

特徴として、マグネットにより密着させることで周囲雑音に影響されない安定した通信が可能である。欠点は密着が必要なことと、広帯域の通信が困難なことである。

経皮トランスでは信号の通信のみでなく電力を送ることも可能であり、TangらはFES（電氣的機能刺激）向けに36 kb/sの信号伝送と80 mWの電力を送る研究を行なった。Troykらは14ゲージ(1.6 mm)の針で挿入できる超小型の埋込装置との通信と電力供給の研究を行なっている。

Takahashiらは人工心臓を対象とした経皮での電力および信号伝送の研究を行なっている。

2) 高周波

電波による通信であり、送受信機の間隔が自由になる。その一方で周囲雑音の影響を大きく受けるので、その対策が必要となる。また電波の使用ではITUの勧告に従う必要があり、使用できる帯域・出力などの制限がある。

電波は生体内では周波数が高くなるほど減衰・吸収が大きくなる。これを避けるため10 MHz以下の周波数を用いる研究[Wise04]もあるが、小型の埋込装置ではアンテナの大きさに制限がある。Chirwaらは小型のカプセルに収めた装置を飲み込み小腸内の情報を伝送する装置に関して150 MHzから1.2 GHzの周波数での減衰をアメリカ国立図書館のVisible Human Projectのデータで計算している。これによると450 MHzから900 MHzの間で最大放射が得られている。Scanlonらは418 MHzの送信機を腔内に置いた場合を人体モデルで計測している。その後、モデルをVisible Human Projectのデータに変え418 MHzと916.5 MHzを用いたシミュレーションを行なっている。

3) 超音波

超音波は外来雑音の影響を受けにくい方法であるが、キャリアの周波数が数MHzと低く、深度が大きくなると多重経路からの信号が干渉するので伝送帯域は制限される。また体外に置く送受信機は超音波診断用ジェルなどを用いて密着させる必要がある。

この分野では千葉大学のグループが超音波により電力と信号伝送を行なう研究を発表している。最も最近の報告では1 MHzの振動子を用いて57.6 kbpsの伝送速度を得ているが、このときの送受信機の間隔は7mmである。

4) 光

赤外光はデータ通信の手段として確立された方法であるが、植込み機器への応用研究は少ない。赤外光は生体内の透過性がよいことは知られているが、散乱光による干渉が問題となる。

通信ではないが近赤外光を用いて植込み機器への電力供給を行なう研究を大阪大学のグループが行なっている。

5) その他

これまで挙げた方式では通信符号を含む電気信号を他のエネルギーに変換して伝

送しているが、Lindsey らはこの変換を行なわないで電気信号をそのまま体内に流す方法を研究している。体外から皮膚に接触した電極に 2 kHz から 160 kHz の電流を流し、皮下に置いた複数の電極でこれを検出する。

11.2. ITUの勧告

ITU(International Telecommunication Union) では医療用植込み型機器に対する電波の割り当てとして、401—406 MHz を ITU-R SA.1346 で勧告している。この全文を後の資料に載せている。

この帯域は第一義的には気象観測通信に割り当てられた物であり、医療用埋込型機器がこの帯域を使う上で気象観測通信に干渉することがあってはならないとしている。そのため医療用埋込型機器には電波出力の制限 (25 μ W 以下)、使用チャンネルの変更機能を持つことなど多くの制約が課せられている。

この帯域が割り当てられた背景には気象観測通信は使用頻度の少ない通信であり、他の帯域に比べて最も静かであり、かつ体内に置いた機器との通信で過大な減衰がないことがある。

12. まとめ

12.1. 機器の性能UPの要望

ICDは関係者の努力で小型化と性能UPが計られてきたが、更に次のような機器に対する要望、使用者（医師、患者）からの要望が出ている。

① 自動診断アルゴリズムの確立

判定機能を追加することで診断ミスの削減を図る。

- i. 心拡張機能のICD機器への一体組込み技術を確立すること。
- ii. 課題は、電池容量をUPする技術 (30 μ A の電流がプラスされる) と ICD本体の大きさを小さくする技術の確立すること。

② 生体埋め込み時の違和感の解決

角が取れて、丸みを帯びた形状で、且つ小型化されたICDの設計技術を確立すること。

- i. 電源部の小型化に対する研究開発の促進。
 - ・ 電池の高効率化の促進。
 - ・ 充電方式等の方式検討の推進。
- ii. コンデンサの体積効率のUP。

③ 除細動時の生体へのダメージの低減

除細動時の電圧と電気量の低減を計ることで、生体へのダメージを低減。

- i. 課題は、2相式を超えた新治療方法の確立が出来るか？

④ 低コスト化

低コスト化を計り、対象患者が無理なく治療できる環境作り。

- i. 提案として「電池のみの交換可能技術」の確立

- ⑤ MRI等の医療機器からの電磁波対応
ICD植込み患者もMRI等の先端医療機の恩恵を受けられるような機器の開発

12.2. 社会インフラの構築

- ① 高額医療支援体制の構築
 - i. 保険医療費の負担増対策
 - ii. 機器を含めたICD医療費の低減
- ② 何時でもどこでも医師の診断が可能な医療ネットワークの構築
 - i. 課題はICDの消費電力の増大
 - ・電子タグ等の組み込みで通信時の電力供給を外部からすることで電池電気の使用量を低減する。
- ③ マンロケーションシステムの構築
異常が発生した時、本人自身で連絡が取れない状態になる危険性が高い疾病だけに、自動的に関係先に連絡処置が可能な耐性作りが重要である。
- ④ 救急隊員のICD植込み患者に対する医療教育と治療可能にするための法改正等が必要になってくる。

12.3. 経皮通信方式ITUの勧告についても調査した。

以上

1. 参考資料

- 1) 医学博士 John P. DiMarco 著
The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE
N ENGL J MED 349:19 WWW.NEJM.ORG NOVEMBER 6, 2003
- 2) 2相性除細動器の臨床
資料提供：国立循環器病センター研究所（能沢孝先生 菅弘之先生
- 3) 心拡張機能
国立循環器病センター研究所 能沢孝先生、菅弘之先生 提供
大正医科機械株式会社提供
- 4) ICDに対する電磁波の影響
総務省レポート
厚生労働省レポート
- 5) 除細動器の解析装置
FLUKE社ホームページ
- 6) 経皮トランス
- 7) ITUの勧告

2. その他添付資料

- 8) 技術文献抽出データ
 - i 【除細動器】 : 107件
 - ii 【除細動器】及び【電子回路】: 30件
 - iii 【除細動器】及び【学会】 : 103件
- 9) 大学医学部・病院のレポート
- 10) GUIDANTレポート
- 11) ICDの仕様概略・
国立循環器病センター研究所提供
- 12) ICDの植込みとフォローアップ、他
国立循環器病センター研究所提供

植え込み型突然死予防装置の開発

ICD 規格

信頼性・耐久性試験

経皮通信に関する規制

外部エネルギー - 安全性

に関する調査研究

松下電器産業株式会社

目 次

はじめに

- I. 信頼性・耐久性などの試験項目
- II. 経皮通信についての技術及び規格調査研究
 - 1) 経皮通信
 - 2) 電波通信における規制
 - 3) 各地域での規制
- III. 外部エネルギーに関する安全性
 - 1) 埋込医療機器への電磁干渉
 - 2) 医療機器/治療機器の影響
- IV. 電磁界シュミレーション

はじめに

本研究は①ISOなどの植え込み型医療機器に関する信頼性・耐久性試験及び電子機器などに要求される一般的試験項目、②体内医療機器からの経皮情報通信に関する規制、③埋め込み機器に対する電磁波などの外部エネルギーの影響安全性、などに関する調査研究を行い、装置の実用化に向けて考慮すべき設計開発条件などを明確にすることを旨とする。

I. 信頼性・耐久性などの試験項目

本プロジェクトの主題となる植え込み型突然死防止装置は、ISOやEU規格などの埋込機器に関する規程に準拠する必要がある。

今回ISO14708-1:2000、EN45502-2-1:2003、45502-2-2:1998の内容を整理した。併せて、電子機器に要求される一般的試験項目についてもまとめ、今後、研究開発の進捗にあわせ、実用化段階での研究開発における設計条件及び実証テストなどに反映させてゆく。

II. 経皮通信についての技術及び規格調査研究

1) 経皮通信

埋込型医療機器の経皮通信について通信方式についての整理を行った。

・通信方式比較

方式	特徴	欠点
経皮トランス (磁場通信)	①周囲雑音に影響されにくい ②電力伝送も可能	①密着する必要がある ②広帯域通信が困難
高周波 (電波通信)	①送受信機の間隔自由 ②広帯域通信	①周囲雑音の影響 ②通信帯域規制
超音波	①外来雑音を受けにくい	①ジェルによる密着必要 (衣服着用で出来ない)
光	①赤外光は生体透過性に有利	①散乱光による干渉 ②衣服着用で出来ない

生活シーンでの実用化からは着衣が前提となり、電波通信か磁場の通信に限られるものと思われる

2) 電波通信における規制

International Telecommunication Union (ITU) による医療用埋込機器に対する電波の割り当てなどが勧告されている

ITU-R 勧告 SA.1346 でのプログラマまたはコントローラ間の通信に関する規定は以下のようなものがある

- ① 通信距離：2 m (最大)
- ② 通信電力：-16dBm：EIRP25 μ W (最大)

- ③ 帯域：300kHz
- ④ 周波数：401～406MHz
- ⑤ チャンネル：帯域 300kHz ごとの複数チャンネル保有
- ⑥ 通信開始：強磁場（14Gauss 以上）検出（推奨）
- ⑦ その他：自動再送要求（ARQ）、前方誤り訂正（FEC）機能保有

3) 各地域での規制

勧告に基づき各国で以下の要求がなされている

a) 欧州：

- ① 周波数：402～405MHz
- ② チャンネル：帯域 300kHz、チャンネル間隔 25kHz

b) 米国：

- ① 周波数：402～405MHz
- ② チャンネル自動選択機能（最小環境雑音選択）
- ③ 通信開始は外部起動装置による
- ④ 気象観測/気象衛星/地球探査衛星通信への干渉防止
- ⑤ 気象観測/気象衛星/地球探査衛星通信からの干渉容認
- ⑥ その他

c) オーストラリア：

- ① 周波数：402～405MHz

日本では ITU-R 勧告 SA.1346 に対応する準備は出来ていない

周波数を含め埋込医療機器に関する推奨基準は設計におおきな枠を設けるものであり、更に実用化研究の中で精査検討を要する。

Ⅲ. 外部エネルギーに関する安全性

1) 埋込医療機器への電磁干渉

- ・ E M I の主な干渉源

	発生源	現象
雷	対地放電、雲内放電など	電圧／電流の注入や誘導、電磁波の放射
太陽活動	太陽フレアなど	電磁波の放射
静電気放電	人体、粉体など	電圧／電流の注入、電磁波の放射
放電	放電灯、放電加工機、電気溶接機、内燃機関の点火系、整流子電動機、電車の集電子、接点の開閉、送電線からのコロナ放電など	電磁波の放射
無線送信	放送、無線通信、レーダーなど	電磁波の意図的な放射、スプリアス
高周波エネルギー	高周波加熱装置、電子レンジなど	電磁波の放射
高周波信号	無線受信機、スペクトラム・アナライ	電磁波の放射

	ザなど	
デジタル回路	情報技術機器、マイクロプロセッサ利用機器など	電磁波の放射
電力スイッチング	インバータ、電力負荷の開閉など	電磁波の放射、電源系統への雑音の注入、電源電圧変動の誘起
交流電源	送電線、変圧器、電動機など	低周波電磁界の放射
整流回路、位相制御回路	直流電源装置、電力制御装置など	電源系統への雑音の注入、電源高調波電流
核爆発	核爆弾	激しい電磁波の放射(NEMP)

* EMI は electro-magnetic interference(電磁干渉)

携帯電話、盗難防止装置/金属探知機、低周波電磁界（高圧送電線直下）

I H式調理器などによる I C Dへの影響に関して研究調査が行われており何らかの影響が報告されている。

2) 機器/治療機器の影響

M R Iは埋込型医療機器装着者には原則禁忌とされている

また I C Dのバッテリーに強い磁気トルクが発生すると報告されている

ジアテルミー療法でのマイクロ波、短波の影響に対し米国 F D Aはリードを埋め込む医師または管理する医師に、患者へのジアテルミー療法を受けないように注意すること、療法を行う専門家が装置が埋め込まれていないことを確認するように勧告している

外部からの影響に関する問題は、信頼性・耐久性試験の中で十分な考慮と、発生する現象についての検証及び限界の確認が必要である

IV. 電磁界シュミレーション

電子情報通信学会など国内でも携帯通信の普及に伴い、人体と電磁波の相互作用に関する研究が進められており、人体電磁ファントムなど解析やシュミレーション技術の研究報告がなされている。

人体の電氣的数値モデルの提案や、F D T D法を主流とした電磁界解析が行われている。また、解析システムも一般的ではないが市販されており、医療分野の応用（ハイパーサーミア、外部電界によるペースメーカーへの影響など）が研究報告されている。本開発研究に活用できるシステムの検討も行った。

植込み型突然死防止装置の開発
システムLSIの開発

分担研究者 小川 真（株式会社日立超LSIシステムズ 部長）

研究要旨：

平成15年度より「システムLSIの開発」の分担研究を開始した。初年度は今後の研究開発の一助とすべく、既存の植込み型除細動装置（ICD）の技術動向調査を主として行なった。

技術動向調査の結果、ICD内部における半導体部品の実装方法としては、いわゆるハイブリッドICの製造技術技法を効果的に活用しており、多数のベアチップ（ダイオード/トランジスタ類：17チップ、IC/LSI/メモリ類：19チップ）と受動部品を多層ガラスエポキシ基板に搭載し、極めて小型のサイズに纏め上げてシステム化している。

次年度以降はこの技術動向を踏まえながら、低エネルギーによる除細動が可能なICDに適したシステムLSIの研究を行なっていく。

A. 研究目的

「システムLSIの開発」の研究開発開始に際し、初年度である平成15年度は既存ICDの技術動向調査を目的として、既存ICD機能レベルでの先行メーカーであるM社製のICDを分解して技術動向調査する。

調査項目としてはICD内部における実装構造の高密度/小型化手法に関する調査と、そこに搭載されている半導体素子の種類、プロセス、実装方法等について調査し、今後の研究開発の一助とする。

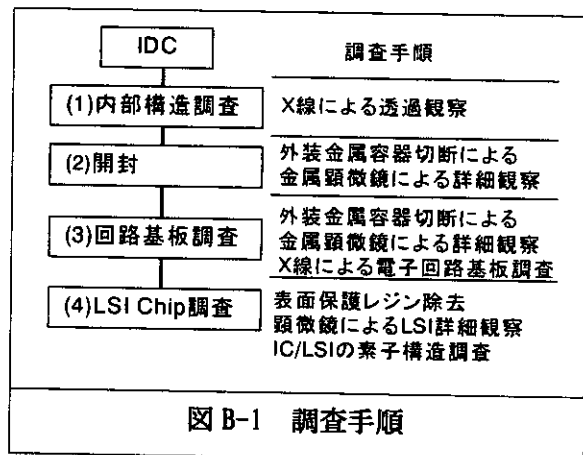
B. 研究方法

B-1. ICDの内部構造に関する研究

現用のICD、内部構造、基板構造および使用部品について調査する。手順の概要を図B-1に示す。

B-2. 使用されている半導体素子の調査

本機器に搭載されている半導体素子に関してX線透過観察および金属顕微鏡によるIC



/LSIチップ表面の詳細調査により、半導体素子の基板実装方法、使用されている半導体プロセスの種類と概略の集積規模について調査する。

B-2.1. 半導体素子実装の調査

外観、X線透過顕微鏡による観察で、搭載基板および搭載チップの実装状況について調査する。

B-2.2. 半導体素子の調査

半導体素子の調査のため、基板の裏面を覆っているレジンを除去する。除去に際してはチップの損傷がないように、細心の注意を払って行う必要がある。

実際には、チップがかすかに見える厚さまでレジンを機械研磨し、そのあと発煙硝酸にてレジンを溶解する。半導体素子の表面が露出したところで溶解を終了する。半導体チップの表面観察を金属顕微鏡により行う。

C. 研究結果

C-1. ICDの内部構造の調査結果

ICDの内部構造のX線写真を図 C-1-1 に示す。

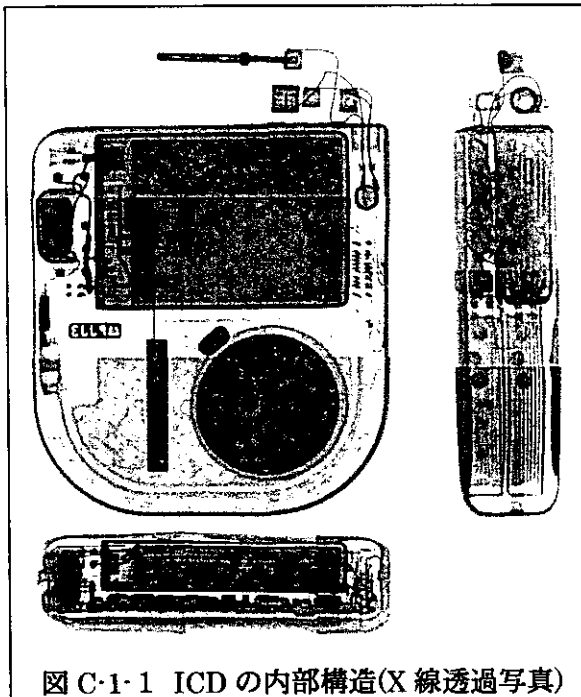


図 C-1-1 ICD の内部構造(X線透過写真)

また個別部品および半導体素子が搭載されている電子回路基板の外観写真を図 C-1-2 に示す。

内部スペースの配分としては、Li-イオン電池および高耐圧コンデンサーがそのほぼ半分を占めており、残りのスペースを半導体素子および個別素子が搭載されたハイブリッド基板が占めている。基板は5層基板(中3層)を使用しており、極めて高密度な実装となっている。チップ抵抗(R)・チップコンデンサ(C)

などの個別部品が片面(表面とする)に実装されている。

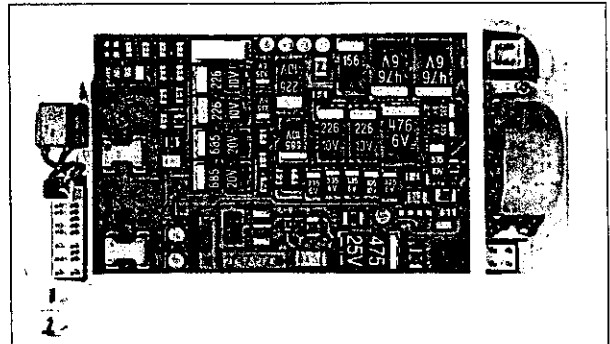


図 C-1-2 ICD内の電子回路基板(表面)
基板表面にはチップ型のCR部品が搭載されている。薄膜抵抗チップのレーザートリミングによる特性の調整を7ヶ所で行っている。

薄膜チップ抵抗によるレーザートリミングを7ヶ所で行っている。図 C-1-3 のトリミングされた薄膜抵抗チップの一つを示す。

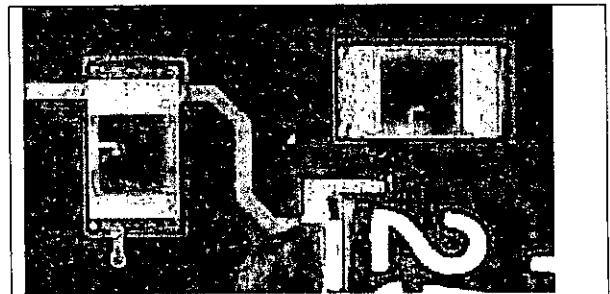


図 C-1-3 薄膜チップ抵抗トリミング

薄膜チップ抵抗をレーザートリミングすることにより、アナログ特性の調整を行っている。基板内に7個の薄膜抵抗が実装されている。

IC/LSI等の半導体素子は反対面(裏面とする)にまとめて実装されているが、レジンコートされており直接観察することは出来なかった。基板の裏面写真を図 C-1-4 に示す。

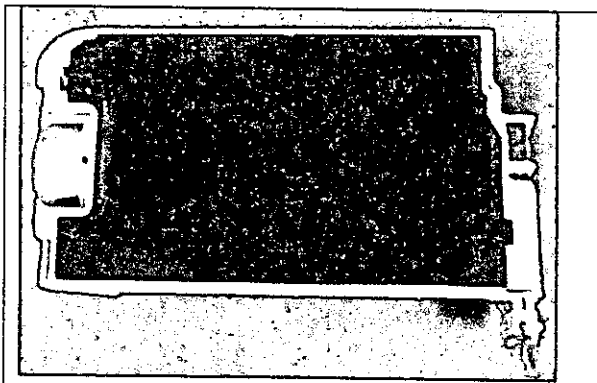


図 C-1-4 ICD内の電子回路基板(裏面)
裏面にはLSIが搭載されている。AL線による超音波ボンディング後、エポキシ系熱硬化型レジンで表面を保護している。

C-2. 半導体素子の調査結果

半導体素子の調査のため、基板の裏面を覆っているレジン除去した。除去に際してはチップがわずかに観察されるまで研磨し、その後、発煙硝酸にてレジン溶解を行った。その後、金属顕微鏡による半導体素子の観察を行った。

C-2.1. 基板へのIC/LSIの実装について

半導体素子は基板電極に導電性接着剤で搭載され、またAL線による超音波ボンディング法を用いて端子接続を行っている。大電流が流れるパワートランジスタには100 μ m程度の太めの材料を使用、その他のIC/LSIの部分は30 μ m程度のALワイヤを使用している。

C-2.2. 搭載されている半導体素子について

使用されている半導体素子を機能別にまとめたものを表C-2-1に示す。

使用されている半導体素子は多種多様なものとなっている。ダイオード、パワートランジスタ、アナログIC、DSP/CPU、メモリーLSIなどの半導体素子が使用されており、総計36チップが搭載されている。

機能別に見るとダイオードが8個、単体トランジスタが9個、アナログ・デジタル系のLSIが14個、フィルターを形成するDS

P (Digital Signal Processor) もしくはマイクロコンピュータユニット(MPU)機能のロジックLSIが2個、メモリーが3個(内2個はSONY製の1Mbit SRAMである)となっている。

単体のダイオード、トランジスタ及び標準品のメモリー以外のアナログLSI、ロジックLSI、およびMPU LSIはすべてカスタム開発チップである。

表 C-2-1 搭載半導体の種類と特徴

半導体の種類	使用個数	特徴
ダイオード	8個	昇圧回路等のスナバ用途、特に特殊な製品とは思えない。
トランジスタ	9個	高耐圧のPower MOSFETを多数使用。昇圧回路用と推定。
IC・LSI	16個	ほとんどがカスタム開発の専用チップ。Gate ArrayやFPGA等のチップは採用されていない。
メモリー	3個	SONY製の1Mbit SRAMを2個使用。カスタムメモリーが1品種あり。(EEPROMと推定)

D. 考察

ICD機器を分解し調査を行った。体積の小型化を考えて、極めて高集積高密度な実装となっている。半導体部品はすべてチップ実装で有り、また5層基板の採用により小型化を実現している。

D-1. 半導体部品実装上の特徴

いわゆるハイブリッドICの製造技術を活用することで、多数のベア・チップと受動部品を多層配線ガラスエポキシ基板に搭載し、極めて小型のシステムにまとめている。

製造工程としてはCR等の受動部品を表面に半田付け実装したあと、裏面にIC/LSI

等の半導体部品を実装している。このため半導体部品の基板配線との接続は、通常のAu線によるネールヘッドボンディングでなく、常温でのAL線による超音波ボンディングを用いている。

また、比較的大容量のタンタルコンデンサが多数(23個)使用されており、信頼度面から多少懸念が残る。

D-2. 半導体素子の特徴

半導体素子は、その多くがカスタム製品で占められており、半導体デバイスの特徴を十分に生かしたチップ構成となっている。

チップパターンの観察から判明したそれぞれのLSIの特徴について以下に記すが、全体としてみると、LSI集積度・論理規模の大きさ、適切と思われるシステムのLSI分割、多様な半導体素子の活用から考えて極めて高度な半導体システム開発力を活用している。

カスタムLSIチップ内のコピーライト表示の年号から判断すると開発年は1992年から1998年の長期にわたっており、LSIの開発が継続的・戦略的に勧められていると考えられる。

D-2-1 ダイオード チップについて

ダイオードチップについては、特に特徴的なものではなく、標準的なチップを購入使用していると思われる。その多くは電源回路に関係したものであろう。

D-2-2 トランジスタ チップについて

トランジスタ チップは全て大電流高電圧を考えたパワートランジスタであり、その耐圧は500V~1000V程度と推定される。用途としては電圧昇圧回路のスイッチングに使用されていると思われる。

D-2-3 アナログLSI チップについて

アナログ機能(OP-Amp等)を有するカスタムチップが7製品ある。機能としては電源制御用、検出信号処理、AD変換等を行っていると思われる。全てのチップで論理回

路を内蔵しており、チップはマイコンによって制御され、動作している。

プロセス面では、すべての製品がCMOSプロセスである。加工レベルは $0.5\mu\text{m}$ ~ $1\mu\text{m}$ 程度となっており、製造技術が確立した先端プロセスによりLSI開発を行っていることがうかがえる。

また、単に抵抗のみで構成されたICチップ4製品、バイポーラトランジスタ8個で構成されたICチップ1製品が搭載されている。抵抗ブリッジ回路を構成している製品もあるが、通常ではカスタムLSI開発時に一緒に内蔵することが多い。別チップとなっている目的等については、今後良く検討する必要がある。

D-2-4 ロジックLSIチップについて

百万ゲートクラスの大規模論理を集積したロジックLSIと1Mbit程度の容量のメモリを内蔵したロジックLSI、およびアナログ回路とデジタル回路が同規模で集積されたいわゆるアナ・デジLSIの3品種のカスタムLSIチップが搭載されている。チップサイズは 8mm □(=64平方mm)近くあり、LSIとしては比較的大規模な部類に属する。

この3チップによってICDシステムの全体制御を行っているものと思われる。

D-2-5 メモリーLSI

1Mbitの高速SRAMが2チップ搭載されており、ここに主要な情報、計測データが記録されるものと思われる。この種のメモリには通常EEPROMやFlash型のメモリが使用されるが、本システムのような電源の切れることを想定していないシステムではSRAM-LSIをデータ記録領域として使用することが可能と思われる。開発当時は大容量のEEPROM/Flash Memoryが存在しなかったが、現在では1MbitクラスのメモリーLSIは大量生産されており、記録保持の安全性、消費電力面を考えると、EEPROM等の採用がシステム的には好ましい場合もある。

E. 結論

平成15年度は今後の研究の参考とすべく、既存のICDを「システムLSIの開発」の面から技術動向調査を行った。その結果、36個の単体素子/IC/LSI/メモリ類がベアチップ実装されており、小型化実装が相当に追求されている。

この技術動向を踏まえ、また半導体技術の発展に合わせたチップ構成を念頭に、低エネルギーによる除細動が可能なICDシステムに適したシステムLSIの研究開発を行なっていく必要がある。

なお、心臓ペースメーカーに関して出願された特許の状況について調査を行ったが、今回はキーワード検索による特許抽出のみとなった。その結果、総計で3,172件の特許が抽出されている。

今後、除細動・LSI・低電力・体外通信などの重要なキーワードで絞込検索をかけ内容を詳細に調査することで、特許面から見た技術動向を明らかにし当該開発に活用する予定である。

F. 健康危険情報

今回の報告はICD機器の内部構造及び搭載されているLSIチップの調査であり、健康危険情報については直接は関係しないと考ええる。

G. 研究発表

G-1. 論文

1. なし

G-2. 学会発表

1. なし

G-3. 新聞報道

1. なし

H. 知的所有権の取得状況

1. なし

研究成果の刊行に関する一覧表レイアウト

書籍

著者氏名	論文タイトル	書籍全体の編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	ページ
佐藤隆幸	起立性低血圧の機序と治療	柳澤信夫, 篠原幸人, 岩田誠, 清水輝夫, 寺本 明	Annual Review 神経 2004	中外医学社	東京	2004	301-306
Sato T, Diedrich A, Sunagawa K	Bionic Baroreflex	Robertson D et al.	PRIMER ON THE AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM Second Edition	Elsevier Science	USA	2003	In press
佐藤隆幸	橈骨動脈と大動脈の脳波の比較 - 伝達関数の意義.	臨床動脈波研究会, 小澤利男, 増田善昭, 山科 章	脈をどう診るか - 新しい脈波の臨床応用	メディカルビュー社	東京	2003	48-55

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
Uemura K, Sugimachi M, Kawada T, Kamiya A, Jin Y, Kashihara K, Sunagawa K	A Novel Framework of Circulatory Equilibrium.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)		In press	2004
Zhang D, Ando, Yamasaki F, Sato T	Neural reflex hypotension induced by very small dose of hypertonic NaCl solution in anesthetized rats.	Jpn J Physiol		In press	2004
Ueno H, Asanoi H, Yamada K, Oda Y, Takagawa J, Kameyama T, Hirai T, Nozawa T, Takashima T, Inoue H.	Attenuated respiratory modulation of chemoreflex-mediated sympathoexcitation in patients with chronic heart failure	J Card Fail		In press	2004
吉澤 誠, 杉田典大, 田中 明, 増田達哉, 阿部健一, 山家智之, 仁田新一	Mayer波帯域における脈波伝播時間-心拍数間の相互相関を用いた情動反応の定量化	循環制御		In press	2004
Kamiya A, Michikami D, Shiozawa T, Iwase S, Hayano J, Kawada T, Sunagawa K, Mano T.	Bed rest attenuates sympathetic and pressor responses to isometric exercise in antigravity leg muscles in humans.	Am J Physiol (Regul Integr Comp Physiol)	286	R844-R850	2004

Li M, Zheng C, Sato T, Kawada T, Sugimachi M, Sunagawa K.	Vagal nerve stimulation markedly improves long-term survival after chronic heart failure in rats.	Circulation	109	120-124	2004
Yamamoto K, Kawada T, Kamiya A, Takaki H, Miyamoto T, Sugimachi M, Sunagawa K.	Muscle mechanoreflex induces the pressor response by resetting the arterial baroreflex neural arc.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)	286	H1382-H1384	2004
Kamiya A, Michikami D, Iwase S, Hayano J, Kawada T, Sugimachi M, Sunagawa K.	Alpha-adrenergic vascular responsiveness to sympathetic nerve activity is intact after head-down bed rest in humans.	Am J Physiol (Regul Integr Comp Physiol)	286	R151-R157	2004
Tanaka A, Yoshizawa M, Abe K, Takeda H, Ymbe T, Nitta S, Abe Y, Chinzei T, Imachi K.	Open-loop analysis of transfer characteristic from blood pressure to heart rate using an effectively total artificial heart	Artificial Organs	28	109-114	2004
Takauchi Y, Yamazaki T, Akiyama T, Sunagawa K.	NG-nitro-L-arginine methyl ester-induced norepinephrine release from cardiac sympathetic nerve endings in anesthetized cats.	Neurosci Lett	353	205-208	2003
Tatewaki T, Inagaki M, Kawada T, Shishido T, Yanagiya Y, Takaki H, Sato T, Sugimachi M, Sunagawa K.	Biphasic response of action potential duration to sudden sympathetic stimulation in anesthetized cats.	Circ J	67	876-880	2003
Kamiya A, Michikami D, Hayano J, Sunagawa K.	Heat stress modifies human baroreflex function independently of heat-induced hypovolemia.	Jpn J Physiol	53	215-222	2003
Akiyama T, Yamazaki T, Mori H, Sunagawa K.	Inhibition of cholinesterase elicits muscarinic receptor-mediated synaptic transmission in the rat adrenal medulla.	Auton Neurosci	107	65-73	2003
Kashihara K, Takahashi Y, Chatani K, Kawada T, Zheng C, Li M, Sugimachi M, Sunagawa K.	Intravenous angiotensin II does not affect dynamic baroreflex characteristics of the neural or peripheral arc.	Jpn J Physiol	53	135-143	2003
Toyofuku M, Takaki H, Sugimachi M, Kawada T, Goto Y, Sunagawa K.	Reduced oxygen uptake increase to work rate increment (Δ/Δ WR) is predictable by response to constant work rate exercise in patients with chronic heart failure.	Eur J Appl Physiol	90	76-82	2003
Sato T, Kawada T, Inagaki M, Shishido T, Sugimachi M, Sunagawa K.	Dynamics of sympathetic baroreflex control of arterial pressure in rats.	Am J Physiol (Regul Integr Comp Physiol)	285	R262-R270	2003
Aiba T, Shimizu W, Inagaki M, Hidaka I, Tatewaki T, Sunagawa K.	Transmural heterogeneity of the action potential configuration in the feline left ventricle.	Circ J	67	449-454	2003

Kamiya A, Michikami D, Fu Q, Iwase S, Hayano J, Kawada T, Mano T, Sunagawa K.	Pathophysiology of orthostatic hypotension after bed rest: paradoxical sympathetic withdrawal.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)	285	H1158-H1167	2003
Kashihara K, Kawada T, Yanagiya Y, Uemura K, Inagaki M, Takaki H, Sugimachi M, Sunagawa K.	Bezold-Jarisch reflex attenuates dynamic gain of baroreflex neural arc.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)	285	H883-H840	2003
Kitagawa H, Yamazaki T, Akiyama T, Mori H, Sunagawa K.	Effects of moderate hypothermia on norepinephrine release evoked by ouabain, tyramine and cyanide.	J Cardiovasc Pharmacol	41	S111-S114	2003
Tomita T, Takaki H, Hara Y, Sakamaki F, Satoh T, Takagi S, Yasumura Y, Aihara N, Goto Y, Sunagawa K.	Attenuation of hypercapnic carbon dioxide chemosensitivity after postinfarction exercise training: possible contribution to the improvement in exercise hyperventilation.	Heart	89	404-410	2003
Miyamoto T, Kawada T, Takaki H, Inagaki M, Yanagiya Y, Jin Y, Sugimachi M, Sunagawa K.	High plasma norepinephrine attenuates the dynamic heart rate response to vagal stimulation.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)	284	H2412-H2418	2003
Shimizu W, Noda T, Takaki H, Kurita T, Nagaya N, Satomi K, Suyama K, Aihara N, Kamakura S, Sunagawa K, Echigo S, Nakamura K, Ohe T, Towbin JA, Napolitano C, Priori SG.	Epinephrine unmasks latent mutation carriers with LQT1 form of congenital long-QT syndrome.	J Am Coll Cardiol	41	633-642	2003
Kawada T, Uemura K, Kashihara K, Jin Y, Li M, Zheng C, Sugimachi M, Sunagawa K.	Uniformity in dynamic baroreflex regulation of left and right cardiac sympathetic nerve activities.	Am J Physiol (Regul Integr Comp Physiol)	284	R1506-R1512	2003
Kitagawa H, Yamazaki T, Akiyama T, Mori H, Sunagawa K.	Effects of ketamine on exocytotic and non-exocytotic noradrenaline release.	Neurochem Int	42	261-267	2003
Kawada T, Yanagiya Y, Uemura K, Miyamoto T, Zheng C, Li M, Sugimachi M, Sunagawa K.	Input-size dependence of the baroreflex neural arc transfer characteristics.	Am J Physiol (Heart Circ Physiol)	284	H404-H415	2003
Sakuragi S, Takagi S, Suzuki S, Sakamaki F, Takaki H, Aihara N, Yasumura Y, Goto Y.	Patients with large myocardial infarction gain a greater improvement in exercise capacity after exercise training than those with small to medium infarction.	Clin Cardiol	26	280-286	2003

Otsuka Y, Takaki H, Okano Y, Satoh T, Aihara N, Matsumoto T, Yasumura Y, Morii I, Goto Y.	Exercise training without ventricular remodeling in patients with moderate to severe left ventricular dysfunction early after acute myocardial infarction.	Int J Cardiol	87	237-244	2003
Takenaka K, Aiba T, Shimizu W, Kobori A, Ninomiya T, Otani H, Kubota T, Takaki H, Kamakura S, Horie M	Exercise stress test amplifies genotype-phenotype correlation in the LQT1 and LQT2 forms of the long QT syndrome	Circulation	107	838-844	2003
Takagi M, Aihara N, Kuribayashi S, Taguchi A, Kurita T, Suyama K, Kamakura S, Takamiya M	Abnormal response to sodium channel blockers in patients with Brugada syndrome: augmented localized wall motion abnormalities in the right ventricular outflow tract region detected by electron beam computed tomography.	Heart	89	169-174	2003
Aiba T, Kurita T, Suyama K, Satomi K, Taguchi A, Shimizu W, Aihara N, Kamakura S	Directions of atrial excitation wavefront influenced antegrade conduction of manifest accessory atrioventricular pathway: a case report.	J Interv Card Electrophysiol	8	129-133	2003
Noda T, Suyama K, Shimizu W, Satomi K, Otomo K, Nakagawa E, Kurita T, Aihara N, Kamakura S	Ventricular tachycardia associated with bidirectional reentrant circuit around the tricuspid annulus in arrhythmogenic right ventricular dysplasia	PACE	26	2050-2051	2003
Miyasaka Y, Nakatani S, Suyama K, Kamakura S, Haiden M, Yamagishi M, Kitakaze M, Iwasaka T, Miyatake K	A simple and accurate method to identify early ventricular contraction sites in Wolff-Parkinson-White syndrome using high frame-rate tissue-velocity imaging	Am J Cardiol	92	617-620	2003
Zhang D, Ando M, Yamasaki F, Sato T	Carotid-sinus baroreflex modulation of core and skin temperatures in rats: an open-loop approach.	Jpn J Physiol	53	461-466	2003
Watanabe H, Sugiura S, Hisada T.	Finite element analysis on the relationship between left ventricular pump function and fiber structure within the wall	JSME Int. J., Ser. C	46	1330-1339	2003
Nakagawa H, Yamazaki M, Nihei M, Niwa R, Arafune T, Mishima A, Nashimoto S, Shibata N, Honjo H, Sakuma I, Kamiya K, Kodama I	Virtual electrode polarization-induced reentrant activity.	Environ Med	47	62-65	2003
Ohuchi K, Fukui Y, Sakuma I, Shibata N, Honjo H, Takatani S, Kodama I	Computer simulation analysis of shock intensity- and phase-dependence of high-intensity DC stimulation aftereffects on action potential of ventricular muscle	Environ Med	47	69-71	2003

Arafune T, Mishima A, Sakuma I, Inada H, Shibata N, Nakagawa H, Yamazaki M, Honjo H, Kodama I	Virtual electrode-induced spiral reentry in ventricular myocardium perfused in-vitro.	Environ Med	47	72-75	2003
Olegario PS, Yoshizawa M, Tanaka A, Abe K, Takeda H, Yambe T, Nitta S.	Outflow control for avoiding atrial suction in a continuous flow total artificial heart	Artificial Organs	27	92-98	2003
Tanaka A, Yoshizawa M, Abe K, Takeda H, Yambe T, Nitta S.	In vivo test of pressure head and flow rate estimation in a continuous-flow artificial heart	Artificial Organs	27	99-103	2003
Yambe T, Yoshizawa M, Taira R, Tanaka A, Tabayashi K, Sasada H, Nitta S.	Chaos attractors of ventricular elastance to evaluate cardiac performance	Artificial Organs	27	104-107	2003
Yamada K, Asanoi H, Takagawa J, Joho S, Kameyama T, Hirai T, Nozawa T, Inoue H.	Parametric system identification of arterial baroreflex with random perturbation of blood pressure	J Cardiovasc Pharmacol	42	S11-S13	2003
Igawa A, Nozawa T, Fujii N, Kato B, Asanoi H, Inoue H.	Long-term treatment with low-dose, but not high-dose, guanethidine improves ventricular function and survival of rats with heart failure after myocardial infarction	J Am Col Cardiol	42	541-548	2003
神谷厚範, 杉町勝, 砂川賢二	ナノテクノロジー医療－21世紀の医療革命－	からだの科学	231	2-6	2003
川田徹, 宮本忠吉, 砂川賢二	自律神経による心拍調節のシステム解析と逆問題	循環制御	24	220-225	2003
荒船龍彦, 三嶋 晶, 佐久間一郎, 稲田 紘, 柴田仁太郎, 中川晴道, 山崎正俊, 本荘晴朗, 児玉逸雄	高空間時間分解能の心筋通電刺激誘発現象光学マッピング	生体医工学	41	314-320	2003
麻野井 英次	筋交感神経活動を用いた慢性心不全の病態解析	循環制御	24	202-206	2003

20030764

以降は雑誌/図書等に掲載された論文となりますので、
「研究成果の刊行に関する一覧表」をご参照ください。