

Title	誘電体の方形波パルス電圧によるトリーイング破壊に関する研究
Author(s)	中山, 博史
Citation	大阪大学, 1981, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/32931
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 >大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名・(本籍)	中 山 博 史
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	第 5 1 4 8 号
学位授与の日付	昭 和 56 年 1 月 30 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	誘電体の方形波パルス電圧によるトリリーング破壊に関する研究
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

本論文は誘電体の方形波パルス電圧によるトリリーング破壊に関して行なった研究成果をまとめたものであり、本文 7 章と謝辞から構成されている。以下に各章毎に順次その内容の梗概を述べている。

第 1 章 序論

本章では高分子誘電体の高ストレス化及び長期にわたる絶縁の信頼性を確保するために部分放電劣化とトリリーング破壊の機構を解明しなければならないことを述べ本論文の意義と目的を明らかにしている。

第 2 章 方形波パルス電圧を直流電圧に重畳した場合の複合誘電体における部分放電の過電圧特性

本章では複合誘電体において発生する部分放電の特性について調べている。空気中の部分放電の電流波形を分類すると、過電圧の大きさによって山形、Townsend 形、ストリーマ形となっている。放電電荷量、放電電流パルス幅、放電の時間遅れなどの過電圧依存性を求めている。更に、Ar ガス、SF₆ ガス中の部分放電の特性についても述べている。

第 3 章 ナノおよびマイクロ秒の方形波パルス電圧によるエポキシ樹脂のトリリーング破壊

本章ではエポキシ樹脂中の針電極の先端に現われるトリリーの発生および進展について調べている。立上がり時間の短い ns 方形波パルス電圧においてトリリーが容易に発生し、しかも進展し易い。ns 方形波パルス電圧に比べて μ s 方形波パルス電圧においてトリリーの発生における極性効果が大きいことを針電極の先端に生じる空間電荷効果で説明している。急しゅんなパルス電圧が誘電体に有害であることを述べている。

第4章 方形波パルス電圧によるエポキシ樹脂のトリッキング破壊に及ぼす直流バイアス電圧の影響

本章では直流電圧によって誘電体の中に形成される空間電荷トリッキングの発生および進展に及ぼす影響について調べている。トリッキングの発生においては直流電圧による空間電荷が電界を緩和するので、重畳する方形波パルス電圧の大きさで、トリッキングの発生が決まる。しかし、トリッキングの進展過程では、一定の大きさの同極性の重畳パルス電圧に対して、直流電圧が大きいほど、トリッキングはよく進展する。このようにトリッキングの発生と進展において直流バイアス電圧の作用が異なることがわかっている。

第5章 方形波パルス電圧によるエポキシ樹脂中の針状ボイドからのトリッキング破壊

本章ではボイドからのトリッキングの発生および進展について調べ、更にトリッキングの防止方法についても検討している。ボイドの形状によって、トリッキングの発生および進展に難易のあることがわかっている。針状ボイドに水、シリコン油、 SF_6 ガスを充てんとすると、トリッキングの発生を抑えること、特にシリコン油の急しゅん波に対するトリッキングの防止効果が顕著であることを述べている。

第6章 方形波パルス電圧による複合誘電体 (SF_6 -ポリエチレン) の絶縁破壊

本章では、トリッキング破壊の進展に重要な役割を果たすストリーマ放電について調べている。すなわち、 SF_6 ガスのみ、 SF_6 ガスとポリエチレンからなる複合誘電体の絶縁破壊のV-t特性に及ぼす電極形状、ギャップ長、ガス圧などの影響について述べている。不平等電界の場合に放電の時間遅れが長い。短ギャップの場合、 SF_6 ガスの圧力を増しても破壊電圧は余り上昇しないが、ポリエチレンフィルムを挿入すると、破壊電圧が著しく上昇することなどを述べている。

第7章 結論

本章では本研究で得られた第2章から第6章までの結果を総括し、本論文の結論としている。

論文の審査結果の要旨

近年電力需要の増大に伴って送電電圧は超高压より超々高压へと上昇の一途をたどっており長期信頼性を損わずに絶縁設計電界をできるだけ大きくとることが電力工学上重要な課題となっている。実用絶縁物の電気絶縁破壊のほとんどは樹枝状の部分放電劣化（トリッキング）によって起こることがわかっている。またビーム核融合、高エネルギー加速器などでパルス高電圧の利用が盛んになっているが、この場合は絶縁物の部分破壊の影響が極めて苛酷になる。

本論文は、このような情勢の下に高分子絶縁材料にナノ秒、マイクロ秒などの方形波パルス高電圧を繰り返し印加したときのトリッキング部分破壊の発生と進展の機構を実験的に追究しその結果に考察を加えたもので、多くの成果を得ているが主なものをあげると、

- (1) 固体誘電体中の気体ボイドに過電圧パルスを加えその電流波形、発光波形、放電の遅れなどからボイドの放電形式が山形、Townsend形、ストリーマ形の3形式に分類できること、その存在領域が気圧、過電圧、ガスの種類によって異なることをはじめて明らかにした。
- (2) エポキシ樹脂中の針状平板電極系にナノ秒及びマイクロ秒の繰り返し方形波パルス高電圧と直流

バイアス電圧を加えてトリ－部分破壊の発生と進展の過程を究明し、印加電圧の極性効果、パルス幅効果などの実験結果から空間電荷効果が重要な役割を演じる機構を明らかにし、パルス高電圧下ではトリ－による破壊が起こりやすいことを見出した。

- (3) エポキシ脂中の針電極の先端に針状空隙（ボイド）を設けSF₆、変圧器油、Ar ガスなどを満したときのトリ－発生を実験的に調べボイド中の放電がトリ－発生に及ぼす影響とその機構を明らかにするとともに、変圧器油の充てんがその抑制に極めて効果的であることを見出している。

以上述べたように本論文は電気絶縁工学上重要な幾多の新知見を含みパルス高電圧用絶縁システムの設計に指針をあたえるものであり電気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。