

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7616888号  
(P7616888)

(45)発行日 令和7年1月17日(2025.1.17)

(24)登録日 令和7年1月8日(2025.1.8)

(51)Int. Cl.

F I

<i>B 6 4 D</i>	<i>15/20</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 6 4 D</i>	<i>15/20</i>	
<i>B 6 4 D</i>	<i>45/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>B 6 4 D</i>	<i>45/00</i>	<i>A</i>
<i>G 0 1 K</i>	<i>1/024</i>	<i>(2021.01)</i>	<i>G 0 1 K</i>	<i>1/024</i>	
<i>G 0 1 K</i>	<i>1/14</i>	<i>(2021.01)</i>	<i>G 0 1 K</i>	<i>1/14</i>	<i>L</i>
<i>G 0 1 K</i>	<i>7/20</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 1 K</i>	<i>7/20</i>	<i>A</i>

請求項の数 14 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-5481(P2021-5481)  
 (22)出願日 令和3年1月18日(2021.1.18)  
 (65)公開番号 特開2021-116060(P2021-116060A)  
 (43)公開日 令和3年8月10日(2021.8.10)  
 審査請求日 令和5年7月19日(2023.7.19)  
 (31)優先権主張番号 20153740  
 (32)優先日 令和2年1月24日(2020.1.24)  
 (33)優先権主張国・地域又は機関  
 欧州特許庁(EP)

(73)特許権者 501348092  
 グッドリッチ コーポレイション  
 アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2  
 8 2 1 7 - 4 5 7 8 シャーロット ウエ  
 スト ティボラ ロード 2 7 3 0 フォ  
 ー コロシウム センター  
 (74)代理人 100086232  
 弁理士 小林 博通  
 (74)代理人 100092613  
 弁理士 富岡 潔  
 (72)発明者 デバディ カーティク  
 アイルランド, コーク, ポペス クアイ,  
 ノース クアイ プレース, アパートメン  
 ト 7 5

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 航空機表面の氷検出システム、および氷検出システムの動作方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

航空機表面の氷検出システムであって、前記航空機表面上のそれぞれの点において配置されるように構成される複数の温度感知素子(500)を含むセンサアセンブリ(10)と、前記温度感知素子のそれぞれによって感知された温度を示す信号を受信するように構成される制御ユニット(20)と、前記温度感知素子から前記制御ユニットに前記信号を送信するための単一の信号導通バス(50)と、電源と、前記電源から前記センサアセンブリ(10)上の前記複数の温度感知素子(500)へと電力を供給する単一の電力バス(30)と、を備え、前記センサアセンブリ(10)が、前記複数の温度感知素子(500)の各々から出力された前記信号を受信し、前記単一の信号導通バス(50)上での前記制御ユニットへの送信のために前記複数の温度感知素子からの前記信号を単一信号に多重化するように構成されるマルチプレクサ(40)をさらに含み、前記単一の電力バス(30)が、前記電源からステップダウンレギュレータ(60)を介して前記マルチプレクサ(40)に電力を提供する、システム。

【請求項 2】

前記温度感知素子が、抵抗温度検出器である、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記温度感知素子が、3線式抵抗温度検出器である、請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記信号が、電圧信号である、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載のシステム。

## 【請求項 5】

前記信号が、電流信号である、請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載のシステム。

## 【請求項 6】

前記ステップダウンレギュレータが、ツェナー電圧レギュレータ、リニア電圧レギュレータ、または電力スイッチング電圧レギュレータである、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 7】

受信された前記信号が、加熱デバイスを制御するために評価される、請求項 1～6 のいずれか 1 項に記載のシステム。

## 【請求項 8】

受信された前記信号が、除氷デバイスを制御するために評価される、請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載のシステム。

10

## 【請求項 9】

警報が、前記信号に基づいてトリガされる、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載のシステム。

## 【請求項 10】

前記信号が、所定の閾値との比較によって評価される、請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のシステム。

## 【請求項 11】

前記信号が、検出及び判別アルゴリズムによって評価される、請求項 1～10 のいずれか 1 項に記載のシステム。

20

## 【請求項 12】

氷検出システムの動作方法であって、複数の温度感知素子 (500) を用いることにより航空機表面上の複数の位置の温度を検出することと、単一の信号導通バス (50) による制御ユニットへの送信のために、マルチプレクサ (40) を用いることにより、検出された前記温度を単一の多重化信号に結合することと、前記制御ユニットにおいて前記温度を評価することと、前記比較に基づいて着氷を示す温度を識別することと、そのような温度が検出された前記位置を識別することと、を備え、

電源から電力を供給し、

単一の電力バス (30) により、前記電源から前記複数の温度感知素子へと電力を供給し、かつ、前記電源からステップダウンレギュレータ (60) を介して前記マルチプレクサに電力を供給する、

30

ことをさらに備えた、方法。

## 【請求項 13】

検出された前記温度に基づいて識別された前記位置 (複数可) において加熱器または除氷デバイスを動作させることをさらに含む、請求項 12 に記載の方法。

## 【請求項 14】

識別された前記温度に基づいて警報をトリガすることをさらに含む、請求項 12 または 13 に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

40

## 【0001】

本開示は、氷が形成されている、または形成されようである条件を検出するために、例えば翼、フラップ、スラット、回転翼などであるがこれらに限定されない、任意の航空機表面上で温度を検出するシステム及び方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

航空機表面上の着氷は、表面に対して損傷を引き起こすことがあり、飛行中の航空機の動作に悪影響すら有することもあり、それによって、破滅的な結果を有する場合がある。航空機エンジン内、翼型表面上、またはプロペラもしくは回転翼の着氷は、特に危険であり得る。着氷は、航空機の重量を増加させ、不均衡を生じさせ、吸気通路を遮断もしくは変

50

化させ、及び／または可動部分の動きを妨げることがある。したがって、着氷は、確実に迅速に検出される必要がある。

【0003】

大抵の民間航空機には、飛行中の着氷を除去または減少させるために、加熱器または他の除氷システムが備えられている。それに加えて、または代替として、着氷が判断される場合に、警報が作動され得る。また、航空機は、氷が航空機の表面上に形成され得る条件において、離陸前に除氷される。着氷を検出すると、温度測定が行われ、または温度もしくは温度変化を示す信号が生成され、所与の閾値より低い温度が判断される場合、除氷が行われる。

【0004】

従来の氷検出システムは、モニタリング対象の表面上に、または表面に接続されて配置される温度センサのアレイを含む。センサはそれぞれ、各配線によって制御ユニットに接続される。各センサは、センサの位置における温度を示す信号を、配線（複数可）に沿って制御ユニットに送信する。信号は、例えば、電圧または電流などの電気信号であってもよい。次いで、信号は、制御ユニットにおいて処理されて、着氷または着氷が今にも起こりそうであることの表示を提供し、警報及び／または除氷／加熱をトリガする。温度センサは、当技術分野において様々な種類が既知である温度感知素子である。センサアレイと制御ユニットとの間の配線の数は、温度感知素子の数に依存する。一般に使用されるセンサは、3線式RTDであり、そのような構成では、各センサ素子は3つの配線を介して制御ユニットに接続される。電力線もまた、センサアセンブリに提供される。したがって、そのようなシステムは、センサへの、及びセンサからの多数の配線を伴い、それは、追加のセンサ毎に3倍に増加する。

【0005】

多数の配線の使用によって重量及びシステムの複雑性が増し、多数の潜在的な故障点をもたらされる。それぞれの追加配線は、システムの機械的信頼性を低下させる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本開示は、従来のシステムよりも少ない配線を用いた氷検出のためのシステム及び方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

したがって、航空機表面のための氷検出システムであって、航空機表面上のそれぞれの点において配置されるように構成される複数の温度感知素子を含むセンサアセンブリと、温度感知素子のそれぞれによって感知された温度を示す信号を受信するように構成される制御ユニットと、温度感知素子から制御ユニットに信号を送信するための信号導通バスと、センサアセンブリに電力を提供するための手段と、を含み、センサアセンブリが、信号導通バス上での制御ユニットへの送信のために複数の温度感知素子からの信号を単一信号に多重化するように構成されるマルチプレクサをさらに含む、システムが提供される。

【0008】

異なる種類の多重化が、当技術分野において既知であるように用いられ得る。

【0009】

温度感知素子は、任意の既知の温度センサ、例えば抵抗温度検出器（RTD）、例えば3線式RTDであってもよい。

【0010】

実施例において、センサアセンブリに電力を提供する手段は、ステップダウン電圧レギュレータ、例えば、ツェナー電圧レギュレータ、リニア電圧レギュレータ、電力スイッチング電圧レギュレータなどを介して、電力をマルチプレクサに提供する。他の電源も使用されてもよい。

【0011】

制御ユニットは、好適には、例えば信号を閾値と比較することによって、信号を評価し、比較結果に依存して加熱器及び／または除氷デバイス、及び／または警報を制御する。信号は、例えば、異なる着氷適用条件を識別するために検出及び／または判別アルゴリズムを用いることなどであるがこれに限定されない、他のやり方で評価され得る。この場合も、特定の条件の評価、推定、または判断に依存して、例えば、加熱器、除氷器、警報を作動させるなどの動作がトリガされ得る。

【0012】

氷検出システムを動作させる方法であって、航空機表面上の複数の位置において温度を検出することと、制御ユニットへの送信のために、検出された温度を単一の多重化信号に結合することと、温度を閾値と比較することと、比較に基づいて着氷を示す温度を識別することと、そのような温度が検出された位置を識別することと、を含む方法も、提供される。

10

【0013】

方法は、次いで、識別された位置（複数可）において加熱器または除氷デバイスを動作させるためにさらに使用され得る。

【0014】

発明の好適な実施形態は、単なる例として、図面を参照してここで説明される。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】 先行技術において既知の氷検出システムの概略図である。

20

【図1A】 既知の氷検出システムの、より詳細な図である。

【図2】 本開示による氷検出システムの概略図である。

【図2A】 本開示による氷検出システムの、より詳細な図である。

【図2B】 本開示による代替氷検出システムの、より詳細な図である。

【図3】 開示による、システムにおいて使用され得る電圧レギュレータの回路図である。

【図4】 取得された温度信号の信号調整のためのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

既知の氷検出システムが、図1及び図1Aを参照して簡単に説明される。システムは、制御ユニット2に接続されたセンサアセンブリ1を含む。センサアセンブリは、航空機表面上の様々な位置、例えば、翼型、羽根、エンジンなど（図示せず）に置かれて、そのような位置における、またはそのような位置近くの温度を測定する、複数の温度感知素子6を含む。電力は、電力バス3を介してセンサアセンブリに提供され、制御ユニット2から、または制御ユニット2を介して提供され得る。代替として、センサアセンブリは、異なるソースによって電力供給されてもよい。

30

【0017】

温度感知素子6のそれぞれが、その感知素子によって感知される温度を示す信号を出力する。各信号は、1つまたは複数の配線5を介して制御ユニットに送信される。示される実施例において、センサは、温度が上昇するにつれて抵抗が増加する、抵抗温度検出器（RTD）である。実施例において、いわゆる3線式RTDは、リード抵抗の影響を最小化するために使用される。よって、3つの信号配線が、各温度感知素子に提供される。当然ながら、他の温度センサが使用されてもよい。

40

【0018】

制御ユニットは、着氷条件、または着氷が今にも起こりそうであること、もしくは着氷の可能性を示す条件を判断するために、複数の信号調整器7を用いて、例えば、所定の閾値との比較によって、及び／または検出及び判別アルゴリズムを実行することによって、検出された温度を評価する。評価結果は、加熱器（図示せず）及び／または他の除氷デバイス（図示せず）を作動させるため、及び／または警報（図示せず）をトリガするために使用され得る。

【0019】

50

ここで図2を参照すると、本開示のシステムは、センサアセンブリから制御ユニットへの多数の配線5の必要性を回避することによって、図1に示されるようなシステムの問題点を解決し、それによって、より信頼性の高いシステムがもたらされる。

#### 【0020】

従来のシステムと同様に、開示のシステムは、複数の温度感知素子（図示せず）を含むセンサアセンブリ10と、制御ユニット20と、を含む。電力は、電力バス30を介してセンサアセンブリ10に供給される。

#### 【0021】

センサアセンブリ10には、温度感知素子のそれぞれから出力信号を受信し、制御ユニット20への信号バス50の送信のためにそれらを全て単一出力信号上に多重化する、マルチプレクサ40が提供される。既知の構成と同様に、多くの種類の温度センサが使用され得る。実施例では、3線式RTDが使用される。入力信号（demux信号）は、どの温度測定値がどの温度感知素子からのものであるかを識別するために、バス50上で温度信号と共に送信されるようにマルチプレクサに提供される。実施例では、マルチプレクサは、単一チップデバイスであってもよい。

10

#### 【0022】

図2A及び図2Bは、図2に関連して上述したようなシステムの考えられる実施形態をより詳細に示す。示される実施例において、制御ユニット10は、コントローラボード100上に提供され、プロセッサ、ここではデジタル信号プロセッサDSP200、アナログデジタル変換器ADC300、及び信号調整回路400を含む。

20

#### 【0023】

上述のように、センサアセンブリ10は、マルチプレクサ40及び複数のセンサを含む。センサは、異なる構成を有し得る。図2Aに示される一実施例では、センサは、RTDの両端がマルチプレクサを通してコントローラボードに接続されるようにマルチプレクサ40に接続される、3線式RTD500であってもよい。図2Bの構成では、RTD500'は、マルチプレクサを通して、3線式システムを介してコントローラボードに接続される。

#### 【0024】

好適な実施形態では、バス30上でセンサアセンブリ10に送信される電力が、マルチプレクサに電力供給するためにも使用され得る。示される実施例では、ステップダウンレギュレータ60は、マルチプレクサに供給するための適切なレベルまで電力を低下させる。ステップダウンレギュレータは、例えば、図3に示されるようなツェナー電圧レギュレータであってもよい。当然のことながら、他の電源及び／またはレギュレータが、マルチプレクサ40に適切な電源を提供するために使用されてもよい。

30

#### 【0025】

ここで図4を参照すると、温度信号が、以下のように調整され得る。

#### 【0026】

電流源600は、例えば1mA～10mAの電流信号を生成し、これを感知素子、ここではRTD500に供給して、RTDによって感知される温度に 관련된電圧信号を生成する。これは、次いで、信号調整器に対して（マルチプレクサ40を介して）制御ユニットに送信される。信号調整器は、誤差補償700、ならびにアンチエイリアシング及びノイズ除去800を含む。調整後、信号は、ADC300に渡される。

40

#### 【0027】

誤差補償ブロック700は、RTDからの配線／ケーブル抵抗に起因する測定の誤差を補償する。

#### 【0028】

アンチエイリアシングフィルタ及びノイズ除去ブロック800は、適用に必要とされるシグナルインテグリティを維持するために高次高調波を除去する。

#### 【0029】

本開示のシステムは、氷検出システムにおける配線量を著しく減少させ、それによってシ

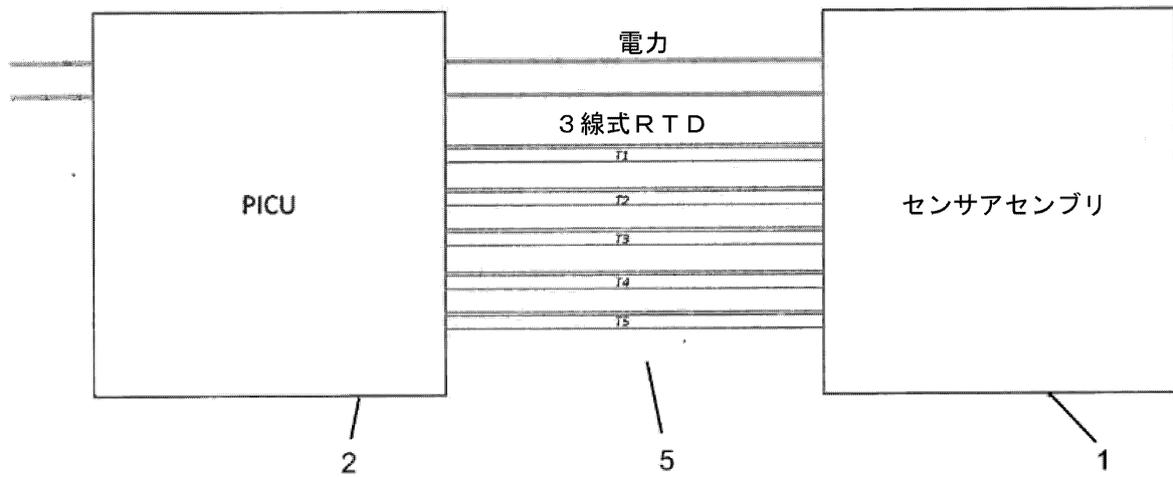
50

システムの機械故障率を低下させる。さらに、制御ユニットは、信号入力バスからのデータを処理するだけでよく、それが信号調整及び取得に必要な構成要素を減少させる。

【0030】

説明された実施形態は、単なる例に過ぎない。本開示の範囲は、特許請求の範囲のみによって限定される。

【図1】



10

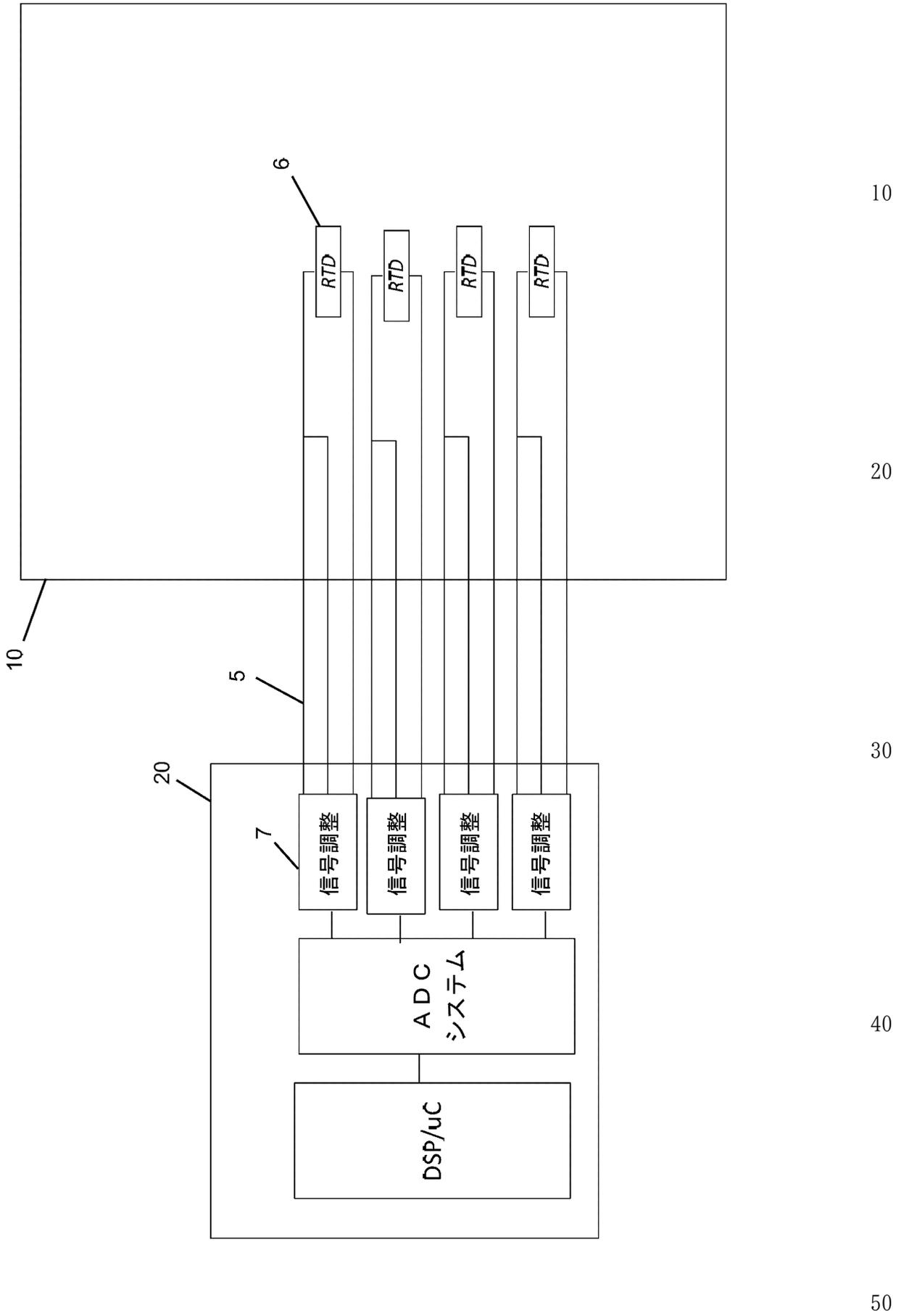
20

30

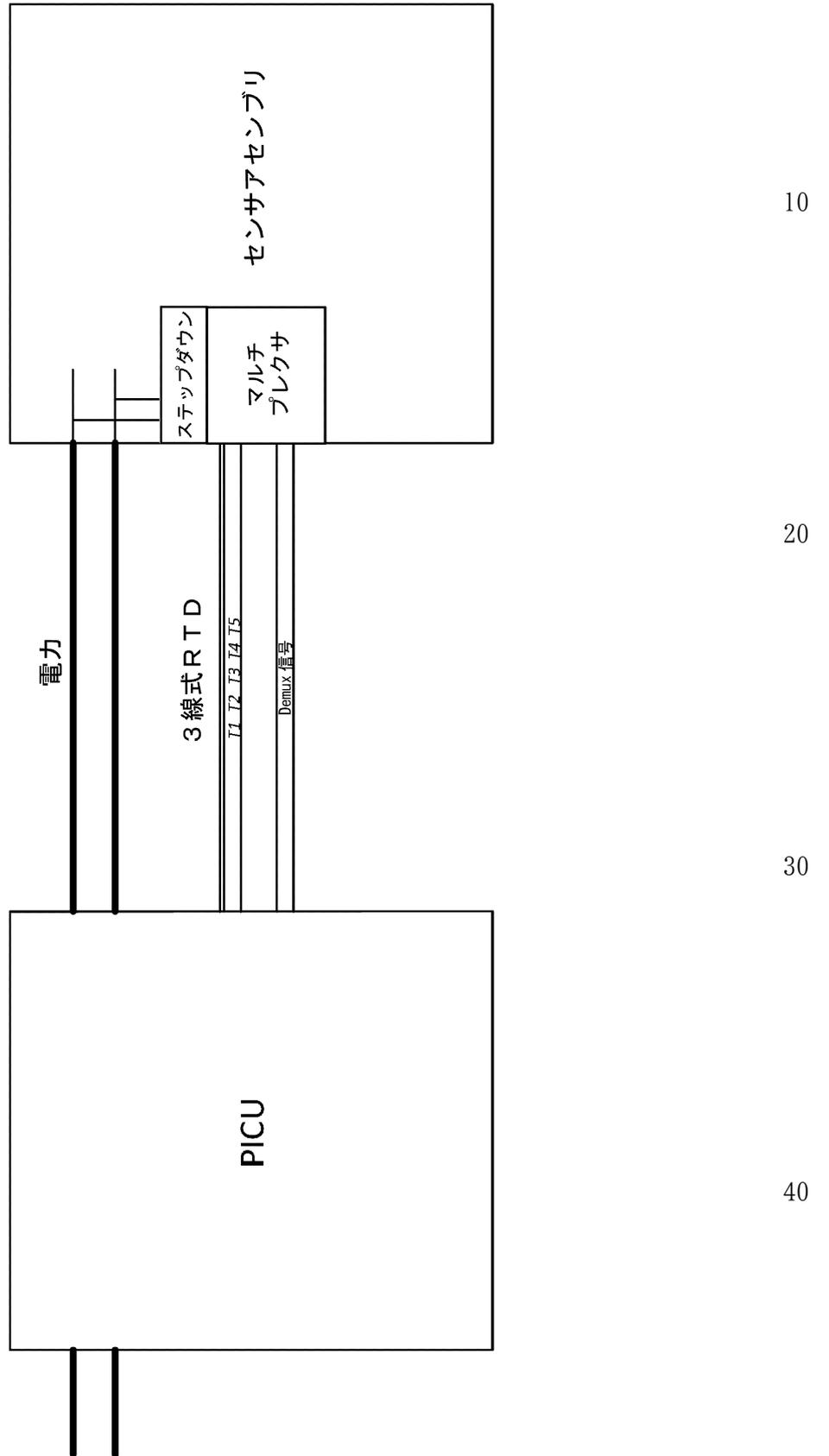
40

50

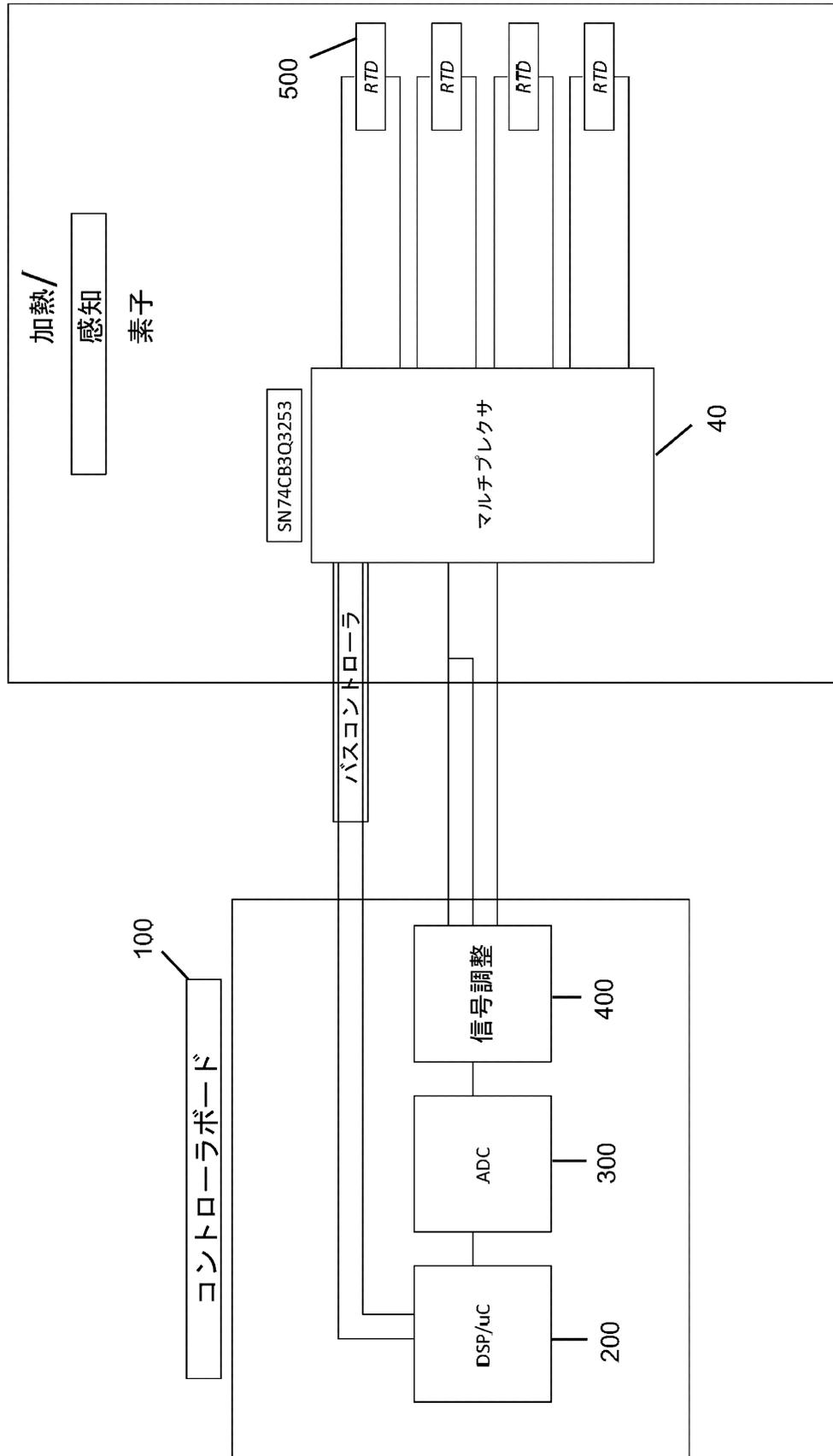
【図1A】



【図2】



【図2A】



10

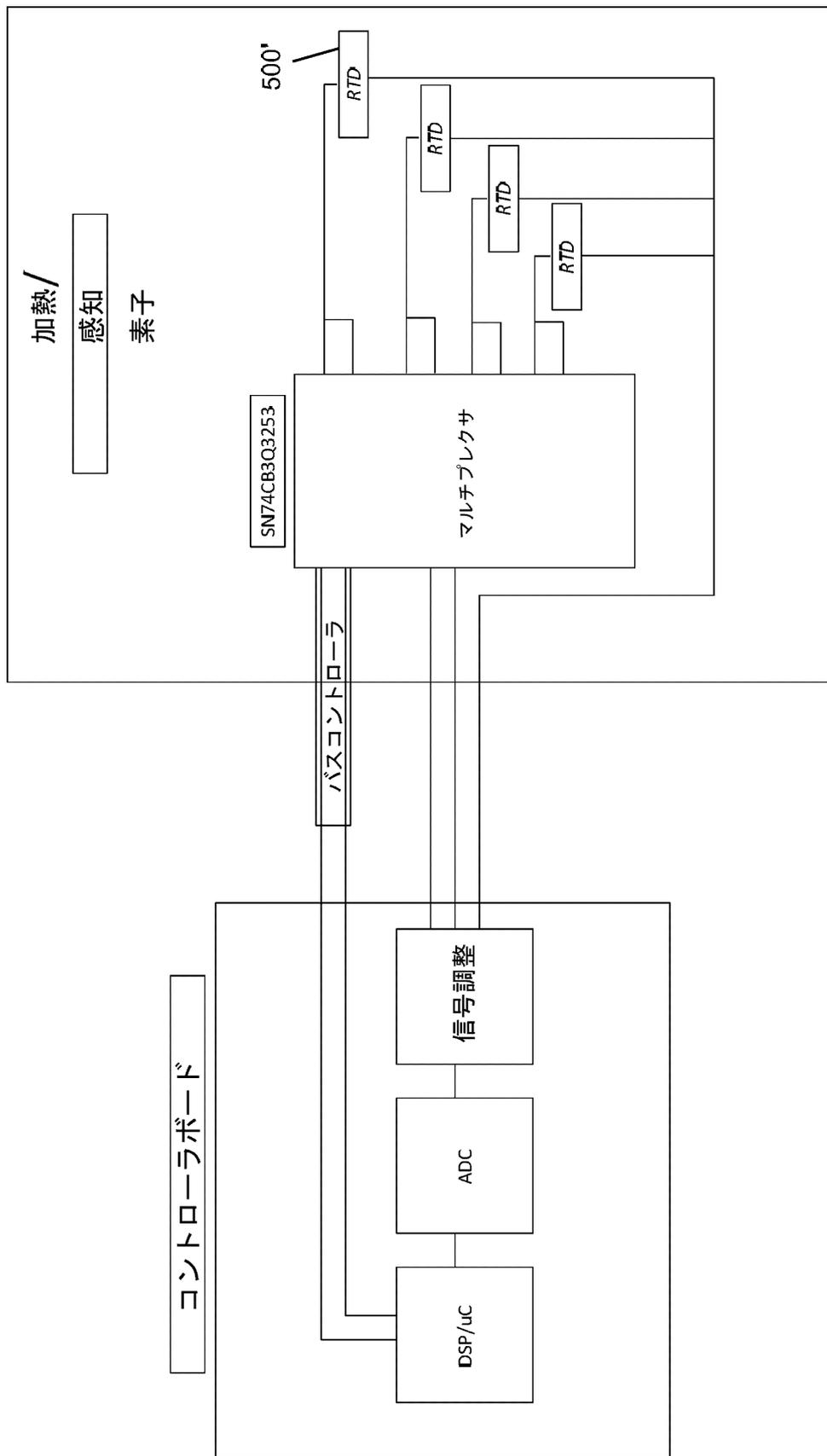
20

30

40

50

【図2B】



10

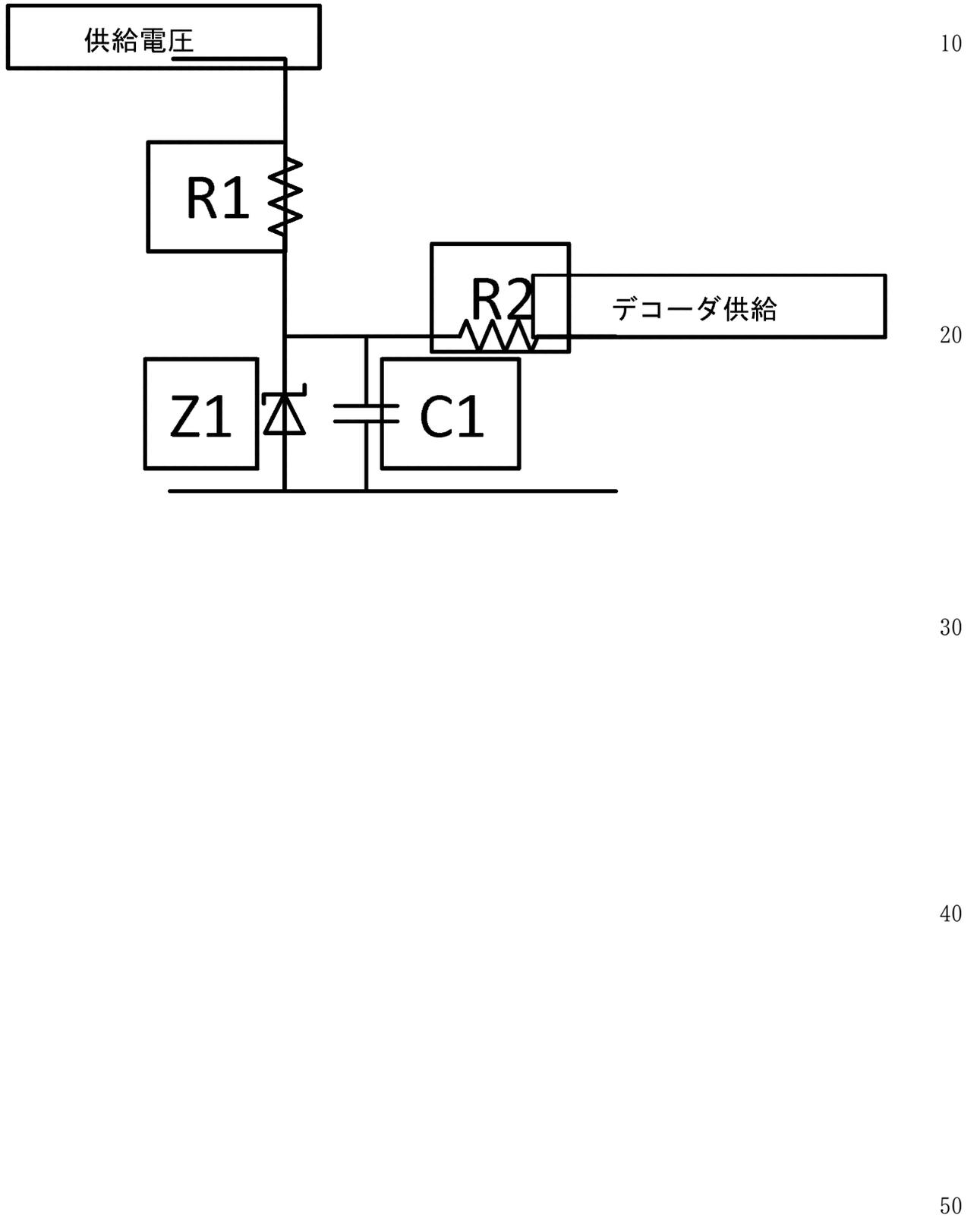
20

30

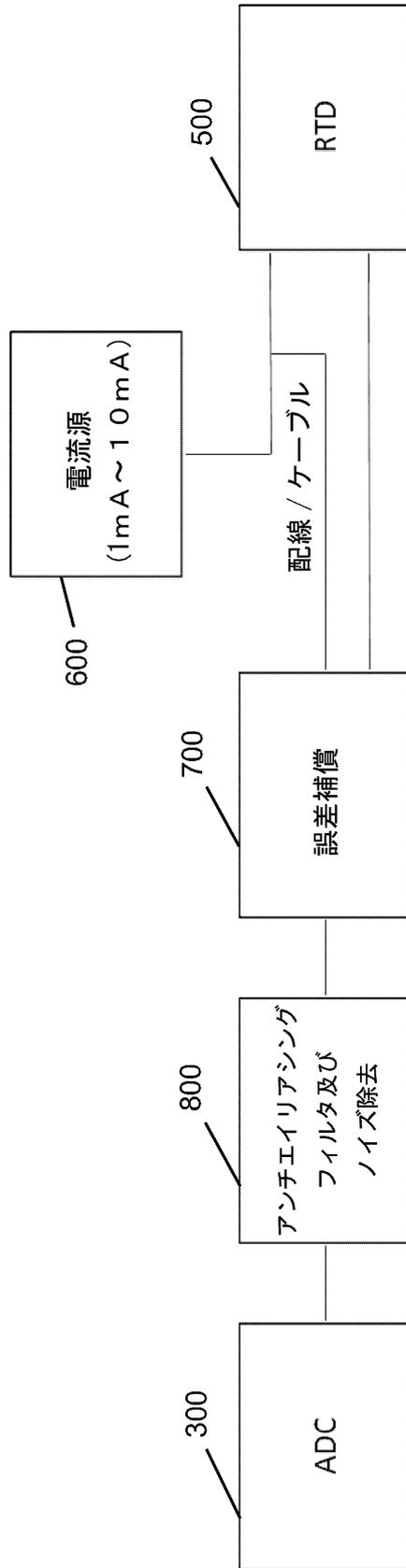
40

50

【図3】



【図4】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
*G 0 8 C 15/06 (2006.01)* G 0 8 C 15/06 C

(72)発明者 リドウアン エル ハッサン  
 アイルランド, コーク, ロチェスタウン, マウント オーヴァル ヴィレッジ, キルプロディ 5  
 9

(72)発明者 シャブクスワー ローハン  
 アイルランド, コーク, エグリントン ストリート, ジ エリシアン, アpartment 106

(72)発明者 ザデル アレックス  
 アメリカ合衆国, オハイオ, ウィロビー, ウッド ストリート 4691

(72)発明者 セルヴァライ スグマラン  
 インド, カルナータカ, ベンガルール, シージハリ, ホスコテ ロード, エスエイチ35, プラブ  
 マノル Apartment, エー314

(72)発明者 ボトウーラ ガルデミア  
 アメリカ合衆国, オハイオ, コプリー, ツリートップ スパー 218

(72)発明者 ジェラオ ジャンカルロ  
 アイルランド, コーク, ノース リング ロード, グラナリー コート 49

審査官 塚本 英隆

(56)参考文献 米国特許出願公開第2005/0184193 (US, A1)  
 特開平04-359399 (JP, A)  
 米国特許第08571738 (US, B1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 6 4 D 1 5 / 2 0  
 B 6 4 D 4 5 / 0 0  
 G 0 1 K 1 / 0 2 4  
 G 0 1 K 1 / 1 4  
 G 0 1 K 7 / 2 0  
 G 0 8 C 1 5 / 0 6