

CO₂ガス中負極性 PD 電流パルス波形の立ち上がり時間とピーク値に針電極先端形状が及ぼす影響に関する検討

小坪 俊勝 友枝 渉 吉田 圭佑 大塚 信也
(九州工業大学)

1 はじめに

筆者らはこれまで、UHF 法の高度化および放電物理現象の理解を目的とし、SHF 帯までの周波数応答を有する SHF_PDPW 装置を用いて各絶縁媒体中における PD 電流パルス波形を詳細に検討している⁽¹⁾。PD 電流パルス波形の金属異物形状依存性については、これまで大気や SF₆ ガス中において検討している⁽²⁾。本論文では、同様の検討を CO₂ ガスに対して実施し、SF₆ や大気での特性と比較検討した。

2 実験装置と実験方法

実験装置は基本的に従来と同様である^(1,2)。0.1MPa の CO₂ ガス中に設置した針対平板電極に直流電圧を印加し、針先端で負極性 PD を発生させた。ギャップ長を一定とし、針電極の先端曲率半径 r を 38 μm ~500 μm と変化させた(電界利用率 u は、0.8~5.9%)。PD 電流パルス波形は、周波数帯域 33GHz のオシロスコープ (Tektronix, DPO73304SX, 100GS/s)を用いた。

3 実験結果と検討

図 1 に、各電極系における負極性の PD 開始電圧 PDIV を示す。同図には、電離指数 k を 13~16⁽³⁾としてシューマンの条件式により求めた PDIV の理論値を示している。同図からわかるように、針電極の先端曲率半径 r が大きくなるほど、PDIV は上昇している。 $r=100\mu\text{m}$ 程度までは、実測値と理論値は良く一致しているが、それ以上では実測値は理論値より大きくなった。このような電離条件で実験を実施した。

図 2 に、針先端曲率半径 r をパラメータとして、CO₂ ガス中 PDIV で測定された各電極系での PD 電流パルス波形の立ち上がり時間 t_r と電流ピーク値 I_p の関係を示す。各電極系での PD 電流パルス波形は、 I_p が増加すると t_r は低下する傾向が認められ、その傾きは r が大きくなるほど、即ち電界利用率 u が増加するほど大きくなった。このように CO₂ ガス中では針電極形状により I_p - t_r 特性に顕著な差があることが示された。

この CO₂ ガス中 PD 電流波形の t_r と I_p の電界利用率 u 依存性を、SF₆ と大気の結果と比較した。その結果、各ガスの t_r と I_p は、電界利用率 u の増加とともに増大する傾向が認められた。 t_r は SF₆ < CO₂ < 大気の順で大きくなっており、SF₆ ガスでは約 50ps~600ps の範囲で変化していたのに対し、CO₂ では約 350ps~2ns の範囲で、大気は約 1.5ns~4ns の範囲での変化であった。

4 まとめ

本論文では、CO₂ ガス中 PD 電流パルス波形の立ち上がり時間とピーク値に針電極先端形状が及ぼす影響について検討し、SF₆ や大気での特性と比較した。本研究の一部は、JPS 科研費 26330115 の助成により実施した。記して感謝する。

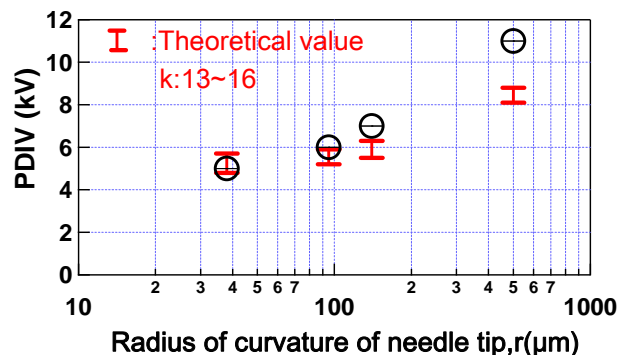


Fig.1 Measured and theoretical PDIVs at each needle electrode in CO₂ gas (negative PD)

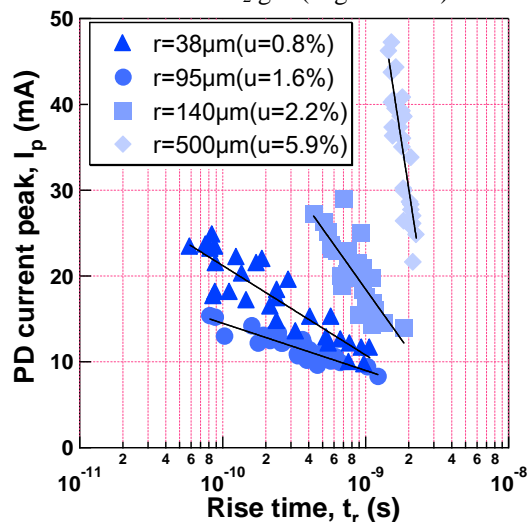


Fig.2 t_r vs I_p of measured PD current pulse waveforms.

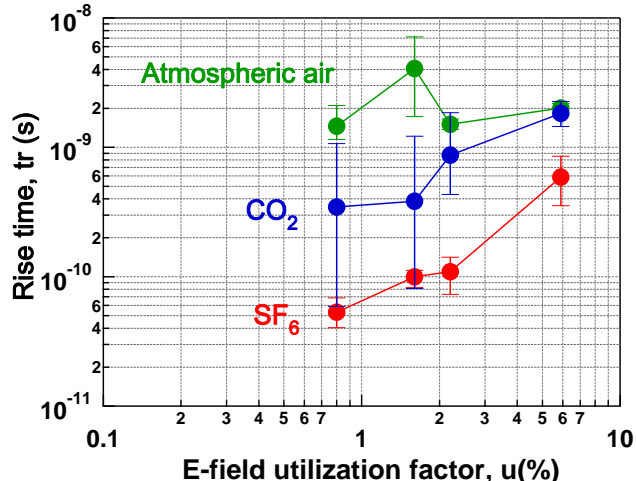


Fig.3 Dependence of E-field utilization factor on rise time of PD current pulse waveforms.

参考文献

- [1] W.Tomoeda et al.ISH2015,OE7-02(2015)
- [2] 小坪 他, 電気学会 A 部門大会(2016)
- [3] N.H.Malik et al, IEEE Transactions on Electrical Insulation Vol. EI-15(1980)