2P1-C3 完全埋込型人工心臓用駆動電圧の安定化の検討 Investigation of driving voltage stabilization for a totally implantable artificial heart

○郡司 裕和, 山本 隆彦, 越地 耕二, 塚原 金二*, 妙中 義之**

東京理科大学大学院理工学研究科電気工学専攻

アイシン・コスモス研究所*

国立循環器病センター研究所人工臓器部**

Hirokazu Gunji, Takahiko Yamamoto, Kohji Koshiji,

Dept. of Electrical engineering, Graduate School of Science and Technology, Tokyo University of Science

*Kinji Tsukahara, AISIN COSMOS R&D CO., LTD

**Yoshiyuki Taenaka, Dept. of Artificial Organs, Research Inside, National Cardiovascular Center

1 はじめに

体内に埋め込まれた人工心臓を駆動するための電力を経皮的に供給する方法として、体外結合型経皮エネルギー伝送システム(ECTETS: Externally-Coupled

Transcutaneous Energy Transmission System)による電力供給がある。拍動型人工心臓においては、拍動に伴ってアクチュエータ駆動電圧(以降、駆動電圧)に大きな変動が生じる。そのため、人工心臓の安定駆動の観点から駆動電圧を安定化する必要がある。その方法として、駆動電圧情報をケーブルで体外へフィードバックして制御する方法があるが、感染症やQOL(Quality of Life)の観点から好ましくない。そこで、体外での電圧、電流情報を基に、電源電圧を制御し駆動電圧を安定化する方法をこれまで報告してきた。人工心臓システムの最終形態では体外2次電池によりECTETSに電力供給を行なうため、電源電圧の制御を行なうことができない。そこで本研究では体外2次電池からの供給電圧をスイッチング回路においてPWM制御を行うことにより、体外にて人工心臓駆動電圧を安定化する方法を検討した。

2 システム構成

図1にTETシステムの構成を示す。体外に設置された直流電源または2次電池により供給される直流電力をスイッチング回路により交流電力に変換し、経皮トランスを介して体内に伝送する。体内に伝送された電力を整流平滑回路により再び直流に変換し、人工心臓アクチュエータの駆動及び体内2次電池の充電を行う。体外からの電力供給が断たれた際には、体内2次電池から人工心臓アクチュエータへの電力供給が行われる。

Fig.1 Block diagram of ECTETS

3 PWM制御による検討

体外2次電池からの供給電圧をスイッチング回路においてPWM制御を行ない、体外にて人工心臓駆動電圧を安定化する制御システムの構成を図2に示す。システムはデューティ比の算出を行うマイコンとそのデューティ比を基にパルスを生成するPLD、スイッチング回路で構成されている。拍動数110[bpm]の負荷変動に伴う駆動電圧波形を図3に、また図2のシステムを試作してPWM制御を行った場

合の駆動電圧波形を図4に示す。同図から体外にて制御を行うことにより、駆動電圧が $24-2.8 \sim 24+6.2[V]$ から $24-2.0 \sim 24+2.4[V]$ の変動幅に大幅に低減され安定化されていることがわかる。

Fig.2 Block diagram of voltage control system

Fig.3 Waveform of driving voltage (without control)

Fig.4 Waveform of driving voltage (with control)

4. まとめ

電源電流、デューティ比など、体外で検出・制御可能なパラメータを用いて人工心臓駆動電圧の制御を体外にて行うシステムを試作・制御したところ、拍動に伴う駆動電圧変動を大幅に低減でき、人工心臓アクチュエータ駆動電圧の安定化が図れた。

参考文献

1)塚越智之、柴建次、越地耕二、塚原金二、巽英介、妙中義之、高野久輝：完全埋込型人工心臓用経皮エネルギー伝送システム(アクチュエータ駆動電圧の体外における安定化制御の検討)、第16回「電磁力関連のダイナミクス」シンポジウム講演論文集、pp.129-132(計4項)、2004年6月9日