

目的別テーマ：ソフトエネルギーデバイスの開発

研究テーマ

16-4-8：エレクトロテキスタイルのダイレクトメタノール燃料電池への応用
～ カーボンナノファブリック拡散電極の開発 ～

ABSTRACT

It succeeded in the improvement in the direct methyl alcohol fuel cell (DMFC) performance by using carbon nanofabric made by electro-spinning. It worked for the improvement in electric contact by installing carbon nanofabric between the catalyst layer and the diffusion layer in DMFC. Carbon nanofabric was obtained by carbonization of PAN nanofiber fabric that formed by electro-spinning. Improvement in the catalyst activity was recognized in DMFC using the carbon nanofabric, and maximum output density reached 60 mW/cm².

研究目的

静電紡糸法 (e-spin) を用いて作製したカーボンナノファブリック (CNFbc, Fig.1) 電極によるダイレクトメタノール燃料電池 (DMFC, Fig.2) 特性の向上に成功した。現在、DMFC の Cathode 拡散層には主に Carbon Paper (CP) が用いられている。拡散性向上のためには Carbon Cross (CC) が用いられるが、網目が大きく集電性が低い。本研究では、Cathode 拡散層の触媒層側にナノコートすることで、集電性を高めると共に触媒効率の向上を目指した。

2. 実験

CNFbc は Table 1 に示す条件で e-spin にて作製した PAN 不織布を不融化、焼成することで得た。これを CP に積層し Cathode 拡散層に用いて、電解質膜である Nafion 112 に触媒を転写したものと共に膜電極接合体 (MEA) を作製した。燃料流速 2.8 ml/min、空気流速 500 ml/min、セル温度 60℃ の条件で DMFC 特性評価を行った。

Table 1. E-spinning condi

	Conc. of PAN sol. in DMF (wt %)	Voltage (kV)	Fiber morphology	Diameter (nm)
(a)	6.0	15	NF with beads	150 ± 20
(b)	8.0	15	Straight NF without beads	230 ± 30
(c)	8.0	12	Waved and non uniform NF	320 ± 120

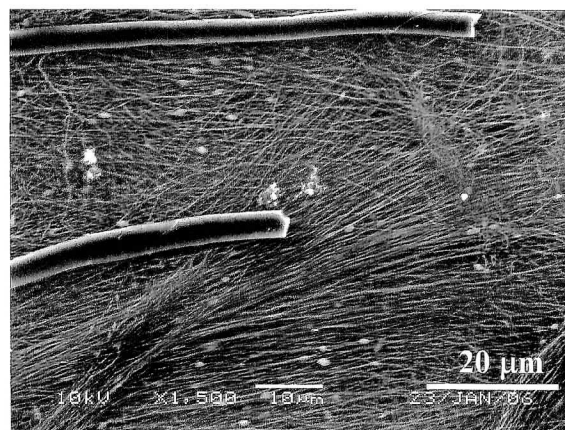


Fig.1. カーボンナノファブリック (CNFbc) の SEM 像

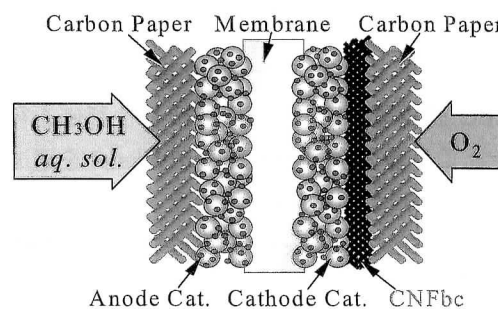
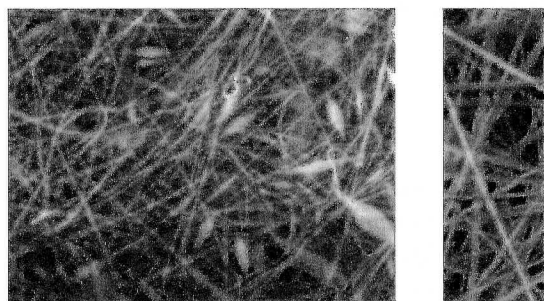


Fig.2. カーボンナノファブリック (CNFbc) を用いた DMFC の構造

5年間の研究内容と成果

Fig.3 (a)~(c) に PAN ナノファイバーの SEM 画像を示す。濃度 6 wt % 以下の時、ビーズ形状体の混入が認められたが、8 wt % 以上になるとほぼ見られなくなった。これは飛散中に溶媒が完全に蒸発しきらなかったためである。電圧 12 kV 以下ではファイバー直径が不均一だが、15 kV まで高めると均一でより細いものが得られた。これは高電圧を印加すると静電反発力が強くなり、飛散中の破裂回数が増えるためである。



(a) 6 wt %, 15 kV

Fig. 3. SEM I

DMFC 電極には、ビーズがほとんど見られず、均一な 8 wt %, 15 kV のものを焼成して用いた。Fig.4 に Cathode 拡散層に CNFbc を CP に積層した DMFC の特性を示す。最大出力密度は 73 mW/cm² を達成した。触媒効率が向上したことで高い出力密度を得られたが、高電流密度領域において急激な電圧の降下がみられた。これは、CNFbc の下層に用いた CP の拡散性が低いためであると考えられる。

本研究では、Cathode 拡散層の触媒層側をナノコートすることで、集電性を高めると共に触媒効率の向上を目指した。CC の前段階として CP に CNFbc を積層したものを DMFC 拡散層に用いて DMFC 特性評価を行ったところ最大出力密度 73 mW/cm² を達成した。Fig.5 に CNFbc を用いた MEA の断面 SEM 像を示した。CNFbc が炭素繊維と触媒層の界面で接合状態を改善させている様子が確認できる。これにより、CNFbc が集電性の向上に寄与することが明らかとなった。

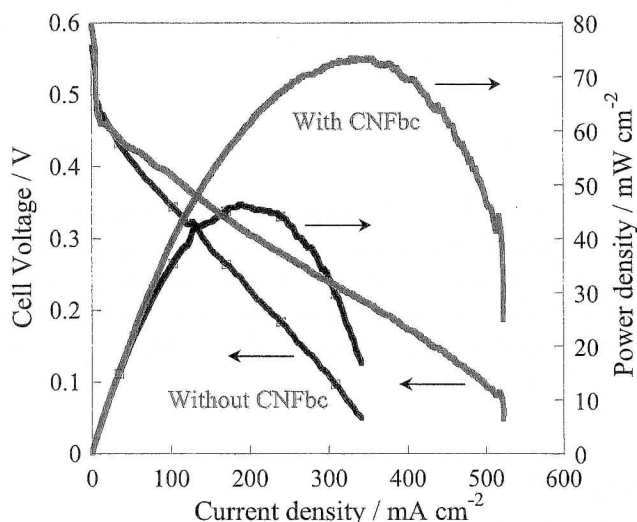


Fig. 4. DMFC Performance of CNFbc

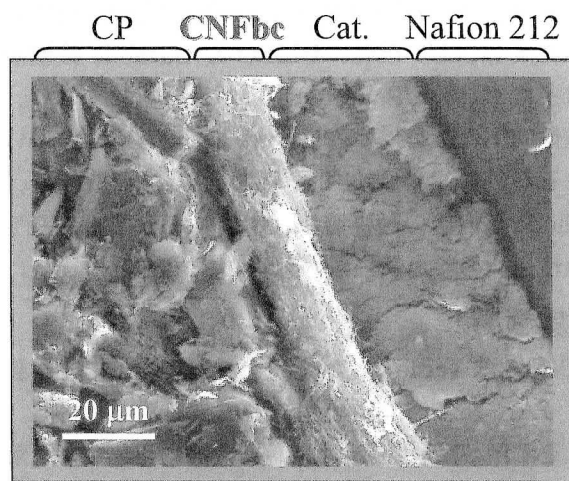


Fig. 5. SEM Image of MEA using CNFbc.