

(様式 5)

指導教員 承認印	
-------------	--

平成 26 年 6 月 25 日

学位（博士）論文の和文要旨

論文提出者	工学府博士後期課程 生命工学専攻 平成 22 年度入学 学籍番号 10831203 氏名 岩 田 卓 也 印
主指導教員 氏 名	大野 弘幸
論 文 題 目	ポリエーテル型ポリウレタン用帯電防止剤としてのイオン液体の評価
論文要旨（2000 字程度） <p>高分子材料の発展・実用化に伴い帯電防止剤がさまざまな場面で使用されている。しかし従来の帯電防止剤には効果の持続性や外的環境の影響など実用面での課題が残っている。そこで新たな帯電防止剤の候補としてイオン液体の活用を試みた。イオン液体は常温で液状の塩であり、イオンのみで構成されるために分子性液体とは全く異なる特徴を持つ。本研究では、イオン液体の構成イオン種が帯電防止能に与える影響を検討し、ガラス転移温度が低く、解離性の高いイオン液体が帯電防止剤として有効であることを明らかにした。さらに、得られた知見を基に、外的環境に影響されずに帯電防止能を持続できるイオン液体の開発を行った。</p> <p>本論文は 6 章から構成されている。</p> <p>第 1 章「帯電防止剤としてのイオン液体の可能性」では、帯電防止剤、及びイオン液体について物理化学的性質や特徴の知見をまとめ、帯電防止剤としてのイオン液体の可能性を検討した。まずは従来の帯電防止剤の種類と特徴、及び帯電防止機構について説明し、有用な特徴と残された課題について述べた。次に、イオン液体の基礎物性と特徴を説明し、構成イオン構造によって物性をデザインできることを述べた。イオン液体が持つ低いガラス転移温度と高いイオン伝導度に着目し、イオン液体が帯電防止剤として有力な候補になることを述べ、本研究の意義を説明した。</p>	

第2章「ポリエーテル型ポリウレタンフィルムに添加したイオン液体の帯電防止能の評価」では、高分子材料として工業的に良く使用されているポリエーテル型ポリウレタン(PU)を選択しイオン液体の帯電防止剤としての適用の可否を検討した。イオン液体を添加したPU フィルムを作製して抵抗率の変化と帯電防止能を評価したところ、1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide ([C₄mim][Tf₂N])をわずか10ppm添加しただけで表面抵抗率が 2.1×10^{12} から $9.4 \times 10^{10} \text{ ohm sq}^{-1}$ に低下し、500ppm以上の添加では目標値としていた $10^{10} \text{ ohm sq}^{-1}$ 以下の値を得た。イオン液体は従来の帯電防止剤に比べて非常に微少な添加で効果を発現した。また、構成イオン構造が帯電防止能に与える影響を検討し、[Tf₂N]塩などガラス転移温度が低く高解離性のイオン液体がPUの帯電防止剤として有効であることを示した。

第3章「極性の異なる高分子材料への帯電防止に及ぼすイオン液体の添加効果」では、ポリエチレン(PE)、ポリスチレン(PS)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)、ポリフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体(PVdF-HFP)へのイオン液体添加効果を評価した。PE、PMMAはイオン液体を添加しても抵抗率が低下せず、効果が見られなかった。PS、PVdF-HFPでは抵抗率の低下が見られたが、PSでは表面洗浄によって表面抵抗率が上昇した。高分子構造とイオン液体の親和性について検討したところ、イオン液体と親和性の低い高分子では、イオン液体がブリードアウトすることで表面抵抗率が低下したことを認めた。PUと他の高分子との比較から、PUはイオン液体との親和性の高いポリエーテル構造を有しているため安定にイオン液体を保持でき、帯電防止能を得ることを示した。

第4章「イオン液体微粒子添加によるポリウレタンフィルムの帯電防止」では、表面洗浄などの外的環境によって帯電防止能が変化しないイオン液体-PU フィルムを設計した。イオン液体モノマーを重合した poly(IL)微粒子をPU中に分散させる方法を検討したところ、添加量1000ppmで表面抵抗率が $9.5 \times 10^9 \text{ ohm sq}^{-1}$ に低下し、表面洗浄後も帯電防止能が維持された。PUマトリクス中で分散が保持され、ブリードアウトの影響も小さかったことから、イオン液体を微粒子状にして添加する方法は帯電防止能の改善に有効であり、他の高分子材料に応用できる可能性がある。

第5章「ポリエーテル型ポリウレタン構造へのイオン液体の組み込みによる帯電防止能の維持」では、帯電防止能の長期保持のためイオン液体をPU構造に固定することを試みた。イオン液体-PUフィルムのイオン伝導性と抵抗率を比較し、帯電防止能の本質はイオン伝導であることを確認した。次に、末端水酸基を有するカチオンまたはアニオンをPU骨格中に直接導入する方法を検討した。カチオンをPU骨格に導入した系は添加量500ppmで表面抵抗率が $3.8 \times 10^9 \text{ ohm sq}^{-1}$ に減少した一方で、アニオン導入系は抵抗率の低下が小さかったことから帯電防止能はアニオン種のイオン伝導に依存することが示唆された。カチオン導入系では超音波洗浄後でも低い抵抗率が維持されることから、カチオンの固定が帯電防止能の改善に有効であることを示した。

第6章「総括」では、得られた成果を要約し、本研究の総括を行った。