

希ガス同位体質量分析計用高電圧電源改造記

高野 進¹⁾

キーワード：希ガス同位体，質量分析計，高電圧電源，高電圧モジュール

1. はじめに

旧型の希ガス質量分析計用高電圧電源の高電圧制御には真空管 A2426 (CV4082) が使用されています。設計当時 (おそらく 1975 年頃) の技術では高電圧の制御には真空管を使用するのが一般的だったと思われます。この真空管は廃盤品の為新古品しか入手できません。また製造から相当

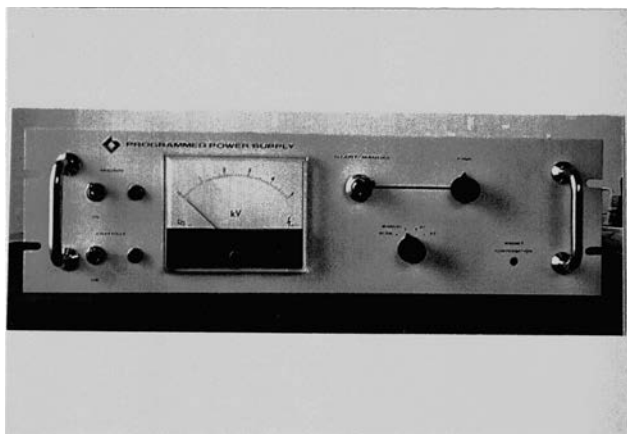


図1 改造する前のフロントパネル。

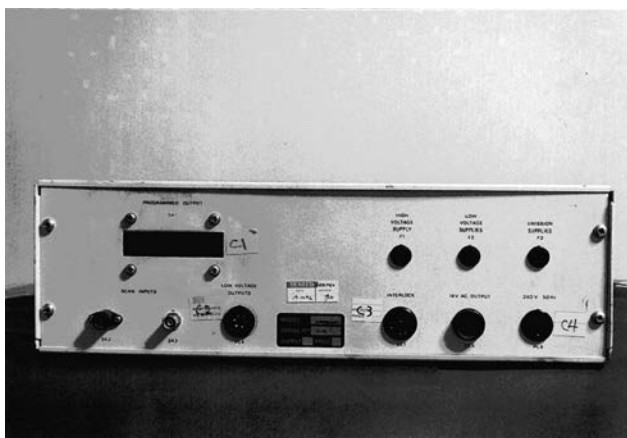


図2 改造する前のリアーパネル。

長い時間が経過している為か寿命が短い様な気がします。

現在では時代の流れで高電圧モジュールが容易に入手出来ますのでこれを使って高電圧電源 (MAX. DC 5000V) を改造してみました。

2. 高電圧電源の改造

2.1. 改造の方針

改造前のフロントパネル，リアーパネル及びシャーシ内部の状況は図1，図2及び図3の通りです。改造をするに当たり，使用出来る部品，入手困難な部品及び互換性がなくなると困る部品は再利用する事にしました。ただし，フロントパネル，リアーパネル及びボトムプレートは新しく製作した部品を用いました (図4及び図5)。また基盤の一部も新しく製作しました。

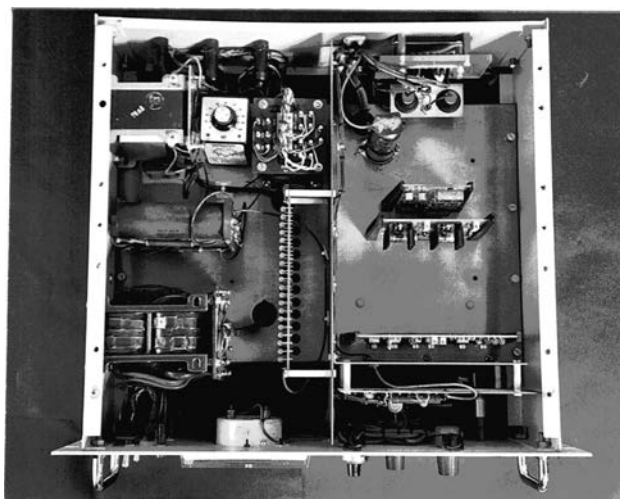


図3 改造する前のシャーシ内部。

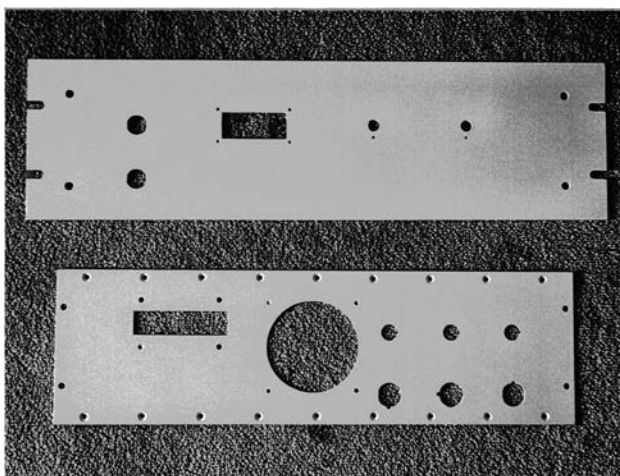


図4 新しく製作した部品。上段は塗装済みのフロントパネル，下段はリアーパネル。

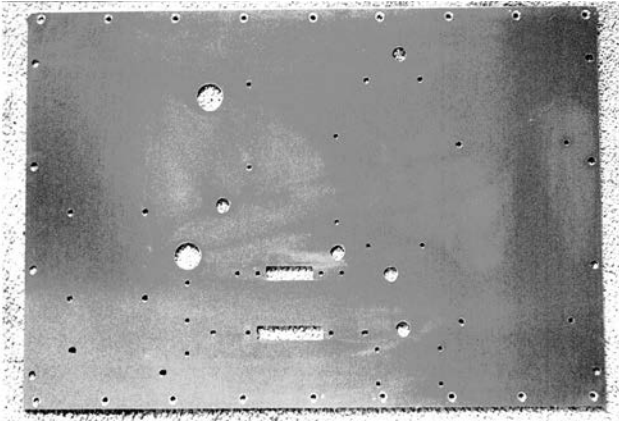


図5 新しく製作した部品。ボトムプレートはアースを取る為塗装なし。

2.2. 新規に製作する部品

2.2.1. ケース・パネル関係

(1) 寸法の調整

通販で購入したパネル用のアルミ板は3枚とも指定した寸法から最大+2.5ミリの誤差があり、台形ぎみになっていました。そこで4辺のうち誤差の多い辺に青タックをスプレーしてからケガキ針でケガいて、金鋸でケガキ線の近くを切断しました。その後ヤスリがけをして、メジャーとスコヤで直線と4隅の直角を確認して寸法を調整しました。

(2) 穴開け加工

長方形の内側は糸鋸で切り抜きヤスリで仕上げました。電源スイッチとリアパネルの穴は回転防止になっている為、ドリルとヤスリで仕上げました。

リアパネルのファン用の大きい丸穴はコンパスでケガき、丸穴の内側にドリルで2.5ミリの穴を数か所開けて糸鋸でケガキ線の内側を切り抜き、大きい半丸ヤスリで仕上げました。

ヒューズホルダーは回転止めとして小さい突起が付いているので、この部分は極細丸ヤスリで仕上げました。

リアパネルの3個のコネクター取り付け穴は、ドリル、リーマー及び極細の丸ヤスリを使って仕上げました。

ボトムプレートも同様に仕上げました。

(3) 撓み防止加工

リアパネルの上下とボトムプレートの前後には、長手方向に撓み防止用の10ミリ×10ミリ×2ミリのアルミアングルを3ミリの皿ビスで取り付けました。アルミアングルを取り付ける為に各アルミには3ミリビス用の皿もみをして、アルミアングルには3ミリのメネジを切りました。

(4) 加工後の仕上げ

上記加工後、面取り工具でバリ取りをしました。#180耐水ペーパーでフロントパネル、リアパネルの表面の傷を取り、最後に#400の耐水ペーパーで傷が目立たない様に仕上げました。その後機械部品クリーナーで各アルミ板の

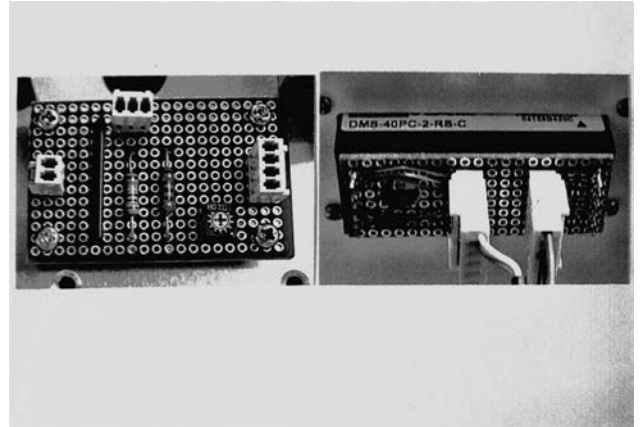


図6 新しく製作した部品。デジタルパネルメータ校正用基板及びデジタルパネルメータ用接続基板。

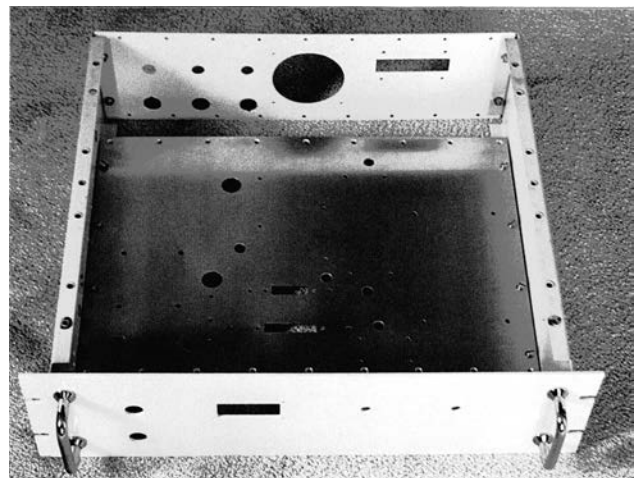


図7 組み立てたフロントパネルとリアパネル及びボトムプレート。

表面を洗浄して綺麗にしました。

次に塗装する前に塗装の乗りを良くする為に、フロントパネルとリアパネルの両面に密着スプレーを塗布しました。表面が良く乾燥してから耐熱スプレーペイント（白色）をスプレーして、乾燥するのを待って2回目のスプレーをしました。これを数回繰り返して塗装を完成させました。ボトムプレートはアースを取るため塗装はしませんでした。なおアルミ板は傷が付き易い為、養生して加工しました。

2.2.2. 基板関係

高電圧表示デジタルパネルメータ校正用基板とデジタルパネルメータ用コネクター基板を新しく製作しました(図6)。

2.3. 組立

2.3.1. ケースの組み立て

塗装が終わったフロントパネル、リアパネル及びボトムプレートをビス止めにて組み立てました(図7)。

2.3.2. 部品の組立て配線

組立が終わったケースに部品を取り付けて、その後配線を行いました(図8、図9、図10及び図11)。

2. 4. 組立後の調整

2. 4. 1. 調整用測定器

マルチメータ（直流電圧）と40kVのHVプローブ（図12）を使用して高電圧電源のデジタルパネルメータの校正



図8 使用部品全部を取り付けて配線完了後のフロントパネル。

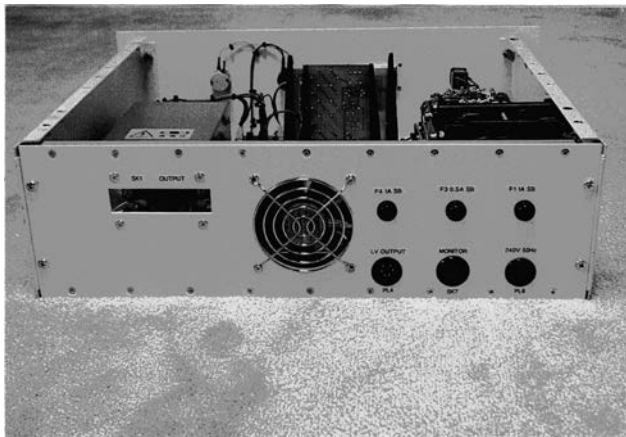


図9 使用部品全部を取り付けて配線完了後のリアパネル。

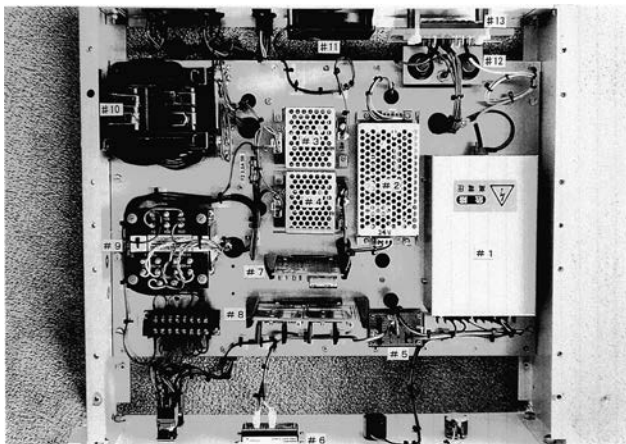


図10 使用部品全部取り付けて配線完了後のシャーシ上部の様子。#1) 新しく採用した高電圧モジュール、#2) 高電圧モジュール用24V電源、#3) ファン用12V電源、#4) デジタルパネルメータ用5V電源、#5) デジタルパネルメータ校正用基板、#6) 高電圧表示用デジタルパネルメータ、#7) 再利用したサブレッサー電圧基板、#8) 再利用した±15V電源、#9) 再利用した低電圧トランス、#10) 再利用したソース用トランス、#11) 新設した12Vファン、#12) 再利用した整流回路ブロック、#13) 再利用した出力コネクタ。

を行いました。まず出力コネクタの“C”端子にHVプローブを接続しました。その後フロントパネルのHVコントロール“COARSE”を“MAX”にし、“FIN”を中間位置にして、測定用マルチメータの表示が“5,000”の時にデジタルパネルメータの表示も“5,000”になる様に高電圧表示デジタルパネルメータ校正用基板のポテンションメータを調整しました。調整の様子は図13に示しました。

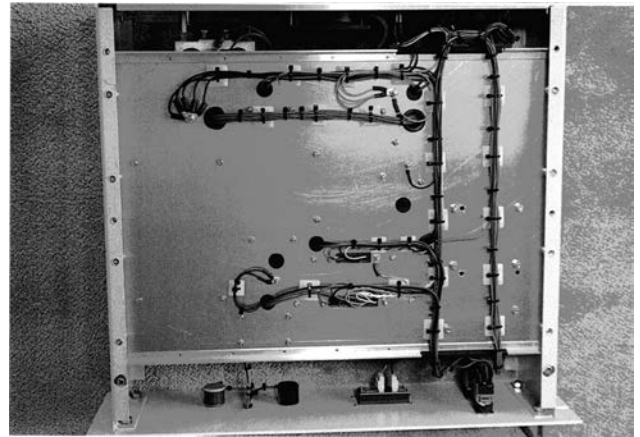


図11 配線完了後のシャーシ裏面。



図12 調整に使用したマルチメータ（Agilent U1273A型）と40kV HVプローブ。



図13 マルチメータとHVプローブを使用してデジタルパネルメータの高電圧表示を校正しているところ。

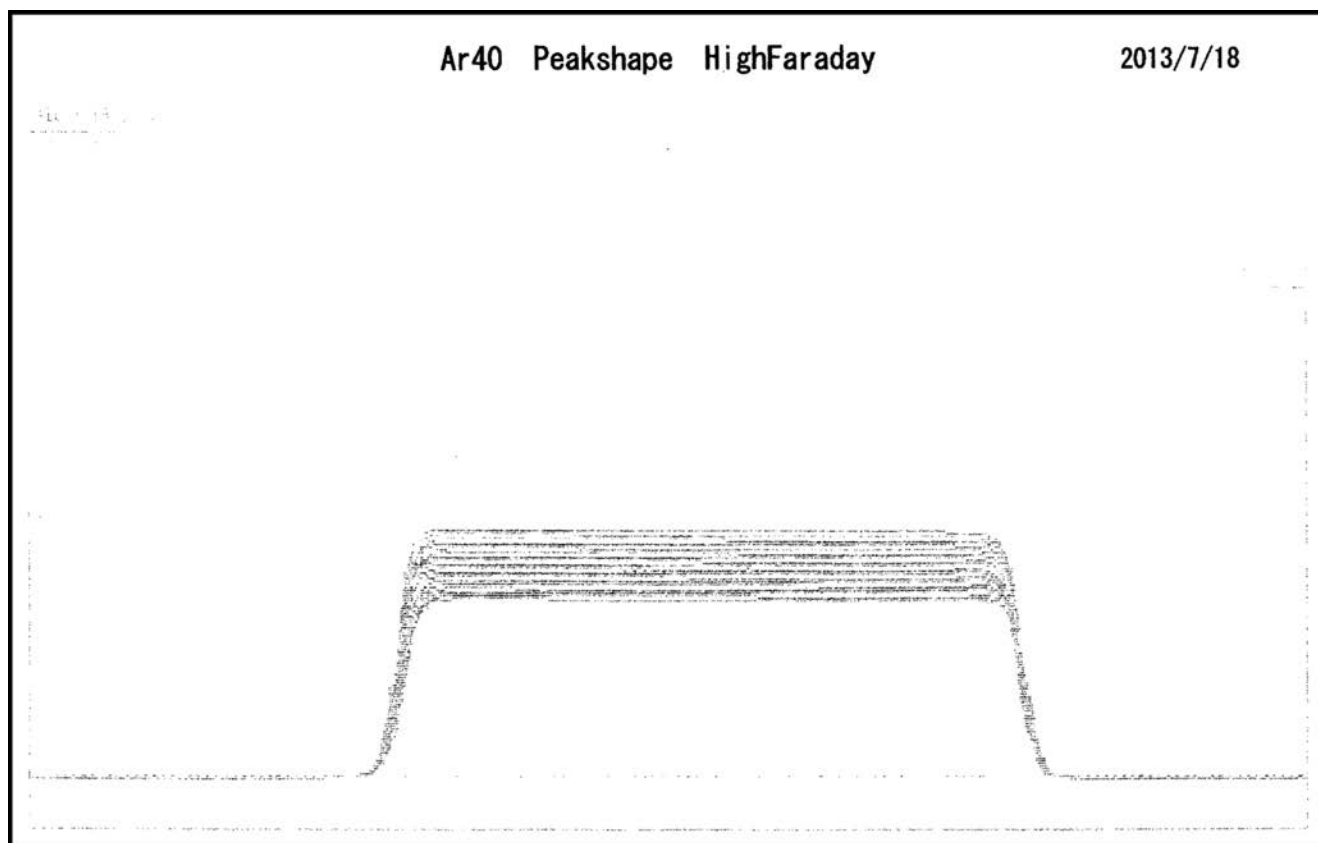


図 14 改造した高電圧電源を使用してピークスキャンを行い、安定度を確認した記録（提供国立研究開発法人海洋研究開発機構）。

2. 4. 2. ピークシェープの確認

改造した高電圧電源を使用してピークスキャンを複数回を行い、ピークの安定度を確認しました（図 14）。その結果安定度は良好でした。

2. 4. 3. ノイズ対策

高電圧表示用のデジタルパネルメータにノイズが入ることによって電圧値が数ボルト変動する為、下記の部分 (1) ~ (4) にシールド線を使用してノイズを拾わない様にしました。

- (1) 高電圧モジュールとデジタルパネルメータ校正用基板の間。
- (2) デジタルパネルメータ校正用基板とデジタルパネルメータの間。
- (3) デジタルパネルメータ校正用基板と出力の MONITOR 端子の間。
- (4) 高電圧ユニットの MONITOR 端子とシステムアナライザーのアナログインプットの間。

以上のノイズ対策を行った結果、デジタルパネルメータの数ボルトの変動はなくなりました。

3. おわりに

今回の高電圧電源改造の目玉は、真空管制御式から高電圧モジュールに変更した事にあります。真空管式ではヒータがウォームアップする時間は少なくとも 30 秒位必要でしたが、高電圧モジュールでは数秒で立ち上がります。また、表示電圧が 1V 単位で読み取れる様になりました。真空管の劣化による高電圧の不安定要素からも解放されました。本改造では許可を得て、国立大学法人山形大学所有の希ガス質量分析装置に組み込まれている高電圧電源を用い、国立研究開発法人海洋研究開発機構所有の装置に組み込んで試験しました。

謝辞

国立研究開発法人海洋研究開発機構の熊谷英憲博士には本稿をお読み頂き、ご意見を頂いた。また質量分析計の管理者である同機構の佐藤佳子博士には図 14 をご提供頂いた。記して感謝の意を表します。

2015 年 4 月 7 日受付, 2015 年 6 月 12 日受理。