

# 強磁場下における炭素繊維/シリカ複合体膜の作製

## Preparation of Carbon/Silica Composite Film under High Magnetic Field

産総研

北村直之

東北大・金研

高橋弘紀, 茂木 嶽, 淡路 智, 渡辺和雄

N. Kitamura<sup>1</sup>, K. Takahashi<sup>2</sup>, I. Mogi<sup>2</sup>, S. Awaji<sup>2</sup>, K. Watanabe<sup>2</sup>

<sup>1</sup> National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

<sup>2</sup> Institute for Materials Research, Tohoku University

### 1. はじめに

近年、高分子やカーボンナノチューブなどの大きな磁気異方性を有する物質の磁気配向現象が盛んに研究されている[1-2]。磁気異方性を有する導電性のファイバーを母材中で配向・固定させることができれば、電気的・光学的に異方性を持った新しい電子デバイスや光学デバイスへの展開が期待できる。カーボン系のナノチューブやナノファイバーは大きな磁気異方性を有していることが知られている。これを、無機ガラス中に分散することで、耐熱性・耐環境性にすぐれた材料となる。本研究では、強磁場中で炭素ナノファイバーを配向させ、無機ガラス膜中に固定させることを試みた。

### 2. 実験方法

無機母材の原料としてナノサイズの粒子径のコロイダルシリカ(日産化学製、スノーテックス)を用いた。また、配向させる炭素系繊維として直径約160nm長さ約6μmのナノファイバー(昭和電線、GVCF-H<sup>®</sup>)を用いた。コロイダルシリカは蒸留水とアルコールで希釈した後に、分散性を良くするために、溶液のpHを調整するとともに表面活性剤を少量投入した。超音波でファイバーを10分間分散させた後、スターラーで約3時間攪拌した。磁場中の複合体膜の作製は前年度までに開発した磁場中成膜装置[3]を用いて行った。製膜装置のブロックダイヤグラムをFig.1に示す。調整した原液をガラススポットル

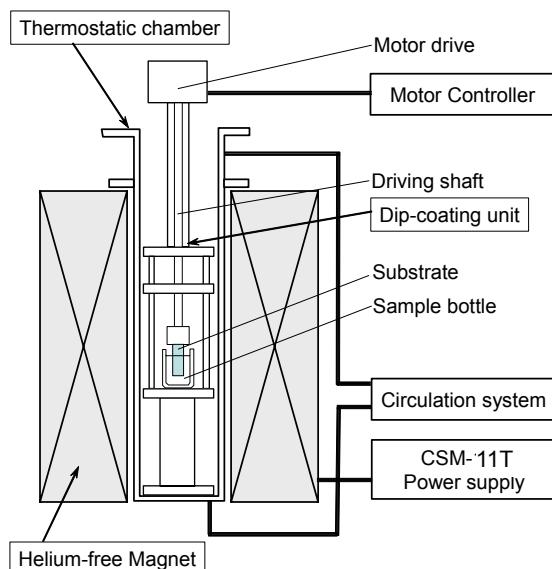


Fig.1 Block diagram of dip-coating system under high magnetic field.

に入れ、溶媒と同じ雰囲気にした後に1-10mm/sの引き上げ速度で数回成膜を行った。基板には光学研磨された石英ガラスを用いた。作製した複合体膜は約50°Cで約1時間乾燥した。得られた複合体膜中のファイバーの様子は光学顕微鏡を用いて観察した。

### 3. 実験結果と考察

作製した乾燥複合体膜の写真をFig.2に示す。図中の挿入図は膜表面の光学顕微鏡写真である。膜表面

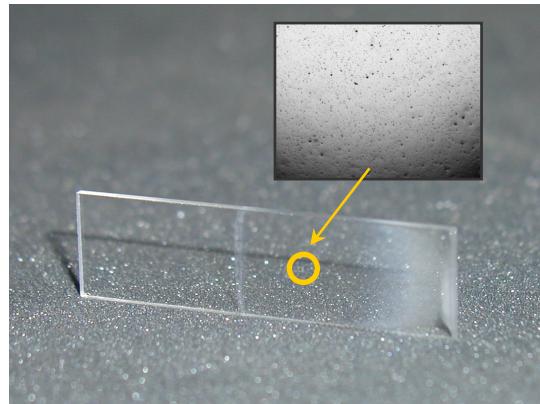


Fig.2 Snap shot of carbon nano-fiber orientated silica composite film and optical microscopic image of a surface of the film. Magnetic field was applied along to the longitudinal direction of the silica substrate.

にはピンホールが見られたが、光学的には透明で若干散乱性のある膜であった。

Fig.3およびFig.4にそれぞれOTおよび4Tの磁場下

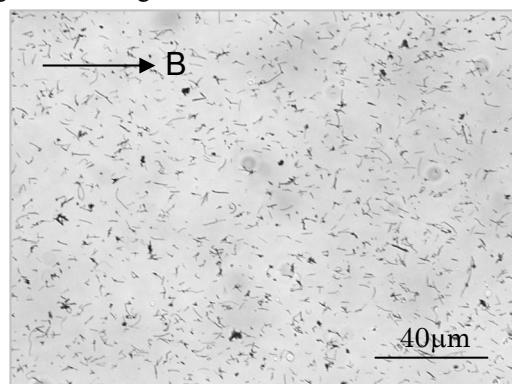


Fig.3 Optical microscopic photograph of carbon nano-fiber in the silica composite film prepared under zero field.

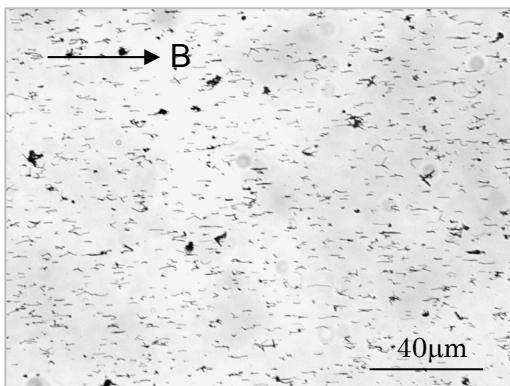


Fig.4 Optical microscopic photograph of carbon nano-fiber in the silica composite film prepared under 4T.

で1回の引き上げで作製された複合体膜内部のナノファイバーの光学顕微鏡写真を示す。何れにおいてもファイバーは殆ど均一に分散していることがわかる。ゼロ磁場において作製された複合体膜では、ファイバーの方向はランダムな方向を向いている。一方、4Tの磁

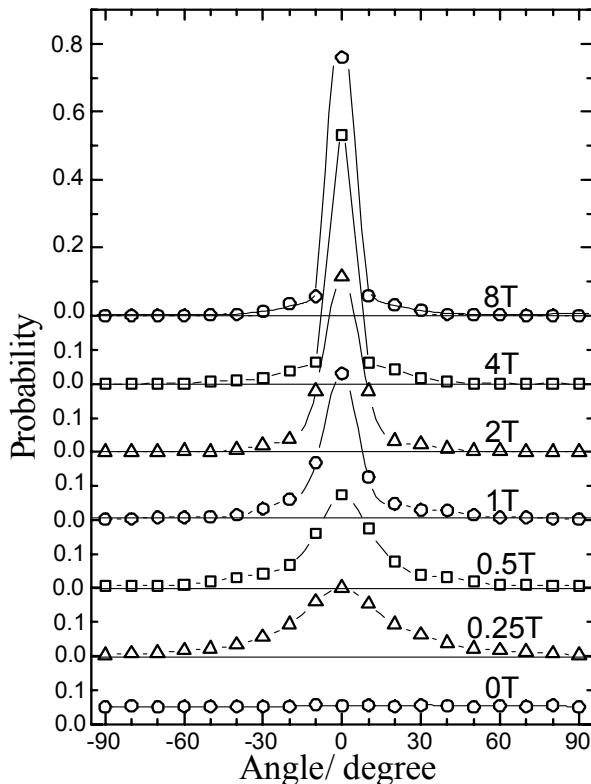


Fig.5 Distribution chart for the direction of carbon nano-fibers in the silica composite films prepared under magnetic fields. The abscissa represents the angle between the fiber axis and fields. The ordinate shows the proportion of the fibers directed to the respective angles.

場中で作製された膜中では、ファイバーが磁場の印加方向に向いていることがわかる。光学顕微鏡写真から磁

場印加方向に対する偏角  $\theta$  ( $-90^\circ < \theta < 90^\circ$ ) の統計をとり、磁場強度に対する変化を調べた。Fig.5 に確率分布の磁場依存性を示す。1-2T の磁場で磁気配向がることがわかった。大きく進み、8T ではほとんどのファイバーが配向していることがわかった。動的な引き上げにおいても配向状態が維持されていたことは大変興味深い。今後、配向挙動から磁気異方性の評価を行う予定である。

#### 4. まとめ

導電性のナノ細線を配列させるワイヤーグリッド型偏光子と同様に本複合体膜でも光学的な異方性が確認された。光学的な利用のみならず導電膜としても期待できる。全無機物質からなる素子は化学的・熱的耐久性に優れるため、電子デバイスや光学デバイスへの利用が期待できる。

#### 参考文献

- [1] M. Fujiwara et al., J. Phys. Chem. B, 103(1999)2627.
- [2] S. Mamada et al., Polymer Prep. Jpn., 51(2002)726.
- [3] 2008 年度年次報告書 5-6, 2007 年度年次報告書 5-7