

グラフェンフレークを利用したインクジェット印刷からなる 薄膜状アンテナコイルの開発

Development of inkjet-printed thin film antenna coil consisting of graphene flake

早大院先進理工¹, 早大高等研², JST さきがけ³,

○(M2) 鉄 祐磨¹, 武岡 真司¹, 藤枝 俊宣^{2,3}

Grad. Sch. Adv. Sci. & Eng., Waseda Univ.¹, WIAS, Waseda Univ.², JST PRESTO³

○Yuma Tetsu¹, Shinji Takeoka¹, Toshinori Fujie^{2,3}

E-mail: tetsu-fe@asagi.waseda.jp

電磁誘導や共振現象を利用してコイルに起電力を生じさせる無線給電は、導線を媒介することなくデバイスへの給電を可能にする。高分子薄膜に既存の印刷技術を用いてアンテナコイルを搭載できれば、フレキシブルかつ無線給電可能な薄膜状アンテナコイルの開発が期待される。一方、デバイス作製において高分子薄膜上に印刷されたアンテナコイルへの熱処理は、基材である高分子の耐熱性によって制限されるという問題がある。そこで本研究では、層状物質であるグラフェンフレークに着目し、ガラス上にインクジェット印刷したグラフェンインクと金ナノインクからなるアンテナコイルを高分子支持膜法にて剥離することで、薄膜状アンテナコイルを作製することを目的とした。ガラス基板上にグラフェンインクと金ナノインクをコイル状(2 cm×2 cm, スパイラル 5.5 巻)に重ねて印刷し、熱処理(250℃, 20 min)を経てアンテナコイル(厚さ 1.47 μm, 配線幅 400 μm, 全長 29.6 cm, 全抵抗 $44.6 \pm 7.8 \Omega$)を作製した。次に、ポリ乳酸(膜厚:182 nm)およびポリビニルアルコール(膜厚:5 μm)からなる 2 層支持膜を用いることで、ガラス基板からアンテナコイルを剥離することに成功した(Fig. 1)。この時、2 層支持膜によって剥離されたアンテナコイル表面およびガラス基板に残存したアンテナコイル表面のラマンスペクトルから、いずれの表面にもグラフェンの存在が確認された。これより、弱いファンデルワールス力で結合していたグラフェン層が層間で剥離することにより、印刷配線がガラス基板から剥離することが見出された。さらに、薄膜状アンテナコイル(182 nm)にチップ LED とジャンパー配線(膜厚 208 nm, 配線部:2 mm×10 mm)を積層することで薄膜発光デバイス(総膜厚:<2 μm, 共振周波数: 33.0 MHz)を作製した。薄膜発光デバイスは、折り曲げた状態でも無線給電(20 Vp-p, 30 MHz)にて青色 LED を点灯させた(放射照度 1.22 W/m², 給電距離 3 mm)(Fig. 2, 3)。以上より、本アンテナコイルは LED の点灯に必要な電力(2.9 V, 5 mA)を外部から供給されたことが示され薄膜型無線給電デバイスとしての応用性が見出された。本研究でのグラフェンインクと高分子支持膜を組み合わせた技術は、あらゆる印刷配線を任意の高分子膜に転写できるため、デバイス作製プロセスに一石を投じると考えられる。

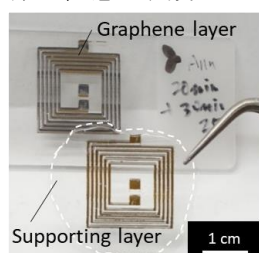


Fig. 1 inkjet-printed antenna coil exfoliated from glass with polymer thin film.



Fig. 2 Wireless light emitting device made of thin film antenna coil and chip LED at flat and folded state.

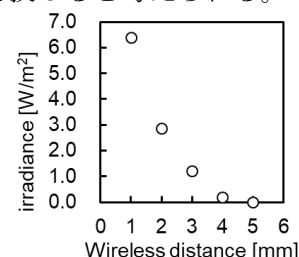


Fig. 3 Relationship between wireless distance and irradiance of wireless light emitting.