

従来比 6 倍速で銅コーティング可能な青色半導体レーザー複合加工機を開発
—細菌・ウイルスリスク低減による公衆衛生環境実現への活用に期待—

NEDOは、高輝度青色半導体レーザーおよび加工技術の開発に取り組んでおり、今般、大阪大学、ヤマザキマザック(株)、(株)島津製作所と共同で、高輝度青色半導体レーザーを活用し、銅を高速・精密にコーティングできるハイブリッド複合加工機を開発しました。

開発した加工機は、200W高輝度青色半導体レーザーを3台装着した600W級マルチビーム加工ヘッドを搭載することで、レーザー集光スポットにおける高いパワー密度が達成でき、ステンレスやアルミニウムなどの金属材料への銅のコーティング速度が従来に比べて6倍以上に向上しました。これにより人が接触する金属製の手すり、取っ手やドアノブなどに銅をコーティングすることで、細菌・ウイルスによるリスクを低減する公衆衛生環境の実現や、航空・宇宙・電気自動車などの産業で必要とされる高精度な部品加工への活用も期待できます。



図1 高輝度青色半導体レーザーマルチビーム加工ヘッドを搭載したハイブリッド複合加工機

1. 概要

青色半導体レーザー※1は、金属に対する吸収効率が高く、従来の近赤外線レーザーでは困難だった金や銅などの加工に適しているため、金属向け次世代加工機の光源への応用が期待されています。特に、銅素材は、高熱伝導性や高電気伝導性を持つことから、高い精度が要求される航空・宇宙・電気自動車な

ど多くの産業からの活用が期待されています。また、銅あるいは銅合金は、古くから細菌に対して殺菌・抗菌作用、ウイルスに対しては不活化作用があることから細菌やウイルスによるリスクを低減させる有効な方法の一つとして知られており^{※2}、病院、介護施設、学校、電車などのあらゆる施設で手すりやドアノブなどへの利用が期待され、すでに一部の施設では利用されています。手すりなどの銅製品は、バルク材(素材)からの削り出しや鋳造などで製作されていますが、銅材料の使用量が多く、価格も高つくことから普及には課題がありました。これらを解決する方法として、表面や必要な部分だけに銅をコーティングする技術が有効と考えられます。

国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が管理法人を務める内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP1期)革新的設計生産技術/高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発(2014年度~2018年度)」(以下「SIP1期レーザーコーティングPJ」)では、国立大学法人大阪大学が中心となり、金属の精密レーザーコーティング^{※3}を可能とするマルチビーム加工ヘッド^{※4}を開発しました。当初、近赤外線の半導体レーザーを用いていましたが、2016年5月、銅の加工に優位性のある青色半導体レーザーをマルチビーム加工ヘッドに6台装着し、ステンレス基板などへの銅の精密レーザーコーティングを実現^{※5}しました。しかし、1台の青色半導体レーザーの出力が20W程度で総出力も100W程度と限られていたため、レーザー集光スポットにおけるパワー密度が低いことによりコーティング速度が低下し、装置としても3次元構造物への十分なコーティング機能がありませんでした。

このような背景の中でNEDOは、2016年度から高輝度青色半導体レーザーおよび加工技術の開発^{※6}に取り組んでおり、大阪大学接合科学研究所の塚本雅裕教授らの研究グループ、ヤマザキマザック株式会社、株式会社島津製作所は、日亜化学工業株式会社と株式会社村谷機械製作所の技術協力を受け、2018年10月には、100W高輝度青色半導体レーザーを3台装着した300W級マルチビーム加工ヘッドを開発、今般、200W高輝度青色半導体レーザーを3台装着した600W級マルチビーム加工ヘッドによって複雑な形状の部品などに銅を高速・精密コーティングできるハイブリッド複合加工機(図1)を開発しました。

SIP1期レーザーコーティングPJでは100W程度だった総出力が、本事業では600Wに増大したことで、レーザー集光スポットにおける高いパワー密度が達成でき、ステンレスやアルミニウムなどの金属材料への銅のコーティング速度が6倍以上に上がりました。

今回開発された成果により、人が接触する金属製の手すり、取っ手やドアノブなどに銅をコーティングすることで、細菌・ウイルスによるリスクを低減する公衆衛生環境の実現や、航空・宇宙・電気自動車などの産業に必要とされる高精度な部品加工への活用も期待できます。

2. 今回の成果

【1】高速・精密コーティングできるハイブリッド複合加工機の特徴

今回開発した加工機は、3台の200W高輝度青色半導体レーザーから成るマルチビーム加工ヘッドを搭載しています。青色半導体レーザーの高輝度化によって鉄系、ニッケル系などの金属に加え、純銅や銅合金などの銅材料を従来よりも6倍以上の高速度でコーティングすることができます。さらにレーザー集光スポットにおけるパワー密度も6倍になったことから、従来困難であった銅の多層コーティングも可能となりました。また、当加工ヘッドを一回走査することで得られるコーティング領域の幅の最大値は、従来の400 μ m程度に対し、1000 μ m程度まで増大可能であることが明らかとなりました。当加工ヘッドを用いると、噴射される銅粉末材料を直接加熱することで母材表面の熔融を必要最小限とし、母材金属の混入が少なくゆがみの小さな精密コーティングが可能です。このような性能を有する当加工ヘッドは、図1中に示した直交するX・Y・Zの直線3軸とB・Cの回転2軸を有し、工具回転機能を持つハイブリッド複合加工機に搭載、各軸は同時5軸制御が可能です、複雑な形状の部品に銅をコーティングすることが可能となりました。

【2】細菌やウイルスによるリスクを低減する公衆衛生環境実現に向けた応用展開

具体的なユーザーを想定したレーザーコーティング技術開発については、SIP1期レーザーコーティングPJの参画機関である石川県工業試験場および参画企業である大阪富士工業株式会社で同PJ終了後も進められてきました。それぞれの機関・企業は、NEDOの「高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発」をもとに製品化した100W高輝度青色半導体レーザー^{※7}をすでに導入し、銅コーティングのための基礎データベースの構築および銅コーティングした部材開発(図2)を推進しています。大阪大学とヤマザキマザック(株)は、今回開発した加工機を用い、石川県工業試験場および大阪富士工業(株)と連携し、想定されるユーザーを見据えドアノブに対し殺菌・抗菌・ウイルス不活化作用のある銅の高速・精密レーザーコーティング(図3)を開始しました。

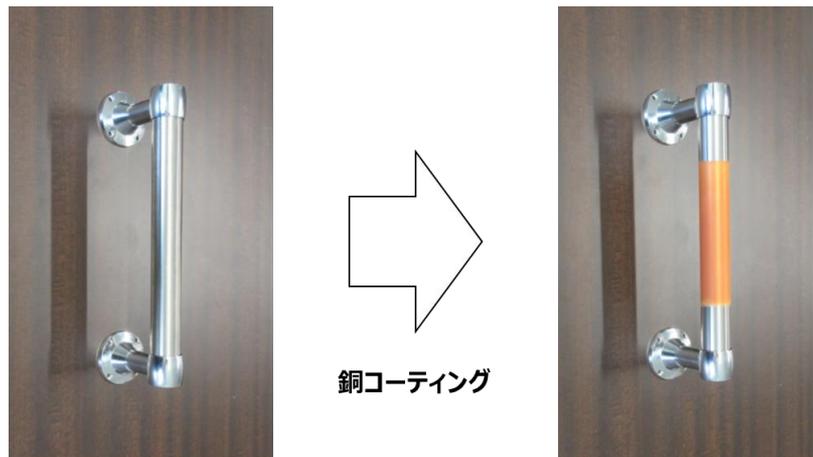


図2 バー状取っ手へのコーティング 画像提供: 大阪富士工業(株)

当加工機を用いると、既存のステンレスやアルミニウム製の手すり、取っ手だけでなく、複雑形状のドアノブなどにも銅の高速・精密コーティングが容易になります。さらに当加工機は、さまざまな金属粉末にも適用可能で、例えばより高い殺菌・抗菌・ウイルス不活化作用を有する銅合金粉末の開発に合わせて、手すり、取っ手やドアノブなどの金属部品に銅合金コーティングを応用できます。

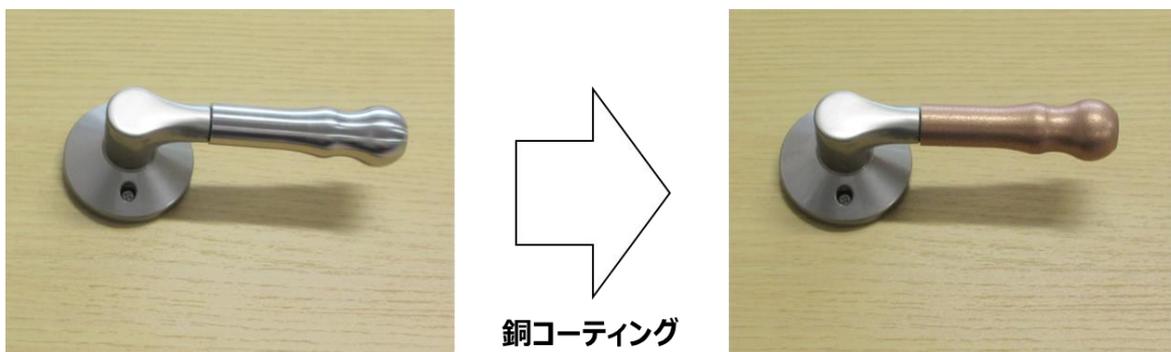


図3 ドアノブへのコーティング

3. 今後の予定

NEDOプロジェクトでは、さらなる青色半導体レーザーの高輝度化を進めており、ヤマザキマザック(株)

は、2020年末には、kW級青色半導体レーザーマルチビーム加工ヘッドを搭載することで、10倍以上のコーティング速度を可能とするハイブリッド複合加工機を開発し、2021年の製品化を目指します。

【注釈】

※1 青色半導体レーザー

波長400nm～460nmの範囲の青色光を発振する半導体レーザーです。

※2 銅の殺菌・抗菌・ウイルス不活化作用

「まだまだ知られていない！銅のすぐれた殺菌パワー」(一社)日本銅センター資料より。

※3 レーザーコーティング

従来のコーティング技術であるスパッタ、メッキおよび溶射と異なり、「溶接」技術であることから密着強度が高い上に、耐久性に優れています。その他にも大気雰囲気下で製造可能、既存部品に対し現場でも施工(コーティング)可能といった優位性もあります。

※4 マルチビーム加工ヘッド

内閣府の「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)革新的設計生産技術／高付加価値設計・製造を実現するレーザーコーティング技術の研究開発(2014年度～2018年度)」で開発・製品化(2016年)されたLMD(Laser Metal Deposition)方式の加工ヘッドです。金属粉末をレーザーの照射領域へ供給することで金属粉末は加熱、熔融、凝固されます。LMDの従来方法が1本のレーザービームを使用し、集光位置に複数の粉末ビームによって金属粉末を供給するのに対し、マルチビーム加工ヘッド方式は、一本の粉末ビームに対し、周辺から複数のレーザービームを照射することで、効率的に金属粉末を加熱、熔融、凝固させることを可能とします。2016年にマルチビーム加工ヘッドが製品化された時に搭載されたレーザーは、近赤外線レーザーです。

※5 銅の精密レーザーコーティングを実現

「阪大、青色半導体レーザーのコーティング装置で出力100ワット実現－難加工材の溶接、高効率に」日刊工業新聞2016年5月16日掲載。

※6 NEDOプロジェクト

事業名:高輝度・高効率次世代レーザー技術開発／短波長レーザーによる加工技術の開発／高輝度青色半導体レーザー及び加工技術の開発

事業期間:2016年度～2020年度

※7 100W高輝度青色半導体レーザー

NEDOプレスリリース:世界最高クラスの高出力・高輝度青色半導体レーザーを製品化へ(2018年1月25日)

https://www.nedo.go.jp/news/press/AA5_100902.html

4. 問い合わせ先

(本ニュースリリースの内容についての問い合わせ先)

NEDO IoT推進部 担当:柿沼、熊谷(伸)、矢田 TEL:044-520-5211

大阪大学 接合科学研究所 担当:教授 塚本 雅裕

TEL:06-6879-8675 E-mail:tukamoto@jwri.osaka-u.ac.jp

ヤマザキマザック(株) 経営企画室 広報 TEL:0587-95-6849

(株)島津製作所 コーポレート・コミュニケーション部 TEL:075-823-1110

(その他NEDO事業についての一般的な問い合わせ先)

NEDO 広報部 担当: 坂本、佐藤、鈴木(美) TEL: 044-520-5151 E-mail: nedo_press@ml.nedo.go.jp