

専攻	システム情報	学籍番号	833312	指導教官氏名	中村哲郎教授
申請者氏名	苅田信雄				

論文要旨

論文題目	宇宙実験用バイオテレメトリシステムに関する研究
------	-------------------------

(要旨 1,200字以内)

近年、宇宙開発の進展に伴い、宇宙空間という特殊環境が人体や動物へ与える種々の影響を医学的、生理学的見地から調べる事が重要となっており、宇宙開発事業団の研究プロジェクトにおいて、宇宙船や宇宙基地内での小動物を用いたライフサイエンス実験が計画されている。一般に、生体信号の遠隔計測はバイオテレメトリと呼ばれ、宇宙空間の実験を対象とした場合、以下の条件を満たすバイオテレメトリシステムが必要になる。

- (1) 生体側装置における小型・軽量・低消費電力化
- (2) 多生体・多チャンネルの信号伝送
- (3) 無拘束計測
- (4) 観測者－実験動物の双方向通信
- (5) 電磁環境の保全

本研究は、このような宇宙での実験を支援する、生体信号の伝送技術に関して、基礎的技術の検討から実際のシステム構成まで、総合的に研究を行ったものであり、その機能は自由行動下の複数の生体から、必要な時に必要な動物を選択でき、多項目の生体信号を時系列的な赤外光のパルスとして伝送できるものである。また、実際に構築した装置を用いて基本的なテレメトリ実験を実施し、その良好な動作が確認された。本論文はこれらの成果をとりまとめたものであり、全文7章よりなる。

第1章では、本論文の背景、目的及びその概要を述べた。

第2章では、後章の理解を容易にし、本研究の位置付けを明らかにするために、宇宙実験用バイオテレメトリシステムに関する基礎的考察を行った。また、本章で検討された事項に基づいて、実用的な宇宙実験用テレメトリシステムに必要な仕様について考察を行い、システムの仕様を、サンプリング周波数1kHz、生体数を最大4匹とし、それぞれの生体からテレメトリ可能なチャンネル数を最大4チャンネルとした。

第3章では、複数の生体から同時に多チャンネルの生体信号を確実にテレメトリするために新たに提案したテレメトリ方式、即ち強制同期テレメトリ方式の基本原理について述べ、本方式に基づき、生体から信号を送信する生体側装置と、生体側に制御信号（コマンド）を送信し、テレメトリされた信号の受信・復調を行う外部システムの構成について述べた。

第4章では、生体側装置を構成する2種類の集積回路について述べた。生体電極に生じた微弱信号を増幅するため入力段をJFETで構成した高入力インピーダンス増幅器及びパルス周波数変調器が1チップ上に構成された、生体信号検出用集積回路は、バイポーラプロセスにより実現した。第3章で提案したテレメトリ方式に基づいて生体選択、多チャンネル信号の時分割多重化及び光パルスの送受信を行う、多生体テレメトリ制御用集積回路は、高速かつ高出力が要求されるアナログ部をバイポーラデバイスで構成し、省電力化が必要なデジタル部をCMOSデバイスで構成するBiCMOSプロセスにより実現した。

第5章では、伝送距離、信号帯域、同時計測チャンネル数などテレメトリシステム全体の性能を左右する受光回路について考察した。自由行動下の動物を対象とするテレメトリシステムでは、上記の性能の向上のために、高速かつ広ダイナミックレンジ特性を持つ受光回路の開発が必要である。本研究では、ショットキーダイオードを用いた非線形フィードバックインピーダンスを有する受光回路を提案し、これをバイポーラプロセスによって試作し、動作周波数600kHzにおいて33dBのダイナミックレンジを実現した。さらに、フィードバックインピーダンスとしてMOSFETの非線形特性を利用したCMOS受光回路も提案し、シミュレーションにより特性評価を行った。これは、生体側装置の全ての機能をCMOS集積回路により1チップ集積化した際の受光回路として有用である。

第6章では、テレメトリ用集積回路の試作結果、及び個別部品により構成した外部システムと試作した集積回路を用いて、テレメトリ実験を行った結果について述べた。試作したテレメトリ用集積回路の良好な動作を確認すると共に、これを用いて測定装置の都合から2生体2チャンネルでのテレメトリが精度良く行えることをまず確認した。これは原理的には最大4生体4チャンネルでのテレメトリを保証するものである。

第7章は、結論であり、本論文のまとめである。