

レーザー直接描画法によるカーボン-銅ハイブリッド電極からなる平面型マイクロスーパーキャパシタ

In-plane micro-supercapacitor based on carbon-copper hybrid electrode

prepared by laser direct writing

東北大多元研¹, 旭化成(株)² °渡辺 明¹, 小園 智子², 湯本 徹²,

IMRAM, Tohoku Univ.¹, Corp. R&D, Asahi Kasei², Akira Watanabe¹,

Tomoko Kozono², Toru Yumoto²

E-mail: akira.watanabe.c6@tohoku.ac.jp

フレキシブル・ウェアラブルデバイスへの適用を意識した柔軟なフィルム状の平面型マイクロスーパーキャパシタ (in-plane Micro-Supercapacitor, MSC)の研究が近年活発になってきている。平面型マイクロスーパーキャパシタの構造は、対向したくし型電極と高分子電解質から成っており、セパレーターが無く、フレキシブル・薄型で発火の危険性が無いなど、従来の積層型スーパーキャパシタとは異なる特徴を有している。本研究では、ポリイミドフィルム上に酸化銅インクを塗布した基材を用いたレーザー直接描画法によって、カーボンと銅からなるハイブリッド型電極を形成し、平面型マイクロスーパーキャパシタへの応用を検討したので報告する。レーザー直接描画法によるカーボン-銅ハイブリッド電極形成プロセスを Fig.1 に示した。レーザー光パワーを制御することによって、銅電極部分と、下地のポリイミドのレーザーカーボン化によって形成された多孔質カーボン電極部分とを作り分けることが可能だった(Fig.2)。Fig.3 にはカーボン電極からなる MSC とカーボン-銅ハイブリッド電極からなる MSC のサイクリックボルタモグラムを示したが、銅電極構造による内部抵抗の低下により比容量の向上 ($0.284 \rightarrow 0.532 \text{ mF/cm}^2$) が示された。

(Ref.) J. Cai, C. Lv, and A. Watanabe, *J. Mater. Chem. A*, **4**, 1679 (2016). J. Cai, C. Lv, and A. Watanabe, *Nano Energy*, **30**, 790 (2016). J. Cai, C. Lv, and A. Watanabe, *RSC Advances*, **7**, 415 (2017). J. Cai and A. Watanabe, *Proc. SPIE*, **10092**, 100920P-1 (2017). J. Cai, C. Lv, C. Hu, J. Luo, S. Liu, J. Song, Y. Shi, C. Chen, Z. Zhang, S. Ogawa, E. Aoyagi, A. Watanabe, *Energy Storage Materials*, **25**, 404 (2020).

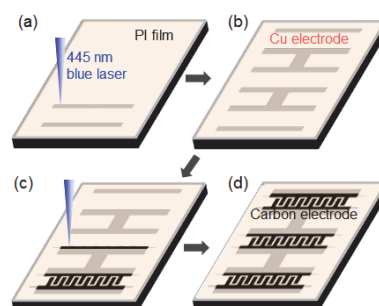


Fig.1. Formation of carbon-copper hybrid electrode by laser direct writing. (a) Laser direct writing on Cu_2O ink coated PI film, (b) laser written copper electrode, (c) laser induced carbonization, (d) carbon copper hybrid electrode.

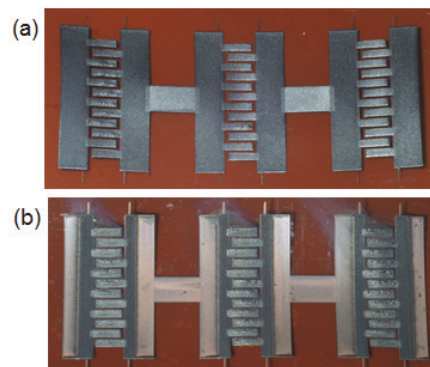


Fig.2. Photographs of (a) carbon electrode and (b) carbon-copper electrode prepared by laser direct writing.

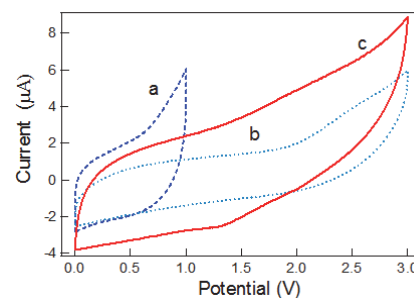


Fig.3. CV curves of MSCs consisting of (a) single carbon electrode, (b) 3-series carbon electrode, and (c) 3-series carbon-copper hybrid electrode.