

目的別テーマ：ハイパフォーマンス/ハイブリッド繊維の開発

16年度研究テーマ

15-5-6：高度複合紡糸とレーザー加熱延伸によるナノファイバーの創製

ABSTRACT

By combining multi-islands conjugate melt spinning and CO₂ laser-heated flow drawing, ultra-fine poly(ethylene terephthalate) fiber was obtained. The flow drawing condition laid in the straight line expresses constant ratio of laser power to fiber feed speed. Cross-section of flow-drawn fiber expresses honeycomb shape with the 10-50 nm Nylon boundary layer. This fiber, having a Young's modulus of 2.1 GPa, tensile strength of 0.25 GPa, and 170% elongation at breaking point, could be re-drawn over 5 times.

研究目的

高度な海島複合紡糸技術と炭酸ガスレーザー加熱延伸技術を組み合わせることにより、高速、安価にポリエステル、ナイロン等のナノファイバーを創製する。

一年間の研究内容と成果

高度複合紡糸技術によって作成した多島海島繊維を炭酸ガスレーザー加熱延伸することにより、連続したポリエステルナノファイバーを創製した。レーザー加熱延伸に用いた繊維は帝人ファイバー社製の PET/Nylon 多島複合熔融紡糸繊維である。この繊維をレーザー加熱流動延伸したところ、装置の巻取限界速度 (174 m min⁻¹: 延伸倍率は 86 倍) で安定して巻き取れた。流動延伸状態では外力による仕事や結晶化に伴う発熱は無視できるほど小さいため、繊維の温度はほぼレーザー光強度と繊維の走行速度のみによって決まる。繊維が安定的に流動延伸された条件には、繊維はレーザーによってほぼ 200℃まで急速かつ均一に加熱され、冷却されつつ延伸されていると推定できる。この温度は PET の融点以下であり、比較的高粘度の状態での流動延伸したために島繊維が相互に融着しにくかった可能性がある。

86 倍延伸した複合繊維の断面 TEM 画像を図 1 に示す。得られた島繊維に融着している部分は見られず、数十 nm 厚のナイロン相を挟んでそれぞれが独立している。少ゆがんでいるが、均的なサイズは計算直径(約 330 nm) 程度になっている。またこの繊維は 2.1GPa のヤング率と 0.25GPa の強度、170%の伸度を持ち、温水中でさらに 5 倍程度まで延伸可能である。さらに紡糸・延伸条件を検討した結果、直径 40nm 程度の、均一で連続したポリエステルナノファイバーを得ることができた。

展望

得られたポリエステルナノファイバーは、直径 100 ナノメートルより遥かに小さく、しかも汎用のポリエステル繊維並みの強度を併せ持っている。連続繊維束状態で得られるため、編織等の 2 次加工性に優れ、製品形態の自由度が高い。従って高機能フィルター素材等の応用はもちろん、ほとんど不可視な衣服素材や着けていることがほとんど分からない防菌・防ウイルスマスク等として、大きな市場価値を持つ。

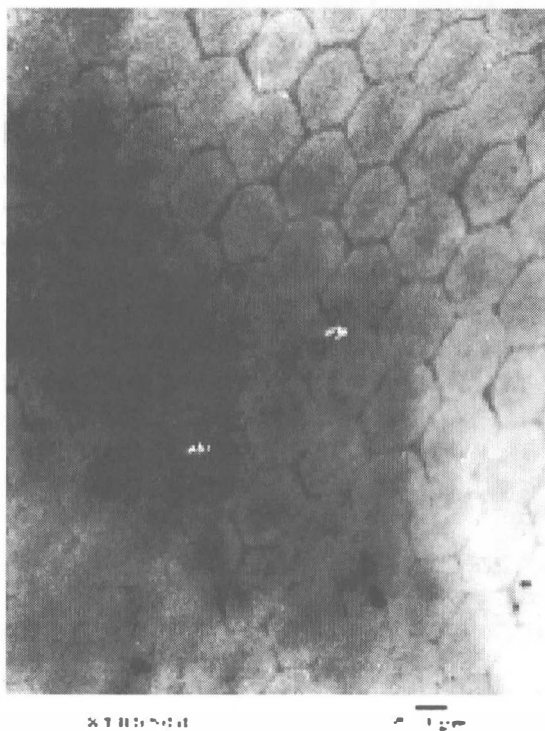


Fig.1 Cross-sectional TEM image of 86 times drawn PET/Nylon conjugated fiber. OsO₄ dyed.