

1. 開発の背景

ポリイミドは優れた耐熱性や機械特性を持ち、電気特性や耐放射線性にも優れる材料として、様々な先端技術分野において不可欠な材料として利用されている。

弊社ではポリイミドへのカーボン分散による導電性付与・抵抗制御技術を生かしてOA機器向けの機能部品である定着ベルトを開発し、その後さらに高精度な抵抗制御が必要とされる中間転写ベルトを開発するに至った。

中間転写ベルトについては、OA機器が白黒からカラー化と同時に高速化された結果、多色化(4~6色)された複数のトナー画像を静電的に重ね合わせる事が必要となった。また、高画質な画像を形成するには中間転写ベルトの抵抗をさらに精密に制御しなければならず、これらを実現する為に、ポリイミド内のカーボン分散性を制御した生産技術を確立している。

このポリイミドへのフィラー分散技術に、多層化・複合化による機能性付与を合わせて、ポリイミドの高機能化を目指して開発を進めてきた複合材料を紹介する。

2. フィラー分散技術による材料

ポリイミドへ機能性フィラーを分散させる事により、任意の性質を得る事ができる。例えば、導電性付与として導電性微粒子であるカーボンブラック(CB)を分散させる事で導電性ポリイミドを得る事ができる。

導電性ポリイミドは、ポリイミドの前駆体であるポリアミック酸(以下PAAと示す)溶液にCBなどの導電微粒子を均一に分散・混合した後、分散PAA溶液から溶媒を揮発させ導電材を含むPAAを製膜し、これを高温加熱によって脱水イミド化することで作製できる。

この分散PAA溶液でのCB分散状態が導電性ポリイミドベルトの電気特性に大きく影響を与えるため、分散条件を最適化する事により体積抵抗を半導電領域(例として $1 \times 10^9 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$)の1桁以内で制御する事が可能であり、このような製品はOA機器分野での定着ベルトや中間転写ベルトとして用いられている。

中間転写ベルトはメンテナンスフリー化の要求が強くベルトの長寿命化が必要とされる中で、ポリイミド製転写ベルトはカラープリンターに欠かすことの出来ない機能部材である。図1は、CBを分散したG2ベルト(弊社製品名)の機械的ストレスにおける物性の変化を動的粘弾特性にて評価した結果を示す。50万回転(140時間)の耐久後も物性に变化が無く、耐久性に優れていることがわかる。

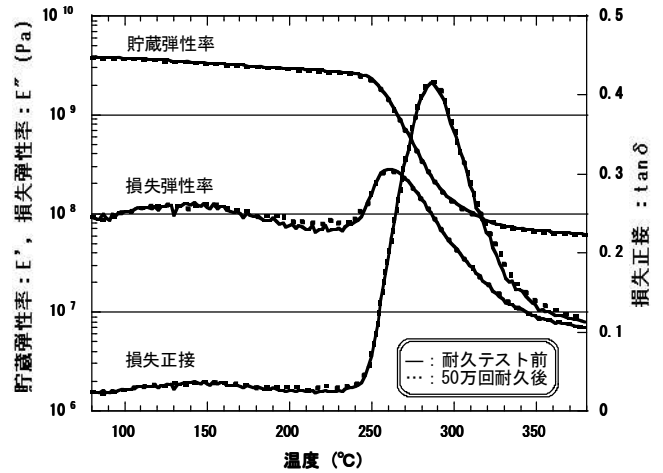


図1 動的粘弾性による耐久性評価

カーボン分散技術の応用として、熱伝導性と絶縁性の高いフィラーを分散させる事で絶縁性の熱拡散ポリイミドを得る事ができる(図2)。熱拡散ポリイミドについても導電性ポリイミドと同様に、ポリイミド前駆体溶液に絶縁熱伝導性フィラーを均一に分散・混合した後、分散溶液から溶媒を揮発させた後に高温で脱水イミド化して製作する。

この絶縁性の熱伝導性ポリイミドについてはこれまでに熱伝導率が1W程度で絶縁破壊電圧(気中測定)は50~80kV/mm前後をサンプル化できており、現在はより高い熱伝導性の実現とさらなる機能付与として熱伝導の方向性制御に取り組んでいる。

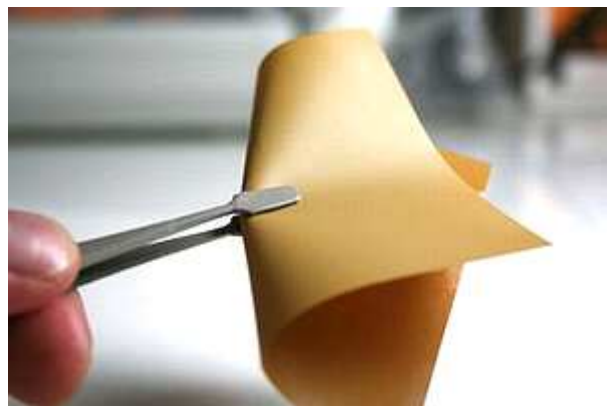


図2 絶縁性熱拡散ポリイミドシート

その他、金属微粒子をポリイミド前駆体溶液へ分散・混合し回転成形法により遠心力を利用してポリイミド表面に金属微粒子を偏在させる事により、表面のみ高い電気伝導性 ($0.5\Omega/\square$) を持つ円筒形ポリイミドベルトを得る事ができる。(図3)



図3 表面導電性円筒状ポリイミド

この材料は金属並みの導電性と樹脂のしなやかさを合わせ待っており、表面の電気導電層をそのままメッキ電極として利用して表面に金属層を設ける事で、スパッタや蒸着により金属層を設ける場合と比較してもより安価に金属-ポリイミド複合材料を得る事ができる。いずれにせよ、ポリイミドと金属の傾斜複合材料は夢のある材料であり、応用分野は今後ますます拡大することを期待している。