The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	誘電体の電子伝導と絶縁破壊に関する研究
Author(s)	林, 光澤
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2279
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【63】

氏名・(本籍)	林　光澤（はやし　こうたく）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4473 号
学位授与の日付	昭和54年2月1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	**誘電体の電子伝導と絶縁破壊に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 犬石　嘉雄 教授 西村正太郎　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 横山　昌弘 教授 三川　礼

論文内容の要旨

本論文は各種高分子，α－硫黄単結晶の高電界電気伝導及び低温液体の絶縁破壊遅れに関する研究の成果をまとめたものであり，以下順を追って内容の梗概を述べる。

第一章　序論

本章では，固体絶縁物の電気伝導及び液体の絶縁破壊機構の解明が重要であり，従来迄の高分子のキャリア移動度液体絶縁物の電気伝導，破壊機構に関する研究成果を総括して，問題点を明らかにし，さらに高分子，α-硫黄などの高電界電気伝導，低温液体の絶縁破壊遅れについて，研究した目的と意義を明らかにしている。

第二章　ポリマーの高電界電気伝導

本章では，ポリエチレンテレフタレート(PET)の電子ビーム照射によるTime of Fiight 法を用いて，先づ電荷波形に“速い成分”と“遅い成分”の2種類あることを述べ,“速い成分”からキャリア移動度と寿命を求めている。電子，正孔の活性化エネルギーをほぼ0.30evと求め，その伝導過程は熱活性型トンネルホッピングによる伝導であるとしている。デトラップに関与した“遅い成分”は高電界では“速い成分”に移行することを述べている。高分子のキャリア量子効率と分子構造との間に密接な関係があることを述べている。即ちπ電子を持つベンゼン核を含むＰＥＴなどの高分子では，それを含まないポリエチレンなどより，量子効率が極めて大であることを述べている。

第三章　α-硫黄の高電界電気伝導

本章では，前章と同じ方法によって，α-硫黄の電子，正孔の移動度，寿命を求めている。正孔の誘起電荷量と電界強度の関係で2つのステップがあり，1つ目のステップはSchubweg 効果を示し，2

つ目のステップに於いては，その電界が低温になる程，高電界側にシフトしていっている。第2ステップの飽和電荷量は，低温になる程増していくので問題が残るが，この正孔の発生機構はPoole-Frenkel効果を考慮に入れて定性的に説明されている。

第四章　低温液体の絶縁破壊遅れ

本章では，矩形波過電圧を，低温液体に印加し，破壊時間遅れから液体の統計，形成時間遅れTs，T_Fを求めている。液体Arに於いて，T_Fは電極間走行時間に相当することを述べ，このT_Fから破壊前駆での液体Arの電子のドリフト速度v_F，移動度μ_Fを求めている。電界とともにv_F，μ_Fの増大は，電子がAr原子との非弾性衝突によって，冷却されることによるとして説明されている。不平等電界では，液体Ar，N_2とも負針の方が，正針よりも破壊電圧が，1桁以上も大きく，これは針先端近傍での空間電荷効果を考慮して説明されている。

第五章　工学的応用

第二章での研究成果を基にして，合成高分子材料ケーブルの絶縁設計の見通しを述べ，またPETが電子線線量計としても応用の可能性があることを述べている。

第六章　結論

第二章から第五章迄の研究結果及び応用などについて，総括し，本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

最近，送電々圧の上昇にともなって電力機器絶縁の設計電界強度が上昇し，材料の本質的破壊強度に近づづきつつあり，実用的見地からも誘電体の絶縁破壊機構を解明することが要請されている。本論文は主としてこのような絶縁破壊現象の基礎である誘電体中の高電界電子輸送過程をパルス電子ビームによるtime of flight法で実験的に調べ，これに物性論的な考察を加えたもので，さらに最近超電導送電等で問題となっている。低温液体の絶縁特性をナノ秒パルスを用いて研究している。その結果，絶縁材料の電気物性工学上極めて重要な新知見を得ているが，主なものをあげると

(i)　これまで信頼すべきデータの少ない，多くの高分子絶縁材料中の電子，正孔輸送過程が破壊前駆電界に至るまではじめて究明され，移動度，キャリア寿命，自由電子の量子効率等が種々の条件で定量的に求められている。多くの場合キャリア移動度は熱活性化ホッピング伝導の特性を示している。また高分子の化学構造とキャリア輸送特性との間に密接な関係があることが推論されている。

(ii)　硫黄単結晶中の電子と正孔とは従来知られていた移動度の大きな差の他に誘起電荷量の電界依存性の面でも異ったふるまいをすることが明らかになった。

(iii)　液体アルゴンで形成破壊遅れから求めた破壊電界領域での電子移動度はそのドリフト速度飽和現象から予想されるよりも大きい値を示し破壊領域での非弾性衝突の重要性が明らかにされている。

以上，数例をあげたように本論文は電気絶縁材料の高電界での物性を基礎的に理解する上で重要な貢献をもたらし，また新しい絶縁材料の開発に対する指針を与えている。よって本論文は博士論文と

して価値あるものと認める。