

論文の内容の要旨

論文題目 「ポリピロール-酸化インジウム錫導電性インクの創生」

学位申請者 次田 将大

キーワード：ポリピロール，酸化インジウム錫，ナノコンポジット，導電性インク，導電性高分子

導電性高分子の中でも，ポリピロールは環境安定性に極めて優れる．しかし，大量生産に適した化学重合法で合成された場合，その合成物は溶媒や熱に不溶不融であることから，産業分野での応用が制限されていた．そこで本研究では，有機成分としてポリピロール，無機成分として導電性である酸化インジウム錫 (ITO)を用い，ポリピロール-ITO 導電性インクを合成した．本研究の目的はポリピロールに分散性を付与し，ポリピロールと同等以上の導電性を有するポリピロール-ITO 導電性インクの合成とした．ポリピロール-ITO 導電性インクは基板に印刷することで電気回路を描くことを想定としている．界面活性剤フリーの導電性インクは界面活性剤を除去する必要がない．

第1章では，ポリアセチレンから始まった導電性高分子の特性及び性質を纏めると共にポリピロールの合成方法，ポリピロールの可溶性，ポリピロールのコロイド化といった研究背景と動向，本研究の位置付けと目的を述べている．

第2章では，水中に分散しているナノメートルオーダーの ITO の存在下でピロールモノマーを重合させることにより，ポリピロール-ITO 導電性インクの創製に成功した．ITO の表面電荷による電気二重層のために加工可能なインクとしての分散安定性を有した．ポリピロール-ITO 導電性インクの SEM 像より，ポリピロールの表面に ITO が吸着していることを確認した．

第3章では，第2章で見出したポリピロール-ITO 導電性インクのさらなる高導電化を目指し検討を行った．具体的には第2章で使用した酸化剤 $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ を $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ へと変更し，ITO の最適な配合比を調査した．導電度測定より，ポリピロール-ITO ナノコンポジットは純粋な ITO より高く，ITO の含有量を変えることで導電性を制御できることがわかった．

第4章では，第3章で合成したポリピロール-ITO 導電性インクの ITO 配合比と分散安定性について詳細に検討した．具体的には，ポリピロール-ITO 導電性インクの配合比と pH

を変化させ、分散安定性について、ゼータ電位や表面組成を用いて考察した。ポリピロール-ITO ナノコンポジットは、通常難溶性の導電性高分子であるポリピロールを加工可能な形態で利用できる可能性を持っている。吸着研究により、酸化剤及びモノマー種の少なくとも一方は、重合前に ITO 粒子に部分的に吸着していることがわかった。従って、このナノコンポジット粒子の形成メカニズムには、表面重合プロセスが重要な役割を果たしている可能性がある。ポリピロール-ITO ナノコンポジットの表面組成は、内部がポリピロール、外部が ITO に富むものであった。ポリピロール成分は粒子表面から幾分減少しているため、ポリピロール-ITO ナノコンポジット粒子は電荷安定化 ITO 粒子と見なすことができる。pH による凝集については、ポリピロール-ITO ナノコンポジットは pH7-8 では安定であったが、pH5 では凝集した。

これらのポリピロール-ITO 導電性インクは界面活性剤を含まないため、界面活性剤を除去する焼成は必要ない。印刷した電子部品は低温でも優れた導電性を示し、LED 電球の点灯が可能となった。さらに、フレキシブル基板に回路を印刷したため、曲げた状態でも LED 電球を点灯させることに成功した。

以上より、ポリピロール-ITO 導電性インクの創製に成功した。ポリピロールの分散には ITO が効果的であり、高い分散安定性が得られ、かつ導電性の挙動が明らかにされたことは工業的・学術的に意義あるものと考えられる。