

## 「大気圧空気GM管」に向けたパラメータ実験（考察）

日本科学技術振興財団 尾崎 哲

### ■ GM管の動作電圧

放射線測定実験は、計数が多いほど統計誤差を小さくするうえで有利になるが、そのためにはGM計数管の口径を大きくする必要がある。しかし、口径を大きくすると動作電圧が上昇するため、高電圧電源が制限要因となる。「空気GM管」は大口径を得やすいが、そのためには5000V以上が必要とされている。他方、市販のGM計数管では、動作電圧は500V程度であるが、そのためには1/10気圧程度の減圧が必要となる。特別な装置の使用を前提としない自作の場合は、大気圧が原則となるので、イオン対を作りやすく、比較的入手が容易なアルゴンを、空気の代わりに使用した。

その結果、ボタン+アルゴンでは、ボタン+空気と比較して、同じボタン濃度でも動作電圧を1000V以上低減できることが分かった。また、ボタン+空気でもボタン+アルゴンでも、ボタン濃度に対してほぼ直線的に動作電圧が上昇することも分かった。

この結果からは、ボタン濃度の低い方が動作電圧の観点からは有利になるが、ボタンは消滅ガスとして機能しているため、ボタン濃度が低いとパルスが消滅しにくくなる結果、不感時間が長くなる難点がある。この証左は、パルスを直接、オシロスコープで観察することで得られた。オシロスコープの観察例を、図-1に示す。不感時間が長くなると、計数が低下するので、印加電圧と計数率の関係は、プラトーとならず、低電圧側で上昇し、高電圧側で低下するピーク型となるが、ピークの近傍で動作させることに問題はない。

### ■ 製作上の諸条件の明確化

#### (1) アノード線材・線径

線径は細い方が動作電圧をより低くできるが、極細線材は一般には入手しにくい。「空気GM管」では、ビニール被覆銅線の撚り線1本を使用することが多いが、ボタン+空気では、銅線の酸化や汚れの付着が動作異常の一因とされている。代案として、ステンレス線を使用することとし、入手容易な市販品でもっとも細い径0.23mmを採用したが、空気の代わりに不活性のアルゴンを採用した結果、アノード線材が銅であっても、ステンレス鋼であっても酸化や汚れが防止できた。30%ボタン+空気の場合でも、6時間の継続使用ではほとんど劣化が認められない。図-2に、線径0.15mm銅線アノードでの長時間保持試験の結果を示す。なお、同図の最初の部分で動作電圧を決めた。

そのほか、アノードの先端をフープ状にすることによって、アノード線径の影響が緩和され、極細線材を使用する必要がなくなる利点がある。

#### (2) カソード管材・管内径

「大気圧空気GM管」では一般に高抵抗体の白い紙を使用しているが、管内の電位分布が不均等である可能性がある。そのため、電位分布が均等と考えられるアルミニウム(管あるいはフォイル)を採用した。

管径を変えた実験の結果から、アノード線径を一定とした場合、カソード管径が大きいほど動作電圧は高くなることが分かったが、カソード管内径44mmまではボタン濃度を適切に選択すれば5000V以下で使用可能で、計数率を高く取りたい身近な微弱線源の測定や実験に利用できる。

### (3) ブタン濃度

カソード管内径を一定とした場合に、動作電圧に影響する因子としてはブタン濃度がもっとも支配的であることを見出した。ブタンは高次パルスの消滅ガスとして働くので、濃度には下限と上限がある。そのため、10%から50%をサーベイの範囲として選定したが、ブタン濃度が低いほど動作電圧が低くなる傾向があるほか、ブタン濃度が中程度以上では高次パルスの消滅効果が大きいことが分かった。しかし、10%ブタンではその効果が十分でなく、単一事象にもかかわらず、パルスが多数出現することにより、不感時間が数10msecから100msec程度まで長くなる結果、数え落しが無視できなくなることが分かった。

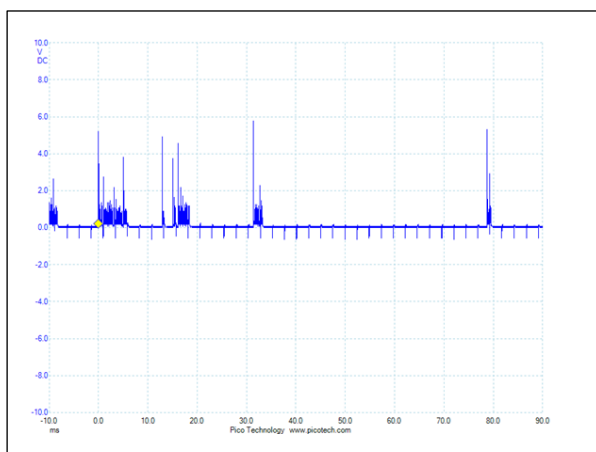


図-1 後発パルスのオシロスコープ観察例

### (4) アノード露出線長さ

アノードを交換式としたため、金属細管の根元に絶縁性のチューブを被せたため、アノードが全長とならない。そのため、露出長さを最適化するために実験を行ったが、動作電圧、計数率とも大きな変化はなかった。

### (5) アノード先端フープ径

一般的にアノードが細いほど印加電圧は低いとされているので、金属細線を二つ折りにする場合でもできるだけ細くまとめたいが、工具を使わずに完全に二つ折りにするのは難しい。自然と先端はフープ状になるので、その影響を調べたが、フープ径が1mmから4mmの範囲では、フープ径が小さいほど動作電圧は低下した。

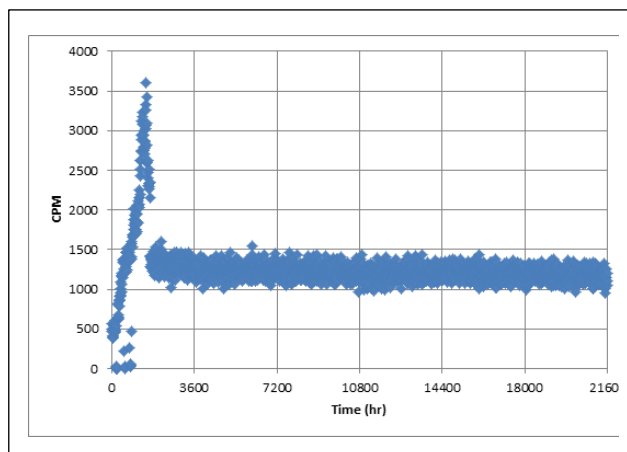


図-2 長時間保持試験の例