

## 積層セラミック技術を用いたワイヤレス電力伝送用小型コイルの開発

### Development of Wireless Power Transfer Miniature Coil Using Multilayer Ceramic Technology

○多田 匠吾<sup>1</sup>, 高藤 美泉<sup>2</sup>, 齊藤 健<sup>2</sup>, 内木場 文男<sup>2</sup>  
\*Shogo Tada<sup>1</sup>, Minami Takato<sup>2</sup>, Ken Saito<sup>2</sup>, Fumio Uchikoba<sup>2</sup>

**Abstract:** This paper proposes a wireless power transfer system fabricated by a multilayer ceramic technology. The wireless power transfer system has attracted attention as power supply method. However, conventional coil for the wireless power transfer was used a winding wire, and it is difficult to miniaturize because it forms a spiral coil. The multilayer ceramic technology has the property of being able to form a helical coil structures. Developed coil was fabricated by Ferrite using multilayer ceramic technology. Fabricated ceramic coil has a slightly higher internal resistance than the design.

#### 1. はじめに

近年の機械分野等では微細加工技術の発展により機器の小型化が進んでいる。たとえば情報分野において、スマートフォンと呼ばれる多機能携帯電話等である。スマートフォンは小型軽量であり、また機能面においても通話機能の他にデジタルカメラ、ワンセグ、ブラウジングなどの多彩な機能をもっており、人々の生活に大きな影響を与えている。スマートフォンは小型の本体に対して大型画面を採用することにより消費電力が増えて頻繁に充電する必要がある。充電を行うのは手間が掛かり、コードなどの接続部への負担が大きくなる。これを非接触で簡単に電力を供給する方法としてワイヤレス電力伝送技術がある<sup>[1]</sup>。ワイヤレス電力伝送技術は固定電話の子機への充電や、水回りの機器への充電などに用いられている<sup>[2]</sup>。伝送方式には主に電磁共鳴方式、電磁誘導方式、電波方式がある。電磁誘導方式はコイルを対向させて電磁誘導で送電するため単純な構造で高効率なことから古くから用いられている。商品化されているワイヤレス電力伝送技術に採用されている主なコイル形状は、出力の向上のために、磁束を取り込みやすくするためコアにコイルを巻きつけたり、ヨークと組み付ける工夫をしたスパイラルコイルが使われている。スパイラル形状は1巻あたりの巻き数が増えると、線長も長くなってしまふので、1巻あたりの長さが等しいヘリカル形状のコイルの方が小型化には有利である。しかし、小型化には三次元的にコイルを形成する技術と、コアにコイルを巻きつける技術が必要である。小型ヘリカルコイルを形成する技術として積層セラミック技術がある。この技術はシート状の磁性セラミックにコイルパターンを作製し、シートを積層した後に焼成を行うことで三次元構造のコイルを得られる。本稿では、感光性レジストフィル

ムを用いて直径 5[mm]、内部抵抗 0.5[Ω]のワイヤレス電力伝送用小型コイルの作製を目的とした。

#### 2. 積層セラミック技術とコイルの設計

Figure 1.にコイルの模式図を示す。積層セラミック技術を用いて、直径 5[mm]のコイルを作製する。セラミック材料は磁性材料のフェライトを用いて、コイルパターンに低抵抗の銀ペーストを用いた。配線パターンは4分の3巻きで設計し、24層を積層することで18回巻のコイルとした。またコイル設計においてはコイル面積を広くとるような設計が望ましい。そこで本研究ではシートの外周部分を縁取るようにパターンを配置し、コイルの外径部分と配線部分のコイル最外径がほぼ一致するような構造とした。

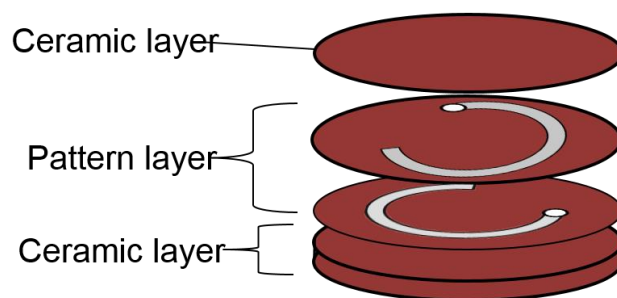


Figure 1. Design of helical coil

Figure 2.にレジストフィルムを用いた作製方法を示す。内部抵抗の低下には高アスペクト比パターンの形成が有効である。従来のスクリーン印刷法ではメッシュ痕を取り除くためにパターンが変形してしまい、高アスペクト比パターンの形成が困難であった。そこで、感光性レジストフィルムに配線パターンの孔を形成し、このレジストフィルムをマスクとして用いることでパターンの孔が形成されたセラミック

シートに孔が形成されたフィルムを接着し導体ペーストを充填する。充填したペーストはフィルムに支えられているためペースト充填後、フィルムを剥離することで矩形のパターンを得られる。

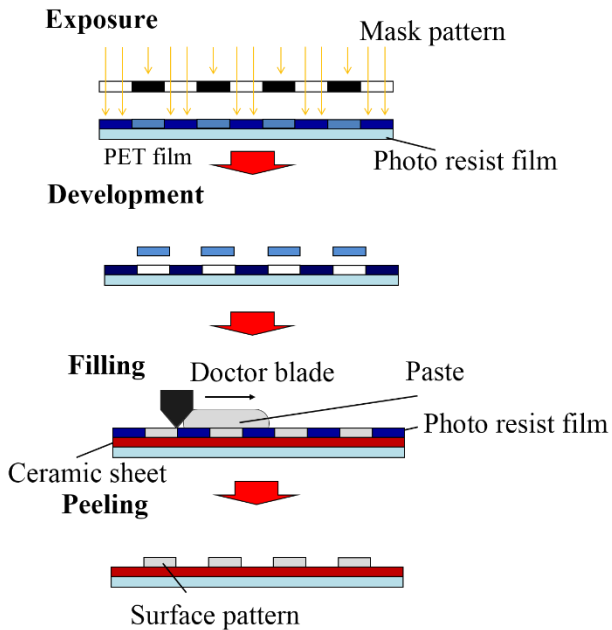


Figure 2. Fabrication process

Figure 3.に積層セラミックコイルの作製工程を示す。セラミック粉体に可塑剤，分散剤，有機溶剤，バインダーを添加し，泥状にしたスラリーをドクターブレード法により，シート状に形成する。作製したセラミックシートに基板加工機を用いて孔を形成し，レジストフィルムを用いてコイルパターンを作製する。作製したシートを積層，圧着し，焼成することで積層セラミックコイルの完成とする。

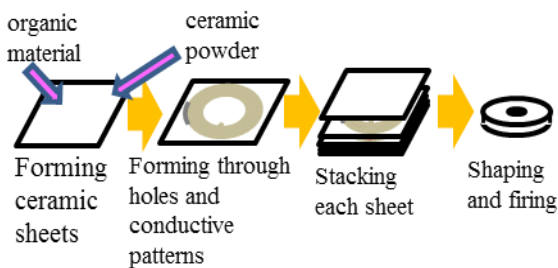


Figure3. Fabrication process of multilayer ceramic coil

### 3. 結果および考察

Figure 4.に作製したコイルを示す。

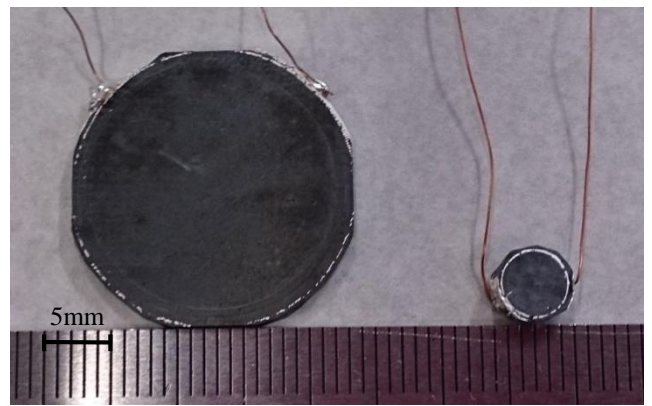


Figure 4. Photos of fabricated coil

写真は左のコイルが前回作製した直径 22[mm]，厚さ 1.6[mm]，内部抵抗 2.16[Ω]のコイルで右側が今回作製したコイルは直径 5.2[mm]，厚さ 2.4[mm]，内部抵抗 0.78[Ω]であり直径を 76%小型化した。内部抵抗の値は設計の 0.50[Ω]よりも 0.28[Ω]高くなってしまった。この原因として考えられるのが積層，圧着を行った際にコイルパターンがつぶれてしまい断面積が小さくなってしまった。

### 4. 結論

積層セラミック技術を用いてワイヤレス電力伝送用小型コイルの作製をレジストフィルムを用いて行った。今回の作製方法では狙い通りの内部抵抗の値に作製することができなかった。今後は，コイルパターンがつぶれないようにプレス圧の調整を考えた上で積層を行い，コイルパターンをセラミックシートの中に埋め込むことでプレス圧を全体に分散させてパターンが潰れないような作製方法を試して，狙いの値に近づくようなコイルを作製する。

### 参考文献

- [1]松木英敏 高橋俊輔 “ワイヤレス給電技術がわかる本” オーム社 2011
- [2]尾崎浩一：“マイクロエネルギー技術の現状と展望”，日本機械学会，情報・知能・精密機器部門講演会，No. 02-183(2002)

謝辞.本研究は日本大学マイクロ機能デバイス研究センターにおいて作製と評価を実施した