

「クリアケースGM管」：カソード材質による γ 線検出率の違い

日本科学技術振興財団 尾崎 哲

■目的・概要

「クリアケースGM管」は、通常のGM管とは違って容器とカソードが一体化されず、クリアケース自体は単なる容器なので、カソードの交換が容易にできるという特徴がある。

また、カソードが黒画用紙という別の要因もあることから、今回は、カソードの材質を黒画用紙以外の金属に変えて、それぞれの γ 線検出効率を調べてみた。

■実験

実験は、特性実験と同じ装置、同じ手順で実施した。

図-1は使用したクリアケースGM管の全景、図-2、図-3は黒画用紙を取り除いたクリアケースGM管の全景（それぞれ、縦および横）であり、図-4にはアノード付近を拡大して示す。

アノードには線径0.25mmの銅線を用い、カソードは、これまでの黒画用紙（厚さ0.3mm）に加えて、アルミニウム、ステンレス鋼、銅（いずれも厚さ0.1mm）について印加電圧と計数率の関係を調べた。さらに、適正印加電圧において、ポリ袋（5mm×6mm×1mm）に入れたモナズ石ビーズ38gの線源（モナズ石パック）に使用した $\beta + \gamma$ の計数率、モナズ石パックを厚さ6mmの亚克力板で遮へいた γ のみの計数率をそれぞれ計測し、バックグラウンドを引いた正味計数率から γ 線検出率を求めた。

充填ガスは20%ブタン-空気とし、紫外線の影響を除くため、GM管を黒箱で遮光して測定した。

さらに、比較のために、LND社製パンケーキ型GM管（#7313）を、所定の電圧で測定し、モナズ石パックのほかに塩化カリウムを線源として比較・考察し、 γ 線検出効率を計算した。

■結果・考察

LND社製GM管で測定した塩化カリウムの γ 線検出率の実測値3.4%と ^{40}K の理論的な γ 線放出率10.7%の比0.313をモナズ石に適用すると、モナズ石の γ 線放出率は35.6%となった。この値を理論値と仮定して各カソード材質の γ 線検出効率（理論放出率35.6%に対する実測検出率）を計算すると、黒画用紙が15.2%と最も低く、最も高い銅でも22.9%であった。なお、LND社製GM管のカソードは、 γ 線を検出する目的で厚いNi-Fe合金で作られているが、それでも γ 線検出効率は31.3%に過ぎない。なお、カソードの材質を変えても印加電圧と計数率の関係に大きな違いはなかった。

表-1に、それぞれのカソード材質に対する γ 線の検出率（実測値）と検出効率（計算値）をまとめて示す。表中のAl(1mm)の結果は、既に述べたパラメータ実験における遮へい実験の結果から求めた。

γ 線の検出率および検出効率は、低い順に、黒画用紙、アルミニウム、ステンレス鋼、銅となり、 γ 線吸収断面積の順と同じになった。ただし、「クリアケースGM管」のモナズ石に対する γ 線計数率は5%から8%程度で大きな違いはない。また、参考データの厚さ1mmのアルミニウムは、0.1mmと比べてやや高い値となったのは、厚さが影響した可能性がある。

■結論

クリアケースGM管を利用したカソード材質効果の実験を行い、 γ 線検出率を求めた結果、黒画用紙や薄い金属のカソードでは、モナズ石線源の場合、総計数率に対する γ 線の計数率は5%から8%程度であって、 γ 線の影響をほとんど無視できることが分かった。



図-1 使用したクリアケース GM 管の全景



図-2 カソードを除いたトップ



図-3 側面からみた全景



図-4 アノード付近

表-1 カソード材質と γ 線検出効率

Source	Material	CPM			gamma/total(%)		Gamma detection ratio(%)
		with beta	without beta	BG	observed	theoretical	calculated
Monazite	Cu(0.1 mm)	4028.4	338.2	10.9	8.1	35.6	22.9
	SUS(0.1 mm)	5336.4	419.5	14.2	7.6		21.4
	Al(0.1 mm)	2108.4	150.5	16.9	6.4		17.9
	Paper(0.3mm)	4864.0	554.5	308.5	5.4		15.2
	Al(1 mm)	1353.3	126.0	6.5	8.9		24.9
	LND7313	3949.2	453.0	14.3	11.2		31.3
KCl	LND7313	140.8	17.4	13.1	3.4	10.7	31.3