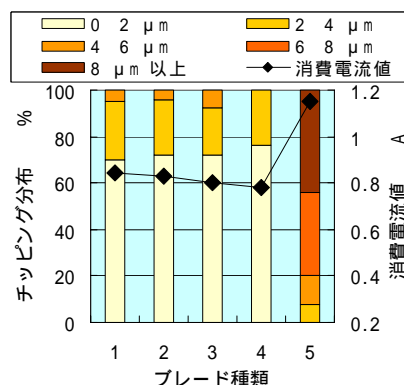


図3 ブレードのチッピング分布と消費電流値

および市販品ブレードと研削比がほぼ同じ値である。また、図 3 に示すように開発したブレードが消費電流値と表面のチッピング分布も全てのブレードより優れることが分かった。導電性単層ブレードが UV ブレードと同等の硬度であっても研削比が低い理由は UV ブレードの結合剤はエポキシ系樹脂で、導電性樹脂はアクリル系であることより、その接着力の差であると思われる。

## 4. おわりに

既存の導電性樹脂ブレードの問題点であった、低い硬度による低い研削比の解決案として導電性の紫外線硬化樹脂の適用とブレードの 3 層構造化を検討した。この結果、電気導通によるゼロ点検出機能と研削比が高くてできる紫外線硬化樹脂の導電性 3 層ブレードを開発した。このブレードを用いれば切れ味を表す主軸消費電流値の低下や切断面品位を表すチッピング発生の減少にも効果があった。

## 参考文献

- 李, 谷, 榎本, 柳原: 光硬化樹脂を用いた導電性切断ブレードの開発, 2002 年度日本機械学会第 4 回生産加工・工作機械部門講演会講演論文集, pp.47-48
- 李, 谷, 柳原: 紫外線硬化樹脂を用いた構造制御型切断ブレードの開発, 2002 年度精密工学会春季大会学術講演会論文集, p.496