

シングルイオン発生量の制御

沖縄ポリテクカレッジ
(沖縄職業能力開発大学校)

仲村 淳・石本 直幸

1. はじめに

近年、健康志向を背景に、ドライヤーや空気清浄機等の家電製品にマイナスイオン生成器が付加されるようになった¹⁾。従来のマイナスイオン生成器は、安価、小型化を目的として最小限の部品により構成されており、最も簡易な一定電圧、固定周波数で駆動されることが多い。この場合、イオン生成量は固定となっている。

図1に示すように、固定したイオン生成量では、部屋の広さや容積によって、イオン密度が調整できないという問題点があり、適切なイオン量を得ることができない。そこで、シングルイオン（マイナスイオン）発生装置にPWM技術、PAM技術を適用することによるシングルイオン生成量制御技術を検討した。

2. シングルイオン発生装置について

図2にシングルイオン発生装置の概略を示す。シングルイオン発生装置は高圧交流電源を使用し、整流回路で直流高電圧を発生して、放電針へ印加する。その際、放電針先端と同一平面上に接地したリング型対向電極間に高い電界を発生する。それにより雰囲気である空気を電離し、シングルイオンを生成する。本報告におけるシングルイオン発生装置の高圧交流電源には圧電トランスを使用し、整流回路はコッククロフトウォルトン回路を採用した。

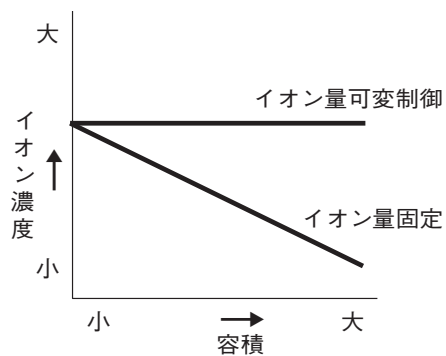


図1 イオン濃度と容積の関係モデル

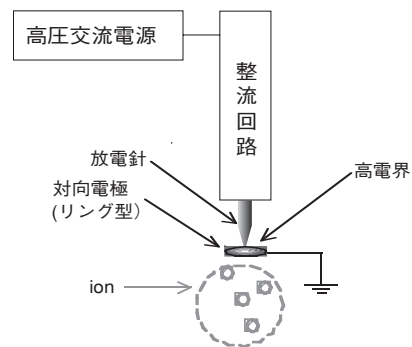


図2 シングルイオンの発生原理

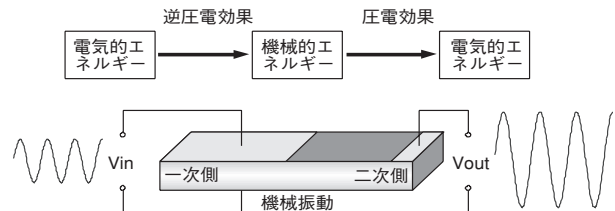


図3 圧電トランスの構造

図3に圧電トランスの構造を示す。圧電トランスには昇圧機能があり、一次側に圧電トランスの形状

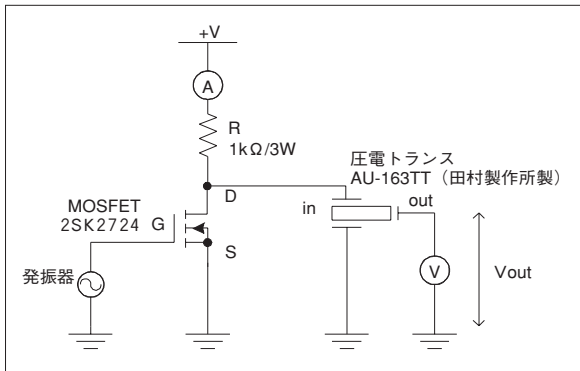


図4 圧電トランス特性測定回路

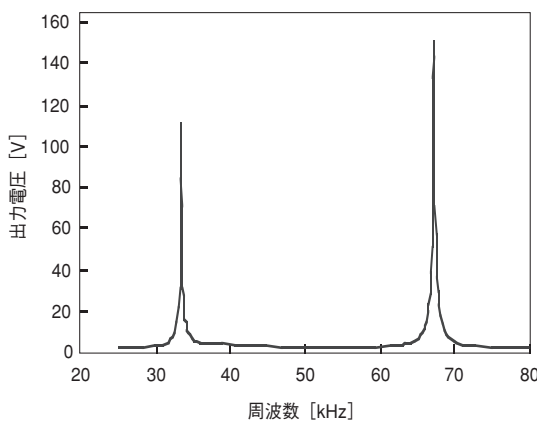


図5 共振周波数と出力の関係

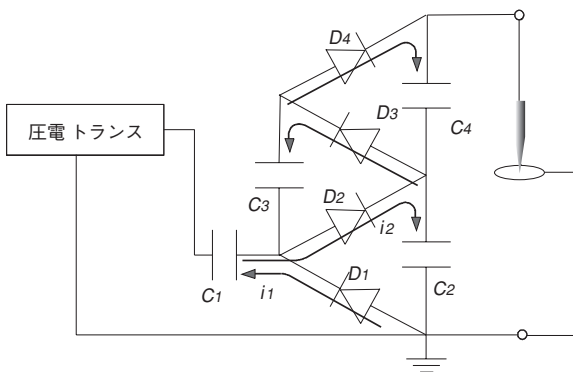


図6 コッククロフトウォルトン回路

で決定される周波数（共振周波数）の交流電圧を入力することにより、その電気的エネルギーが機械的エネルギーに変換される。二次側ではその機械的エネルギーが電気的エネルギーに変換される。その際、この電気的エネルギーは増幅、昇圧されており、高電圧を得ることができる。

図4の回路により実験で使用した圧電トランス（田村製作所製：AU-163TT）の共振周波数と出力

との関係を以下のように測定した。発振器で10Vp-p、周波数0～80kHzの信号をMOSFETに入力し、圧電トランスを駆動した。その際の圧電トランスの出力端を測定した。

図5の実験結果が示すように、実験で使用した圧電トランスには2つの共振周波数が存在し、70kHz付近の共振周波数における使用で最大出力を得られることが確認できた。この最適共振周波数により出力された電圧を図6のコッククロフトウォルトン回路に入力することで、直流高電圧を得ることができる。このコッククロフトウォルトン回路は圧電トランスにより昇圧した交流電圧を整流して、コンデンサを充電することにより直流高電圧を得る回路である。

3. シングルイオン量制御実験

実験で使用したシングルイオン発生装置は、圧電トランスを交流電源として利用している。前述したように、圧電トランスは特定の周波数（共振周波数）の電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換することにより昇圧を行う。そこで、圧電トランスへ入力する電気的エネルギーを制御することで出力を制御できないかと考え、(1)PAM制御におけるイオン生成量、(2)PWM制御におけるイオン生成量について検討した。

イオン生成量測定は、Charged Plate Monitor (CPM) を用いた。この装置は20pFの静電容量をもつプレートを充電し、イオン生成によるプレート電位の変化により除電を観測できる。このプレート電位の変化と式1²⁾により、除電電流を算出した。実験では、この除電電流の変化をイオン生成量の変化と考えた。

$$I_d = \left| \frac{\partial V_p}{\partial t} \right| \times C_p \quad \dots \text{式 1}$$

V_p :プレート電位 tE :時間 $C_p = 20[\text{pF}]$

(1) PAM制御におけるイオン生成量実験

図7に示す回路の非反転入力端子に直流電圧を入

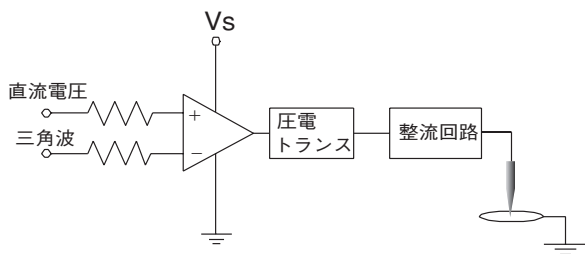


図7 実験装置のブロック図

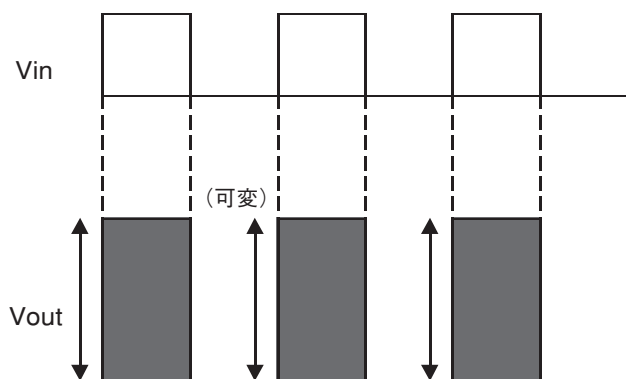


図8 PAM制御

力し、反転入力端子に約70kHzの三角波を入力した。その際、非反転入力端子および反転入力端子の入力を固定とし、デューティ比を固定化した。これにより、約70kHzのパルスを出し、圧電トランスを駆動した。その後、図7の回路のVsを9Vから35Vまで可変させ、図8に示すパルス縦幅制御（PAM制御）を行った。それにより、イオン生成量の制御実験を行った。

PAM制御によるイオン生成量制御の結果を図9に示す。この結果、Vsを21V以上に可変することにより、イオン生成量制御が可能であることが確認できた。しかし、Vsを21V以下で変化させた場合は、プレート電位の変化量が小さくなり、式1による除電電流の算出値は極端に小さくなった。したがって、Vsを21V以下にした場合は、PAM制御におけるイオン量の変化を確認できなかった。

(2) PWM制御におけるイオン生成量実験

この実験において、図7に示す回路の非反転入力端子に直流電圧を入力し、反転入力端子に約70kHzの三角波を入力した。その際、非反転入力端子の入

力を可変することで、デューティ比の可変を行った。これにより、図10に示すパルス横幅制御（PWM制御）を行い、イオン生成量の制御を検討した。

PWM制御によるイオン生成量制御の結果を図11に示す。この結果、デューティ比35%~55%の間でイオン生成量制御が可能であり、デューティ比50%

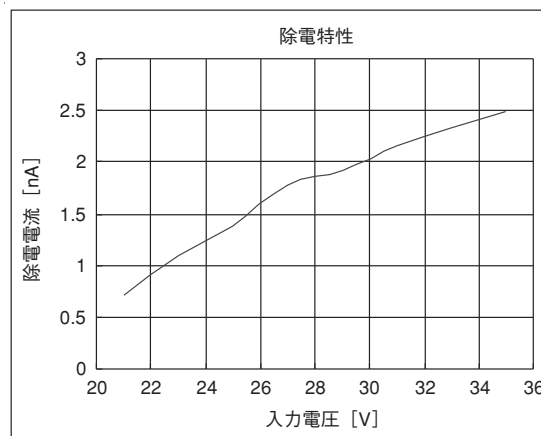


図9 PAM技術による徐電電流

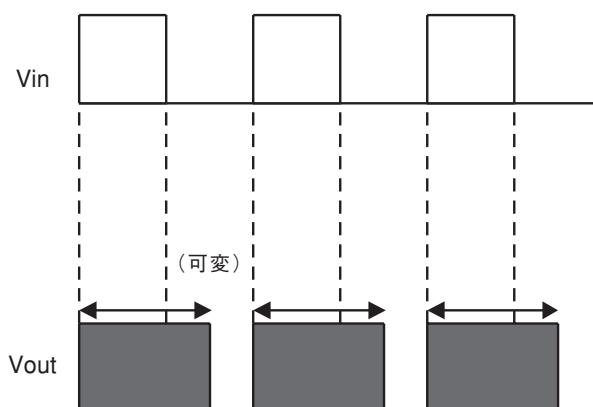


図10 PWM制御

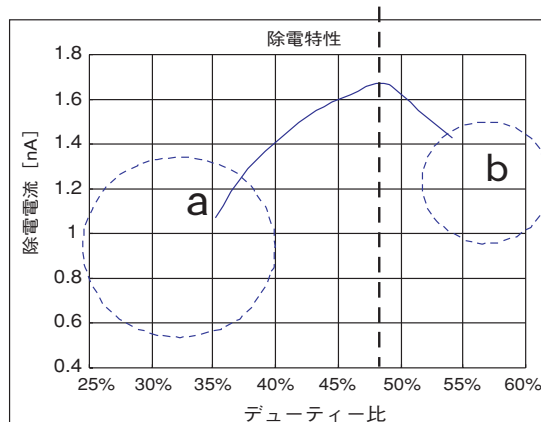


図11 PWM制御適用の結果

付近で最大出力を示すことが確認できた。これは圧電トランスへ入力する信号のONとOFFによる振動バランスが要因だと考えられる。

デューティー比50%付近では、入力波形のONとOFFのバランスが最も良好であるため、安定し、最高出力を得ることができるものとする。また、図11の領域(a)と領域(b)の範囲では入力波形のONとOFFのアンバランスがあるため、圧電トランスの振動が小さく、圧電トランスが正常に駆動しなかったものとする。

4. まとめ

PAM技術、PWM技術を圧電トランスの駆動に適用することで、シングルイオン生成量のコントロー

ルがおおむね可能であることが確認できた。

PAM技術の適用では V_s を21V以下にした場合、極端にイオン量の生成が小さくなるという不具合がある。また、PWM技術の適用においては、約30%以下および約60%以上のデューティー比において、イオン量生成が小さくなるという不具合がある。

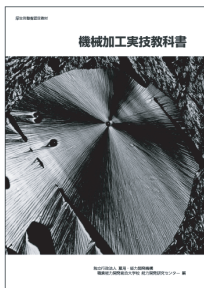
今後は、これらの不具合を解決し、より安定したシングルイオン生成量のコントロール技術を検討する。

<参考文献>

- 1) 山野井昇ほか：第3回マイナスイオン応用フォーラム論文集, pp.39 (2004)
- 2) 岡野一雄ほか：第13回RCJ信頼性シンポジウム発表論文集, pp.247-250 (2003)

リニューアル実技教科書 好評発売中!!

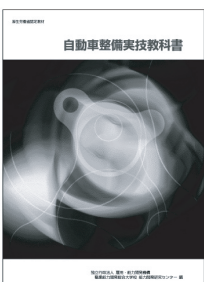
改定発刊教科書のご案内



機械加工実技教科書

A4判・338ページ
 定価3,150円(税込)
 ISBN978-4-87563-087-6
 ●職業能力開発総合大学校
 能力開発研究センター編
 ●厚生労働省認定

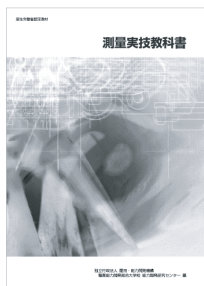
- | | |
|--------------|-------------------|
| 1. 工具一覧 | 6. フライス盤作業 |
| 2. 安全作業 | 7. 研削加工 |
| 3. 測定及びけがき実習 | 8. NCプログラミング |
| 4. 機械工作実習 | 9. NC旋盤作業 |
| 5. 旋盤 | 10. マシニングセンタ作業 ほか |



自動車整備実技教科書

A4判・272ページ
 定価2,835円(税込)
 ISBN978-4-87563-088-3
 ●職業能力開発総合大学校
 能力開発研究センター編
 ●厚生労働省認定

- スケールによる測定 取扱い方と長さの測定/
 ガレージジャッキの使い方 ジャッキアップ及びジャッキダウン/
 カムシャフトの点検 曲がり及びカムリフトの測定/ガソリンエンジンの組立て/
 2バルブ・キャブレタの整備/電子制御式燃料噴射装置/バッテリーの整備/
 エンジンの診断 バキュームゲージによる診断/
 ブレーキ倍力装置の整備(一体型真空倍力式) 現車における点検/
 ABS装置の点検/ステアリング装置の整備 分解・点検・組立て/
 方向指示器の整備 点検/列型インジェクションポンプの整備/
 ロータリエンジンの分解順序 分解・点検・組立て ほか



測量実技教科書

A4判・144ページ
 定価1,470円(税込)
 ISBN978-4-87563-089-0
 ●職業能力開発総合大学校
 能力開発研究センター編
 ●厚生労働省認定

- | |
|---|
| 1 測量機器一覧 |
| 2 測量機器の取扱い |
| 3 測量の基礎 |
| 測量と座標/測量と高さ/水平角、高度角と距離の観測/宇宙測地技術/
GPS測量/国家基準点と公共基準点の位置情報とその活用 |
| 4 測量実技 |
| 角度・距離測量の実技/平板測量の実技/基準点測量/基準点測量の実技/
水準測量/水準測量の実技/地形測量/路線測量/縦横断面測量 |

発行所

社団法人 雇用問題研究会 <http://www.koyoerc.or.jp>

〒104-0033 東京都中央区新川1-16-14 電話 03-3523-5181(代表) FAX 03-3523-5187