

第 69 回応用物理学会春季学術講演会に参加して

佐藤 大樹

Daiki SATO

電子情報学科 2021 年度卒業

1. はじめに

私は、2022 年 3 月 22 日から 26 日にかけて開催された第 69 回応用物理学会春季学術講演会に参加し、「ワイヤレス電力伝送で駆動する無機 EL に及ぼすコイル形状の評価」という題目で発表を行った。

2. 背景

ワイヤレス電力伝送 (Wireless Power Transfer: WPT) とはケーブルを使わずに非接触で電力伝送を行う技術である。近年、スマートフォンや電気自動車の普及に伴い、コネクタを接続しなくても、近づけるだけで充電できるワイヤレス電力伝送技術に期待が高まっている。本研究では、磁界共鳴方式のワイヤレス電力伝送を行い、コイル形状に依存する伝送効率 η ・無機 EL (Electro-Luminescence: EL) の輝度特性を評価した。

3. 実験方法

ワイヤレス電力伝送に使用した回路図を Fig. 1 に示す。と伝送効率 η と共振周波数 f_0 の導出式を Fig. 2 に示す。測定に用いた無機 EL の条件を Table 1 に示す。電源電圧 $V_0 = 30$ V, 共振周波数 $f_0 = 3.0$ kHz に設定した。

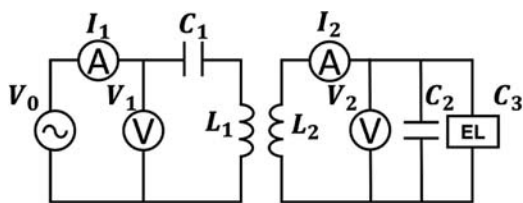


Fig. 1 Wireless power transfer (WPT) circuits for inorganic EL device

$$\eta = \frac{V_2 I_2 \cos \theta_2}{V_1 I_1 \cos \theta_1} \times 100 \quad f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_2 C_2}}$$

Fig. 2 Transmission efficiency (η) formula and resonant frequency (f_0) formula

Table 1 Inorganic EL Parameters

Inorganic EL	
Size (longer side) (mm)	215
Size (shorter side) (mm)	185
Capacitance(nF)	180
Photographs	

送受電コイル L_1, L_2 として、多角形のソレノイドコイルを作製し、コイルの形状 (円形, 三角形, 四角形, および五角形のコイル) による効果を評価した。コイルの条件を Table 2 に示す。また、送受電コイル L_1, L_2 は常に同形状のコイルを使用した。

Table 2 Three different coil types and those parameters

Coil type	Square	Pentagonal
Number of turns	100	100
Inductance L (mH)	2.9	3.0
Resistance (DC) (Ω)	5.0	5.1
Size (longer side) (mm)	110	120
Photographs		

Coil type	Circular	Triangular
Number of turns	100	100
Inductance L (mH)	2.3	2.6
Resistance (DC) (Ω)	5.8	4.9
Size (longer side) (mm)	107	140
Photographs		

4. 実験及び考察

駆動周波数と伝送効率の関係を Fig. 3 に示す。電源電圧 $V_0 = 30 \text{ V}$ に固定し、駆動周波数 $f = 1.5 \sim 3.5 \text{ kHz}$ まで 0.1 kHz ずつ変化させた。3.5 kHz において、五角形コイルを使用した場合、最も伝送効率 η が高くなった。多角形コイルは、直流抵抗が小さく、円形コイルよりも伝送効率 η が高い。

コイル形状の頂点の数 N 対最大の伝送効率 η と輝度の関係を Fig. 4 に示す。電源電圧 $V_0 = 30 \text{ V}$ に固定し、駆動周波数 $f = 1.5 \sim 3.5 \text{ kHz}$ まで 0.1 kHz ずつ変化させた。コイル形状の頂点の数 N に比例して伝送効率 η と輝度が増加した。特に五角形コイルを使用した場合、伝送効率 η と輝度が最も高くなった。コイルの頂点が複数ある場合は、多角形コイルの磁束は頂点の部分で強くなることが考えられる。多角形コイルの中で頂点の数 N が最も多い五角形コイルがワイヤレス電力伝送に適していると考えられる。

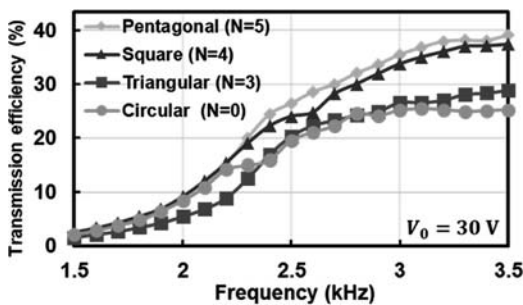


Fig. 3 Transmission efficiency versus driving frequency for different coil shapes

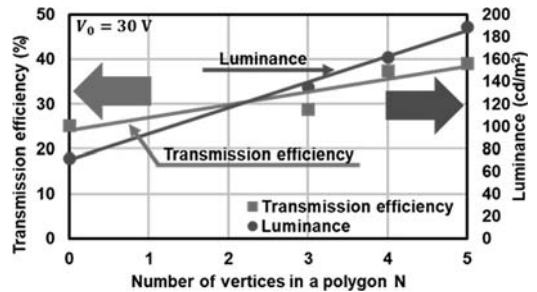


Fig. 4 Number of polygonal vertices versus luminance and transmission efficiency for different coil shapes

5. まとめ

五角形コイルを使用した場合、最も輝度が高くなった。最も広く普及されている円形コイルと比較すると、輝度が2.6倍向上した。

五角形コイルを使用した場合、最も伝送効率 η が高くなった。最も広く普及されている円形コイルと比較すると、伝送効率が1.2倍向上した。多角形コイルの中で頂点の数 N が最も多い五角形コイルがワイヤレス電力伝送に適していると考えられる。

謝辞

本研究を終えるにあたり、研究に取り組む姿勢から研究に関するご指導、また研究以外に至るまで幅広くご指導していただいた、山本伸一先生、和途浩一先生に心より感謝いたします。そして、日頃の研究においてご協力していただき、活発な議論をしていただいた山本研究室の方々に御礼申し上げます。