

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2009-518144  
(P2009-518144A)

(43) 公表日 平成21年5月7日(2009.5.7)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 N 1/36 (2006.01)	A 6 1 N 1/36	4 C 0 5 3
A 6 1 F 9/007 (2006.01)	A 6 1 F 9/00 5 9 0	4 C 0 9 7
A 6 1 F 11/00 (2006.01)	A 6 1 F 11/00 3 1 5	
A 6 1 F 2/14 (2006.01)	A 6 1 F 2/14	
A 6 1 F 2/18 (2006.01)	A 6 1 F 2/18	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2008-544590 (P2008-544590)  
 (86) (22) 出願日 平成18年10月19日 (2006.10.19)  
 (85) 翻訳文提出日 平成20年7月31日 (2008.7.31)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2006/060081  
 (87) 国際公開番号 W02007/067825  
 (87) 国際公開日 平成19年6月14日 (2007.6.14)  
 (31) 優先権主張番号 60/748, 240  
 (32) 優先日 平成17年12月7日 (2005.12.7)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

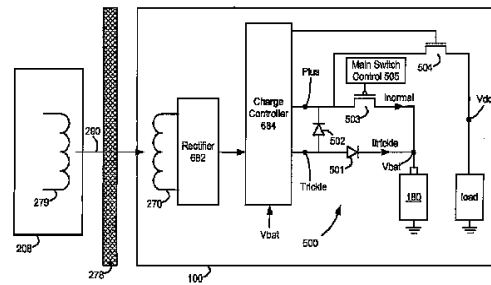
(71) 出願人 508065776  
 ボストン サイエントフィック ニュー  
 ロモジュレーション コーポレイション  
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 1  
 3 5 5, バレンシア, ライ キャニオン  
 ループ 2 5 1 5 5  
 (74) 代理人 100074099  
 弁理士 大菅 義之  
 (72) 発明者 へ, ユピン  
 アメリカ合衆国, カリフォルニア州 9 1  
 3 2 6, ノースリッジ, サンダーバード  
 アヴェニュー 1 1 8 2 0

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移植可能な医療装置用のバッテリー保護及びゼロボルトバッテリー復帰システム

(57) 【要約】

再充電可能なバッテリーを保護するのに使用可能であると共に、再充電可能なバッテリーをゼロボルト状態からでさえ確実に充電するのに使用可能な回路が開示されており、これは、移植可能な医療装置に採用された場合に特に有用である。この回路は2つの充電経路を含んでおり、第1の経路は、バッテリー電圧が閾値よりも低い場合に比較的低い電圧でバッテリーをととろ充電するためのものであり、また、第2の経路は、バッテリー電圧が或る閾値を超えている場合に比較的高めの電流でバッテリーを充電するためのものである。第1のととろ充電経路には受動的なダイオードが使用され、これは、バッテリー電圧が確実なゲート制御には低過ぎる場合でさえととろ充電を可能にする。一方、第2の高電流充電経路にはゲート制御可能なスイッチ（好ましくはPMOSトランジスタ）が、電圧がより高い場合に使用され、従ってこのスイッチは一層確実にゲート制御可能である。2つの経路間の第2のダイオードにより、ととろ充電期間中に上記ゲート制御可能なスイッチを介して基板に漏れることが確実になくなる。負荷が、上記スイッチを介して、好ま



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

移植可能な医療装置用の保護及び復帰回路であって、  
再充電可能なバッテリーと、  
前記再充電可能なバッテリーを充電する充電コントローラと、  
少なくとも1つのダイオードを介して前記バッテリーを充電する、前記充電コントローラ  
と前記バッテリーの端子との間の第1の充電経路であって、前記バッテリーの電圧が閾値より  
も低い場合にアクティブになって前記バッテリーをゼロボルトから充電する第1の充電経路  
と、

第1のスイッチを介して前記バッテリーを充電する、前記充電コントローラと前記バッテ  
リの前記端子との間の第2の充電経路であって、前記バッテリーの電圧が前記閾値よりも高  
い場合にアクティブになって前記バッテリーを充電する第2の充電経路と、  
を備える回路。

10

## 【請求項 2】

前記第1のスイッチがオフすることにより前記第2の充電経路を非アクティブにする請  
求項1記載の回路。

## 【請求項 3】

負荷が第2の充電経路に接続されることで、前記第1のスイッチがアクティブにされて  
前記バッテリーを前記負荷に接続する請求項1記載の回路。

## 【請求項 4】

前記第1のスイッチと前記負荷との間に、前記負荷を切り離すための第2のスイッチを  
更に備える請求項3記載の回路。

20

## 【請求項 5】

前記第1の充電経路と前記第2の充電経路との間に少なくとも1つのダイオードを更に  
備える請求項1記載の回路。

## 【請求項 6】

前記第1のスイッチがPMOSトランジスタからなる請求項1記載の回路。

## 【請求項 7】

前記PMOSトランジスタのウェルが前記PMOSトランジスタのソース又はドレイン  
よりも高くバイアスされる請求項6記載の回路。

30

## 【請求項 8】

前記PMOSトランジスタのウェルが前記バッテリー電圧にバイアスされる請求項6記載  
の回路。

## 【請求項 9】

前記PMOSトランジスタのウェルが、前記第1の充電経路上へ前記充電コントローラ  
によって出力された電圧にバイアスされる請求項6記載の回路。

## 【請求項 10】

移植可能な医療装置用の保護及び復帰回路であって、  
端子を有する再充電可能なバッテリーと、  
第1の出力及び第2の出力を有し、前記再充電可能なバッテリーを充電する充電コントロ  
ーラと、  
少なくとも1つの第1のダイオードを備える、前記充電コントローラの前記第1の出力  
と前記バッテリーの端子との間の第1の充電経路と、  
ゲート制御可能な第1のスイッチを備える、前記充電コントローラの前記第2の出力と  
前記バッテリーの端子との間の第2の充電経路と、  
前記第1の出力と前記第2の出力との間に接続された少なくとも1つの第2のダイオー  
ドと、  
を備える回路。

40

## 【請求項 11】

前記第1のスイッチがオフすることにより前記第2の充電経路を非アクティブにする請

50

求項 10 記載の回路。

【請求項 12】

第 2 のスイッチを介して前記第 2 の出力に接続された負荷を更に備える請求項 10 記載の回路。

【請求項 13】

前記第 1 のスイッチが P M O S トランジスタからなる請求項 10 記載の回路。

【請求項 14】

前記 P M O S トランジスタのウェルが前記 P M O S トランジスタのソース又はドレインよりも高くバイアスされる請求項 13 記載の回路。

【請求項 15】

前記 P M O S トランジスタのウェルが前記バッテリーの電圧にバイアスされる請求項 13 記載の回路。

10

【請求項 16】

前記 P M O S トランジスタのウェルが前記第 1 の出力上の電圧にバイアスされる請求項 13 記載の回路。

【請求項 17】

移植可能な医療装置中のバッテリーを再充電する方法であって、

前記バッテリーの電圧がゼロ以上でありかつ閾値以下である場合、比較的低い電流を生成して、第 1 の経路を介し前記バッテリーの端子を充電することと、

前記バッテリーの電圧が前記閾値よりも大きい場合、比較的高い電流を生成して、第 2 の経路を介し前記バッテリーの前記端子を充電することと、

20

を含む方法。

【請求項 18】

前記バッテリーの端子が前記第 1 の経路を介して充電中である場合、前記第 2 の経路がスイッチによって開放される請求項 17 記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 の経路が受動要素のみを備え、前記第 2 の経路がゲート制御可能な能動要素を備える請求項 17 記載の方法。

【請求項 20】

前記ゲート制御可能な能動要素が P M O S トランジスタを含み、前記 P M O S トランジスタのウェルがバイアスされることにより、該ウェルを通る電流漏れを確実になくする請求項 19 記載の方法。

30

【請求項 21】

過剰な放電が検出された場合、前記ゲート制御可能な能動要素が非アクティブにされる請求項 19 記載の方法。

【請求項 22】

前記バッテリーがリチウムイオンバッテリー又はリチウムイオンポリマーバッテリーである請求項 17 記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

< 関連出願へのクロスレファレンス >

この国際特許出願は、2005年12月7日提出の米国仮特許出願第60/748240号に基づく優先権を主張するものであり、この米国仮特許出願はその参照をもってその全体が本明細書に含まれるものである。

【0002】

< 技術分野 >

本発明は、一般に、バッテリー保護及びゼロボルトバッテリー復帰のための回路及び技術に関するものであり、好ましくは移植可能な（植え込み型）刺激装置（スティミュレータデバイス）、特に移植可能なパルス生成器に使用されるためのものに関する。

50

## 【背景技術】

## 【0003】

移植可能な刺激装置は、各種の生物学的不調の治療のために、電気刺激を生成して肉体の神経及び組織に与えるものであり、心臓の不整脈を治療するためのペースメーカー、心臓の細動を治療するための除細動器、聴覚消失を治療するための蝸牛刺激器、視覚消失を治療するための網膜刺激器、調和した手足の動きを生成するための筋肉刺激器、慢性の痛みを治療するための脊髄刺激器、運動性及び精神性の不調を治療するための大脳皮質及び脳深部の刺激器、並びにその他、尿失禁、睡眠時の無呼吸、肩の亜脱臼等を治療するための神経刺激器がある。本発明は、一般に、その参照をもって全体が本明細書に含まれる2005年7月8日提出の米国特許出願第11/177503号に開示されているような脊髄刺激 (Spinal Cord Stimulation (SCS)) システム内での発明の利用に焦点を合わせているが、上述したような用途の全てにおいて適用可能性を見出せるかもしれない。

10

## 【0004】

脊髄刺激は、或る種の患者群における痛みを低減するための十分に受け入れられた臨床手法である。SCSシステムは、典型的には、移植可能なパルス生成器 (Implantable Pulse Generator (IPG)) 又は高周波 (Radio-Frequency (RF)) 送受信器、電極、少なくとも1つの電極リード、及び、任意ではあるが、少なくとも1つの電極リード延長部を含んでいる。電極は、電極リードの末端にあり、典型的には脊髄の硬膜に沿って移植され、また、IPG又はRF送受信器は、電極を介して脊柱内の神経線維に伝達される電気パルスを生成する。個々の電極接点 (「電極」) が所望のパターン及び間隔で配置されることにより、電極アレイを形成する。1以上の電極リード中の個々のワイヤが、上記アレイ中の各電極に接続される。電極リードは脊柱から出ており、一般には1以上の電極リード延長部が付いている。更に、電極リード延長部は、典型的には患者の胴体の周囲において、IPG又はRF送受信器が移植された皮下ポケットへと掘り進めて設置される。或いは、電極がIPG又はRF送受信器に直接接続されてもよい。他のSCSシステム及び他の刺激システムの例については、その参照をもって全体が本明細書に含まれる米国特許第3646940号および3822708号を参照されたい。勿論、移植可能なパルス発生器は、移植されたバッテリーや外部電源から供給されるような、動作のエネルギーを必要とするアクティブ装置である。

20

## 【0005】

明らかのように、IPGは、機能するための電力を必要とする。そのような電力は、幾つかの異なる方法で供給可能である。例えば、再充電可能又は再充電不可能なバッテリーを使用することにより、又は、外部の充電器から提供される電磁 (EM) 誘導により、或いは、それら及びその他の手法を組み合わせることにより、供給可能である。そのことは、その参照をもって全体が本明細書に含まれる米国特許第6553263号 (「263特許」) に、更に詳細に論じられている。これらの手法の好ましい点は、おそらく、IPG内にリチウムイオンバッテリーやリチウムイオンポリマーバッテリーのような再充電可能なバッテリーを使用することである。そのような再充電可能なバッテリーは、一般に、再充電と再充電との間の十分な期間中 (例えば一日又はそれ以上) IPGを動作させるのに十分な電力を供給可能である。再充電は、電磁 (EM) 誘導を利用して行なうことができ、その場合、電磁 (EM) 界が外部の充電器によってIPGへ送られる。従って、バッテリーが再充電を必要としている時は、IPGの移植された患者が外部の充電器を動作可能にして、(例えば、患者が寝ている場合は夜に、又はその他の都合のよい期間中に) 経皮的に (すなわち、患者の肌を介して) バッテリーを充電することができる。

30

40

## 【0006】

その種のシステムの基本原理が、上記263特許の目立った内容を強調して記載した図1に示されている。図示のように、このシステムは外部充電器208及びIPG100をそれぞれ対応部分に備えている。なお、充電器208内のコイル279が、患者の肌278を介した経皮的伝達の可能な電磁 (EM) 界290を生成する。外部充電器208は、何らかの既知の手段、例えばバッテリーを介して、或いは、壁に取り付けられたコンセント

50

にプラグを差し込むこと等により、電力駆動可能である。電磁界 290 が I P G 100 でもう一つのコイル 270 に出会うと、A C 電圧がコイル 270 内に誘導される。この A C 電圧は、次に、標準的なブリッジ回路を備えてもよい整流器 682 で D C 電圧に整流される。(電磁界 290 と関係付けられたデータテレメトリ (data telemetry) が追加的に存在していてもよいが、その詳細は本開示とは無関係であるので無視する。) 次に、整流後の D C 電圧は充電コントローラ 684 へ送られ、この充電コントローラは一般に、D C 電圧を調整して、バッテリー 180 を再充電するのに必要な定電圧出力又は定電流出力のどちらかを生成するよう動作する。充電コントローラ 684 の出力、すなわち充電コントローラがバッテリー 180 をどれだけ積極的に充電するかは、後に更に詳細に説明するように、バッテリー電圧  $V_{bat}$  に依存する。(充電コントローラ 684 は、263 出願で開示されているように、コイル 270 を用いて、バックテレメトリ (back telemetry) を介し外部充電 208 へとバッテリー 180 の充電ステータスを報告するのに使用されることも可能だが、この機能は本開示とは特に関係ないので、更には論じない。)

10

20

30

40

50

#### 【0007】

次に、充電コントローラ 684 の出力は、バッテリー 180 が過充電又は過放電するのをそれぞれ防止する 2 つのスイッチ 701、702 と出会う。図示のように、これらのトランジスタは N チャネルトランジスタであり、それらはそのゲートがバイアスされると「オン」になって、充電コントローラ 684 の出力をバッテリー 180 に接続可能である。これらのゲートの制御はバッテリー保護回路 686 によって与えられ、このバッテリー保護回路は、後から更に詳細に再度説明するように、バッテリー電流及びバッテリー電圧を制御信号として受け取る。例えば、バッテリー 180 が過大な電圧を示した時はいつでも、バッテリー保護回路 686 が過充電トランジスタ 701 のゲートをオフに切り換えて、バッテリーが更に充電することから保護する。トランジスタ 701、702 とバッテリー 180 との間に位置するヒューズが、バッテリーが非常な高電流の事態 (不図示) となることから更に保護するために使用されてもよい。バッテリー 180 は、電極刺激回路のような、すなわちバッテリー 180 が最終的に電力供給する回路である、I P G 100 内の幾つかの負荷のうちの 1 つに接続される。バッテリー 180 は、そのような負荷に負荷スイッチ 504 を介して接続され、この負荷スイッチは、バッテリー 180 を負荷から分離して、それらの一方が他方に悪影響を与えないよう保護することが可能である。この負荷スイッチ 504 は、充電コントローラ 684 の一部であることが好ましく、それ自身の集積回路を備えていてもよいが、このことは厳密に必要であるというわけではない。

#### 【0008】

先に参照した 263 特許において論じられているように、充電回路 684 は、バッテリー電圧  $V_{bat}$  のステータスに依存して、異なる方法でバッテリー 180 を充電可能である。その開示の内容を繰り返すまでもなく、バッテリー 180 のそのような選択的充電は、特にリチウムイオンベースのバッテリーが使用されている場合に、バッテリーを安全に充電するのに有益である。本来、この安全な充電設計は、バッテリー電圧  $V_{bat}$  が著しく減少した場合に、より小さな電流でバッテリー 180 を充電し、また、バッテリー電圧がまだ十分に充電されていないがより高くより安全なレベルである場合に、より大きな電流で充電する。

#### 【0009】

$V_{bat} = 4.2 \text{ V}$  がバッテリー 180 の公称電圧であるような実施形態について考える。 $V_{bat} < 2.5 \text{ V}$  である場合、充電コントローラ 684 は低レベルの電流、例えば  $I_{bat} = 10 \text{ mA}$  で、バッテリー 180 を「とろとろ (trickle)」と充電する。バッテリーが充電されて  $V_{bat}$  が上昇するにつれ、より大きな充電電流が使用可能となる。例えば、一旦  $V_{bat} > 2.5 \text{ V}$  となると、 $I_{bat} = 50 \text{ mA}$  の充電電流が充電コントローラ 684 によって設定される。一旦  $4.2 \text{ V}$  の公称電圧に近付くと、充電コントローラ 684 はその出力に定電流を流す代わりに定電圧を供給することにより、バッテリー 180 を充電し続ける。このことは、充電が続くにつれバッテリー電流が徐々に小さくなっていくことで明白である。バッテリー充電期間中における  $V_{bat}$  と  $I_{bat}$  との関係が、図 2 に図式的に示されている。勿論、これら種々の電流値及び電圧値は単なる例示であって、想定す

るシステムに応じて他のパラメータが適切であるかもしれない。充電電流の2つよりも多くのレベル（例えば、10 mA、25 mA、及び50 mA）が段階的に使用されてもよい。

#### 【0010】

先に述べたように、バッテリー保護回路686は、バッテリーを充電コントローラ684から切り離すことにより、バッテリーが充電期間中に損傷を被る可能性を防止する。特に、 $V_{bat}$ が安全値（例えば4.2 Vよりも大きな値）を超えると、過充電トランジスタ701がバッテリー保護回路686により無効にされて、更なる充電を阻止する。同様に、バッテリー電圧が所定値よりも小さい場合、及び $I_{bat}$ が所定値を超えた場合には、過放電トランジスタ702が無効にされて、バッテリーの放電を防止する。バッテリー保護回路686は、2つのトランジスタ701、702を制御するものとして開示されているが、過充電及び過放電の両期間中にバッテリー180を無効にするよう機能する単一の無効保護トランジスタを制御するようにしてもよい。負荷スイッチ504は、部品を分離するよう同様に制御されて、それら部品を有害な電圧及び電流から保護するようにしてもよい。

10

#### 【0011】

図1の充電及び保護回路が適切であったとしても、その機能は、バッテリー電圧が極めて低くなると妨害される。263特許で説明されているように、それはバッテリー保護回路686がバッテリー電圧 $V_{bat}$ によって駆動されているからであり、従って、 $V_{bat}$ が極度に低くなると（例えば、ゼロボルトに近付くと）、バッテリー保護回路686は望み通りに機能しなくなる場合がある。これに関して、 $V_{bat}$ が極めて低くなった場合、すなわちバッテリー180が充電を必要としている場合、バッテリー保護回路686はトランジスタ701及び702をオンできる必要があり、さもないと、充電コントローラ684が充電電流 $I_{bat}$ をバッテリーへ通過させることができなくなる、ということに注意されたい。しかし、 $I_{bat}$ が低いと、バッテリー保護回路686がNチャンネルトランジスタ701及び702のゲートをオンするのに十分な電圧を生成するのが困難になる場合がある。特に、バッテリー保護回路686は、 $V_{gs}$ （すなわち、トランジスタのゲート・ソース間の電位差）よりも大きなトランジスタ用ゲート電圧を生成できなければいけない。手短かに言えば、バッテリー保護回路は、トランジスタでの見かけ上のソース電圧として与えられる、トランジスタの閾値電圧（ $V_t$ ）を超えるゲート電圧を生成できる必要がある。 $V_{bat}$ がこの閾値よりも低い場合、バッテリー保護回路686は、トランジスタ701及び702をオンするのに適切な程に高いゲート電圧を生成することができないことがある。

20

30

#### 【0012】

このようなことになると、 $V_{bat}$ が低くてバッテリー180が充電を非常に必要としている場合であっても、バッテリー180の充電ができなくなる。言い換えれば、図1における充電及び保護回路は、 $V_{bat}$ が極めて低い、すなわちゼロボルト又はゼロボルトに近い場合には、潜在的に故障し易いということである。最悪の場合、そのことは、IPG100が復帰できなくなり、もしそれが患者の中に移植されている場合には、その装置を外科的に除去して交換するという思い切ったステップを必要とするかもしれない、ということの意味している。しかし、これは不運なことであり、なぜならば、IPGの移植された患者に、その移植された自身の装置をこつこつと充電するのを、必ずしも頼ることができず、従って、バッテリーが力を出し切って再充電不能になるという心配が全く現実のものとなるからである。

40

#### 【0013】

結果として、移植可能な医療装置におけるバッテリー用の保護及びゼロボルト復帰のための改良型の回路及び技術が有益である。その解決方法がここに用意されている。

#### 【発明の開示】

#### 【0014】

ゼロボルト状態からでも再充電可能バッテリーを保護して確実に充電するのに使用できる回路が開示されており、これは移植可能な医療装置内に採用された場合に特に有用である。この回路は2つの充電経路を含んでおり、第1の経路は、バッテリー電圧が閾値よりも低

50

い場合にバッテリーを比較的低い電流でとろとろと充電するためのものであり、第2の経路は、バッテリー電圧が或る閾値を超えた場合にバッテリーを比較的高い電流で充電するためのものである。信頼できるゲート制御にはバッテリー電圧が低すぎる場合でさえとろとろと充電するのを可能にする第1のとろとろ充電経路には、受動的なダイオードが使用され、一方、電圧がもっと高い場合に、第2のより高い電流充電経路にはゲート制御可能なスイッチ（好ましくはPMOSトランジスタ）が使用され、従ってこのスイッチは一層高い信頼性でゲート制御可能である。とろとろ充電期間中に、上記ゲート制御可能なスイッチを介して基板に漏れるのを、2つの経路間の第2のダイオードが確実になくする。負荷が、上記スイッチを介して、好ましくは、上記負荷を切り離すために特に使用される第2のスイッチを介して、バッテリーに接続される。

10

【0015】

本発明の上記又は他の態様が、図面と共に示される以下の一層詳細な説明から、一層明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下の説明は、本発明を実施するために現在考え得る最良の形態についての説明である。この説明は、限定的に解釈されるべきではなく、本発明の一般原理を記述するために例示的になされたものである。本発明の範囲は、特許請求の範囲及びその均等を参照して決定されるべきである。

【0017】

この開示の焦点となっている本発明のバッテリー保護及びゼロボルト復帰の態様について論じる前に、ここに開示された回路及び技術を使用できる移植可能な刺激装置の回路、構造、及び機能が、図3～6に関して十分に記載される。この開示された移植可能な刺激装置は、移植可能なパルス生成器（IPG）又は同様な電気刺激器及び/又は電気センサを備えていてもよく、これらは多くの異なるタイプの刺激システムの構成要素として使用可能である。特に、以下の記載は、例示的な実施形態としての脊髄刺激（SCS）システム内への本発明の使用に関するものである。しかし、本発明はそれに限定されるものではないと理解されるべきである。むしろ、本発明は、改良型のバッテリー保護及びゼロボルト復帰技術から利益を得ることのできるいずれのタイプの移植可能な電気回路でも使用可能である。例えば、本発明は、ペースメーカー、移植可能なポンプ、除細動器、蝸牛刺激器、網膜刺激器、調和した手足の動きを生成するよう構成された刺激器、大脳皮質及び脳深部の刺激器、又は、尿失禁、睡眠時の無呼吸、肩の亜脱臼等を治療するよう構成されたいずれかその他の刺激器における一部として使用可能である。更に、この技術は、非医療及び/又は移植不能な装置又はシステムにも同様に使用可能であり、すなわち、ゼロボルトバッテリー復帰及び/又は保護が必要又は要望されるどのような装置又はシステムにも使用可能である。

20

30

【0018】

まず図3を見ると、本発明を使用可能な例示的SCSシステムの各種構成要素を描いたブロック図が示されている。これらの構成要素は、3つの広いカテゴリー、すなわち移植可能な構成要素10、外部の構成要素20、及び外科的な構成要素30に、細分化可能である。図3に見られるように、移植可能な構成要素10は、移植可能なパルス生成器（IPG）100、電極アレイ110、及び（必要に応じて）リード延長部120を含んでいる。延長部120は、電極アレイ110をIPG100に電氣的に接続するために使用可能である。例示的な実施形態においては、IPG100は、以下に図5又は図6と共に一層十分に説明されるが、誘導による充電プロセス期間中の渦電流加熱を低減するための、丸い高抵抗率のチタン合金ケース内に収納された、再充電可能、多チャンネル、かつテレメトリ制御型のパルス生成器を備えていてもよい。このIPG100は、電極アレイ110内に含まれる多数の電極、例えば電極E<sub>1</sub>～E<sub>16</sub>を介して、電気刺激を与えてもよい。

40

【0019】

50

この点に関して、IPGは、刺激用の電気回路（「刺激回路」）、例えば再充電可能バッテリー等の電源、及びテレメトリシステムを含んでいてもよく、後者は本開示の発明の実施形態に特に関連している。典型的には、IPG100は、腹部内又は臀部の丁度最上部のいずれかに外科的に形成されたポケット内に配置される。もちろん、それは患者の肉体の別の場所に移植されてもよい。IPG100は、一旦移植されると、リード延長部120（必要な場合）及び電極アレイ110を備えるリードシステムに接続される。リード延長部120は、例えば、脊柱に穴を掘るようにしてもよい。リードシステム110及びリード延長部120は、一旦移植されて何らかの試用の刺激期間が終了すると、そこに常置されるようになる。それに対し、IPG100は、故障時に取替えられてもよい。

#### 【0020】

図4に最も良く示されているように、また、図3にも示されているように、電極アレイ110及びそれに関係付けられたリードシステムは、典型的には、今述べたばかりのリード延長システム120を介して、移植可能なパルス生成器（IPG）100に接続される。電極アレイ110は、経皮的リード延長部132及び/又は外部ケーブル134の使用を介して、外部の試用刺激器140に接続されてもよい。この外部の試用刺激器140は、典型的には、IPG100が含んでいるのと同じか類似のパルス生成回路を含んでおり、電極アレイが移植された後であってIPG100の移植の前の例えば7～10日間、提供されるべき刺激の有効性を試験するために、試用ベースで使用される。

#### 【0021】

相変わらず図3及び4を参照して、先に述べたように、ハンドヘルドプログラマ（HHP）202が、適当な非侵襲型の通信リンク201、例えばRFリンク、を介してIPG100を制御するために使用されてもよい。そのような制御により、一般に、IPG100のオン又はオフの切り替えが可能になり、また、患者又は臨床医が刺激パラメータ、例えばパルスの振幅、幅、及び速度、を規定の限度内に設定するのが可能になる。HHP202は、他のリンク205、例えば赤外リンク、を介して、外部の試用刺激器140にリンクされてもよい。IPGの詳細なプログラミングは、好ましくは、外部の臨床医のプログラマ（CP）204（図3）の使用を介してなされ、このプログラマはハンドヘルドであってもよく、また、リンク201aを介して直接に、又はHHP202を介して間接的に、IPG100に接続されてもよい。外部充電器208がリンク290、例えば誘導リンク、を介してIPGに非侵襲的に接続されたことにより、充電器208に蓄積され或いは利用可能にされたエネルギーが、背景技術のところで説明したようにIPG100内に収納された再充電可能バッテリー180に接続可能である。

#### 【0022】

次に図5を見ると、本発明の実施形態を使用し得る移植可能なパルス生成器（IPG）100の一実施形態の主たる構成要素を描いたブロック図が示されている。図5から分かるように、このIPGはメモリ回路162に接続されたマイクロコントローラ（ $\mu C$ ）160を含んでいる。この $\mu C$ 160は、典型的には、マイクロプロセッサ及びそれに関係付けられたロジック回路を備えており、制御ロジック回路166、タイマーロジック168、並びに発振及びクロック回路164と連携して、選択された動作プログラム及び刺激パラメータに従い $\mu C$ 160がIPGの動作を制御するのを可能にする、必要な制御信号及びステータス信号を生成する。（ここで使用される「マイクロコントローラ」は、IPG内の信号を処理可能な何らかの集積装置であって、一般的なマイクロコントローラ、マイクロプロセッサ、又は、ASICチップのような特定用途のプロセッサを含むその他の信号プロセッサを含むものとして理解されるべきである。）

#### 【0023】

動作プログラム及び刺激パラメータは、IPG100へテレメータされ、そこで（コイル170及び/又はその他のアンテナ要素を含む）アンテナ250を介して受信され、例えばRFテレメトリ回路172を介して処理され、そして例えばメモリ162の中に格納されてもよい。先に述べたように、RFテレメトリ回路172は、HHP202又はCP204から受信した信号を復調して、動作プログラム及び/又は刺激パラメータを再生す

10

20

30

40

50



る。特に、アンテナ250によって受信された信号は、送受信スイッチ254を通過して、増幅器及びフィルタ258へと至る。受信信号は、そこから、例えば周波数シフトキーイング(FSK)復調を用いて(262で)復調され、そのデータは次に、処理及び/又はその結果としての格納を行うためのマイクロコントローラ160に送られる。RFテレメトリ回路172が、情報をHHP202又はCP204へ送信するのに使用されて、そのステータスを或る形態で報告すると、マイクロコントローラ160がその関連データを送信ドライバ256へと送り、そこでキャリアがデータによって変調され、かつ、送信のために増幅される。続いて、送受信スイッチ254が送信ドライバ256と通信するように設定され、次にこの送信ドライバが、送信されるべきデータをアンテナへと駆動する。

10

**【0024】**

マイクロコントローラ160は、バス173を介してモニタ回路174にも接続されている。このモニタ回路174は、IPG100全体における各種ノード又はその他のポイント175、例えば電源電圧、電流値、温度、各種電極 $E_1 \cdots E_N$ に取り付けられた電極のインピーダンス等、のステータスをモニタする。モニタ回路174を介して検出された情報データは、テレメトリ回路172を通り、コイル170を介して、IPG外部の遠隔場所(例えば、移植されていない場所)へと送られてもよい。

**【0025】**

IPG100の動作電力は、先に述べたように、例えばリチウムイオンバッテリー又はリチウムイオンポリマーバッテリーを備える再充電可能な電源180から得られてもよい。この再充電可能バッテリー180は、未調整の電圧を電力回路182へ供給する。この電力回路182は、次に、各種電圧184を生成するが、それらの幾つかは、IPG100内に配置された各種回路が必要とするのに応じて調整され、また、それらの幾つかは調整されない。好ましい実施形態においては、既に述べたように、バッテリー180が、外部の携帯用充電器208(図1、図3)によって形成された電磁界によって充電される。携帯用充電器208がIPG100の近くに(例えば、数センチメートル離れて)配置されると、携帯用充電器208から発せられた電磁界が充電コイル270中に(たとえ患者の皮膚を通してであっても)電流を誘導する。この電流は次に、背景技術のところでも説明したように、整流され調整されてバッテリー180に充電される。更に、充電テレメトリ回路272が充電回路と関係付けられており、このテレメトリ回路は、例えばバッテリーがフル充電である場合、従って携帯用充電器が遮断可能である場合、携帯用充電器208に報告するために、IPG100によって使用される。

20

30

**【0026】**

例示的な一実施形態において、N個の電極のうちの幾つかが、k個の可能なグループすなわち「チャンネル」に割り当てられてもよい。好ましい一実施形態において、kは4に等しい。更に、N個の電極のうちの幾つかが、動作可能であり、又はk個のチャンネルのうちの幾つかに含まれ得る。チャンネルは、どの電極が選択されて、刺激すべき組織内に電界を形成するための電流を同期的にソース(source)又はシンク(sink)するのかを識別する。チャンネル上の電極の振幅及び極性は、例えばHHP202による制御に応じて変わるようにしてもよい。CP204内の外部プログラミングソフトウェアは、対応できるプログラム可能な特徴のなかでもとりわけ典型的には、所定のチャンネルの電極のための電極極性、振幅、パルス速度、及びパルス幅を含むパラメータを設定するように使用される。

40

**【0027】**

N個のプログラム可能な電極は、k個のチャンネルの幾つかに正(ソース電流)、負(シンク電流)、又はオフ(電流なし)の極性を有するようにプログラムされ得る。更に、N個の電極のそれぞれが、二極モード又は多極モードで動作可能であり、ここでは、例えば2つ以上の電極コンタクトが同時に電流をソース/シンクするようにグループ化される。或いは、N個の電極のそれぞれが単極モードで動作可能であり、ここでは、例えばチャンネルに関係付けられた電極コンタクトがカソード(負)として構成され、また、ケース電極(すなわち、IPGケース)がアノード(正)として構成される。

50

## 【0028】

更に、所定の電極コンタクトに対してソース又はシンクされる電流パルスの振幅が、幾つかの別々の電流レベル、例えば0 mAから10 mAまでの間における0.1 mA毎、のうちの1つにプログラムされてもよい。また、電流パルスのパルス幅は、好ましくは都合の良いインクリメントで、例えば、0ミリ秒から1ミリ秒までを10マイクロ秒( $\mu s$ )のインクリメントで、調整可能である。同様に、パルス速度は、受け入れ可能な限度内、例えば0 Hzから1000 Hzまで、で調整可能であることが好ましい。他のプログラム可能な構成としては、開始時/終了時のスローなランピング(slow start/end ramping)、急な刺激サイクル(X時間オンし、Y時間オフする)、及びオープンループ又はクローズドループのセンシングモードを含み得る。

10

## 【0029】

IPG100によって生成される刺激パルスは、チャージバランスされてもよい。これは、所定の刺激パルスと関係付けられた正電荷の量がそれと等量かつ逆の負電荷で相殺されるという意味である。チャージバランスは、所望のチャージバランス条件を達成する受動キャパシタ放電を与えるキャパシタ $C_x$ を接続することにより成し得る。或いは、バランスのとれた正及び負の位相を有する、アクティブな二相又は多相のパルスが、必要とされるチャージバランス条件を達成するよう使用されてもよい。

## 【0030】

手短に言えば、IPG100は、N個の電極における電流を個々に制御することができる。マイクロコントローラ160を用い、制御ロジック166及びタイマーロジック168と連携して出力電流デジタル-アナログ電流(DAC)回路186を制御することにより、各電極コンタクトは、単極のケース電極を含む他の電極コンタクトと対になるか又はグループ化されることが可能になって、電流刺激パルスの供給される極性、振幅、速度、パルス幅、及びチャンネルが制御される。

20

## 【0031】

図5に示されるように、IPG100内に含まれる多くの回路が、単一用途に特定された集積回路(ASIC)190上で実現されてもよい。これにより、IPG100の全体サイズが非常に小さくなり、そして、密封された適当なケース内に容易に収納できるようになる。IPG100は、N個のフィードスルーを含むようにすることで、ケース外側のリードシステムの一部を形成するN個の電極を有する上記密封されたケースの内側から、個々に電気コンタクトを形成できるようにしてもよい。

30

## 【0032】

先に述べたように、使用時に、IPG100は外科的に形成されたポケット内、例えば腹部内又は臀部の丁度最上部内に、配置されてもよく、また、(随意ではあるがリード延長部120と、電極アレイ110とを含む)リードシステムに取り外し可能に接続されてもよい。リードシステムは常置されるようにしたものであるが、IPG100は故障した場合に交換できるようにしてもよい。

## 【0033】

IPG100のテレメトリ構成により、IPGのステータスのチェックが可能になる。例えば、HHP202及び/又はCP204がIPG100とプログラミングセッションを開始した場合、外部のプログラマが再充電のための評価時間を算出できるよう、バッテリーの容量がテレメータされる。電流刺激パラメータに生じた何らかの変化がバックテレメトリ(back-telemetry)を介して確認され、これにより、そのような変化が移植システム内で正確に受信かつ実行されていることが確認される。更に、外部プログラマによる質問があった場合に、移植システム10内に格納された全てのプログラム可能な設定が1つ以上の外部プログラマへアップロードされてもよい。

40

## 【0034】

次に図6へ進むと、本発明と共に使用可能なIPG100の代替の実施形態の混合ブロック図が描かれている。このIPG100は、アナログのダイとデジタルのダイの両方、又は集積回路(IC)を含んでおり、これらは、例えば直径約45 mm及び最大厚約

50

10 mmを有する単一の密封された丸いケース内に収納されてもよい。IPG100 内に含まれる回路の多くは、図5に示されたIPG100内に含まれた回路と同一又は類似である。IPG100 は、プロセッサのダイ又はチップ160、RFテレメトリ回路172（これは典型的にはディスクリート部品で実現される）、充電器コイル270、再充電可能バッテリー180、バッテリー充電器及び保護回路272、182、メモリ回路162（SEE PROM）及び163（SRAM）、デジタルIC191、アナログIC190、並びに、キャパシタアレイ及びヘッダコネクタ192を含んでいる。

#### 【0035】

キャパシタアレイ及びヘッダコネクタ192は、16個の出力減結合キャパシタを含むと共に、各減結合キャパシタの一方の側を上記密封されたケースを介して、電極アレイ110又はリード延長部120の取り外し可能に接続されたコネクタに接続するためのそれぞれのフィードスルーコネクタを含む。

10

#### 【0036】

プロセッサ160は、完全な双方向の通信及びプログラミング用の主装置を備えた、特定用途向け集積回路（ASIC）やフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）等によって実現可能である。プロセッサ160は、8086コア（8086は、例えばインテル社等から入手可能な市販のマイクロプロセッサである）、又はそれと同じのもので低パワーのもの、SRAM又はその他のメモリ、2個の同期型シリアルインターフェース回路、シリアルEEPROMインタフェース、及びROMブートローダ735を利用してよい。プロセッサダイ160は、効率的なクロック発振回路164と、QFASTRFテレメトリ法を実行する（先に述べた）ミキサ及び符号化/復号化回路とを更に含んでもよい。アナログ-デジタル変換（A/D）回路734もプロセッサ160上に存在することにより、種々のシステムレベル、アナログ信号、インピーダンス、レギュレータステータス、およびバッテリー電圧をモニタするのを可能にしている。プロセッサ160は、IPG100内で利用される他の個々のASICへの必要な通信リンクを更に含む。プロセッサ160は、全ての類似のプロセッサと同様、そのメモリ回路内に格納されたプログラムに従って動作する。

20

#### 【0037】

アナログIC（AIC）190は、供給電力の調整、刺激出力、並びにインピーダンスの測定及びモニタを含む、IPG100の機能に必要な幾つかのタスクを実行する主たる集積回路として機能するASICを備えていてもよい。電子回路194は、インピーダンスを測定及びモニタする機能を実行する。

30

#### 【0038】

アナログIC190は、例えば組織のような負荷に電流を供給するように構成された出力電流DAC回路186をも含んでいてよい。出力電流DAC回路186は、合計20mAまで、かつ、1つのチャンネルには12.7mAまで0.1mA毎に、伝達するように構成されてもよい。しかし、出力電流DAC回路186は、例示的な一実施形態に従い、何らかの量の合計電流、及び1つのチャンネルへの何らかの量の電流を伝達するように構成されてもよい、ということに注意されたい。

40

#### 【0039】

IPG100用のレギュレータが、プロセッサ及びデジタルシーケンサに電圧を供給する。アナログIC190上に存在するデジタルインタフェース回路に、同様に電圧が供給される。プログラマブルレギュレータが、出力電流DAC回路186用の動作電圧を供給する。結合キャパシタ $C_x$ 及び電極 $E_x$ と、アナログIC186上の残りの回路が、全てIPG100の密封ケース内に収納されてもよい。フィードスルーピンが、ヘッダコネクタ192の一部として含まれており、これにより、結合キャパシタ $C_N$ の各々と、それぞれの電極 $E_1$ 、 $E_2$ 、 $E_3$ 、 $\dots$ 、 $E_{16}$ との間を電氣的に接続することが可能になる。

#### 【0040】

50

デジタルIC (DigIC) 191 は、プロセッサ160 と出力電流DAC回路186 との主インタフェースとして機能し、その主たる機能は、刺激情報を出力電流DAC回路186 へ供給することである。よって、このDigIC191 は、プロセッサ160 によって促されると、刺激レベル及びシーケンスを制御し変化させる。例示的な一実施形態においては、DigIC191 はデジタル用途に特定された集積回路(デジタルASIC)からなる。

#### 【0041】

移植可能な刺激器の基本構造を理解してもらうために、今、この開示の焦点であるバッテリー保護及びゼロボルト復帰の態様についての詳細な説明へと焦点を移す。この開示の技術は、ゼロボルトバッテリー復帰の問題が独自のものである移植可能な医療装置において実施される場合に特に有用であるが、この開示の技術はゼロボルトバッテリー復帰が有益であるいずれかの装置又はシステムに利益を与え得る。従って、移植可能な医療装置の文脈内での開示は、単なる例示として理解されるべきである。

10

#### 【0042】

改良型のバッテリー保護及びゼロボルト復帰回路500が、図7に示されている。その構成要素の多くが先に図1に関して論じた構成要素と同様であるので、ここで述べるように僅かに機能が異なっている、それらには同じ要素符号が付されている。保護及びゼロボルト復帰回路500は、好ましくは集積回路上に形成されるが、ディスクリート部品からなっているもよい。更に、回路500は、充電コントローラ684又はIPG100内のその他の集積回路と共に集積化されてもよく、機能の集積化及び/又は組み合わせのレベルは単に設計上の選択にすぎない。

20

#### 【0043】

手短に言えば、保護及びゼロボルト復帰回路500は、好ましい実施形態においては、2つの別々の充電経路を備えており、1つはとろとろ(trickle)と充電するためのもの(これはノード「Trickle」として示されている)であり、もう1つは通常の充電に使用されるもの(これはノード「Plus」として示されている)である。少なくとも1つのダイオード501(能動的にゲート制御されなければならないトランジスタとは違う、受動装置)が、ノードTrickleとバッテリー電圧Vbatとの間に存在する。(簡略化のために図7中には示されていないが、もし2つ以上のダイオードが使用される場合、それらは直列に接続される。)主スイッチ503(好ましくはPチャネルMOSトランジスタ)が、ノードPlusとVbatとの間に存在しており、これは主スイッチ制御回路505によって制御されるが、このことは図8に関して一層詳細に説明される。負荷スイッチ504が、ノードPlusと負荷(これはノード「Vdd」として示されている)との間に存在しており、これは概して図1の負荷スイッチと機能が同じである。しかし、バッテリー180を負荷に接続するためには、両スイッチ503、504が閉じるよう、主スイッチ制御505が前者を制御し、かつ、例えば充電コントローラ684が後者を制御する必要がある、ということに注意しなければいけない。更に、ダイオード502がノードPlus及びTrickleの間に存在する。(図7には簡略化のために1つのダイオードしか示されていないが、他の実施形態においては、ダイオード502は、実際に、ダイオード501と同様、直列接続されたダイオードの鎖からなっているもよい。)

30

40

#### 【0044】

保護及びゼロボルト復帰回路500は、基本的に2つの動作モード、すなわち充電モードと放電モード、をサポート及び制御する。

#### 【0045】

例えば通常動作期間中に、バッテリー180が主スイッチ503及び負荷スイッチ504を介して負荷に接続された場合は、放電モードが関係する。放電モードにおいては、回路500が、短絡すなわちノードPlus又はVddからグラウンドへの短絡、及び/又は、過大電流の引き込みを検知することができ、そのどちらも、IPG100で問題が生じたことを証明することになる。どちらの状態が検知されても、主スイッチ503が主スイッチ制御回路505によってオフに切り替えられて、バッテリー180の消耗が防止され、そ

50

して外部充電器208がオンされるまでオフのままとなる。この点については、後に更に詳細に論じられる。

#### 【0046】

充電モードは、更に2つのサブモード、すなわちとろとろ充電モードと通常充電モード、に分類可能であり、これらは図1及び2に関して論じたものと類似している。充電コントローラ684によって、バッテリー180の電圧Vbatが2.5Vよりも小さいことが検知されると、回路はとろとろ充電モードとなる。これから理解されるように、とろとろ充電期間中は、電流(Itrickle; 約10mA)が充電コントローラ684からノードTrickleを介して通過し、バッテリーが2.5Vまで充電される。Vbatが一旦2.5Vに等しくなると、充電コントローラ684が通常充電モードに切り換わり、その結果、大きな電流(Inormal; 約50mA)がノードPlusを介してバッテリーへと流れる。バッテリー180が最終的に完全に充電されると、主スイッチ503がオフに切り替えられて、バッテリー180が充電コントローラから分離される。

10

#### 【0047】

既に述べたように、主スイッチ503は主スイッチ制御回路505によってオン・オフ制御される。ここでは、主スイッチ503を開閉するために回路505内のロジックがどのように反応するのかを、手短かに説明するのが有用である。図8は、スイッチ503を開閉するのに使用される各種の検知回路を示しており、これらは図7中には明確には示されていない。保護に関連して、当業者はこれら各種センサが充電コントローラ684と共に集積化されてもよいということを理解するであろう。

20

#### 【0048】

図8には、4つのセンサ、すなわち短絡センサ510、バッテリー電圧センサ512、過大電流センサ516、及び主スイッチ基板センサ520が示されている。各センサは、図示されているように、バッテリー電圧VbatかノードPlusの電圧のいずれかを入力として受け取る。リード(reed)スイッチ522(好ましくは他の集積回路から分離されたディスクリット部品とする)を使って、主スイッチ503を自由にディセーブルすることで、幾つかの他の理由のために、バッテリー180の充電又は放電を終了できる。

#### 【0049】

短絡センサ510はノードPlusの電圧を監視する。この電圧が受容可能な値(例えば0.8V)よりも低く低下すると、短絡がPlusとグランドとの間(又は、負荷スイッチ504がオンの場合はVddとグランドとの間)に存在するということをセンサ510が推定して、主スイッチ503を無効にするよう主スイッチ制御回路505に指示し、その結果、バッテリー180が分離されてその消耗が防止される。安全性の理由から、もし短絡センサ510が主スイッチ制御回路505に指示して主スイッチ503を無効にした場合は、外部充電器208(図1)がノードPlusを、受容可能な動作電圧まで上昇させるまで、主スイッチ503は常時開放したままであることが好ましい。勿論、外部充電器208が最終的に主スイッチ503をリセットできるかどうかは、最初の短絡を引き起こした状態、すなわち「ちょっとした故障」、の除去にかかっている。

30

#### 【0050】

バッテリー電圧センサ512は、バッテリー180の電圧Vbatを検知し、その電圧値を充電コントローラ684に知らせるように使用されることで、例えば、とろとろ充電と通常充電との間の遷移がいつなのかを充電コントローラが知るようにする。バッテリー電圧センサ512は、Vbatが高すぎる(例えば4.2Vよりも大きい)かどうかを推定するのも役立つ、もしそうである場合は、自己放電回路514をアクティベートして電圧を正しいレベルにまで低下させる。通常動作期間中に、Vbatが通常動作パラメータ、例えば2.5Vと4.2Vの間、である場合は、バッテリー電圧センサ512が主スイッチ制御505に指示して、主スイッチ503を閉じさせ、また、そうでない場合は制御505に指示してスイッチ503を無効にする。バッテリー電圧センサ512にとって関心のある種々の電圧レベル(例えば2.5V、4.2V)を刈り込んで、マルチビットバス(不図示)を介したプロセス変数に合わせるように、値を調整してもよい。

40

50

## 【 0 0 5 1 】

過大電流センサ 5 1 6 は、短絡センサ 5 1 0 と同様、高い電流引き込みがあった場合にバッテリー 1 8 0 を切り離すように使用される。好ましい実施形態においては、センサ 5 1 6 は、主スイッチ 5 0 3 に加わる電圧降下、すなわちノード P l u s から V b a t までの電圧降下、を測定することにより、過大電流を検知する。主スイッチ 5 0 3 の「オン」抵抗 ( V b a t = 3 . 6 V の場合、好ましくは 0 . 1 2 オームから 0 . 1 9 オームまでの間 ) を知り、もし上記電圧降下が過大な (例えば 4 0 0 m A よりも大きな) 高電流引き込みを示唆している場合、短絡センサ 5 1 0 は主スイッチ制御 5 0 5 に指示して、主スイッチ 5 0 3 を無効にする。

## 【 0 0 5 2 】

主スイッチ基板センサ 5 2 0 は、主スイッチ 5 0 3 を横切る電流の流れの極性 (充電か放電か) を監視し、主スイッチの N ウェル 3 1 5 を P l u s 又は V b a t の高い方に接続して、基板への電流流失を防止する。このことは、以下で更に述べる。

## 【 0 0 5 3 】

図 8 に示された各種センサは、バンドギャップ基準回路のような標準的な基準回路、電圧分割器、差動増幅器、比較器等を用いて構成可能である。そのようなセンサ回路は周知であり、当業者が認識するように幾つかの異なる形態を取り得るので、それらについては論じない。

## 【 0 0 5 4 】

主スイッチ 5 0 3 は、図 9 中に断面で示されているような、N ウェル中に存在する P M O S トランジスタで実現される。主スイッチ 5 0 3 のソース及びドレイン領域 (これらは、当業者が認識するように別々に対称的に形成されており、従って図 9 中では勝手に名付けられている) は、バッテリー 1 8 0 が充電中か放電中に依存する異なる電圧の下に置かれる。例えば、通常充電期間中は、充電コントローラ 6 8 4 からのバイアスによりノード P l u s に高い電圧がもたらされ、一方、放電中は、バッテリー 1 8 0 により V b a t に比較的高い電圧がもたらされる。

## 【 0 0 5 5 】

主スイッチ 5 0 3 のソース及びドレイン領域が、異なる電圧極性の下に置かれるので、N ウェルの電位 (図 9 中のノード「B i a s」) は、いつでも主スイッチ 5 0 3 のソース又はドレインのうちの高い方の電位に接続されており、P M O S トランジスタではより典型的であるように単純に N ウェルを V b a t に常にバイアスしておくのではない。これにより、基板への望ましくない電流引き込みが防止される。

## 【 0 0 5 6 】

この問題を示すため、バッテリーの通常充電について考える。充電が始まると、ノード P l u s での電流の供給 (すなわち電圧) が、V b a t と比べ、すなわち V b a t における充電の電流レベルに依存して、比較的高くなる。V b a t がノード B i a s で N ウェルに接続されると、寄生の P N P バイポーラトランジスタ (図 9 の 5 4 0) がオンし、その結果、バッテリー 1 8 0 をとるとろ充電しようとする電流が主スイッチ 5 0 3 の基板に流れてしまう。電流のそのような不慮の吸い上げは、バッテリー 1 8 0 の充電を少なくとも遅らせ、重大な場合は、バッテリー 1 8 0 の充電を全く妨げることになる。しかし、この問題は、単に N ウェル (B i a s) をノード P l u s に接続することによって直せるというわけではない。これは、放電期間中であるが故に、スイッチ 5 0 3 のソース/ドレインの他方で寄生効果が起こり、すなわち、放電期間中には、V b a t が P l u s よりも高くなり、このことが他端子での寄生 P N P バイポーラトランジスタ (図 9 の 5 4 2) をオンさせ、これにより、そうでなければ負荷によって使用可能であった電流を、基板へと不注意に流出させてしまうことになる可能性があるためである。この問題を処理するためには、既に述べたように、先に論じた (図 8 を参照のこと) 主スイッチ基板センサ 5 2 0 のような極性制御回路を介して、N ウェル (ノード B i a s) が主スイッチ 5 0 3 のソース又はドレインノードのうちの高い方にバイアスされる。そのような極性制御回路の設計は、当業者によって容易になされるものであり、また、多くの異なる方法でなされ得る。

10

20

30

40

50

## 【0057】

今論じている保護及びゼロボルト復帰回路500についての概観を踏まえると、どのようにして、ゼロボルト状態からでさえバッテリー180を保護及び充電するように動作するのかについてに絞った関心を向けられるだろう。

## 【0058】

このことに関しては、先に述べたように、図7においてとろとろ充電経路(ノードTrickle、電流Itrickle)が通常充電経路(ノードPlus、電流Inormal)から分離されるということに注意されたい。ゼロボルト復帰は、これら2つの充電経路を分離するための駆動要因である。TrickleノードとPlusノードとを分離することにより、とろとろ充電電流(Itrickle)がPlusノードに流れるのを防止することができ、従って、主スイッチ503中のバイポーラトランジスタ寄生が関係しなくなる。同時に、とろとろ電流が主スイッチ503をバイパスするので、低電圧でのスイッチのステータスにおける潜在的な不安定性がほとんど関係なくなる。

10

## 【0059】

しかし、関係するのが、ノードPlusを介した基板への電流漏れの可能性である。これは、一実施形態において、とろとろ充電期間中にノードPlusを適当な電圧レベルに保持することにより緩和される。特に、好ましい一実施形態では、とろとろ充電期間中にノードPlusがVbatに接続される。これは、一実施形態では(1つ又はそれ以上の)ダイオード502の使用を介して実現される。ダイオード502の機能は、とろとろ充電期間中にダイオード501にかかる電圧降下と一致させて、Plusの電圧をVbatと同一に維持し、とろとろ充電電流がスイッチ503を介して基板に漏れないようにすることである。言い換えれば、502が存在しないとすると、Plusでの電圧がバッテリーの電圧を下回り、503が基板に漏らす可能性がある。

20

## 【0060】

図7ではダイオード501及び502が単一のダイオードとして示されているが、それとは異なる数のダイオードが使用されてもよい。好ましい一実施形態においては、直列接続された2つのダイオードがダイオード501及び502に使用される。更に、良く知られているように、ダイオード501、502は、ソース及びドレインのうちの一方が基板(ウェル)に接続されたトランジスタとして実現可能である、ということが理解されるべきである。そのように、ここで使用されるような「ダイオード」は、そのような構造、及び一方向の電流伝達を可能にするその他の何らかの構造を含んでいるものとして理解されるべきである。

30

## 【0061】

とろとろ充電期間中にPlusをVbatに保持することで、Nウェルが同様にVbatにバイアスされた場合でさえ、Plusとウェルとの間のゼロボルト電位差のために、寄生バイポーラトランジスタ540(図9)はオンされることがない。更に、このバイアスの仕組みに従って、主スイッチ503の全ての接続ノードが同一の電位に保持され、すなわち、ソース=ドレイン=Nウェル=Vbatとなる。その結果、トランジスタのゲート上にどのような電位が存在しようと、主スイッチ503を介して電流が流れることができない。そうは言っても、主スイッチ503をオフすることが望まれる場合には、先に説明したようにNウェルがバイアスされるのと丁度同じように、主スイッチ503のゲートを、そのソース及びドレイン領域での見かけ上の2つの電圧のうちの高い方にバイアスすることが、相変わらず好ましい。(これらの機能の両方のために、同様な回路が使用されてもよい。)これは、とろとろ充電中にPMOS主スイッチ503が確実に導通しないようにする更なる手助けにさえなる。

40

## 【0062】

従って、背景技術のところで論じた図1の回路に対し、トランジスタ701、702をオンさせる可能性に影響を与えていたVbatの低い値は意味がなくなり、バッテリーのゼロボルト復帰がノードTrickleを介して実現される。このことは、バッテリー電圧センサ512(図8)のような各種センサがVbatのより低い値で確実に動作できない場

50

合であっても、真実であり、なぜならば、とろとろ充電は、そのようなセンサが主スイッチ制御505へ何を示していたのかということや、主スイッチ制御505が主スイッチ503のゲートをどのようにバイアスするのかということとは関係なしに、信頼性を以って起こりえるからである。とろとろ充電期間中にPlusノードが電流を引き込むのを効果的に防止することで、ダイオード501の順方向閾値に打ち勝つための非常に高いバイアスを充電コントローラ684がノードTrickleに供給するようにして、所望のとろとろ電流Itrickleを生成することにより、とろとろ充電が実現可能となる。

#### 【0063】

今述べたようにバッテリー180が一旦とろとろ充電されると、最終的に、Vbatは通常充電が起こり得るレベル(例えば2.5V)まで上昇する。復習すると、このクロスオーバーの状態にあるVbatを監視するのは、図8のバッテリー電圧センサ512の機能であり、主スイッチ制御505と同様、Vbatが適当に高いレベル(例えば2.0V)まで一旦充電されると確実に機能を開始することになる。このように、とろとろ充電期間中は主スイッチ503のゲート電圧が無意味になるが、通常充電期間中はソース、ドレイン、及びウェルにおける電圧状態が電流の流れを妨げるので、主スイッチ制御505及びそれに報告する他のセンサが今確実にスイッチ503をオンして、充電コントローラ684からノードPlusへの、そして最終的にはバッテリー180への電流(Inormal)の流れを許容し得る適当なレベルまで、電圧が充電される。通常充電期間中はノードPlusでの電圧が比較的高いので、ダイオード502は逆バイアスされ、その結果、ノードTrickleへの電流の流れが防止される。

10

20

#### 【0064】

要約すれば、保護及びゼロボルト復帰回路500は、バッテリーの保護と、ゼロボルト状態からさえものバッテリー180の充電との両方が可能である。保護は、バッテリー180を、負荷スイッチ504を介して負荷から分離できると共に、主スイッチ503及びダイオード501を介して充電コントローラから分離できること(これは、充電コントローラ684へのバッテリーの放電を防止する)により、提供される。この種の保護は、回路500が充電されるのを妨げない。その代わりに、2つの分離した充電経路Plus及びTrickleを提供することにより、バッテリーが低電圧である場合は保護回路が低レベル充電を禁止するというようなことはなしに、一方の経路(Trickle)を介してバッテリーを充電可能である。一旦適度に充電されると、もう一方の経路(Plus)が、保護回路(例えば主スイッチ503)を介してバッテリーを通常電圧まで充電するのに使用される。従って、バッテリー及び負荷が、不利な電圧及び電流状態から保護され得るようになり、バッテリーは完全に復帰され得る。先に述べたように、これは、回路500がIPG100のような移植可能な医療装置内に組み入れられた場合に特に重要である。そのようになっていない場合は、故障時に、完全に消耗したバッテリーを復帰させるために、装置を外科的に取り出すのがあたりまえであったのである。

30

#### 【0065】

ここに開示された本発明は、その特定の実施形態及び用途によって記述されたが、特許請求の範囲に記載された発明の文言上及び均等の範囲から逸脱することなしに、当業者により多くの変更及び変形を加えられてもよい。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0066】

【図1】移植可能なパルス生成器(IPG)を充電するための外部充電器を備える従来のシステムを示す図であり、IPGにおける充電コントローラ及びバッテリー保護の態様を示している。

【図2】図1の充電コントローラによる指令に基づく、バッテリーの充電期間中におけるバッテリー電圧とバッテリー電流との関係を、図式的に示す図である。

【図3】本発明に係る移植可能な刺激装置を採用した脊髄刺激(SCS)システムの、移植可能な外部の外科的構成要素の一例を示すブロック図である。

【図4】図1のSCSシステムの各種構成要素を示す図である。

50



【図5】本発明を使用できる移植可能な刺激装置の一実施形態の主たる構成要素を示すブロック図である。

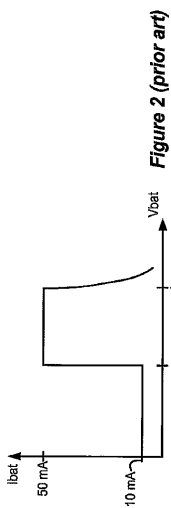
【図6】本発明を使用できる移植可能な刺激装置の他の実施形態を示すブロック図である。

【図7】図1に示されたのと類似のシステムを示す図であるが、本発明の一実施形態に係る改良型のバッテリー保護及びゼロボルト復帰回路を含んでいる。

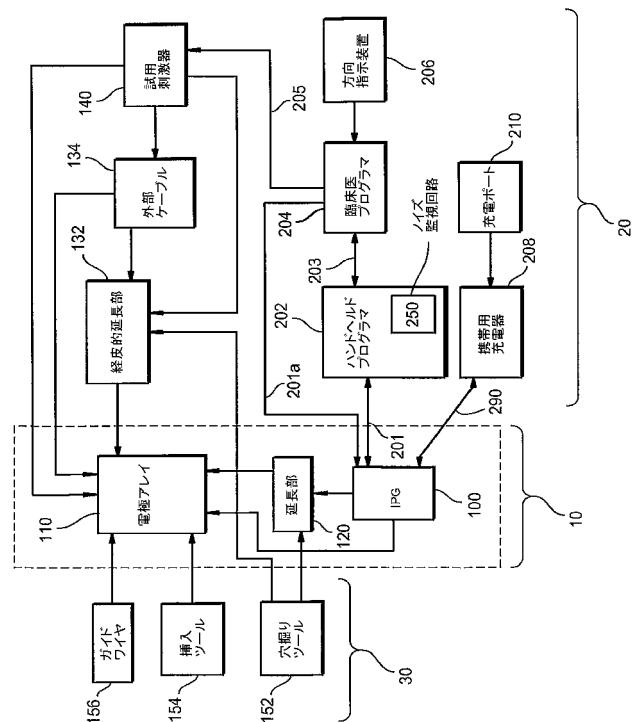
【図8】図7の改良型の保護及びゼロボルト復帰回路と共に使用される各種センサを示す図である。

【図9】図7の改良型の保護及びゼロボルト復帰回路に使用される主たるスイッチを示す図であり、これは存在し得る寄生電流経路を示している。

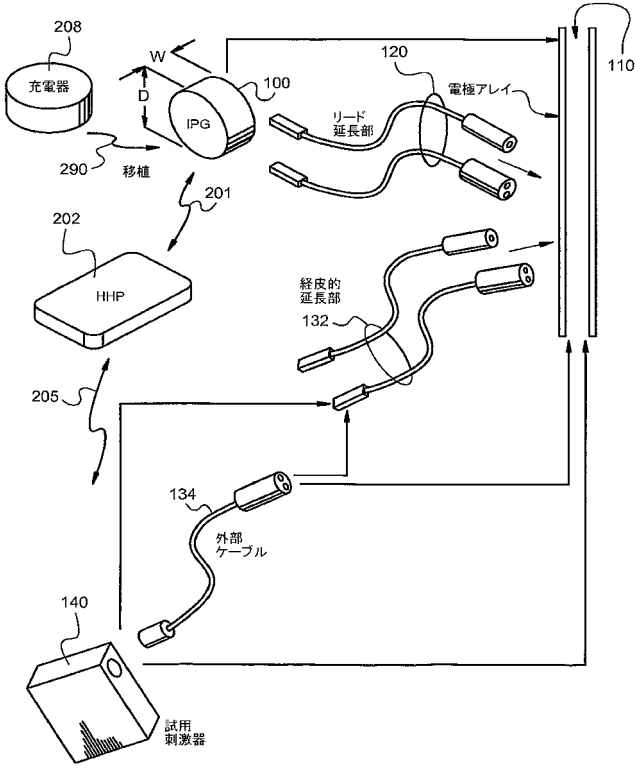
【図2】



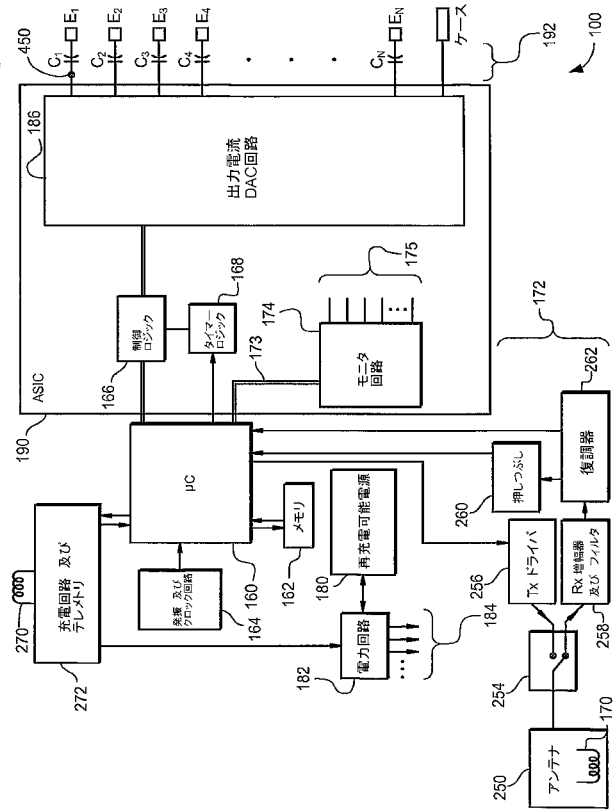
【図3】



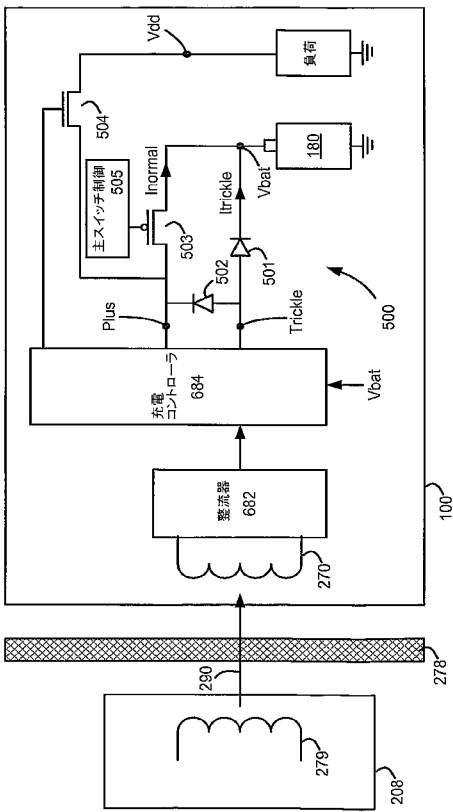
【図4】



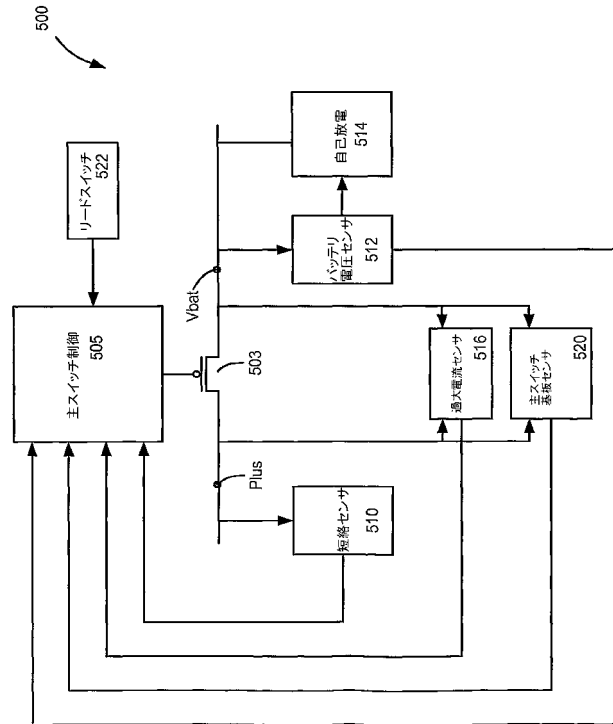
【図5】



【図7】

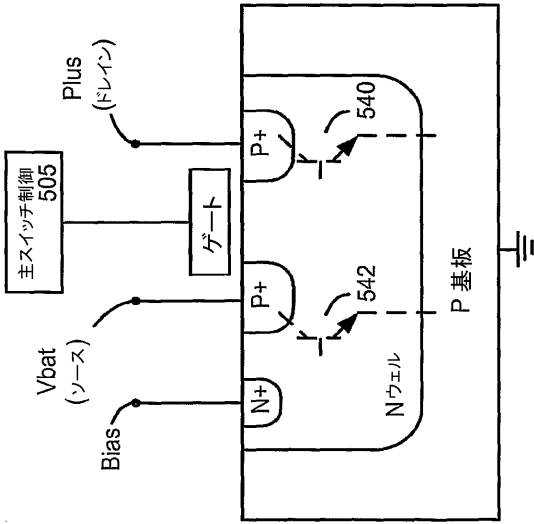


【図8】

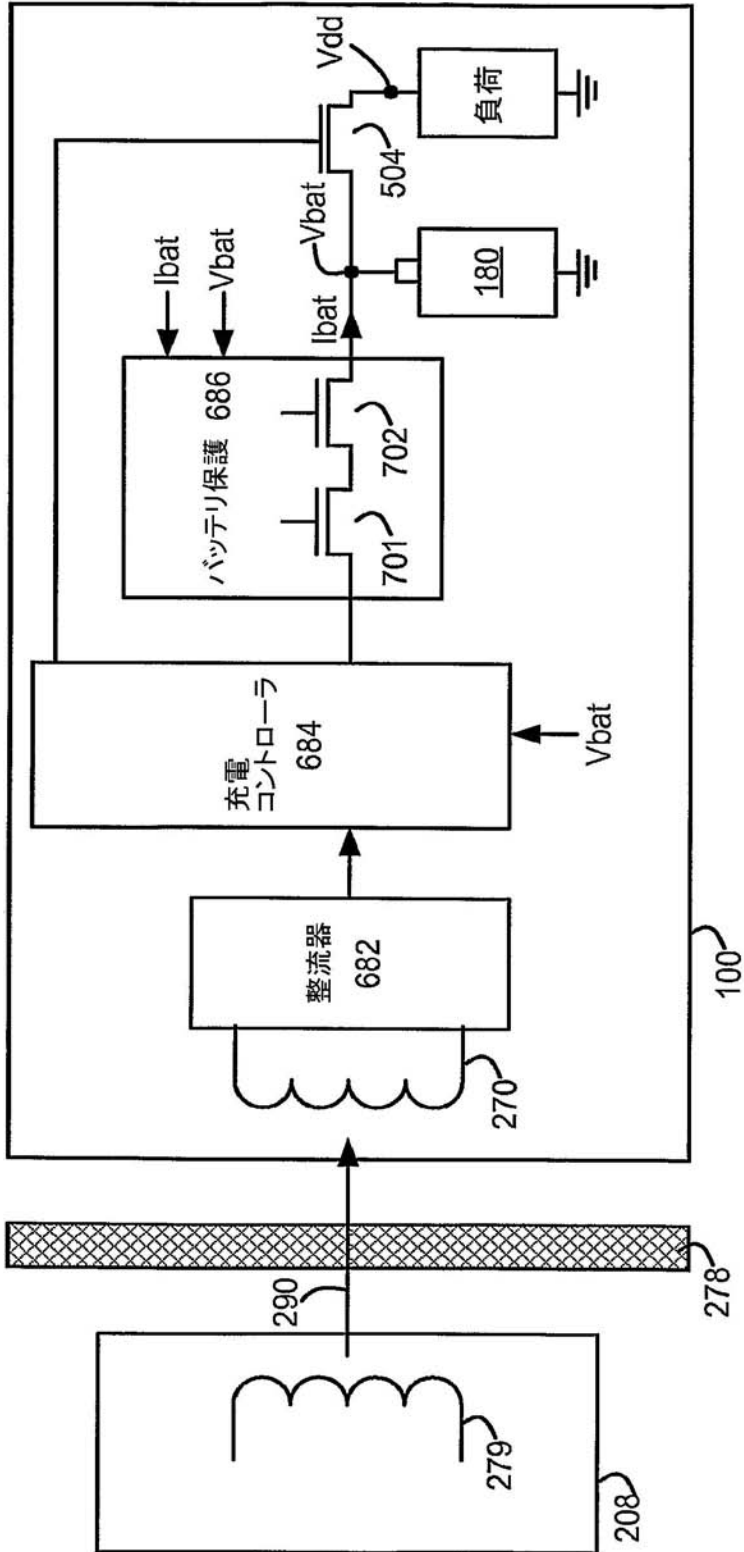


【 図 9 】

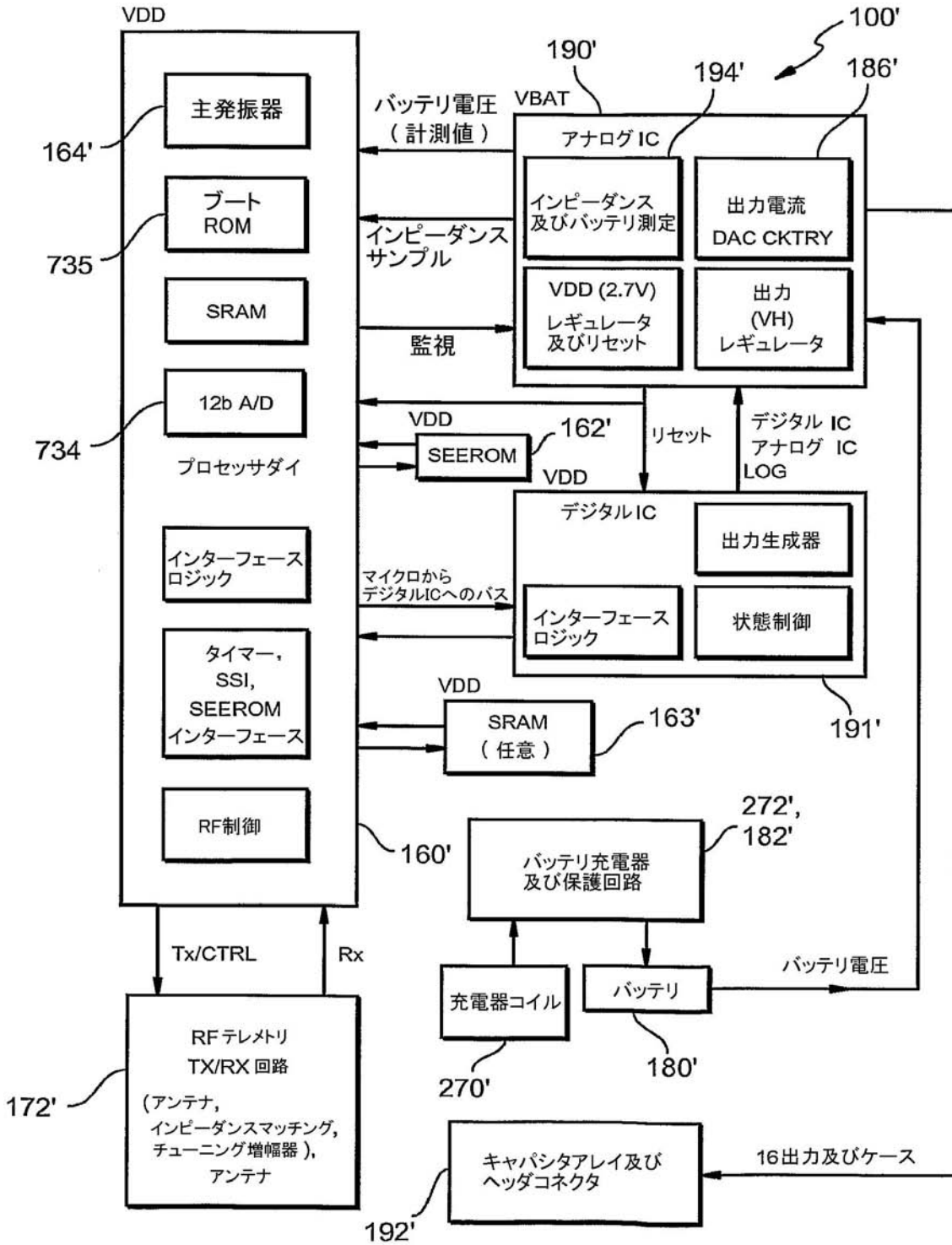
503



【 図 1 】



【図6】



## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/060081

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. A61N1/378 H02J7/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61N H02J		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 553 263 B1 (MEADOWS PAUL M [US] ET AL) 22 April 2003 (2003-04-22) cited in the application column 5, line 35 - column 7, line 63 column 17, line 35 - column 19, line 30; figures 7A,9 column 22, line 40 - column 23, line 29; figure 10B	1-22
A	US 6 507 173 B1 (SPIRIDON CONSTANTIN [US] ET AL) 14 January 2003 (2003-01-14) column 9, line 47 - column 11, line 31; figure 2	1-22
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
13 March 2007	20/03/2007	
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 661 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Authorized officer  Loveniers, Kris	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (April 2005)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No  
PCT/US2006/060081

(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 733 313 A1 (BARRERAS SR FRANCISCO JOSE [US] ET AL) 31 March 1998 (1998-03-31) the whole document in particular figure 1	1-22
A	US 5 702 431 A1 (WANG XINTAO [US] ET AL) 30 December 1997 (1997-12-30) the whole document in particular figure 14	1-22

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (April 2005)

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No  
PCT/US2006/060081

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6553263	B1	22-04-2003	US 2003195581 A1 16-10-2003
			US 2003191504 A1 09-10-2003
			US 7184836 B1 27-02-2007
US 6507173	B1	14-01-2003	NONE
US 5733313	A1		NONE
US 5702431	A1		NONE



## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ピーターソン, デイビッド ケイ . エル .

アメリカ合衆国, カリフォルニア州 91350, サウガス, ウッドサイド ドライブ 28743

Fターム(参考) 4C053 JJ21 JJ23 JJ24 JJ27 JJ40  
4C097 AA24 AA29 BB01 ZZ00

## 【要約の続き】

しくは上記負荷を切り離すのに特に使用される第2のスイッチを介して、バッテリーに接続される。

## 【選択図】図7