

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3547433号

(P3547433)

(45) 発行日 平成16年7月28日(2004.7.28)

(24) 登録日 平成16年4月23日(2004.4.23)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

F I

GO 1 R 31/36

GO 1 R 31/36

A

HO 2 J 7/00

HO 2 J 7/00

B

請求項の数 9 (全 21 頁)

|               |                        |           |                                           |
|---------------|------------------------|-----------|-------------------------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願平5-513274            | (73) 特許権者 | コンパック・コンピュータ・コーポレイション                     |
| (86) (22) 出願日 | 平成5年1月20日(1993.1.20)   |           | アメリカ合衆国テキサス州77070ヒューストン20555ステート・ハイウェイ249 |
| (65) 公表番号     | 特表平6-509650            |           |                                           |
| (43) 公表日      | 平成6年10月27日(1994.10.27) | (74) 代理人  | 弁理士 土屋 勝                                  |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US1993/000372      |           |                                           |
| (87) 国際公開番号   | W01993/015412          | (72) 発明者  | ヘス, ランドール・エル                              |
| (87) 国際公開日    | 平成5年8月5日(1993.8.5)     |           | アメリカ合衆国 テキサス州 77429                       |
| 審査請求日         | 平成12年1月20日(2000.1.20)  |           | サイプレス・グランド・ロード・11800 アpartment 2707       |
| (31) 優先権主張番号  | 825,638                | (72) 発明者  | クーパー, パトリック・アール                           |
| (32) 優先日      | 平成4年1月24日(1992.1.24)   |           | アメリカ合衆国テキサス州77084ヒューストン・ゲルダム・レーン16610     |
| (33) 優先権主張国   | 米国(US)                 |           | 最終頁に続く                                    |

(54) 【発明の名称】 バッテリ充電モニタ及び残量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コンピュータシステムにおけるバッテリーのバッテリー充電レベルをモニタする装置であって、

前記バッテリーを充電する手段と、

前記バッテリーの現在の充電レベル値をストアする手段と、

前記バッテリーの充電電流をモニタし、前記バッテリーの前記充電電流に基づいて前記バッテリーの充電レベル値を増加させる手段と、

前記コンピュータシステムの正常な操作に基づいて前記バッテリーの放電電流をモニタし、

前記バッテリーの前記放電電流に基づいて前記充電レベル値を減少させる手段と、

前記バッテリーが予め決定されたレベルまで放電したときを決定する手段と、

前記バッテリーが予め決定されたレベルまで放電したときを決定する前記手段と前記充電レベル値をストアする前記手段とに結合されている調整手段とを備え、

前記調整手段は、前記バッテリーが予め決定された充電レベル値まで放電されたときに残存している充電レベルの一部分に等しい量でもって前記バッテリーのフル充電値を変更するように動作可能であることを特徴とする装置。

【請求項2】

前記バッテリーの温度を測定する手段と、

前記バッテリーの電圧を測定する手段とをさらに備え、

前記フル充電値を変更させる前記手段は、もし前記バッテリー温度が予め決定されたレベル

10

20

まで上昇し、そして、もし前記バッテリー電圧が予め決定されたレベルより上であるならば、前記フル充電値を変更しないことを特徴とする請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項3】

前記バッテリーの充電レベルを決定し、前記バッテリーが自己放電状態に入る前にバッテリー充電レベル値をセットする手段と、

前記バッテリーが前記自己放電状態において費やした時間の量を決定する手段と、

前記バッテリー充電レベルを決定する前記手段及び前記自己放電状態において費やした時間を決定する前記手段に結合されて、前記バッテリーが前記自己放電状態において費やした前記時間に基づく量でもって前記バッテリー充電レベル値を減少させる手段とを備えていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の装置。

10

【請求項4】

前記バッテリー充電レベル値を減少させる前記手段は、前記バッテリーが前記自己放電状態において費やした時間の量に従って選択された複数の値の1つでもって前記バッテリー充電レベル値を減少させることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の装置。

【請求項5】

前記自己放電状態において費やした時間の量を決定する前記手段は、もし前記バッテリーが前記自己放電状態に入る前にフル充電されていたならば、複数の繰り返される予め決定された時間間隔のそれぞれの満了を示す手段を含み、

前記バッテリー充電レベル値を減少させる前記手段は、前記自己放電状態の間に第1の前記繰り返される予め決定された時間間隔が満了した後に、第1の予め決定されたパーセント比率でもって前記バッテリー充電レベル値を減少させることを特徴とする請求の範囲第3項に記載の装置。

20

【請求項6】

前記バッテリー充電レベル値を減少させる前記手段は、もし前記バッテリーが前記自己放電状態に入る前にフル充電されていたならば、前記繰り返される予め決定された時間間隔のそれぞれの満了後に、それぞれ予め決定されたパーセント比率でもって前記バッテリー充電レベル値を減少させることを特徴とする請求の範囲第5項に記載の装置。

【請求項7】

前記バッテリーが前記自己放電状態において費やした時間の量を決定する前記手段は、予め決定された期間を持ちかつこの予め決定された期間の後に信号を作り出すタイマーと、このタイマーに結合されて、前記信号が前記タイマーによって作り出される回数を計数する手段とを含むことを特徴とする請求の範囲第3項に記載の装置。

30

【請求項8】

(a) 前記バッテリーが予め決定された期間放電した後、または、(b) 前記バッテリーが十分に放電されてから予め決定された回数の部分的な充電が行われた後に、前記バッテリー充電値が無効であることを示す手段をさらに備えていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の装置。

【請求項9】

予め決定された時間間隔で前記バッテリーに供給される充電電流を測定する手段と、

前記バッテリーの温度を測定する手段と、

前記充電電流を測定する前記手段及び前記バッテリー温度を測定する前記手段に結合されて、前記予め決定された時間間隔に前記測定された充電値を乗算した値に基づいて増加する充電値を加えることによって、そして、前記測定された温度の予め決定された一部分に等しい値を引くことによって、前記バッテリーの充電レベルを修正する手段とをさらに備えていることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の装置。

40

【発明の詳細な説明】

本発明は、バッテリーの充電容量と充電レベルを正確にモニタするバッテリー充電コントローラに関する。

コンピュータは、ACパワーが手に入らない場所で必要となる多くの機会がある。再充電できるバッテリーは、代表的にACパワーの代わりのソースとして例えば、携帯用コンピュータ

50

に直流パワーを数時間供給することができるニッケルカドミウム (NiCd) 及びより最近でニッケル金属水素化物 (NiMH) が使われる。再充電できるバッテリーが限定された寿命を持っているので、各バッテリーの寿命を最大にし、どの放電サイクルの間にも各バッテリーから最大のパワーを得ることは望ましい。これらの目標を成し遂げるためには、温度酷使と過充電を起さないでバッテリーに充分に能率的に充電することが必要である。

現在用いられている多くのバッテリー充電器は、再充電できるバッテリーを能率的に充電せず、従ってバッテリーの有効寿命を制限している。いくらかの幾つかのバッテリー充電器は、1990年10月12日に出願された米国特許出願シリアル番号596,223及び1991年5月16日に出願された米国特許出願シリアル番号701,657で表わされるように、バッテリー電圧があまりにも低く或はバッテリー温度が許容できる急速充電温度範囲内でない時に、急速充電を避けるために温度と電圧をモニタしていたが、ほとんどの既知のバッテリー充電器は正確に充電レベルと全体の充電容量を決定する性能を持っていず、それで、バッテリーを過充電するかもしれない、従ってその有効寿命を減少させている。例えば多くのNiCdバッテリー充電器はバッテリー電圧がピークに達して減少し始めるまで急速充電を続けている。しかしながら、この負電圧変更方法は幾度がバッテリーを過充電して、ダメージと電圧低下を起こすことが解った。代表的なNiMHバッテリー充電器は、バッテリーを過充電して、セル中の水素化物を酸化させる傾向がある。

NiCdおよびNiMHバッテリーの温度酷使と過充電の1つの理由は、電圧が非常に広範囲に互る充電レベルに拘わらずかなり同じであるので、充電レベルを決定することが困難であった。更に、もしバッテリーが外されて交換されたならば、システムはバッテリーの充電経過及び残りの充電レベルを決定するどんな方法も持っていなかった。幾つかの方法は使用期間に互ってバッテリーを通る充放電電流をモニタすることによって充電レベルを見積もった。しかし、これらの方法は、充電の初期レベルを仮定していた。部分的に放電されたバッテリーが使われた時には、これらの方法が不正確であると判明した。放電レベルが所定のシステムで所定のバッテリーのために測定されるが、バッテリーが代表的に交換でき、もしバッテリーが交換されたならば、システムは新しいバッテリーの充電レベルを決定できない。勿論、再充電できるバッテリーは、自己放電として参照される未使用の期間中に放電しがちであり、所定期間に電力が切られその後給電されたシステムは起こった自己放電の量を決定する如何なる方法も持たなかった。

更にバッテリーの全充電容量は、アンペア時間 (AH) 定格として代表的に参照され、時間と使用期限を変える傾向がある。例えばバッテリーは、充電容量が代表的に増加し、その後バッテリーが結局電荷を保持しないで交換しなければならない時まで、使用時間を減少させている。例えばNiCdバッテリーは、多数の多様な部分的充放電サイクルの後により低い容量となるメモリ効果を持っている。

バッテリーウオッチとして知られているパソコンで使われる1つの特定のテクニックは、充放電の経過時間に基づいて残っている充電の量を見積もり、これを残りの有効時間に変換することである。このテクニックは、バッテリーの全充電容量が使用時間を変えない仮定しているので、あてにならないと判明した。このテクニックは、さらに充電及び放電の履歴を保持することに失敗し、自己放電を考慮していない。

それゆえ、その最大の有効寿命を減少させないで可能な限り速く能率的にバッテリーを充電することが望ましい。このゴールを成し遂げるためには、急速充電がバッテリーを過充電しないで適当な時間で終えられなければならない。勿論、自己放電及び減少した容量のような要因を考慮して、いかなる所定時間での充電レベルと同様に全充電容量を正確に計算しモニタして、使用者にこの情報を供給することが望ましい。

本発明によるバッテリー充電コントローラ (モニタ) 及び残量計は、充電しながらバッテリー電圧と温度と同様にニッケルカドミウム (NiCd) 或はニッケル金属水素化物 (NiMH) バッテリーを流れる充放電電流を連続的にサンプルし、バッテリー中の全充電容量と残っている充電レベルを正確に計算している。本発明は、バッテリーとして全てがバッテリーパックに配置され、電力がバッテリー自身によって供給された、メモリと通信ポートを有するマイクロコントローラ回路を含む。この方法で、バッテリーコントローラは、バッテリーの充電状態をい

10

20

30

40

50

つもモニタし、充電情報をストアし、バッテリーパックに接続されたコンピュータシステムに充電情報を供給している。

アナログを適宜用いる全電荷即ちタンク容量は、バッテリーセル製造業者によって定義されるアンペア時間 (AH) 定格であると元来仮定されるが、使用時間及び限度が連続的に更新される。特に、バッテリーが予め決定された放電電圧レベルで決定されるフル放電に達した時には、どの残りの計算された充電レベルが正負いずれかであっても2で割られ、その後既に計算されたタンク容量から引き算され、従って新しいタンク容量を形成する。従って、連続サイクルに互るタンク容量値は、特定のバッテリーの状態を適応させる。バッテリーがフル充電される時には、充電レベルがタンク容量と等しいようにセットされる。

本発明に従った充電コントローラ回路は、いつでもバッテリー中の残っている充電レベルを正確に示す連続性を維持する残量計を含む。また、充電コントローラ回路は、バッテリーを通る充電か放電電流を定期的にサンプルし、これを充電レベルに加算或は同レベルから引き算されるクーロン即ち充電量カウント変換する。マイクロコントローラは周期的に、電流測定回路の不正確さに起因するオフセット電圧を測定し、このオフセットを引き算してデータの正確さを保証する。本発明は、充電中の非効率を考慮し、バッテリーを急速充電しながら、充電中のクーロンカウントから温度と比例した要因を引き算することによって電荷の正確なレベルを維持する。勿論残っている充電の秒数が充電レベルを放電瞬間率で割算して、計算することができる。

本発明に従った充電コントローラ回路は、未使用の期間を計数し、未使用の期間に基づいた自己放電による合計の電荷の百分率を引き算することによって、バッテリーの自己放電をモニタする。

本発明による充電コントローラ回路は、NiCdおよびNiMHバッテリーを含む種々の型のバッテリーのための急速充電の最適な終端ポイントをも正確に決定する。急速充電中は、回路がバッテリーの電圧及び温度の変化をモニタする。もし、バッテリーの充電容量と電圧が上記予め決定されたレベルであり、もし温度が予め決定された量を上昇して電圧が安定するならば、急速充電が終了させられる。この特有の方法は、バッテリーの両方のタイプのために働いて、温度酷使と過剰充電を防止する。急速充電が終わると、ある予め決定された少量電流における仕上げ充電が、予め決定された短い期間形成される。仕上げ充電後、安定化している少量量は供給される。電圧及び温度変化及び仕上げ充電の使用と同様に充電容量をモニタすることによって、バッテリーの温度酷使が殆ど減少し或はなくなり、バッテリーの有効寿命と容量を長引かせる。

発明のより良い理解は、好ましい実施例の以下の詳細な記述が、以下の図面に関連して熟慮されるときにもたらされる。

図1は本発明に従ったバッテリー充電コントローラ及びモニタを使っているコンピュータシステムの概略ブロック図である。

図2は図1のバッテリーパックの概略ブロック図である。

図3Aと3Bが図1のバッテリーパックのより詳細な概略回路図である。

図4A-4Gは、図2のマイクロコントローラで操作される本発明に従ったソフトウェアプログラムの操作を例証しているフローチャート図である。

今図1を参照すると、着脱自在のACアダプタA及び着脱自在のバッテリーパックBに接続されたコンピュータシステムCが示される。このコンピュータシステムCは、ACパワーが容易に利用できない時にバッテリーパックBから或はACアダプタAからパワーを受電するように設計される。ACアダプタAは、AC電力を変換して、コンピュータシステムCに接続されている接地及び信号VBATT間に18ボルトの電圧を好ましく供給する。また、バッテリーパックBは、VBATT信号と接地の間で接続されて、ACアダプタAが接続されていない時にコンピュータシステムCのVBATT信号及び接地間に約13ボルトの公称電圧を好ましく供給する。

また、ACアダプタAは、バッテリーパックB内の再充電できるバッテリー20を充電する電力を供給する。バッテリーパックBは、外されて、別の急速充電装置 (図示略) に置かれる。ACアダプタAと急速充電装置は非常に類似した方法でバッテリー20を充電する電力を供給する

10

20

30

40

50

ので、ACアダプタAだけを検討する。

再充電できるバッテリー20は、好ましくは、VBATT信号に接続された正端子と、NEGとして参照する信号に接続された負端子とを持つ10セルのニッケルカドミウム（NiCd）或はニッケル金属水素化物（NiMH）バッテリーである。このバッテリー20は、好ましくはバッテリー20がフル充電される時に、VBATTとNEG信号の間に13.2ボルトの公称電圧を供給し、この電圧がバッテリー20の充電レベルに依存してわずかに変化し、バッテリー20が充電されている時に通常増加する。バッテリー20は、もしNiMHタイプバッテリーであるならば、好ましくは製造業者によって仕様されるように1.95AHのオリジナルのアンペア時間（AH）定格を持っている。バッテリーは、NiCdバッテリーであるならば、好ましくは1.65AHの定格を持っている。AH定格は、充電容量が時間と使用限度で変化するが、別にタンク容量か分母として参照されるバッテリー20のオリジナル充電容量を決定する。実際、AH定格は、その電圧がバッテリー20の各セル毎に好ましく1.1ボルトである放電電圧レベルと等しくなるまで、フル充電されたバッテリーセルを放電して形成された全クーロン数を計算することによって、バッテリーセル製造業者の仕様書シートに由来する。NiMHのための1.95AH定格とNiCdのための1.65AH定格は、新しいバッテリーパックが誘導された定格にその容量を結局増加するように誘導された定格よりわずかに低い。

10

好ましい実施例において、充電制御及びモニタ回路22は、バッテリー20と同じバッテリーパックBに内蔵され、VBATTとNEG信号に接続されている。好ましくはナショナルセミコンダクタ社製のLM35である温度センサ24は、バッテリー20に熱伝導良く接触して取付けられて、バッテリー20の温度と比例した電圧レベルを持つ信号TEMPを供給する。TEMP信号は、充電制御及びモニタ回路22に供給される。充電制御及びモニタ回路22は、SERLINKとして参照する信号でデータを受信及び供給受信するシリアル通信ポートを含む。コンピュータシステムCは、SERLINK信号に接続され、コンピュータシステムCと充電制御及びモニタ回路22が1200ビットの率でSERLINK信号を経て直列データを好ましく交換することができるように好ましくは80C51キーボードコントローラを含む。

20

今図2を参照すると、図1のバッテリーパックBの簡略化されたブロック図が示される。図3A及び図3BはバッテリーパックBの更なる詳細を含んで、図2の論議を通して参照される。VBATT信号であるバッテリー20の正端子は、+5Vとして参照する5ボルト電源信号を供給する好ましくはLM2936の電圧調整器の入力に接続される。+5V信号は、FVCCとして参照する濾過された5ボルト信号を供給するLCフィルタ32によって濾過される。FVCC信号は、好ましくは東芝で製作されたTMP47C241のCMOS4ビットマイクロコントローラであるマイクロコントローラ34のVCC入力端子に接続される。マイクロコントローラ34は、2kバイトの読出専用メモリ（ROM）36と、64バイトのランダムアクセスメモリ（RAM）38と、内部タイマ40と、SERLINK信号に接続された4ビットシリアル・インタフェースとを含む。それぞれAIN0とAIN1とAIN2とAIN3として参照されるマイクロコントローラ34の4つのアナログ入力、AIN0-AIN3入力のいずれかに供給されたアナログ信号を2つの16進数デジットと解釈される比例8ビット2進数に変換する内部の8ビットアナログ／デジタル（A/D）コンバータ41に接続される。SWVCCとして参照される切換可能の5ボルト信号は、後述される内部のA/Dコンバータ41にアナログレファレンス電圧を供給するために、マイクロコントローラ34に接続されている。マイクロコントローラ34は、好ましくはホールド状態即ちスリープ状態になった時に、バッテリー20から非常に小さいパワーを引き出せるホールド機能を含む。これは、充電制御及びモニタ回路22がバッテリー20からそのパワーの全てを得なければならないので、バッテリーパックBがACアダプタAとコンピュータシステムCから除去される時に行われる。それで、マイクロコントローラ34は、WAKEUP信号がハイになった時に、スリープリクエストを供給する信号WAKEUPに接続されている入力HOLD\*を含む。信号名或は入力名の終わりのアステリスクは、別に特定しない限りローにアサートされる時にアクティブである信号を参照する。アステリスクなしの信号名は反転信号である。WAKEUP信号がハイの時に、マイクロコントローラ34は正常に動作している。

30

40

+5V信号はWAKEUP信号に接続された出力を持つプログラム可能なユニジャンクショントランジスタ（PUJT）回路42の入力に接続されている。このPUJT回路42は、抵抗でプルアップ

50

されたWAKEUP信号を殆ど5秒間ローにさせる5秒の期間を持つウエイクアップタイマとして動作する。もしWAKEUP信号がハイにアサートされないならば、マイクロプロセッサ34を通常動作に起こすために、5秒毎に一度WAKEUP信号にハイパルスのアサートする。PUJT回路42は、非常に極めて少ないパワーを消費するので、既知の市販タイマよりむしろ使われ、それで、バッテリー20がフル放電される前の自己放電のより長い期間を許容する。ダイオード148（図3Aを参照）は、WAKEUP信号に接続された陰極と、SERLINK信号に接続されている陽極とを持ち、SERLINK信号がハイにアサートされた時にWAKEUP信号がハイに引かれる。

。+5V信号は、マイクロコントローラ34によって供給される信号SWVCCON\*によって制御されたパワースイッチ44に接続されている。このスイッチ44は、好ましくは5ボルトである切換可能のSWVCC信号を供給する。マイクロコントローラ34がSWVCCON\*信号をハイに引き上げる時には、SWVCC信号が切られて、オープンコレクタ出力を形成する。SWVCCON\*信号がローにアサートされる時に、+5V信号からのパワーがSWVCC信号に供給される。

このSWVCC信号は、充電測定増幅器46と、放電測定増幅器48と、温度測定増幅器50と、電圧測定回路52と、温度センサ24に接続されて、これらにパワーを供給する。これら充電、放電、温度及び電圧測定増幅器46-52の操作と機能が以下により詳細に記述される。これら回路は、SWVCC信号がスイッチオンする時のみ動作して、パワーを受容する。このように、充電制御及びモニタ回路22は、測定増幅器46-52及びバッテリー20からのパワーをできる限り少なく長時間に引き出すために必要な時にのみの温度センサ24を活発化させる。これは、ACアダプタAが未接続で、バッテリー20がコンピュータシステムCに給電している時に重要である。

バッテリーの負端子は、少量充電回路54および急速充電回路56にも接続されたNEG信号に接続されている。少量充電回路54と急速充電回路56両者は、センサ抵抗58の一端に接続された信号FCFSに接続されている。このセンサ抵抗58の他端が接地されている。NEG信号は、2つのNチャンネルエンハンスメント型金属氧化物半導体電界効果トランジスタ（MOSFET）60と62（図3A）のドレイン端子に接続され、MOSFET60と62のソース端子が、FCFS信号に接続されている。MOSFET60と62のゲート端子が、PNPバイポーラトランジスタQ6のコレクター端子に接続されている。マイクロコントローラ34からの信号FETSON\*が、抵抗64の一端に接続され、この抵抗64の他端がトランジスタQ6のベースに接続されている。トランジスタQ6のエミッタが+5V信号に接続されている。

MOSFET60と62は、並列接続されて、オンになった時にそれらの有効抵抗値を減少させ、電流処理能力を増加させている。FETSON\*信号がハイにアサートされた時には、トランジスタQ6のバイアスがオフになってMOSFET60と62がオフになる。これらMOSFET60と62がオフになった時には、非常に高いインピーダンスがドレイン及びソース端子間に現れ、従って、急速充電回路56をバッテリー20の充電回路から効果的に除去して、少量充電回路54がバッテリー20を通る電流を制御する。しかしながら、MOSFET60と62は、ソース及びドレイン端子間に、MOSFET60と62がオフになった時に、バッテリー20からコンピュータシステムCにいくらかの電力を供給できる内部ダイオードを持っている。FETSON\*信号がローにアサートされた時には、トランジスタQ6のバイアスがオンになり、従ってMOSFET60と62がオンになり、MOSFET60と62のドレイン及びソース端子間に非常に低いインピーダンスを起こして、少量充電回路54をバッテリー20の充電回路から効果的に除外する。

この少量充電回路54は、好ましくはNS社で製作されて、NEG信号に接続された入力端子と、FCFS信号に接続された調整端子と、2つの抵抗66と68の一端に接続された出力端子とを持つLM317の3端子可変調整器65を含む。抵抗66及び68の他端は、Nチャンネルエンハンスメント型MOSFETトランジスタ72のドレイン端子及び抵抗70の一端に接続される。MOSFETトランジスタ72のソース端子と抵抗70の他端はFCFS信号に接続され、MOSFET72のゲート端子がプルアップ抵抗74の一端に接続されている。抵抗74の他端が+5V信号に接続される。MOSFET72のゲート端子が、マイクロコントローラ34によって供給されられた信号TCOFF\*にも接続されている。この調整器65が、電流源として働き、電流のレベルが調整及び出力端子間の有効抵抗に依存する。

10

20

30

40

50

この様に、FETSON\*信号がハイになり、バッテリー20が少量充電回路54を通して微小に充電される時には、マイクロコントローラ34がTCOFF\*信号で少量充電電流のレベルを制御する。TCOFF\*信号がマイクロコントローラ34によってローにアサートされる時には、少量電流が抵抗70中を流れるように、MOSFET72がオフにさせられる。調整器65と抵抗66と68と70は、約5ミリアンペアに少量電流を好ましく制限される。5ミリアンペアの少量電流は、バッテリー20の充電レベルを維持することができるメンテナンス充電電流として参照される。TCOFF\*信号がローにアサートされる時には、MOSFET72がオンになり、従って抵抗70を効果的に迂回して、少量充電電流を好ましく約100ミリアンペアに増加させる。100ミリアンペアの少量電流は、急速充電が完了した後の仕上げ充電として、バッテリー20を急速充電前の適当な温度と電圧範囲内にもたらすために使われる。

10

バッテリー20を通る全有効電流は、FCFS信号が接地されない限り、FCFS信号の電圧がバッテリー20を通る電流と比例するようにセンサ抵抗58を通る。FCFS信号は、充電と放電測定増幅器46と48に供給される。FCFS信号は、抵抗80（図3B）の一端に接続され、この抵抗80の他端がコンデンサ82の一端および演算増幅器84の非反転端子に接続される。コンデンサ82の他端は、接地及び抵抗86の一端に接続され、この抵抗86の他端が演算増幅器84の反転入力に接続されている。フィードバック抵抗88は演算増幅器84の反転入力と出力の間でつながれる。この増幅器84の出力は、CHARGEとして参照する信号である。演算増幅器84は、切換可能なSWVCC信号と接地の間にパワーを受容する。

演算増幅器84は、CHARGE信号がバッテリー20を通る充電電流の10ミリアンペア毎に約19.25ミリボルトの電圧レベルを持つように、好ましく構成される。CHARGE信号は、マイクロコントローラ34がバッテリー20を通る充電電流を2デジットの16進数値に変換し、この値を内部RAM38にストアすることができるように、マイクロコントローラ34のAIN0入力に供給される。バッテリー20が放電している時には、FCFS信号が負になり、CHARGE信号は必須的にゼロにさせられて、従って放電電流を測定しない。

20

放電測定増幅器48は、充電測定増幅器46と類似した方法で操作される。FCFS信号は、抵抗90の一端に接続され、この抵抗90の他端が演算増幅器92の反転入力に接続されている。抵抗94とコンデンサ96は演算増幅器92の反転入力と出力の間で並列接続される。演算増幅器92の非反転入力は、抵抗98の一端に接続され、この抵抗98の他端が接地されている。演算増幅器92の出力がマイクロコントローラ34のAIN1入力に接続されたDISCHARGEとして参照する信号を形成する。放電測定増幅器48はDISCHARGE信号がバッテリー20を通る放電電流の10ミリアンペア毎に19.25ミリボルトの電圧レベルを持つように、好ましく構成される。マイクロコントローラ34が、放電電流を、後に内部RAM38に記憶できる比例2デジットの16進数値に変換する。バッテリー20が充電されている間、DISCHARGE信号が必須的にゼロに駆動される。

30

演算増幅器84と90はCHARGEとDISCHARGE信号の不正確なレベルを起こす、必須的に充電と放電電流に加えられたオフセット電圧の重要な量を含む。バッテリー充電コントローラと残量計回路22は、マイクロコントローラ34がオフセット電圧の影響を差し引いて、充電と放電電流の正確な測定値を得ることができるオフセット回路100を含む。マイクロコントローラ34は、信号OFFS5Vを形成するオフセットスイッチ106に信号OFFS5VON\*を供給する。OFFS5VON\*信号がローにアサートされる時には、OFFS5V信号が約5ボルトにハイにアサートされ、もしOFFS5VON\*信号がハイならば、OFFS5V信号がオープンコレクター出力である。このOFFS5V信号は、オフセット回路100を備えた抵抗102及び104の一端に接続されて、抵抗102の他端が増幅器84の非反転入力に接続され、抵抗104の他端が、増幅器92の非反転入力に接続されている。

40

充電と放電電流の通常測定中には、OFFS5VON\*信号がハイとなり、OFFS5V信号がオープン回路となって、抵抗102及び104の影響を充電及び放電測定増幅器46と48から除去している。しかしながら、OFFS5VON\*信号がマイクロコントローラ34によってローにアサートされて、FETSON\*信号がハイの時には、従って、FCFS信号をローレベルにした時には、抵抗104と98及び抵抗102と80によってそれぞれ決定されるように、OFFS5V信号が演算増幅器84と92の非反転入力に約3.5ミリボルトのバイアスを好ましく設定する。もし演算増幅器84と9

50

2がオフセット電圧を持たない理想的であるならば、CHARGE及びDISCHARGE信号両者がマイクロコントローラによって7の16進数値に好ましく変換される約135ミリボルトである。実際の16進数値は、7から引かれて、その後、マイクロコントローラ34によってストアされ、各CHARGE及びDISCHARGE信号の次の受信された値から引かれる16進数の充電と放電オフセット値を形成する。この様に、演算増幅器84及び92のオフセット電圧に起因する誤差が事実上除去される。

上述されるように測定されたオフセット電圧にも拘わらず、充電と放電電流の非常に小さいレベルの間には、マイクロコントローラ34が実際にバッテリー20が充電され、或は放電されているかCHARGEとDISCHARGE信号と見分けることができない。それで、充電ビット回路108（図3B）が形成される。FCFS信号は演算増幅器110の非反転入力に供給され、抵抗112は増幅器110の反転入力と出力の間に接続される。演算増幅器110は、切換可能のSWVCC信号によって電力が供給される。抵抗114及び116の一端は、演算増幅器100の反転入力に接続され、抵抗114の他端がSWVCC信号に接続され、抵抗116の他端が接地される。演算増幅器110の出力は、マイクロコントローラ34への入力として供給されるCHGとして参照された信号である。演算増幅器110は、バッテリー20を充電してる時に、FCFS信号が正であり、CHG信号がハイであるように高利得非反転増幅器として構成される。放電時にはFCFS信号が負であり、CHG信号がローである。

フィルタコンデンサ118は、SWVCCと接地の間に接続されて、温度センサ24用のフィルタを形成する。この温度センサ24は、バッテリー20の摂氏温度（度C）毎に10ミリボルトの電圧レベルを好ましく持つ信号TEMPを出力から供給する。TEMP信号は、TSENS信号を出力し、マイクロコントローラ344のAIN2アナログ入力に接続されている温度測定増幅器50の入力に供給される。この温度測定増幅器50は、TSENS信号がバッテリー20の摂氏温度（度C）毎に100ミリボルトのレベルを持つように、約10の利得を好ましく持っている。

バッテリー20の交差電圧を測定するためには、MOSFET60と62をまずオフにさせながら、VBATTとNEG信号の電圧を測定し、その後差をとることが必要である。マイクロコントローラ34は、バッテリー20の交差電圧を測定するために、マイクロコントローラ34で使われる信号MBATT\*を形成する。抵抗136は、MBATT\*とNEG信号の間に接続される。このMBATT\*信号は、ダイオード120の陽極にも接続され、このダイオード120の陰極がマイクロコントローラ34のAIN3入力に供給された信号PRBVに接続されている。マイクロコントローラ34は抵抗122（図3B）の一端およびNチャンネルエンハンスメントMOSFETトランジスタ124のソース端子に供給された信号VBATON\*を形成する。MOSFET124のゲートと抵抗122の他端は+5V信号に接続されている。MOSFET124のドレインが、抵抗126の一端に接続され、この抵抗126の他端が、抵抗128の一端と、PNPトランジスタ130のベース端子とに接続されている。抵抗128の他端とトランジスタ130のエミッタはVBATT信号に接続されている。トランジスタ130のコレクタは、抵抗132の一端に接続され、この抵抗132の他端がPRBV信号に接続されている。勿論PRBV信号は、抵抗134の一端に接続され、この抵抗134の他端が抵抗RLADに接続され、抵抗RLADの他端が接地されている。

VBATT信号の電圧を測定するためには、MBATT\*とVBATON\*信号がローにアサートされ、従ってダイオード120を逆バイアスして、トランジスタ130を活発化させるMOSFET124を活発化させる。それで、VBATT信号は、抵抗132と134とRLADを備えた分圧回路及びトランジスタ130を交差して配置される。それゆえPRBV信号の電圧レベルは、マイクロコントローラ34でサンプルされるVBATT信号と比例する。実際RLAD抵抗は、製造業者によってセット及び精度が形成されるプログラムできるラダー抵抗である。NEG信号の電圧を測定するためには、MBATT\*とVBATON\*信号がハイになる。MBATT\*信号は、NEG信号が抵抗136を交差して現れ、ダイオード120を順方向バイアスするように、マイクロコントローラ34によって必須的にオープン回路である。VBATON\*信号は、効果的にトランジスタ130と同様にMOSFETトランジスタ124を不活性化させ、従ってVBATT信号の影響を除去している。NEG信号は、抵抗136とダイオード120と抵抗134とRLADを含む分圧器を交差して供給される。PRBV信号は、マイクロコントローラ34に供給されたNEG信号と比例した電圧である。

図3Aは、今簡潔に記述された追加の回路を含む。内部のタイマ40は、マイクロコントロー

10

20

30

40

50



ラ34のT2出力に接続されている。T2出力は、信号PU1に接続され、このPU1信号がプルアップ抵抗140の一端に接続され、抵抗140の他端がFVCC信号に接続されている。PU1信号は、INT2\*として参照されたマイクロコントローラ34の割り込み入力にも接続されている。抵抗140は、PU1信号を通常FVCC信号の5ボルトレベルにプルアップする。タイマー40は、マイクロコントローラ34のINT2\*入力をローにアサートするPU1信号をタイマ40が0.103秒毎に一度ローに引くように、好ましくは0.103秒の期間を持つ約10Hzにプログラムされている。詳細に後述するように、INT2\*信号がローに引かれた時には、マイクロコントローラ34が割り込みルーチンを実行し、CHARGE信号、DISCHARGE信号、TSENS信号、VBATT信号およびNEG信号をサンプルする。

マイクロコントローラ34は信号BATTYPに接続され、この信号BATTYPが抵抗142の一端および抵抗144の一端に接続されている。抵抗142の他端が、信号PD1に接続され、このPD1信号がマイクロコントローラ34に接続されている。抵抗144の他端がPU1信号に接続されている。しかしながら、抵抗142と144は、他がオープン回路になるように1つだけがインストールされる。抵抗142はNiMHバッテリーに対応し、NiMHバッテリーが使われるならばインストールされる。NiCdバッテリーが使われるならば、抵抗144はインストールされる。マイクロコントローラ34が、PD1信号をローにアサートし、NiCdバッテリーがインストールされたならばハイ、NiMHバッテリーがインストールされたならばローとなるBATTYP信号をモニタする。マイクロコントローラ34に供給されるSERLINK信号は、マイクロコントローラ34の割り込み入力INT1\*に接続され、抵抗146の一端およびダイオード150の陰極に接続されている。抵抗146の他端とダイオード150の陽極は接接地されている。バッテリーパックBが速い充電器またはコンピュータシステムCに接続された時には、外部プルアップ抵抗がSERLINK信号を通常ハイに維持する。さもなければSERLINK信号は、抵抗146を通してローに引っ張られる。もしACアダプタAが接続されていたならば、VBATT信号は、MOSFET60と62がオフに切換えられている、17ボルトより大きい。それで、マイクロコントローラ34は、SERLINKとVBATT信号をモニタして、AC電力源が急速充電に利用できるかどうかを決めることができる。

マイクロコントローラ34は、抵抗152の一端に接続されている出力信号LEDON\*を供給し、この抵抗152の他端が、発光ダイオード(LED)154の陰極に接続され、このLED154の陰極が、+5V信号に接続されている。マイクロコントローラ34が、LEDON\*信号をローにアサートすることによってLED154を点灯させ、従って、バッテリー20が急速充電中或は急速充電すべきことを指示することができる。440キロヘルツのセラミック共鳴器156は、クロック信号を供給するためにマイクロコントローラ34のXOUTとXIN入力に接続されている。

VBATT信号は、フィルタコンデンサ158の一端、およびダイオード160の陰極に接続され、これらコンデンサ158の他端と、ダイオード160の陽極が接地されている。またVBATT信号が抵抗162の一端に接続され、この抵抗162の他端が、Pチャンネルデプレション型接合電界効果トランジスタ(JFET)164のゲート端子に接続されている。このJFET164は、ドレイン端子が接地され、ソース端子は、マイクロコントローラ34のRESET\*入力に接続された信号RESET\*に接続されている。このRESET\*信号は、抵抗166の一端およびコンデンサ168の一端にも接続され、コンデンサ168の他端が接地されている。一方、抵抗166の他端が信号WT0\*に接続され、このWT0\*信号は、マイクロコントローラ34のWT0\*入力に供給される。

通常、WT0\*信号はハイであり、バッテリー20は、JFET164がオフになり、RESET\*信号がハイになるように、バッテリーパックBにインストールされる。しかしながら、もしバッテリー20が約5ボルトまで放電されるならば、JFET164がRESET\*信号をローに引き下げ、従ってマイクロコントローラ34をリセットする。かくして、マイクロコントローラ34がメモリ内容を揮発させ得る低電圧レベルで、JFET164は、適当な操作を確実にするために、マイクロコントローラ34をリセットする。このマイクロコントローラ34が、期限が来ないかぎりWT0\*信号を通常ハイに維持するウォッチドッグタイマを含む。これは、正常な操作下で起こらないが、マイクロコントローラ34が暴走したならばウォッチドッグタイマは、マイクロコントローラ34をリセットする。

10

20

30

40

50

フィルタコンデンサ170は、マイクロコントローラ34用に接地とFVCC信号の間でつながれる。また、ショットキダイオードの陽極がPRBV信号に接続され、ダイオード172の陰極がFVCC信号に接続されて、PRBV信号がダイオード172の電圧を引いたFVCC電圧下に行かないようにしている。

図4A-4Gは、マイクロコントローラ34のソフトウェアの好ましい操作を説明するフローチャート図である。本発明と関係がある操作だけが示され、あまり重要でない部分が省略されている。図4Aと4Bは、マイクロコントローラ34の主ループと、バッテリーパックBがAC電力源に接続されていない時の操作とを例証する。図4Cは、充電制御及びモニタ回路22とコンピュータシステムCの間の直列コミュニケーションリンクを記述する。図4D-4Gは、急速充電と少量充電と放電を含む充電状態決定と同様に、充電パラメータの測定を記述する

10

。今図4Aを参照すると、リセットステップ200は、マイクロコントローラ34が初期的に電力を供給され或はリセットされることを示す。その後マイクロコントローラ34は、RAM38が初期化されて、ソフトウェアによって使われる予め決定された変数をロードする初期化ステップ202を実行する。これは、タンク容量即ち分母及び充電レベル即ち分子と同様に、CHARGE、DISCHARGE、TSENS及びバッテリー20電圧の測定値用のスペース（メモリ空間）を含む。勿論、FETSON\*信号はハイに引っ張られて、MOSFET60及び62をオフにして急速充電及び放電をデセーブルし、LEDON\*信号がハイにアサートされてLED154を消灯し、タイマ40は約10Hzの率でマイクロコントローラ34に割り込みをするために初期化される。従ってバッテリー20は、まず少量充電であると仮定される。その後マイクロコントローラ34は、NiCd或はNiMHバッテリーがインストールされたか否かを決定するために、BATTYP信号をモニタするステップ204を実行する。フラグNiCdは、NiCdバッテリーがインストールされるならばハイにセットされ、NiMHバッテリーがインストールされるとローにリセットされる。またウォッチドッグタイマは、290ミリ秒（MS）毎に期限を好ましく区切るために初期化される。その後、マイクロコントローラ34は、ラベル208によって示されるように、ソフトウェアの主ループを始めるステップ206を実行する。ラベルメイン208がフローチャートで遭遇されるときはいつでも、操作は、プログラムの主ループのステップ206に戻る。ステップ206でウォッチドッグタイマは、再び初期化される。タイマ40はイネーブルされて、10HzのINT1\*割り込みサイクルの時間を計ることを始める。その後、操作は、それぞれローにアサートされるINT1\*或はINT2\*入力に対応している2つの割り込みINT1\*或はINT2\*の1つの発生を示し、主ループが対応する割り込みルーチンを実行するために抜け出るステップ210に進行する。しかしながら割り込みINT1\*とINT2\*は、メインループの操作中のいかなる時刻でも起こることができ、割り込みルーチンが割り込み点に戻る。最も高い優先割り込みINT1\*は、SERLINK信号がコンピュータシステムCによってローにアサートされる時に発生するラベル212によって示される。第2の割り込みINT2\*は、充電パラメータが測定されストアされるべきであることを好ましくは0.103秒毎に示すタイマー40によって、PU1信号がローにアサートされる時に起こるラベル214によって示される。

20

30

もし、割り込みが起こらないならば、操作は、WAKEUP信号をモニタして、ホールドかスリープリクエストを示すローを決めるステップ216に進む。もしWAKEUP信号がハイならば、操作は、これが正常な操作を示して、ステップ206へ戻る。もし、WAKEUP信号がローならば、マイクロコントローラ34は、VBATT信号を測定して、17ボルトと比較するステップ218を実行する。もし、VBATT信号が17ボルトより大きいと仮定すると、バッテリーパックBがACアダプタAか充電器に接続されている。もしVBATT信号が17ボルトより大きいならば、操作はステップ206に戻る。もしそうでなければ、主ループに戻り、操作は、図4AでNとして参照されるウエイクアップカウントと6時間カウントが初期化されるステップ220に進行する。6時間カウントNはゼロに初期化される。ウエイクアップカウントは、もしバッテリーパックBが未接続ならばPUJTタイマ52がマイクロコントローラ34を6時間内で起こす回数に対応する、6時間期間を5秒間隔で刻んだ数に等しい数4,320に初期化される。その後操作は、マイクロコントローラ34がスリープするステップ220から、ステップ222に進む。

40

50

マイクロコントローラ34は、PUJTタイマ42あるいはSERLINK信号をハイにアサートした場合にWAKEUP信号がハイにアサートされる次ステップ224で起こされる。その後操作は、マイクロコントローラ34がSERLINK信号をモニタして、WAKEUP信号がSERLINK信号またはPUJTタイマ42によってハイにアサートされたかどうかを決めるステップ226に進む。もし、SERLINK信号が低いならば、マイクロコントローラ34はPUJTタイマ42によって起こされて、それで、ステップ228に進行する。SERLINK信号がハイならば、マイクロコントローラ34がステップ230を実行する。ステップ228において、マイクロコントローラ34は、VBATT信号の電圧レベルを再び測定して、その信号が17ボルトより大きいかどうか決める。もしそうならば、バッテリーパックBがシステムにあり或は充電器に接続されており、操作はステップ230に進む。もし、WAKEUP信号がPUJTタイマ42によってハイにアサートされ、バッテリー電圧がステップ228で決定されるように17ボルトより少ないか等しいならば、操作は、PUJTタイマ42によってそれが始めて起こされたかどうかをマイクロコントローラ34が決めるステップ232に進行する。これは、6時間カウントNがゼロであるか、ウェイクアップカウントがデクリメントされなかったかを決定する。もし、マイクロコントローラ34がまず起こされたならば、操作は、増幅器84と92のオフセット電圧が既に記述されたように測定されるステップ234に進行する。

10

その後操作は、ステップ234から、ウェイクアップカウントがデクリメントされたステップ236に進む。もしウェイクアップカウントがゼロになるならば、6時間カウントNがインクリメントされ、ウェイクアップカウントが、再び4,320にプリセットされる。従って、ウェイクアップ及び6時間カウントNは、バッテリーパックBがACパワーから切り離された経過時間を形成し、従って詳細に後述されるように、既知の率で起こるバッテリー20の自己放電の量の決定を許容する。ステップ232に戻って参照すると、もしマイクロコントローラ34が既に起きているならば、操作はステップ236へ直接進む。

20

ステップ236から操作は、ウェイクアップカウントがゼロに達したか否か、6時間カウントNがステップ236でインクリメントされたか否かを決定し、従って6時間の経過を示すステップ237に進む。もしそうでなければ、操作はマイクロコントローラ34がスリープするステップ222に戻る。もし6時間が経過したならば、操作は、FAST CHARGE COMPLETEフラグをチェックして、既にセットされたか否かを決定するステップ239に進む。FAST CHARGE COMPLETEフラグは以後に説明する。もし、FAST CHARGE COMPLETEフラグが既にセットされなかったならば、バッテリー20は、自己放電モードに入る前でフル充電されていない。この場合、操作は、バッテリー20の充電レベルを示す残量計として参照される16進数が、6時間の自己放電によって、バッテリー20で浪費した充電量を示す約0.39%減らされるステップ241に進む。これは、部分的に充電されたバッテリー20が自己放電によって1日毎に約1.5%電荷を失うことの実験的観察を反映する。操作はステップ241からステップ222に進む。

30

ステップ239で決定されるようにFAST CHARGE COMPLETEフラグが既にセット、従ってバッテリー20が自己放電する前にフルな充電を完了したことを示すならば、操作は6時間カウントNが4と比較されるステップ243に進行する。もし6時間カウントNが4より大きいならば、バッテリー20がフル充電から1日以上自己放電していたことになり、自己放電の率は6時間毎に約0.39%である。従って、操作は残量計を調節するステップ241に進行する。もし6時間カウントNが4より大きくないならば、操作は、6時間カウントNがフル充電から第3及び第4の6時間期間を示す3或は4と比較するステップ247に進行する。もし6時間カウントNが3或は4と等しいならば、操作は残量計が約0.78%に減らされるステップ247に進行する。ステップ247から操作はマイクロコントローラ34がスリープ状態に戻るステップ222に進む。

40

もし、6時間カウントNがステップ245で3か4と等しくないならば、操作は6時間カウントNがナンバー2と比較するステップ249に進行する。もし、6時間カウントNがステップ249で2と等しいならば、操作は残量計が約1.5%減らされるステップ251に進行する。ステップ251から操作はステップ222に進む。もし6時間カウントNがステップ249で2と等しくないならば、その後操作は、NiCdフラグがモニタされるステップ253に進行する

50

。もし、バッテリー20がNiCdであるならば、その後操作は、残量残量計がおおよそ3%減らされるステップ255に進行し、その後操作がステップ222に戻る。もしバッテリー20がステップ253でNiMHであるならば、操作は残量計が約6%減らされるステップ257に進行し、その後操作がステップ222に戻る。

要約すると、フル充電されたNiMHバッテリー20が好ましい実施例で使われるように、最初の6時間約6%の率で自己放電し、一方フル充電されたNiCdバッテリー20が好ましい実施例で使われるように、3%の率で最初の6時間自己放電する。もし、バッテリー20が自己放電する前にフル充電されたならば、両型式のバッテリーは、2番目の6時間中約1.5%の率で、第3及び第4の6時間中約0.78%の率で、更に次の6時間毎に約0.39%で自己放電する。部分的に放電されたバッテリー20は、バッテリータイプに拘わらず6時間毎に約0.39%の率で放電する。

10

ステップ230を参照すると、ACパワーが利用可能であるか、或はバッテリーパックBがコンピュータシステムCに接続されている。もし、バッテリーが少くとも6時間自己放電したならば、FAST CHARGE COMPLETEフラグはクリアされて、急速充電が初期化できることを示す。その後操作は、残量計が有効性のためにチェックされるステップ238に進行する。残量計は、10日間の自己放電か8回の部分的充電サイクルが起こるまで有効である。もし、残量計が無効であるならば、操作は、残量計が有効でないことを示すFUEL GAUGE VALIDフラグがクリアされるステップ240に進行する。残量計が有効か否かのステップ238から或はステップ240から、操作は、バッテリー20が少くとも5日間自己放電したならば、ADJFLAGとして参照するフラグがクリアされるステップ259に進む。このADJFLAGフラグは、さらに下に記述される。ステップ259から、操作は、急速充電がまもなく発生する時からLEDON\*信号をローにアサートすることによってLED154が点灯するステップ242に進行する。その後操作は、ラベル208によって示されるように、主ループに進行する。

20

今図4Cを参照して、もし、INT1\*割り込みがラベル212によって示されるように、主ループにおいて発生したならば、操作は、マイクロコントローラ34がSERLINK信号で受信された最初の3スタートビットを読込んで、読出あ或は書込コマンドが受信されているか否かを決定するステップ250で始まる割り込みルーチンに進行する。もし、スタートビットが011hであるならば、読出コマンドはラベル252によって示されるように受信されている。もしそうでなければ、操作は、スタートビットが010hと比較されるステップ254に進行する。この010hは、書込コマンドがラベル256によって示されるように受信されていることを示す。もし、スタートビットがステップ254で010hと等しくないならば、書込コマンドが無効と見做され、操作は書込コマンドが無視されたステップ256に進行し、操作は、ラベル208によって示されるように、主ループへ戻る。

30

もし、コンピュータシステムCが読出コマンドを送っていることを決定するならば、操作は、マイクロコントローラ34がSERLINK信号をモニタし、ROM36かRAM38でロケーションのアドレスを受信するステップ258に進行する。アドレスがステップ258で受信されたあと、操作はマイクロコントローラ34がハイと保証するSERLINK信号をモニタするステップ260に進行する。このステップは、ノイズが有効なコマンドと解釈されることを防止するフェイルセーフメカニズムとして形成される。もしSERLINK信号がローならば、操作は、受信されたコマンドが無効で、操作がラベル208によって示されるようにメインプログラムループに戻させることをマイクロコントローラ34が決めるステップ262に進行する。

40

もしSERLINK信号がステップ260でハイならば、操作はマイクロコントローラ34が受信されたアドレス位置に要請されたデータを送るステップ262に進行する。その後操作は、TRANSMITカウントが0と比較するステップ264に進行する。TRANSMITカウントは、システムが安定するまで、放電モードをデセーブルする方法を形成する。このTRANSMITカウントが最初15にセットされ、MOSFET60と62がオフになって、偶発か一時放電を防止する。放電は、15の連続的読出サイクルが起こるまで、イネーブルされない。もし、TRANSMITカウントが0と等しいならば、操作はプログラムの主ループに進行する。さもなければ操作はTRANSMITカウントがデクリメントされたステップ266に進行する。ステップ266から操作はメインループに戻る。

50

もしスタートビットがステップ254で適当な書込コマンドならば、操作は、書込コマンド用のアドレスがマイクロコントローラ34によって受信されるステップ268に進行する。書込コマンドは、代表的に、バッテリーパックBが新しい時及び使用者に出荷される前のパラメータを初期化するために、製造業者によってだけ実行される。その後、バッテリーパックBはユーザによる書込アクセスを防止するために書込コマンドでロックされている。操作は、ステップ260で実行されたように、SERLINK信号が正確にモニタされるステップ270に進行する。もしSERLINK信号がローならば、操作は、書込コマンドが無効と見做されて、無視されるステップ272に進行し、操作がラベル208によって示されるように主ループに戻る。もしSERLINK信号がステップ270でハイならば、操作は、受信アドレスで書込まれたデータが回復されるステップ274に進行する。

10

その後操作は、バッテリーがロック或はアンロックされるかを決定するステップ276に進行する。バッテリーは、いかなるデータもマイクロコントローラ34のメモリに書込むことができる前に、アンロックコマンドが最初送られるように最初ロックされている。もしバッテリーがステップ276でアンロックならば、操作はデータが有効であるかどうかを決定するために、SERLINK信号が再びチェックされるステップ278に進行する。もしSERLINK信号がステップ278でハイならば、操作は、ステップ274で受信されたデータが受信アドレスでマイクロコントローラ34のメモリに書込まれるステップ280に進行する。好ましくは1つのアドレスは、最後の書込コマンドがバッテリーをロックすることができるように、ロックされたビットを含む。操作はラベル208によって示されるようにステップ280から主ループに戻る。もしSERLINK信号がステップ278で低いならば、操作はコマンドが無効であると見なすステップ262に進行し、その後操作はプログラムの主ループに戻る。

20

ステップ276において、もしバッテリーがロックされるならば、操作は、データが16進数値好ましくはアンロックコマンドを示す55hと比較するステップ282に進行する。もしデータがステップ282で55hと等しくないならば、バッテリーはロック状態に留まり、操作はコマンドが無効であると見なすステップ272に進行する。もしデータがステップ282で55hと等しいならば、操作は、次のデータがマイクロコントローラ34に書込むことができるように、バッテリーがアンロックされたステップ284に進行する。操作はステップ284から主ループに戻って進行する。

今図4Dを参照すると、もし割り込みINT2\*がラベル214によって示されるように受信されるならば、操作は、SWVCC00N\*信号をローにアサートすることによって、マイクロコントローラ34が切換可能のSWVCC信号をスイッチオンするステップ290に進行する。このSWVCC信号は、温度センサ24と同様に、充電、放電、温度及び電圧測定回路46から52にそれぞれ電力を供給する。その後、マイクロコントローラ34は、それぞれAIN0-AIN2入力を通してCHARGEとDISCHARGEとTSENS信号をサンプルし、AIN3入力を通してVBATT信号、従ってPRBV信号を有するNEG信号をサンプルする。上記にリストされた各信号は、測定され、16進数値に変換されて、RAM38にストアされる。

30

A/Dコンバータ41が、1カウント毎に約19.6ミリボルトを変換するので、CHARGEとDISCHARGE信号は、バッテリー20を通る電流の10ミリアンペア毎に約19.25ミリボルトの電圧レベルを持っている。勿論、マイクロコントローラ34が0.103秒毎にサンプルするので、A/Dコンバータ41の各カウントが約1mA一秒に対応する。タンク容量と残量計値は、1カウント毎に1mA一秒すなわち、タンク容量と残量計及び充電と放電率間の直接対応を形成する16進数ビットにも対応して、マイクロコントローラ34が、もし要望されるならば真の乗算が実行され得るけれども、数学的操作なしに直接を更新することができる。

40

その後操作は、VBATT信号が17ボルトと比較されるステップ292に進む。もし、VBATT信号が17ボルトと等しく或はより小さいならば、操作は、バッテリー20が充電或は放電されているかを決定するために、マイクロコントローラ34がCHG信号をモニタするステップ294に進行する。もしVBATT信号がステップ292で17ボルトより大きいならば、或はもしCHG信号がステップ294でハイならば、ACパワーが利用可能であり、バッテリー20が充電されて、操作は、マイクロコントローラ34がACPWRフラグをセットするステップ296に進む。もしCHG信号がステップ294でローならば、操作は、SWVCCON\*信号をハイに引き上げて従って切換可能

50

のSWVCC信号をオフにするステップ298に進行する。ACPWRフラグはクリアされ、この点でバッテリー20は、ラベル300によって示されるように放電すべきかを決定する。その後操作は、後述されるようにステップ298からステップ354に進行する。

ステップ296から操作は、マイクロコントローラ34が切換可能のSWVCC信号をオフにするステップ302へ進行しその後操作は、FAST CHARGE COMPLETEフラグが急速充電が完了されたかどうかを決めるためにモニタされたステップ304に進行する。もしそうであれば、操作は、ラベル306によって示されるように、バッテリー20への仕上げ充電を形成するステップ386へに進行する。さもなければ、もしFAST CHARGE COMPLETEフラグがステップ304でセットされないならば、操作は、バッテリー20が現在急速充電であるかどうかを決めるために急速充電フラグFASTFLGをモニタするステップ308に進行する。もしFASTFLGフラグがセ 10  
ットされるならば、操作は下に記述されるようにステップ309に進行する。もしそうでなければ、操作はおそい充電を示すステップ310に進行する。その後操作は、TRANSMITカウン트가15と等しくセットされるステップ312に進行する。それで、TRANSMITカウン트는、おそく充電することでゼロに到達しない。

操作は、ステップ312から、バッテリー20の温度が急速充電のために許容温度範囲内である10度Cより大きく、40度Cより小さいか否かを決定するステップ314に進行する。もし、温度が10及び40度Cの間であるならば、操作はバッテリー20の電圧が低電圧レベル好ましくは10ボルトと比較するステップ316に進行する。ステップ316でもしバッテリー電圧が10ボルト 20  
丁度或は大きいならば、操作は、急速充電を示すステップ309に進行し、ステップ309でFASTFLGがセットされる。その後操作は、伝送パラメータが15にセットされ、LED154が消灯

され、FETSON\*信号がローにアサートされ、従って、MOSFET60と62を活発化して急速充電を初期化するステップ318に進む。TRANSMITカウン트는急速充電中にゼロに達しない。ステップ318から、操作は、温度が50度Cと比較されるステップ320に進む。バッテリー20は、50度Cが安全と見做さないの温度が50度Cを越えるのを許容しない。もし、バッテリー温度が50度Cに等しくないならば、操作は、残量計値が115%に乗算されて乗算結果を、バッテリー20のフル充電容量を示す分母として参照した16進数と比較するステップ322に進行する。もし残量計が分母の115%のレベルに達しないならば、操作は下に記述されたス 30  
テップ340に進行する。もし残量計が、分母の115%値に届いたならば、操作は、ADJFLAGフラグがクリアされて、タンク容量か分母が後述のように調節されないことを示すステップ326に進行する。その後操作は、急速充電が終了すべきであることを示すステップ328に

進行し、FASTFLGフラグがそれゆえにクリアされる。  
ステップ320を参照すると、もし温度が50度Cまで増加したならば、操作は、バッテリー20の電圧が最大充電電圧レベル好ましくは14.5ボルトと比較するステップ324に進行する。もしバッテリー電圧がステップ324で14.5ボルトより大きいならば、操作は、前述されるようにADJFLAGフラグがクリアされ、急速充電が終了させられるステップ326に進行する。この様に、温度が50度Cに達して、バッテリー電圧が最大電圧レベル以上に上昇し、或は残量計の容量値が分母の115%に上昇した時には、タンク容量か分母が残量計に基づいて後に調節されず、急速充電が終了する。

ステップ324を参照すると、もしバッテリー20の電圧が14.5ボルトの最大電圧レベル以上に増加しないならば、操作は、FETSON\*信号がハイにアサートされてMOSFET60と62をオフに 40  
し、TCOFF\*信号がローにアサートされてMOSFET72をオフにするステップ330に進行する。この様に、バッテリー20は、抵抗70を通して5ミリアンペアのメンテナンス率でおそく充電される。これは、バッテリー20の温度があまりに高く、急速充電が一時的に中断されて、より低い少量率が温度の低下を可能にするために使われるようにフル充電されないことを示す。温度が40度Cに低下した時には、急速充電がその後再開される。その後操作は、ラベル208によって示されるように、主ループに進行する。

ステップ314を参照すると、もし温度が10及び40度Cの範囲内でないならば、操作は、残量計が増加させられるステップ332に進行する。少量充電が最新の割り込みINT1\*及び更新から0.1秒の間バッテリー20に適用されるので、少量充電値と時間は、乗算され、その後、バッテリー20に加算され、その後残量計に加算されるクーロンカウン트에等価な16進数に 50

変換される。その後操作は、ステップ322から、ステップ332と類似して、残量計が分母の115%と比較するステップ334へ進行する。もし残量計が分母の値の115%に届くならば、操作は、前述されるように急速充電の終端を示すステップ328に進行する。もし残量計が115%レベルまで増加しないならば、操作は、ラベル208によって示されるように主ループに戻る。

ステップ322から操作は、残量計が分母の115%に届くか否かのステップ340に進行する。図4Eを参照すると、ステップ340で、残量計のレベルが分母かタンク容量の75%と比較される。もし残量計が、75%レベルまで増加しなかったならば、操作は、充電非効率によって8で割り算されたA/Dコンバータ41から得られた温度の16進数値と同様に、最近の充電が充電レベルに変換されて、残量計に加えて、電圧オフセットを相殺するステップ350に進行する。バッテリー20が急速充電されるので、充電エネルギーの幾らかが充電エネルギーに変換されるよりむしろ熱に変換されてその温度が上昇する。温度が高くなるほど、バッテリー20が更なる充電を受け付けられないまで充電効率が低くなる。従って、充電非効率要因は温度と比例し、バッテリー20で許容できる実電荷を見積もるために、引き算される。充電非効率要因は、急速充電の間にだけ引き算される。

その後操作は、ステップ350から、ラベル208によって示されるようにメインプログラムループに戻るよう進行する。もし残量計がステップ340で分母の75%以上であるならば、操作はバッテリー電圧が14.5ボルトの最大電圧レベルと比較するステップ342に進行する。もしバッテリー電圧が最大電圧レベルより一層少ないならば、操作はステップ350に進行する。さもなければ操作は、バッテリー電圧が先のくり返し前に約0.1秒に実行された最新の測定値から変化したかどうかを決めるステップ344に進行する。もし、バッテリー電圧がステップ344で前に計算されたバッテリー電圧から変化したならば、操作はステップ350へに進行する。さもなければ操作は温度が先の測定値から増加したかどうかを決めるステップ346に進行する。もしそうでなければ、操作はステップ350へに進行する。さもなければ操作は、約2度Cに対応して、温度が10の16進数値で増加したかどうかを決めるステップ348に進行する。もし温度が2度C増加しないならば、操作はステップ350に進行する。さもなければ、もし温度がステップ348で2度C増加したならば、操作は、FASTFLGがクリアされて、急速充電が終了したことを示すステップ328に進行する。勿論、最後のフル充電からの部分的充電サイクルのカウント数であるPARTIALカウントがクリアされる。

ステップ340-350を要約すると、バッテリー20が急速充電中である時に、もし残量計が分母の少なくとも75%レベルに上昇し、バッテリー20の電圧が少なくとも14.5ボルトであるが上昇せず、一方温度が少なくとも2度Cで上昇するならば、急速充電の終了点が達成され、急速充電が終端する。もしそうでなければ、急速充電が再開し、残量計は、温度依存の充電非効率を考慮した追加充電によって増加させられる。

ステップ328に遭遇した時操作はFAST CHARGE COMPLETEフラグがセットされて、LED154が消灯されるステップ352に進行する。残量計のレベルに拘わらず、残量計は、分母がフル容量を示し、バッテリー20がフル充電されるので、分母と等しくセットされる。その上にFUEL GAUGE VALIDフラグはセットされる。勿論、1分タイマは、ステップ352で初期化され、バッテリー20を通る100ミリアンペアの充電電流が、TCOFF\*信号をハイに引くことによってマイクロコントローラ34によって適用される。これは、バッテリー20がフル充電完了後の1分間の100ミリアンペアの少量電流で充電される仕上げ充電として参照される。その後操作は、ラベル208によって示されるようにメインプログラムループに進行する。

放電ラベル300が遭遇されたいかなる時も、操作はACパワーが利用可能であるかどうか決めるために、VBATT信号が17ボルトと比較するステップ354に進行する。もしそうであれば、操作はラベル208で示されるメインプログラムループに進行する。さもなければ、操作は、TRANSMITカウントを0と比較するステップ356に進行する。もしTRANSMITカウントがステップ356で0でないならば、操作は、メインプログラムループに戻り、放電状態に入らない。

各々がTRANSMITカウントをデクリメントする15の連続読出サイクルが、放電に入る前に発生しなければならないことを思い出しなさい。もしTRANSMITカウントがゼロであるならば

10

20

30

40

50

、操作はLED154が消灯され、FETSON\*信号がローにアサートされ、従って、MOSFET60と62をオンにするステップ358に進行する。その後、バッテリー20は、コンピュータシステムCで放電され、ACアダプタAが接続されていない。

ステップ358から操作は、バッテリー20が放電モードに入る前に充電されたかどうかを決めるために、CHRGFLGフラグをモニタするステップ360に進行する。もしCHRGFLGフラグが既にセットされていないならば、操作は、マイクロコントローラ34がTCOFF\*信号をハイにセットし、バッテリーが仕上げ充電を受信した直後にクリアされるフラグOFFTRICKもセットして、100ミリアンペアの少量充電をイネーブルするステップ362に進行する。その後操作が、更に後述するようにステップ374に進行する。もしCHRGFLGフラグが既にステップ360でセットされたならば、操作は、マイクロコントローラ34がFAST CHARGE COMPLETEフラグをモニタするステップ364に進行する。もしFAST CHARGE COMPLETEフラグが既にセットされたならば、操作は、FUEL GAUGE VALIDフラグがセットされるステップ366に進行し、その後操作がステップ362に進行する。ステップ364でFAST CHARGE COMPLETEフラグが既にセットされていなかったならば、操作はPARTIALカウントがインクリメントされるステップ368に進行する。操作は、その後、PARTIALカウントが8に等しくないか否かのステップ370に進行し、その後操作は残量計が有効であることを示すFUEL GAUGE VALIDフラグがセットされるステップ366に進む。さもなければPARTIALが、ステップ370で8と等しいならば、操作は、残量計がもはや有効でないことを示すFUEL GAUGE VALIDフラグがクリアされるステップ372に進行する。バッテリー20が8回の連続部分的充電サイクルを受けたので、残量計が不正確になることを経験が示した。ステップ372から操作はステップ362に進行する。

今図4Fを参照して、操作はステップ362から、バッテリー20の電圧が11ボルトのフル放電電圧レベルと比較するステップ374に進行する。もしバッテリー電圧が11ボルトと等しくないならば、操作は、放電の量が計算されて、増幅器92のオフセットを考慮に入れて、残量計から引き算されるステップ376へに進行する。A/Dコンバータからの値は、MA一秒に対応する値として直接減算されることができ、乗算の実行に本来的に選ばれたファクタとしてどんな明白な乗算も必要でない。

その後操作は、ステップ376から、ラベル208によって示されるようにメインプログラムループに進行する。ステップ374において、もしバッテリー電圧がフル放電されたバッテリーを示す11ボルトと等しいならば、操作は、残量計の値がREMAINDERとして参照するパラメータにストアされ、残量計がゼロと等しいようにセットされるステップ378に進行する。その後操作は、ADJFLAGフラグがチェックされるステップ380に進行する。もしADJFLAGフラグが既にクリアされたならば、操作は、新しい残量計の値が不正確であると見なされるので、タンク容量即ち分母が既に計算されたタンク容量に等しくセットされるステップ382に進む。その後操作は、メインプログラムループに進行する。もしADJFLAGフラグがステップ380で決定されるように既にセットされたならば、操作はタンク容量が2で割られたREMAINDERを引き算することによって更新されるステップ384に進行する。この減算は、使用中の個々のバッテリー差及び容量変化を修正する方法を形成する。一連の放電サイクルの後に、残りは、各個々のバッテリーパックB用のタンク容量の正確な決定の結果となるゼロに接近するべきである。2の値は好ましい収束要因として選択され、1の値がそれより早く収束できるかもしれないがエラーが発生しがちであり、より高い値のファクタが所望より遅く収束する。その後操作は、ラベル208によって示されるようにメインループに戻る。

今図4Gを参照して、ラベル306がフローチャートで遭遇したいかなるときも、操作はOFFTRICKフラグを読むステップ386に進行する。もしOFFTRICKフラグが既にクリアされたならば、バッテリー20がすでにトップオフされ、操作は、マイクロコントローラ34が分母かタンク容量値を変えないことを示すステップ388に進行する。操作は、ラベル208によって示されるようにメインループに戻る。もしバッテリー20が既にステップ386でトップオフ（仕上げ充電）されないならば、操作は1分タイマーをモニタするステップ390に進行する。もしタイマーの設定時間が、現在の仕上げ充電が完了したことを示すステップ390で過ぎたな

10

20

30

40

50



らば、操作は、マイクロコントローラ34がTCOFF\*信号をローにアサートすることによって5ミリアンペアに少量電流をセットするステップ392に進行する。勿論、OFFTRICKフラグがクリアされる。その後操作は、ステップ388に進行する。もし1分タイマーがステップ390で終了しなかったならば、残量計は、適当なクーロン充電値を展開するために、100ミリアンペアに対応した16進数値を4で割り算した値を残量計の値に加えることによってステップ394で更新される。その後操作は、メインプログラムループへ戻る。

コンピュータシステムCは、周期的好ましくは4秒毎に、読出コマンドによってSERLINK信号を通して充電制御と残量計回路に割り込んで、所望ならば他の充電パラメータと同様に、分母即ちタンク容量、分子、充電レベル及び放電率を回復する。コンピュータシステムCは、残量レベル即ち、残っている充電の分母で分子を割ることにはるパーセント比率を計算する。完全な放電前の残っている時間も、放電率で充電レベルを割ることによって計算される。コンピュータシステムCは、そのディスプレイ上でユーザに残されている残量レベルと時間を好ましく知らせる。

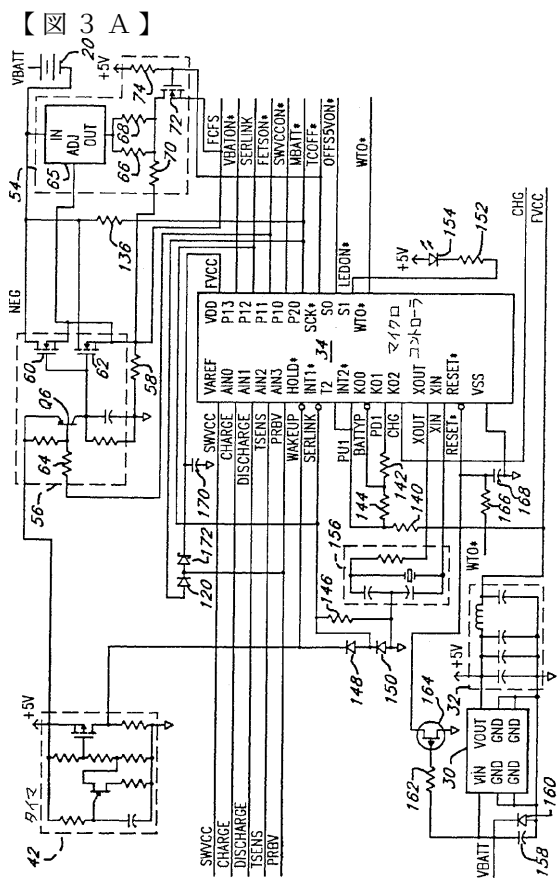
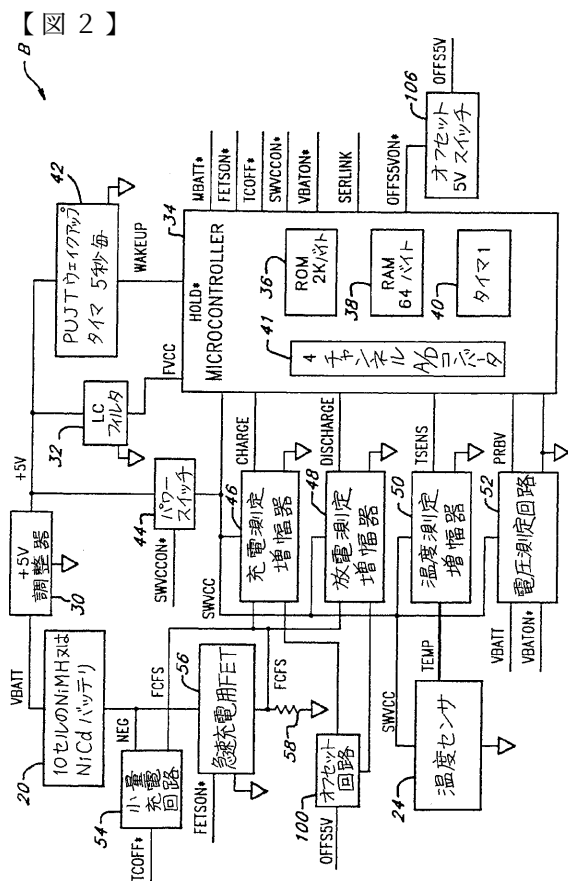
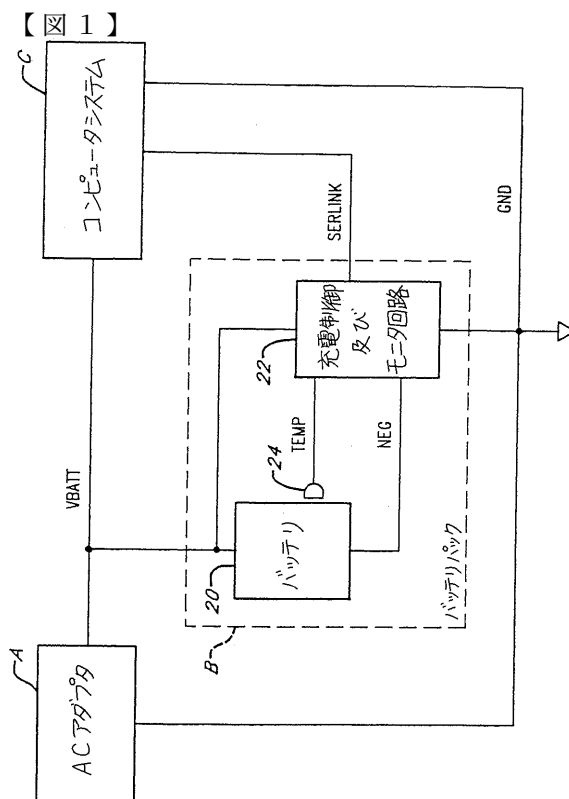
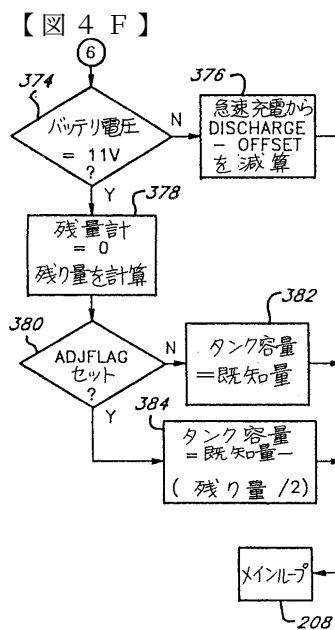
10

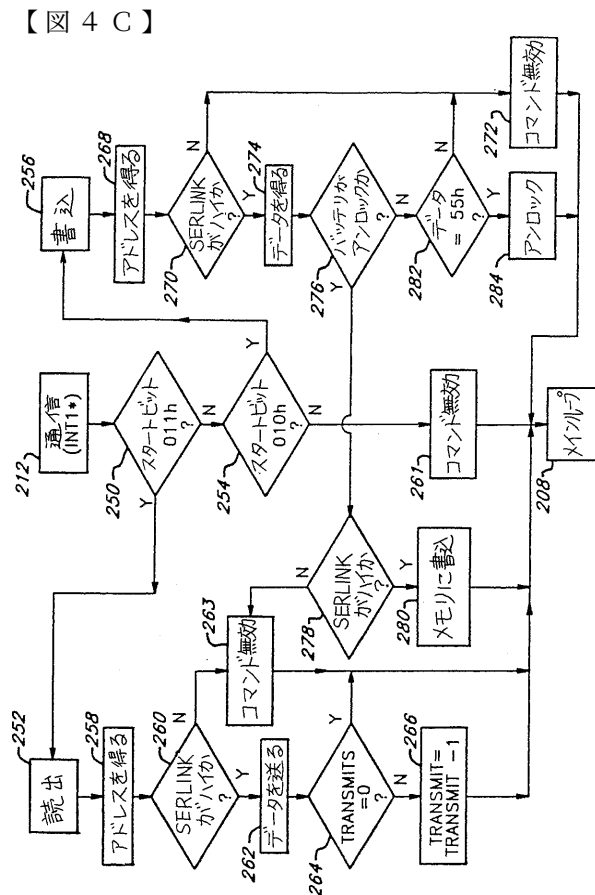
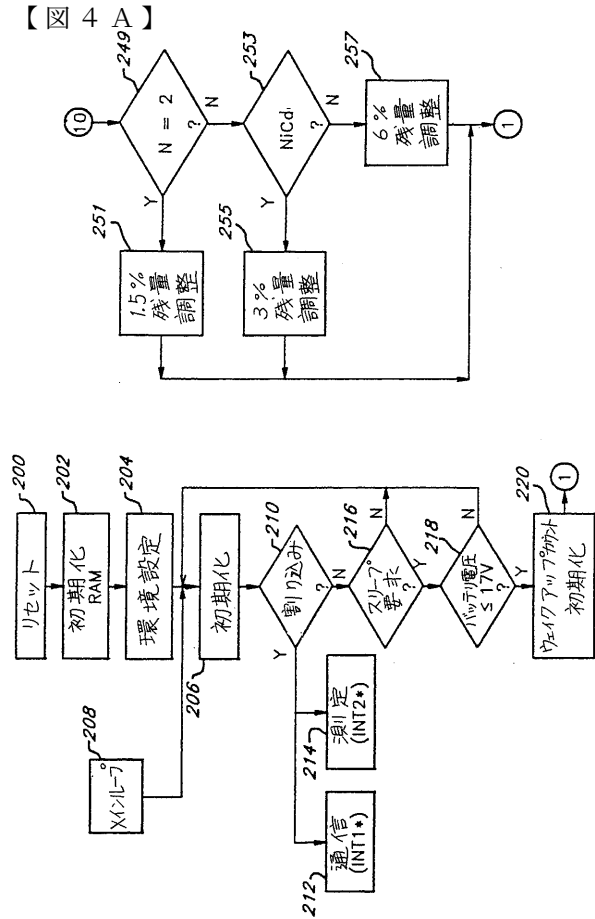
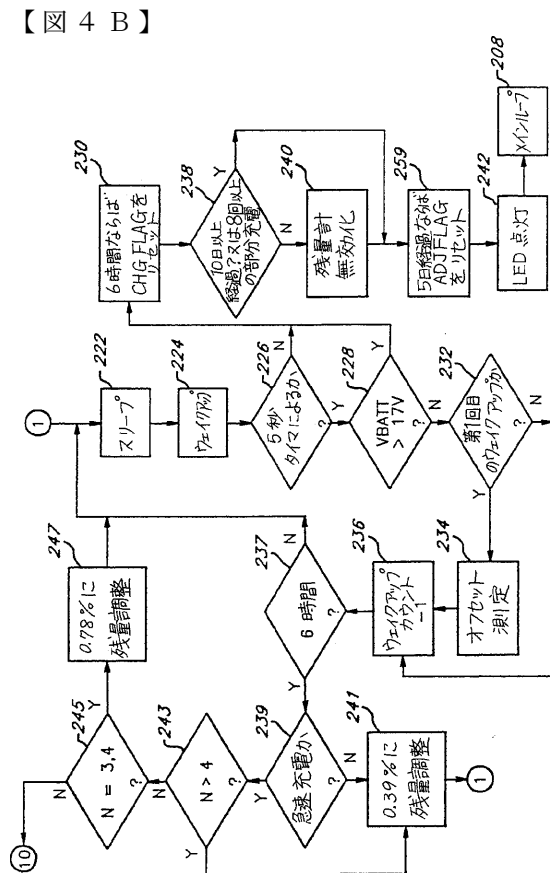
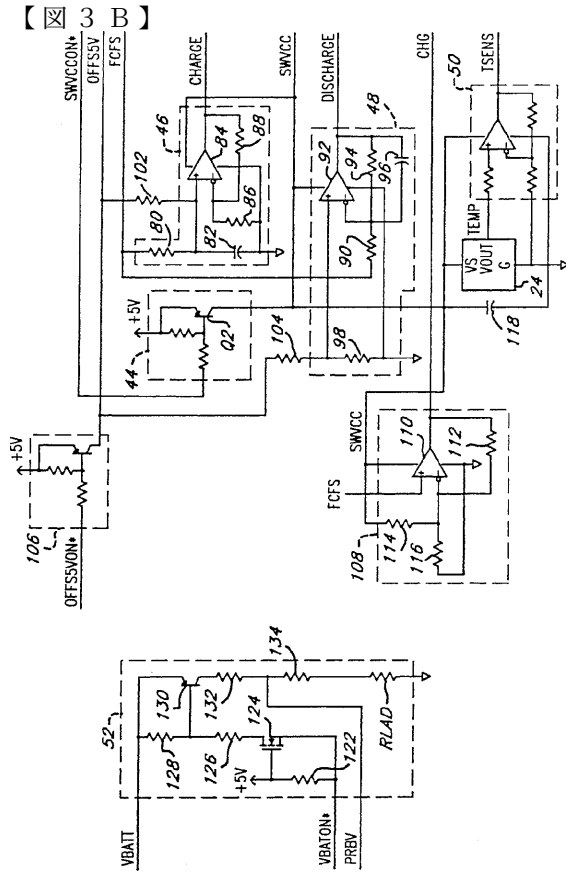
マイクロコントローラ34は、ソフトウェアプログラムの操作を要約すると、AC電力源がバッテリー20の充電に利用可能であるかどうか定期的に決める。もしそうであれば、マイクロコントローラ34は、電圧、温度及び充電レベルをモニタして急速或は少量充電が適用されるべきかどうかを決定し、従ってバッテリー20が充電される。もしバッテリー20が急速充電中であるならば、電圧と温度と充電レベルはいつ急速充電を終えるか決めるためにモニタされる。もし、ACパワーがないならば、マイクロコントローラ34は、コンピュータシステムCに接続されて、コンピュータシステムCがオンになっているならば、放電を許容する。勿論、マイクロコントローラ34はバッテリー20を通る充電と放電電流を絶えずモニタして、追加或は注入された充電の量を計算する。残量計は、絶えず充電レベルを維持するために更新される。もし、充電が加えられるべきであるならば、温度非能率は説明される。自己放電も未使用の期間にモニタされ、残量計から引かれる。フル放電時には、もし残量計が有効であるならば、バッテリー20の充電容量が更新される。マイクロコントローラ34は、充電情報をストアして、コンピュータシステムCから直列リンクを通してリクエストがあった時にこの情報を供給する。

20

発明の前述の開示と記述が実例の説明である。例証された回路及び構成及び操作方法の詳細と同様に、サイズ、形、材料、構成要素、回路、配線接続及びコンタクトにおける種々の変更は、発明の精神を逸脱しないでなされてもよい。

30







---

フロントページの続き

- (72)発明者 インテリアーノ, アーマンド  
アメリカ合衆国テキサス州77098ヒューストン・ブラナード1915アパートメント10
- (72)発明者 フレイマン, ジョゼフ・エフ  
アメリカ合衆国テキサス州77429サイプレス・ウィンクレスト・コート12919

審査官 武田 知晋

- (56)参考文献 特開昭62-272827 (JP, A)  
特開昭62-230329 (JP, A)  
特開昭62-175680 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
G01R 31/36  
H02J 7/00