

展示用GM計数装置の製作

日本科学技術振興財団 尾崎 哲

科学館やイベントで展示する、距離、遮へい、線源の体験型GM計数装置を自作する。

■高圧電源

GM計数管には、メンテナンスが不要な市販の広窓・端窓タイプ(いわゆるパンケーキ型)を使用した。使用したのは LND 社製のタイプ 7313 で、口径 5cm クラス、推奨印加電圧は 500V となっている。

高電圧の発生にはチョッパー発振式を採用した。約 1kHz の矩形波をタイマーICで発振し、耐電圧 900V の FET とチョーク・コイルで高電圧を発生させる。9V 駆動では約 900V が得られるが、駆動電圧を下げて 500V に調整する。この場合、整流は単段で済むが、多段の倍電圧整流をすれば、5000V も可能である。

「クリアケースGM管」では冷陰極放電管用高電圧ユニットを転用しているが、本法は市販部品で製作できる代替案の一つである。発振波形は非対称で、信号波形とは区別しやすい。ただし、自作の際には、タイマーICの発振周波数とデューティー比の調整には根気が必要である。動作点は極めて狭い。

■計測・表示装置

固定の展示物なので AC 電源を使用した。したがって、大きくて見やすい 7 セグメント LED の表示器を採用できた。パルス成形と、LED 表示には PIC マイコンを使用した。図-1 に高電圧電源を含む装置全体の回路図を示す。

GM管の入力は、カソードから 100kΩ の抵抗を介して信号を受けるようにした。メーカー推奨のアノードから信号を取り出す方式と比べて、高電圧電源のノイズが低減でき、直流遮断用の高耐圧コンデンサが不要となる利点がある

が、ベースラインの変動を受けやすく、ディスクリミネータは必須である。そのため、オペアンプを電圧フォロワーとディスクリミネータとして使用した。

ロジック IC (NAND ゲート×4) は、ブザー音や LED 点灯をはっきりさせる目的で使用しており、約 1msec の保持時間を作っている。マイコンはアセンブラでプログラミングした。(参考までにプログラムを添付)

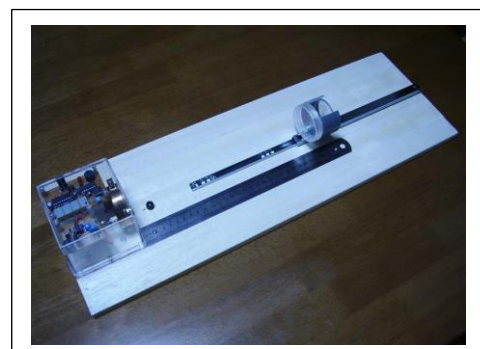
7セグメント LED 表示器は 4 桁で、9999 までカウントできる。1 秒毎のカウント数を繰り返して表示する。

後発パルス対策としては、先発パルスからの経過時間が 5msec 以下の場合はそのパルスをカウントせずに、内臓タイマーをリセットすることで、一連のパルス群を 1 個と計数するように工夫している。なお、パルスの検出は、ブザー音と LED 点灯でも通知される。

なお、スイッチを省略したので、電源を接続すれば常時動作する。ブザー音は一種の「客寄せ」として利用している。

■距離型

線源を GM管直近から最大 30cm の距離まで移動でき、手動で距離の効果を体感できる。



■遮へい型

プラスチック、アルミニウム、ステンレス鋼の3種類の遮へい体を手で動かすことができ、遮へいのない場合と、遮へいがある場合の比較を体感できる。ただし、遮へい体は厚さを加減して、どの遮へい体でも同じ計数率となるように工夫しており、遮へい効果が材質と厚さの双方で決まることが学習できる。



■線源型

モナズ石、塩化カリウム、乾燥昆布、花崗岩がこの順にターンテーブルに載っており、手でターンテーブルを回転させて線源による計数率の違いが体感できる。

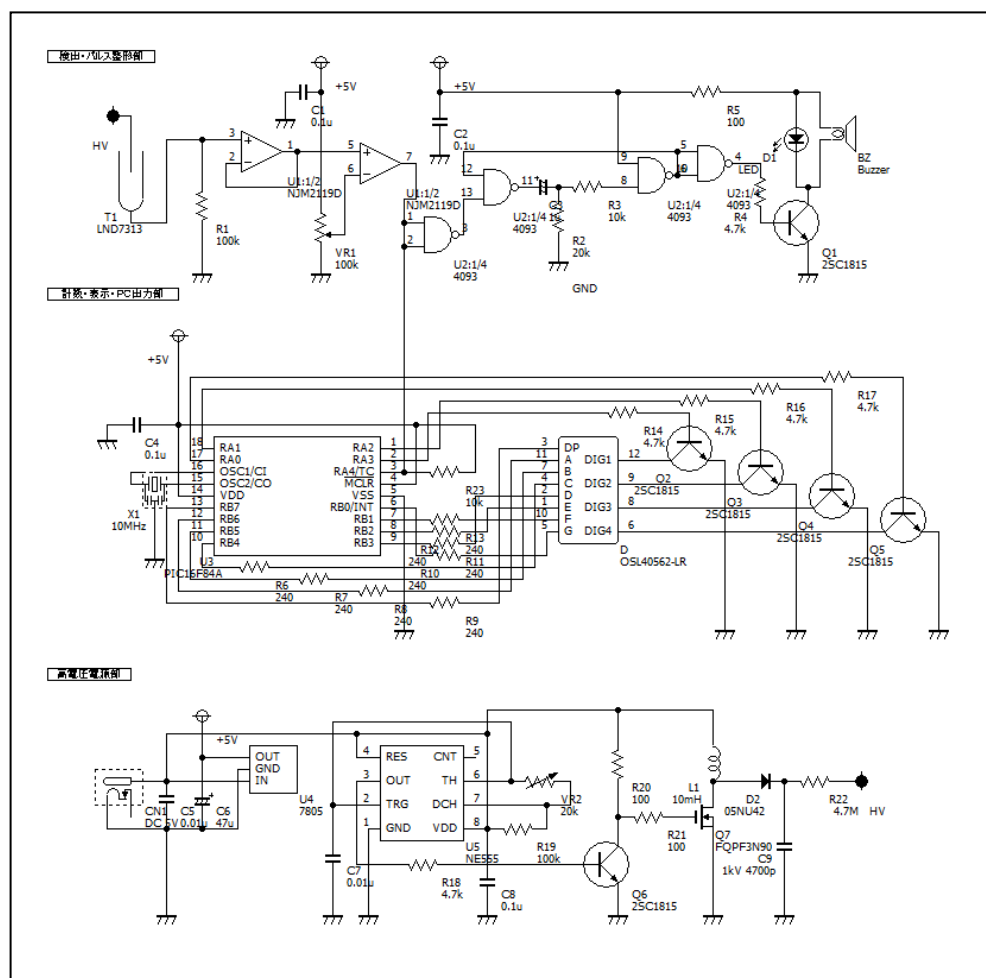


図-1 体験型GM計数装置の回路図