

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 千葉 政邦

本論文は「固体誘電体表面における沿面放電の進展に関する研究」と題し、電気機器の絶縁上問題となる沿面放電の進展特性について、印加電圧、電極形状、固体誘電体の物性などに対する依存性を明らかにすると共に、進展メカニズムについて詳細に検討したもので、6章より構成される。

第1章は「序論」であり、沿面放電の応用や電気絶縁との関連性および沿面放電研究の現状を概説しながら本研究の背景を説明している。さらに、沿面放電の進展機構を明らかにするためには、ストリーマ進展長と発生電圧特性、ストリーマ進展長と固体誘電体厚さとの関係、リーダの形成機構、リーダの進展機構を明確にすることが重要な研究課題であることを述べている。

第2章では「沿面ストリーマ構造と進展長の抑制要因」と題し、ストリーマ構造および進展長に関して各種条件において詳細な実験を行っている。ストリーマの発生は他のストリーマが発する光子により同期が取られており、その結果多数のストリーマ同時に発生していることを明らかにし、さらにストリーマ電流が **10ns** 以下の時間内でピーク値数 A~数 **100A** に達するパルス波形となるので、進展長を正確に求めるためには電源回路のインダクタンスを如何に減少させるかが最重要であることを論じている。さらに、電極形状とストリーマ進展長の関係を実験および電界計算に基づいて考察し、その結果、固体誘電体表面の電位分布がストリーマ進展長に関与していることを明確にしている。負極性沿面ストリーマの構造は立体的な広がりをも有していることも明らかにしている。

第3章では「沿面ストリーマ進展長特性」と題し、電源回路のインダクタンスを最小限とし、適切なサイズの電極を使用して、固体誘電体の厚さ、および進展形状をパラメータとしたストリーマ進展長—発生電圧を測定した結果を論じている。ストリーマ進展長は発生電圧の増加とともに大となるが飽和する性質があり、この飽和性は固体誘電体の厚さが薄いほど低い電圧から始まること、従って、発生電圧が低い範囲では固体誘電体の厚さが薄い場合ほどストリーマ進展長が大であるが、この飽和性のために発生電圧が高い領域になると薄い固体誘電体上でのストリーマ進展長は厚い固体誘電体の場合よりも短くなることを明らかにしている。ストリーマの進展形状は電極構造により、放射状進展と平行状進展に大別できるが、ストリーマ進展長の飽和性は放射状進展の場合の方が平行状進展している場合よりも強いことを明確にしている。多くの測定結果に基づいて、ストリーマ進展長の飽和はストリーマチャンネルへの電流集中が原因であると推測している。更に、過去のストリーマ進展長に関する報告と比較考察を行い、本研究で提示しているデータが真のストリーマ進展長に近いこと、ストリーマ進展長と固体誘電体厚さの関係についての過去の様々な解釈についても総てが合理的に説明できることを示している。

第4章では「正極性沿面リーダの出現条件と沿面リーダの形成機構」と題し、広範な条件で測定を行い正極性ストリーマとリーダ形成との関連性を明らかにして

いる。ストリーマ発生電圧が低い場合にはリーダ出現電圧も低いこと、ただし、発生電圧が低いことよりもストリーマ進展長が短いことがリーダ出現に直接寄与していること、ストリーマの存在無しではリーダが形成されないことなどの知見を得ている。すなわち、最初のストリーマは低い電圧で発生するが、電圧上昇に伴って先のストリーマ先端から新たなストリーマが発生する際にリーダが形成されることを明らかにしている。

第5章では「負極性沿面放電のステップ進展現象」と題し、負極性沿面放電を直線的に進展させて、高速流し撮りカメラ、高感度カメラ、電位、電流プローブ等で測定した結果、沿面放電が規則的に進展と休止を繰り返しながら進展する、いわゆる、ステップ進展していることを明らかにしている。沿面放電は先端に扇形に広がったストリーマが発生する時にステップ的に進展し、このストリーマと電極間を結ぶリーダが存在すること、ストリーマの発光は発生時の1回のみであるがリーダの発光はストリーマの発生毎に発光していることを明確にしている。さらに、リーダの発光の伝播方向は放電の進行方向とは逆向きであること、ステップ進展に伴いリーダ部の電位、電流が同期してパルス的に振動していること、電位の振動もリーダの発光と同様に放電の進行方向とは逆向きに伝播していることを検証している。次に沿面放電に対して垂直電界を加えた場合や純粋窒素中および負性気体中での沿面放電の測定結果を比較検討して、ステップ進展機構を提案している。

第6章は「結論」であり、本論文の成果についてのまとめを行っている。

以上これを要するに、本論文は、電気絶縁設計の観点からその進展特性の解明が待望されている沿面放電を対象とし、特に気体と固体誘電体の界面に発生する沿面ストリーマの進展特性について詳細な測定を行った結果、ストリーマ進展長の電圧、電極形状、固体誘電体物性などの依存性を体系的に明らかにすることができ、また、ストリーマに続いて発生する沿面リーダの発生機構および進展モデルを提案することにより、沿面放電の進展要因・条件が解明されている点で、電気工学、特に高電圧、放電工学に貢献するところが大きい。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。