A. C. コロナ放電における SF_6 分解ガスの錫蒸着膜による検出

正員 梶田省吾 (豊田高専)
正員 山田忠比古 (大同工大)
正員 佐藤一彦 (愛知電機)

正員 後田澄夫 (豊田高専)
正員 近藤芳孝 (大同工大)
正員 中村 博 (愛知電機)

Detection using Tin evaporated thin film of the Decomposition Product Gases created by A.C. Corona Discharge in SF_6 Gas

Shogo Kajita, Member, Sumio Ushiroda, Member (Toyota National College of Technology)
Tadahiko Yamada, Member, Yoshitaka Kondo, Member (Daido Institute of Technology)
Kazuhiko Sato, Member, Hiroshi Nakamura, Member (Aichi Electric Co., Ltd)

キーワード: SF_6 分解ガス検出, SF_6 ガス絶縁変圧器, A.C. コロナ放電, 錫蒸着膜, 透過型リニア光電センサ, 予測保全センサ

SF_6 ガス絶縁変圧器の内部障害のひとつである部分放電によって生成される SF_6 分解ガス (以下, 放電分解ガスと言う) は予測保全技術上の重要な問題となっている⁽¹⁾。従って, ガス絶縁変圧器を安全に運転する立場から考えると, 放電分解ガスの発生を軽微の段階で確実に検出することができる予測保全技術の研究が急がれている^(2~9)。

筆者等は, この部分放電による放電分解ガスの検出について, 種々の基礎実験を行ってきた。これまでに, スライドガラス基板上に真空蒸着した錫蒸着膜面を SF_6 ガス中での A.C. コロナ放電によって生じた放電分解ガスに曝露すると, 曝露前と比べて曝露後では錫蒸着膜の透過率がおおよそ 10~30% 大きくなる結果が得られ, 放電分解ガスの発生を検出できることが明らかとなった⁽¹⁰⁾。

今回は, 実用的な予測保全センサを開発するための, 一例として, この錫蒸着膜の透過率が大きく変化する特性と市販の透過型リニア光電センサを組み合わせ, 放電分解ガスの発生を時間に対して検出する装置を試作した。その基礎的な特性として, A.C. コロナ放電時間に対する透過率の測定を行ったのでその実験結果について報告する。なお, 本論文では前報⁽¹⁰⁾と同様に放電分解ガスの成分あるい

はその濃度については言及せず, 種々な分解ガス成分をひとまとめにして放電分解ガスとして取り扱った。

図 1 に, 実験装置の概要を示している⁽¹⁰⁾。放電容器の側面に, 中央部に錫蒸着試料を設置する円筒型容器 (直径 12cm, 長さ 24cm) をフランジで接続し, 外部両端に透過型リニア光電センサ (波長 780nm, 3mW, オムロン社製) の投光部と受光部をそれぞれ取り付け付けた。光電センサの受光部の出力はデジタルマルチメータ (ADVANTEST, R6441A) を用いて測定した。真空蒸着に使用した錫の純度は 99.99% を用いた。錫をスライドガラス基板 (20x35x1.5mm, ソーダ石灰ガラス) 上に真空蒸着する時の蒸着膜厚の測定は蒸着膜厚モニター (INFICON 製) を用いた。 SF_6 ガスは純度, 99.99%, 含有水分量 1 ppm 以下を使用し, ゲージ圧で 0.12 MPa (20°C) の圧力まで充填した。

A.C. コロナ放電が定在する間の総放電エネルギー E (kJ) は, 印加電圧 V (V), 放電電荷量 Q (C) から算出した。放電電荷量及び放電パルス個数の測定は日本計測器製同調式部分放電測定器 (CD-5, PDC-2) を用いた。

曝露の条件; A.C. コロナ放電の条件

- ・放電電荷量: 135 ~ 200 (pC)
- ・印加電圧: 15.0 ~ 16.5 (kVrms)
- ・曝露時間: 8 (hour)
- ・総放電エネルギー: 9.3×10^{-3} ~ 5.1×10^{-2} (kJ)

まず, はじめに錫蒸着膜試料を SF_6 ガスのみに 8 時間曝露した実験を行い, 透過型リニア光電センサの出力が時間に対して一定で, 変化しないことを確認した。つぎに, 予測保全センサとして使用するためには感度の良い錫蒸着膜厚を得る必要があるため, 前報⁽¹⁰⁾の結果を考慮して, 錫蒸着膜厚として約 38, 78, 98 Å を選びパラメータとした。総放電エネルギーは, 微少放電を想定して, 10^{-3} (kJ) 及び 10^{-2} (kJ) のオーダーに設定した。

図 2, 3 は蒸着膜厚をパラメータとし総放電エネルギーをおよそ一定とした, 放電時間 (曝露時間) と透過型リニア光電センサの出力 (透過率に比例する) の関係を示している。出力が変化を始める時間に注目すると, 総放電エネ

図 1 実験装置の概要図

Fig.1 Schematic diagram of Experimental apparatus

図2 放電時間とリニア光電センサ出力との関係
Fig. 2 Relation between discharge time and output of linear

図3 放電時間とリニア光電センサ出力との関係
Fig. 3 Relation between discharge time and output of linear photoelectric sensor

ルギーが 10^{-3} (kJ) の場合、蒸着膜厚 38Å 、 78Å では放電開始後、約1.5時間で出力が変化し始め、 98Å では約3時間で変化を開始している。次に、総放電エネルギーを 10^{-2} (kJ) と一桁大きくすると 10^{-3} (kJ) の場合と比べて、蒸着膜厚 38Å では放電開始後約2時間と遅くなり、蒸着膜厚 78Å では1.5時間と同じ時間となっている。 98Å では2時間と早く変化し始めている。すなわち、蒸着膜厚 98Å をのぞいて、蒸着膜厚が薄い場合には、厚い膜厚と比較して早く放電分解ガスの発生を検出できることが明らかとなった。

一方、放電時間を長くした場合の出力の変化は、総放電エネルギーがいずれの場合も蒸着膜厚が厚くなるほど大きくなる傾向が確認できた。

今後、今回試作した装置の検出精度を上げるためには、蒸着膜厚が薄い試料に対して、統計法を用いた再現性の検討、及びA. C. コロナ放電における放電分解ガスの成分及び濃度の放電時間に対する変化を測定し、放電を開始してから透過型光電リニアセンサの出力の変化し始める時間との関連性を検討する必要がある。

最後に、この実験に協力された富村哲也君 (現、三重大)、松岡直樹君 (現、旭テック) に心から謝意を表します。

(平成8年9月24日受付)

文 献

- (1) 広岡、白井; 日本化学会誌 (2), 165~169 (1980)
- (2) 電気協同研究会; 「ガス絶縁機器の信頼性向上策」, 電気協同研究, 44巻 2号 (1988)
- (3) 向山、他; 電気学会論文誌B 1335, 111巻12号 (平3)
- (4) A. Dardouri et al.; J. Appl. Phys. 65(5), 1 March, 1852 (1989)
- (5) 潮、宮本、蒲田; 三菱電機技報 Vol. 36, No. 11, 104 (1962)
- (6) 小林 他; 電気学会静止器研究会報告, SA-91-71, 27 (平3)
- (7) S. Tominaga, et al.; IEEE Trans. Power Apparatus, PAS-100, Sept, 4196-4206 (1981)
- (8) 山田; 電気学会静止器研究会報告, SA-93-34, 9 (平5)
- (9) 長谷川、小川、星野、牧野、内藤; 電気学会静止器研究会報告 SA-93-38, 49 (平5)
- (10) 梶田、後田、山田、近藤、佐藤、真田; 電気学会論文誌B, 114 巻, 12号, 1310 (平6)

梶田 省 吾 (正員) 昭和15年6月1日生まれ。41年3月名古屋工業大学電気工学科卒業。41年3月豊田工業高等専門学校助手、50年同講師、52年10月同助教授、平成2年1月同教授。工学博士。主としてSF₆ガス絶縁変圧器の予測保全の研究に従事、現在に至る。

後田 澄 夫 (正員) 昭和22年6月9日生まれ。48年名城大学理工学部電気工学科卒業。48年4月豊田工業高等専門学校助手、55年同講師、58年同助教授、平成7年同教授。工学博士。主として付着性気体の応用に関する研究に従事、現在に至る。静電気学会会員。

山田 忠 比 古 (正員) 昭和20年3月20日生まれ。43年大同工業大学電気工学科卒業。43年大同工業大学電気工学科助手、59年同講師。主に気体放電に関する研究に従事、現在に至る。放電研究グループ会員。

近 藤 芳 孝 (正員) 昭和12年3月20日生まれ。41年名古屋工業大学電気工学科修士課程修了。同年豊田工業高等専門学校助手、53年同教授。平成5年4月大同工業大学電気工学科教授。現在に至る。工学博士。物理学会、原子衝突研究会、核融合学会会員。

佐 藤 一 彦 (正員) 昭和30年1月21日生まれ。52年3月名城大学理工学部電気工学科卒業。同年4月愛知電機(株)入社。主として変圧器の設計、開発に従事、現在に至る。

中 村 博 (正員) 昭和47年8月16日生まれ。平成5年3月豊田工業高等専門学校電気工学科卒業。同年4月愛知電機(株)入社。平成8年3月豊田工業高等専門学校電子機械工学専攻卒業。主として、変圧器の設計開発に従事、現在に至る。