

電着ダイヤモンドワイヤ製造技術について

最近のエコブームや電力消費節約の社会情勢もあり、LED や太陽電池の需要が急速に増加しています。

LED のサファイア基板や太陽電池のシリコン基板はインゴットと呼ばれる結晶体の塊からマルチスライス（多数枚切断）して製造されています。従来その切断はピアノ線に砥粒（SiC）を懸濁したスラリー（加工液）をかけて切断が行われていましたが、切断費用の減少・切断能率の向上・作業環境の改善等のため、最近ではダイヤモンド砥粒をめっきによりピアノ線に固着した電着ダイヤモンドワイヤが使用されるようになり、その需要を急速に伸ばしています。

しかし、電着ダイヤモンドワイヤは製造速度が遅い、安定して長尺のダイヤモンドワイヤを製造するのが難しいなどの問題点があり、供給不足を生じているのが現状です。

立命館大学は、ブラシめっき法と呼ばれる高速製造法の適用を提案し、高速製造が可能でコンパクトな電着ダイヤモンドワイヤ製造装置を大学発ベンチャー(株)ツールバンク（本社：滋賀県大津市 代表取締役：桐野宙治）とともに開発を進めてきました。

このたび顕著な研究成果が得られ、近い将来に上市化することになりましたので、ご報告申し上げます。

1. 研究体制および研究内容

研究開発は、滋賀県の助成(H21-23 年度, 滋賀県中小企業新技術開発プロジェクト補助金)を受けて立命館大学と(株)ツールバンクが共同で、電着ダイヤモンドワイヤの製造技術および装置（図1）の開発を行っています。この装置はすでに市販されており、コンパクトでフットプリント（設置面積）が小さいにもかかわらず、安定して10m/min以上の製造速度（すでに納入したお客様では20m/min以上の製造速度を実現）を実現できる世界最速の製造装置となっています。しかもめっき液は完全密閉型になっており、外に全く露出しないという作業環境にも考慮した装置となっています。

砥粒保持力の向上やダイヤモンドワイヤの高速製造のために金属被覆したダイヤモンド砥粒（コートダイヤ）が使用されていますが、長時間の製造においては被膜の溶出や不働態膜の生成のために砥粒の導電性が低下して付着しにくくなるという問題点がありました。また図1の装置の応用でダイヤモンドワイヤを複数本同時に製造する装置を開発しようとする、電力消費量が大きく非常に設置面積が大きな装置になるという問題点がありました。

今回、これらの問題点を解決する金属被覆ダイヤモンド砥粒およびマルチダイヤモンドワイヤ製造装置を開発し、近い将来に上市化する運びとなりました。

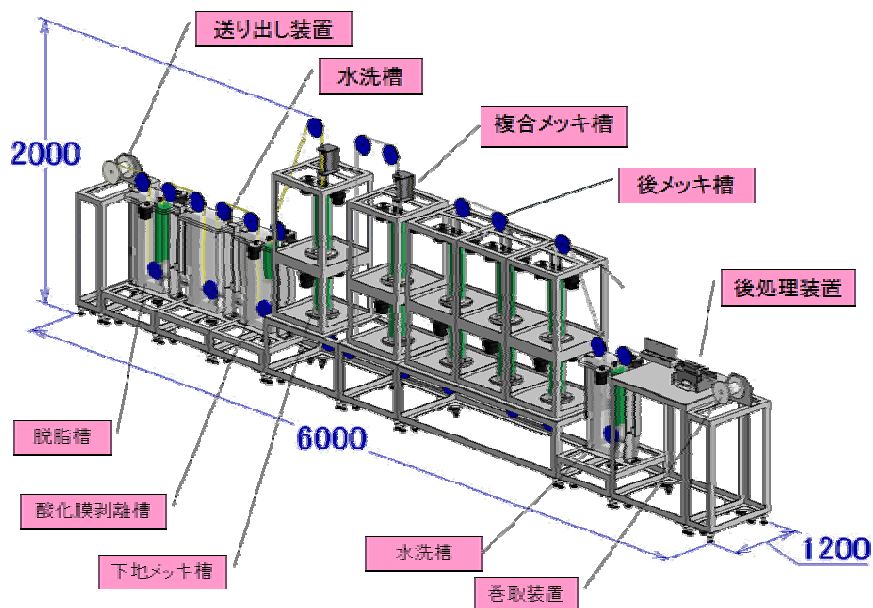


図1 縦型電着ダイヤモンドワイヤ製造装置

2. 研究成果

金属被覆ダイヤモンド砥粒

電着ダイヤモンドワイヤ(図2左)は最低でも10km、通常は50kmのものが必要とされるため、その製造時間は1日単位のものとなります。その間、金属被覆砥粒はめっき液中に存在するため、その表面に不働態膜が形成され、導電性が低下し付着しなくなります。ひどい場合は被膜が剥離するようなことが生じます(図2右)。

この現象は図3に見られるようにめっき液のpHに依存しています。pHが低い場合は被膜が溶出し、pHが高くなると不働態化する現象が生じます。どちらも生じない領域(安定領域)が従来の市販砥粒でも存在しましたが、その範囲は非常に狭く、めっき液のpHをその範囲に長時間にわたって調整するのは非常に難しいことでした。

今回、ダイヤモンド砥粒の表面に金属皮膜を形成する際に特殊な添加物を入れることで、この安定領域を広くしたニッケル被覆ダイヤモンド砥粒を開発しました。このことにより、図4に示されるようにダイヤモンド砥粒をめっき液に長時間つけていても、ワイヤへの電析量が市販砥粒では12時間で限界値を下回っていましたが、開発砥粒ではその使用できる時間を5倍の60時間に伸ばしました。

この成果は9月7日に中部大学において開催される砥粒加工学会学術講演会(ABTEC2011)にて発表する予定です。

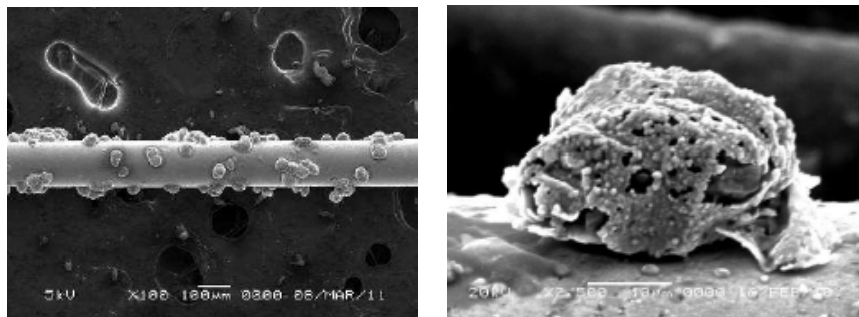


図2 ダイヤモンドワイヤ(左)と被膜が剥離した砥粒(右)

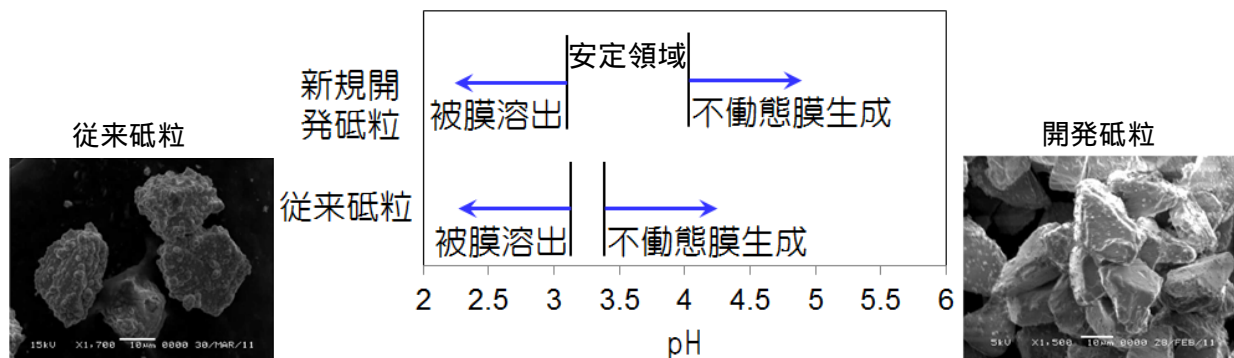


図3 市販砥粒(左)と開発砥粒(右)

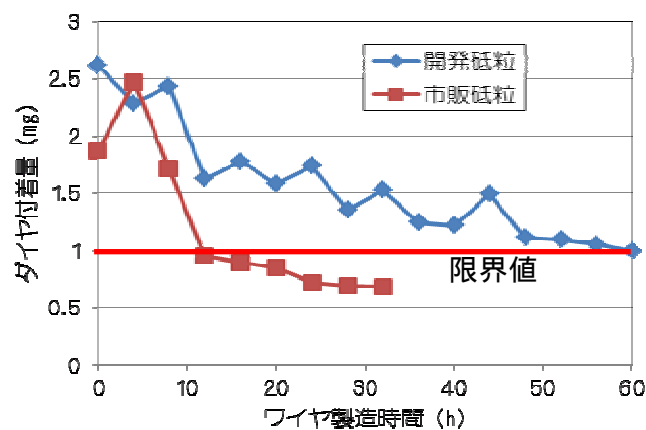


図4 ダイヤモンド砥粒付着量の変化

マルチ電着ダイヤモンドワイヤ製造装置

従来のブラシめっき装置は図5 (a)に示されるように2本のロールブラシで縦に走行するワイヤを挟み込む構造をしていました。そのため、ダイヤモンドワイヤを並行して同時に製作できるようにマルチ化しようとする製造装置が大きくなり、またブラシを回転させるモータの数をそれに比例して増加させなければならず、消費電力が増加するという問題点がありました。

そこで今回、図5 (b)に示されるようなドラム型の製造装置を開発いたしました。これは図5 (c)に示されるようにフィンを設けた中央部の円柱体が1つのモータで回転する構造で、狭いリング状流路にダイヤモンド砥粒を懸濁しためっき液が流れる構造となっています。このリング状流路にワイヤを複数本、縦に走行させることで、コンパクトな装置で複数本のワイヤを同時に電着することが可能となりました。また従来ブラシタイプの製造装置ではブラシの中にダイヤモンド砥粒が入り込んでダイヤモンド砥粒の消費量が増えるという問題点がありましたが、それも解決されています。

この成果は9月20日～22日に金沢大学にて開催される精密工学会秋季大会にて発表する予定です。

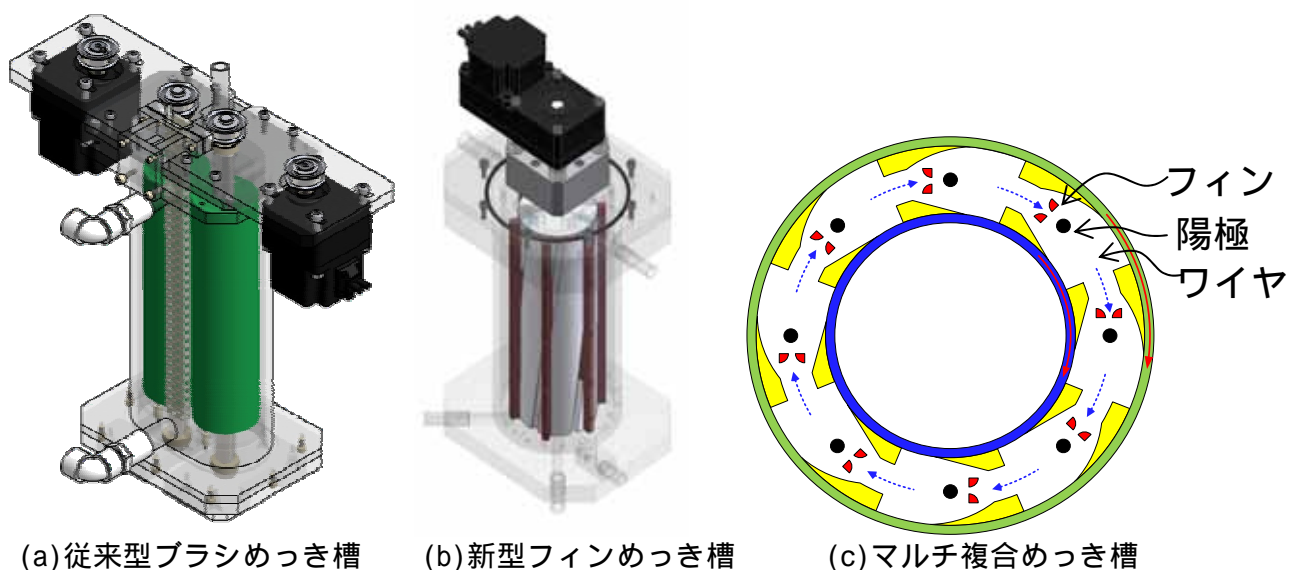


図5 複合めっき槽の構造

<用語解説>

砥粒：

切断において機械的除去作用を行う硬質な粒子。研削材ともいう。セラミックスや結晶材料の加工においては硬度が最も高いダイヤモンドが用いられる。

ダイヤモンドワイヤ：

ダイヤモンド砥粒をピアノ線の表面に固着した研削工具。ダイヤモンド砥粒を樹脂でピアノ線に固着したレジンボンドダイヤモンドワイヤとダイヤモンド砥粒をめっきでピアノ線に固着した電着ダイヤモンドワイヤがある。従来は価格の安いレジンボンドダイヤモンドワイヤが主流であったが、耐熱性・耐摩耗性に優れる電着ダイヤモンドワイヤの価格が下がったため、現在では電着ダイヤモンドワイヤが主流となっている。

スライス：

切断すること。砥粒を固着した工具で行う研削切断と、工具に砥粒をかけながら行う研磨切断がある。ダイヤモンドワイヤによる切断は研削切断になる。研削切断は研磨切断に比較して、切断能率が高い、切断代が少ない、作業環境がよいなどの利点があるが、従来はダイヤモンドワイヤの価格が高かったために普及が遅れていた。

コートダイヤ：

ダイヤモンド砥粒の表面に金属を無電解めっきした砥粒。銅、ニッケル、チタン、パラジウムなど種々のめっきが施されたコートダイヤが市販されている。従来レジンボンド砥石を製造する際砥粒の保持力を高めるために凹凸の多いめっきが施されたコートダイヤが用いられてきた。こうしたコートダイヤを電着工具に使用すると、下地めっきとの間に空間が生じ砥粒の保持力が低下する。このため開発したコートダイヤでは滑らかな表面になっている。また電着ダイヤモンドワイヤの用途には導電性がよく、砥粒の保持力に優れるニッケルめっき砥粒が主流となっている。

不動態：

金属表面に腐食作用に抵抗する酸化被膜が生じた状態のこと。