世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **G01R 31/02**	**A1**	(11) 国際公開番号	**WO97/14972**
		(43) 国際公開日	1997年4月24日(24.04.97)

(21) 国際出願番号 PCT/JP96/03034

(22) 国際出願日 1996年10月18日(18.10.96)

(30) 優先権データ
特願平7/273239 1995年10月20日(20.10.95) JP

(71) 出願人（米国を除くすべての指定国について）
セイコーエプソン株式会社
(SEIKO EPSON CORPORATION)[JP/JP]
〒163 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号 Tokyo, (JP)
セイコー電子工業株式会社
(SEIKO INSTRUMENTS INC.)[JP/JP]
〒261 千葉県千葉市美浜区中瀬1-8 Chiba, (JP)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
早川 求(HAYAKAWA, Motomu)[JP/JP]
〒392 長野県諏訪市大和三丁目3番5号
セイコーエプソン株式会社内 Nagano, (JP)
佐久本和実(SAKUMOTO, Kazumi)[JP/JP]
〒261 千葉県千葉市美浜区中瀬1-8
セイコー電子工業株式会社内 Chiba, (JP)

(74) 代理人
弁理士 鈴木喜三郎, 外(SUZUKI, Kisaburo et al.)
〒163 東京都新宿区西新宿二丁目4番1号
セイコーエプソン株式会社内 Tokyo, (JP)

(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

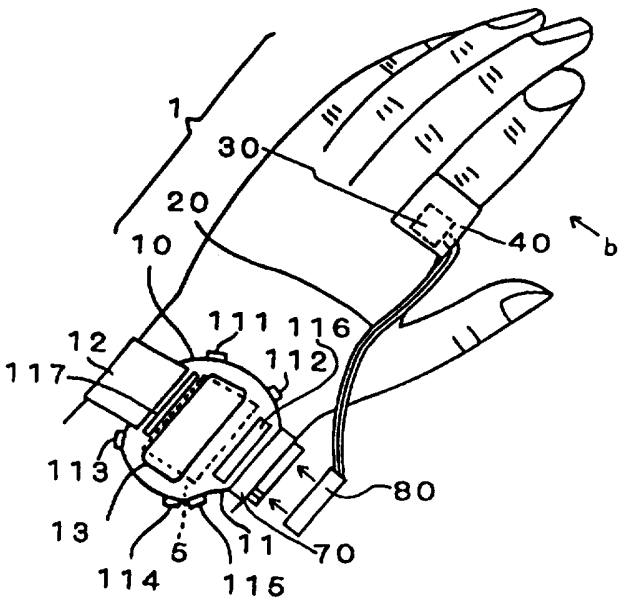
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: CONNECTING CONDITION EXAMINATION APPARATUS, PORTABLE ELECTRONIC EQUIPMENT AND CONNECTING CONDITION EXAMINATION METHOD

(54)発明の名称 接続状態の診断装置、携帯型電子機器および接続状態の診断方法

(57) Abstract

In an examination apparatus and an examination method, the connecting condition of a connector and wiring of a circuit-forming section provided with a circuit element, such as LED is examined, and a fault, such as short-circuited condition or an opened condition can be detected. When an examination value obtained is judged to be normal, this examination value is stored as a normal value. This enables a relative value judgement to be done in which the variation of an examination value with respect to the normal value is compared with a judgement value to determine a fault. Since a fault can be judged reliably by the examination method even when a power source voltage varies or even when differences among individual circuit elements are large, processes, such as measurement process can be carried out reliably.



（５７）要約

ＬＥＤなどの回路素子を備えた回路構成部分のコネクタ部分や配線部分などの接続状態を診断し、ショートあるいはオープンといった不具合を検出可能な診断装置および診断方法において、得られた診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶し、その正常値に対する診断値の変化を判定値と比較して不具合を判定する相対値判定を可能にする。本発明の診断方法により電源電圧が変動したり、回路素子の固体差が大きい場合でも確実に不具合を判定できるので、計測などの処理を確実に行うことができる。

情報としての用途のみ
ＰＣＴに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード

AL アルバニア
AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
AZ アゼルバイジャン
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルギナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ共和国
CG コンゴー
CH スイス
CI コート・ジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CZ チェッコ共和国
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB 英国
GE グルジア
GH ガーナ
GN ギニア
GR ギリシャ
HU ハンガリー
IE アイルランド
IL イスラエル
IS アイスランド
IT イタリー
JP 日本
KE ケニア
KG キルギスタン
KP 朝鮮民主主義人民共和国
KR 大韓民国
KZ カザフスタン
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LR リベリア
LS レソト
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトビア
MC モナコ
MD モルドバ
MG マダガスカル
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NL オランダ
NO ノルウェー
NZ ニュージーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア連邦
SD スーダン
SE スウェーデン
SG シンガポール
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア共和国
SN セネガル
SZ スワジランド
TD チャード
TG トーゴ
TJ タジキスタン
TM トルクメニスタン
TR トルコ
TT トリニダード・トバゴ
UA ウクライナ
UG ウガンダ
US 米国
UZ ウズベキスタン共和国
VN ヴィェトナム
YU ユーゴスラビア

明　細　書

発明の名称

接続状態の診断装置、携帯型電子機器および接続状態の診断方法

技術分野

本発明は、回路素子、配線、コネクタ、ケーブルなどを含めた電気回路を構成する回路構成部分（回路構成要素、回路構成領域）の接続状態のオープンあるいはショートといった不具合を検出可能な接続状態の診断装置および診断方法に関し、特に、電池などを用いて動作する携帯型の電子機器の診断に適した診断方法および診断方法に関するものである。

背景技術

センサなどの外部ユニットをケーブルなどを介して本体に接続し、計測や状態の監視などの処理を行う電子機器が数多くある。例えば、脈波を計測して脈拍数を算出可能な腕装着型の脈波計測機器が提案されており、血液の量の変化を光学的に検出し、その検出結果に基づいて脈拍数などの脈波情報を表示するタイプのものが検討されている。この光学式の脈波計測機器では、ＬＥＤ（発光ダイオード）などの発光素子と、フォトダイオードやフォトトランジスタなどの受光素子とを備えたセンサユニット（外部装置）を指などに取り付け、ＬＥＤから照射した光のうち指など（血管）から反射してきた光をフォトダイオードで受光するようにしている。このように血量変化を受光量の変化として検出することにより、その検出結果に基づいて脈拍数などを求め表示することができる。

腕装着型の脈波計測機器では、センサユニットを動作させる駆動源として装置本体に内蔵された電池が用いられており、本体とセンサユニットを接続するケーブルを介して供給されるようになっている。センサユニットから延びるケーブルの一方の端にはコネクタピースが構成され、このコネクタピースを装置本体のコネクタ部に装着することにより、装置本体からケーブルを介してセンサユニットに電力が供給される。これと共に、センサユニットによって検出された検出信号がケーブルを介して装置本体に入力されるようになっている。

このようなセンサユニットなどの外部ユニットをコネクタで接続し、その先にケーブルを用いて延設する電子機器においては、コネクタやケーブルなどの接続部分でオープンやショートといった不具合が発生しやすい状態にある。特に、脈波計測機器のように人体などの動きがある対象物に装着する電子機器においては、信頼性の高い処理を行うためには接続部分のオープンあるいはショートといった不具合を自動的に監視することが望ましい。例えば、コネクタの部分に着目すると、外部ユニットに接続されたコネクタピースと、本体のコネクタ部とから構成されるコネクタ部分では、双方の端子による電気的な接続が複数箇所で行われるが、携帯型の電子機器ではサイズ上の制約から比較的狭い領域内でコネクタピースとコネクタ部を接続する必要がある。このため、本体に構成されたコネクタ部の側の端子間で、ショートあるいはオープンの検出を適当な頻繁で行うことが望ましい。

従来、回路構成部分がショートしているか否かの検出には、回路構成部分の動作電圧、例えば、端子間の電圧を測定し、その値が端子間の正常な抵抗レベルに対応して予め設定しておいたしきい値（判定値）を越えているか否かによって判定されることが多い。すなわち、コネクタ部分において、動作電圧が印加されている端子の近くに別の端

子が配置されており、これらの端子間でショートが発生しておれば、別の端子に動作電圧がかかる。従って、この別の端子の電圧を計測し、その値が所定の値以上であればショート状態にあると判断することが可能である。

しかしながら、このような方法では、ショート状態にあるか否かを判定するための判定値を適正に設定することが困難であり、誤検出を起こしやすい場合がある。たとえば、電池や大容量コンデンサ、あるいは２次電池などの蓄電装置を電源部に採用している電子機器においては、動作時間によって蓄電装置の出力電圧が低下する。従って、これに伴って動作電圧が低下するので、不具合を診断するための診断値として得られる動作電圧も低下してしまう。このため、ショート状態であっても別の端子にかかる動作電圧（診断値）が判定値以下となることがある。このようなケースでは、ショートが発生しているにもかかわらず正常であると誤って判定してしまう可能性がある。また、回路構成部分が固体差の比較的大きな回路素子を備えていると、回路素子のばらつきによって回路構成部分の診断値が変動する。このため、適当な判定値を予めセットすることが困難になる。例えば、端子間に電気回路的に接続する電気素子に抵抗などの電気的特性のばらつきがあると、そのばらつきは動作電圧のレベル（値）に影響を与える。このため、ショート状態にあっても、診断値として得られる端子間の動作電圧が判定値以下になることがあり、このような場合も正常な状態であると誤って判定してしまう。

そこで、本発明においては、回路構成部分の不具合を検出するために得られる診断値が電源電圧や回路素子の特性によって変動しても精度良くショートあるいはオープンといった不具合を判定できる診断装置および診断方法を提供することを目的としている。さらに、変動す

る診断値を判定するための処理が簡単に行え、診断のための判定値などに多くのメモリー領域が必要にならず、また、回路を追加する必要もない診断装置および診断方法を提供することも本発明の目的の１つである。また、処理が複雑となって診断時間が長くなるようなことがない診断装置および診断方法を提供することも本発明の目的としている。そして、計測機能を搭載した携帯型などの電子機器において、計測処理などに影響を与えることなく精度の高い診断を短時間で行うことができる診断装置および診断方法を提供することを目的としている。

発明の開示

本発明においては、診断値が変動してしまう場合でも一定の判定値で不具合を判断できるように、診断したときに正常と判断された診断値を正常値として一時的に記憶し、この正常値と次に得られた診断値を比較し、この正常値に対する診断値の変化を判定値と比較し、不具合を判定するようにしている。すなわち、本発明の回路構成部分に診断時に発生する動作電圧または動作電流に基づいて診断値を取得して回路構成部分のオープンまたはショートの不具合を判断可能な診断装置においては、診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶する更新手段と、正常値に対する診断値の変化を判定値と比較して不具合を判定する相対値判定手段とを設けるようにしている。

従って、少なくとも診断する際に回路構成部分が蓄電装置から供給された電力によって動作し、蓄電装置の電圧が低下したために回路構成部分から得られる診断値が低下しても、診断値が正常な場合は低下した電源電圧下で得られた診断値が正常値として記憶される。このため、回路構成部分に不具合が発生して正常値から診断値が判定値以上に変動すると、電源電圧の変動にかかわらず不具合を精度良く判定す

ることができる。また、回路構成部分が、ＬＥＤなどの固体差の大きな回路素子を備えている場合であっても、その回路素子を用いた回路構成部分の状態で正常と判断された診断値が正常値として記憶される。従って、その回路構成部分の適した正常値が設定されるので、以降においては診断値が正常値に対し判定値以上に変動した否かによって不具合の発生を判断することができる。

このように、本発明の診断装置を用いることにより、電源電圧の変動や回路素子の固体差にかかわらず、その回路構成部分のショートあるいはオープンの判断に適した判定値を用意しておくだけで正確に不具合を判定することができる。従って、電源電圧の変動によって判定値を変更したり、回路素子の固体差によって判定値を調整する必要はなく、診断値が変動する可能性のある回路構成部分の接続状態を極めて簡単な処理によって高速で診断することができる。このため、本発明の診断装置は、携帯型の小型でコンパクトな電子機器にも搭載することが可能であり、このような携帯型の電子機器は電池などの蓄電装置を電源として動作するので、本発明の診断装置は特に適していると言える。

さらに、本発明の診断装置は、診断処理の手順が簡易であるので、診断時に処理装置にかかる負荷が少ない。従って、計測機能を備えた本体と、この本体に着脱可能なコネクタによって接続され計測対象からの信号を検出可能なセンサ部とを搭載したような携帯型の電子機器に、本発明の機能を備えた診断部を採用することにより、計測処理を行う計測部などと並列に処理を行うことが可能であり、不具合の発生をリアルタイムで監視し、より確実で精度の高い計測処理を実現することも可能である。すなわち、センサ部を用いて間欠的に計測を行う計測部と、この計測部の計測の合間に診断部を動作する制御部とを設

けることにより、計測処理の速度を減じることなく診断処理を行い、精度の高い計測を行うことができる。

本発明の相対値判定手段に加えて、診断値を判定値と直に比較して不具合を判定する固定値判定手段を共に採用することも可能であり、選択手段によって回路構成部分または不具合の種別によって相対値判定手段または固定値判定手段を選択するようにしても良い。

このような回路構成部分あるいは電源電圧の状況を反映した正常値をいったん記憶して接続状態の診断を行う処理は、パソコン（パーソナルコンピュータ）などの処理装置に外部センサなどを接続して計測する場合などにも適用することができる。すなわち、本発明においては、以下のようなステップを有する接続状態の診断方法を提供することができる。

1．診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶する更新工程。

2．正常値に対する診断値の変化を判定値と比較して不具合を判定する相対値判定工程。

上記の診断装置と同様に、少なくとも診断する際に回路構成部分が蓄電装置から供給された電力によって動作する場合に本発明の診断方法は好適である。例えば、ノートブック型などの携帯型のパソコンを用いて計測を行ったり、あるいは、センサを搭載した外部ユニットに電池電源などを搭載してデータを転送している装置の接続状態を診断するのに適している。また、回路構成部分に、ＬＥＤなどの固体差の大きな回路素子を備えている装置に対しても本発明の診断装置および診断方法は適している。さらに、診断値を判定値と直に比較して不具合を判定する固定値判定工程も設け、相対値判定工程および固定値判定工程に先立って、回路構成部分または不具合の種別によって相対値

判定工程または固定値判定工程を選択する選択工程を行うことにより、診断に適した判定工程を選択し、さらに高速で診断処理を行えるようにすることも可能である。

このような本発明の接続状態の診断方法は、上記の工程を備えたソフトウェアとして提供することが可能であり、磁気記録媒体やＲＯＭなどのコンピュータあるいはマイクロプロセッサ等に読み取り可能な媒体に記憶させて提供することができる。

図面の簡単な説明

図１は、本発明の計測方法を用いた脈拍数測定機能を搭載した携帯用電子機器の外観および使用状態を示す説明図である。

図２は、図１に示す携帯用電子機器の概略構成を示す回路図である。

図３は、図１に示す電子機器に診断部の概略構成を示すブロック図である。

図４は、図１に示す電子機器の発光側のショートを検出するための等価回路を示す図である。

図５は、図９に示す等価回路において、固体差の大きなＬＥＤを用いたときに得られる検出電圧Ｖ１（診断値）をショート抵抗ＲＳの値に対して示すグラフである。

図６は、図９に示す等価回路において、固体差の小さなＬＥＤを用いたときに得られる検出電圧Ｖ１（診断値）をショート抵抗ＲＳの値

に対して示すグラフである。

図７は、図９に示す等価回路において、動作電圧が変化したときに得られる検出電圧Ｖ１（診断値）をショート抵抗ＲＳの値に対して示すグラフである。

図８は、図１に示す電子機器の発光側のオープンを検出するための等価回路を示す図である。

図９は、図８に示す等価回路において得られる検出電圧Ｖ１（診断値）をオープン抵抗ＲＯの値に対して示すグラフである。

図１０は、図１に示す電子機器の受光側のオープンを検出するための等価回路を示す図である。

図１１は、図１０に示す等価回路において得られる検出電圧Ｖ２（診断値）をオープン抵抗ＲＯの値に対して示すグラフである。

図１２は、図１に示す電子機器の受光側のショートを検出するための等価回路を示す図である。

図１３は、図１２に示す等価回路において得られる検出電圧Ｖ２（診断値）をショート抵抗ＲＳの値に対して示すグラフである。

図１４は、図３に示す診断部における動作を説明するためのタイミングチャートである。

図１５は、診断選択部における処理を示すフローチャートである。

図１６は、固定値判定部における処理を示すフローチャートである。

図１７は、相対値比較部における処理を示すフローチャートである。

図１８は、図１に示す携帯用電子機器の装置本体の平面図である。

図１９は、図１に示す携帯用電子機器に用いた脈波検出用センサユニットの断面図である。

図２０は、図１９に示すセンサユニットを指に装着した状態を示す説明図である。

図２１に示す脈波処理部の構成を示すブロック図である。

図２２は、図１に示す電子機器のコネクタ部分に用いたコネクタピースの構造を示す説明図である。

図２３は、図１に示す電子機器のコネクタ部分に用いたコネクタ部の構造を示す説明図である。

発明を実施するための最良の形態

次に、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を説明する。

図１に、本発明の計測機能を備えた腕装着型の携帯用電子機器を示してある。この携帯用電子機器１は、腕時計として使用できる計時機能に加え、脈波を計測して表示できる脈拍数測定機能を備えている。本図に示すように、本例の携帯用電子機器１は、腕時計構造を有する装置本体１０を備えており、この本体１０の内部に、上述した各機能を実現するための制御部５などが収納されている。本体１０の表面には時刻、脈拍数などの様々なデータを表示すると共にユーザーインタフェースの機能を果たす液晶表示体１３が設けられており、さらに、本体１０の表面および側面には各機能を操作するための複数の操作スイッチ１１１、１１２、１１３、１１４、１１５、１１６および１１７が設けられている。また、本体１０には、ケーブル２０を介して脈波検出用センサユニット３０が装着されており、指先から脈波を検出できるようになっている。ケーブル２０は、本体１０に設けられたコネクタ部７０に対し、ケーブル２０の端末に取りつけられたコネクタピース８０によって着脱できるようになっており、脈波を測定するときにセンサユニット３０を本体１０に装着し、その他のときはセンサユニット３０を取り外して通常の腕時計のように使用できるようになっている。さらに、本体１０には、腕時計における１２時方向（以降において、本体１０に関する向きは全て時刻方向で示すこととする）から腕に巻きついて６時方向で固定されるリストバンド１２が設けられおり、装置本体１０をユーザーの腕に着脱自在に装着できるようになっている。

図２に、本例の電子機器１の概略構成を脈波測定を行うための機構および診断のための機構を中心に回路図およびブロック図によって示してある。本例の電子機器１は、本体１０に、マイクロプロセッサなどのデジタル処理を行う幾つかの装置によって構成される制御部５と

、センサユニット３０を用いて脈波の検出を行う機能を備えた脈波検出回路５０と、センサユニット３０の診断を行う診断値を取得する機能を備えた診断値検出回路６０と、これら脈波検出回路５０および診断値検出回路６０からの出力信号を選択して制御部５に供給する選択回路１５とが収納されている。そして、本体１０に設けられたコネクタ部７０にコネクタピース８０およびケーブル２０を介してセンサユニット３０が取りつけられるようになっており、センサユニット３０からの信号が脈波検出回路５０および診断値検出回路６０に供給されるようになっている。

本例のセンサユニット３０は、詳しくは後述するように光学的に脈波を検出するようになっている。このため、センサユニット３０は、ＬＥＤ３１ａを備えた発光部３１と、フォトダイオード３２ａおよび増幅用のトランジスタＴＲ３を備えた受光部３２を有している。これに対応して、本体１０に設けられた脈波検出回路５０は受光信号取得回路５２と、発光制御回路５１とを備えており、これらは、後述する制御部５のタイミング制御部７から供給される信号φａによって点灯と検出を行えるようになっている。受光信号取得回路５２は、フォトダイオード３２ａおよび信号増幅用のトランジスタＴＲ３をそれぞれ信号φａのタイミングで制御するトランジスタＴＲ７およびＴＲ６を備えており、これらによってコネクタ部７０および８０の端子７５４・８３４および端子７５７・８３７（以降においては端子番号だけを記載する）を介して電力が供給されるようになっている。そして、センサユニット３０で増幅された受光信号が電圧信号として端子７５１・８３１を介して得られ、増幅回路５３で増幅および蓄積された後、所定のタイミングで選択回路１５を通って制御部５に供給されるようになっている。

また、センサユニット３０の発光部３１には、電圧Ｖｄｄ２の電源電圧が端子７５２・８３２を介して供給され、端子７５３・８３３を介して接続された発光制御回路５１によって発光のタイミングと発光時の電圧がある程度制御されるようになっている。このため、発光制御回路５１には、信号φａのタイミングで制御するタイミング制御用のトランジスタＴＲ２と、電圧調整用のトランジスタＴＲ１が設けられており、コンパレータ５１ａおよび抵抗Ｒ５およびＲ６によって電圧制御できるようになっている。

本例の診断値検出回路６０も、受光部３２の診断を行う信号を取得する受光側検出回路６２と、発光部３１の診断を行う信号を取得する発光側検出回路６１とを備えている。発光側検出回路６１は、タイミング制御部７から供給された信号φｂによって制御され、受光側検出回路６２は受光部３２を動作させながら診断を行えるように受光信号取得回路５２を動作させる信号φａと連動して診断値が取得できるようになっている。

発光側検出回路６１は、タイミング信号φｂによってオンオフ制御されるトランジスタＴＲ５と、発光部３１のショートあるいはオープンといった接続上の不具合を検出し易いように発光部３１の抵抗成分に近似した値が選択された分圧抵抗Ｒ１およびＲ２を備えており、これらの抵抗Ｒ１およびＲ２によって分圧された電圧Ｖ１が診断値として得られるようになっている。この診断値は、選択回路１５を介して適当なタイミングで制御部５に供給される。

また、受光側検出回路６２は、受光部３２のトランジスタＴＲ３の状態によってオープン・ショートの診断できるようになっており、増幅回路５３に供給される配線に診断用の電圧ＶＲＧ２を乗せて動作させ、そのときの動作電圧によって受光部３２の接続上の不具合を検出

できるようになっている。受光側検出回路６２は、さらに、診断時の動作電圧を検出するための分圧抵抗Ｒ３およびＲ４と、この抵抗によって検出された電圧値を保持するように構成されたオペアンプ６２ａとを備えており、動作電圧を反映したオペアンプ６２ａの出力電圧Ｖ２を診断値として得られるようになっている。この診断値は、選択回路１５を介して適当なタイミングで制御部５に供給される。このように、本例の発光側検出回路６１および受光側検出回路６２においては、診断対象となる発光部３１あるいは受光部３２といった回路構成部分の動作電圧に基づく信号の強度を診断値として取得できるようになっている。

さらに、本例のコネクタチップ８０には、コネクタチップ８０を本体のコネクタ部７０に装着しているか否か、すなわち、センサユニット３０を装着しているか否かの判断ができるように接続確認用の端子７５５・８３５および端子７５６・８３６を備えている。端子７５５・８３５には電池５９の電圧Ｖｄｄが印加されており、コネクタチップ８０がコネクタ部７０に正常に装着されていると端子７５６・８３６が高レベルとなる。この信号φｃが後述する制御部５の診断処理部６５に入力され、コネクタチップ８０の接続の有無、すなわち、センサユニット３０の使用の有無が判断できるようになっている。

本例の選択回路１５は、３つのマルチプレクサＡＤＩ０、ＡＤＩ１およびＡＤＩ２を備えており、増幅回路５３で増幅および蓄積された受光信号、受光側検出回路６２によって検出された診断用の電圧信号Ｖ２および発光側検出回路６１によって検出された診断用の電圧信号Ｖ１のいずれかを選択して制御部５のアナログデジタル変換部（Ａ／Ｄ変換部）８に供給できるようになっている。本例の制御部５は、上述したＡ／Ｄ変換部８およびタイミング制御部７に加え、デジタルデ

一タ化された受光信号を処理して脈拍数を導出する脈波処理部５５、デジタルデータ化された診断値ＤＶを用いて回路構成部分の接続状態を診断する診断処理部６５、計時用の発振機能、時刻および日付を計測するなどを有するリアルタイムクロックを備え、時計あるいはストップウォッチなどとしての計時処理を行う計時処理部６、さらに、これらの処理部を管理する中央制御部９を備えている。また、本例の電子機器１は、このような制御部５で処理を行うためのプログラムやデータなどが予め記憶されたＲＯＭ３と、処理上の一次記憶領域や計測されたデータなどを蓄積するために用いられるＲＡＭ４と、制御部５を操作するための操作部２を備えている。操作部２は、上述したように本体１０の表面あるいは周囲に設けられた各種のスイッチ１１１～１１７を備えている。また、本例の電子機器１は、ユーザーインタフェース用の液晶パネル１３を備えており、この液晶パネル１３に時刻、計測されたデータさらには処理モードや不具合の有無などの情報が表示されるようになっている。

診断処理部について

図３に、本例の診断処理部６５の構成をさらに詳しく示してある。本例の診断処理部６５は、中央制御部９からの指示によって診断処理を開始し、診断の対象となる回路構成部分、または、オープンあるいはショートといった診断の対象となる不具合によって診断機能を選択する診断選択部６８を備えている。診断選択部６８は、診断値ＤＶとして得られた信号の種類あるいは診断対象となる不具合によって、固定値判定部６７と相対値比較部６６を選択して診断するようになっている。固定値判定部６７においては、ＲＯＭ３のしきい値設定部６７１に予め設定されたしきい値を判定値として診断値ＤＶと比較して不

具合を判定する。また、相対値比較部６６においては、ＲＡＭ４の正常値記憶部６６５に記憶された正常値Ｖｎｏｒから診断値ＤＶが変化した値をＲＯＭ３の変化量設定部６６３に設定された判定値と比較して不具合を判定するようになっている。相対値比較部６６は、得られた診断値ＤＶが正常であると判断されると正常値Ｖｎｏｒを診断値ＤＶで更新する更新部６６１と、診断値ＤＶの正常値Ｖｎｏｒからの変化（量、値あるいは比率）を判定値と比較して不具合を判定する相対値判定部６６２を備えている。なお、これらの各部の機能および処理については後でさらに詳しく説明する。

接続状態の診断機能

以下に、本例の診断処理部６５において採用している診断機能についてコネクタ部の端子に沿って説明する。コククタ部７０およびコネクタピース８０（コネクタ手段）において行なわれる電気的な接続は図２に示した通りであり、装置本体１０の側に構成されているコネクタ部７０は端子７５１～７５７を備えており、これらの端子７５１～７５７に対応して、コネクタピース８０は端子８３１～８３７を備えている。例えば、端子７５２・８３２はＬＥＤ３１ａに駆動電圧Ｖｄｄ２を供給するためのプラス電位（高電位）の端子、端子７５３・８３３はマイナス電位（低電位）の端子である。また、端子７５４・８３４はフォトダイオード（ＦＤ１）３２ａのカソード端子に駆動用の定電圧ＶＲＧ１を供給するための端子、端子７５１・８３１を介してフォトトランジスタと同等の機能となるトランジスタＴＲ３のコレクタ端子からの信号が入力される端子、端子７５７・８３７はトランジスタＴＲ３のエミッタ端子をグランド電位とするグランド端子である。また、端子７５５、７５６は、端子８３５、８３６を介してコネク

タピース８０をコネクタ部７０に装着したか否かを検出するための信号が入力される端子である。なお、上述した電源電圧Ｖｄｄ２、ＶＲＧ１およびＶＲＧ２は電池５９の電源電圧Ｖｄｄから変換された電圧である。

発光部のショートの検出

以下に、本例の診断処理部６５において発光部３１のショートを検出する方法について説明する。本例では、上述した発光側検出回路６１によって取得された端子７５３から得られた電圧Ｖ１を診断値として端子７５２および端子７５３に接続された発光部３１がショートしているか否かの不具合を診断するようにしている。

一般に、ショートであるか否かの診断は、その回路構成部分の動作電圧が一定の値以上になったことを判断して行われる。回路構成部分中にショートが発生することにより、回路構成部分に含まれる回路素子の抵抗成分による電圧降下がなくなるので所定のポイントにおける動作電圧が上昇するからである。しかしながら、本例の電子機器１においては、このような方法では幾つかの問題が生ずる。まず、本例の電子機器１は、携帯型であり電池を電源として駆動しており、さらに、発光部３１の電源としても電池電圧ＶｄｄをＬＥＤが発光可能な電圧に昇圧した電圧Ｖｄｄ２が用いられている。従って、電池の電圧が低下するとＬＥＤ３１ａに供給される電圧は、昇圧した電源電圧Ｖｄｄ２は初期状態よりもかなり低い電圧となるので、ショートが発生しているにもかかわらず動作電圧が判定値に到達しない可能性がある。従って、端子７５２および端子７５３間（すなわち、発光部３１）のショート検出を行うにあたって、従来のように、駆動電圧が端子７５２に印加されていることを利用して端子７５３の電圧を計測し、その

計測値が予め設定されたしきい値（判定値）を越えているか否かでショート状態を判定するだけでは確実な診断は不可能である。

また、発光部３１の主な回路素子であるＬＥＤ３１ａは、固体差が大きく、通常供給されるものは順方向電圧の許容値が±５０％程度である。従って、素子によって電圧降下に±５０％程度の相違が発生する可能性がある。このため、判定値の設定が非常に難しくなり、ショートが発生していなくともショートであると判定されたり、あるいは、ショートが判定できないといった事態が生ずる。このように、端子７５２および７５３間に挿入されたＬＥＤ３１ａの電気的特性によって、正常時の端子間電圧もばらつくことになり、その結果、得られる診断値のばらつきの範囲も大きくなる。このため、一定の判定値では正確な診断が非常に難しい。さらに、診断値を得るために発光側検出回路６１で用いている分圧抵抗Ｒ１，Ｒ２の抵抗値にもある程度のばらつきがあるので、これらの回路素子の固体差によって判定値の設定はさらに難しくなる。

等価回路を用いて、さらに詳しく説明することにする。図４に発光部３１がショートした場合の等価回路を示してある。本図に示すように、発光部３１がショートした場合はＬＥＤ３１ａと並列にショート抵抗ＲＳが接続された回路になる。このようなショート状態は、センサユニット３０の側で発生したり、ケーブル２０において発生したり、さらに、コネクタ部７０および８０において発生することがある。例えば、水分やごみなどがコネクタ部７０および８０に存在し、端子７５２・８３２および端子７５３・８３３が直に導通することがある。

図５、図６および図７に、上記の等価回路においてショート抵抗ＲＳの値を変えた場合に得られる診断値（本例においては発光側検出回路６１で得られるショート検出用の電圧Ｖ１）が変化する様子を示し

てある。図５に示したケースは、ショート検出電圧Ｖ１を得るために発光側検出回路６１で採用した分圧抵抗Ｒ１、Ｒ２の抵抗値の許容値が±１０％であり、ＬＥＤ３１の順方向電圧の許容値が±５０％の場合である。本図から判るようにショート検出電圧Ｖ１は大きくばらつく。そして、正常状態を示すショート抵抗ＲＳの大きな領域の最大値が、ショートが発生していることを示す抵抗ＲＳの小さな領域の最小値より大きくなる。このため、ショートか否かを判定するための判定値を設定することが不可能である。

一方、図６に示すように、分圧抵抗Ｒ１、Ｒ２の抵抗値の許容値が±１％、ＬＥＤ３１の順方向電圧の許容値が±３０％の場合は、ショート検出電圧Ｖ１のばらつきが改善される。そして、ショート抵抗ＲＳの大きな領域の最大値より、ショート抵抗ＲＳの小さな領域の最小値が大きくなるので判定値をショートであるか否かの判定値を設定することが可能である。しかしながら、抵抗素子あるいはＬＥＤ素子といった回路素子の許容値を上記のようなレベルまで狭めることは現実には難しく、部品の供給、検査などによってコストが非常に増大してしまう。さらに、固体差の非常に小さな回路素子を採用したとしても、上述した一方の問題である電源電位の変動には対処することができない。

図７に、図６と同じ回路素子を用いて発光部３１を動作させるための電源電圧（駆動電圧）Ｖｄｄ２が６Ｖ、５．５Ｖ、５Ｖ、４．５Ｖ、４Ｖと変化したときにおけるショート抵抗ＲＳとショート検出電圧Ｖ１の関係を示してある。上述したように、発光部３１に供給されている電源電圧Ｖｄｄ２は電池電圧よりも変動が激しく、本図から判るように、電源電圧が変動するとショート抵抗ＲＳの大きな領域における最大値がショート抵抗ＲＳの小さな領域における最小値より大きく

なってしまう。このため、図７に示したケースでも、判定値を設定することができない。例えば、ショート抵抗ＲＳの値が１×１０^{7}Ω以上のときが正常状態に相当し、ショート抵抗ＲＳの値が１×１０^{5}Ω以下のときがショート状態とする。この場合に、駆動電圧Ｖｄｄ２が５．５Ｖのまま変化しなければ、許容値が厳しい電気素子だけを用いて回路を構成することによって、判定値をたとえば１．５Ｖにすることにより正常な状態にあるかショート状態にあるかを検出できる。しかしながら、駆動電圧Ｖｄｄ２が４Ｖに低下するとショートが発生しても検出電圧Ｖ１は１．５Ｖに達しない。このため、ショート状態にあっても正常な状態であると誤った診断を下してしまう。

そこで、本例の電子機器１においては、診断処理部６５に相対値比較部６６を設け、相対値を判定することにより上記のような回路構成部分のショートの判定を可能にしている。すなわち、図５あるいは図７から判るように、ＬＥＤなどの回路素子の固体差があるケース、あるいは電源電圧が変動するケースでも、ショートが発生して抵抗値が変わるとショート検出電圧Ｖ１、すなわち診断値は正常な値に対して上昇する。従って、ショートが発生する前の診断値を正常値として記憶し、この正常値からの変化量を判定値と比較することによりショートであるか否かの判断ができるようにしている。この方法であれば、正常値に対し所定の値以上の変化があればショートの有無を診断できるので、回路素子の固体差や電源電圧の変動に左右されず、安定して正確な診断を行うことができる。

図５および図７に示したケースでは、計測したときのショート検出電圧Ｖ１の値がそれ以前に計測した正常時のショート検出電圧Ｖ１よりも０．３Ｖを判定値Ｖ１Ｓ（変化量限界）として、それ以上高くなったときにショート状態にあると判断することが可能である。このよ

うな判定値を設けることにより、図５に示した回路素子に固体差があるケース、および、図７に示した電源電圧に変動があるいずれのケースにおいてもショート状態を正確に判断することができる。

例えば、新品の電池に交換したため駆動電圧Ｖｄｄ２が６Ｖである場合には、ショート検出電圧Ｖ１の値が約１．３２Ｖであれば正常な状態である。それ以降、所定のタイミングでショート検出電圧Ｖ１を計測する度に、前回計測し、正常と判断されたショート検出電圧Ｖ１を正常値として、それとの差を求め、この差が判定値Ｖ１Ｓである０．３Ｖよりも大きい場合にはショート状態にあると判定する。

ショート検出電圧Ｖ１（診断値）による正常値の更新は、脈波の計測を開始した各サイクル毎に行っても良い。あるいは、電源電圧は電池を更新しないかぎり常に低下することを考慮し、診断値が正常値よりも低い場合にのみ正常値を更新するようにしても良い。このような方法により正常値を更新することにより、徐々に電圧が上昇してショート状態に達するようなケースにおいてもショートであるか否かの判断をより的確に行うことができる。

発光部のオープンの検出

以下に、本例の診断処理部６５において発光部３１のオープンを検出する方法について説明する。本例では、上述した発光側検出回路６１によって取得された端子７５３から得られた電圧Ｖ１を診断値として端子７５２および端子７５３に接続された発光部３１がオープン状態であるか否かの不具合を診断するようにしている。

一般に、オープンであるか否かの診断は、その回路構成部分の動作電圧が一定の値以下になったことを判断して行われる。回路構成部分中にオープンが発生することにより、回路構成部分に含まれる抵抗成

分が増大するので動作電圧を用いてオープンを判断することができる。図８に発光部３１がオープンした場合の等価回路を示してある。本図に示すように、発光部３１がオープンした場合はＬＥＤ３１ａと直列にオープン抵抗ＲＯが接続された回路に等しくなる。このようなオープン状態は、センサユニット３０の側で発生したり、ケーブル２０において発生したり、さらに、コネクタ部７０および８０において発生することがある。例えば、ごみなどがコネクタ部７０の間に８０に存在し、端子７５２・８３２および端子７５３・８３３のいずれかが接触不良になることがある。

図９に、発光側検出回路６１で得られる診断値（本ケースではオープン検出電圧Ｖ１）がオープン抵抗ＲＯの変化に伴って変動する様子を示してある。図９には、図５と同様に、発光側検出回路６１の分圧抵抗Ｒ１、Ｒ２として抵抗値の許容値が±１０％品を用い、ＬＥＤ３１ａとして順方向電圧の許容値が±５０％品を用いたケースを示してある。図９に示すように、正常状態であることを示すオープン抵抗ＲＯが小さな領域におけるオープン検出電圧Ｖ１の値は、大きくばらつく。しかしながら、オープン状態を示すオープン抵抗ＲＯが大きな領域におけるオープン検出電圧Ｖ１の値はほぼ一定に収束し、その最大値がオープン抵抗ＲＯの小さな領域の最小値よりも小さくなる。従って、オープン状態を判定するための判定値Ｖ１０を設定することが可能である。

たとえば、オープン抵抗ＲＯが1×10^{6}Ω以下のときに正常な状態にあり、オープン抵抗ＲＯが1×10^{7}Ω以上であるときにオープン状態にあるとした場合には、本例では、判定値（しきい値）Ｖ１０を０．５Ｖ程度に設定することができる。そして、オープン検出電圧（診断値）Ｖ１が判定値０．５Ｖを越えるときには正常な状態である

と判定し、オープン検出電圧Ｖ１が判定値０．５Ｖ以下のときにはオープン状態であると判定することができる。

受光部のオープンの検出

以下に、本例の診断処理部６５において受光部３２のオープンを検出する方法について説明する。本例では、上述した受光側検出回路６２によって取得された端子７５１から得られた電圧Ｖ２を診断値として、受光信号が得られる端子７５１および端子７５７に接続された受光部３２のトランジスタＴＲ３がオープンしているか否かの不具合を診断するようにしている。本例の受光側検出回路６２は、図２に示すように、診断時に電圧ＶＲＧ２を端子７５１に印加し、分圧抵抗Ｒ３およびＲ４で得られる電圧Ｖ２を診断値としている。従って、上記の発光部３１の診断値とは異なり、受光部３２がオープンであると電圧Ｖ２がプルアップされて高電位となり、一方、受光部３２が導通していると電圧Ｖ２がプルダウンされて低電位となるようになっている。これは、診断対象となる受光部３２のトランジスタＴＲ３の状態によってオープンあるいはショートの診断時期を調整する必要があるためである。例えば、オープンの診断は、トランジスタＴＲ３が導通状態、すなわち、タイミング信号φａによって受光部３２が受光状態であるときに行う必要がある。一方、ショートの診断は、トランジスタＴＲ３がオフ状態、すなわち、タイミング信号φａが低レベルで受光部３２が計測を行っていないオフ状態で行う必要がある。

図１０に受光部３２のトランジスタＴＲ３がオープンした場合の等価回路を示してある。本図に示すように、受光部３２のトランジスタＴＲ３がオープンした場合はトランジスタＴＲ３と直列にオープン抵抗ＲＯが接続された回路に等しくなる。このようなオープン状態は、

上記と同様に、センサユニット３０の側で発生したり、ケーブル２０において発生したり、さらに、コネクタ部７０および８０において発生することがある。

図１１に、受光側検出回路６２で得られる診断値（本ケースではオープン検出電圧Ｖ２）がオープン抵抗ＲＯの変化に伴って変動する様子を示してある。図１１には、図５と同様に、受光側検出回路６２の分圧抵抗Ｒ３、Ｒ４として抵抗値の許容値が±１０％品を用いたケースを示してある。図１１に示すように、オープン状態を示すオープン抵抗ＲＯの大きな領域ではオープン検出電圧Ｖ２がばらつくが、オープン抵抗ＲＯの小さな正常状態におけるオープン検出電圧Ｖ２のばらつきは小さく、オープン抵抗ＲＯの大きな領域の最小値より十分に小さくなる。従って、オープン状態であるか否かを判定する判定値Ｖ２ＯＯを設定することが可能である。たとえば、オープン抵抗ＲＯが１×10^4Ω以下のときが正常な状態にあり、オープン抵抗ＲＯが１×10^7Ω以上であるときにオープン状態にあるとした場合には、オープン検出電圧Ｖ２の判定値（しきい値）Ｖ２ＯＯを１．５Ｖと設定すれば、オープン検出電圧Ｖ２が判定値１．５Ｖ以下のときには正常な状態であると判定し、オープン検出電圧Ｖ２が判定値１．５Ｖを越えるときにはオープン状態であると判定することができる。

受光部のショートの検出

以下に、本例の診断処理部６５において受光部３２のショートを検出する方法について説明する。本例では、オープンと同様に受光側検出回路６２によって取得された端子７５１から得られた電圧Ｖ２を診断値として、受光信号が得られる端子７５１のショートを診断するようにしている。例えば、隣接する電源端子７５５との間にショートが

発生していれば図１２に示すように端子７５１と端子７５５の間にショート抵抗ＲＳが接続された等価回路が成立し、電源電圧Ｖｄｄが端子７５１に加わり動作電圧が上昇する。図１３に、ショート抵抗ＲＳと、受光側検出回路６２で得られるショート検出電圧Ｖ２との関係を示してある。なお、図１３に示すケースにおいても、受光側検出回路６２で検出電圧Ｖ２を得るための分圧抵抗Ｒ３、Ｒ４として抵抗値の許容値が±１０％品を用いている。なお、ショート検出電圧についても、先に説明したオープン検出電圧と同様の電圧信号Ｖ２を診断値として用いている。発光側の診断でも同様であるが、本例の電子機器１においては、同一の信号Ｖ１およびＶ２をショートおよびオープンの不具合判定用の診断値に用いられるようになっている。

図１３に示すように、端子７５１および７５５のショートを検出する場合を考えると、この回路構成部分を構成する回路素子に大きな固体差があるものはなく、さらに、電源電圧として発光部３１に対して供給される昇圧した電圧よりも比較的安定して得られる電池電圧が印加されている。このため、ショート抵抗ＲＳの小さなショート状態においてショート検出電圧Ｖ２はばらつくが、電圧Ｖｄｄが変化した場合でも、正常状態を示すショート抵抗ＲＳの大きな領域の最大値よりもショート状態の最小値が大きくなる。従って、ショート状態を判定する判定値を設定することが可能である。たとえば、ショート抵抗ＲＳが1×10^{5}Ω以上のときに正常な状態にあり、ショート抵抗ＲＳが1×10^{5}Ω以上であるときにショート状態にあるとした場合には、ショート検出電圧（診断値）Ｖ２の判定値（しきい値）Ｖ２Ｓを１．５Ｖと設定すれば、ショート検出電圧Ｖ２が判定値１．５Ｖ以下のときには正常な状態であると判定し、ショート検出電圧Ｖ２が判定値１．５Ｖを越えるときにはショート状態であると判定することが可能

である。

不具合の診断方法

以上に説明したような方法により、本例の電子機器１においては、図３に示した診断処理部６５を用いてショートあるいはオープンの不具合を診断するようにしている。すなわち、受光部３２のオープンおよびショートの診断は、固定された判定値を設定できるので固定値判定部６７を用いて行われる。また、発光部３１のオープンも固定された判定値を設定できるので固定値判定部６７を用いて診断が行われる。これに対し、発光部３１のショートの診断は、固定された判定値を設定できないので、相対値比較部６６を用いて変化量を判定値と比較して診断が行われる。このような処理を行うために、固定値判定部６７において用いられる判定値が記憶されたしきい値設定部６７１には、受光部３２のショートを判定する判定値Ｖ２Ｓおよびオープンを判定する判定値Ｖ２Ｏ、さらに、発光部３１のオープンを判定する判定値Ｖ１Ｏが記憶されている。また、相対値判定部６６２において変化量を判定するための判定値を記憶する変化量設定部６６３には、発光部３１のショートを示す変化量を判定する判定値Ｖ１Ｓが記憶されている。そして、発光側検出回路６１で取得された電圧信号Ｖ１および受光側検出回路６２で取得された電圧信号Ｖ２がＡ／Ｄ変換されて診断値ＤＶとして診断選択部６８に供給され、診断が行われるようになっている。なお、診断選択部６８には、コネクタチップ８０が接続されたか否かを示す信号φｃも入力されており、これによってコネクタチップ８０の接続を確認し、発光部３１および受光部３２の接続状態の診断が行われるようになっている。

不具合の診断手順

以下に、その処理手順を図１４に示したタイミングチャートと、図１５、図１６および図１７に示したフローチャートに基づき説明する。図１４に示すように、制御部５のタイミング制御部７においては、１２８Ｈｚの基準信号およびこれを分周した６４、３２および１６Ｈｚの基準信号が生成されており、これに基づいて脈波の検出を行う点灯信号φａ、発光部３１の診断を行う診断用の点灯信号φｂ、さらに、Ａ／Ｄ変換部８に供給される信号を選択する信号ＡＤＩ０オン、ＡＤＩ１オンおよびＡＤＩ２オンがタイミング制御部７から出力される。

信号φａは上述したように、発光部３１および受光部３２を動作させて脈波を検出する１２８Ｈｚの信号であり、これによって発光部３１が点灯して生体表面が照射され、その反射光がフォトダイオード３２ａによって受光される。そして、受光信号がトランジスタＴＲ３で増幅されたのち、その電流信号がコレクタ抵抗ＲＣによって電流－電圧変換が行われ、電圧信号として増幅回路５３に供給される。発光部３１は、この信号φａによってデューティ駆動されながら生体表面を照射し、その受光信号が同じデューティで脈波信号として検出され増幅回路５３で増幅された後、１６Ｈｚの信号ＡＤＩ０オンによってサンプリングされてＡ／Ｄ変換部５２に出力される。そして、本例の電子機器１においては、このような脈波を検出して脈拍数を導出する処理の合間を用いて接続状態の診断が行えるようになっている。通常、この診断の開始に係る処理は脈波処理部５５および診断処理部６５を一括制御する中央制御部９で行われ、計時処理部６などの処理も合わせて協調した処理が行われるようになっている。

診断処理部６５の処理は、図１５に示すように、まず、ステップＳＴ１において信号ＡＤＩ０オンが立ち下がったか否かを判断する工程

から開始される。信号ＡＤＩ０オンが立ち下がって脈波信号をＡ／Ｄ変換するためのサンプリングが終了した否かを判断する。脈波信号のサンプリングを行っている場合は、時刻ｔ１に信号ＡＤＩ０オンが立ち下がってサンプリングが終了するまで待機し、その後、診断処理部６５における診断処理が開始される。本例の診断処理部６５においては、診断選択部６８によって発光側の診断処理が選択され診断が開始される。

時刻ｔ１になって信号ＡＤＩ０オンが立ち下がると、ステップＳＴ２において、診断用の点灯信号φｂをオンし、次に、ステップＳＴ３で時刻ｔ２に信号ＡＤＩ２オンを高レベルにして選択回路１５のマルチプレクサＡＤＩ２をオンする。これにより、発光側検出回路６１の電圧信号Ｖ１を取得し、デジタル変換して診断値ＤＶに設定する。そして、ステップＳＴ４において、固定値判定部６７を用いて固定値診断によって発光部３１のオープンを診断する。

図１６に、固定値判定部６７における処理を示してある。まず、ステップＳＴ２１において、診断値ＤＶが発光部３１の診断を行う電圧信号Ｖ１であることと、オープンの診断を行うことを確認し、次にステップＳＴ２２において、診断値ＤＶを発光部３１のオープンを判定する判定値Ｖ１０と比較する。この判定値Ｖ１０は、図９に示したようにして求められた値であり、しきい値設定部６７１に記憶されている。ステップＳＴ２２において、診断値ＤＶが判定値Ｖ１０以下であれば発光部３１がオープン状態であることをステップＳＴ２３で表示する処理を行い、図１５に示す診断選択部６８の処理ルーチンに戻る。本例の表示処理においては中央制御部９を介してＬＣＤ１３にメッセージを表示する処理が行われる。もちろん、診断処理部６５において直にＬＣＤ１３を制御しても良い。このように本例の電子機器１に

おいては、液晶表示装置１３が接続状態の不具合警告手段としても機能する。また、表示に限らず、診断結果は、アラーム音や音声メッセージなどの別の手段を用いてショートあるいはオープンの不具合をユーザーに伝達することも可能である。これらは以下の表示処理においても同様である。一方、ステップＳＴ２２において、診断値ＤＶが判定値Ｖ１０を未満であればオープン状態ではないので何も処理を行わず診断選択部６８のルーチンに戻る。

診断選択部６８においては、次のステップＳＴ５で発光部３１が診断結果を確認し、オープンであれば発光部３１に不具合があるので次の診断を行わずに、点灯信号φｂをオフして発光部３１の診断を終了する。一方、ステップＳＴ４においてオープンでなければステップＳＴ６において、相対値比較部６６を用いて発光部３１のショートの診断を行う。

図１７に、相対値比較部６６における処理を示してある。相対値比較部６６においては、まず、更新部６６１を用いて正常値Ｖｎｏｒの更新を行う。ステップＳＴ５１において、発光部３１の診断を始めて行うのか否かを判断する。発光部３１の初回の診断であれば正常値Ｖｎｏｒが設定されていないので、ステップＳＴ５３において正常値Ｖｎｏｒに診断値ＤＶをセットして処理を終了し、診断選択部６８のルーチンに戻る。初回であるか否かの判定は、例えば、電池を交換した直後であるか、あるいは、コネクタチップ８０を本体のコネクタ部７０に装着して脈波の検出を始める状態になった直後であるか、さらには、脈波の検出を開始する操作を行った直後であるかなど、幾つかのタイミングあるいはこれらのタイミングの１つを選択することが可能である。本例においては、一連の脈拍数の計測を開始する度に初回と判断し、正常値Ｖｎｏｒが一連の脈拍数を計測する度に常に更新され

るようになっている。

初回の診断でない場合は、ステップＳＴ５２において、診断値ＶＤを正常値Ｖｎｏｒを比較する。診断値ＶＤが正常値Ｖｎｏｒ未満であればショートが発生している可能性はなく、また、低下した電源電圧が診断値ＶＤに反映されていると考えられる。このため、ステップ５３において正常値Ｖｎｏｒに新たに得られた診断値ＶＤをセットし、処理を終了して診断選択部６８のルーチンに戻る。

一方、ステップＳＴ５２において、診断値ＶＤが正常値Ｖｎｏｒ以上であればショートが発生している可能性がある。このため、相対値判定部６６２を用いてショートの診断を行う。まず、ステップＳＴ５５において、診断値ＤＶが正常値Ｖｎｏｒに判定値Ｖ１Ｓを加算した値以上であるか否かを判断する。すなわち、診断値ＤＶから正常値Ｖｎｏｒを引いた、診断値ＤＶが正常値Ｖｎｏｒから変動した値が判定値Ｖ１Ｓ以上になっているか否かを判断する。この判定値Ｖ１Ｓは、図５および図７で説明した検討の結果得られた値であり、変化量設定部６６３に記憶されている。診断値ＤＶが正常値Ｖｎｏｒに対し変動した値（量あるいは比）が判定値Ｖ１Ｓ未満であればショート状態ではないのでそのまま処理を終了して診断選択部６８のルーチンに戻る。一方、診断値ＤＶが正常値Ｖｎｏｒに対し変動した値（量あるいは比）が判定値Ｖ１Ｓ以上であればショート状態であるので、ステップＳＴ５６において発光側がショート状態であることを表示し、その後に診断選択部６８のルーチンに戻る。以上で発光部３１の診断が終了するので、ステップＳＴ７において時刻ｔ３に診断用の点灯信号φｂを低レベルに戻した後、受光側の診断を開始する。

受光側の診断は、信号φａがオフでトランジスタＴＲ３がオフ状態（オープン状態）のときにショートを診断し、さらに、信号φａをオ

ンにしてトランジスタＴＲ３がオン状態（導通状態）のときにオープンを診断する。このため、ステップＳＴ８において、時刻ｔ４に、信号ＡＤＩ１オンを高レベルにして受光側検出回路６２から診断値となる電圧信号Ｖ２を取得し、診断値ＶＤに電圧信号Ｖ２のデジタル値をセットする。次に、固定値判定部６７において、診断値ＶＤを判定値Ｖ２Ｓと比較して診断を行う。

図１６に示してあるように、固定値判定部６７においては、ステップＳＴ２５において、診断値ＤＶが電圧信号Ｖ２であり、さらに、診断対象がショートであることを確認すると、ステップＳＴ２６において診断値ＤＶをショート用のしきい値設定部６７１に記憶された判定値Ｖ２Ｓと比較する。そして、図１３に示したように、診断値ＤＶが判定値Ｖ２Ｓ以上であるとショート状態であるのでステップＳＴ２７で受光側がショートであることを表示し、診断選択部６８のルーチンに戻る。一方、診断値ＤＶが判定値Ｖ２Ｓ未満であると正常なのでそのまま診断選択部６８のルーチンに戻る。

受光部３２のショートの診断が終了すると、ステップＳＴ１０において時刻ｔ５に検出用の点灯信号φａをオンにして受光部３２のオープンの診断を行う。点灯信号φａをオンにすることによってトランジスタＴＲ３がオン状態になるため、オープンの診断を行うことができる。ステップＳＴ１０において時刻ｔ６に信号ＡＤＩ１オンを高レベルにして受光側検出回路６２から電圧信号Ｖ２を取得し、デジタル化して診断値ＤＶにセットする。そして、固定値判定部６７を用いて診断を行う。図１６に示した固定値判定部６７においては、ステップＳＴ３０において、しきい値設定部６７１に記憶されたオープン診断用の判定値Ｖ２Ｏと診断値ＤＶを比較する。図１１に示したように診断値ＤＶが判定値Ｖ２Ｏ以上であればオープン状態であるので、ステッ

プＳＴ３１において受光側がオープンであることを表示し、診断選択部６８のルーチンに戻る。一方、診断値ＤＶが判定値Ｖ２０を未満であると正常であるのでそのまま診断選択部６８のルーチンに戻る。

以上で受光部３２の診断が終了するのでステップＳＴ１３において時刻ｔ７に点灯信号φａを低レベルにして診断処理を終了する。

本例の電子機器１においては、このような診断処理を定期的に繰り返すことにより、センサユニット３０との接続状態を監視し、誤った脈拍数の測定結果が出力されないしている。また、脈拍数を継続して確実に測定できるようすることによりユーザーが常に精度の高い測定結果を得られるようにしている。また、不具合が発生したときは、迅速にその不具合を、不具合の発生した箇所と共に表示することにより、コネクタ部７０および８０をセットしなおしたり、センサユニット３０を交換するなどユーザーが必要な対応を素早くとれるようにしている。

特に、上述した本例の診断処理においては、取得された診断値が、以前に取得され正常と判断された正常値に対し所定の値以上に変化したときにオープンあるいはショート状態の不具合が発生しているとする相対値を用いた診断方法を採用している。このような正常時の診断値のレベル（強度あるいは値）に対し、その後に変動した診断値とを比較した相対比較によって不具合を検出できるようにしてあるため、電池あるいはその他の蓄電装置を用いて電源電圧の変動がある装置であっても、あるいは、ＬＥＤあるいはスイッチなどの回路素子（機器あるいは電気部品）毎に電気的特性などに固体差がある素子を用いた装置であっても、オープン・ショートの検出結果を確実に求めることができる。従って、信頼性の高い測定が行える。それと共に、電源電

圧の変動を確認して判定値を調整したり、設定しなおすといったユーザーに負担をかける操作は一切不要としながら確実な診断結果を得ることができる。また、端子間などに電気的に接続される素子の電気的特性の影響を受けずに診断が可能なので、装置本体にコネクタ部分を介して装着されるセンサ装置などの、交換の可能な外部装置に対しても常に精度の高い診断を行うことができる。そして、外部装置を接続した状態で診断を行うことができる。また、診断装置や診断対象となる回路構成部分に、電源電圧を判定する回路や回路素子の抵抗値などを判定する回路などを設ける必要がないので簡易な構成で安価に信頼性の高い診断機能を搭載することができる。さらに、回路素子の抵抗値などを予め測定して判定値を電子機器の組立時に個々に設定するなどといった組立上の手間も不要になる。

また、本発明の、診断値の正常値からの変動を判定値と比較して診断を行う処理は、処理ステップが短く高速で診断が済むので計測処理の合間などを用いて実施することが可能であり、計測処理機能などの通常の処理機能を稼働させながら、オープン・ショートといった不具合の検出を行うことができる。

さらに、本例においては、電源電圧の変動や回路素子の固体差に対応できる相対値判定に加え、さらに処理ステップが少なく高速で処理を行える固定値判定も用いて診断プログラムを構成し、トータルの診断時間が最小限になるようにしている。このように、診断対象となる回路構成部分や診断対象となる不具合に応じて診断方法を選択することにより、高速で精度の高い診断が可能であり、今後、多機能化が進み外部ユニットなどとの接続が増加する携帯型の電子機器に好適な診断処理装置あるいは診断方法を提供することができる。特に、本例の電子機器のように取得したデータをデジタル化して測定値や診断値と

して用いている機器においては、測定値や診断値を取得するタイミングを適当に選択することにより、データを取得するための処理回路をそれほど増やさずに、診断を行うことが可能であり、さらに、計測処理などの他の処理との並行処理を容易に実現することができる。

このような機能を備えた診断処理部６５は、本例のようにセンサユニットなどの外部ユニットとの接続状態を診断する他に、本体内の回路の接続状態や、表示装置などとの接続を監視するためなどにも用いることももちろん可能である。また、本例の診断処理部においては、発光部のショートを診断するために相対値比較部を用いているが、発光部のオープンあるいは他の回路構成部分のオープン・ショートの診断に本発明の診断方法を適用できることはもちろんである。また、上記の例では、電圧信号を診断値として設定する例を説明しているが、電流値を診断値として用いることももちろん可能であり、回路構成部分の診断、あるいは診断値を取得するのに都合のよい信号を用いることができる。

さらに、腕時計型の電子機器１に限らず、パソコンなどに外部センサユニットを接続して脈波データなどの計測値を取得し、それを解析する処理装置の診断用にソフトウェアとして提供することももちろん可能である。本発明の診断方法を採用したソフトウェアは、電池ベースで作動する外部センサユニットやノート型のパソコンなどにおいても精度良く接続状態を診断することが可能であり、さらに、多数の外部センサを接続した場合でも、外部センサの個々の特性に影響されずに接続状態を監視することができる。このようなソフトウェアは、フロッピーディスクやハードディスクなどの磁気記録媒体や、その他のＣＤやＲＯＭといったコンピュータあるいはマイクロプロセッサーなどに読み取り可能な媒体に収納して提供することが可能である。

もちろん、本発明の診断装置および診断方法は、脈波などの計測を行う外部ユニットの接続状態を診断する装置あるいは方法に限定されず、通信や、ＰＯＳなど様々な分野に適用できる。

なお、上記にて説明する際に参照した電圧や判定値等の数値は例示に過ぎず、本発明はこれらの数値に限定されるものではないことはもちろんである。

携帯型電子機器の全体構成

以下に上述した本発明の計測機能を備えた携帯用電子機器の構成についてさらに説明する。

図１に戻って、本例の腕装着型の電子機器１は、脈波計測機能を備えており、装置本体１０が１２時方向から腕に巻きついてその６時方向で折り返された天然皮革、合成皮革、合成繊維シート、天然繊維シートなどからなる帯状のリストバンド１２によってユーザーの腕に着脱自在になっている。そして、本体にケーブル２０で接続された脈波計測用のセンサユニット３０は、センサ固定用バンド４０によって人差し指の根元（生体）に装着できるようになっている。

図１８に、本例の腕装着型脈波計測機器の装置本体を、リストバンドやケーブルなどを外した状態で示してある。装置本体１０は、樹脂製の時計ケース１１（本体ケース）を備えており、この時計ケース１１の表面側には、現在時刻や日付に加えて、脈拍数などの脈波情報、さらに診断機能によって発見された不具合などをデジタル表示する液晶表示装置１３（表示部）が構成されている。この液晶表示装置１３には、第１ないし第３のセグメント表示領域１３１～１３３と、ドット表示領域１３４とが構成されている。時計ケース１１の内部には、センサユニット３０による検出結果（脈波信号）に基づいて脈拍数の

変化などを表示する目的に検出結果に対する信号処理などを行なう制御部５が構成されている。また、制御部５には、計時回路も構成されているため、通常時刻、ラップタイム、スプリットタイムなどの情報も液晶表示装置１３に表示可能である。

時計ケース１１の外周部には、時刻合わせや表示モードの切り換えなどを行なうためのボタンスイッチ１１１～１１５が構成されている。また、時計ケース１１の表面には、ボタンスイッチ１１６、１１７が構成されている。また、上述したように腕装着電子機器１の電源であるボタン型の電池５９が、時計ケース１１に内蔵されている。

本例の腕装着型の電子機器１では、その機能を増やすにともなって、装置本体１０を大型化する必要があるが、装置本体１０には、腕に装着されるという制約があるため、装置本体１０を腕時計における６時および１２時の方向に向けては拡大できない。そこで、装置本体１０には、３時および９時の方向における長さ寸法が６時および１２時の方向における長さ寸法よりも長い横長の時計ケース１１を用いてある。このような時計ケース１１に対し、リストバンド１２は、時計ケース１１の３時および９時の方向における中心位置よりも３時の方向側に偏った位置で接続している。従って、リストバンド１２からみると、装置本体１０は、腕時計における９時の方向に大きな張出部分１０１を有するが、かかる大きな張出部分は、３時の方向にはない。それ故、横長の時計ケース１１を用いたわりには手首を自由に曲げることができるなど、装着感がよい。しかも、３時の方向には大きな張出部分がないので、転んだ場合でも、手の甲を時計ケース１１にぶつけることがない。また、９時の方向に位置する大きな張出部分１０１は、肘側の腕表面に密着した状態で支持されているため、腕装着型脈波計測機器１は、安定した状態にある。従って、横長の時計ケース１１

を用いても、不必要に幅の広いリストバンド１２を用いる必要がない。

時計ケース１１の内部には、電源としての偏平な電池５９と、ブザー用の偏平な圧電素子５８とが面方向（腕時計における３時および９時の方向）に並んで配置されているため、装置本体１０を薄型化できるとともに、その裏面部に電池蓋を設けることによって、ユーザーが電池５９を簡単に交換可能な構造になっている。電池５９は、中心位置に対して３時の方向に偏った位置に配置されているのに対して、圧電素子５８は、中心位置に対して９時の方向に偏った位置に配置されている。ここで、電池５９は、圧電素子５８に比較して重いため、装置本体１０の３時および９時の方向における重心位置は、中心位置に対して３時の方向に偏った位置にある。従って、この重心が偏っている側にリストバンド１２が接続している状態にあるので、装置本体１０を腕に安定した状態で装着できる。

センサユニットの構成

図１９に、センサユニットの構造を示す断面を用いて示してある。本例のセンサユニット３０は、そのケース体としてのセンサ枠３６に裏蓋３０２が被されてその内部が部品収納空間３００になっている。センサ枠３６の上面部分には、ガラス板３４（フィルタ）で光透過窓が形成され、このガラス板３０４に対向するように回路基板３５がセンサ枠３６の内部に固定されている。回路基板３５には、ＬＥＤ３１ａ、フォトダイオード３２ａ、およびトランジスタ（図示せず。）などの電子部品が実装されている。ＬＥＤ３１ａおよびフォトダイオード３２ａは、それぞれ発光面および受光面をガラス板３４の方に向けている。なお、ケーブル２０の端部は、ブッシュ３９３によって固定

され、各配線は、回路基板３５のパターン上のはんだ付けされている。

本例では、ＬＥＤ３１ａとして、ＩｎＧａＮ系（インジウムーガリウムー窒素系）の青色ＬＥＤを用いてあり、その発光スペクトルは、４５０ｎｍに発光ピークを有し、その発光波長領域は、３５０ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にある。かかる発光特性を有するＬＥＤ３１ａに対応させて、本例では、フォトダイオード３２ａとして、ＧａＡｓＰ系（ガリウムー砒素ーリン系）のフォトダイオードを用いてあり、その素子自身の受光波長領域は、主要感度領域が３００ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にあって、３００ｎｍ以下にも感度領域がある。

図２０に、センサ固定用バンド４０を用いてセンサユニット３０を指の根元に装着すると、ＬＥＤ３１ａおよびフォトダイオード３２ａは、それぞれの発光面および受光面を指の表面に向いた状態になる。このとき人体アース用端子３８も、指の表面に接する。この状態で、ＬＥＤ３１ａから指に向けて光を照射すると、生体（血管）から反射してきた光をフォトダイオード３２ａが受光し、その受光結果（脈波信号）を、ケーブル２０を介して装置本体１０に入力すると、装置本体１０では、脈波信号から脈拍数が求められる。

脈波データ処理部の構成

図２１に、本体１０の制御部５に構成されている脈波処理部５５の機能の概略をブロック図で示してある。デジタル化された計測データは、脈波信号処理部５５９を介してＲＡＭ４の脈波信号記憶部５５１に一時的に記憶される。このデータは、脈波信号演算部５５２に供給され、周波数分析（高速フーリエ変換）が行われる。その結果から、脈波成分抽出部５５３によって脈波成分を特定され、抽出され脈拍数

演算部５５４において入力された脈波の周波数成分により脈拍数を演算し、その結果を中央制御部９を介して液晶表示装置１３に表示されるようになっている。

コネクタ部分の構成

本例の腕装着携帯電子機器１は日常生活では通常の腕時計と同様に扱えるように、ケーブル２０およびセンサユニット３０が、装置本体１０の６時の方向に位置する端部の表面側で着脱できるようになっている。すなわち、装置本体１０の端部のうち、６時の方向にコネクタ部７０が構成され、そこには、ケーブル２０の端部に構成されたコネクタピース８０（コネクタ部材）を装着できるようになっている。従って、センサユニット３０およびケーブル２０を装置本体１０から外せば、通常の腕時計として用いることができるので、便利である。また、コネクタ部７０は、６時の方向に位置するので、装置本体１０を腕に装着したとき、コネクタ部７０は、利用者からみると手前側にあり、操作が簡単である。また、コネクタ部７０は、装置本体１０から３時の方向に張り出さないので、利用者は、ランニング中に手首を自由に動かすことができるとともに、利用者がランニング中に転んでも、手の甲がコネクタ部７０にぶつからない。

かかるコネクタ部７０およびコネクタピース８０の構造を、図２２に示す、ケーブルの端部に構成されたコネクタピースおよび、図２３に示す、コネクタピースが装着されるコネクタ部を用いて説明する。図２２（ａ）は、コネクタピース８０を表面（上面）から見た状態を示す図であり、図２２（ｂ）はコネクタピース８０を裏面（下面）、すなわち、接続する側から見た状態を示す図である。コネクタピース８０の下面部８０１には、その両側で下方に向けて張り出す一対の突

出部８１、８２が形成されている。これらの突出部８１、８２の下端部では、その内側に向かって４個の係合片８１１、８１２、８２１、８２２が突き出ている。コネクタピース８０の下面部８０１には、７つの端子８３１、８３２、８３３、８３４、８３５、８３６、８３７が形成されており、その周囲には環状の凸条部８４１、８４２、８４３、８４４、８４５、８４６、８４７が形成されている。ここで、コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着する際には、コネクタピース８０をコネクタ部７０に被せた後、矢印Ｑの方向にコネクタピース８０をスライドさせるが、かかるスライド方向（矢印Ｑの方向）に沿って、端子８３１～８３６のうち、端子８３１、８３２、８３３と、端子８３４、８３５、８３６とは、２列に形成されている。また、いずれの列でも、各端子８３１～８３６は、コネクタピース８０のスライド方向（矢印Ｑの方向）に対して直交する方向にずれるように斜めに配置されている。

さらに、コネクタピース８０の底面部には、装置本体１０にケーブル２０を接続したときの静電気の影響を防止するために、ＬＥＤ３１およびフォトダイオード３２の端子間を開閉するする２本の作動ピン８３８、８３９が形成されている。これらの作動ピン８３８、８３９は、コネクタピース８０をコネクタ部７０から外した状態では、先端がコネクタピース８０の下面部８０１から突出した状態にあり、コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着すると、引っ込む方向に移動する。

図２３に本体１０のコネクタ部７０を拡大して示してあるように、コネクタ部７０には、外側に張り出す係合部７１、７２、７３、７４が形成されている。従って、コクネタピース８０の突出部８１、８２がコネクタ部７０の係合部７１、７２、７３、７４が外側に位置し、

かつ、係合部７１と係合部７２との間、および係合部７３と係合部７４との間に、コネクタピース８０の係合片８１１、８２１が位置するように、コネクタピース８０をコネクタ部７０に被せた後、係合片８１１、８２１が係合部７１と係合部７２との間、および係合部７３と係合部７４との間をそれぞれ通り抜けるように、コネクタピース８０をコネクタ部７０に向けて押し付け（コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着するための第１の動作）、しかる後に、矢印Ｑの方向（コネクタピース８０の装着方向、装置本体１０の６時の方向から１２時の方向）にコネクタピース８０をスライドさせると（コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着するための第２の動作）、係合部７１、７３の下に係合片８１１、８２１が潜り込む。また、係合部７２、７４の下に係合片８１２、８２２が潜り込む。その結果、係合片８１１、８２１、８１２、８２２は、コネクタピース８０の下面部８０１との間に係合部７１、７２、７３、７４をそれぞれ保持する状態になり、コネクタピース８０は、コネクタ部７０に簡単に、かつ、確実に装着される。

コネクタ部７０の表面側には、７つの端子７５１～７５６が構成され、そのうち、端子７５１～７５６は、端子８３１～８３６と同様、コネクタピース８０のスライド方向（矢印Ｑの方向）に沿って、端子７５１、７５２、７５３と、端子７５４、７５５、７５６の２列に形成されている。また、いずれの列でも、各端子７５１～７５６は、端子８３１～８３６と同様、コネクタピース８０のスライド方向（矢印Ｑの方向）に対して直交する方向にずれるように斜め配置されている。従って、コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着すると、端子８３１～８３７と端子７５１～７５７とがそれぞれ電気的に接続して、センサユニット３０での計測結果をケーブル２０を介して装置本体

１０に入力することが可能となる。

このように、端子７５１～７５６、および端子８３１～８３６は、コネクタピース８０のスライド方向に沿って２列に配置され、かつ、このスライド方向に直交する方向に、各端子間および各電極間の位置が斜めにずれているので、コネクタピース８０をコネクタ部７０の上でスライドさせても、対応しない端子７５１～７５６と端子８３１～８３６とが接触するということがない。また、コネクタ部７０の形成面積を狭くしても、端子同士を離れた位置に配置できるので、コネクタピース８０とコネクタ部７０との間に水が侵入した場合でも、端子間がショートしにくいようになっている。

腕装着型電子機器を用いて脈拍数を計測する操作

このように構成した腕装着型電子機器１を用いて脈拍数を計測する操作を図１を参照して簡単に説明する。まず、図１において、腕装着型電子機器１を通常の腕時計として用いる場合には、ケーブル２０およびセンサユニット３０を装置本体１０のコネクタ部７０で外した状態で、装置本体１０をリストバンド１２で腕に装着する。このとき、コネクタ部７０には、所定のコネクタカバーを装着することによってその見栄えを高めるとともに、コネクタ部７０を保護することができる。

次に、腕装着型電子機器１を用いてランニング中の脈拍数を計測する場合には、コネクタピース８０をコネクタ部７０に装着して、ケーブル２０を装置本体１０に接続した後、装置本体１０をリストバンド１２で腕に装着する。また、センサユニット３０をセンサ固定用バンド４０によって指に密着させた後、ランニングを行なう。

この状態で、図２０に示すように、ＬＥＤ３１ａから指に向けて光

を照射すると、この光が血管に届いて血液中のヘモグロビンによって一部が吸収され、一部が反射する。指（血管）から反射してきた光は、フォトダイオード３２ａによって受光され、その受光量変化は、血液の脈波によって生じる血量変化に対応する。すなわち、血量が多いときには、反射光が弱くなる一方、血量が少なくなると、反射光が強くなるので、反射光強度の変化をフォトダイオード３２ａで監視すれば、脈拍などを検出できる。かかる検出を行なうために、図２１に示した脈波処理部５５では、フォトダイオード３２ａ（センサユニット３０）から入力された信号をデジタル信号に変換し、このデジタル信号に周波数分析などを行なって脈拍数を演算する。そして、演算により求めた脈拍数を液晶表示装置１３に表示させる。すなわち、腕装着型電子機器１は、脈拍計として機能する。

なお、図２０において、脈波計測用ＬＥＤ３１ａから発せられた光は、その一部が矢印Ｃで示すように指を通って血管にまで到達し、血液中のヘモグロビンからの反射光が矢印Ｄで示すように脈波計測用フォトダイオード３２に届く。この経路で受光された光量が生体反射量である。また、脈波計測用ＬＥＤ３１ａから発せられた光は、その一部が矢印Ｅで示すように指表面で反射して脈波計測用フォトダイオード３２に届く。この経路で受光された光量が皮膚反射量である。さらに、脈波計測用ＬＥＤ３１から発せられた光、および血管から反射した光の一部は、矢印ＦまたはＧで示すように、指内で吸収、または分散して、脈波計測用フォトダイオード３２に届かない。ここで、センサユニット３０には、発光波長領域が３５０ｎｍから６００ｎｍまでの範囲にある脈波計測用ＬＥＤ３１ａと、受光波長領域が３００ｎｍから６００ｎｍまでの範囲の脈波計測用フォトダイオード３２ａとを用いてあり、その重なり領域である約３００ｎｍから約６００ｎｍま

での波長領域における検出結果に基づいて生体情報を表示する。外光に含まれる光のうち、波長領域が７００ｎｍ以下の光は、指を透過しにくい傾向にあるため、外光がセンサ固定用バンド４０で覆われていない指の部分に照射されても、図２０に点線Ｘで示すように、指を導光体として脈波計測用フォトダイオード３２ａ（脈波計測用受光部）にまで到達せず、検出には影響を与えない波長領域の光だけが、指を導光体として通ってくる。また、３００ｎｍより低波長領域の光は、皮膚表面でほとんど吸収されるので、受光波長領域を７００ｎｍ以下としても、実質的な受光波長領域は、３００ｎｍ～７００ｎｍとなる。従って、指を大掛かりに覆わなくても必要最小限の範囲を覆うだけで、外光の影響を抑えることができるとともに、本例のような小さなセンサユニット３０であれば、指の根元に装着した状態で手を握ることができ、ランニングに支障がない。また、センサユニット３０を指の根元に装着すると、ケーブル２０が短くて済むので、ケーブル２０は、ランニング中に邪魔にならない。さらに、寒いときでも、指の根元では、指の根元の温度は比較的低下しないことからわかるように、血流が著しく低下しないので、寒い日に屋外でランニングしたときでも、脈拍数などを正確に計測できる。それ故、本例の腕装着型脈波計測機器１は、ジョギングやマラソン中の脈拍数などを計測するのに適している。

これに対し、８８０ｎｍ付近に発光ピークを有するＬＥＤと、シリコン系の脈波計測用フォトダイオードとを用いると、その受光波長範囲は、３５０ｎｍから１２００ｎｍまでの範囲に及ぶ。従って、従来の光学系（検出装置）では、外光のうち、図２０に矢印Ｙで示すように、指を導光体として脈波計測用受光部にまで容易に届いてしまう１μｍの波長の光の検出結果に基づいて脈波を検出しているので、外光

の変動に起因する誤検出が起こりやすい。

さらに、約３００ｎｍから約７００ｎｍまでの波長領域の光を利用して脈波情報を得ているので、血量変化に基づく脈波信号のＳ／Ｎ比が高い。すなわち、光の波長と各種のヘモグロビンの吸光特性との関係において、血液中のヘモグロビンは、波長が３００ｎｍから７００ｎｍまでの光に対する吸光係数が大きく、波長が８８０ｎｍの光に対する吸光係数に比して数倍～約１００倍以上大きいからである。

なお、外光の影響を受けることなく、脈波情報を得るという観点からすれば、５４０ｎｍから５７０ｎｍまでの範囲に主要発光領域を有するＧａＰ系の脈波計測用ＬＥＤと、２００ｎｍから７００ｎｍ近くまでの範囲に感度領域を有するＧａＰ系の脈波計測用フォトダイオードを用いてもよい。

以上のとおり、本例の腕装着型電子機器１は、センサユニット３０を本体１０に装着して脈波を検出し、脈拍数を高い精度で表示できるようになっている。さらに、本例の電子機器１は、センサユニット３０がコネクタによって着脱ができるように構成されているので一般の時計と同様の使用も可能であり、また、腕に装着してマラソンなどの運動を行いながら脈拍数の計測もできるようになっている。また、携帯用の電子機器であるので、コネクタの面積も小さく、十分な接続面積を確保しにくい状態にある。このため、コネクタ部やケーブルなどが比較的酷使される状態であるので、上述したような本発明の診断方法を用いて接続状態を高頻度で確認しながら脈拍数の計測を行い、より信頼性の高いデータを表示できるようにしている。

そして、本発明の診断装置および診断方法においては、不具合を検出する診断値を正常と判断されると正常値としていったん記憶し、そ

の後の診断値の変動を予め設定された変動限界を示す判定値と比較して診断を行う相対値判定ができるようにしている。従って、本発明の診断方法および診断装置においては、正常時の診断値に対する相対比較によってオープン・ショートの不具合を検出できるので、電源電圧の変動があっても、あるいは、機器毎に回路素子の電気的特性に固体差があっても、オープン・ショートといった不具合の検出結果を確実に行うことができる。

また、本発明の診断方法および診断装置による不具合の診断結果は、端子間などに電気的に接続された素子の電気的特性の影響を受けない。したがって、本発明は、装置本体にコネクタ部分を介して接続し交換などが可能なセンサ装置などの外部装置との接続状態を診断する方法あるいは装置として好適であり、センサ装置などを取りつけた状態で、また、センサ装置などの外部装置を稼働させながら、不具合の診断を行うことができる。

さらに、本発明の診断装置および診断方法では、診断値が変動しても正常値との変動値を一定の判定値と比較することにより、デジタル処理によって精度の高い診断が行えるようになっている。従って、脈波計測などの処理がデジタル化されつつある小型の電子機器の診断に最適であり、これらの処理と並列に診断処理を行い、いつでも精度の良い計測値を確実に出力することができる。このため、本発明の診断装置および診断方法は、処理がデジタル化され、小型で多機能化になった携帯に便利な電子機器に好適なものであり、今後、多種多様な処理に適用できるものである。

産業上の利用可能性

本発明はＬＥＤなどの回路素子を備えた回路構成部分のコネクタ部

分や配線部分などの接続状態を診断し、ショートあるいはオープンといった不具合を検出可能な診断装置および診断方法に関するものであり、本発明により電源電圧が変動したり、回路素子の固体差が大きい場合でも確実に不具合を判定し、計測などの処理を確実に行うことができるものである。

請求の範囲

1．回路構成部分の動作電圧あるいは動作電流に基づき診断値を取得して前記回路構成部分のオープンまたはショートの不具合を判断可能な診断装置であって、

前記診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶する更新手段と、

前記正常値に対する前記診断値の変化を判定値と比較して前記不具合を判定する相対値判定手段とを有することを特徴とする接続状態の診断装置。

2．請求項1において、少なくとも診断する際に前記回路構成部分が蓄電装置から供給された電力によって動作することを特徴とする接続状態の診断装置。

3．請求項1において、前記回路構成部分は、固体差の大きな回路素子を備えていることを特徴とする接続状態の診断装置。

4．請求項1において、さらに、前記診断値を判定値と直に比較して前記不具合を判定する固定値判定手段と、

前記回路構成部分または前記不具合の種別によって前記相対値判定手段または前記固定値判定手段を選択する選択手段とを有することを特徴とする接続状態の診断装置。

5．計測機能を備えた本体と、この本体に着脱可能なコネクタによって接続され計測対象からの信号を検出可能なセンサ部と、前記セン

サ部の回路構成部分の動作電圧または動作電流に基づき診断値を取得して前記回路構成部分のオープンまたはショートの不具合を判断可能な診断部とを有し、

この診断部が、前記診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶する更新手段と、

前記正常値に対する前記診断値の変化を判定値と比較して前記不具合を判定する相対値判定手段とを備えていることを特徴とする携帯型電子機器。

6． 請求項5において、前記センサ部を用いて間欠的に計測を行う計測部と、この計測部の計測の合間に前記診断部を動作する制御部とを有することを特徴とする携帯型電子機器。

7． 回路構成部分の動作電圧または動作電流に基づき診断値を取得して前記回路構成部分のオープンまたはショートの不具合を判断可能な診断方法であって、

前記診断値が正常と判断すると、その診断値を正常値として記憶する更新工程と、

前記正常値に対する前記診断値の変化を判定値と比較して前記不具合を判定する相対値判定工程とを有することを特徴とする接続状態の診断方法。

8． 請求項7において、少なくとも診断する際に前記回路構成部分が蓄電装置から供給された電力によって動作することを特徴とする接続状態の診断方法。

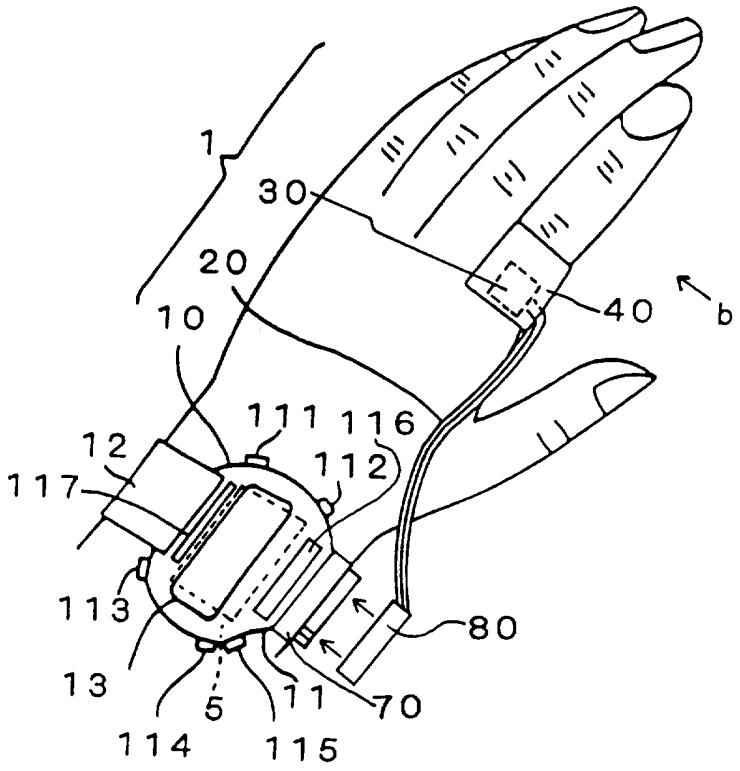
9． 請求項7において、前記回路構成部分は固体差の大きな回路素子を備えていることを特徴とする接続状態の診断装置。

10． 請求項7において、さらに、前記診断値を判定値と直に比較して前記不具合を判定する固定値判定工程と、

前記相対値判定工程および固定値判定工程に先立って、前記回路構成部分または前記不具合の種別によって前記相対値判定工程または前記固定値判定工程を選択する選択工程とを有することを特徴とする接続状態の診断方法。

図1

(a)



(b)

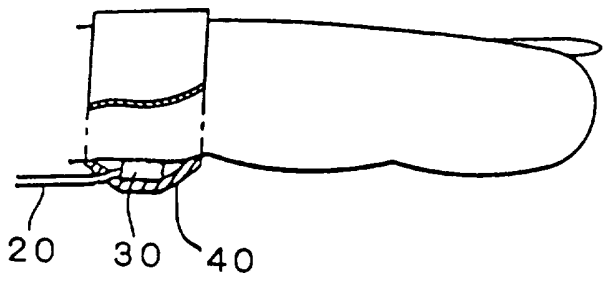


図2

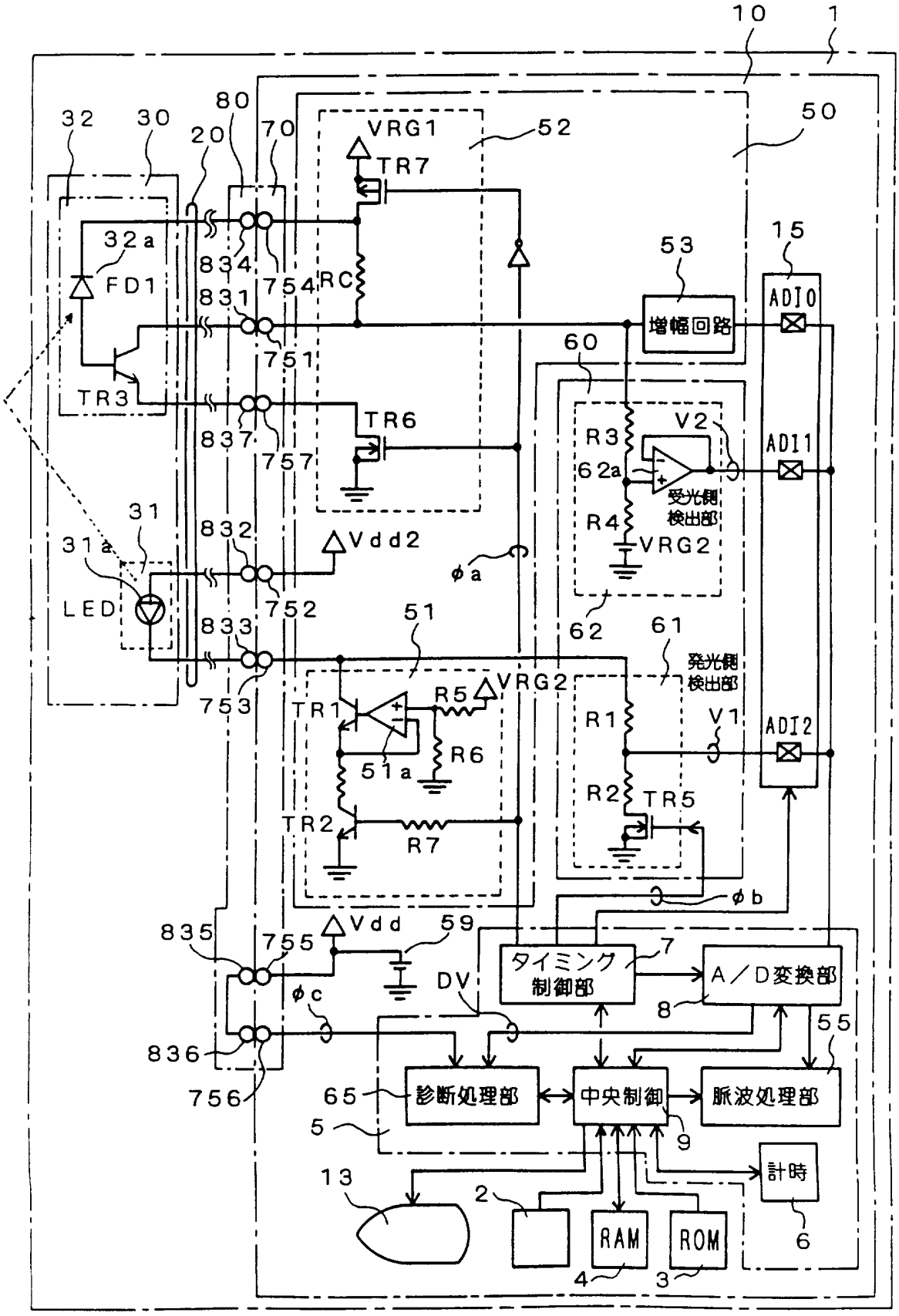

10
1
32
30
20
80
70
VRG1
52
50
TR7
32a
FD1
834
754
RC
831
751
53
15
増幅回路
ADIO
60
TR3
TR6
837
757
R3
V2
ADI1
62a
受光側
検出部
R4
VRG2
31
31a
832
Vdd2
φa
LED
752
833
753
51
62
61
発光側
検出部
VRG2
R5
TR1
R1
V1
ADI2
51a
R6
R2
TR5
TR2
R7
φb
835
755
Vdd
59
タイミング
制御部
7
A／D変換部
DV
φc
8
55
836
756
65
診断処理部
中央制御
脈波処理部
5
9
計時
13
2
RAM
ROM
6
4
3

図３

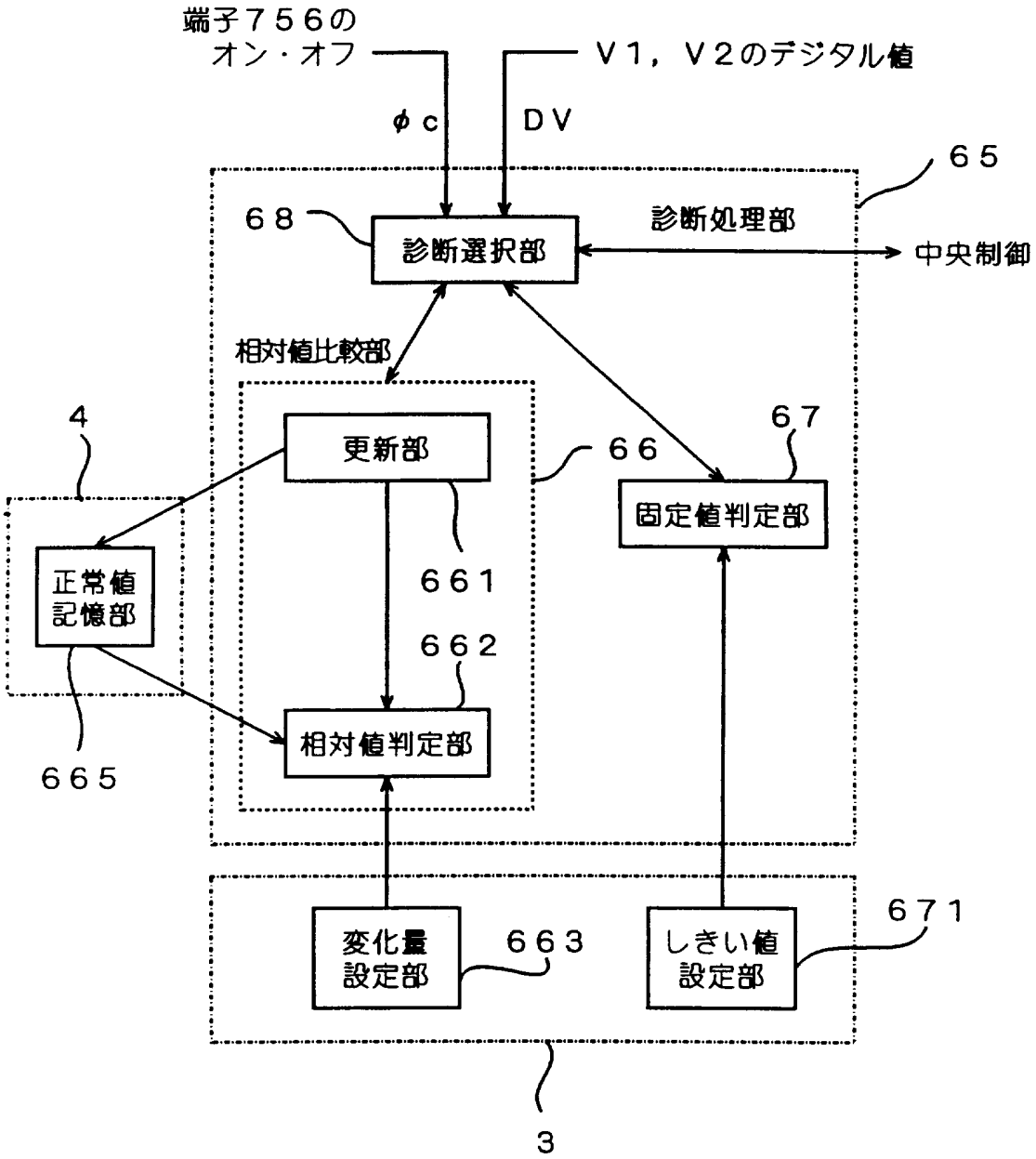

端子７５６の
オン・オフ
Ｖ１，Ｖ２のデジタル値
φｃ
ＤＶ
６５
６８
診断処理部
診断選択部
中央制御
相対値比較部
４
更新部
６６
６７
固定値判定部
正常値
記憶部
６６１
６６２
相対値判定部
６６５
変化量
設定部
６６３
しきい値
設定部
６７１
３

図4

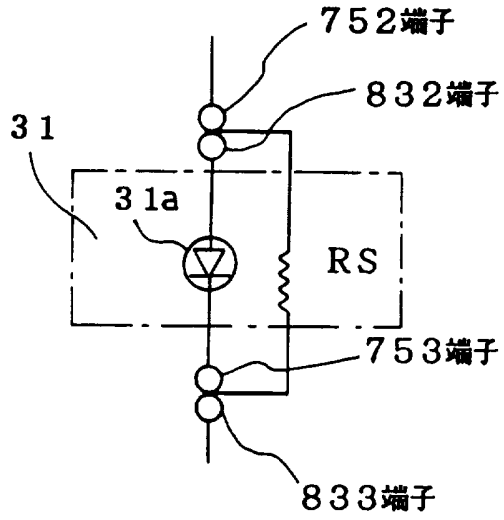


図5

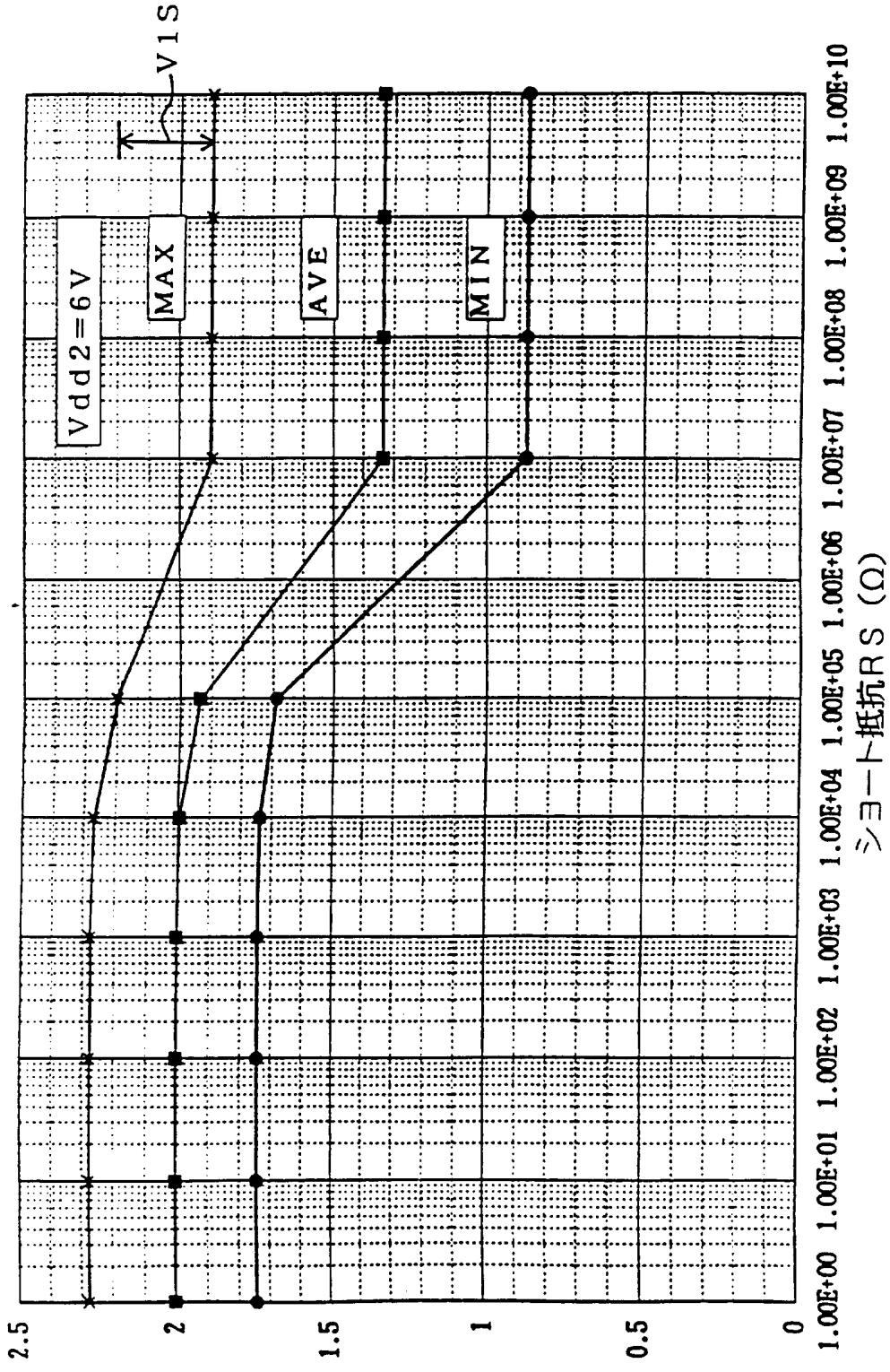

V1S
Vdd2=6V
MAX
AVE
MIN
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
1.00E+03
1.00E+02
1.00E+01
1.00E+00
ショート抵抗RS（Ω）
2.5
2
1.5
1
0.5
0
診断値（ショート検出電圧V1）（V）

図6

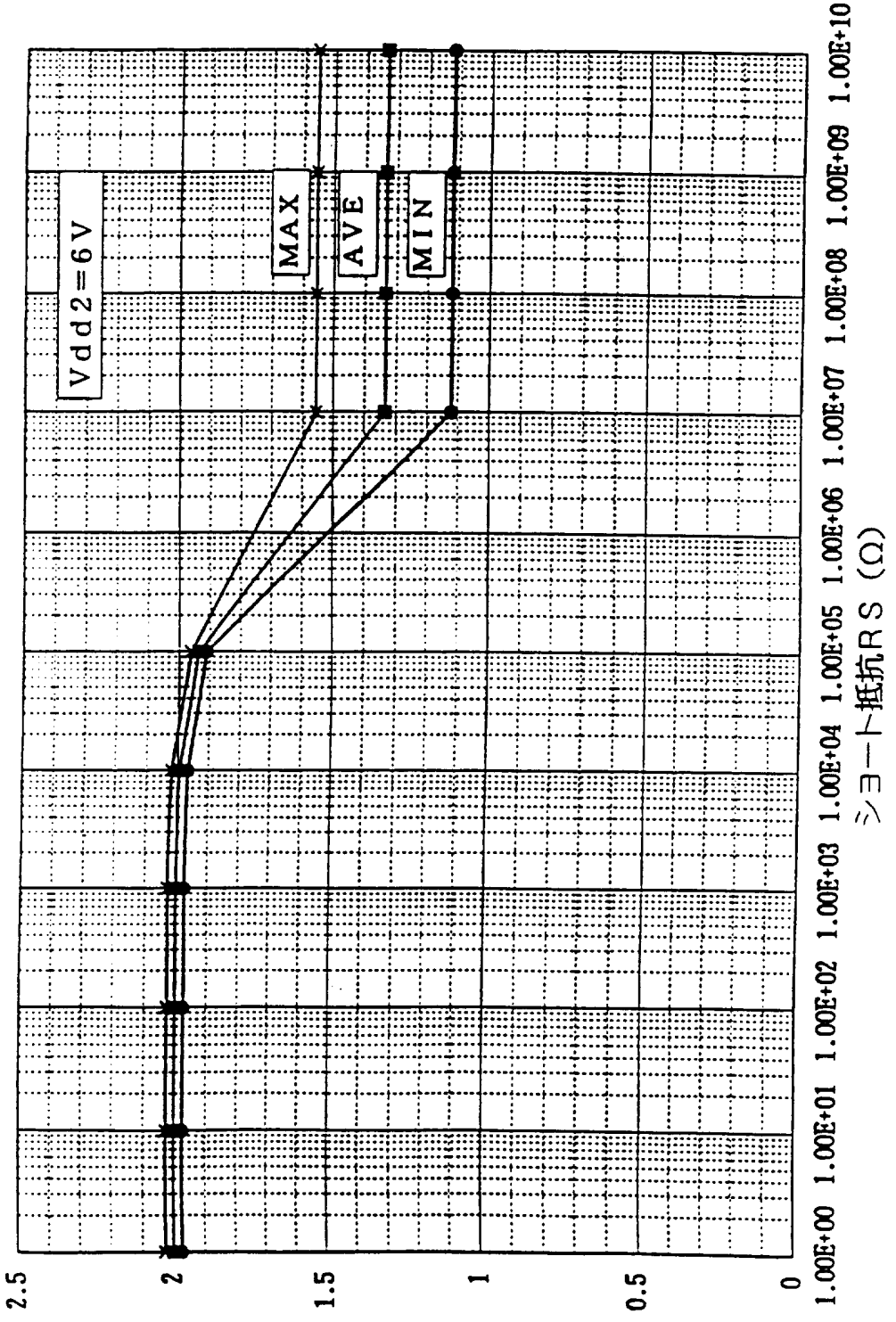

Vdd2=6V
MAX
AVE
MIN
2.5
2
1.5
1
0.5
0
1.00E+00
1.00E+01
1.00E+02
1.00E+03
1.00E+04
1.00E+05
1.00E+06
1.00E+07
1.00E+08
1.00E+09
1.00E+10
ショート抵抗RS（Ω）
診断値（ショート検出電圧V1）（V）

図7

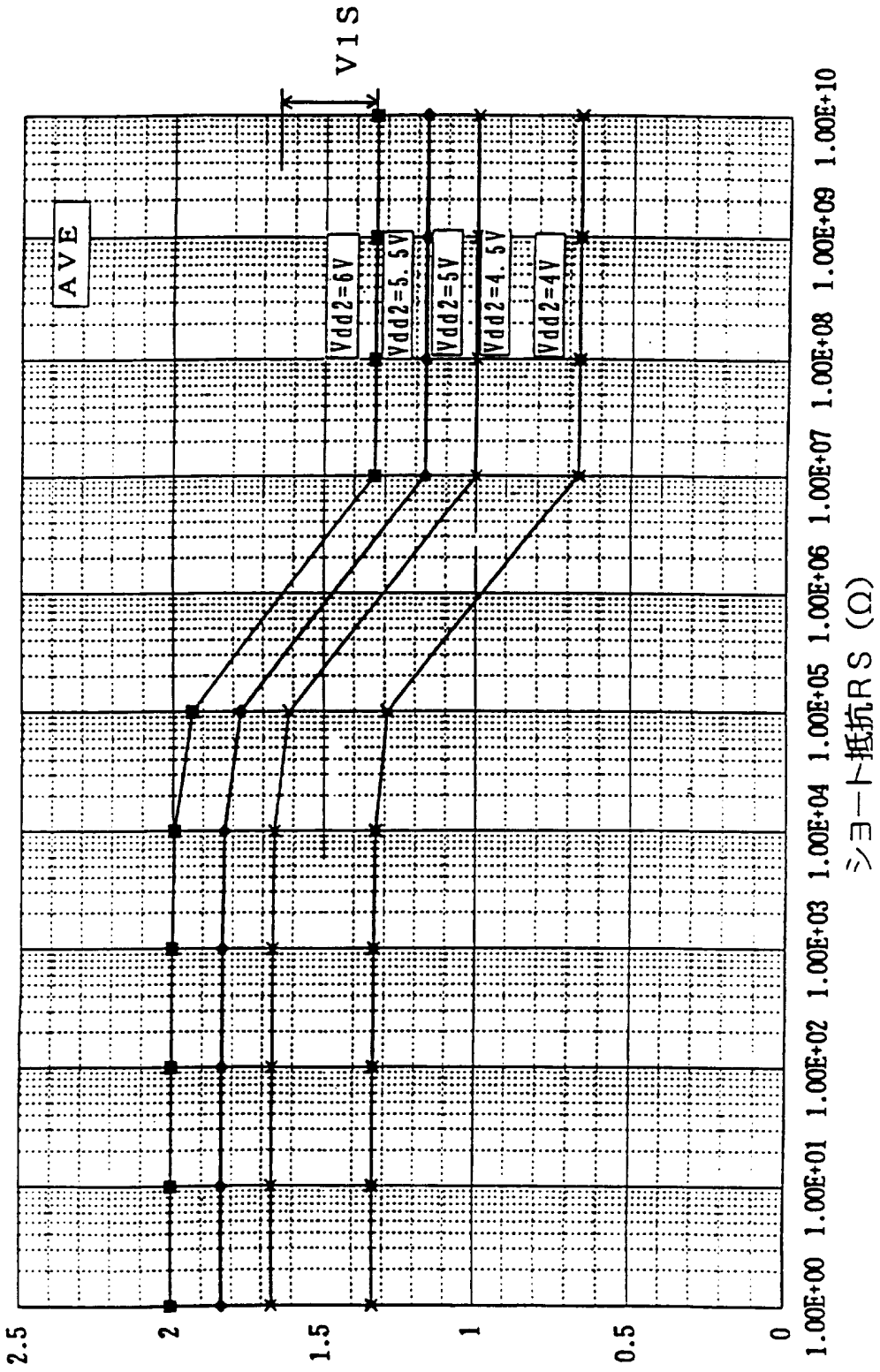

V1S
AVE
Vdd2=6V
Vdd2=5.5V
Vdd2=5V
Vdd2=4.5V
Vdd2=4V
2.5
2
1.5
1
0.5
0
1.00E+00
1.00E+01
1.00E+02
1.00E+03
1.00E+04
1.00E+05
1.00E+06
1.00E+07
1.00E+08
1.00E+09
1.00E+10
診断値（ショート検出電圧Ｖ１）（Ｖ）
ショート抵抗ＲＳ（Ω）

図8

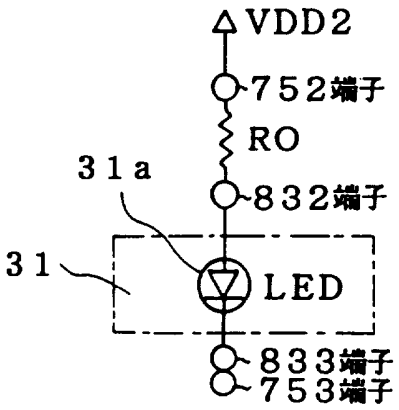


図9

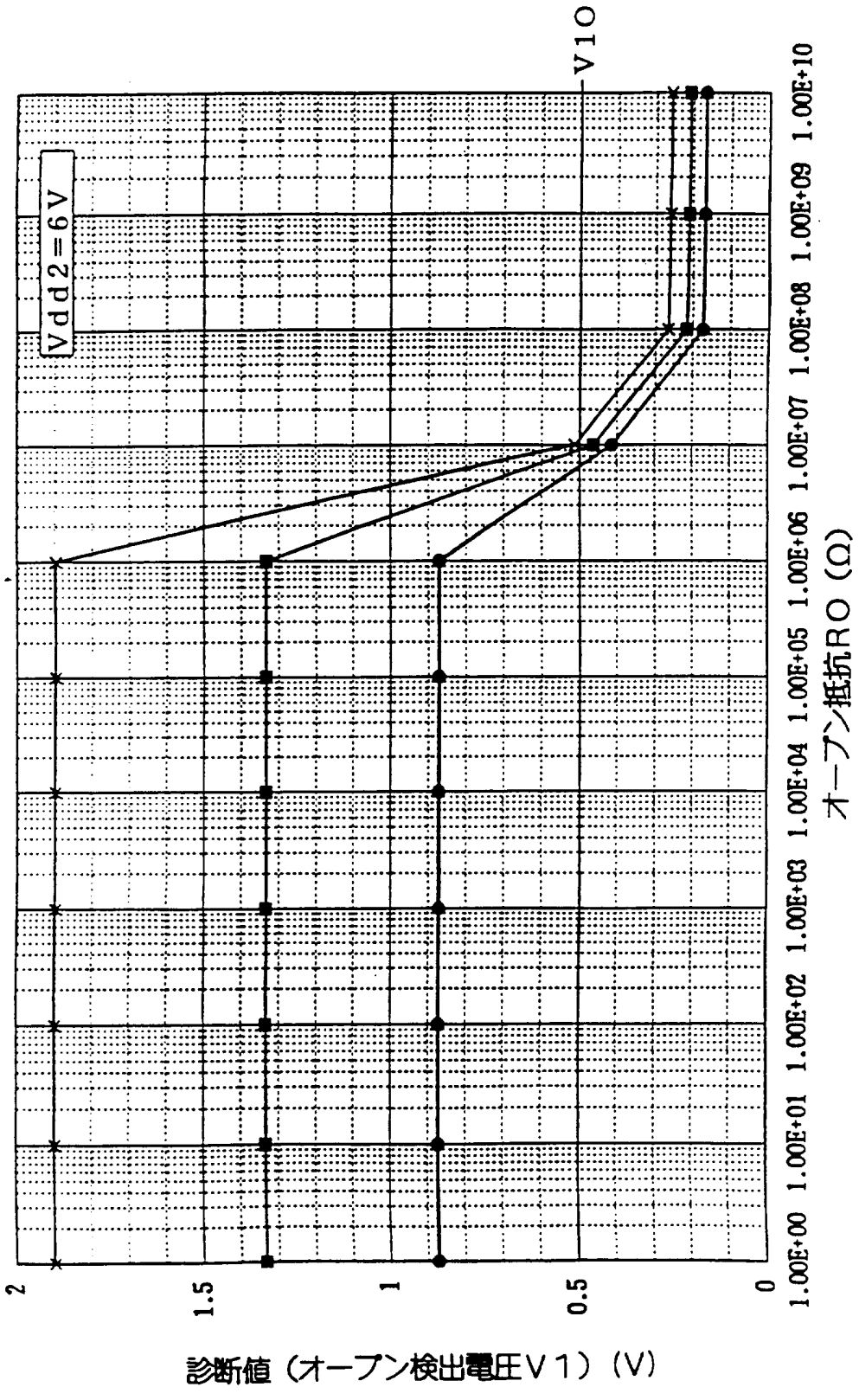

V10
Vdd2=6V
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
1.00E+03
1.00E+02
1.00E+01
1.00E+00
オープン抵抗RO（Ω）
2
1.5
1
0.5
0
診断値（オープン検出電圧V1）（V）

図10

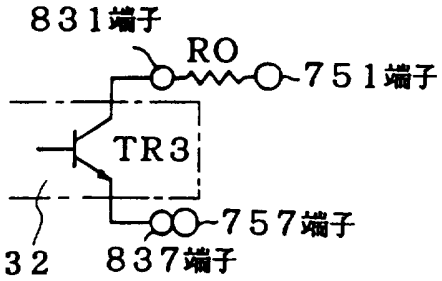


図11

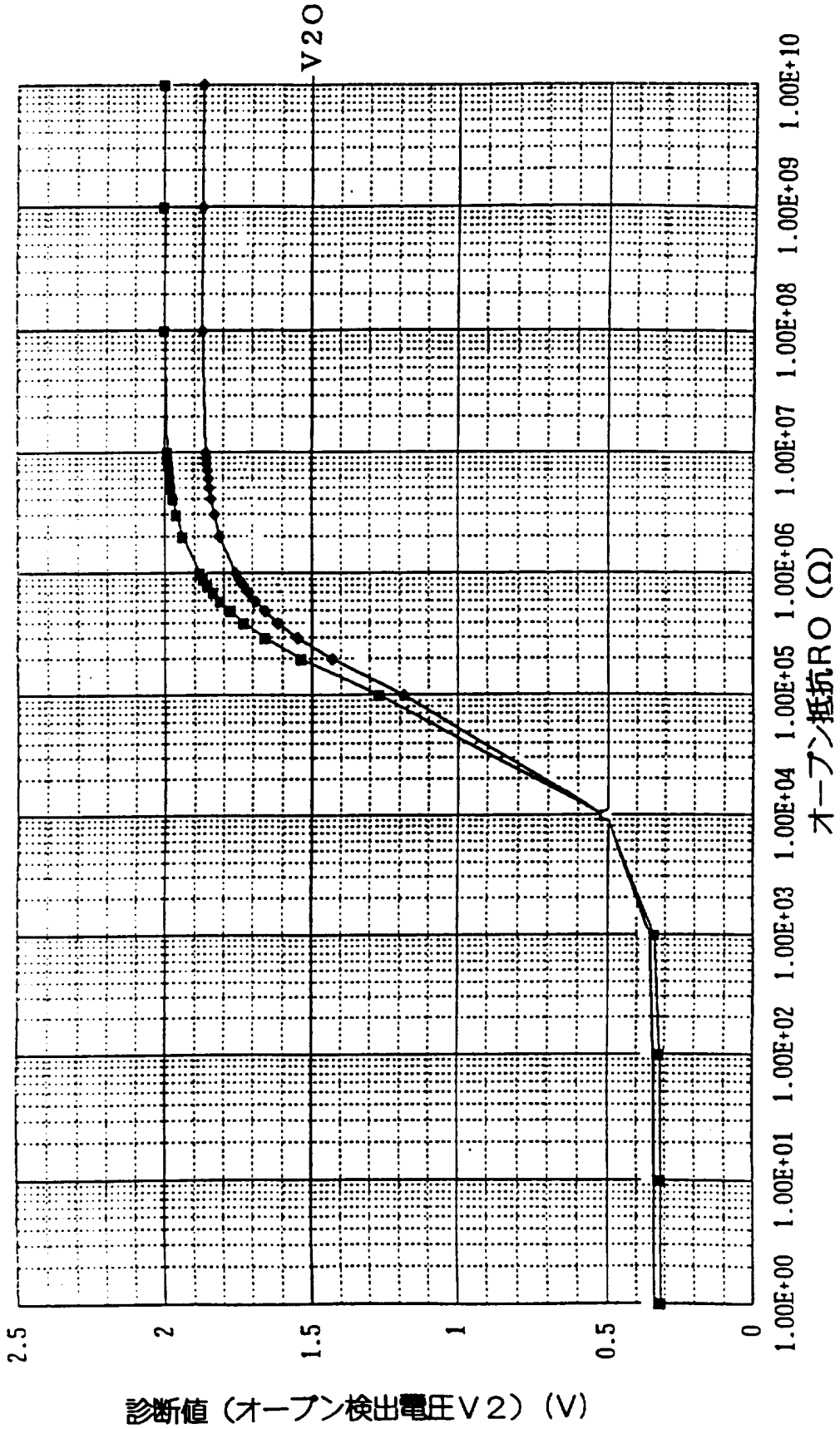

V20
1.00E+10
1.00E+09
1.00E+08
1.00E+07
1.00E+06
1.00E+05
1.00E+04
1.00E+03
1.00E+02
1.00E+01
1.00E+00
オープン抵抗RO（Ω）
2.5
2
1.5
1
0.5
0
診断値（オープン検出電圧V2）（V）

図12

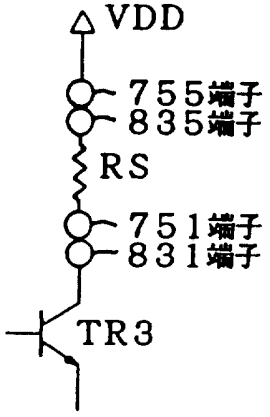


図13

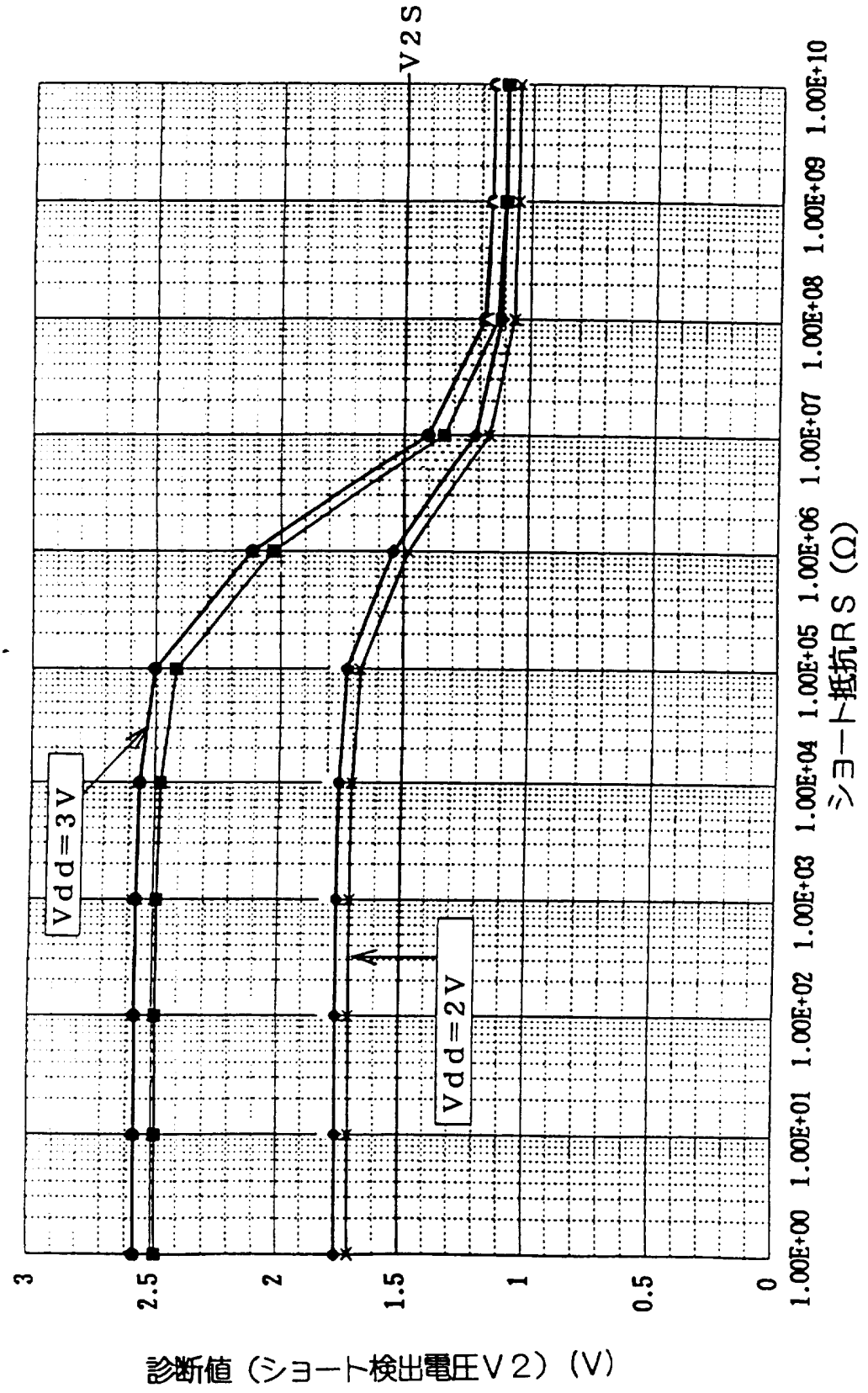

V2S
Vdd=3V
Vdd=2V
3
2.5
2
1.5
1
0.5
0
1.00E+00
1.00E+01
1.00E+02
1.00E+03
1.00E+04
1.00E+05
1.00E+06
1.00E+07
1.00E+08
1.00E+09
1.00E+10
ショート抵抗RS（Ω）
診断値（ショート検出電圧V2）（V）

図14

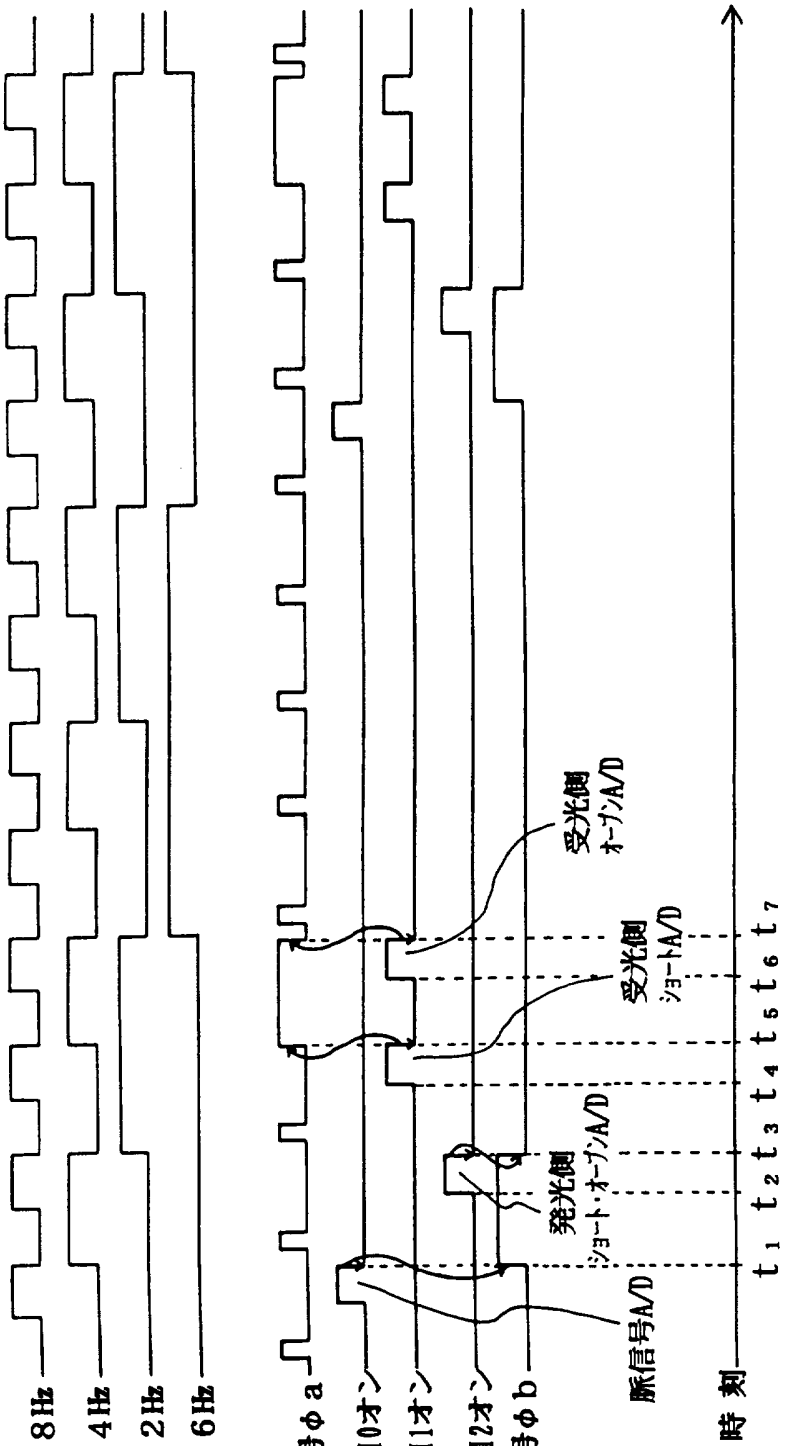

128Hz
64Hz
32Hz
16Hz
信号φa
信号AD10オン
信号AD11オン
信号AD12オン
信号φb
脈信号A/D
発光側
ショート・オープンA/D
受光側
ショートA/D
受光側
オープンA/D
時刻
t1 t2 t3 t4 t5 t6 t7

図15

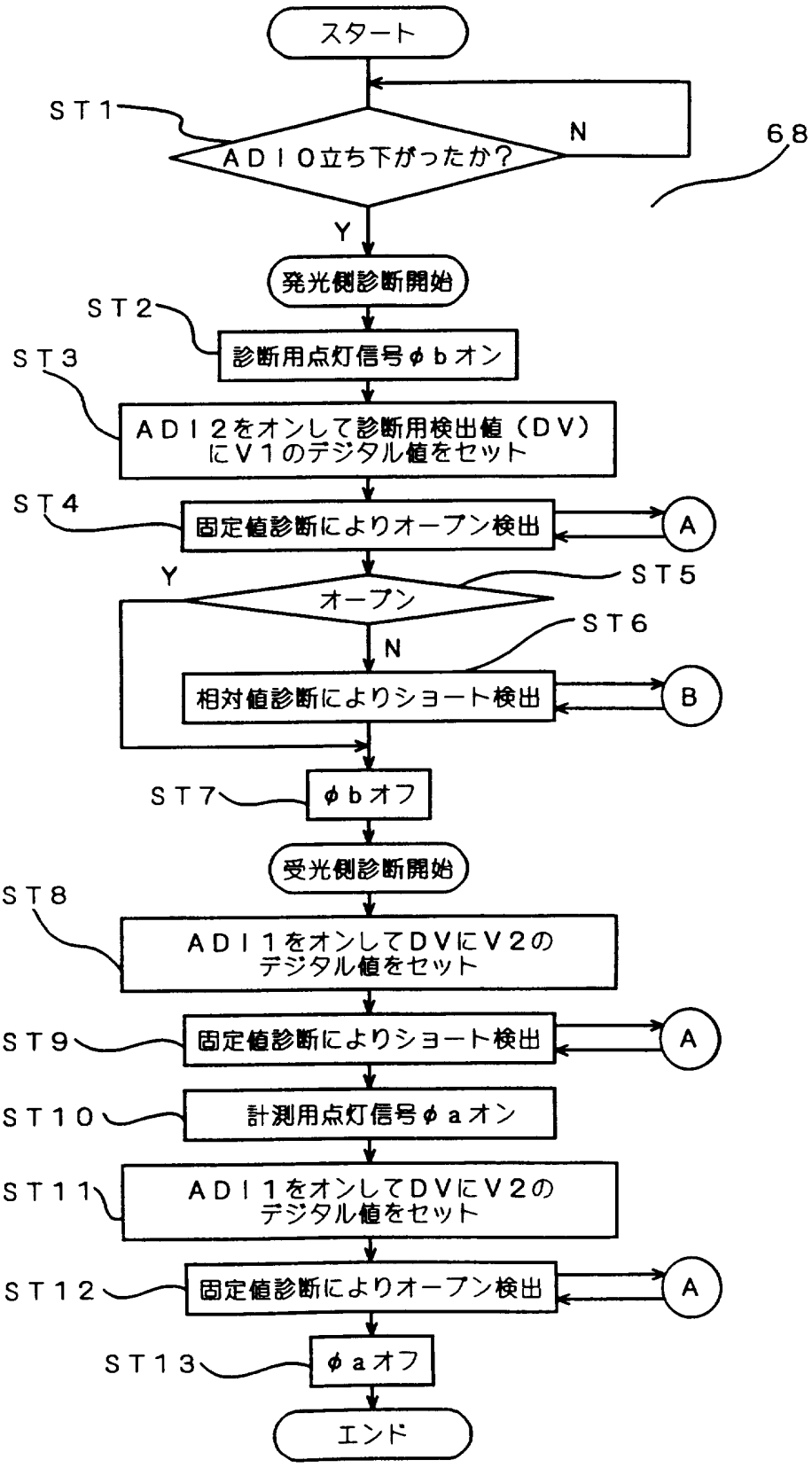

スタート
ST1
ADI0立ち下がったか？
N
68
Y
発光側診断開始
ST2
診断用点灯信号φbオン
ST3
ADI2をオンして診断用検出値（DV）にV1のデジタル値をセット
ST4
固定値診断によりオープン検出
A
Y
オープン
ST5
N
ST6
相対値診断によりショート検出
B
ST7
φbオフ
受光側診断開始
ST8
ADI1をオンしてDVにV2のデジタル値をセット
ST9
固定値診断によりショート検出
A
ST10
計測用点灯信号φaオン
ST11
ADI1をオンしてDVにV2のデジタル値をセット
ST12
固定値診断によりオープン検出
A
ST13
φaオフ
エンド

図16

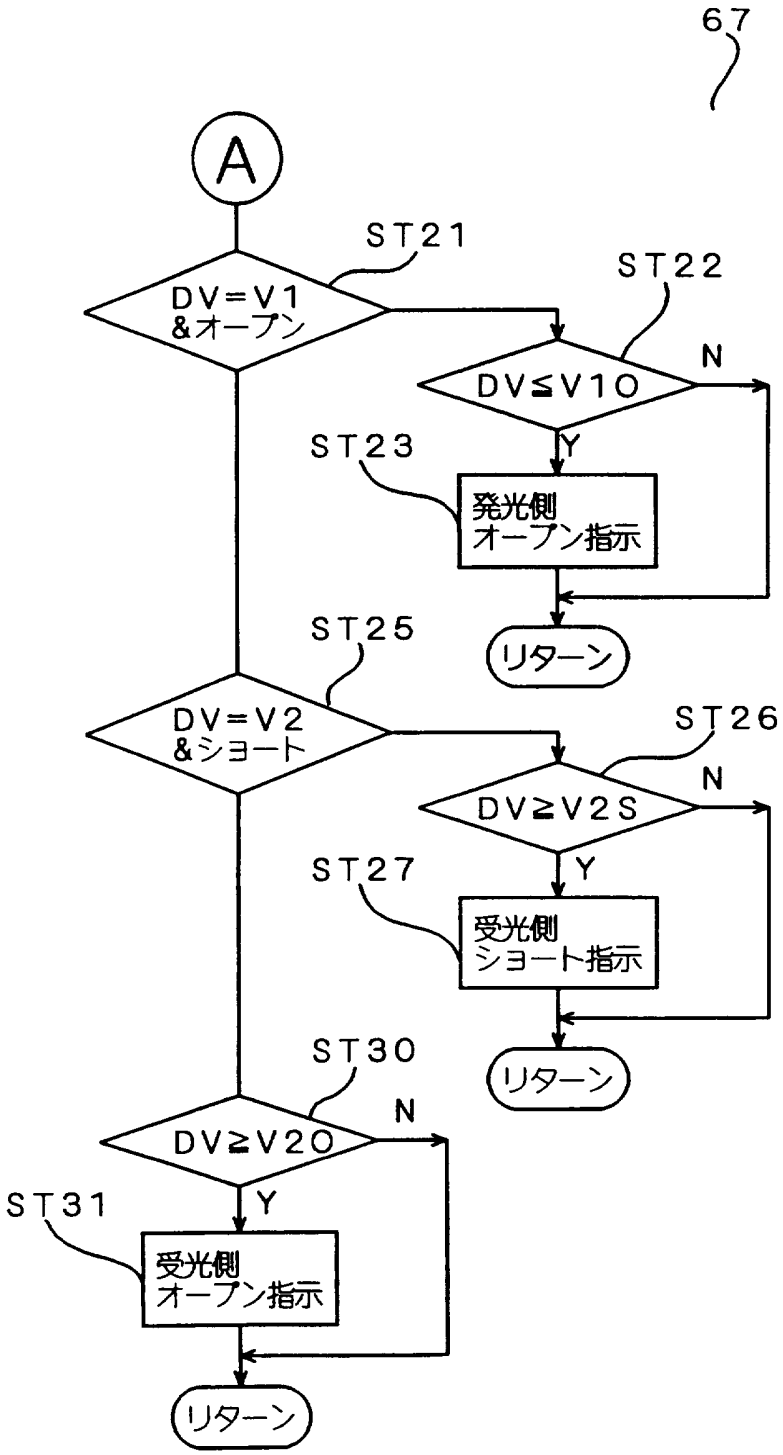

67
A
ST21
DV=V1
&オープン
ST22
DV≦V10
N
Y
ST23
発光側
オープン指示
リターン
ST25
DV=V2
&ショート
ST26
DV≧V2S
N
Y
ST27
受光側
ショート指示
リターン
ST30
DV≧V20
N
Y
ST31
受光側
オープン指示
リターン

図17

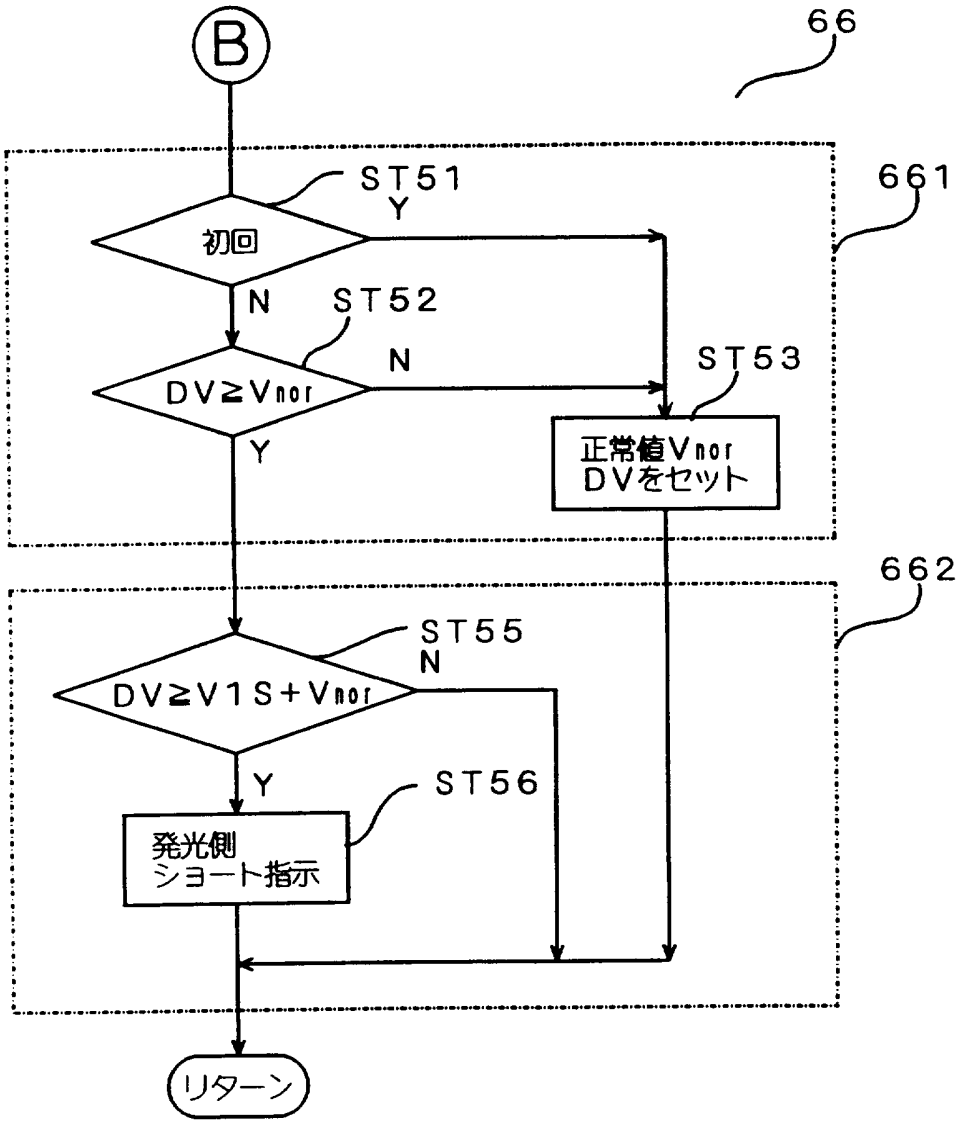

B
66
661
ST51
Y
初回
N
ST52
N
DV≧Vnor
ST53
Y
正常値Vnor
DVをセット
662
ST55
N
DV≧V1S+Vnor
Y
ST56
発光側
ショート指示
リターン

図18

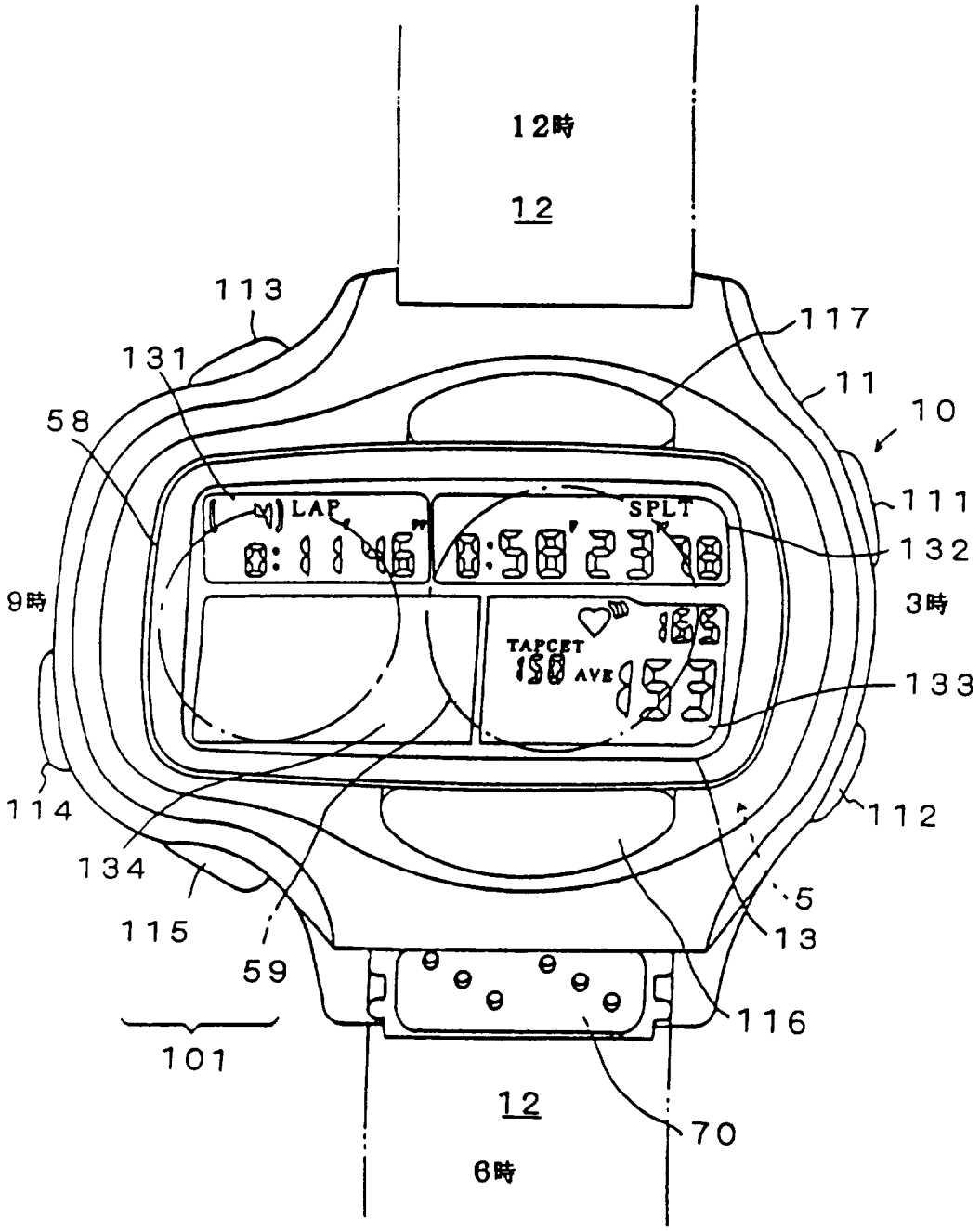

12時
12
113
131
58
117
11
10
111
132
9時
3時
LAP
SPLT
0:11'46"
0:58'23"18
185
TARGET
150 AVE
153
133
114
112
134
115
59
5
13
116
101
12
70
6時

図19

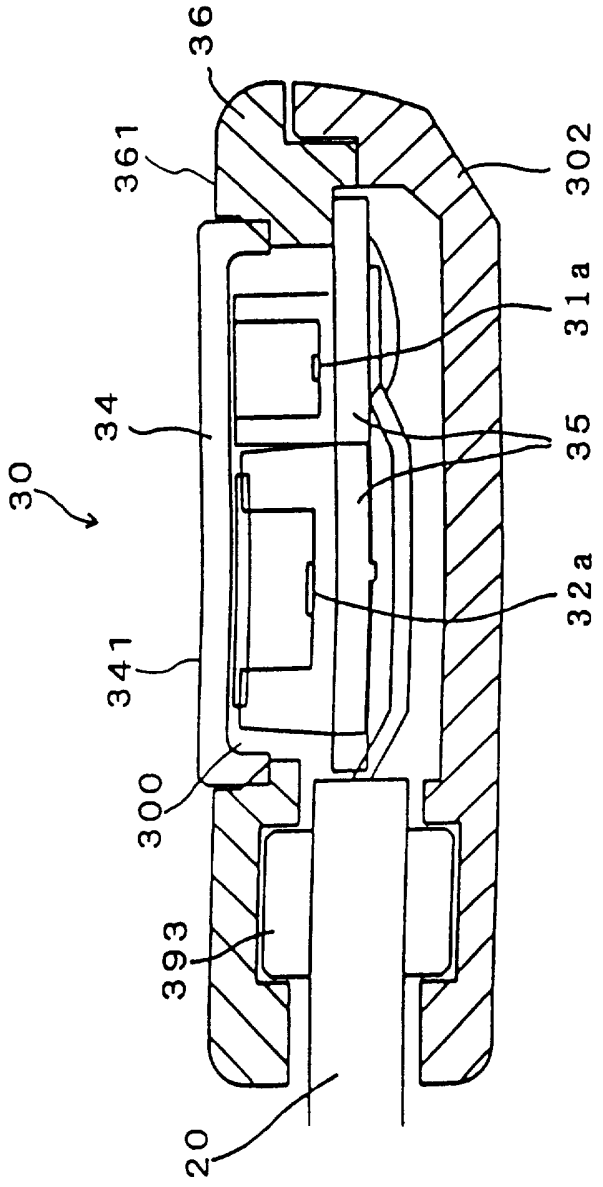


図20

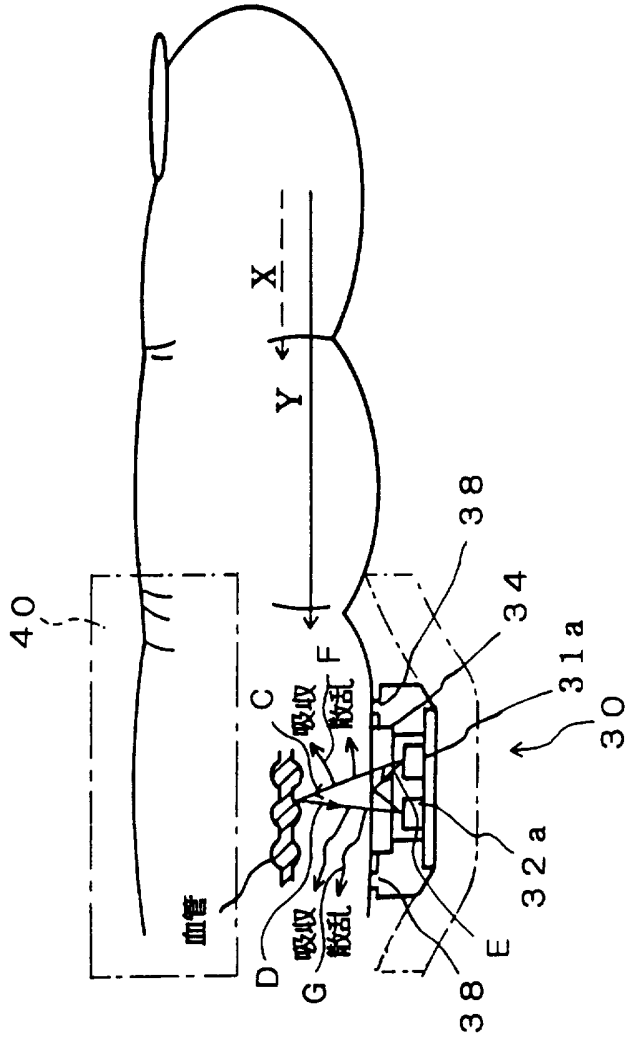


図２１

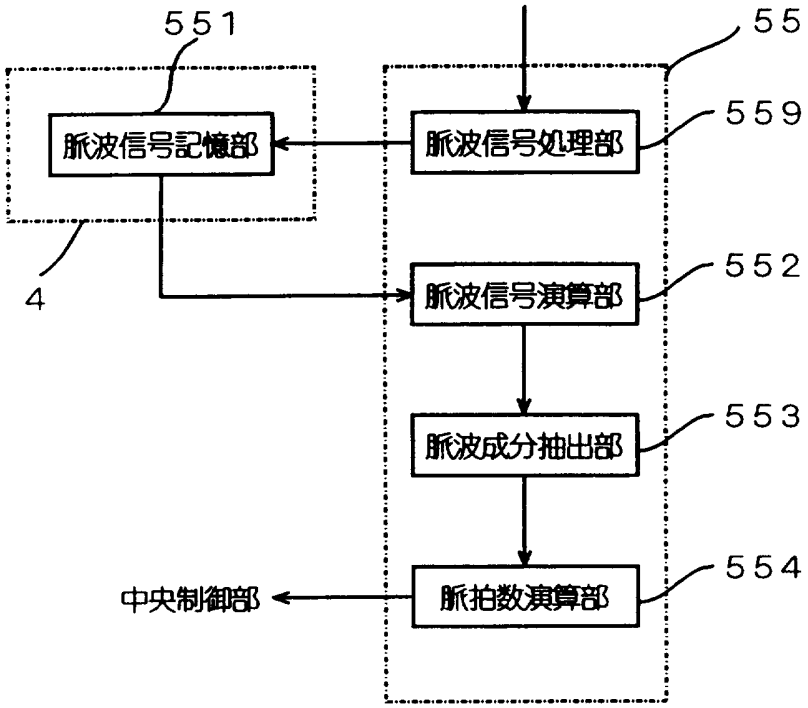

551
55
脈波信号記憶部
脈波信号処理部
559
4
脈波信号演算部
552
脈波成分抽出部
553
中央制御部
脈拍数演算部
554

図22

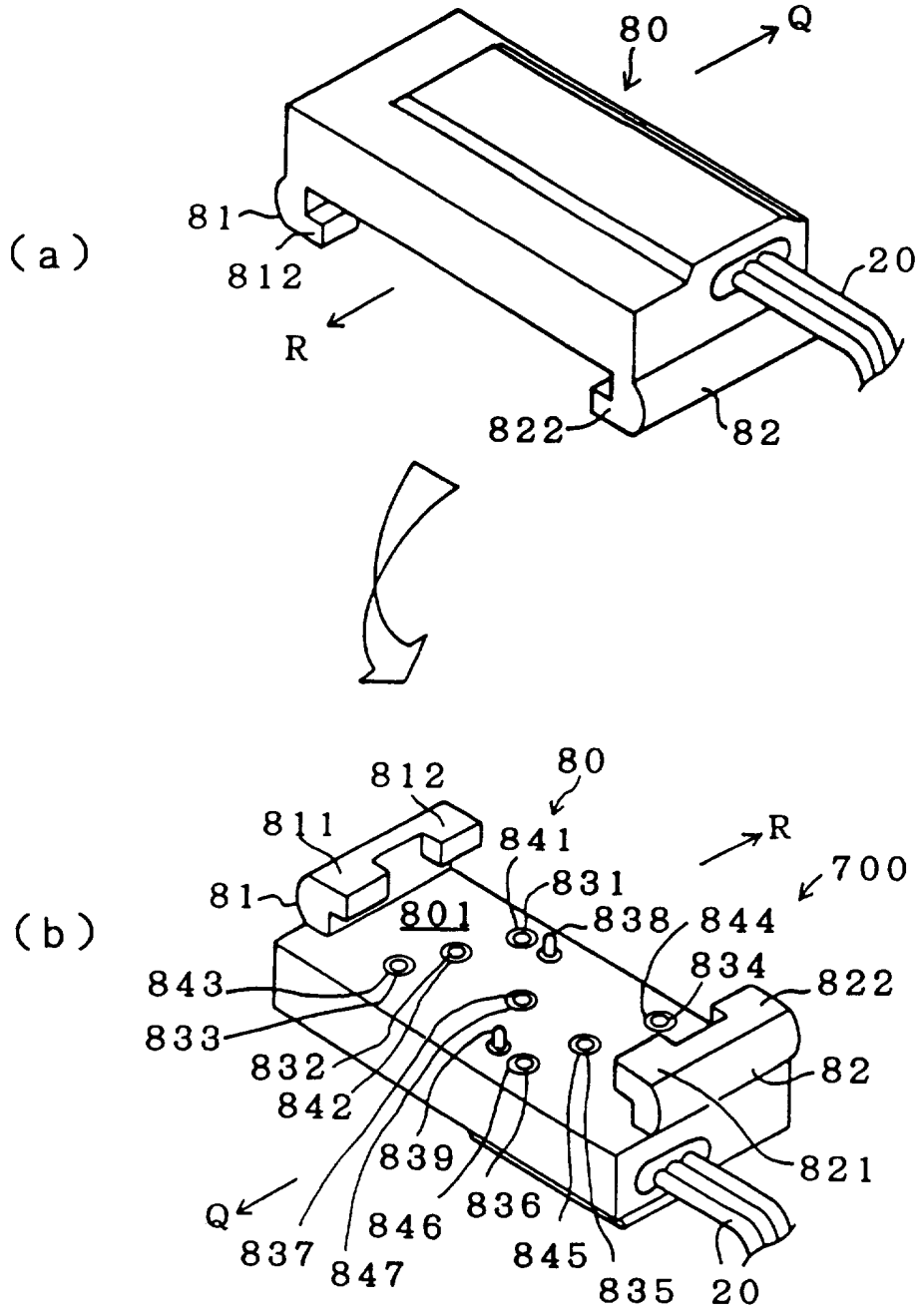
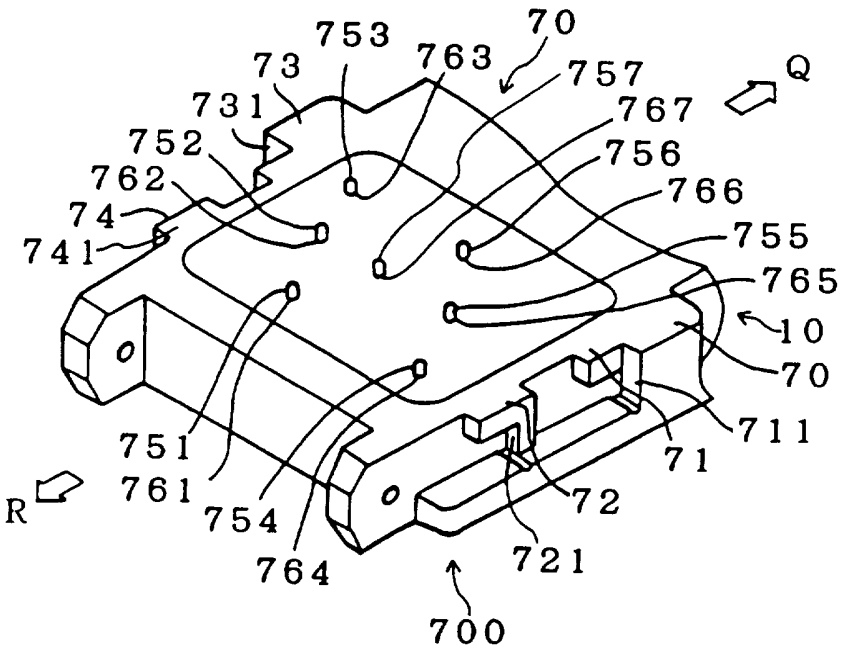

(a)
80
Q
81
812
R
20
822
82
(b)
812
80
811
841
R
700
81
831
801
838
844
834
822
843
833
832
842
82
839
821
Q
836
837
846
847
845
835
20

図23


753
70
73
763
757
Q
731
767
752
756
762
766
74
755
741
765
10
70
751
711
761
71
R
754
72
764
721
700

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP96/03034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl^6 G01R31/02

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)
Int. Cl^6 G01R31/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1997 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996 - 1997
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1997
Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1997

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.
Y	JP, 6-135285, A (Imasen Electric Industrial Co., Ltd.), May 17, 1994 (17. 05. 94), Paragraphs (0004), (0012); (Fig. 2) (Family: none)	1-3, 5, 7-9
A		4, 6
Y	JP, 3-105498, A (Deare and Co.), May 2, 1991 (02. 05. 91), Claim 1 & EP, 414142, A3 & US, 5017910, A	1-3, 5, 7-9
A		4, 6

☐ 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 document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
January 14, 1997 (14. 01. 97)	January 28, 1997 (28. 01. 97)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP96／03034

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
Int. Cl6　G01R31／02

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））
Int. Cl6　G01R31／02

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
日本国実用新案公報　1926－1997年
日本国公開実用新案公報　1971－1997年
日本国登録実用新案公報　1994－1997年
日本国実用新案登録公報　1996－1997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	関連する請求の範囲の番号
Y	JP，6－135285，A（株式会社今仙電機製作所） 17．5月．1994（17．05．94），【0004】，【0012】，【図2】，（ファミリーなし）	1－3，5，7－9
A		4，6
Y	JP，3－105498，A（ディーア・アンド・カンパニー） 2．5月．1991（02．05．91），特許請求の範囲第1項 &EP，414142，A3&US，5017910，A	1－3，5，7－9
A		4，6

☐ 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。

＊　引用文献のカテゴリー
「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
「E」先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの
「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）
「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
「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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
14．01．97

国際調査報告の発送日
28.01.97

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ISA／JP）
郵便番号100
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）　2G　9213
小野　文広

電話番号　03－3581－1101　内線　3225

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1992年7月）