

多層グラフェンフレークの剥離を利用した有機高分子基材からなる 薄膜状アンテナコイルの開発

Development of thin film antenna coil consisting of organic polymer substrates using cleavage of
multi-stacked graphene flakes

早大院先進理工¹, 東工大生命理工², 早大ナノ・ライフ³, JST さきがけ⁴,

○(D1)鉄 祐磨¹, 武岡 真司¹, 藤枝 俊宣^{2,3,4}

Grad. Sch. Adv. Sci. & Eng., Waseda Univ.¹, Sch. Life Sci. & Tech., Tokyo Tech.²,

RONLI, Waseda Univ.³, JST PRESTO⁴

○Yuma Tetsu¹, Shinji Takeoka¹, Toshinori Fujie^{2,3,4}

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

有機高分子を基材としたフレキシブルエレクトロニクスは、近年柔らかい動きを特徴とした生体との共存を目指すソフトロボットや生体環境に適用するバイオデバイスへの応用が注目されている。これらの応用を踏まえるとエレクトロニクス基材として医療高分子が好まれるが、ポリ乳酸($T_g < 56^\circ\text{C}$)などの医用高分子は耐熱性に乏しく、低抵抗配線を作製するための回路作製プロセスにおける熱処理に耐えられない。そこで本研究では、層状物質である多層グラフェンフレークに着目し、ガラス基板上にインクジェット印刷した導電配線を熱処理後にポリ乳酸からなる高分子支持膜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, 5.5 巻)に重ねて印刷し、熱処理(250°C, 20 min)を経てアンテナコイル(厚さ 1.5 μm , 配線幅 400 μm , 全長 29.6 cm, 全抵抗 $45 \pm 8 \Omega$)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:10 μm)からなる 2 層支持膜を用いて、ガラス基板から高分子支持膜側にアンテナコイルを転写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を示す G, D, 2D ピーク(1350 cm^{-1} , 1580 cm^{-1} and 2700 cm^{-1})が確認された。これより、積層したグラフェンフレーク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に青色チップ 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 V_{p-p}, 30 MHz)にて青色 LED を点灯させた(放射照度 0.2 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, 給電距離 9.7 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、医用高分子基材からなる薄膜型無線給電デバイスとしての応用性が見出された。

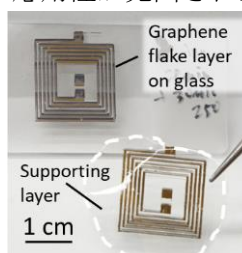


Fig. 1 inkjet-printed antenna coil exfoliated from glass substrate with polymer thin film.

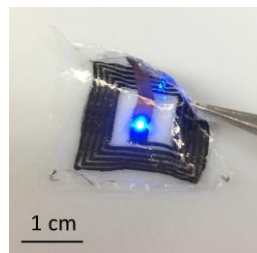


Fig. 2 Wireless light emitting device consists of thin film antenna coil and blue-chip LED at folded state.

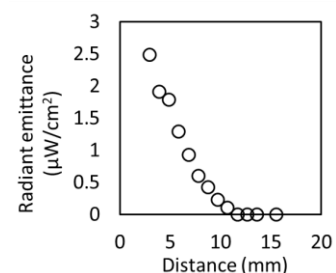


Fig. 3 Relationship between wireless distance and irradiance of wireless light emitting.