

樹脂封止セラミックス絶縁基板における 絶縁破壊までの部分放電電荷量の経時変化

秋永 優也* 満留 博* 小迫 雅裕* 匹田 政幸*
谷口 克己** 中村 瑤子** 池田 良成** 岡本 健次**
(*九州工業大学) (**富士電機株式会社)

1 はじめに

次世代パワーモジュールに使用される絶縁材料は、高電圧ストレスに曝される可能性があることから適切な絶縁設計が必要となる。そのため、パワーモジュールにおける絶縁破壊の前駆現象である部分放電 (partial discharge : PD) の挙動を把握する重要性も高い。そこで著者らは、エポキシ樹脂モールドされた、 Si_3N_4 絶縁基板をパワーモジュールモデルとして、長期課電中の PD 特性を測定することで絶縁性能を評価した。本稿では、同試料に対して長期課電において絶縁破壊するまでの PD 電荷量の経時変化を測定し、評価したので報告する。

2 実験方法

使用した試料は、基本的には前報^[1]と同様で、 Si_3N_4 基板 (Si_3N_4 :0.32 mm 厚) をエポキシ樹脂で封止したものであり、その PD 開始電圧 (PD Inception Voltage : PDIV) は $6 \text{ kV}_{\text{rms}}$ 程度である。部分放電測定器 (三菱電線製 A006) を使用して、周波数 60Hz、印加電圧 $V_a = 7 \sim 9 \text{ kV}_{\text{rms}}$ にて、PD 電荷量の経時変化を試料が絶縁破壊するまで測定した。なお、試料外部の放電を抑制するため、試料は室温のフロリナート中に浸した。

3 実験結果および考察

図 1 に、 $V_a = 9 \text{ kV}_{\text{rms}}$ における試料 No. 1~3 の PD 電荷量の経時変化を示す。同図ではわかりにくいですが、各試料で絶縁破壊する 90~130 s 前に電荷量が急増する。また、 $V_a = 8 \text{ kV}_{\text{rms}}$ では、絶縁破壊する 30~390 s 前に電荷量が急増する。図 2 に、 $V_a = 7 \text{ kV}_{\text{rms}}$ での電荷量の経時変化を示す。同図が示すように、約 1,000 s まで電荷量は 3~10 pC となり、その後、低下して 3 pC 以下となり、100 時間まで試料が絶縁破壊しない。

図 3 に、樹脂封止 Si_3N_4 基板試料の V - t 特性を示す。 $V_a = 9 \text{ kV}_{\text{rms}}$ および $8 \text{ kV}_{\text{rms}}$ では電荷量が 3~10 pC レベルで維持されるため絶縁破壊までの時間が短いですが、一方、 $7 \text{ kV}_{\text{rms}}$ では 3 pC 以下となって寿命が長くなることわかる。また、絶縁破壊までの平均時間 t より逆 n 乗則 ($V_a = k t^{(-1/n)}$: k は定数) の n 値は 13.3 となった。欠陥の無い絶縁物では、 n が 15 以上との報告^[3]があり、それより小さい結果となっている。8 kV_{rms} における絶縁破壊までの平均時間と 7 kV_{rms} の t を最長試験時間と仮定すると $n = 24.3$ となった。以上より、7 kV_{rms} の電圧下では欠陥のない絶縁物と同様な長期寿命特性を示すことが考えられる。

今後は、絶縁破壊直前までの部分放電発生位相角 (ϕ - q) 特性および絶縁破壊箇所の評価・検討する。

本成果は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) 助成事業の結果得られたものである。

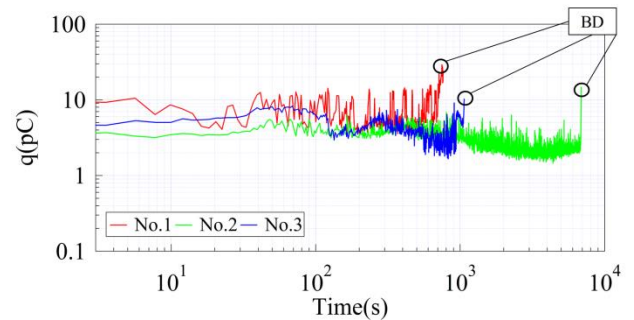


図 1 PD 電荷量の経時変化 (印加電圧 = $9 \text{ kV}_{\text{rms}}$)

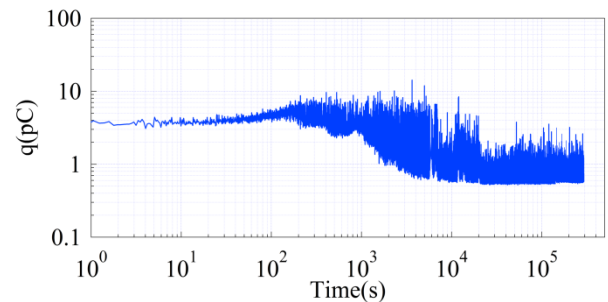


図 2 PD 電荷量の経時変化 (印加電圧 = $7 \text{ kV}_{\text{rms}}$)

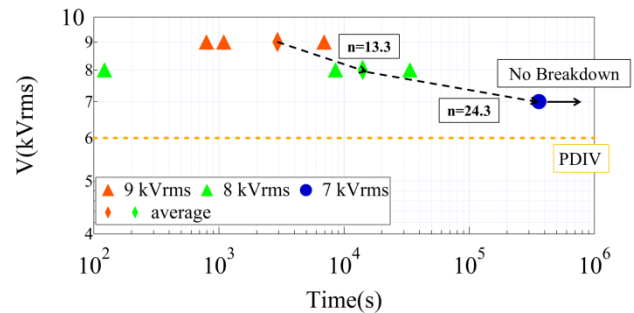


図 3 樹脂封止 Si_3N_4 基板試料の V - t 特性

参考文献

- [1] 秋永, 他: 平成 28 年電気学会全国大会講演論文集, No. 2-005_ (2016)
- [2] 秋永, 他: 平成 28 年電気学会基礎・材料・共通部門大会講演論文集, No. 6-A-p1-2_ (2016) 【発表予定】
- [3] 青柳・飯田・谷口・市川: 電気学会論文誌 B 部門誌, Vol. 117, No. 2, pp. (210-215)_ (1997)