

Title	放電と高分子表面相互作用及びその応用に関する研究
Author(s)	森内, 孝彦
Citation	
Issue Date	
oaire:version	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/33805">https://hdl.handle.net/11094/33805</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について <a href="#">ご参照</a> ください。

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	もり 森	うち 内	たか 孝	ひと 彦
学位の種類	工	学	博	士
学位記番号	第	6498	号	
学位授与の日付	昭和59年3月26日			
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当			
学位論文題目	放電と高分子表面相互作用及びその応用に関する研究			
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄			
	教授 木下 仁志	教授 山中千代衛	教授 藤井 克彦	
	教授 鈴木 胖	教授 黒田 英三	教授 横山 昌弘	
	教授 中井 貞雄	教授 中井 順吉	教授 三川 禮	

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 第1部 球状ボイド内部分放電と高分子表面相互作用

#### 第1章 序 論

本章では熱硬化性高分子絶縁材料のエポキシ樹脂を対象に球状ボイド内部分放電と高分子表面との相互作用を研究した目的と意義を明らかにしている。

#### 第2章 球状ボイド内部分放電特性

部分放電の開始に長い時間おくれが存在することを見出している。それは、初期電子の不足に起因しており、絶縁物で密閉された微小ボイド内放電の特徴であることが判っている。

#### 第3章 球状ボイド内部分放電による劣化

長時間放電を受けたボイドは壁面に茶褐色の変色が見られ、ピットを生じているものもある。この試料を解体し、ボイド壁面をX線光電子分光分析により調べている。C<sub>1s</sub>ピークが変化しカルボニル基とカルボキシル基のピークが増加するとともに、N<sub>1s</sub>のピークが新たに出現している。放電化学反応で窒素がエポキシ樹脂にとりこまれたことが判明している。

#### 第4章 球状ボイド内部分放電による絶縁破壊

球状ボイドにおいても浸食劣化、ピット形成、トリーの発生進展の過程を経て破壊に至ることを確認している。

#### 第5章 結 論

本章では第2章から第4章までの結果を総括し、第1部の結論としている。

## 第2部 高周波グロー放電の陰極暗部におけるイオンと高分子表面の相互作用

### 第1章 序論

高分子材料に対する多様なニーズに応えるためには、表面改質技術が重要であり、その特徴と機構を解明して効果的に利用しなければならないことを述べて、第2部の目的と意義を明らかにしている。

### 第2章 RFスパッタエッチングによる高分子表面の突起物生成機構

スパッタエッチングにより、表面に顕著な突起物の認められる高分子材料としてふっ素樹脂系ではPTFEの他にFEP, PFAが、ふっ素系以外ではアクリル樹脂とポリアセタール樹脂があることを見出している。これらの高分子は、熱分解においてモノマー分解型である点が共通している。高分子材料における突起について、イオンによるエッチング作用と同時に、飛散したモノマーが活性化された表面に再重合して起る生成機構を提案している。

### 第3章 RFスパッタエッチングによるPTFEの表面特性変化

突起の生成したPTFE表面について、表面特性を調べ、突起による物理的形狀変化による影響が大きいことを述べている。

### 第4章 工学的応用

PTFEの接着性改善効果とその工学的利用価値の高いことを述べている。

### 第5章 結論

本章では、本研究で得られた第2章から第4章までの結果を総括し、第2部の結論としている。

## 論文の審査結果の要旨

近年高分子材料は電気絶縁材料として広く用いられているが高分子絶縁物中の空隙（ボイド）に交流電圧のため発生する気中部分放電の作用で絶縁劣化が起り、長時間破壊電圧が低下する現象が機器の絶縁寿命を決める最も重要な因子となっている。この傾向は最近の送電々圧の超高压化に伴ってますます強くなっている。本論文は第1部では主としてエポキシ樹脂中のボイド放電と高分子表面の相互作用を基礎的に解明し、部分放電による絶縁劣化の機構を明らかにすると共に第2部では気中放電と高分子界面の相互作用の応用として高周波放電の表面浸蝕作用による接着性向上に関して行った研究の結果を述べたもので、多くの成果を得ているが、その主なものを要約すると、

- (i) 注型エポキシ樹脂に計算値と比較しやすい球状ボイドを作り、交流電圧を印加してその部分放電特性を種々の実験手段を用いて究明している。その結果、たとえば初電子供給が少ないためボイド放電開始までの放電の遅れ時間が異常に長いこと、放電開始電圧はそのため大きくばらつくが放電消滅電圧は再現性がありパッシェン曲線からの計算値の $\frac{1}{2}$ になることを見出している。
- (ii) 球状ボイドの放電によって劣化したエポキシ樹脂の表面をX線電子分光（XPS）などの手段で調べカルボキシル基やカルボニル基、さらに窒素を含む生成物ができていることを明らかにしている。
- (iii) エポキシ中の球状ボイドでは放電開始後、時間と共に放電パルスの最大電荷量が減少しパルス数が増え、

最後に無パルス性のグロー放電に移る。質量分析の結果、この段階ではボイド内の酸素分圧が低下すると共にボイド表面にピットが生じそれから比較的短時間でエポキシ樹脂内に樹枝状の部分破壊（トリ）がのびて全路破壊に至ることを初めて明らかにしている。

(iv) 放電と高分子表面相互作用の応用として低圧アルゴン気中の高周波スパッタエッチ法によってポリテトラ・フルオエチレン膜（PTFE）の表面を処理することによって接着性を向上させる方法を開発すると共に、その基礎機構を究明している。すなわち、SEM像及び質量分析の結果からスパッタエッチの際の高速イオン衝撃によって、まずPTFE表面に微細な凹凸が生じ、放電時間が経過すると放電空間中に生じた励起された $C_2F_4$ などの分解生成物が表面に逆拡散して凸部に付着、重合することによって針状突起が生じることを推論している。

(v) RFスパッタ・エッチで表面処理されたPTFEの接着性の向上は前述のように表面に針状突起ができるための物理的原因によっているから、紫外線照射などで低下せず、ナトリウムなどの化学処理によるものと比べて優れた特性を示すこと、また電気的絶縁性も未処理のものと変わらないことを明らかにし、実用化に成功している。

以上述べたように本論文は放電と高分子表面の相互作用に関する多くの新知見を含み高分子絶縁材料の絶縁性、接着性向上のための指針を与えるものであり、電気材料工学に寄与する所が大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。