



## ■キーワード

歯車 状態観測 レーザー焼結 導電性インク プリントッドエレクトロニクス

## ■研究の概要

動力伝達機構として用いられる機械要素の一つである歯車は、通常、ギヤボックス内で高速回転しているため、その状態を直接観測することは困難です。そのため、歯車対がかみ合う際の振動を計測・解析することで間接的に状態を観測することが行われてきました。しかしながら、機械の故障回避、適切なメンテナンス時期を判断するためには、歯車の“損傷の予兆を検知”することが重要であり、それを実現するためには歯車に直接状態量を監視するシステムを組み込む必要がありますが、市販されているひずみゲージ等のセンサを複雑な形状を有する歯車に貼付することは困難であり、また、高速回転する歯車からセンシングした値を取り出すことは簡単ではありません。

そこで本研究では、複雑な形状を有する歯車等の機械要素の表面に、銀ナノ粒子を含有するインクを吹き付け、それを多軸のレーザー加工機によって焼結することで導電特性を持つ電気回路を印刷する技術を開発しました。この技術を利用して、歯車の状態、例えば、歯車歯元の応力を監視するセンサ、そしてセンサからの情報を無線で発信するためのアンテナを歯車の表面上に直接印刷することで、自らの状態を監視することが可能なスマートギヤの開発を行っています。

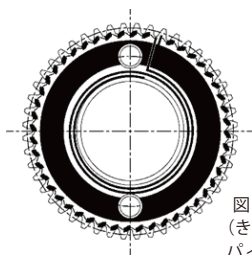
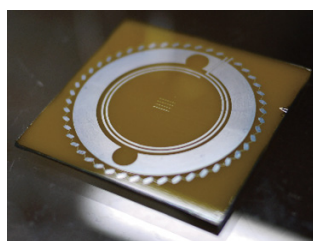
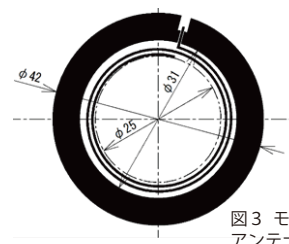
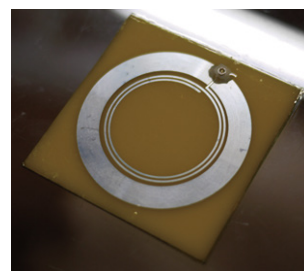
## ■研究・技術のプロセス／研究事例

複雑な形状である機械要素に吹き付けた導電性インクを焼結するために、4軸のレーザー加工機を開発しました。また、鋼板の表面上にポリイミドによる絶縁層を形成し、その表面に吹き付けた導電性インクを開発したレーザー加工機で焼結するための加工条件を明らかにしてきました。

現在、明らかにした導電性インクのレーザー焼結のための条件を用いて、50mm角の鋼板上に貼付したポリイミド層に設計したセンサ・アンテナシステムを印刷することに成功しました。このシステムは0.3GHzの共振特性を持つオープンスパイラルアンテナとき裂検知センサから構成されており、同じ特性を持つモニタリング用アンテナを介してセンサの状態を読み込みます。



図1 開発した4軸レーザー加工機

図2 スマートギヤシステム  
(き裂検知センサとオープンスパイラルアンテナ)の印刷例図3 モニタリング用  
アンテナの印刷例

## ■セールスポイント

高速回転する複雑な形状を有する歯車に、プリントッドエレクトロニクスの技術を応用してセンシングシステムを直接印刷しようとする試みは我々の研究室が世界初です。そのため、プリンターから開発しています。

センサとアンテナの歯車への直接印刷  
導電性インクのレーザー焼結によるスマートギヤの開発