

(花王) ○東城武彦、平野喬大

〔背景〕

エレクトロスピンニング技術により作製されるファイバーは、その細さに由来する様々な特性に着目され、盛んに検討されている。しかし、これまで検討されてきたシート加工の技術では、使用時の操作性、生産性、コスト等の課題により、実装された例は限られている。そこで我々は、被対象物に直接紡糸を可能にするダイレクトエレクトロスピンニング(D-ES)技術の開発を行った。

〔開発内容と結果〕

D-ES 技術の具現化にあたり、安全に使用できるデバイス設計、並びに安定的に紡糸できる溶液設計という2つの観点から技術開発に取り組んだ。

デバイス設計

人体等を対象として直接エレクトロスピンニングを行う場合、電気的な回路形成を行うことが重要である。そのため、デバイスと人体を電氣的に繋ぐ機構を設けることで、デバイス内での電荷蓄積を防止した。また、安全性を考慮して高圧電源からの過電流(1.5mA 以上)を遮断する機構を設置した。さらに装置をコンパクトなサイズにするため、モーターや高圧電源の容積を小さくすることで持ち運び可能なサイズを実現した。

溶液設計

ユーザー自身がエレクトロスピンニングを行う場合、様々な環境を想定した対応が必要である。特に湿度は、紡糸性に影響を与える重要な因子であることが知られている。そこで想定される高湿度環境下での安定紡糸実現の検討を行った。溶液吐出量を 0.1g/min に固定して、イオン性添加剤の種類や添加量を調整することで導電率を制御し、相対湿度を変化させた場合の紡糸安定性を目視評価した。導電率の測定は、インピーダンス測定装置(SI1260、ソーラートロン社製)により、測定端子(SH-Z)、25℃、φ10mm、距離1mmの条件により抵抗値の測定を行い、1kHz時の測定値を用いて下記(1)式をもとに算出した。

$$\text{導電率}[\mu\text{S}/\text{cm}] = \frac{\text{電極間距離}[\text{cm}]}{\text{抵抗値}[\Omega] \times \text{電極面積}[\text{cm}^2]} \quad (1)$$

その結果を図1に示した。この結果から導電率を制御することで高湿度環境下での紡糸安定性を改善できることがわかった。

D-ES 技術の特長

本技術により肌上に形成された極薄の積層膜は、曲面を有する箇所や屈曲部へも高く密着し、ストレスなく高い追従性を有している。また、直接紡糸することで、シートそのものをハンドリングする必要がなくなるため、極めて柔軟なシートを確実に適用することが可能になる。さらに、積層されたシートの断面は、原理上エッジレス構造を形成するため、肌に適用した場合でも剥がれにくく、かつ目視で認識出来ないほど自然な外観を実現できる(図2)。

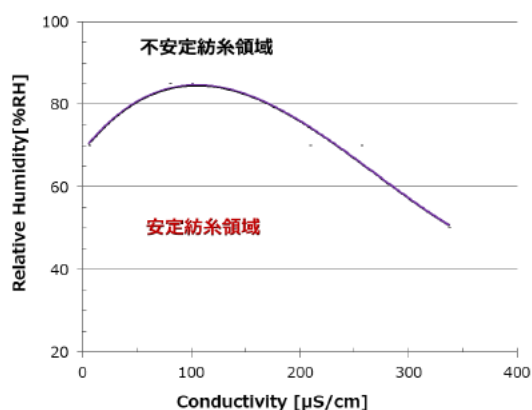


図1 溶液導電率制御による紡糸安定性

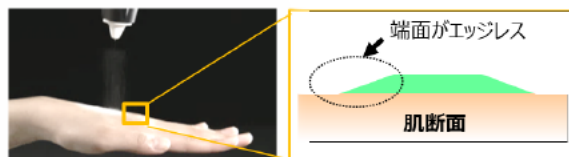


図2 D-ES 技術による被膜断面