

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年11月17日(17.11.2022)



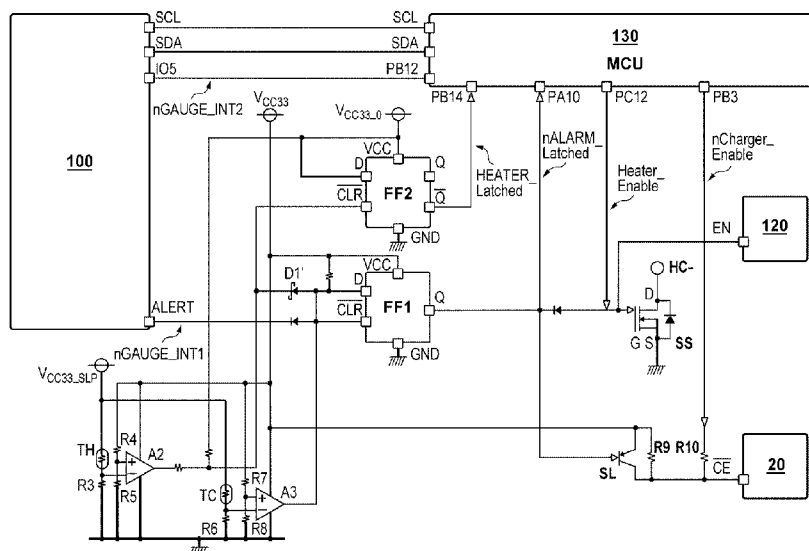
(10) 国際公開番号

WO 2022/239472 A1

- (51) 国際特許分類:
A24F 40/53 (2020.01) H02J 7/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/012245
- (22) 国際出願日: 2022年3月17日(17.03.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-079747 2021年5月10日(10.05.2021) JP
- (71) 出願人: 日本たばこ産業株式会社 (JAPAN TOBACCO INC.) [JP/JP]; 〒1056927 東京都港区虎ノ門四丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 青山 達也 (AOYAMA, Tatsunari); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 川中子 拓嗣(KAWANAGO, Hiroshi); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 長浜 徹(NAGAHAMA, Toru); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 藤木 貴司(FUJIKI, Takashi); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP). 吉田 亮(YOSHIDA, Ryo); 〒1308603 東京都墨田区横川一丁目17番7号 日本たばこ産業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人大塚国際特許事務所 (OHTSUKA PATENT OFFICE, P.C.);

(54) Title: POWER SUPPLY UNIT FOR AEROSOL GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: エアロゾル生成装置の電源ユニット



(57) Abstract: Disclosed is a power supply unit which is for an aerosol generation device and with which it is possible to perform appropriate control using the presence or absence of any abnormality detected in the past. This power supply unit is equipped with: first and second detection circuits that each output a signal of a first level indicating an abnormality; and a first holding circuit that has a first input terminal to which outputs of the first and second detection circuits are connected, and outputs, from an output terminal thereof, a signal of a prescribed level when the input level of the first

〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号
紀尾井町パークビル 7 F Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

input terminal is at the first level. The power supply unit is further equipped with a limiting circuit that is connected to the outputs of the first and second detection circuits, and that is configured to set the input level of the first input terminal to the first level when the output of the second detection circuit is at a second level that is different from the first level, and the output of the first detection circuit is at the first level.

(57) 要約：過去に検出された異常の有無を利用した適切な制御が可能なエアロゾル生成装置の電源ユニットが開示される。電源ユニットは、異常を示す第1レベルの信号を出力する第1および第2の検出回路と、第1および第2の検出回路の出力とが接続される第1入力端子を有し、第1入力端子の入力レベルが第1レベルである場合、出力端子から所定レベルの信号を出力する第1保持回路とを有する。電源ユニットはさらに、第1および第2の検出回路の出力に接続され、第1検出回路の出力が第1レベル、第2検出回路の出力が第1レベルとは異なる第2レベルの場合に、第1入力端子の入力レベルが第1レベルとなるように構成された制限回路を有する。

明 細 書

発明の名称 : エアロゾル生成装置の電源ユニット

技術分野

[0001] 本発明は、エアロゾル生成装置の電源ユニットに関する。

背景技術

[0002] 電子たばこ等のエアロゾル生成装置はエアロゾルを形成するための液体を加熱するための構成を有している。特許文献1には、コントローラがヒータの過熱を検出すると、コントローラがバッテリーからヒータへの電力供給を制限したりオフしたりするエアロゾル生成装置が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特表2020-505002号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1では、コントローラが過去に検出された異常の有無を知ることができない。そのため、ヒータの過熱が検出されたのち、装置のリセットもしくは再起動が行われた場合、コントローラは再びヒータの過熱が検出されるまでヒータに対する電力供給を制限できない。

[0005] 本願発明は、過去に検出された異常の有無を利用した適切な制御が可能なエアロゾル生成装置の電源ユニットを提供することを目的の1つとする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題に鑑みて、第1態様によれば、

電源と、

前記電源から供給される電力を消費してエアロゾル源を加熱する負荷が接続されるコネクタと、

前記電源から前記負荷への電力の供給を制御する制御回路と、を有するエアロゾル生成装置の電源ユニットであって、

前記電源ユニットはさらに、

第1の異常を示す第1レベルの信号を出力する第1検出回路と、

第2の異常を示す前記第1レベルの信号を出力する第2検出回路と、

前記第1検出回路の出力と前記第2検出回路の出力とが接続される第1入力端子を有し、前記第1入力端子の入力レベルが前記第1レベルである場合、出力端子から所定レベルの信号を出力する第1保持回路と、

前記第1検出回路の出力と前記第2検出回路の出力とに接続され、前記第1検出回路の出力が前記第1レベルであり、前記第2検出回路の出力が前記第1レベルとは異なる第2レベルである場合に、前記第1入力端子の入力レベルが前記第1レベルとなるように構成された制限回路と、

を有する、電源ユニットが提供される。

第2態様によれば、

前記第2検出回路の出力、前記制限回路、および前記第1検出回路の出力が直列に接続される、第1態様に記載の電源ユニットが提供される。

第3態様によれば、

前記第1入力端子が、前記第2検出回路の出力と前記制限回路との間に接続される、第1態様または第2態様に記載の電源ユニットが提供される。

第4態様によれば、

前記制限回路は、前記第1検出回路と前記第2検出回路との間に流れる電流の方向を制限するダイオードである、第1態様から第3態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第5態様によれば、

前記第1レベルがローレベルであり、前記制限回路は、カソードが前記第1検出回路の出力に接続され、アノードが前記第2検出回路の出力に接続されるダイオードである、第1態様から第3態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第6態様によれば、

前記ダイオードがショットキーダイオードである、第4態様または第5態

様に記載の電源ユニットが提供される。

第7態様によれば、

前記第1保持回路が第2入力端子を有し、前記第1検出回路の出力が前記第2入力端子にも接続される、第1態様から第6態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第8態様によれば、

前記第1保持回路は、前記第1入力端子の入力が前記第2レベルである場合には前記第2入力端子の入力レベルを前記出力端子から出力する、第7態様に記載の電源ユニットが提供される。

第9態様によれば、

前記第1検出回路および前記第2検出回路が、サーミスタの電位と基準電位とを入力とするオペアンプである、第1態様から第8態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第10態様によれば、

前記電源ユニットの表面を構成するケースをさらに有し、

前記第1の異常が前記負荷の温度の異常であり、前記第2の異常が前記ケースの温度の異常である、第1態様から第9態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第11態様によれば、

前記第1保持回路の前記所定レベルの出力は、前記制御回路を介さずに前記負荷への通電を禁止するために用いられる、第1態様から第10態様のいずれか1つに記載の電源ユニットが提供される。

第12態様によれば、

前記第1保持回路の前記所定レベルの出力は、前記負荷と接地電位とを接続するスイッチをオフさせる、第11態様に記載の電源ユニットが提供される。

発明の効果

[0007] このような構成により、本発明によれば、過去に検出された異常の有無を

利用した適切な制御が可能なエアロゾル生成装置の電源ユニットを提供することができる。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]実施形態に係るエアロゾル生成装置の電源ユニットの外観例を示す図。
[図2]実施形態に係る電源ユニットの内部構成例を示す斜視図。
[図3]実施形態に係る電源ユニットの全体的な回路構成例を示す図。
[図4A]図3の一部を抜粋した図。
[図4B]図4Aの変形例を示す図。
[図5]実施形態に係る電源ユニットにおけるバッテリー異常条件の例を示す図。
[図6A]実施形態に係る電源ユニットの回路基板および回路素子の配置例を示す図。
[図6B]実施形態に係る電源ユニットの回路基板および回路素子の配置例を示す図。
[図7A]実施形態に係る電源ユニットの回路基板および回路素子の配置例を示す図。
[図7B]実施形態に係る電源ユニットの回路基板および回路素子の配置例を示す図。
[図8]実施形態に係る電源ユニットの回路基板および回路素子の配置例を示す図。

発明を実施するための形態

- [0009] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳しく説明する。尚、以下の実施形態は請求の範囲に係る発明を限定するものでなく、また実施形態で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明に必須のものとは限らない。実施形態で説明されている複数の特徴のうち二つ以上の特徴が任意に組み合わせられてもよい。また、同一若しくは同様の構成には同一の参照番号を付し、重複した説明は省略する。

- [0010] 図1には、本発明の一実施形態に係るエアロゾル生成装置の電源ユニット1の構成例を模式的に示した外観斜視図である。電源ユニット1は、角が丸

められた略直方体形状のケース 2 を有する。ケース 2 は、電源ユニット 1 の表面を構成する。ここでは便宜上、a に示す面を正面、b に示す面を背面とする。また、c に示す面を底面、d に示す面を天面とする。

[0011] 電源ユニット 1 は、筐体（ケース）2 と、ケース 2 に着脱可能なフロントパネル 11 とを有する。f は、a の状態からフロントパネル 11 を外した状態を示している。また、g は、フロントパネル 11 を内側から見た状態を示している。フロントパネル 11 は、ケース 2 の正面カバーとして機能し、ユーザが自由に交換して外観をカスタマイズすることを可能にする。

[0012] フロントパネル 11 の内面と、ケース 2 の正面とのそれぞれには、対向する位置に 2 対のマグネット 14 A および 14 B と、マグネット 15 A および 15 B とが設けられている。マグネット 14 A と 15 A とが引き合い、マグネット 14 B と 15 B とが引き合うことにより、磁力によってフロントパネル 11 がケース 2 の正面に保持される。

[0013] また、ケース 2 の正面には押下可能なスイッチ SW と、発光部 NU とが設けられている。フロントパネル 11 の内面には、スイッチ SW と対向する位置に凸部 16 が設けられている。フロントパネル 11 を装着した状態でフロントパネル 11 の中央付近 12 を押下することにより、凸部 16 を通じてスイッチ SW を間接的に押下することができる。なお、フロントパネル 11 を外した状態でスイッチ SW を直接的に押下することもできる。発光部 NU には複数の発光素子（例えば LED）が一行に配置される。発光部 NU の状態はフロントパネル 11 に設けられた窓 19 を通じて観察することができる。

[0014] ケース 2 の天面には開閉可能なスライダ 13 が設けられている。スライダ 13 を矢印方向に移動させると、e に示すようにヒータチャンバ 17 が現れる。e では便宜上スライダ 13 を図示していない。ヒータチャンバ 17 は水平断面が楕円形（長丸長方形）を有する筒状の空間であり、ヒータチャンバ 17 に挿入されるスティックまたはカートリッジを加熱する。スティックは円筒形状であり、水平断面の直径をヒータチャンバ 17 の水平断面の短径よりも大きくする。これにより、ヒータチャンバ 17 に挿入される際にスティ

ックが径方向に圧縮されるため、スティックの外表面とヒータチャンバ17との接触性が高まる上、接触面積が増大する。したがって、スティックを効率良く加熱することができる。これにより、スティックから生成されるエアロゾルの量や香味を向上させることができる。

[0015] 電源ユニット1は、フロントパネル11が装着された状態で、スライダ13がヒータチャンバ17が露出する位置（開位置）に移動され、スイッチSWが所定時間（例えば数秒）連続して押下されたことが検出されると、加熱開始指示と見なして加熱動作を開始する。

[0016] なお、ヒータチャンバ17によって加熱されるスティックは、エアロゾル源のみを含んでもよいし、エアロゾル源と香味物質とを含んでもよい。エアロゾル源は、例えば、グリセリンまたはプロピレングリコール等の多価アルコール等の液体を含みうる。具体的一例として、エアロゾル源は、グリセリンおよびプロピレングリコールの混合溶液を含みうる。あるいは、エアロゾル源は、薬剤や漢方を含んでもよい。あるいは、エアロゾル源は、メンソールなどの香料を含んでもよい。あるいは、エアロゾル源は、液相のニコチンを含んでもよい。エアロゾル源は、液体であってもよいし、固体であってもよいし、液体および固体の混合物であってもよい。エアロゾル源に代えて、またはエアロゾル源に加えて、水等の蒸気源が用いられてもよい。スティックはエアロゾル源を担持させるための担持体を含んでもよい。この担持体自身が、固体のエアロゾル源であってもよい。この担持体は、タバコ葉由来の原料を成形したシートを含んでもよい。

[0017] ケース2の底面には外部機器を接続するためのコネクタUSBCが設けられている。ここではコネクタUSBCがUSB Type-C規格に準拠したレセプタクルであるものとする。電源ユニット1を充電する場合、コネクタUSBCに例えばUSB PD規格に従って電力を供給可能な外部機器（USB充電器、モバイルバッテリー、パーソナルコンピュータなど）が接続される。なお、コネクタUSBCは、USB Type-C規格以外の規格に準拠してもよい。なお、コネクタUSBCに代えて、またはコネクタUSB

Cに加えて、非接触充電用の受電コイルを電源ユニット1に設けてもよい。

[0018] 図2は、電源ユニット1からケースを取り除いた状態を模式的に示す斜視図である。図1と同じ構成要素については同じ参照符号を付してある。ヒータユニットHT（以下、単にヒータHTという）は、ヒータチャンバ17の外周に設けられ、電源から供給される電力を消費してヒータチャンバ17を加熱し、エアロゾル源を加熱する負荷である。図2では図示していないが、ヒータHTは断熱材で覆われている。ヒータHTの断熱材に取り付けられているヒータサーミスタTHは、ヒータHTの温度を間接的に計測する温度センサである。なお、ヒータHTを誘導加熱方式としてもよい。この場合、ヒータHTには電磁誘導用のコイルが少なくとも含まれる。電磁誘導用のコイルから送られる磁場を受け取るサセプタ（金属片）は、ヒータHTに含まれていてもよいし、スティックに内蔵されていてもよい。

[0019] パフサーミスタTPは、ヒータチャンバ17の上端部に配置された吸引センサである。エアロゾルが吸引されるとパフサーミスタTPで検出される温度が変動することを利用して、吸引を検出することができる。

ケースサーミスタTCは、ケース2の正面の内面近傍に設けられ、ケース温度を検出する。

[0020] バッテリBTは充電可能であり、例えばリチウムイオン二次電池である。バッテリBTは電源ユニット1の基本的な電力を供給する電源である。バッテリBTは製造時に装着され、電源ユニット1はヒータHTやサーミスタTH、TC、TPなどを除く大部分の構成要素に電力が供給されている状態（スリープ状態）で出荷される。

検出器170は、スライダ13の開閉を検知する開閉センサであり、ホール素子を用いた集積回路（ホールIC）であってよい。

[0021] 電源ユニット1の回路は、4つの回路基板PCB1～PCB4に分散配置されている。後述するように、本実施形態では異常の検出有無を示す情報を保持する保持回路を外乱ノイズによる影響を受けづらい位置に配置することにより、保持回路が保持する情報が外乱ノイズによって書き換わるリスクを

抑制する。

[0022] 図3を参照して、電源ユニット1を構成する各部品動作について説明する。バッテリーBTの正極は、第1電源コネクタBC+に電氣的に接続され、バッテリーBTの負極は、第2電源コネクタBC-に電氣的に接続される。バッテリーBTの正極の電位は、保護回路90のVBAT端子、バッテリー監視回路100のVBAT端子、変圧回路120のVIN端子、充電回路20のBAT端子、および、スイッチ回路80の電位入力端子に供給されうる。

[0023] 保護回路90は、バッテリーBTから出力される電流が流れる経路に配置された抵抗R2を使って該経路を流れる電流を計測し、その電流に応じてバッテリーBTを保護する。保護回路90は、VBAT端子への入力を使ってバッテリーBTの出力電圧を計測し、計測された出力電圧に応じてバッテリーBTを保護する。バッテリー監視回路100は、バッテリーBTから出力される電流が流れる経路に配置された抵抗R1を使って、バッテリーBTの状態を計測しうる。

[0024] 過電圧保護回路110は、給電コネクタとしてのコネクタUSBCから供給される電圧 V_{BUS} を受けて V_{USB} ラインに電圧 V_{USB} を出力する。過電圧保護回路110は、コネクタUSBCから供給される電圧 V_{BUS} が規定電圧値を超える電圧であっても、それを規定電圧値まで降下させて過電圧保護回路110の出力側に供給する保護回路として機能しうる。この規定電圧値は、OVLO端子へ入力される電圧値に基づいて設定されてもよい。

[0025] 変圧回路120は、バッテリーBTから供給される電源電圧 V_{BAT} を変圧してヒータHTを駆動するためのヒータ電圧 V_{BOOST} を生成するDC/DCコンバータである。変圧回路120は、昇圧回路、または、昇降圧回路、または、降圧回路でありうる。ヒータHTは、エアロゾル源を加熱するように配置される。ヒータHTの正側端子は、第1ヒータコネクタHC+に電氣的に接続され、ヒータHTの負側端子は、第2ヒータコネクタHC-に電氣的に接続されうる。

[0026] ヒータHTは、電源ユニット1に対して、破壊しなければ取り外し外すこ

とができない形態（例えば、半田付け）で取り付けられてもよいし、破壊しなくても取り外すことができる形態で取り付けられてもよい。なお、本明細書において、「コネクタ」による電氣的接続は、特に断らない限り、破壊しなければ相互に分離することができない形態と、破壊しなくても相互に分離することができる形態とのいずれでもよいものとして説明される。

[0027] MCU (Micro Controller Unit) 130は、プログラムを実行可能なプロセッサ、メモリ、インタフェースなどを備えたプロセッサベースの制御回路であり、電源ユニット1の動作を制御する。MCU 130が実行するプログラムは、内蔵メモリ、不揮発性メモリ70、またはその両方に存在しうる。

[0028] MCU 130は、バッテリーBTから供給される電力を使ってエアロゾル源を加熱するためのヒータHTへの電力の供給を制御する。他の観点において、MCU 130は、バッテリーBTから供給される電力を使ってエアロゾル源を加熱するためのヒータHTの発熱を制御する。更に他の観点において、MCU 130は、ヒータHTへの電力の供給およびバッテリーBTの充電動作を制御する。

[0029] ヒータHTを発熱させるとき、MCU 130はスイッチSHおよびスイッチSSをオンとし、スイッチSMをオフする。これにより、ヒータ電圧 V_{BOOST} が変圧回路120からスイッチSHを通してヒータHTに供給されうる。また、ヒータHTの温度あるいは抵抗を計測するとき、MCU 130はスイッチSHをオフし、スイッチSMおよびスイッチSSをオンする。これにより、ヒータ電圧 V_{BOOST} は、変圧回路120からスイッチSMを通してヒータHTに供給されうる。

[0030] ヒータHTの温度あるいは抵抗値を計測するとき、オペアンプA1は、ヒータHTの正側端子と負側端子との間の電圧、換言すると、第1ヒータコネクタHC+と第2ヒータコネクタHC-との間の電圧に応じた出力をMCU 130のPA7端子に供給する。オペアンプA1は、ヒータHTの抵抗値あるいは温度を計測する計測回路ともいえる。

[0031] スwitch SMと第1ヒータコネクタHC+とを電氣的に接続する経路には

、シャント抵抗RSが配置されうる。シャント抵抗RSの抵抗値は、ヒータHTを加熱する期間はスイッチSRがオンし、ヒータHTの温度あるいは抵抗値を計測する期間はスイッチSRがオフするように決定されうる。

[0032] MCU130は、加熱開始指示が検出された場合、ヒータHTの温度を予め定められた温度制御パターンに従って制御する。温度制御パターンは、加熱プロファイルとも呼ばれ、加熱の開始から終了までの期間において、ヒータHTの温度をどのように制御するかを規定する。例えば、温度制御パターンは、区間ごとに長さ（時間）と目標温度とを規定したものであってよい。温度制御パターンは、加熱プロファイルとも呼ばれる。MCU130は、ヒータHTの温度の検出と、検出したヒータHTの温度に基づくヒータHTへの電力供給時間の制御とを繰り返し実行することにより、温度制御パターンに規定された温度変化を実現する。

[0033] なお、温度制御パターンがヒータHTの温度を下げる区間（降温もしくは徐冷区間）を有する場合、降温区間ではヒータHTに電力を供給しないことが望ましい。これは、降温区間ではヒータHTの抵抗値を測定できないことを意味する。そのため、MCU130は、降温区間については、ヒータHTに電力を供給して抵抗値を計測する代わりに、PA6端子に接続されたヒータサーミスタTHを用いてヒータHTの温度を取得する。

このように、MCU130は、温度制御パターンに従ってヒータHTの温度を制御している期間において、ヒータHTの温度を周期的に計測しているため、ヒータHTの温度の異常（過加熱）が生じていれば、それを検出することができる。

[0034] MCU130は、温度制御パターンに規定された最後の区間が終了するか、スライダ13がヒータチャンバ17を隠す位置（閉位置）に移動されたことが検出されると、ヒータHTへの電力供給を停止し、ヒータHTの温度制御を終了する。

[0035] スイッチSRがNチャネル型のMOSFETで構成される場合、スイッチSRのドレイン端子はオペアンプA1の出力端子へ接続され、スイッチSR

のゲート端子はシャント抵抗 R_S と第1ヒータコネクタ $H C +$ の間へ接続され、スイッチ S_R のソース端子はグランド(GND)へ接続される。スイッチ S_R のゲート端子には、ヒータ電圧 V_{BOOST} を主にシャント抵抗 R_S とヒータ $H T$ で分圧した値の電圧が入力される。シャント抵抗 R_S の抵抗値は、この分圧した値がスイッチ S_R の閾値電圧以上になるように決定されうる。また、シャント抵抗 R_S により、スイッチ S_H がオフし、且つスイッチ S_M およびスイッチ S_S がオンの場合にヒータ $H T$ を流れる電流は、スイッチ S_H およびスイッチ S_S がオンし、且つスイッチ S_M がオフの場合にヒータ $H T$ を流れる電流よりも小さくなる。これにより、ヒータ $H T$ の温度あるいは抵抗を計測するときにヒータ $H T$ を流れる電流によってヒータ $H T$ の温度が変化することを抑制できる。

[0036] ロードスイッチ 10 は、 ON 端子にローレベルが入力されているときは、 V_{IN} 端子と V_{OUT} 端子とを電氣的に切断し、 ON 端子にハイレベルが入力されているときは、 V_{IN} 端子と V_{OUT} 端子とを電氣的に接続し、 V_{OUT} 端子から V_{CC5} ラインに電圧 V_{CC5} を出力する。電圧 V_{CC5} の電圧値は、例えば $5.0 [V]$ である。 V_{CC5} ラインは、後述する充電回路 20 の V_{BUS} 端子及び V_{AC} 端子と、発光部 NU とへ接続される。なお、ロードスイッチ 10 の ON 端子には、 $n p n$ 型のバイポーラトランジスタのコレクタ端子が接続される。このバイポーラトランジスタのエミッタ端子はグランドへ接続され、ベース端子は $MCU130$ の $PC9$ 端子へ接続される。つまり、 $MCU130$ は、 $PC9$ 端子の電位を調整することで、バイポーラトランジスタを介してロードスイッチの開閉を制御できる。

[0037] 充電回路 20 は、充電モードを有する。充電モードにおいて充電回路 20 は、 SYS 端子と BAT 端子とを内部で電氣的に接続する。これにより、 V_{CC5} ラインを介して V_{BUS} 端子へ供給される電圧 V_{CC5} を使って、 BAT 端子から第1導電路 $PT1$ を介してバッテリー BT に充電電圧を供給しうる。充電回路 20 は、電圧 V_{CC5} を降圧することで適切な充電電圧を生成することが好ましい。充電モードは、 $/CE$ 端子にローレベルが供給されることによって

イネーブルあるいは起動されうる。 V_{CC} ラインは、後述する変圧回路30のVIN端子とEN端子へ接続される。

[0038] 充電回路20は、パワーパス機能を有しうる。パワーパス機能が有効に設定されている場合、充電回路20は、 V_{CC5} ラインを介してVBUS端子に供給される電圧 V_{CC5} を使って、又は、バッテリーBTから第1導電路PT1を介してBAT端子に供給される電源電圧 V_{BAT} を使って、 V_{CC} ラインに電圧 V_C を供給する。具体的には、充電回路20は、電圧 V_{USB} が利用可能な状態においてパワーパス機能が有効に設定されている場合、VBUS端子とSW端子とを内部で電氣的に接続し、 V_{CC5} ラインを介して供給される電圧 V_{CC5} を使って、 V_{CC} ラインに電圧 V_{CC} を供給する。また、充電回路20は、電圧 V_{USB} が利用不能な状態においてパワーパス機能が有効に設定されている場合、VBUS端子とSW端子とを内部で電氣的に接続し、バッテリーBTから第1導電路PT1を介してBAT端子に供給される電源電圧 V_{BAT} を使って、 V_{CC} ラインに電圧 V_{CC} を供給する。

[0039] 充電回路20は、OTG(On-The-Go)機能を有する。OTG機能が有効に設定されている場合、充電回路20は、バッテリーBTから第1導電路PT1を介してBAT端子に供給される電源電圧 V_{BAT} を使って、VBUS端子から V_{CC5} ラインに電圧 V_{CC5} を供給する。電源電圧 V_{BAT} から電圧 V_{CC5} を生成する場合、発光部NUへ供給される電圧が、電圧 V_{USB} から電圧 V_{CC5} を生成する場合と同程度又は同じになるように、充電回路20は、電源電圧 V_{BAT} を昇圧して電圧 V_{CC5} を供給することが好ましい。このような構成とすることで、発光部NUの動作が安定する。／CE端子にハイレベルが供給されると、充電回路20は、パワーパス機能およびOTG機能のうちデフォルトで設定されている機能、または、MCU130によって有効に設定された一方の機能を用いて動作しうる。

[0040] 変圧回路30は昇圧回路、または、昇降圧回路、または、降圧回路でありうるDC／DCコンバータであり、 V_{CC} ラインに電圧 V_{CC} が供給されることによってイネーブルされる。具体的には、変圧回路30は、EN端子へハイ

レベルの信号が入力されることによってイネーブルされる。VIN端子及びEN端子はV_{CC}ラインへ接続されていることから、変圧回路30は、V_{CC}ラインに電圧V_{CC}が供給されることによってイネーブルされる。変圧回路30は、VOUT端子からV_{CC33_0}ラインに電圧V_{CC33_0}を供給する。電圧V_{CC33_0}の電圧値は、例えば、3.3[V]である。V_{CC33_0}ラインは、後述するロードスイッチ40のVIN端子、後述するリブートコントローラ50のVIN端子及びRSTB端子、後述するFF2のVCC端子及びD端子へ接続される。

[0041] ロードスイッチ40は、ON端子にローレベルが入力されているときは、VIN端子とVOUT端子とを電氣的に切断し、ON端子にハイレベルが入力されているときは、VIN端子とVOUT端子とを電氣的に接続し、VOUT端子からV_{CC33}ラインに電圧V_{CC33}を出力する。電圧V_{CC33}の電圧値は、例えば、3.3[V]である。V_{CC33}ラインは、後述するロードスイッチ60のVIN端子、不揮発性メモリ70のVCC端子、後述するバッテリー監視回路100のVDD端子及びCE端子、MCU130のVDD端子、後述する検出器140のVDD端子、後述するシュミットトリガ回路150のVCC端子、後述する通信インタフェース回路160のVCC__NRF端子、後述する検出器170のVDD端子、後述するFF1のVCC端子及びD端子、オペアンプA1の正電源端子、後述するオペアンプA2の正電源端子とへ接続される。ロードスイッチ40のVIN端子は、変圧回路30のVOUT端子に電氣的に接続され、変圧回路30から電圧V_{CC33_0}が供給される。電源ユニット1の回路基板を複雑にしないため、電圧V_{CC33_0}の電圧値と電圧V_{CC33}の電圧値は、略等しいことが好ましい。

[0042] リブートコントローラ50は、SW1端子およびSW2端子にローレベルが所定時間にわたって供給されたことに応じて、RSTB端子からローレベルを出力する。RSTB端子は、ロードスイッチ40のON端子に電氣的に接続されている。したがって、リブートコントローラ50のSW1端子およびSW2端子にローレベルが所定時間にわたって供給されたことに応じて、

ロードスイッチ40は、VOUT端子からの電圧 V_{CC33} の出力を停止する。ロードスイッチ40のVOUT端子からの電圧 V_{CC33} の出力が停止すると、MCU130のVDD端子（電源端子）に対する電圧 V_{CC33} の供給が絶たれるので、MCU130は、動作を停止する。

[0043] ここで、フロントパネル11が電源ユニット1から取り外されると、検出器140からシュミットトリガ回路150を介してリブートコントローラ50のSW2端子にローレベルが供給される。また、スイッチSWが押下されると、リブートコントローラ50のSW1端子にローレベルが供給される。よって、フロントパネル11が電源ユニット1から取り外された状態（図1のfの状態）でスイッチSWが押下されると、リブートコントローラ50のSW1端子およびSW2端子にローレベルが供給される。リブートコントローラ50は、SW1端子およびSW2端子にローレベルが所定時間（例えば数秒間）継続して供給されると、電源ユニット1に対するリセットあるいは再起動の指令が入力されたものと認識する。リブートコントローラ50は、RSTB端子からローレベルを出力した後に、RSTB端子からローレベルを出力しないようにすることが好ましい。リブートコントローラ50がRSTB端子からローレベルを出力すると、ロードスイッチ40のON端子にローレベルが入力され、ロードスイッチ40はVIN端子とVOUT端子とを電氣的に切断し、 V_{CC33} ラインに電圧 V_{CC33} が出力されなくなる。これにより、MCU130は動作を停止する。その後、リブートコントローラ50がRSTB端子からローレベルを出力しないようになると、ハイレベルの電圧 V_{CC33_0} がロードスイッチ40のON端子へ入力されるため、ロードスイッチ40はVIN端子とVOUT端子とを電氣的に接続し、VOUT端子から V_{CC33} ラインに電圧 V_{CC33} を再び出力する。これにより、動作を停止したMCU130が再起動できる。

[0044] ロードスイッチ60は、ON端子にローレベルが入力されているときは、VIN端子とVOUT端子とを電氣的に切断し、ON端子にハイレベルが入力されているときは、VIN端子とVOUT端子とを電氣的に接続し、VO

U T 端子から V_{CC33_SLP} ラインに電圧 V_{CC33_SLP} を出力する。電圧 V_{CC33_SLP} の電圧値は、例えば、3.3 [V] である。 V_{CC33_SLP} ラインは、後述するパフサーミスタ TP、後述するヒータサーミスタ TH、後述するケースサーミスタ TC へ接続される。ロードスイッチ 60 の ON 端子は、MCU 130 の PC11 端子に電氣的に接続されている。MCU 130 は、スリープモードに移行する際に PC11 端子の論理レベルをハイレベルからローレベルに遷移させ、スリープ状態からアクティブ状態に移行する際に PC11 端子の論理レベルをローレベルからハイレベルに遷移させる。換言すれば、電圧 V_{CC33_SLP} はスリープ状態では利用できず、スリープ状態からアクティブ状態に移行する際に利用できるようになる。電源ユニット 1 の回路基板を複雑にしないため、電圧 V_{CC33_SLP} の電圧値と電圧 V_{CC33} の電圧値は、略等しいことが好ましい。

[0045] 電源ユニット 1 は、ユーザによるパフ（吸引）動作を検出するためのパフセンサを構成するパフサーミスタ TP（例えば、NTCサーミスタ又は PTCサーミスタ）を備えることができる。パフサーミスタ TP は、例えば、パフに伴う空気流路の温度変化を検出するように配置されうる。なお、パフサーミスタ TP は、パフセンサの具体的一例に過ぎない点に留意されたい。パフサーミスタ TP に代えて、マイクロフォンコンデンサ、圧力センサ、流量センサ、流速センサなどをパフセンサに用いてもよい。電源ユニット 1 は、バイブレータ M を備えてもよい。バイブレータ M は、例えば、スイッチ SN をオンさせることによって起動されうる。スイッチ SN は、トランジスタで構成されてよく、トランジスタのベースまたはゲートには、MCU 130 の PHO 端子から制御信号が供給されうる。なお、電源ユニット 1 は、バイブレータ M を制御するためのドライバを有していてもよい。

[0046] 電源ユニット 1 は、ヒータ HT の温度を検出するためのヒータサーミスタ TH（例えば、NTCサーミスタ又は PTCサーミスタ）を備えうる。ヒータ HT の温度は、ヒータ HT の近傍の温度を検出することによって間接的に検出されてもよい。オペアンプ A2 は、サーミスタ TH の抵抗値に応じた電

圧、換言すると、ヒータHTの温度に応じた電圧を出力しうる。

[0047] 電源ユニット1は、電源ユニットの筐体（ケース）2の温度を検出するためのケースサーミスタTC（例えば、NTCサーミスタ又はPTCサーミスタ）を備えうる。ケース2の温度は、ケース2近傍の温度を検出することによって間接的に検出されてもよい。オペアンプA3は、サーミスタTCの抵抗値に応じた電圧、換言すると、ケース2の温度に応じた電圧を出力する。

[0048] 検出器140は、フロントパネル11が電源ユニット1から取り外されたことを検出するように構成されうる。検出器140の出力は、シュミットトリガ回路150を介してリブートコントローラ50のSW2端子およびMCU130のPD2端子に供給されうる。スイッチSWの一端は、V_{CC33}ライン、リブートコントローラ50のSW1端子、およびMCU130のPC10端子へ接続されうる。スイッチSWの他端はグランドへ接続されうる。これにより、スイッチSWが押下されるとリブートコントローラ50のSW1端子およびMCU130のPC10端子にローレベルが供給され、スイッチSWが押下されないとリブートコントローラ50のSW1端子およびMCU130のPC10端子にハイレベルが供給されうる。

[0049] 検出器170は、スライダ13の開閉を検出するように構成されうる。検出器170の出力は、MCU130のPC13端子に供給されうる。検出器140および170は、例えば、ホール素子を用いた集積回路（ホールIC）で構成されうる。

[0050] 通信インタフェース回路160は、スマートフォン、携帯電話、パーソナルコンピュータ等の外部機器と無線通信する機能をMCU130に提供する。通信インタフェース回路160は、例えば、Bluetooth（登録商標）など、任意の無線通信規格の1つ以上に準拠した通信インタフェース回路であってよい。

[0051] 図4Aは、図3を用いて説明した構成要素のうち、FF(Flip-Flop)1およびFF2を利用した動作に係わる構成を抜き出して記載した回路図である。FF1およびFF2は、異常が検出されたか否かを示す1ビットの情報（0

または1)をローレベルまたはハイレベルとして保持する保持回路である。

FF2は、保持している情報の値を反転した値を、/Q端子からHEATER_Latched信号として出力する。また、FF1は、保持している情報の値を、Q端子からnALARM_Latched信号として出力する。HEATER_Latched信号とnALARM_Latched信号はそれぞれMCU130のPB14端子とPA10端子へ入力されるため、MCU130はこれらの端子のレベルを参照することで、FF1に保持されている情報とFF2に保持されている情報を参照できる。

[0052] FF1およびFF2は、/CLR端子を有し、/CLR端子の入力レベルがハイレベルからローレベルに変化すると、保持している情報の値を0（ローレベル）に初期化する。なお、/CLR端子の入力レベルのローレベルからハイレベルへの変化は、保持している情報の値に影響を与えない。

[0053] 本実施形態において、FF1とFF2とは、異なる電源ラインによって電力が供給される。すなわち、FF1のVCC端子（電源端子）には電圧 V_{CC33_0} が、FF2のVCC端子（電源端子）には電圧 V_{CC33} が、それぞれ入力されている。電圧 V_{CC33_0} はMCU130を駆動する電圧 V_{CC33} がリセット動作において一時的に供給されなくなる間も継続して供給される。そのため、FF2が保持する情報（Qおよび/Q端子の出力）は電源ユニット1のリセット動作が実行されても消えることなく保持される。一方、FF1にはMCU130に電力を供給する電源ラインによって電力が供給されるため、FF1が保持する情報はリセット動作時に消去される。

[0054] FF1およびFF2において、VCC端子への入力はD端子にも入力されている。そのため、FF1およびFF2が動作している間、D端子には常にハイレベルが入力されている。FF1およびFF2は図示しない同期端子を有し、同期端子の入力がローレベルからハイレベルに変化すると、D端子の入力レベルを保持する。電源ユニット1が正常に動作している場合、FF1およびFF2はハイレベルを保持し、nALARM_Latched信号はハイレベル、HEATER_Latched信号はローレベルである。

[0055] まず、バッテリー監視回路100がバッテリーBTに関する異常を検出した際

の動作について説明する。バッテリー監視回路 100 は、バッテリー B T の情報（電流量、温度、および電圧など）について監視している。制御回路である M C U 130 は定期的に I²C 通信を通じてバッテリー監視回路 100 にバッテリー B T の情報を要求し、バッテリー監視回路 100 は要求に応じてバッテリー B T の情報を M C U 130 に通知する。M C U 130 は、取得したバッテリー B T の情報と予め定められた複数の異常条件に基づいて異常有無を判定する。M C U 130 は該当する異常条件がある場合、その異常条件に対応付けられた動作を実行する。

[0056] （異常条件）

図 5 は、バッテリー B T に関する異常条件の一例を示す図である。M C U 130 の判定条件は、M C U 130 が I²C 通信を通じてバッテリー監視回路 100 から取得したバッテリー B T の情報に対して適用する異常条件である。また、nGAUGE_INT1 信号の出力条件と nGAUGE_INT2 信号の出力条件は、バッテリー監視回路 100 自身がバッテリー B T の情報に対して適用する異常条件である。nGAUGE_INT1 信号の出力条件のいずれかが満たされると、バッテリー監視回路 100 は、A L E R T 端子からローレベルの nGAUGE_INT1 信号を出力する。また、nGAUGE_INT2 信号の出力条件のいずれかが満たされると、バッテリー監視回路 100 は、I O 5 端子からローレベルの nGAUGE_INT2 信号を出力する。このように、バッテリー B T の状態は、M C U 130 とバッテリー監視回路 100 とがそれぞれ独立して監視する。これにより、例えば M C U 130 とバッテリー監視回路 100 との I²C 通信が何らかの原因で正常に行えなかったり、M C U 130 が何らかの原因で正常に動作しなかったりする場合でも、バッテリー監視回路 100 がバッテリー B T の異常を確実に検出し、適切な対応をとることができる。

[0057] 図 5 において、「T i m i n g」の列は、各異常条件に該当するか否かを判定するタイミングを示している。「T i m i n g」の列に「充電」と記載されている異常条件は、充電回路 20 によってバッテリー B T の充電が行われている間のみ、該当するか否かが判定される。「T i m i n g」の列に「放

電」と記載されている異常条件は、充電回路20によってバッテリーBTの充電が行われていない間のみ（より好ましくはヒータ電圧 V_{BOOST} がヒータHTに印加されている間のみ）、該当するか否かが判定される。「Timing」の列に「常時」と記載されている異常条件は、充電回路20によってバッテリーBTの充電が行われているか否かを問わず、該当するか否かが判定される。

[0058] 図5において、異常条件に対する枠の有無および種類は、その異常条件が表す異常の程度を示している。具体的には、枠が付されていない異常条件は最も軽度の異常、実践の枠が付された異常条件はリセットが必要な中程度の異常、そして、二重線の枠が付された異常条件は重要な異常（永久故障）を表す。MCU130およびバッテリー監視回路100は、該当する異常の程度に応じた動作を実施する。

[0059] ここで、バッテリーBTの充電時や放電時の電流量のように、同じ監視パラメータに対してnGAUGE_INT1信号の出力条件とnGAUGE_INT2信号の出力条件との両方が設定される場合、nGAUGE_INT1信号の出力条件の方が厳しい条件に設定されている。つまり、同じ監視パラメータに対して、nGAUGE_INT2信号の方が、nGAUGE_INT1信号よりも先に出力されるように異常条件が設定されている。これは、nGAUGE_INT2信号がMCU130に対して出力され、MCU130の制御によって異常に対処するのに対し、nGAUGE_INT1信号は、MCU130を介さず、ハードウェア的に異常に対処するためである。基本的には安定的に動作するMCU130によるソフトウェア的な制御を優先し、nGAUGE_INT1信号によるハードウェア的な制御はソフトウェア的な制御が働かない場合の手段として実施する。ソフトウェア的な制御が働かない場合の一例は、MCU130がフリーズしている場合である。

[0060] (MCU130によるバッテリー異常検出)

次に、バッテリーBTの異常検出および、検出した異常の程度に応じた動作について説明する。まず、I²C通信によって取得したバッテリーBTの情報に基づくMCU130の動作について説明する。MCU130は、定期的に（

例えば1秒間隔で) バッテリ監視回路100とI²C通信を行い、バッテリBTの情報を取得し、図5に示すような異常条件のいずれかに該当するか否かを判定する。

[0061] (軽度の異常)

最も軽度の異常状態(図5の例では、放電時にバッテリBTの温度が51℃以上55℃未満となった場合)に該当すると判定された場合、MCU130は、バッテリBTからヒータHTへの電力の供給(ヒータ電圧V_{BOOST}の印加)を禁止させる。また、MCU130は、発光部NUやバイブレータMによりエラーを通知させる。MCU130は、充電回路20によるバッテリBTの充電も併せて禁止させる。スリープ状態では、電圧V_{BAT}、V_{CC33}、V_{CC33_0}は供給されるが、電圧V_{CC33_SLP}は供給されない。

[0062] (ヒータHTへの電力供給禁止動作)

MCU130は、PC12端子から出力するHeater_Enable信号をローレベルにしてスイッチSSをオフとする。これにより、MCU130は、ヒータHTのマイナス端子HC-をグランドから切り離す。また、Heater_Enable信号は変圧回路120のEN端子にも入力されるため、変圧回路120も動作を中止し、ヒータHTへの電力供給が禁止される。

[0063] (バッテリBTの充電禁止動作)

MCU130は、PB3端子から出力するnCharger_Enable信号をハイレベルにする。これにより、充電回路20の/CE端子がハイレベルとなるため、充電回路20は充電を禁止する。

[0064] その後、バッテリBTの温度が45℃以下になったことが確認されると、MCU130は、電源ユニット1をスリープ状態へ移行させる。

[0065] (中程度の異常)

中程度の異常状態(図5の例では、放電時にバッテリBTの温度が55℃以上となった場合など)に該当すると判定された場合、電源ユニット1のリセット(再起動)が必要となる。そのため、MCU130は、発光部NUの発光パターンおよび/または発光色などにより、ユーザにリセット操作を行

うように促す。なお、中程度の異常状態に該当すると判定された場合、MCU 130は、変圧回路120からヒータHTへの電力供給及び充電回路20によるバッテリーBTの充電を禁止させる。

[0066] (リセット動作)

本実施形態の電源ユニット1では、

- ・フロントパネル11が外されていること
- ・スイッチSWが、加熱開始指示より長い一定時間押下されること

の両方が検出された場合に、リセット操作が行われたものと認識する。

[0067] 具体的には、これらの条件はリブートコントローラ50が検出する。リブートコントローラ50のSW1端子はスイッチSWに、SW2端子はフロントパネル11の着脱を示す信号を出力するシュミットトリガ回路150に接続されている。フロントパネル11が外された状態でスイッチSWが押下されると、SW1およびSW2端子の入力が両方ローレベルになる。これにより、リブートコントローラ50は、リセット動作を開始する。

[0068] リブートコントローラ50は、SW1およびSW2端子の両方がローレベルになった状態が、ユーザ設定可能なリブート遅延時間（例えば1～20秒）が経過するまで継続するか否かを監視する。リブート遅延時間の間に、MCU 130は、発光部NUとバイブレータMを用いてリセットをユーザに報知する。

[0069] リブートコントローラ50は、SW1およびSW2端子の両方がローレベルになった状態がリブート遅延時間だけ継続すると、RSTB端子の出力をローレベルにする。これにより、ロードスイッチ40のON端子がローレベルになり、ロードスイッチ40のVOUT端子からの電圧 V_{CC33} と、ロードスイッチ60のVOUT端子からの電圧 V_{CC33_SLP} の供給が停止する。これにより、MCU 130への電力供給が断たれ、MCU 130は動作を停止する。つまり、上述した、リセット指示の認識に必要な、加熱開始指示より長い時間は、リブート遅延時間と略等しい。

[0070] リブートコントローラ50は、RSTB端子をローレベルにしてから所定時間

(例えば0.4秒)経過すると、自動的にRSTB端子をローレベルにしなくなる。これにより、電圧 V_{CC33_0} が、 V_{CC33_0} ラインを介してロードスイッチ40のON端子へ入力される。ロードスイッチ40からの電圧 V_{CC33} の供給が再開され、MCU130が起動する。つまり、MCU130は、電力が供給されない状態から供給される状態になると起動する。電源ユニット1は、MCU130が起動するとスリープ状態もしくは充電状態となる。この時点では電圧 V_{CC33_SLP} は供給されない。このようにMCU130が再起動すると、MCU130に生じていたフリーズなどの不具合が解消することがある。

[0071] なお、中程度の異常状態のうち、充電時の過電流は、充電回路20によって実行されるCCCV充電のうち、CC (Constant-Current、定電流) 充電を行うために予められた電流値（以下、設定値ともいう）の1.1倍以上の電流値が検出されると、該当すると判定される。

[0072] (重要な異常)

重要な異常状態(図5の例では、バッテリーBTの電圧から深放電と判定される場合)に該当すると判定された場合、MCU130は重要な異常(永久故障)が発生したものと判定する。なお、深放電とは過放電状態よりもバッテリーBTの放電が進行した状態を指すものとする。なお、過放電状態とはバッテリーBTの出力電圧が放電終止電圧を下回った状態を指すものとする。深放電の判定は予め定められたアルゴリズムによって行うことができる。深放電の判定方法に制限はないが、例えばバッテリーBTの正極電圧が未満である場合に深放電と判定することができる。

[0073] 永久故障が発生したと判定した場合、MCU130は、ユーザによる電源ユニット1の使用を禁止するための動作を実行する。具体的には、MCU130は、充電回路20とのI²C通信を通じて、充電回路20のパワーパス機能(BAT端子に入力される電力をSYS端子から出力する機能)を停止させる。これにより、充電回路20から電源電圧 V_{BAT} に基づく電圧 V_{CC} の供給が停止され、さらに電圧 V_{CC} から派生する電圧 V_{CC33_0} 、 V_{CC33} 、 V_{CC33_SLP} の

供給が停止される。したがって、MCU130を始めとしてほとんどの回路に電力が供給されず、電源ユニット1は実質的に動作を停止する。リブートコントローラ50への電力も供給されないため、リセット操作も受け付けなくなる。

[0074] また、充電回路20のパワーパス機能を停止させることで、変圧回路120からヒータHTへの電力供給および充電回路20によるバッテリーBTの充電も実行できなくなる。なお、重要な異常状態に該当すると判定された場合における電源ユニット1の安全性を向上させるため、永久故障が発生したと判定した場合、MCU130は、ユーザによる電源ユニット1の使用を禁止するための動作の一部として、充電回路20のパワーパス機能を停止させる前に、上述したHeater_Enable信号およびnCharger_Enable信号を用いる方法によって変圧回路120からヒータHTへの電力供給および充電回路20によるバッテリーBTの充電を禁止してもよい。

[0075] (バッテリー監視回路100によるバッテリー異常検出)

次に、MCU130とは独立してバッテリー監視回路100が行うバッテリーBTの異常検出動作について説明する。

バッテリー監視回路100は、バッテリーBTの状態を監視し、図5に示したような異常条件のいずれかに該当するか否かを判定する。そして、該当した異常条件に応じてnGAUGE_INT1信号もしくはnGAUGE_INT2信号を出力する。nGAUGE_INT2信号はバッテリー監視回路100のI05端子からMCU130のPB12端子に割り込み信号として入力される。つまり、定期的なMCU130とのI²C通信の周期を待たずに、nGAUGE_INT2信号は、バッテリー監視回路100のI05端子から出力される。一方、バッテリー監視回路100のALERT端子から出力されるnGAUGE_INT1信号はMCU130には入力されず、保持回路であるFF1の/CLR端子に入力される。

[0076] (nGAUGE_INT2信号)

まず、nGAUGE_INT2信号に関して説明する。バッテリー監視回路100は、定期的に取得するバッテリーBTの情報が、nGAUGE_INT2信号の出力条件として列

記した異常条件のいずれかに該当するか否かを判定する。そして、異常条件のいずれかに該当すると判定された場合、バッテリー監視回路100は、I05端子の出力をローレベルとすることにより、nGAUGE_INT2信号を出力し、PB12端子を通じてMCU130に異常の発生を通知する。

[0077] MCU130はPB12端子の入力がローレベルに変化すると、バッテリー監視回路100がバッテリーBTの異常を検出したと認識する。そして、MCU130はSCLおよびSDA端子を通じたI²C通信を通じて、バッテリー監視回路100からバッテリーBTの情報を取得する。

[0078] MCU130は、取得したバッテリーBTの情報にnGAUGE_INT2信号の出力条件と同じ異常条件を適用して、バッテリーBTが異常状態であるか否かを判定する。そして、異常条件のうち該当するものがあれば、その異常状態が示す異常の程度に応じた動作を実行する。つまり、MCU130は、バッテリーBTの情報を定期的なI²C通信で取得したか、nGAUGE_INT2信号による通知（割り込み）に応答したI²C通信によって取得したかによって、取得したバッテリーBTの情報に適用する異常条件を異ならせる。該当する異常条件がある場合に、その異常条件が表す異常の程度に応じて行う動作は、バッテリーBTの情報を定期的なI²C通信で取得した場合と同じである。

[0079] なお、電池温度の異常条件（85℃以上が2分間継続）については、バッテリー監視回路100とMCU130とで判定方法が異なる。バッテリー監視回路100では、定期的に取得するバッテリーBTの情報を監視することにより、85℃以上の温度が2分間継続したと判定されるとローレベルのnGAUGE_INT2信号を出力する。

[0080] ローレベルのnGAUGE_INT2信号を受信したMCU130は、所定の周期（例えば1秒）でバッテリー監視回路100からバッテリーBTの情報を取得する。そして、所定の複数回（例えば5回）連続して85℃以上の温度が検出されていれば、異常条件に該当する（永久故障が発生した）と判定する。

[0081] 上述した実施形態においては、MCU130は、取得したバッテリーBTの情報にnGAUGE_INT2信号の出力条件と同じ異常条件を適用して、バッテリーBT

が異常状態であるか否かと、異常の程度とを判定する。

[0082] (nGAUGE_INT1信号)

次に、nGAUGE_INT1信号に関して説明する。バッテリー監視回路100は、定期的を取得するバッテリーBTの情報が、nGAUGE_INT1信号の出力条件として列記した異常条件のいずれかに該当するか否かを判定する。そして、異常条件のいずれかに該当すると判定された場合、バッテリー監視回路100は、ALERT端子の出力をローレベルとすることにより、nGAUGE_INT1信号を出力する。

[0083] nGAUGE_INT1信号は、保持回路であるFF1の/CLR端子に入力される。/CLR端子は負論理であるため、ローレベルのnGAUGE_INT1が入力されると、FF1の出力であるQ端子の出力が強制的にローレベルになる。

FF1にはロードスイッチ40から電圧 V_{CC33} の供給が開始された時点で、D端子にハイレベルが入力されるとともに、不図示のクロック端子にMCU130からクロック信号が入力されるため、Q端子の出力は通常ハイレベルである。ここで、クロック信号の入力は、クロック端子の入力レベルをローレベルからハイレベルに変更することであってよい。FF1は、クロック端子の入力レベルがローレベルからハイレベルになったときのD端子の入力レベルを保持し、Q端子から出力するものとする。

[0084] FF1のQ端子の出力(nALARM_Latched信号)は、スイッチSS、変圧回路120、充電回路20の/CE端子に接続されているスイッチSL、およびMCU130(PA10端子)に入力される。FF1のQ端子から出力されるnALARM_Latched信号が異常を示す所定レベル(ローレベル)になると、

- ・スイッチSSがオフになるためヒータHTへの電力供給が遮断され、
- ・DC/DC120のEN端子がローレベルになるためヒータHTへの電圧印加が停止する、
- ・スイッチSLがオンすることで、抵抗R9が抵抗R10との電圧 V_{CC33} の分圧に寄与しなくなり、充電回路20の/CE端子の入力が電圧 V_{CC33} と同じハイレベルになるため充電が中止される。なお、このタイミングにおいてnCharger_Enable信号は生成されておらず、PB3端子の電位は不定である。

このように、FF1の出力をローレベルとすることにより、MCU130を介さずに、変圧回路120からヒータHTへの電力供給および充電回路20によるバッテリーBTの充電を禁止し、回路を保護することができる。

[0085] MCU130は、PA10端子にローレベルのnALARM_Latched信号が入力されると、リセットが必要な異常が検出されたと判定し、発光部NUやバイブレータMによりユーザにリセット操作を行うように促す。リセット操作の検出およびそれに応じたリセット動作は上述した通りである。

[0086] (ヒータサーミスタおよびケースサーミスタによる異常検出)

次に、ヒータサーミスタTHおよびケースサーミスタTCによる異常検出と、異常検出に応じた動作について説明する。ヒータサーミスタTHはヒータHTに近接する位置に配置される。または、ヒータサーミスタTHはヒータHTに接する位置に配置される。したがって、ヒータHTの実温度とヒータサーミスタTHの抵抗値との関係を事前に計測しておくことにより、ヒータサーミスタTHの抵抗値をヒータHTの温度として用いることができる。

[0087] オペアンプA2の反転入力には電圧 V_{CC33_SLP} をヒータサーミスタTHと抵抗R1とで分圧した電圧が入力される。また、オペアンプA2の非反転入力には電圧 V_{CC33} を抵抗R4およびR5とで分圧した電圧が、基準電圧もしくは閾値電圧として入力される。好ましくはNTCサーミスタによりヒータサーミスタTHが構成されているため、ヒータHTが過加熱していない状態における非反転入力の電圧は低く、ヒータHTが過加熱している状態における非反転入力の電圧は高くなる。ヒータHTが過加熱していない状態では非反転入力の電圧が反転入力の電圧よりも高くなり、ヒータHTが過加熱している状態では反転入力の電圧が非反転入力の電圧よりも高くなるように、分圧抵抗R3～R5の値が調整されている。したがって、オペアンプA2は、ヒータHTに関する異常の一例としての温度の異常、具体的には過加熱を検出する回路（第1検出回路）として機能する。なお、分圧抵抗R3～R5の値は、ヒータHTの温度が過加熱の閾値に達した際のヒータサーミスタTHの抵抗値に基づいて調整することができる。

[0088] したがって、オペアンプA2の出力は、ヒータHTが過加熱していない状態（正常状態）ではハイレベル、ヒータHTが過加熱している状態（異常状態）ではローレベルとなる。

オペアンプA2の出力は、FF2の/CLR端子に直接接続されている。また、オペアンプA2の出力は、ダイオードD1を介してFF1のD端子および/CLR端子にも接続されている。ダイオードD1はカソードがオペアンプA2の出力に接続されている。ヒータHTの温度が正常状態であれば、FF2の/CLR端子の入力はハイレベルとなる。/CLR端子の入力がハイレベルの場合、FF2のQ端子の出力は初期状態を維持する。FF2のD端子には電圧 V_{CC3_0} が入力されており、起動時に異常がなければFF2は初期状態でD端子の入力レベルを保持する。したがって、ヒータHTの温度が正常状態であれば、FF2のQ端子出力はハイレベル、/Q端子出力(HEATER_Latched信号)はローレベルである。

[0089] ヒータHTが過加熱の状態になると、オペアンプA2の出力がローレベルに変化する。これにより、FF2の/CLR端子の入力がローレベルに変化する。/CLR端子がローレベルになると、FF2は強制的に初期化され、Q端子の出力がローレベル、/Q端子の出力がハイレベルとなる。したがって、FF2の/Q端子の出力であるHEATER_Latched信号はハイレベルに保持される。

[0090] HEATER_Latched信号はMCU130のPB14端子に入力される。MCU130は、HEATER_Latched信号がハイレベルになったことを検出すると、リセット操作をユーザに促す。これは、ヒータHTの過加熱は重要な異常であるため、MCU130が正しく動作していることが確実な状態で再度判定を行うためである。

[0091] MCU130はリセット後の起動時にHEATER_Latched信号を参照し、HEATER_Latched信号がハイレベルであることが検出されると、永久故障が発生したものと判定する。そして、上述した永久故障判定時の動作を実行する。永久故障判定時の動作は、不可逆的な動作である。このような動作は、FF1やFF2よりも高度なMCU130によって実行されることが好ましい。しか

し、過加熱の状態にならないようにヒータHTの温度はMCU130によって制御されているところ、ヒータHTが過加熱の状態になるということは、ノイズによってPB14端子にハイレベルが入力されたか、MCU130が誤動作した虞がある。ノイズによってPB14端子にハイレベルが入力される場合、リセット後のMCU130が参照するHEATER_Latched信号はローレベルであるため、永久故障判定時の動作が誤って実行されることが抑制される。MCU130が誤動作した場合にはリセットによりMCU130が正常動作するようになり、永久故障判定時の動作を正確に実行できる。

[0092] リセット操作およびリセット動作は上述したとおりである。FF2のVCC端子には電圧 V_{CC3_0} が供給される。電圧 V_{CC3_0} はMCU130を駆動する電圧 V_{CC3} がリセット動作において一時的に供給されなくなる間も継続して供給される。そのため、FF2が保持する情報(Qおよび/Q端子の出力)はMCU130がリセットされても消えることなく保持される。

[0093] リセット後、電圧 V_{CC3} の供給が再開することにより、オペアンプA2およびMCU130が動作する。この時点でヒータHTの過熱状態が解消されていれば、オペアンプA2の出力はハイレベルに戻る。しかし、FF2の不図示のクロック端子へMCU130からクロック信号が入力されないため、FF2の保持する情報はリセット前から変化しない。そのため、リセット後にMCU130がHEATER_Latched信号を参照することにより、リセット前にヒータHTの過加熱が検出されていたことが確認できる。

[0094] MCU130はリセット後の起動時にHEATER_Latched信号を参照し、HEATER_Latched信号がハイレベルであることが検出されると、永久故障が発生したものと判定する。そして、上述した永久故障判定時の動作を実行する。

[0095] ケースサーミスタTCは、ケース2の内面に近接する位置に配置される。または、ケースサーミスタTCは、ケース2の内面に接する位置に配置される。ケース2の実温度とケースサーミスタTCの抵抗値との関係を事前に計測しておくことにより、ケースサーミスタTCの抵抗値をケース2の温度として用いることができる。

- [0096] オペアンプA3の反転入力には、電圧 V_{CC33_SLP} をケースサーミスタTCと抵抗R6とで分圧した電圧が入力される。また、オペアンプA3の非反転入力には電圧 V_{CC33} を抵抗R7および抵抗R8とで分圧した電圧が、基準電圧もしくは閾値電圧として入力される。好ましくはNTCサーミスタによりケースサーミスタTCが構成されているため、ケース2が高温ではない状態における非反転入力の電圧は低く、ケース2が高温である状態における非反転入力の電圧は高くなる。電源ユニット1のケース2が高温ではない状態では非反転入力の電圧が反転入力の電圧よりも高くなり、ケース2が高温である状態では反転入力の電圧が非反転入力の電圧よりも高くなるように、分圧抵抗R6～R8の値が調整されている。したがって、オペアンプA3は、ケース2の温度に関する異常としての高温を検出する回路（第2検出回路）として機能する。なお、分圧抵抗R6～R8の値は、ケース2の温度が高温に達した際のケースサーミスタTCの抵抗値に基づいて調整することができる。
- [0097] したがって、オペアンプA3の出力は、ケース2が高温ではない状態（正常状態）ではハイレベル、ケース2が高温である状態（異常状態）ではローレベルとなる。
- [0098] オペアンプA3の出力は、FF1の/CLR端子およびD端子に直接接続されている。また、オペアンプA3の出力は、ダイオードD1のアノードにも接続されている。ケース2の温度が正常状態であれば、FF1の/CLR端子の入力はハイレベルとなる。/CLR端子の入力がハイレベルの場合、FF1のQ端子の出力は初期状態を維持する。FF1のD端子には電圧 V_{CC33} が入力されており、起動時に異常がなければFF1は初期状態でD端子の入力レベルを保持する。したがって、ケース2の温度が正常状態であれば、FF1のQ端子出力(nALARM_Latched信号)はハイレベルである。
- [0099] ハイレベルのnALARM_Latched信号は、MCU130のPA10端子と、スイッチSLのベースとに入力される。スイッチSLはオフとなる。
- [0100] ケース2が高温の状態になると、オペアンプA3の出力がローレベルに変

化する。これにより、FF1の/CLR端子の入力がローレベルに変化する。/CLR端子がローレベルになると、FF1は強制的に初期化され、Q端子の出力(nALARM_Latched信号)はローレベルになる。これにより、バッテリー監視回路100がローレベルのnGAUGE_INT1信号を出力したときと同様に、MCU130を介さずに変圧回路120からヒータHTへの電力供給および充電回路20によるバッテリーBTの充電を禁止し、電源ユニット1を保護することができる。

[0101] なお、ヒータHTが過加熱の状態であり且つケース2高温の状態である場合、オペアンプA2およびオペアンプA3の出力がいずれもハイレベルとなる。オペアンプA2およびオペアンプA3の出力は接続されているため、両者の出力が衝突する恐れがある。オペアンプA2の出力とオペアンプA3の出力は必ずしも同じ電圧値とは限らず、電圧値の異なるハイレベル同士の衝突は、予期せぬ誤動作をもたらす虞がある。特に、オペアンプA2およびオペアンプA3の出力がいずれもハイレベルであっても、オペアンプA3の出力電圧がオペアンプA2の出力電圧よりも低い場合、FF2の/CLR端子の入力レベルに影響を与える可能性がある。

[0102] そのため、オペアンプA2の出力とおよびオペアンプA3の出力との接続経路に、電流の流れる方向を制限する制限回路としてのダイオードD1を、アノードにオペアンプA3の出力が、カソードにオペアンプA2の出力が接続されるように接続している。つまり、オペアンプA3の出力、ダイオードD1のアノード、ダイオードD1のカソード、オペアンプA2の出力が直列に接続される。あるいは、オペアンプA3の出力とダイオードD1のアノードとの間にFF1の/CLR端子が存在し、ダイオードD1のカソードにオペアンプA2が接続される。これにより、オペアンプA3の出力電圧がオペアンプA2の出力電圧より低い場合に、オペアンプA2からオペアンプA3に向かう方向に流れる電流がダイオードD1によって制限され、オペアンプA1の出力電圧がFF2の/CLR端子の入力レベルに影響を与えることを回避することができる。なお、ダイオードD1の向きは、オペアンプA2の異常検出

時における出力レベルがオペアンプA3の出力レベルによって受ける影響を抑制するように、異常検出時におけるオペアンプA2およびA3の出力レベルに応じて定めればよい。

[0103] 一方、ヒータHTが過加熱の状態で、ケース2が正常状態の場合には、バッテリーBTの充電やヒータHTへの電力供給を禁止し、回路を直ちに保護すべきである。この場合、オペアンプA2の出力はローレベル、オペアンプA3の出力はハイレベルとなる。オペアンプA3の出力電圧がオペアンプA2の出力電圧より高い場合、ダイオードD1には順方向の電圧が加わる。また、オペアンプA3からオペアンプA2に流れ込む電流はグラウンドに接続されるため、FF1の/CLR端子の入力はオペアンプA3の出力がハイレベルであってもグラウンドに引き込まれ、ローレベルになる。このように、FF2が保持する情報が異常が検出されたことを示す値に変化する際には、FF1が保持する情報もまた異常が検出されたことを示す値に変化する。

[0104] これにより、ヒータHTの過加熱状態が検出された場合に、MCU130を介さずに直ちに変圧回路120からヒータHTへの電力供給および充電回路20によるバッテリーBTの充電を禁止し、回路を保護することができる。なお、図4Aの変形例である図4Bに示すように、ダイオードD1をショットキーダイオードD1'とすることにより、PN接合を用いた通常のダイオード(PNダイオード)を用いる場合よりも順方向電流の立ち上がりがより高速になる。そのため、ダイオードD1にPNダイオードを用いる場合よりもFF1の/CLR端子をより早くローレベルとすることができ、ヒータHTの過加熱状態が検出された際に素早く回路を保護することができる。

[0105] なお、ここではHEATER_Latched信号をFF2の/Q端子出力としたが、Q端子出力としてもよい。しかしながら、/Q端子出力を用いて異常時にHEATER_Latched信号がハイレベルとなるようにすることで、異常時にHEATER_Latched信号がローレベルとなる場合よりも外乱ノイズの影響を受けづらく、MCU130においてより確実に異常を判定することができる。

[0106] (回路配置)

図 6 A および図 6 B は、図 4 A または図 4 B に示した回路を実現する回路素子の実装例を示す斜視図である。図 6 A は第 1 回路基板 P C B 1 および第 2 回路基板 P C B 2 の位置関係ならびに第 1 回路基板 P C B 1 の上面における回路素子の実装例を示している。また、図 6 B は第 1 回路基板 P C B 1 の下面（図 6 A で隠れている面）における回路素子の実装例をそれぞれ示している。

[0107] 図 1 および図 2 から明らかなように、実装面に直行する方向の距離に関し、第 1 回路基板 P C B 1 の方が第 2 回路基板 P C B 2 よりケース 2 の内面に近い位置に配置される。また、第 1 回路基板 P C B 1 と第 2 回路基板 P C B 2 とはフレキシブルプリント基板 F P C を通じて電氣的に接続されている。第 1 回路基板 P C B 1 と第 2 回路基板 P C B 2 とは、何れも両面基板であり、間に設けられたスペーサによって基材が実質的に平行となるように保持されている。

[0108] 第 1 回路基板 P C B 1 において、T H C + および T H C − はヒータサーミスタ T H を接続するコネクタである。また、T C C + および T C C − はケースサーミスタ T C を接続するコネクタである。図 6 A ではヒータサーミスタ T H のリード線およびケースサーミスタ T C のリード線がそれぞれのコネクタに接続されていないが、単に図示の都合によるものであり、実際には対応するコネクタに接続されている。好ましくは、ヒータサーミスタ T H のリード線は、F P C の隙間を通して、T H C + および T H C − へ接続される。また、T P C + および T P C − はパワサーミスタ T P のリード線を接続するためのコネクタである。

[0109] 第 1 回路基板 P C B 1 および第 2 回路基板 P C B 2 の各実装面における回路要素の配置例を示す図 7 A および図 7 B をさらに参照して、回路要素の配置に関して説明する。図 7 A は P C B 1 を、図 7 B は P C T 2 の回路要素の配置を示している。また、図 7 A において、7 a は上面、7 b は下面を示している。同様に、図 7 B において、7 c は上面、7 d は下面を示している。図 3 に示した回路図において、特にノイズ源となる回路は、スイッチング動

作を行う充電回路20および変圧回路120と、動作時にノイズを発生するMCU130である。

[0110] 一方、永久故障の判定に用いられるFF2が保持する値がノイズの影響を受けて反転した場合や値を正確に保持できない場合、その影響は非常に大きい。したがって、FF2は、電源ユニット1内の他の回路からのノイズおよび電源ユニット1の外部からのノイズの影響を受けづらい位置に実装する必要がある。

[0111] したがって、本実施形態では、ノイズ源となる回路を、FF2と同じ実装面やFF2の実装面と対向する実装面には実装しない。具体的には、充電回路20およびMCU130は第1回路基板PCB1の上面に実装され、変圧回路120は第2回路基板PCB2の下面に実装される。つまり、ノイズ源となる回路を外向きの実装面に実装している。なお、これは単なる一例であり、充電回路20およびMCU130の少なくとも一方を第2回路基板PCB2の下面に実装したり、変圧回路120を第1回路基板PCB1の上面に実装したりしてもよい。

[0112] 一方で、ヒータHTの過加熱の検出有無を示す情報を保持するFF2は、第1回路基板PCB1の下面に実装される。ノイズ源となる回路の実装面とは異なり、かつ対向もしない実装面にFF2を実装することにより、電源ユニット1が有する他の回路からのノイズによりFF2の保持する値が変化する又は値を正確に保持できないリスクを低減することができる。

[0113] また、第2回路基板PCB2と対向する、内向きの面にFF2を実装することにより、第1回路基板PCB1と第2回路基板PCB2の基材や配線パターンを、電源ユニット1の外部から侵入するノイズのシールドとして利用することができる。特に、第1回路基板PCB1と第2回路基板PCB2の基材のうち、グランドをもたらしための銅箔層はシールドとして有効である。そのため、電源ユニット1の外部から侵入するノイズによりFF2の保持する値が変化する又は値を正確に保持できないリスクを低減することができる。

- [0114] さらに、電源ユニット1のケース2の表面に露出するコネクタUSBCを、FF2が実装される第1回路基板PCB1とは異なる第2回路基板PCB2に実装する。これにより、電源ユニット1の外部からコネクタUSBCを通じて侵入するノイズ、特に静電気がFF2に与える影響を抑制することができる。これらのノイズは、コネクタUSBCに対してプラグを挿抜する際に特に生じやすい。
- [0115] さらに、ヒータサーミスタTHは、大電力が供給されるヒータHTに近接して配置され、また例えば250℃を超える温度になるヒータHTの温度を検出するため、抵抗値が大きく変化する。そのため、ヒータサーミスタTHのコネクタTHC+およびTHC-の電位も大きく変化し、ノイズの原因となり得る。したがって、ヒータサーミスタTHのコネクタTHC+およびTHC-についても、FF2の実装面とは異なり、かつ対向しない実装面に実装する。本実施形態ではヒータサーミスタTHのコネクタTHC+およびTHC-を第1回路基板PCB1の上面に実装しているが、第2回路基板の下面に実装してもよい。
- [0116] また、FF2の実装面に供給される最大電圧を、FF2の動作電圧（ここでは V_{CC33} ）とする。これにより、FF2に対してFF2の実装面上に短絡電流が生じる可能性を大きく減らすことができる。
- [0117] 以上のような回路要素間の位置関係を考慮した実装に加え、実装面内におけるFF2の位置についてもノイズの影響を考慮する。図8は、FF2が実装される第1回路基板PCB1の下面を拡大した図である。
- [0118] 実装面上の回路要素に対するノイズは、遮るものがない方向から多く侵入する。FF2が実装される第1回路基板PCB1の下面は、下面に直交する方向にはケース2との間に第1回路基板PCB1の基材と第2回路基板PCB2が存在するが、下面に平行な方向にはケース2との間にシールドになるような構成要素が存在しない。そのため、第1回路基板PCB1の側方からのノイズが侵入する虞がある。
- [0119] したがって、第1回路基板PCB1の実装面において、FF2は縁部に接

する位置よりも中心よりに実装することで、基板側方からのノイズの影響を抑制することができる。一方で、FF2をあまり縁部から離れた位置に実装すると、FF2への配線長が増加したり、他の回路素子の配置に影響を与えたりするおそれがある。例えば、FF2と、第1回路基板PCB1の縁部のうちFF2に最も近い縁EDとの距離を d とし、第1回路基板PCB1の実装面の中心Oと、縁EDとの距離を d_c とする。これら距離 d および d_c は最短距離である。このとき、距離 d が0より大きく、 d_c より小さく、かつ距離 d が距離 d_c と d との差分より小さくなるように距離 d を定めることができる（ $0 < d < d_c$ かつ $d < d_c - d$ ）。

[0120] あるいは、 d_c に対する d の比率が閾値以上となる位置にFF2を実装する。すなわち、 $d/d_c \geq \text{閾値}(\%)$ となるように、実装面におけるFF2の位置を定める。この場合も $0 < d < d_c$ 並びに $d < d_c - d$ を満たすようにする。閾値は20%以上であることが好ましく、30%以上であることがさらに好ましく、40%以上であることが最も好ましい。また、閾値の上限は $d < d_c - d$ を満たすことから50%未満となる。なお、図8において距離 d はFF2のパッケージの側面と縁EDとの距離としているが、FF2のパッケージの中心と縁EDとの距離 d' を用いてもよい。また、実装面の中心Oは、基板を矩形と見なせる場合には対角線の交点とすることができる。あるいは、基材を均一な厚みを有する同一素材から形成されるものとした場合の重心位置を実装面の中心としてもよい。

[0121] また、FF2の実装面において、FF2と、第1回路基板PCB1の縁部のうちFF2に最も近い縁EDとの間に、集積回路(IC)や、スイッチング動作を行う素子(MOS FET)以外の回路素子、例えばダイオードや、受動素子(コンデンサや抵抗など)を1つ以上実装することによっても、基板側方からのノイズの影響を低減することができる。本実施形態では、図7Aの7bに示すPCB1の下面におけるコンデンサC1およびC2がこの条件を満たす回路素子(かつ受動素子)である。

[0122] 以上説明したように、本実施形態によれば、エアロゾル生成装置の電源ユ

ニットに、保持する情報が電源ユニットのリセット動作によって消去されない保持回路を設けた。そして、保持回路に、異常が検出されたか否かを示す情報を保持するようにした。そのため、リセット動作後に保持回路が保持する情報を参照することにより、過去に検出された異常の有無を利用した適切な制御を実現することができる。例えば、重要な異常が検出されたことを示す情報が保持回路に保持されている場合、電源ユニットはリセット動作後の起動時に、ヒータHTへの電力供給の禁止、バッテリーBTの充電の禁止、所定の回路に対する電力の供給停止、電源ユニットの使用禁止など、適切な動作を実行することができる。

[0123] また、保持する情報が電源ユニットのリセット動作によって消去される保持回路をさらに用い、検出された異常の種類に応じて異なる対応動作を実行できるようにした。例えば、電源ユニットのリセット動作によって消去されない保持回路には重要な異常の検出有無に関する情報を保持する。また、電源ユニットのリセット動作によって消去される保持回路には、リセット動作によって復帰可能な異常の検出有無に関する情報を保持する。重大な異常が検出された際には、両方の保持回路に異常が検出されたことを示す情報を保持するように構成することで、リセット動作前に一部の動作を制限したのち、リセット動作後に保持回路を参照して、より厳しい動作制限を実施することができる。

[0124] また、重大な異常の検出有無に関する情報を保持する保持回路は、電源ユニットの外部からのノイズや、電源ユニット内の他の回路が発生するノイズの影響を受けづらい位置に実装することで、ノイズの影響による誤動作を効果的に抑制することが可能になる。

[0125] 発明は上記の実施形態に制限されるものではなく、発明の要旨の範囲内で、種々の変形・変更が可能である。

[0126] 本願は、2021年5月10日提出の日本国特許出願特願2021-79747を基礎として優先権を主張するものであり、その記載内容の全てを、ここに援用する。

請求の範囲

- [請求項1] 電源と、
- 前記電源から供給される電力を消費してエアロゾル源を加熱する負荷が接続されるコネクタと、
- 前記電源から前記負荷への電力の供給を制御する制御回路と、を有するエアロゾル生成装置の電源ユニットであって、
- 前記電源ユニットはさらに、
- 第1の異常を示す第1レベルの信号を出力する第1検出回路と、
- 第2の異常を示す前記第1レベルの信号を出力する第2検出回路と、
- 、
- 前記第1検出回路の出力と前記第2検出回路の出力とが接続される第1入力端子を有し、前記第1入力端子の入力レベルが前記第1レベルである場合、出力端子から所定レベルの信号を出力する第1保持回路と、
- 前記第1検出回路の出力と前記第2検出回路の出力とに接続され、前記第1検出回路の出力が前記第1レベルであり、前記第2検出回路の出力が前記第1レベルとは異なる第2レベルである場合に、前記第1入力端子の入力レベルが前記第1レベルとなるように構成された制限回路と、
- を有する、電源ユニット。
- [請求項2] 前記第2検出回路の出力、前記制限回路、および前記第1検出回路の出力が直列に接続される、請求項1に記載の電源ユニット。
- [請求項3] 前記第1入力端子が、前記第2検出回路の出力と前記制限回路との間に接続される、請求項1または2に記載の電源ユニット。
- [請求項4] 前記制限回路は、前記第1検出回路と前記第2検出回路との間に流れる電流の方向を制限するダイオードである、請求項1から3のいずれか1項に記載の電源ユニット。
- [請求項5] 前記第1レベルがローレベルであり、前記制限回路は、カソードが

前記第 1 検出回路の出力に接続され、アノードが前記第 2 検出回路の出力に接続されるダイオードである、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の電源ユニット。

[請求項6] 前記ダイオードがショットキーダイオードである、請求項 4 または 5 に記載の電源ユニット。

[請求項7] 前記第 1 保持回路が第 2 入力端子を有し、前記第 1 検出回路の出力が前記第 2 入力端子にも接続される、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の電源ユニット。

[請求項8] 前記第 1 保持回路は、前記第 1 入力端子の入力が前記第 2 レベルである場合には前記第 2 入力端子の入力レベルを前記出力端子から出力する、請求項 7 に記載の電源ユニット。

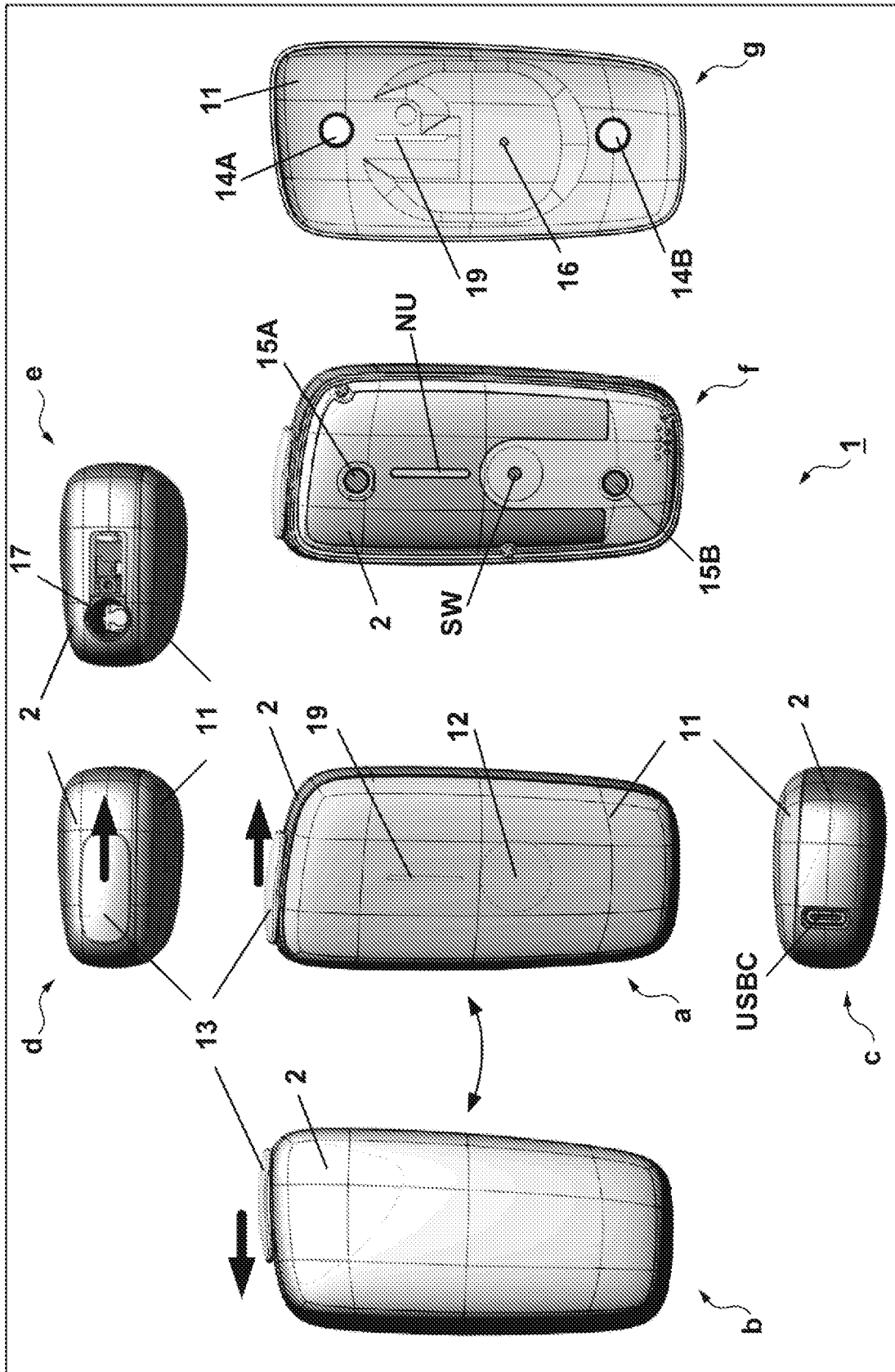
[請求項9] 前記第 1 検出回路および前記第 2 検出回路が、サーミスタの電位と基準電位とを入力とするオペアンプである、請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載の電源ユニット。

[請求項10] 前記電源ユニットの表面を構成するケースをさらに有し、
前記第 1 の異常が前記負荷の温度の異常であり、前記第 2 の異常が前記ケースの温度の異常である、請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の電源ユニット。

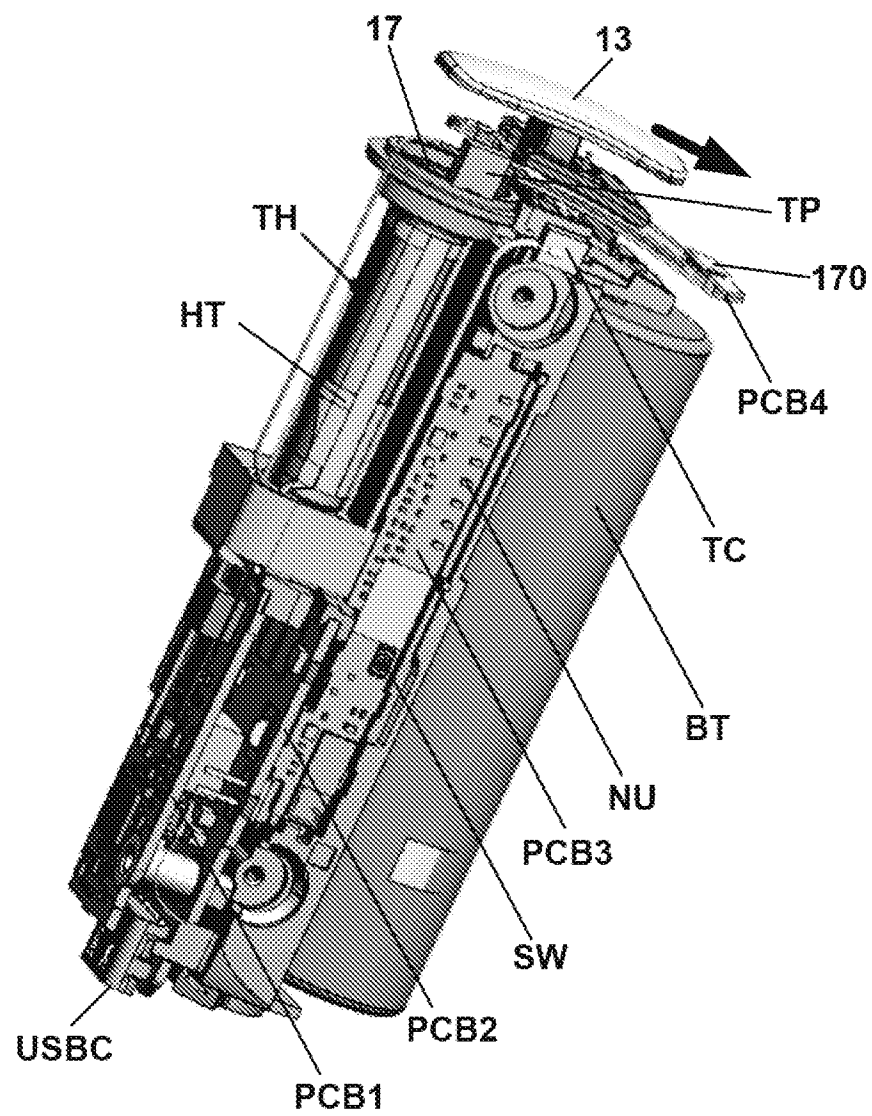
[請求項11] 前記第 1 保持回路の前記所定レベルの出力は、前記制御回路を介さずに前記負荷への通電を禁止するために用いられる、請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載の電源ユニット。

[請求項12] 前記第 1 保持回路の前記所定レベルの出力は、前記負荷と接地電位とを接続するスイッチをオフさせる、請求項 11 に記載の電源ユニット。

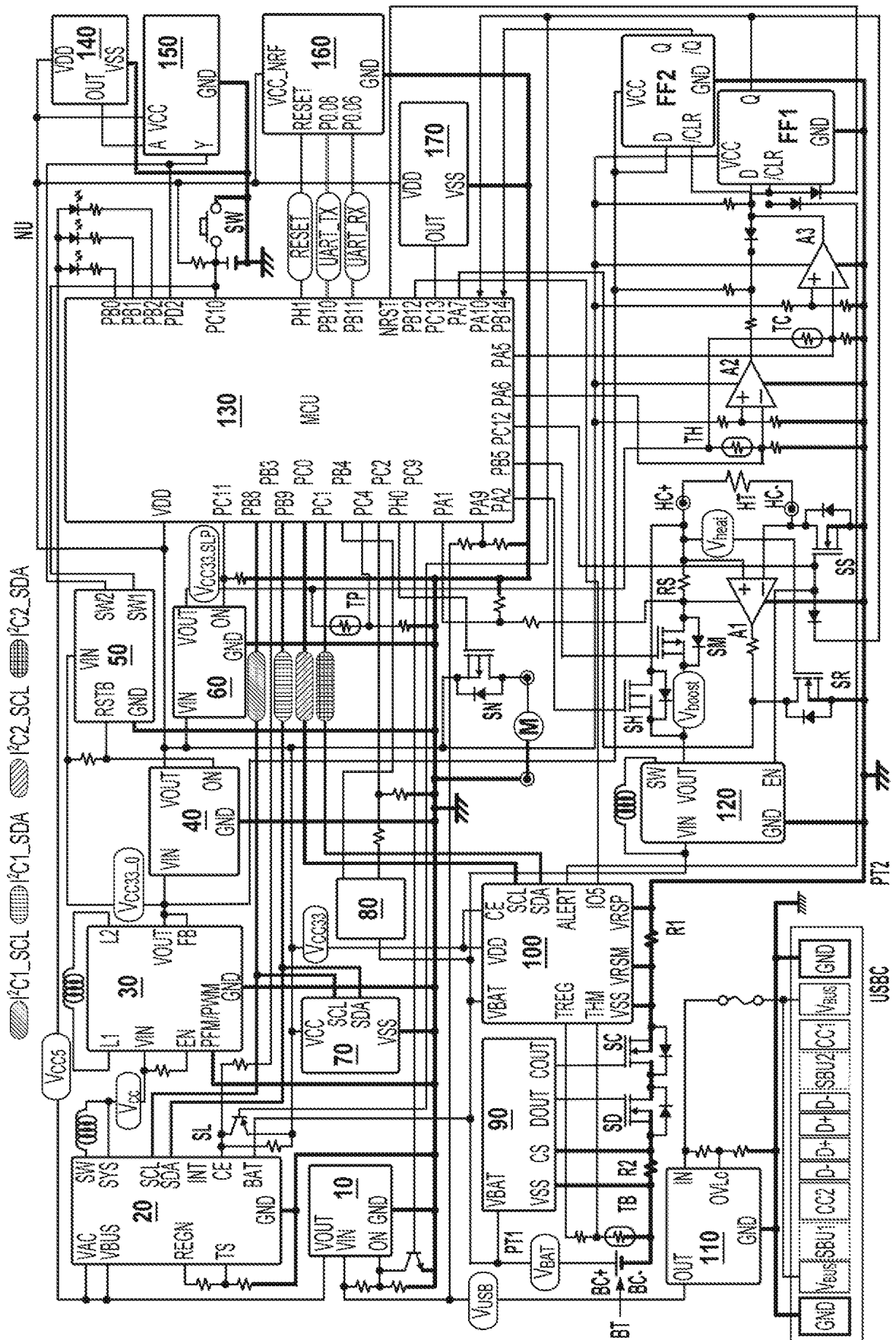
[図1]



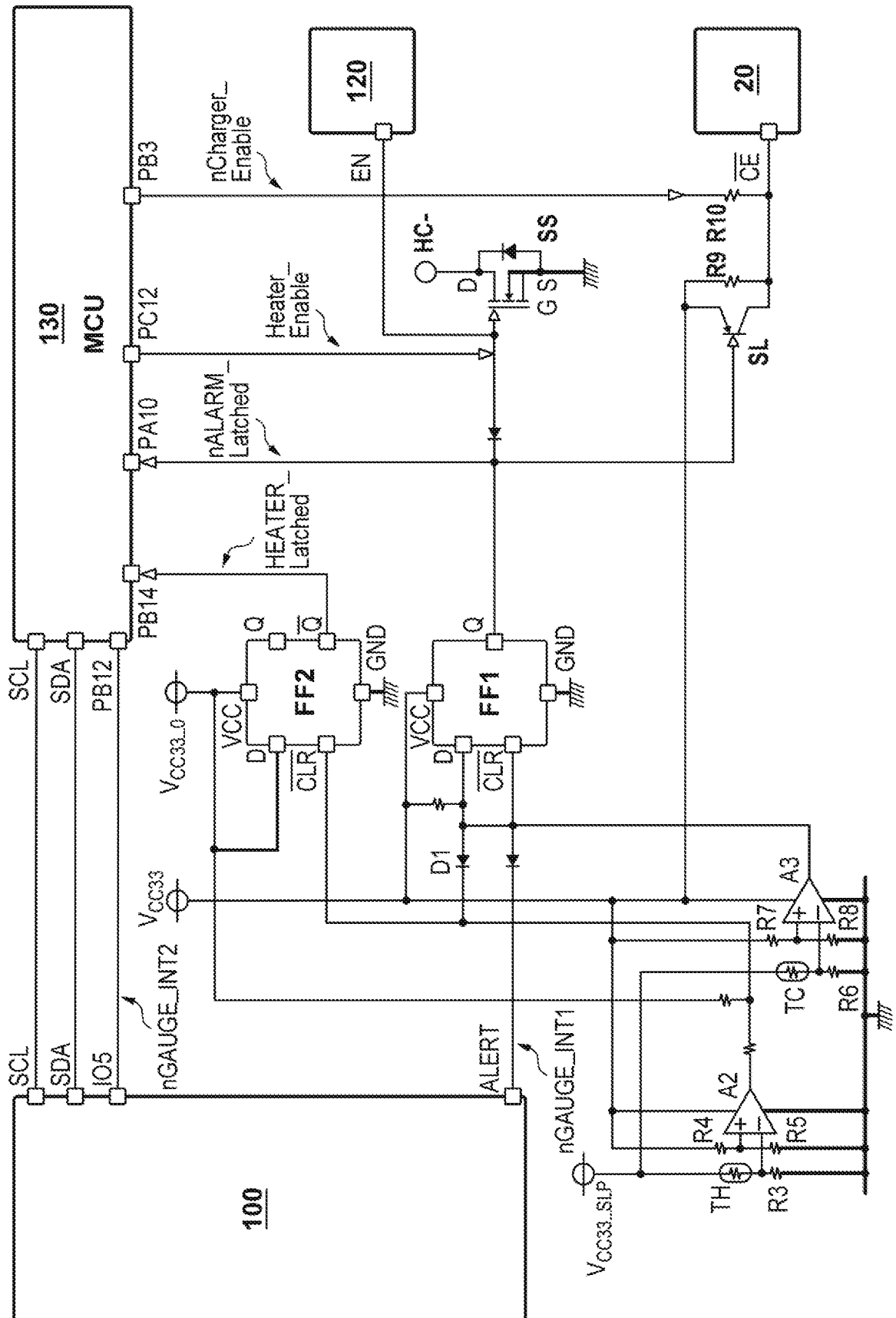
[図2]



[図3]



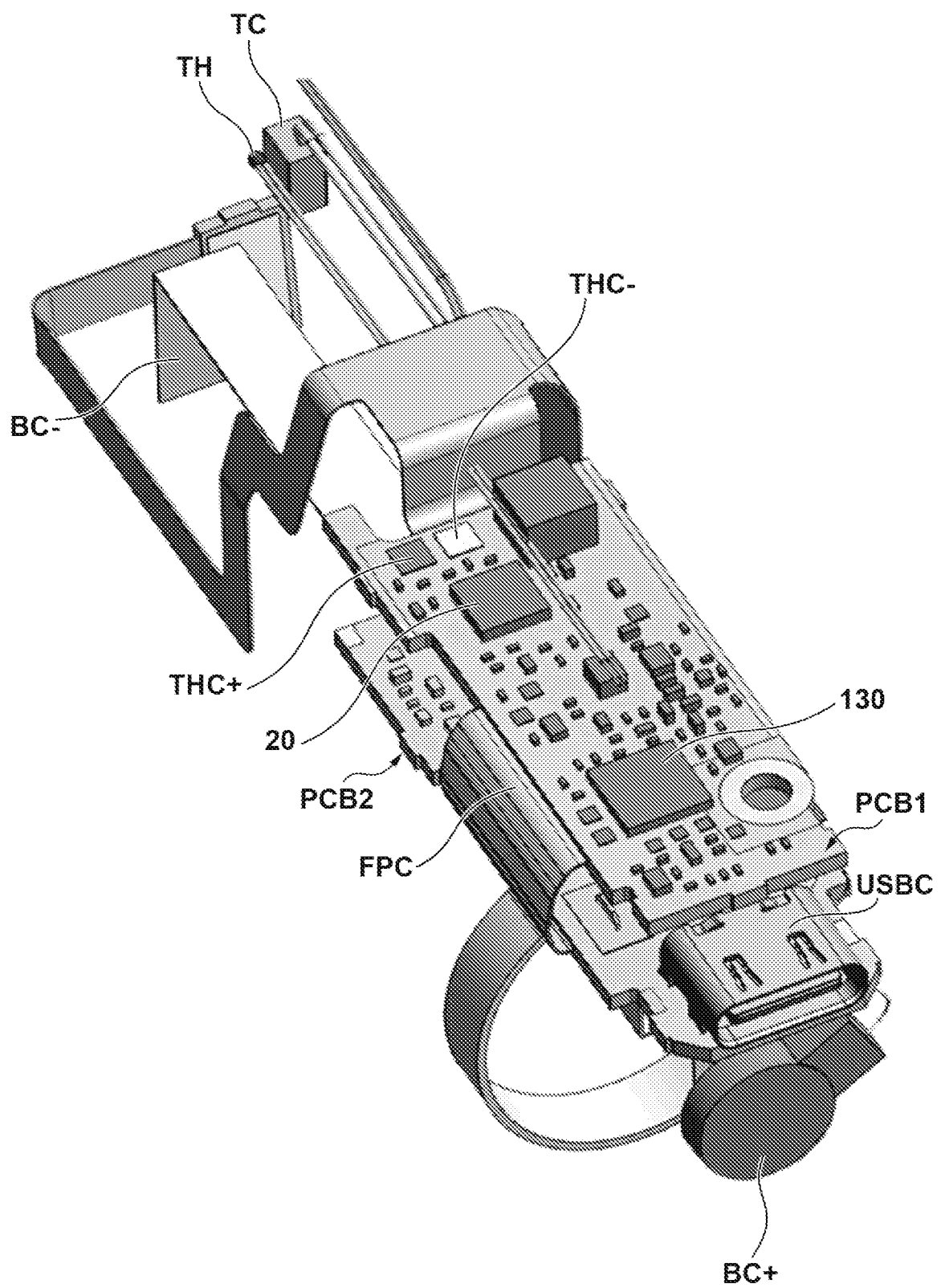
[図4A]



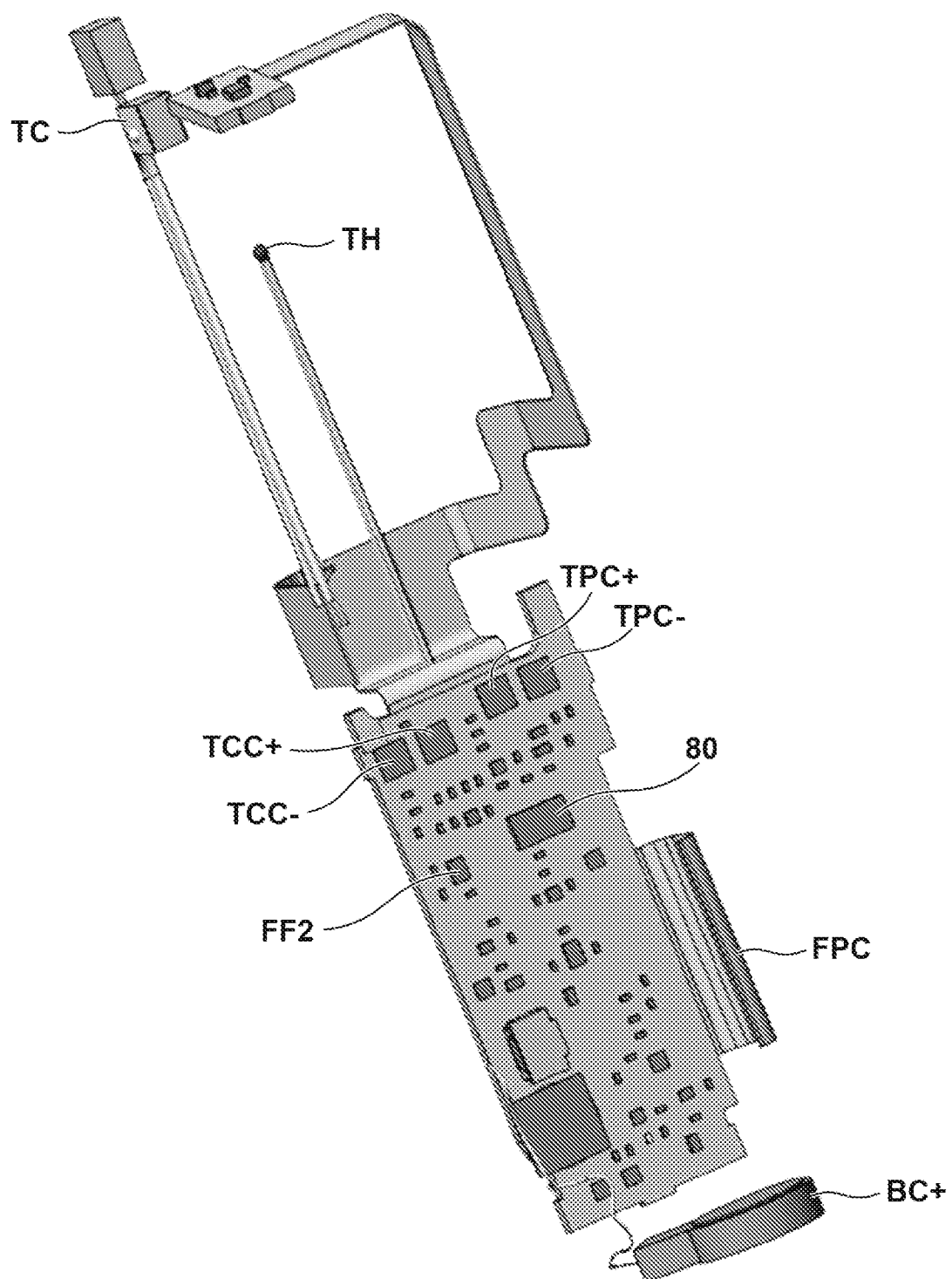
[図5]

バッテリーBTIに関する異常条件の例			
監視パラメータ		MCU130の 判定条件	nGAUGE_INT1の 出力条件 nGAUGE_INT2の 出力条件
電流	過電流	Timing	
	放電	—	≥10A ≥9.75A
	充電	≥設定値の1.1倍	≥2.75A
電池 温度	過加熱	放電	≥55°C ≥51°C (≤45°Cで復帰)
			≥60°Cが2sec.継続 ≥85°Cが2min.継続
	低温	充電	≥55°C
		放電	—
電圧	過充電	常時	—
			≥4.235V
	過放電	常時	—
			≤2.8V
電圧	深放電	常時	内部アルゴリズム
			—

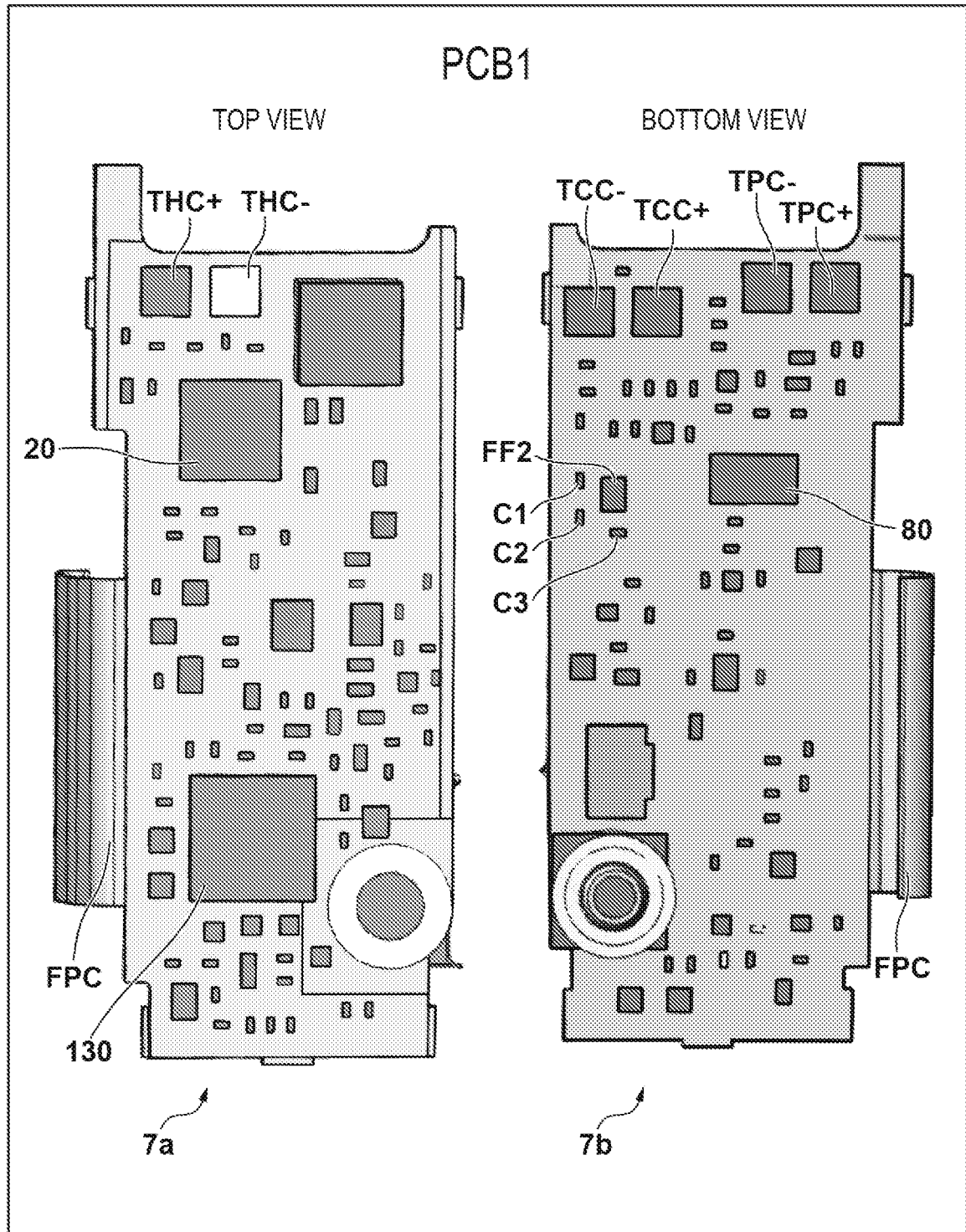
[図6A]



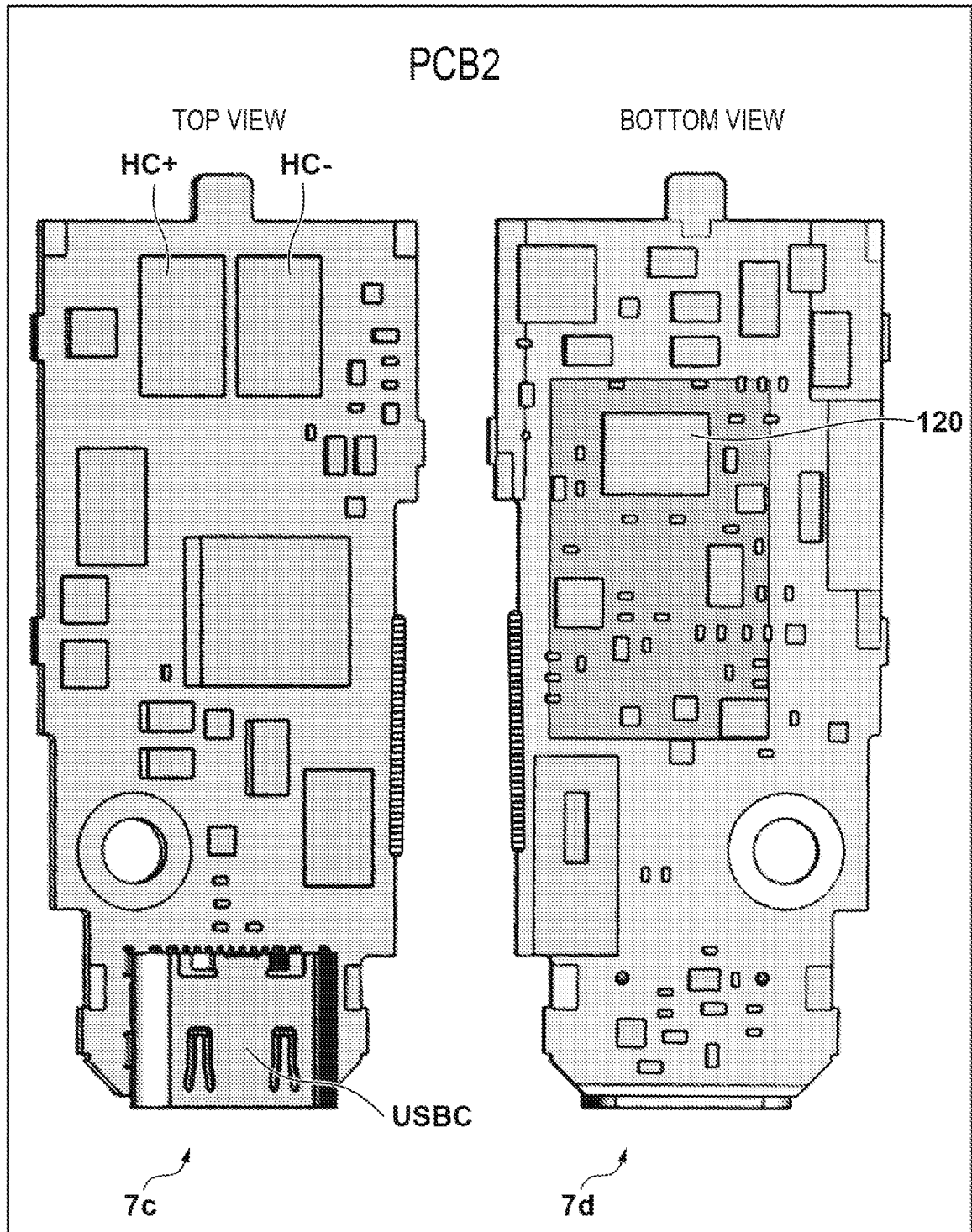
[図6B]



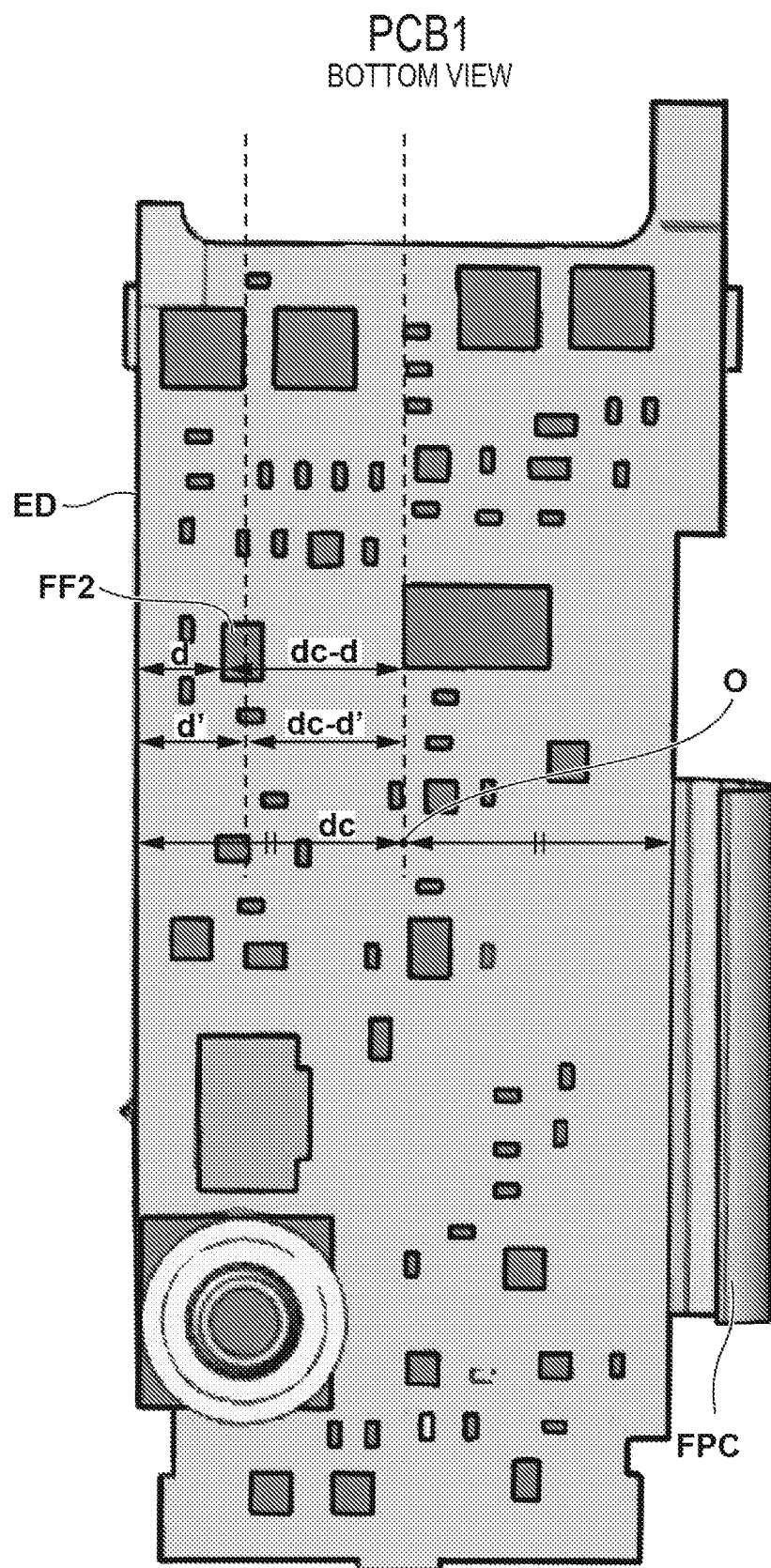
[図7A]



[図7B]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/012245

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*A24F 40/53*(2020.01)i; *H02J 7/00*(2006.01)i

FI: A24F40/53; H02J7/00 Y; H02J7/00 S

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)

A24F40/53; H02J7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-114200 A (JAPAN TOBACCO INC) 30 July 2020 (2020-07-30) paragraphs [0013]-[0116], fig. 1-11	1-12
A	JP 2020-114198 A (JAPAN TOBACCO INC) 30 July 2020 (2020-07-30) paragraphs [0011]-[0103], fig. 1-11	1-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ 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 application or patent 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 April 2022

Date of mailing of the international search report

26 April 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/012245

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-114200	A	30 July 2020	US 2020/0235600 A1	paragraphs [0024]-[0116], fig. 1-11
				EP 3683921 A1	
				KR 10-2020-0089639 A	
				CN 111436657 A	
				TW 202033121 A	
JP	2020-114198	A	30 July 2020	US 2020/0235599 A1	paragraphs [0025]-[0146], fig. 1-11
				EP 3683917 A1	
				KR 10-2020-0089636 A	
				CN 111463844 A	
				TW 202033121 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） A24F 40/53(2020.01)i; H02J 7/00(2006.01)i FI: A24F40/53; H02J7/00 Y; H02J7/00 S														
B. 調査を行った分野														
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） A24F40/53; H02J7/00														
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
A	JP 2020-114200 A（日本たばこ産業株式会社）30.07.2020（2020 - 07 - 30） 段落[0013]-[0116], 図1-11	1-12												
A	JP 2020-114198 A（日本たばこ産業株式会社）30.07.2020（2020 - 07 - 30） 段落[0011]-[0103], 図1-11	1-12												
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</td> <td>“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</td> <td>“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</td> </tr> <tr> <td>“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献	
* 引用文献のカテゴリー	“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの													
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの													
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献														
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献														
国際調査を完了した日 11.04.2022	国際調査報告の発送日 26.04.2022													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 安食 泰秀 3R 3740 電話番号 03-3581-1101 内線 3371													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/012245

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2020-114200	A	30.07.2020	US	2020/0235600	A1	
				段落[0024]-[0116], 図1-11			
				EP	3683921	A1	
				KR	10-2020-0089639	A	
				CN	111436657	A	
				TW	202033121	A	
JP	2020-114198	A	30.07.2020	US	2020/0235599	A1	
				段落[0025]-[0146], FIGs. 1-11			
				EP	3683917	A1	
				KR	10-2020-0089636	A	
				CN	111463844	A	
				TW	202033121	A	