The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	誘電液体のパルス絶縁破壊に関する研究
Author(s)	藤井, 治久
Citation	大阪大学, 1980, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/2381
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【14】

氏名・(本籍)	藤井治久（ふじい はるひさ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4934 号
学位授与の日付	昭和55年3月25日
学位授与の要件	工学研究科 電気工学専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	**誘電液体のパルス絶縁破壊に関する研究**
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄 (副査) 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 中井 貞雄

論文内容の要旨

本論文は，以下の8章より成っている。

第1章 序論

液体誘電体の電気伝導及び絶縁破壊の研究には，分子構造の非常に簡単な液体を用いる事，及び，不純物・電極等の2次的因子を抑制する事が必要であることを述べ，これらの点に関して，極短パルス電圧破壊及びレーザー光破壊が，液体の絶縁破壊機構を解明するのに有効な手段である事，又，将来有望視されている超電導機器の絶縁材料として液体ヘリウム及び窒素の絶縁特性の研究が非常に重要であることを述べている。

第2章 液体誘電体の高電界電気伝導と絶縁破壊に関する一般的考察

現在迄に得られている液体誘電体の高電界電気伝導と絶縁破壊に関する研究成果を概観している。

第3章 液体ヘリウムの絶縁破壊現象

nanosec，μsec領域の極短パルス高電圧発生器を用いて液体ヘリウムの絶縁破壊電圧特性，破壊遅れ時間特性を測定している。

破壊電圧特性については，種々のパラメーターを変えて測定している。特に，その中で，従来の液体には見られない異常な極性効果が見られ，それを陰極からの電子放出で説明している。又，破壊遅れ時間特性から単一電子なだれ破壊機構を仮定し，形成時間遅れをキャリアの電極間走行時間としてドリフト速度，移動度を評価している。その結果，電子は電子バブルの様な局在した状態で電極間を走行するのではなく，ある程度自由な状態で走行すると考えている。

第4章 液体窒素の絶縁破壊現象

超高純度液体窒素の極短パルス絶縁破壊電圧特性，破壊遅れ時間特性を測定している。破壊電圧特性に於いて，破壊電圧の極性効果が電圧パルス幅によって変化する事を見出している。電圧パルス幅が200～300nsec以下では正ストリーマー破壊が効いており，又，それ以上のパルス幅では，陰極からの電子放出による気泡形成が重要な役割を果たしている事を明らかにしている。

第５章　フッ化炭素液体の絶縁破壊現象

フッ化炭素液体は，難燃性でしかも分解による有害物質の発生は起こらないので，環境公害によって使用を制限されたＰＣＢに代わり得る絶縁性液体であると考えられるので，その絶縁破壊強度を調べ，同様の分子構造を持った炭化水素液体の場合と比較検討を行なっている。

第６章　レーザー光による液体誘電体の絶縁破壊

ガラスレーザー及びルビーレーザーを用いて，種々の有機液体の絶縁破壊特性を測定している。レーザー光による有機液体の破壊電界の分子量依存性，温度依存性に於いて，パルス電圧による破壊電界の場合と全く逆の傾向を示す事を見出している。そのレーザー光による液体の絶縁破壊は，光周波数領域に拡張した高周波破壊理論で説明している。又，ベンゼン環を持った液体のレーザー光破壊電界はかなり低く，それは π 電子が破壊の初電子として供給される為であるという事を示している。

第７章　レーザー光による固体の表面破壊

kcl やレーザー用光学素子のルビーレーザー光による表面破壊現象を調べている。

第８章　結論

本研究で得られた結果を総括し，結論を述べている。

論文の審査結果の要旨

液体誘電体は古くから電気機器の絶縁材料として重要な地立を占めておりその絶縁破壊強度は機器性能を決定する最重要因子である。にもかかわらず液体誘電体の絶縁破壊の基礎機構は，液体自身が固体結晶ほど規則性がなく，気体ほど無秩序でない中間状態であること，種々の不純物が入りやすいことなどが原因として，物性論的には不明の点が多い。

さらに最近超電導ケーブル，回転機や超電導コイルなどに代表される低温工学機器の電気絶縁が省エネルギ，エネルギ蓄積や核融合工学への応用から重要な問題になってきている。

以上のような情勢の下に，本論文では主として液体ヘリウム等の低温液体の絶縁破壊機構をナノ秒パルス技術等を用いて追求すると共に，レーザー光パルスを用いて電極，気泡等の二次的因子に影響されない液体の光周波数での絶縁破壊を初めて実験している。その結果，多くの重要な新知見を得ているが，そのうち主なものを例示すると，

(1) 液体ヘリウムの絶縁破壊は陰極から注入電子による電子なだれ過程で起こることを実験的に明らかにすると共に，液体ヘリウムで針対平板電極で針負の破壊電圧が針正の場合より小さい異常極性効果を見い出し，正ストリーマが極めて起こりにくいことを初めて指摘した。これは従来の炭化水

素系絶縁油の場合と反対で，超電導機器の絶縁設計の上では，液体ヘリスム中の負ストリーマの進展を抑制することが重要であることを意味している。

(2) 高純度液体窒素では電圧パルス中が数100ナノ秒程度以下ではストリーマ機構による破壊が起こり，針電極正の方が負の場合より低い破壊電圧を示すが，マイクロ秒以上のパルス中では気泡機構がきいてきて逆の極性効果を示すことを見出した。これは，液体窒素の絶縁設計では気泡機構が重要であることを示している。

(3) 諸種の液体の分子構造，分子量，温度などとレーザー光による光周波数での本質的破壊強度の関係を詳しく調べ，それがマイクロ波破壊理論で説明できることを初めて示した。

以上に例示したように本論文は電気絶縁工学上基礎的に重要な多くの新知見と絶縁設計に対する指針を含み，電気工学に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。