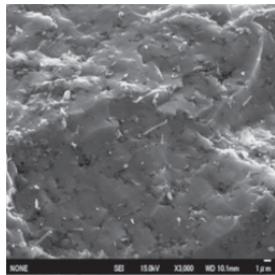




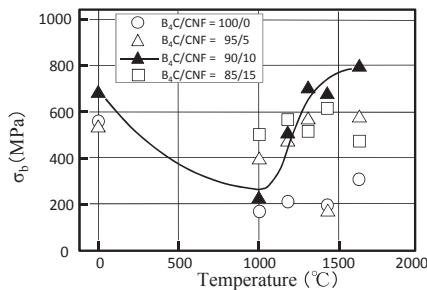
高強度・強靭性を有する 高密度炭化ホウ化物

炭化ホウ素 B_4C は、金属アルミニウム Al よりも軽量（密度 $2.5 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ ）、かつ、ダイヤモンド、立方晶窒化ホウ素 $c\text{-BN}$ に次ぐ高硬度（ピッカース硬度 H_v 27.4-34.3GPa）を有し、また高融点（約 2400°C）と優れた耐食性等を備えているほか、化学的に安定で熱伝導性や電気伝導性の良好なセラミックスである。しかし、緻密なセラミックスの作製が困難であり、脆性という弱点がある（例えば、破壊靭性値 $K_{IC} 1.2 \sim 3.6 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ ）。



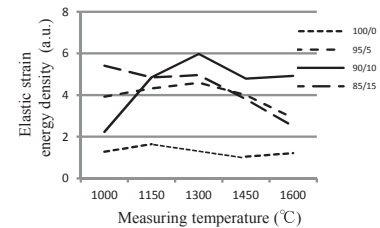
(a) B_4C/CNF の破断面電子顕微鏡写真

SEM photographs for the fractured surfaces of B_4C/CNF ceramics sintered at 1900°C/10min/30MPa : $B_4C/CNF = 90/10 \text{ vol}\%$.



(b) B_4C/CNF の高温下 物性測定結果

Bending strength σ_b of the B_4C/CNF ceramics at high temperatures.



(c) Elastic strain energy density of B_4C/CNF Composites at high temperature during Bending strength test.

同志社大学理工学部の廣田 健教授の研究グループは、カーボンナノファイバー (CNF) を B_4C に添加したコンポジットを作製し、高温下 (1600°C) で 800MPa 以上の強度 σ_b と、 B_4C 単相セラミックスに比べて約 5 倍の靭性を発現させることに成功した。

新技術は、非晶質のホウ素と炭素の混合原料中に CNF を均一分散させ、パルス通電加圧焼結法により、混合原料から自己燃焼を誘導させて化合物 B_4C を合成しながら、高速昇温・短時間焼結で粒成長を抑えた緻密な微細構造を形成し、セラミックス内部に均一分散させた CNF の高い力学的特性 (引張り強度 σ_t 約 2.20GPa) と、炭化物の自己修復効果により高温での高強度と強靭性を実現させている (図)。

今後、この CNF を分散させた高密度 B_4C セラミックスは高温熱交換器、ジェットエンジン

や火力発電等のタービン部材への応用が期待される。この分野は、現在ニッケル合金やコバルト合金など高価で重い耐熱性超合金が使われているが、例えば火力発電に应用した場合、耐熱レベルが 1000°C から 1700°C に上昇でき、その結果発電効率は 44% から 60% 以上となり概ね 1 億 $t\text{-CO}_2$ /年の炭酸ガス排出量削減と大幅な省エネ効果が期待できる。

本研究グループでは実用化に向け、共同研究開発に参加を希望する企業と連携して試料の大型化や異形成品での試作確認に取り組む予定である。

(同志社大学教授 廣田 健 連絡先: 〒 610-0321 京都府京田辺市多々羅都谷 1-3, E-mail : khimoto@mail.doshisha.ac.jp)

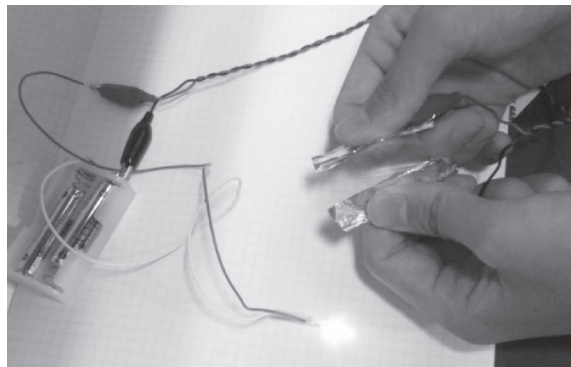
URL : <http://liaison.doshisha.ac.jp/>

[2013 年 11 月 25 日原稿受付]

電界紡糸ナノファイバーを マスクにしたウエットエッチング によるフレキシブル透明導電 フィルムの簡便な製造法

東京工業大学大学院理工学研究科 渡辺順次教授らの研究グループ (坂尻浩一特任准教授、松本英俊准教授、戸木田雅利准教授、大学院生の東 啓介) は簡便で安価な透明導電フィルムの製造法を開発した。この方法では、髪の毛の 100 分の 1~1000 分の 1 の細さの繊維「ナノファイバー」をマスクに、高分子フィルム上に蒸着された金属をエッチングするだけでフレキシブルで透明な導電フィルムが製造できる。透明導電フィルムはディスプレイや太陽電池などに広く用いられている。導電体には酸化インジウムスズ (ITO) が広く用いられているが、インジウムはレアメタルであるうえ特定化学物質であるため、代替材料の要求が高まっている。

具体的な方法を以下に記す。まずアルミニウム蒸着フィルムを電極に高分子ナノファイバーを電界紡糸し、電極上に堆積させる。これを熱処理してフィルム上に堆積したナノファイバーをアルミニウム表面に密着させる。次にナノファイバーが密着したフィルムをアルミニウムを溶解する溶媒に浸してエッチングする。エ



ッチングでマスク (ナノファイバー) で覆われていないカ所のアルミニウムは溶解してフィルム上から除去される。一方、覆われているカ所のアルミニウムは残る。最後にマスク材の高分子を溶剤で溶解させて取り除く。こうしてできたアルミニウムのワイヤーの幅は電界紡糸ナノファイバーの径の 2 倍程度であった。金属ナノワイヤーは、電極上に不織布状に堆積したナノファイバーの軌跡の平面上への投影になっている。2 次元ネットワークを形成している。

金属ワイヤーの幅とネットワーク密度は電界紡糸条件で制御でき、ワイヤー幅に依存した透過率と導電率との相関を確認している。現在ま

での最適化で ITO と同等の高い可視光透過率 (80%) と高い導電性 (45Ω/sq) の導電膜を有する高分子フィルムの調製に成功している。この成果は *Material Letters*, 115, 187-189 (2014) に掲載される。

(東京工業大学大学院理工学研究科 戸木田雅利 連絡先: 〒 152-8552 目黒区大岡山 2-12-1-H136)

URL : <http://www.op.titech.ac.jp/polymer/lab/watanabe/external/index.html>

[2013 年 11 月 27 日原稿受付]