

(様式 11)

平成 26 年 8 月 20 日

学 位 論 文 審 査 要 旨 (課程博士)

東京農工大学大学院工学府長 殿

審査委員	主査	大野 弘幸	印
	副査	朝倉 哲郎	印
	副査	長澤 和夫	印
	副査	中村 暢文	印
	副査	中澤 靖元	印
	副査		印

学位申請者	生命工学専攻 平成 22 年度入学 学籍番号 10831203
	氏名 岩田 卓也
申請学位	博士 (工学)
論文題目	Evaluation of ionic liquids as antistatic agents for polyether-based polyurethanes 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
論文審査要旨 (2000 字程度)	
<p>高分子材料は多岐にわたる産業分野で利用されているが、一般に高分子材料は電気絶縁性が高く吸湿性に乏しいため静電気を帯電しやすい。電子材料等の分野においては静電気障害の対策のため高分子材料に帯電防止を施すことが求められる。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多い。本論文では、新たな帯電防止剤としてイオン液体の活用を試みた。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、イオン液体がポリエーテル型ポリウレタンの帯電防止剤として有効であることを示した。また、イオン液体を設計することで、外的環境に影響されずに帯電防止能を持続できる帯電防止剤になりうることを示した。</p> <p>第 1 章では、帯電防止剤としてのイオン液体の可能性を検討した。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ると共に、既存の帯電防止剤の特徴及び帯電防止機構を考察し、有用な特徴と残された課題について整理した。その上で、イオン液体の低いガラス転移温度と高いイオン伝導度を利用すれば帯電防止剤として活用できること、イオン液体の構造の多様性を利用することで従来の帯電防止剤の課題を克服できる可能性があることを示し、本論文の意義と目的を述べた。</p>	

(様式 11)

第2章では、高分子材料に工業的に汎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について述べた。種々の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。わずか 10 ppm の 1-butyl-3-methylimidazolium bis(trifluoromethanesulfonyl)imide ([C<sub>4</sub>mim][Tf<sub>2</sub>N])を添加しただけで表面抵抗率が  $9.4 \times 10^{10} \text{ ohm sq}^{-1}$  に低下することを示した。また、イオン液体を 500 ppm 以上添加することで表面抵抗率  $10^{10} \text{ ohm sq}^{-1}$  以下の帯電防止能が得られることを示し、既存の帯電防止剤に比べて微少な添加量で効果を発現することを明らかにした。さらに、構成イオン構造が帯電防止能に与える影響を精査し、[Tf<sub>2</sub>N]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章では、種々の高分子材料へのイオン液体添加効果を評価した。ポリエチレン(PE)、ポリメタクリル酸メチル(PMMA)はイオン液体添加効果が見られないが、ポリスチレン(PS)、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)ではイオン液体の添加で抵抗率が低下することを示した。ただし PS のように高分子構造とイオン液体の親和性が低い場合はイオン液体がブリードアウトしてしまい、表面抵抗率の低下が一時的であることを確認した。第2章の PU との比較から、PU のように構造中においてイオン液体が分散を保ち、イオン伝導を維持する場合に少量で効率的に帯電防止能が発現することを示した。

第4章では、イオン液体を微粒子状にして PU マトリクス中に固定することを試みた。従来の帯電防止剤には表面洗浄など外的刺激によって帯電防止能が変化してしまうという課題があり、効果の長期安定化が求められている。そこでイオン液体モノマーを重合した微粒子を作製してマトリクス中に微粒子を保持させる方法を考案した。この方法により添加量 1000 ppm 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ることを示した。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いことから微粒子による固定化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ことを示した。

第5章では、イオン液体を PU 構造に組み込んで固定することを試みた。帯電防止能はイオン液体の分散状態の制御とイオン伝導の設計によってデザインできると考え、末端水酸基を有するカチオンまたはアニオンを PU 骨格中に直接導入してイオン伝導を促す方法を検討した。カチオンを PU 骨格に導入した系は添加量 500 ppm で表面抵抗率が  $3.8 \times 10^9 \text{ ohm sq}^{-1}$  に減少した一方、アニオン導入系は抵抗率の低下が小さいことを示し、帯電防止能はアニオン種のイオン伝導に依存することを明らかにした。カチオン導入系は超音波洗浄後でも低い抵抗率が維持されており、カチオンの組み込みが帯電防止能の改善に有効であることを見出した。

第6章では、得られた成果を要約し、その意義を述べた。

これらの結果は、イオン液体の設計により高分子材料の帯電防止能を向上できる可能性を示しており、その意義は極めて高いと判断された。