

マイコンと DA コンバータを用いた高電圧制御

○木村 和典^{a)}、庄司 愛子^{b)}、千葉 寿^{b)}、古舘 守通^{b)}、藤崎 聡美^{b)}、松尾 純一^{a)}、豊田 朋範^{a)}

^{a)}分子科学研究所 技術推進部、^{b)}岩手大学技術部 理工学系技術部

1. 動機と概要

電子顕微鏡、ピエゾステージ、TOF(Time of Flight)型質量分析器、X線構造解析における冷陰極 X線管、GEM(Gas Electron Multiplier)など、高電圧を印加する検出器や装置は数多く存在する。一方、実験現場における高電圧制御は手動で行なうことがほとんどであり、誤操作やそれに伴う検出器等の損傷の恐れがある。

我々はプログラマブルな多出力高電圧電源の開発を進めるにあたり、マイコンと DA コンバータを用いて市販の高電圧モジュールの制御に取り組み、回路開発や各種特性評価を行なった。

2. コア基板と DA コンバータ、高電圧モジュールの概要

電子回路では、高電圧生成回路や各種入出力を集約した高電圧モジュールを用いるのが一般的である(図 1)。高電圧モジュールには制御入力端子が用意されている製品があり、そこに可変抵抗もしくは DC 電圧を入力することで、出力の高電圧を制御できる。我々は、Raspberry Pi Model5(以下「Raspberry Pi」と)と Pmod 2ch 16bit D/A コンバータモジュール(図 2 以降「DA コンバータモジュール」)を用いて、高電圧モジュールの制御を試みた。

DA コンバータモジュールは、Pmod 規格に準拠した SPI インターフェースを持ち、16bit DA コンバータである AD5683RBRUZ(Analog Devices 社)と、オペアンプ AD8638ARZ(Analog Devices 社)、3.3V→5V DC-DC コンバータである CRE1S0305S3C(村田製作所)で構成される。DC-DCコンバータでPmodから取り出せる3.3Vから回路に必要な5Vを生成できるため、外部電源は不要である^[1]。



図 1：高電圧モジュールの例 HUR6-6P(上)と HUR6-6N(下) (松定プレジジョン株式会社)

3. DA コンバータの特性評価並びに高電圧モジュールの制御

高電圧モジュールの制御電圧入力と高電圧出力は図 3 のような関係がある。高電圧モジュールから所定の

出力を得るには、まず DA コンバータの特性評価が必要である。

DA コンバータモジュールの特性評価の結果を図 4 に示す。Raspberry Pi から SPI で送信した 16bit データに対し、DA コンバータモジュールの出力が良好な直線性を示していることが分かる。

本稿執筆時点で、図 1 の高電圧モジュールを 1 枚のプリント基板に搭載し、それぞれの電圧／電流モニタ出力をバッファしたもの、異常発生時などに強制的に出力をシャットダウンできる機構を組み込んだ回路のプリント基板を製作中であり、追って特性評価や操作系のブラッシュアップ、ネットワーク接続などを進める予定である。

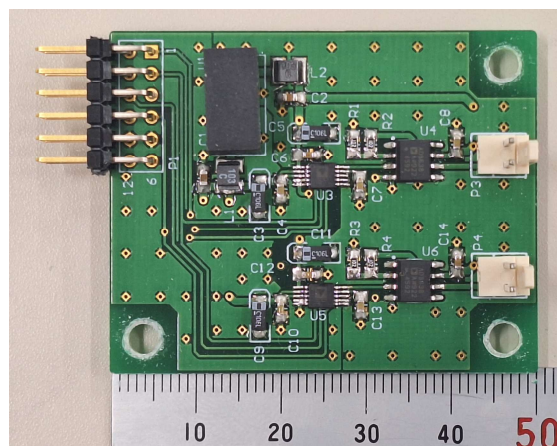


図 2：開発した DA コンバータモジュール

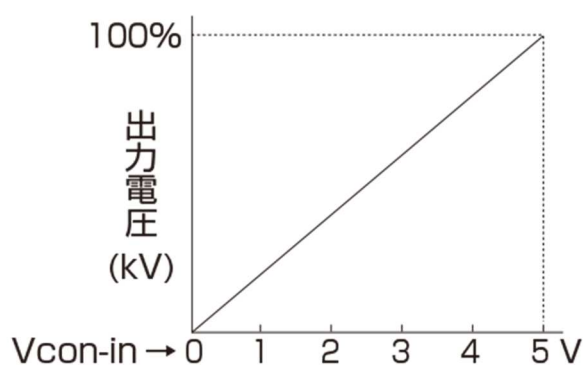


図 3：高電圧モジュールの入出力特性の例^[2]

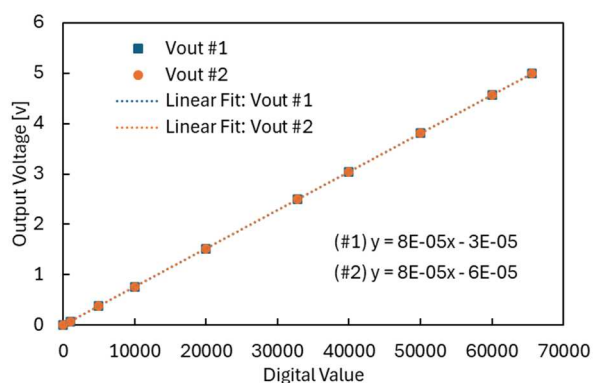


図 4：Raspberry Pi5 で制御した図 2 の DA コンバータモジュールの入出力特性

謝辞

本開発は、大学共同利用機関法人自然科学研究機構 OPEN MIX LAB 事業「プログラマブルな多出力高電圧電源の基盤技術開発」(課題番号 OML052502)並びに 2019 年度～2024 年度分子科学研究所所長奨励研究費の助成を受けて行われた。

参考・引用文献

- [1] 「マイコン開発における Pmod インターフェースの採用と活用事例」 豊田朋範、千葉 寿、古舘守通、藤崎 聡美、木村和典 第 30 回 静岡大学技術報告会 静岡大学学術リポジトリ (<https://shizuoka.repo.nii.ac.jp/records/2001122>)
- [2] <https://www.matsusada.co.jp/product/power-supplies/board-mount-high-voltage-modules/hcr/>