

「大気圧空気GM管」に向けたパラメータ実験（概要）

尾崎 哲

実験装置を自作し、予備実験を行って実験パラメータを選定した。結果の概要を示す。

■GM管の基本構造

アノードは細い線材を折り曲げた後、振ったもので、カソードは内径 13mm と 28mm の場合はアルミ管、内径 44mm の場合は塩ビ管の内面にアルミ箔を貼り付けてカソードとした。

パラメータ実験を容易にするために、中心となる内径 28mm では、アノードは、加工後の線材を細い真鍮製の短管の一端に挿入してかしめ、他端を固定電極に挿入するカートリッジ方式とした。なお、アノードの先端は完全な二つ折りではなく、直径 2mm 程度のフープ状になっている。

また、カソード内径 28mm×管長 100mm の別タイプを使用して、アノード線長（フープを除いた露出部の長さ）10mm、30mm、60mm での実験を行った。

GM管の底部には 3 層ポリシート（キャンディの外装袋を転用）を万能タイプの接着剤で貼り付けて端窓としたほか、頭部には、電極交換のための貫通孔を設け、さらにガス充填用のノズル 2 本を取り付けた。電極固定部は、プラスチック製のスリーブに銅線を通してエポキシ接着剤を充填したもので、GM管頭部中央の貫通孔にねじ込んで、Oリングシールで気密とする構造になっている。ガス充填用のノズルは、使用時には真空グリースを塗布し、塩ビ製のキャップを被せて密閉した。

GM管の出力は耐電圧が低くて済むようにカソードから取り出し、検出器の 100kΩ 抵抗で受けて、電圧パルスとした。なお、高電圧電源からGM管までの距離が数 cm 以上あれば、GM管に電磁シールドを設ける必要はなかつ

た。

■実験パラメータ

先行して、i. 動作電圧の低減、ii. GM計数管製作に係る諸条件の明確化、を目標とした予備実験を行った。その結果を踏まえ、i に対しては、不活性で、電離ポテンシャルが酸素やチッ素よりも低い希ガスの中から、比較的入手しやすいアルゴンを電離気体として採用し、消滅ガスをボタンとするボタン+アルゴン混合ガスを選択したうえで、ii に対しては、以下のように、アノード線材・線径、カソード内径、ガス組成、アノード線長、アノード先端フープ径、をパラメータに選定した。そのほか、比較のために、市販の端窓式GM管についても調査した。

素材の選定については、入手や加工が容易である点を考慮した。

①アノード線材・線径、カソード内径

- a. カソード管内径 13mm、28mm、44mm
- b. アノード線材・線径 銅 (0.15mm、0.25mm)
ステンレス鋼 (0.23mm、0.55mm)
- c. ガス組成 10%ボタン+アルゴン、30%
ボタン+アルゴン、50%ボタン+アル
ゴン、10%ボタン+空気、30%ボタン+
空気

②アノード線長

- a. カソード管内径 28mm (管長 100mm)
- b. アノード線材・線径 ステンレス
鋼 (0.23mm)
- c. ガス組成 10%ボタン+アルゴン
- d. アノード線長 10mm、30mm、60mm

③アノード先端フープ径

- a. カソード管内径 28mm (管長 30mm)
- b. アノード線材・線径 ステンレス鋼 (0.55mm)
- c. ガス組成 10%ブタン+アルゴン
- d. フープ径 1mm、2mm、4mm

④LND社製端窓式GM管 (タイプ 7313)

- a. カソード管内径 44.5mm (管長 12.7mm)
- b. アノード線材 447 ステンレス鋼 (3重リング)

ガス組成の範囲は、高圧電源の上限電圧 5000V を考慮して決めた。また、ガス組成については、シリンジで混合後に注入しているため、およその値となっているが、再現性は確認されている。

放射線源としては、主にモナズ石の粉末を直径 1.5mm 程度のビーズ状に成形した製品の約 38g をポリ袋に入れて、幅 6cm×奥行 5cm×厚さ 1cm 程度の形状にして使用したほか、小型のケース入り線源を点線源に代わるものとして使用した。

■実験の方法

内径 28mm×管長 30mm のカソード管、線径 0.23mm のステンレス鋼アノード、30%ブタン+アルゴンのガス組成を標準条件として実験した。

授業等での再現実験を考慮して、印加電圧-計数率の関係は、各印加電圧で 10 秒ごとの測定を 6 回繰り返すこととし、連続放電領域となるか、数え落しが顕著になる領域で測定を打ち切った。測定値は、プラトーになった点またはピーク直前の点の印加電圧 (以下、動作電圧) と計数率の範囲である。計測は半自動で、時間と計数率以外は、パソコン画面で手入力した。高電圧と計数率の測定では、ピーク型とプラトー型が出現したが、プラトー型は、ブタン濃度が高い場合に例外的に出現した。

■結果の概要

(1) カソード管内径

カソード管内径が大きいほど動作電圧が高くなり、44mm では 13mm のほぼ 2 倍となっている。

(2) アノード線材・線径

アノード線径が細かいほど動作電圧が低くなる傾向があるが、大きな違いはない。アノード先端がフープ状になっているため、線径の影響が緩和されている。

(3) ガス組成

どのアノード線材・線径でも、ほぼブタン濃度と直線的な関係があり、ブタン濃度が高いと動作電圧が高くなる。30%ブタンは 10%ブタンよりも動作電圧が約 1000V 高く、50%ブタンは 30%ブタンよりも同様に約 1000V 高くなっている。アルゴン+ブタンでも空気+ブタンでも同様の傾向であるが、同じブタン濃度で比較すると、アルゴン+ブタンは空気+ブタンよりも動作電圧が 1000V 以上低い。

(4) アノード線長

アノード線長 10mm と 30mm では動作電圧、計数率とも違いは少なく、60mm では計数率がやや高いものの、それほど大きな違いはない結果となった。

(5) アノード先端フープ径

フープ径が大きいほど動作電圧が高くなる傾向が見られるが、計数率については大きな違いはない。

(6) 市販端窓式GM管 (LND社製タイプ 7313)

推奨印加電圧である 500V より高電圧側に広くプラトー領域が存在していることが分かる。なお、本研究におけるカソード管径 44mm の場合と比較すると、本製品では計数率が約 2 倍となっているが、アノードの構造が異なる (3重リング) ため、単純には比較できない。