

原子力教育における GM 管の作製

鹿児島大学 大学院理工学研究科 技術部
前田 義和

はじめに

鹿児島大学工学部では、1999年9月30日のJCOの臨界事故をきっかけに集中講義「原子力・放射線と環境」を全学科の主に3年生を対象に行っている。授業の内容は、原子核の話から種々の放射線の発生と特徴・測定法・原子力発電とその環境など多岐に亘るがその中でも、技術職員が携わる演習の内、今回「GM管の作製」の内容について報告する。

キーワード：α線 β線 γ線 GM管 印加電圧 ものづくり

1. GM管とは

GM管とは、Geiger-Muller Counter (ガイガー=ミュラー計数管) のことで、1908年ハンス・ガイガーとアーネスト・ラザフォードにより発明された。この時にはα線の検出ができるのみであったが、その後、弟子のワルター・ミュラーが1925年にβ線・γ線なども計測できるよう改良し現在に至っている。少し昔のSFや特撮映画などの劇中で、放射能(本当は放射線量)を計るシーン等で「ガイガーカウンター」という呼び名で目にする機会があるかと思う。(図1)にGM管を用いたサーベイメーターの一例を示す。



図1 GMサーベイメーター

2. 作製するGM管の原理

不活性ガスを封じ込めた円筒の中心部と周囲にそれぞれ陽極・陰極の電極を取付け高電圧を掛けておく、

この時の印加電圧は、GM領域(ガイガー放電域)と言われる電圧(1000~1200V)である。(図2)そこに放射線が入ると内部のガスが電離されて電極間にパルス電流が発生する。その発生した回数をカウントして放射線量を計るものである。

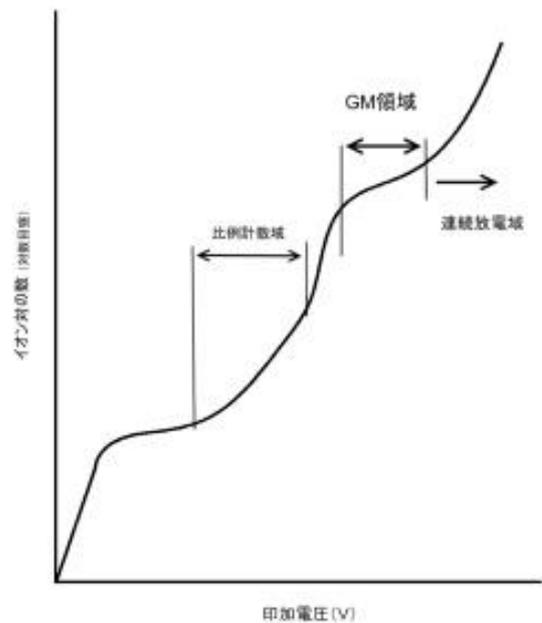


図2 GM領域

一般的な製品では、電離が連続的に起きてパルスが計測できなくなるのを防ぐためにGM管内に封入されている気体としてはハロゲンガスが多く用いられている。また、一般的なGMサーベイメーターで検出できるのは、γ線とβ線である。α線は透過力が小さいために検出窓で遮蔽されてしまうため、また中性子線は電離作用が無いために検出できない。

3. 使用材料

材料に関しては予算の関係もあり、講義開始の当初用意した物に、消耗品を買い足すかたちで数年間使用している。また、これらの物はホームセンターで手に入られるものであり、受講者には身近に感じられるものとな

っている。一覧を、(表1)と(図3)に示す。

表1 材料・工具一覧

塩ビパイプ	紙	ラップ	ビニールテープ
エタノール	ガーゼ	コード	みのむしクリップ
ラジオペンチ	はさみ	ニッパ	カッターナイフ
ラジオ	線源	高圧電源	発砲スチロール
使い捨てライター			



図3 使用材料・工具

4. 作製手順

(1) リード線を赤色・黒色それぞれ30~50cm程切り出し、端部にみのむしクリップを取り付ける。

(2) (図4)中に示すように、塩ビパイプ(以下パイプと略す)の内側に、陰極となる紙(コピー用紙)にリード線を貼り付けたものを、リード線が外側側になるように取り付ける。この時に紙の大きさは用いるパイプに合わせて適宜切り取る。



図4 本体と陰極

(3) 陽極を固定するため発砲スチロールをカッターで切り出し中心に電極が設置できるように加工する。

(4) 陽極となるリード線を数センチ(パイプに合わせる)剥きそのうち一本の銅線を残して他は切り取る。

(5) (3)で作製した部品の中央に陽極をビニールテープを用いて取り付ける。この時、銅線に手の皮脂が付くと検出能力が下がるので汚れた場合にはエタノールで脱脂する。

(6) (図5)に示すようにビニールテープを用いて組立てるが、後から入れるガスが漏れないように密封に気をつける。



図5 組立図

(7) (6)で組み立てたパイプの中に使い捨てライターのガス(ブタンガス)を入れる。ブタンガスは空気より重い(空気を1とした場合の比重は2とされる)ので上部から注ぐように入れ、充满した頃を見計らい急いでラップで蓋をし、ビニールテープで密封する。

以上でGM管は完成である。(図6)



図6 完成図

5. 測定(使用法)

できあがったGM管は放射線を“音”で検出するもの

であるが、そのために使うのが AM ラジオである。

ラジオは、あらかじめチューニングをホワイトノイズ帯に合わせておく。

できあがった GM 管に高電圧をかけて、ラップで覆った窓を線源に近づける。うまくいくとラジオからノイズ（バリッとかが、ブッ・・・のような不規則な音）として検出できる。単なる雑音（電源から発生するノイズもあるので）か否かは、線源を離れたときにノイズが聞こえなくなるかで判断できる。

測定に供する線源は、ガスランタン用に市販されているマントルである。これにはトリウム系の物質が含まれているものがあるので、これを購入し数年間用いている。

また、印加電源として授業で使用しているのは可変できるタイプで最大 5000V まで印加できる。

などがあつた。工作の際にも、ニッパ・ラジオペンチなどの工具があるのに使用法を知らないのかハサミでリード線を剥こうとする者などが見受けられた。このように簡単な工作ができないことに驚き、奇しくも、ものづくり教育の不足を感じるようになった。それ以降は、説明時に気をつけて指導している。

謝辞

この発表に際し、ご協力ご指導をいただきました鹿児島大学大学院理工学研究科機械工学専攻中村祐三准教授に深く感謝の意を表します。



図7 測定

6. 結果

4 名一組程度でグループ分けし、作製させ機能するかの測定まで行うが、昨年までの成功率は約 1~3 割程度にとどまっていた。今年（H21 年度）は天候にも恵まれた（陰極に使う紙が湿ると良い結果が出にくい）おかげか 8 割以上のグループで良い反応が見られた。

成功したグループでは、ばらつきはあるもののこの時の印加電圧は 1200V~4000V の間であった。おそらく本体中に充填されたガスの濃度や陽極・陰極の配置・形状・寸法の違いがこのばらつきが生じる原因ではないかと推察する。

また、反応しないものでもほとんどは放電域までの高電圧をかけると「ザー・・・」といった感じの放電ノイズが発生するのでその変化には受講生もなにかしら感じているように見受けられる。

7. おわりに

演習終了後に、次回使用するために分解（塩ビパイプなどの部品は使い回す）してみると、近年ではリード線を切断したままで、みのむしクリップに挿してある物があり、（つまりリード線を剥いても無く、全く結線されていない）電気の流れない状態になっていた。他にも、陰極になる紙が幾重にも巻かれているもの。（内径*円周率が分からない？） 陰極の紙が明らかにパイプより突出しているもの。陽極が数本で構成されているもの。