

「大気圧空気GM管」に向けたパラメータ実験の宿題（ブタン-空気系の挙動）

日本科学技術振興財団 尾崎 哲

パラメータ実験で分からなかったブタンの役割について調べた。

■分からなかったブタンの役割

パラメータ実験では、これまでの「大気圧空気GM管」で一般的なブタン-空気系の電離気体と、印加電圧の低減が期待できるブタン-アルゴン系を比較した。その結果は、同じブタン濃度であれば、ブタン-アルゴン系の方がブタン-空気系よりも印加電圧が約 1000V 低くなるということであった。これは高压電源の採用に当たってのメリットとも言えるが、アルゴンは高価なガスであり、ブタン濃度をコントロールする面でも困難さがあった。結局、高压電源が容易に 6000V を達成できる目途がついたことから、その後の「クリアケースGM管」では、10ml 程度の定量のブタンを添加する方法で、ブタン-空気系を採用するに至っている。

これまでのブタン-空気系の実験では、パラメータ実験でも、「クリアケースGM管」による実験でも、10%ブタンから 50%ブタンの範囲に止まっているが、その範囲ではブタン添加が消滅ガスとして作用していることが覗かれる。その証左の一つが既報におけるプラトー曲線である。他方、空気のみでブタンを添加しない場合は放射線による電離が極めて困難であることも知られており、その意味ではブタン添加が電離を促進しているとも考えられる。

そこで、空気 100%からブタン 100%までの範囲で、ブタン-空気系における放射線の電離を調べることを考えたが、「クリアケースGM管」では高压電源の上限電圧が低すぎることから、GM管の管径を 3cm クラスとし、高压電源の倍電圧整流回路を増強して上限電圧を 9000V まで上昇させることで実験に成功した。

ただし、ブタン濃度の変化によって、多発パ

ルスの発生状況が変化するため、通常の方法でプラトー特性を把握することは難しい。そこで、電離パルスの波形をオシロスコープで観察し、印加電圧をパラメータとしてパルスの数をオシログラフから数える方法を取った。これは簡易的な手法であるが、傾向は把握できることが分かった。

■実験方法

外径 3cm×長さ 5cm のアルミ管を容器として、「クリアケースGM管」と同様のアノードを使用し、カソードを黒画用紙として実験した。高压電源は「クリアケースGM管」と同じ高压電源ユニットを使用し、倍電圧整流回路は最高 15 段にまで増強した。なお、線源は塩化カリウムを使用した。

オシロスコープは、Pico Technology 社製の USB オシロスコープ（モデル 2204）を使用し、1 条件 32 スキャンのオシログラフから、多発パルスの数とそれぞれのインターバルを msec 単位で記録した。なお、計数率は、一連と見做される多発パルスを 1 カウントとして計数し、スキャン範囲の 100msec を 32 倍した時間を計数時間として算出した。

■パルス波形

図-1 は、10%ブタン、4400V でのパルス波形例で、この電圧よりも低電圧ではパルスはほぼ単独で、多発パルスとなる境界電圧となっている。印加電圧がさらに上昇すると、多発パルスの数が増大し、数 10msec にわたって続発する。10%ブタン、5000V の場合を図-2 に示すが、続発の間に休止期間があることが分かる。

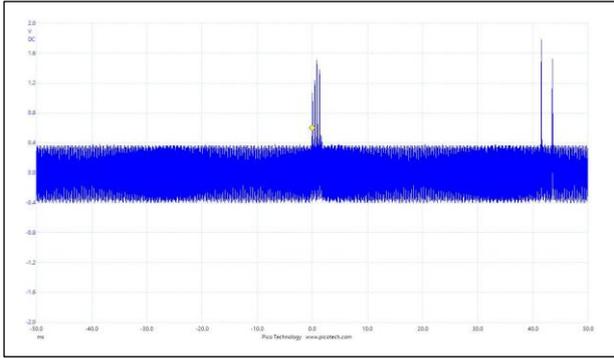


図-1 10%ブタン、4400V

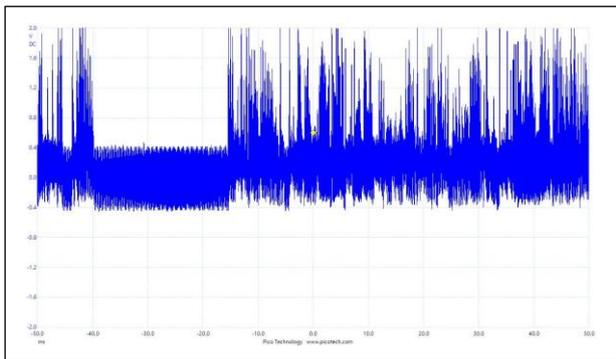


図-2 10%ブタン、5000V

このような多発パルスの原因は、「大気圧GM管」の印加電圧が高いことにあると考えられる。「大気圧GM管」では二次電子や陽イオンが高い加速電圧によって次々と電離を起こすことで多発化が進行する可能性がある。因みに、一般的なGM管でも印加電圧を高くすると多発パルスが観測されるため、多発パルスは「大気圧GM管」に限定されない現象である。

■印加電圧と多発パルスの平均時間間隔

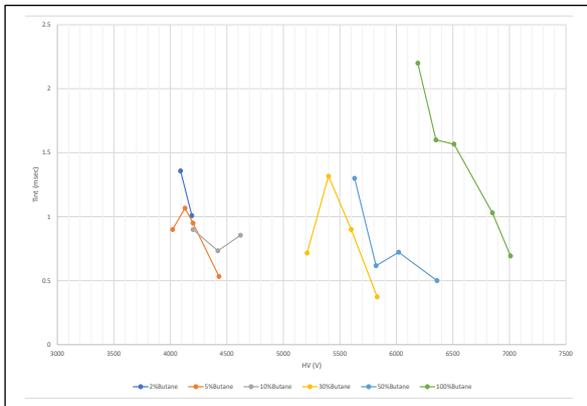


図-3 印加電圧と多発パルスの平均時間間隔

図-3 は、ブタン濃度をパラメータとした印加電圧と多発パルスの時間間隔 T_{int} の平均値である。印加電圧が上昇すると T_{int} は減少する傾向があるが、多発パルスとなる境界電圧では T_{int} は 1msec 程度となっていて、この関係はブタン濃度には依存しない。

■印加電圧と後発パルスの平均個数

図-4 には、ブタン濃度をパラメータとした印加電圧と後発パルスの平均個数を示す。個数ゼロは単発であり、印加電圧が上昇すると後発パルス数が増大する傾向になることが分かる。

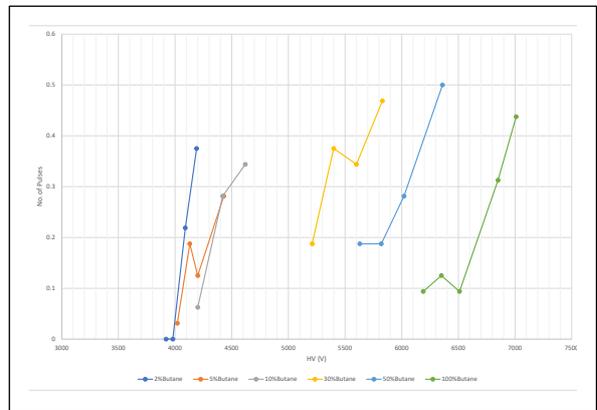


図-4 印加電圧と後発パルスの平均個数

■ブタン濃度と印加電圧

図-5 にブタン濃度と印加電圧の関係をまとめた。このように、ブタン濃度 2%から 100%にわたって、ほぼ直線的な関係があることから、消滅ガスとされるブタンが電離気体としても作用していることが分かる。

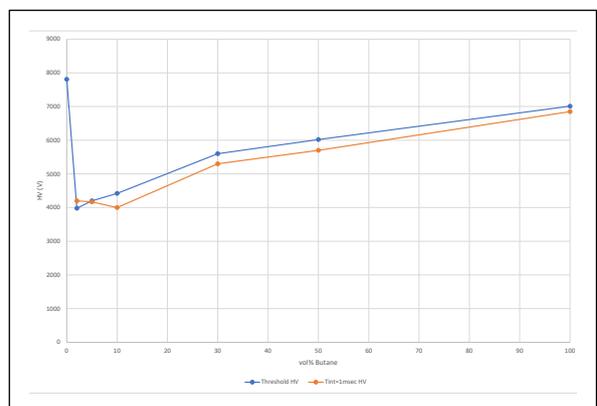


図-5 ブタン濃度と印加電圧