髙﨑　緑 准教授

お問合せ先
corc@kit.ac.jp
産学公連携推進センター

溶媒フリーなナノファイバー化技術
レーザーエレクトロスピニングによるナノファイバー製造法の開発

■キーワード
ナノファイバー　エレクトロスピニング　溶媒フリー　均一　延伸

■研究の概要

ナノファイバーは直径1μm以下の繊維と定義され、比表面積が大きいことから、特異的なナノサイズ効果の発現が期待されます。

レーザーエレクトロスピニング(LES) は、ナノファイバーを含む極細繊維を比較的低コストで生産できる可能性をもつ新しい製造技術です。

【原理】

高電圧を印加した状態でレーザー光を照射して繊維を瞬間的に均一加熱溶融し、静電力(静電反発力と電場力) によって引き伸ばす方法です(図1)。

【LES の特徴】

①レーザーで加熱するため加熱時間が短く、熱分解を極力抑えることができます。

②静電力で引き伸ばすため応力集中が起こりにくく、安定した紡糸が可能であり、均一極細化が期待できます。

③溶媒不要なプロセスであることから溶媒回収によるコストと医療用途等における溶媒残存による懸念を回避できます。

④メルトブローなどの従来技術との併用が可能です。

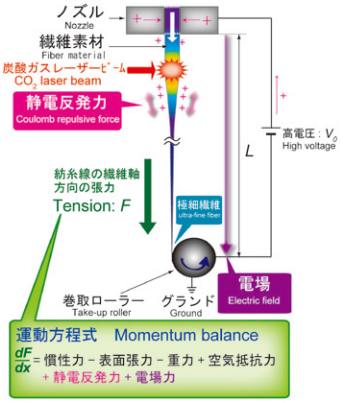

図1. レーザーエクトロスピニングプロセスの概念図

■研究・技術のプロセス／研究事例

(1)LESによる各種高分子繊維ウェブの作製

Nylon6、poly (L-lactide-co-ε-caprolactone)(P(LLA/CL))、およびポリエチレンテレフタレート(PET)等の各種原料繊維を用い、LESによって不織布状繊維(ウェブ)を作製した結果、Nylon6とP(LLA/CL)において、直径1μm、直径変動係数(CV)20%以下の極細かつ均一なウェブが得られました(図2)。

また、エアブローとLESを組み合わせたプロセス(図3)によって、直径0.9μmの熱可塑性ポリウレタンナノファイバーウェブの作製に成功しました。

その他、LESによる薬剤含有ポリ乳酸ウェブの作製とその薬剤溶出特性に関する研究等も行っています。

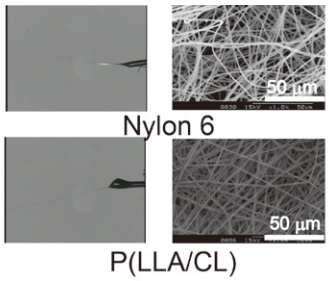

図2. LES挙動とLESで得られたウェブ

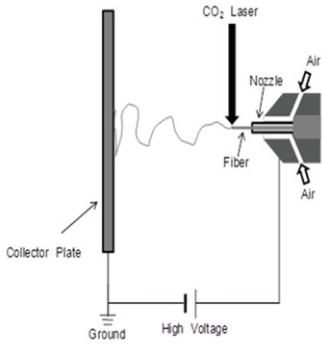

図3. エアブローを併用したLESプロセスの概略図

(2) LESによる極細PET巻取繊維の作製

繊維の延伸方法である流動延伸は、繊維の極細化において有効な延伸法であり、高温で延伸されるために配向・結晶化は抑制され、比較的高倍率まで延伸することができます。一方で、流動延伸における変形領域は長く、延伸が不安定になります。そこで、安定した延伸を可能とするLESによって極細PET巻取繊維(連続繊維)の作製を試みました(図4)。その結果、従来技術では困難であった延伸倍率700～800倍の延伸を達成しました。特に印加電圧が高くなるほど、安定的に繊維を延伸・巻き取ることができました。

さらに、LESにおいて電圧印加有り・無しの条件で、溶融延伸倍率81倍で巻き取ったPET繊維について延伸・熱処理を施しました。得られたPET繊維の引張強度と伸度は、電圧印加無しに比べ電圧印加有りの条件の方が高く、高タフネスであることが明らかになりました。本成果から高倍率延伸・高強度化プロセスへの応用が期待されます。

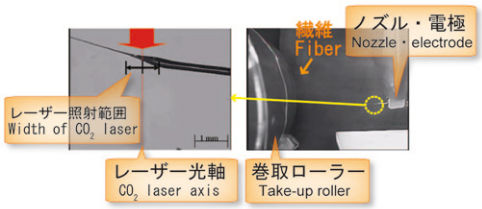

図4. LESによる極細PET繊維の巻き取り

■セールスポイント

溶媒フリーであるため、低コスト・環境低負荷なプロセスで比較的均一なナノファイバーが作製できます。さらに、従来の紡糸技術を併用したプロセスや高倍率延伸・高強度化プロセスへの展開が期待できます。

特許情報
特許第5204725号（KBセーレン株式会社、国立大学法人信州大学）
特許第4876252号（国立大学法人信州大学）

作成日：2023年4月