

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5834409号
(P5834409)

(45) 発行日 平成27年12月24日(2015.12.24)

(24) 登録日 平成27年11月13日(2015.11.13)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 S 13/84 (2006.01) GO 1 S 13/84

請求項の数 5 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2011-1302 (P2011-1302) (22) 出願日 平成23年1月6日(2011.1.6) (65) 公開番号 特開2012-141273 (P2012-141273A) (43) 公開日 平成24年7月26日(2012.7.26) 審査請求日 平成25年10月18日(2013.10.18)</p>	<p>(73) 特許権者 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 (74) 代理人 100094525 弁理士 土井 健二 (74) 代理人 100094514 弁理士 林 恒徳 (72) 発明者 山崎 大輔 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 審査官 三田村 陽平</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ICタグの距離測定装置およびICタグ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

送信信号をアンテナに供給して測距用電波を生成し、前記測距用電波を第1のターゲットおよび第2のターゲットに送信する電波送信部と、

前記第1のターゲットが第1の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第1の反射波と前記第2のターゲットが前記測距用電波を反射して生成する第2の反射波との第1の合成反射波を前記アンテナで受信して第1の受信信号を生成し、前記第1のターゲットが前記第1の反射率とは異なる第2の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第3の反射波と前記第2のターゲットが前記測距用電波を反射して生成する第4の反射波との第2の合成反射波を前記アンテナで受信して第2の受信信号を生成する電波受信部と、

前記第1の受信信号と前記第2の受信信号とに基づいて、前記第1の受信信号中の前記第1の反射波に対応する信号成分と前記送信信号との位相差を求める位相差算出部とを有し、

前記位相差算出部が求めた前記位相差に対応する距離を算出する距離測定装置。

【請求項2】

請求項1に記載の距離測定装置において、

前記位相差算出部は、前記第1の受信信号および前記第2の受信信号の振幅と、前記第1の受信信号と前記送信信号との第1の位相差と、前記第2の受信信号と前記送信信号との第2の位相差に基づいて、前記信号成分と前記送信信号との前記位相差を求めることを

特徴とする距離測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載の距離測定装置において、
前記位相差算出部が求めた前記位相差に対応する前記距離を算出する距離算出部を有することを

特徴とする距離測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の距離測定装置において、
更に、複数のターゲットに前記測距用電波を送信し、
前記複数のターゲットから第 3 のターゲットを順次選択し、選択した前記第 3 のターゲットを前記第 1 のターゲットとして、前記位相差を順次求めることを
特徴とする距離測定装置。

10

【請求項 5】

それぞれの IC タグが、受信したコマンドに含まれる識別子が割り当てられた識別子に一致する場合に、前記コマンドに含まれる測距用電波の変調回数に従って、前記測距用電波を第 1 の反射率で反射しその後第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率で前記測距用電波を反射することを周期的に繰り返す回路を有する

複数の IC タグ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、IC タグの距離測定装置および IC タグに関する。

【背景技術】

【0002】

IC タグは、自身の識別コードなどの情報が記録された IC (integrated circuit) とアンテナとを有し、電波を使ってリーダ/ライタ (reader/writer、以下 R/W と呼ぶ) と情報の送受信を行う装置である。IC タグは、通常、商品等の物に装着され、装着された物の管理に用いられる。近年、IC タグと R/W の距離を測定することで、IC タグを物の管理以外にも用いるという提案がなされている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 107792 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 92885 号公報

【特許文献 3】特表 2002 - 525640 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の IC タグの距離測定方法は、例えば、R/W が送信した電波の強度を IC タグが測定し、その強度から IC タグと R/W の間の距離を特定するというものである。従って、従来の距離測定方法には、距離測定の精度が低いという問題があった。本発明は、このような問題を解決することを課題とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記の問題を解決するために、本装置の一観点によれば、送信信号をアンテナに供給して測距用電波を生成し、前記測距用電波をターゲット IC タグおよび他の IC タグに送信する電波送信部と、前記ターゲット IC タグが第 1 の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第 1 の反射波と前記他の IC タグが前記測距用電波を反射して生成する第 2 の反射波との第 1 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 1 の受信信号を生成し、前記ターゲット IC タグが前記第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率で前記測距用電波を反射して

50

生成する第 3 の反射波と前記他の I C タグが前記測距用電波を反射して生成する第 4 の反射波との第 2 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 2 の受信信号を生成する電波受信部と、前記第 1 の受信信号と前記第 2 の受信信号とに基づいて、前記第 1 の受信信号中の前記第 1 の反射波に対応する信号成分と前記送信信号との位相差を求める位相差算出部とを有する I C タグの距離測定装置が提供される。

【発明の効果】

【0006】

本実施の形態によれば、距離測定装置と I C タグとの間の距離を高い精度で測定することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0007】

【図 1】実施の形態 1 の距離測定装置の構成および動作を説明する図である（その 1）。

【図 2】実施の形態 1 の距離測定装置の構成および動作を説明する図である（その 2）。

【図 3】実施の形態 1 の距離測定装置の構成および動作を説明する図である（その 3）。

【図 4】実施の形態 2 の距離測定装置の構成図である。

【図 5】振幅検出器の回路図の一例である。

【図 6】ターゲット I C タグおよび他の I C タグの構成を説明する構成図である。

【図 7】実施の形態 2 の距離測定装置の動作を説明するフローチャートである。

【図 8】実施の形態 2 の距離測定装置が送信するコマンド信号の一例を説明する図である

20

【図 9】振幅検出器の出力の時間変化を説明する図である。

【図 10】I C タグの動作を説明する等価回路図である。

【図 11】距離測定システムの一例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、図面にしたがって本発明の実施の形態について説明する。但し、本発明の技術的範囲はこれらの実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載された事項とその均等物まで及ぶものである。尚、図面が異なっても対応する部分には同一符号を付し、その説明を省略する。

【0009】

30

（実施の形態 1）

図 1～3 は、本実施の形態の距離測定装置 2 の構成および動作を説明する図である。本距離測定装置 2 は、図 1 に示すように、電波送信部 4、電波受信部 6、および位相差算出部 8 を有している。

【0010】

電波送信部 4 は、発振器 10、電波送信回路 12、およびアンテナ 14 を有している。発振器 10 は、所定の周波数（例えば、1 GHz）の送信信号を生成し、電波送信回路 12 に供給する。電波送信回路 12 はこの送信信号を増幅して、アンテナ 14 に供給する。アンテナ 14 に供給された送信信号は測距用電波 16 を生成し、この測距用電波 16 は、ターゲット I C タグ 18（距離測定対象の I C タグ）および他の I C タグ 20 に送信される。

40

【0011】

図 2 に示すように、ターゲット I C タグ 18 は、受信した測距用電波 16 を第 1 の反射率で反射して第 1 の反射波 22 を生成する。一方、他の I C タグ 20 は測距用電波 16 を所定の反射率（例えば、第 1 の反射率）で反射して、第 2 の反射波 24 を生成する。第 1 の反射波 22 と第 2 の反射波 24 は、重なり合って第 1 の合成反射波 26 になる。

【0012】

更に、図 3 に示すように、ターゲット I C タグ 18 は、第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率（例えば、第 1 の反射率の 25% の反射率）で測距用電波 16 を反射して第 3 の反射波 28 を生成する。同様に、他の I C タグ 20 は、測距用電波 16 を上記所定の反射率

50

で反射して第 4 の反射波 30 を生成する。第 3 の反射波 28 と第 4 の反射波 30 は重なり合っ、第 2 の合成反射波 32 になる。

【 0 0 1 3 】

図 2 に示すように、電波受信部 6 は、アンテナ 14 と電波受信回路 22 とを有している。アンテナ 14 は、第 1 の合成反射波 26 を受信して、第 1 の受信信号を生成する。生成された第 1 の受信信号は、電波受信回路 22 に供給され増幅される。同様に、アンテナ 14 は、図 3 に示すように、第 2 の合成反射波 32 を受信して、第 2 の受信信号を生成する。生成された第 2 の受信信号は、電波受信回路 22 に供給され増幅される。

【 0 0 1 4 】

位相差算出部 8 は、増幅された第 1 の受信信号および増幅された第 2 の受信信号に基づいて、第 1 の受信信号中の第 1 の反射波に対応する信号成分と送信信号との位相差を求める。この位相差は、アンテナ 14 とターゲット I C タグ 18 との間の距離に対応している。

10

【 0 0 1 5 】

ところで、発振器 10 の生成する送信信号 $S_0(t)$ は、次式で表すことができる。

【 0 0 1 6 】

【数 1】

$$S_0(t) = A \cdot \sin(\omega \cdot t) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (1)$$

20

【 0 0 1 7 】

ここで、A は、振幅である。 ω は、角振動数である。 t は、時刻である。

【 0 0 1 8 】

一方、第 1 の合成反射波 26 に対応する第 1 の受信信号 $S_1(t)$ は、次式で表すことができる。

【 0 0 1 9 】

【数 2】

$$S_1(t) = R_1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_1) + R_2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_2) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (2)$$

30

【 0 0 2 0 】

ここで、式 (2) の右辺第 1 項は、第 1 の反射波 22 に対応する信号成分である。 R_1 および ϕ_1 は、この信号成分の振幅および位相 (送信信号との位相差) である。式 (2) の右辺第 2 項は、第 2 の反射波 24 に対応する信号成分である。 R_2 および ϕ_2 は、第 2 の反射波 24 に対応する信号成分の振幅および位相 (送信信号との位相差) である。

【 0 0 2 1 】

同様に、第 2 の合成反射波 32 に対応する第 2 の受信信号 $S_2(t)$ は、次式で表すことができる。

【 0 0 2 2 】

【数 3】

$$S_2(t) = R_3 \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_3) + R_4 \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_4) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (3)$$

40

【 0 0 2 3 】

ここで、式 (3) の右辺第 1 項は、第 3 の反射波 28 に対応する信号成分である。 R_3 および ϕ_3 は、この信号成分の振幅および位相 (送信信号との位相差) である。式 (3) の右辺第 2 項は、第 4 の反射波 30 に対応する信号成分である。 R_4 および ϕ_4 は、この信号成分の振幅および位相 (送信信号との位相差) である。

【 0 0 2 4 】

今、距離測定の間、距離測定装置 2、ターゲット I C タグ 18、および他の I C タグ 2

50

0 は動かないものとするとする。すると、各信号成分の位相と振幅の間には、次の関係式が成立する。

【 0 0 2 5 】

【 数 4 】

$$\left. \begin{array}{l} R_1 \neq R_3 \\ R_2 = R_4 \\ \phi_1 = \phi_3 \\ \phi_2 = \phi_4 \end{array} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

10

【 0 0 2 6 】

ターゲット I C タグ 1 8 は、第 1 の反射率で測距用電波を反射して第 1 の反射波を生成し、第 2 の反射率で測距用電波を反射して第 3 の反射波を生成する。従って、第 1 の反射波に対応する信号成分の振幅 R_1 と第 2 の反射波に対応する信号成分の振幅 R_3 とは、等しくはならない。

【 0 0 2 7 】

一方、他の I C ターゲット 2 0 は所定の反射率（一定値）で測距用電波を反射して、第 2 の反射波および第 4 の反射波を生成する。従って、第 3 の反射波に対応する信号成分の振幅 R_2 と第 4 の反射波に対応する信号成分の振幅 R_4 は等しくなる。

20

【 0 0 2 8 】

上述したように、距離測定の間、ターゲット I C タグ 1 8 および距離測定装置 2 は動かないので、両装置の間隔は一定である。従って、 $\phi_1 = \phi_3$ となる。同様に、距離測定の間、他の I C タグ 1 8 と距離測定装置 2 も動かないので、 $\phi_2 = \phi_4$ である。

【 0 0 2 9 】

従って、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ と第 2 の受信信号 $S_2(t)$ の差分を求めることで、ターゲット I C タグ 1 8 からの反射波に対応する信号だけを抽出することができる。

【 0 0 3 0 】

但し、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ と第 2 の受信信号 $S_2(t)$ は、別々の時間に受信される。例えば、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ は、受信期間 $[t_1, t_1 + \Delta t]$ で受信される。一方、第 2 の受信信号 $S_2(t)$ は、受信期間 $[t_2, t_2 + \Delta t]$ で受信される（ t_1 と t_2 は異なる。）。従って、両信号の受信期間が重なるように、一方の受信期間の原点を（ $2\pi / \omega$ ）の整数倍ずらしてから、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ と第 2 の受信信号 $S_2(t)$ の差分を求める。もっともこの様にしても、計算結果は、 $S_1(t) - S_2(t)$ と変わらない。従って、以後、このように一方の受信時間 t の原点をずらして得られる受信信号の差分（例えば、 $S_1(t) - S_2(t - 2\pi n / \omega)$ ； n は整数）を、 $S_1(t) - S_2(t)$ で表すこととする。

30

【 0 0 3 1 】

【 数 5 】

$$S_1(t) - S_2(t) = (R_1 - R_3) \cdot \sin(\omega \cdot t + \phi_1) \dots \dots \dots (5)$$

40

【 0 0 3 2 】

式（5）は、このようにして得られる第 1 の受信信号 $S_1(t)$ と第 2 の受信信号 $S_2(t)$ の差分（以下、演算信号と呼ぶ）である。式（5）は、演算信号が、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ 中の第 1 の反射波 2 8 に対応する信号成分 $R_1 \sin(\omega(t - t_1) + \phi_1)$ と同じ位相を有することを示している。この位相 ϕ_1 は、次式で表すことができる。

【 0 0 3 3 】

【数 6】

$$\phi_1 = 2\pi(2d/\lambda) \quad \dots \quad (6)$$

【0034】

ここで、 d は、ターゲット IC タグ 18 と距離測定装置 2 (正確には、アンテナ 14) との間の距離である。 λ は、測距用電波の波長 ($= 2c/f$ 、 c は光速) である。尚、 ϕ_1 の単位は、rad である。

【0035】

式 (6) から明らかなように、位相 ϕ_1 は、ターゲット IC タグ 18 と距離測定装置 2 10 間の距離 d に対応している。従って、位相 ϕ_1 が分かれば、ターゲット IC タグ 18 と距離測定装置 2 との間の距離 d を算出することができる。距離 d の算出には、次式が用いられる。

【0036】

【数 7】

$$d = \frac{\phi_1(\text{rad})}{2 \times 2\pi} \lambda = \frac{\phi_1^\circ}{2 \times 360^\circ} \lambda \quad \dots \quad (7)$$

【0037】

式 (7) には、位相 ϕ_1 の単位が (rad) の場合の算出式と、位相 ϕ_1 の単位が度 ($^\circ$) の場合の算出式とが示されている。 20

【0038】

位相 ϕ_1 が 90° で送信信号の周波数 f が 1 GHz の場合、距離 d は、式 (7) より 3.75 cm である。ここで、位相 ϕ_1 の測定精度は、数度程度である。従って、距離 d の測定精度は、1 mm 程度である。

【0039】

距離測定装置 2 は、測距用電波 16 の反射波が生成する受信信号と送信信号の位相差に基づいて、ターゲット IC タグ 18 までの距離を測定する。このため、他の IC タグ 20 や電波反射体からの反射波が受信電波に混在すると、距離測定の障害になる。しかし、本実施の形態の距離測定装置 2 は、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ と第 2 の受信信号 $S_2(t)$ の差分を求めることで、このような問題を解決している。 30

【0040】

ところで、送信信号の周波数が低い場合には、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ および第 2 の受信信号 $S_2(t)$ をそれぞれアナログ・デジタル変換して、演算信号 ($= S_1(t) - S_2(t)$) を求めることは容易である。しかし、送信信号の周波数 f を高くして距離 d の測定精度を高くしようとする、受信信号のアナログ・デジタル変換は困難になる。

【0041】

そこで、本実施の形態では、第 1 の受信信号 $S_1(t)$ および第 2 の受信信号 $S_2(t)$ それぞれの振幅および位相を測定し、これらの測定値に基づいて、演算信号の位相 ϕ_1 40 を算出する。

【0042】

【数 8】

$$S_1(t) = P_1 \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_1) \quad \dots \quad (8)$$

【0043】

【数 9】

$$S_2(t) = P_2 \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_2) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (9)$$

【0044】

式(8)は、第1の受信信号 $S_1(t)$ を、送信信号の位相差 θ_1 を用いて表した式である。 P_1 は、第1の受信信号 $S_1(t)$ の振幅である。同様に、式(9)は、第2の受信信号 $S_2(t)$ を、送信信号の位相差 θ_2 を用いて表した式である。 P_2 は、第2の受信信号 $S_2(t)$ の振幅である。

【0045】

式(8)および(9)を用いると、演算信号は次式のように表すことができる。

【0046】

【数10】

$$\begin{aligned} S_1(t) - S_2(t) &= (P_1 \cdot \cos \theta_1 - P_2 \cdot \cos \theta_2) \cdot \sin \omega t + (P_1 \cdot \sin \theta_1 - P_2 \cdot \sin \theta_2) \cdot \cos \omega t \\ &= P_{cal} \cdot \sin(\omega \cdot t + \theta_{cal}) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (10) \end{aligned}$$

【0047】

ここで、 P_{cal} および θ_{cal} は、次式により算出されるパラメータである。

【0048】

【数11】

$$P_{cal} = \sqrt{(P_1 \cdot \cos \theta_1 - P_2 \cdot \cos \theta_2)^2 + (P_1 \cdot \sin \theta_1 - P_2 \cdot \sin \theta_2)^2} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (11)$$

【0049】

【数12】

$$\theta_{cal} = \arctan \left(\frac{P_1 \cdot \sin \theta_1 - P_2 \cdot \sin \theta_2}{P_1 \cdot \cos \theta_1 - P_2 \cdot \cos \theta_2} \right) \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (12)$$

【0050】

本実施の形態の位相算出部8は、まず、第1の受信信号 $S_1(t)$ の振幅 P_1 および位相 θ_1 を測定する。更に、位相算出部8は、第2の受信信号 $S_2(t)$ の振幅 P_2 および位相 θ_2 を測定する。

【0051】

その後、位相算出部8は、式(12)に基づいて、演算信号の位相 θ_{cal} を算出する。この位相 θ_{cal} は、上述したように、ターゲットICタグ18までの距離に対応している。

【0052】

ところで、受信信号の振幅と位相の測定は、高周波帯(例えば、GH帯)においても容易である。従って、距離測定装置2によれば、ターゲットICタグ18までの距離の測定精度を高くすることができる。

【0053】

因みに、演算信号の位相は、第1の反射波22に対応する受信信号の位相であると同時に、第3の反射波28に対応する信号成分と送信信号との位相差でもある。従って、位相差算出部8は、増幅された第1の受信信号 $S_1(t)$ および第2の受信信号 $S_2(t)$ に基づいて、第2の受信信号中の第2の反射波28に対応する信号成分と送信信号との位相差を求める装置でもある。

【0054】

(実施の形態2)

10

20

30

40

50

(1) 構成

図 4 は、本実施の形態の距離測定装置 2 a の構成図である。本距離測定装置 2 a は、例えば、携帯端末に設けられる R / W である。

【 0 0 5 5 】

距離測定装置 2 a は、図 4 に示しように、発振器 1 0、プロセッサ 3 4、受信側フィルタ 3 6 a、送信側直交ミキサ 3 8 a、送信側増幅器 4 0 a、サーキュレータ 4 2、およびアンテナ 1 4 を有している。発振器 1 0 およびアンテナ 1 4 は、それぞれ実施の形態 1 の発振器およびアンテナと同じ機能を有している。プロセッサ 3 4、送信側フィルタ 3 6 a、送信側直交ミキサ 3 8 a、送信側増幅器 4 0 a、およびサーキュレータ 4 2 は、実施の形態 1 の電波送信回路 1 2 として機能する。プロセッサ 3 4 は、C P U (Central Processing Unit) とメモリとを有している。このメモリには、以下に説明する機能を C P U に実現させるためのプログラムが記録されている。また、このメモリは、C P U が行う演算に用いられる。

10

【 0 0 5 6 】

また、距離測定装置 2 a は、受信側増幅器 4 0 b、振幅検出器 4 4、および位相比較器 4 6 を有している。サーキュレータ 4 2 および受信側増幅器 4 0 b は、実施の形態 1 の電波受信回路 2 2 として機能する。振幅検出器 4 4、位相比較器 4 6、およびプロセッサ 3 4 は、実施の形態 1 の位相算出部 8 として機能する。

【 0 0 5 7 】

また、距離測定装置 2 a は、受信側フィルタ 3 6 b、受信側直交ミキサ 3 8 b、および復調器 4 8 を有している。これらの装置は、ターゲット I C タグ 1 8 および他の I C タグ 2 0 からのデータを復調するために用いられる。

20

【 0 0 5 8 】

プロセッサ 3 4 は、後述する距離算出部およびコマンド送出部の一部としても機能する。図 4 に示すように、プロセッサ 3 4 は、L A N (Local Area Network) 5 0 に接続されている。L A N 5 0 は、例えば携帯端末内に設けられたネットワークであり、他の C P U 等に接続されている。プロセッサ 3 4 は、この L A N 5 0 を介して他の C P U 等と情報を送受信する。

【 0 0 5 9 】

図 5 は、振幅検出器 4 4 の回路図の一例である。図 5 に示すように、振幅検出器 4 4 は、増幅率 0 d B の反転増幅器 5 4、第 1 のトランジスタ 5 6 a、第 2 のトランジスタ 5 6 b、負荷抵抗 5 8、キャパシタ 6 0、およびアナログ・デジタル変換器 7 0 を有している。第 1 のトランジスタ 5 6 a および第 2 のトランジスタ 5 6 b は、略同じ閾値を有している。

30

【 0 0 6 0 】

入力端子 7 2 に入力された入力信号は、第 1 のトランジスタ 5 6 a のゲートおよび反転増幅器 5 6 b の入力に供給される。反転増幅器 5 6 b は、入力信号の極性を反転し、第 2 のトランジスタ 5 6 b のゲートに供給する。

【 0 0 6 1 】

図 5 に示すように、キャパシタ 6 0 の一端は接地されている。キャパシタ 6 0 の他端は、第 1 のトランジスタ 5 6 a および第 2 のトランジスタ 5 6 b のソースに接続されている。この第 1 のトランジスタ 5 6 a は、キャパシタ 6 0 の電圧と第 1 のトランジスタ 5 6 a の閾値の和が入力信号の最大値に達するまで、キャパシタ 6 0 を充電する。同様に、第 2 のトランジスタ 5 6 b は、キャパシタ 6 0 の電圧と第 2 のトランジスタ 5 6 b の閾値の和が反転増幅器 5 4 の出力の最大値に達するまで、キャパシタ 6 0 を充電する。一方、負荷抵抗 5 8 は、キャパシタ 6 0 を除々に放電する。

40

【 0 0 6 2 】

従って、キャパシタ 6 0 の両端には、入力信号の最大値より第 1 および第 2 のトランジスタ 5 6 a、5 6 b の閾値分低い電圧が発生する。アナログ・デジタル変換器 7 0 は、この電圧をデジタル信号に変換して出力する。従って、振幅検出器 4 4 は、入力信号の振幅

50

に略等しいデータを出力端子74から出力する。

【0063】

位相検出器46は、例えば、一对の入力信号を乗算して出力するアナログ乗算器およびその出力をアナログ・デジタル変換するアナログ・デジタル変換器を有している。従って、位相検出器46は、周波数が略等しい一对の入力信号が供給されると、入力信号の位相差に比例するデジタル信号を出力する。

【0064】

このような構成により、本距離測定装置2aは、ターゲットICタグ18および他のICタグ20に測距用電波16を送信し、ターゲットICタグ18との間の距離に対応する位相差を測定する(図1参照)。

【0065】

図6は、ターゲットICタグ18および他のICタグ20(以下、ICタグと呼ぶ)の構成を説明する構成図である。図6に示すように、ICタグ18,20は、アンテナ76、整流器78、信号抽出回路80、論理回路82、およびトランジスタ84を有している。

【0066】

アンテナ76は、距離測定装置2が送信した電波86を受信し、整流器78および信号抽出回路80に供給する。整流器78は、アンテナ76が受信した信号を整流して直流電圧を生成し、信号抽出回路80、論理回路82、およびトランジスタ84に供給する。信号抽出回路80は、アンテナ76が受信した信号を復調してデジタル信号を生成し、論理回路82に入力する。論理回路82は、入力されたデジタル信号に含まれるコマンドおよびデータにตอบสนองして、トランジスタ84をON/OFFさせる。このON/OFF動作によりアンテナ76の反射率が変化して、反射波88が変調される。

【0067】

(2)動作

図7は、距離測定装置2aの動作を説明するフローチャートである。距離測定装置2aは、まずターゲットICタグ18にコマンド信号を送信する(S2)。図8は、距離測定装置2aが送信するコマンド信号90の一例を説明する図である。

【0068】

コマンド信号90は、同期信号92、デリミッタ信号94、データ信号96、および誤りチェック信号(例えば、CRC信号)98を有している。データ信号96は、ユーザID(identification)領域100およびデータ/コマンド領域102を有している。

【0069】

本距離測定装置2aは、ユーザID領域100を用いて、ターゲットICタグに割り当てられたユーザIDを送信する。また、本距離測定装置2aは、データ/コマンド領域102を用いて、ターゲットICタグ18にコマンドを送信する。コマンドの内容は、測距用電波に対する反射率を、第1の反射率と第2の反射率との間で交互に変化させよというものである。更に、本距離測定装置2aは、データ/コマンド領域102を用いて、反射率を交互に変化させる回数(例えば、100回)を送信する。尚、以下の説明では、第1の反射率は、第2の反射率より高いものとする。

【0070】

コマンド信号90に対応するデジタル信号は、プロセッサ34により生成される。このデジタル信号は送信側フィルタ36aにより平滑化され、送信側直交ミキサ38aに入力される。送信側直交ミキサ38aは、このデジタル信号を用いて、発振器10が生成した高周波信号(例えば、1GHz)を直交変調してコマンド信号90を生成する。生成されたコマンド信号90は、送信側増幅器40a、サーキュレータ42、およびアンテナ14により無線電波に変換され、ICタグ18,20に送信される。

【0071】

この無線電波を受信したターゲットICタグ18は、まずユーザID領域100からユーザIDを検出する。ターゲットICタグ18は、検出したユーザIDと自己のIDが一

10

20

30

40

50

致することを確認し、その後データ/コマンド領域102のコマンドおよびデータに従って、測距用電波16に対する反射率を第1の反射率と第2の反射率に交互に変化させる。一方、他のICタグ20は、ユーザID領域100から検出するユーザIDと自身のIDが一致しないので、測距用電波16に対する反射率を所定の反射率(例えば、第1の反射率)に保持する。

【0072】

すなわち、プロセッサ34等は、測距用電波に対する反射率を第1の反射率にした後、反射率を第1の反射率値とは異なる第2の反射率値にするようにターゲットICタグ18に命令するコマンドを送出するコマンド送信部として機能する。ここで、プロセッサ34等とは、プロセッサ34、送信側フィルタ36a、送信側直交ミキサ38a、発振器10

10

【0073】

次に、プロセッサ34は、送信側直交ミキサ38aのIチャネル(In-phase Channel、同相成分)およびQチャネル(Q-phase Channel、直交成分)に所定の正電圧および0Vを入力して、発振器10が生成する高周波信号(送信信号)と同相の正弦波信号を生成する。送信側増幅器40a、サーキュレータ42、およびアンテナ14は、この正弦波信号を増幅して測距用電波16を生成する。生成された測距用電波16は、ターゲットICタグ18および他のICタグ20に送信される(S4)。

【0074】

次に、プロセッサ34は、受信信号の測定回数が所定の回数に達したか否かを判定する(S6)。測定回数が所定の回数に達しない場合は、次のHi信号検出ステップ(S8)に進む。測定回数が所定の回数に達した場合には、測定を終了し位相計算ステップ(S28)に進む。尚、上記所定の回数は、ターゲットICタグが反射率を交互に変化させる回数と同数または当該回数より少ない数である。

20

【0075】

上述したように、ターゲットICタグ18は、ステップS2のコマンド信号90にตอบสนองして、測距用電波16に対する反射率を周期的に増減させる。この反射率の変化に従って、距離測定装置2aの受信信号の振幅も周期的に増減する。Hi信号検出ステップS8では、プロセッサ34は、振幅検出器44の出力に基づいて、受信信号レベルが高い状態(Hiレベル)に達するタイミングを検出する。

30

【0076】

図9は、振幅検出器44の出力の時間変化を説明する図である。横軸は、時間である。縦軸は、電圧である。図9には、図5に示すキャパシタ60の両端の電圧104、トランジスタ56aのゲートに供給される受信信号の電圧106、およびトランジスタ56bのゲートに供給される反転増幅器54の出力電圧108が示されている。図9には、第1のトランジスタ56aおよび第2のトランジスタ56bの閾値 V_{th} も示されている。また、図9には、受信信号の振幅が増加するHi信号受信期間および受信信号の振幅が減少するLow信号受信期間も示されている。

【0077】

第1のトランジスタ56aは、ゲートに供給される受信信号106がキャパシタ60の両端の電圧104と第1のトランジスタ56aの閾値 V_{th} を超えている間導通し、キャパシタ60を充電する。同様に、第2のトランジスタ56bは、ゲートに供給される反転増幅器54の出力電圧108がキャパシタ60の両端の電圧104と第2のトランジスタ56bの閾値 V_{th} を超えている間導通し、キャパシタ60を充電する。ここで、上述したように、第1のトランジスタ56aと第2のトランジスタ56bの閾値 V_{th} は略同じである。

40

【0078】

従って、キャパシタ60の両端の電圧104は、受信信号106の振幅(または、反転増幅器54の出力電圧108の振幅)より閾値 V_{th} 分小さい値になる。振幅検出器44は、キャパシタ60の両端の電圧104をアナログ・デジタル変換して出力する。プロセ

50

ッサ34は、この出力を監視して、受信信号が高い状態（Hiレベル）に達するタイミングを検出する（S8）。

【0079】

プロセッサ34は、受信信号がHiレベルに達するタイミングを検出すると、受信信号の振幅が安定するのに十分な時間（例えば、 $1\mu\text{s}$ ）待機する（S10）。

【0080】

その後、プロセッサ34は、振幅検出器44および位相比較器46の出力をメモリ（図示せず）に記録する（S12）。この時メモリに記録されるデータは、Hiレベルにおける受信信号（Hiレベル受信信号）の振幅 P_1 および位相 θ_1 （発振器10の生成する高周波信号とHiレベル受信信号との位相差）である。

10

【0081】

Hi信号の振幅 P_1 および位相 θ_1 を記録すると、プロセッサ34は、振幅検出器44の出力を再び検出し、図9に示すように、検出した振幅がHiレベルにおける振幅から、所定の値分105（例えば3ステップ）以上減少したか否か判断する（S14, S16）。検出したデータが所定の値分減少したと判断した場合には、プロセッサ34は、次のLow信号検出ステップS18に進む。所定の値分減少しなかったと判断した場合には、プロセッサ34は、振幅検出ステップS14に戻る。

【0082】

Low信号検出ステップS18の間、プロセッサ34は振幅検出器44の出力を監視して、受信信号レベルが低い状態（Lowレベル）に達するタイミングを検出する。その後、プロセッサ34は、受信信号の振幅が安定するのに十分な時間（例えば、 $1\mu\text{s}$ ）待機する（S20）。

20

【0083】

この待機時間が経過すると、プロセッサ34は、振幅検出器44および位相比較器46の出力を検出しメモリ（図示せず）に記録する（S22）。この時メモリに記録されるデータは、Lowレベルにおける受信信号（Lowレベル受信信号）の振幅 P_2 および位相 θ_2 （発振器10の生成する高周波信号とLowレベル受信信号の位相差）である。

【0084】

Low信号の振幅 P_2 および位相 θ_2 を記録すると、プロセッサ34は、振幅検出器44の出力を再び検出し、検出した振幅がLowレベルにおける振幅から所定の値（例えば、3ステップ）以上増加したか否か判断する（S24, S26）。所定の値分増加したと判断した場合には、プロセッサ34は、ステップS6に戻る。所定の値分増加しなかったと判断した場合、プロセッサ34は、振幅検出ステップS24に戻る。

30

【0085】

ステップS6に戻り測定回数が所定の回数に達していると判断すると、プロセッサ34は、位相差計算ステップS28に進む。位相計算ステップS28では、プロセッサ34は、実施の形態1で説明した式（12）とメモリに記録したデータに基づいて、演算信号の位相差 θ_{ca1} を算出する。この時、プロセッサ34は、メモリに記録された振幅 P_1 , P_2 および位相 θ_1 , θ_2 を平均化して、式（12）の計算に用いる。従って、本実施の形態によれば、測定精度が向上する。

40

【0086】

更に、プロセッサ34は、次の距離計算ステップS30で、位相差 θ_{ca1} に対応する距離を算出する。この時、プロセッサ34は、位相差計算ステップS28で算出した θ_{ca1} を式（7）の θ_1 として用いて距離 d を算出する。このように、プロセッサ34は、第1の受信信号中の第1の反射波に対応する信号成分と送信信号との位相差に対応する距離を算出する距離算出部として機能する。

【0087】

ところで、位相差計算ステップS28で算出される θ_{ca1} の範囲は、 $0\sim 360^\circ$ である。従って、距離計算ステップS30で算出される距離の範囲は、 0 mm から $d/2$ （例えば、 15 cm ）までの範囲ある。ターゲットICタグ18が距離測定装置2aから

50

$\lambda/2$ の整数倍以上離れている場合には、実際の距離よりこの $\lambda/2$ の整数倍少ない距離が、距離測定装置2aとターゲットICタグ18の距離として算出される。しかし、実施の形態3で説明するように、このような距離が算出されても、応用上問題にならない場合が多い。

【0088】

図10は、ICタグ18,20の動作を説明する等価回路図である。図10に示すように、ICタグ18,20は、アンテナ76の等価回路110、整流器78等の等価回路112、トランジスタ84の等価回路114、および論理回路82を有している。

【0089】

アンテナ76の等価回路110は、アンテナインピーダンス116（例えば、50 Ω ）と信号源118を有している。アンテナインピーダンス116で消費される電力が反射波の電力である。等価回路112は、アンテナ76およびトランジスタ84を除く回路全体の等価回路である。等価回路112は、一つの負荷抵抗に単純化されている。この負荷抵抗の値は、例えば50 Ω である。トランジスタ84の等価回路114は、ON抵抗120とスイッチ122を有している。ON抵抗120の値は、例えば1 Ω である。

【0090】

今、論理回路82によりスイッチ122が閉じられると、アンテナの等価回路110には負荷抵抗112とON抵抗120が並列に接続された状態になる。この時、低抵抗のON抵抗120を介して、大電流がアンテナインピーダンス116に流れる。このため、アンテナ76の反射率は高くなる。

【0091】

一方、論理回路82によりスイッチ122が開かれると、アンテナの等価回路110には負荷抵抗112のみが接続された状態になる。この時、高抵抗の負荷抵抗112を介して、微小電流がアンテナインピーダンス116に流れる。このため、アンテナ76の反射率は低くなる。ICタグ19,20は、このようにしてアンテナ76の反射率を制御する。

【0092】

（実施の形態3）

図11は、距離測定システム124の一例を説明する図である。本距離測定システム124は、実施の形態2の距離測定装置2aおよび複数のICタグ126を有している。複数のICタグ126は、図6を参照して説明したICタグである。

【0093】

図11に示すように、距離測定装置2aは、携帯端末130に設けられている。複数のICタグ126は、携帯端末130のユーザの指および手首に装着されている。

【0094】

距離測定装置2aは、複数のICタグ126にコマンド信号90を送信して、複数のICタグ126からターゲットICタグを順次選択する。距離測定装置2aは、ターゲットICタグを選択するたびに、図7を参照して説明した手順（S4～S30）にしたがって、演算信号の位相差を求める。距離測定装置2aは、この位相差に基づいて、複数のICタグ126それぞれと距離測定装置2aの位置（所定の位置）との間の距離を算出する。

【0095】

携帯端末130は、距離測定装置2aが測定した距離（または位相差）に基づいて、ユーザの手128の動きまたは形状に対応する命令を特定する。携帯端末130は、特定した命令に応答して動作する。従って、本距離測定システム124によれば、キーボードやタッチパネルによらず、携帯端末130を操作することができる。

【0096】

ところで、距離測定システム124が算出する距離は、上述したように、測距用電波の波長の $\lambda/2$ の整数倍分、実際の距離と異なる場合がある。しかし、手の形状および動きは、ICタグ間の相対的な距離から推定される。従って、測定距離が実際の距離と異なっても問題はない。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 7 】

尚、図 1 1 に示すように、携帯端末 1 3 0 に更に別の距離測定装置 2 b を設けてもよい。このように複数の距離測定装置を設けることで、ユーザの手の形状および動きをより正確に特定することができる。

【 0 0 9 8 】

本実施の形態では、ターゲット I C タグは、複数の I C タグ 1 2 6 から選択される。しかし、ターゲット I C タグと他の I C タグは、固定されていてもよい。この場合、ターゲット I C タグのみが、反射率を変化させるためのコマンド信号に応答するようにプログラムされる。

【 0 0 9 9 】

本実施の形態では、距離測定装置 2 a , 2 b は、携帯端末 1 3 0 に設けられている。しかし、距離測定装置 2 a , 2 b は、他の情報処理装置（例えば、パーソナルコンピュータ）に設けられてもよい。

【 0 1 0 0 】

以上の実施の形態では、プロセッサ 3 4 から送信側直交ミキサ 3 8 a に一定強度の電圧を入力して、周波数および振幅が一定の正弦波を生成している。しかし、発振器 1 0 が生成する正弦波信号を直交ミキサ 3 8 a により振幅変調して得られ信号を、送信信号として用いてもよい。但し、発振器 1 0 が生成する正弦波信号の周期は、ターゲット I C タグが反射率を変化させる周期より十分長いことが好ましい。

【 0 1 0 1 】

また、実施の形態 1 および 2 では、他の I C タグ 2 0 は一つである。しかし、他の I C タグ 2 0 は複数であってもよい。

【 0 1 0 2 】

以上の実施の形態に関し、更に以下の付記を開示する。

【 0 1 0 3 】

（付記 1）

送信信号をアンテナに供給して測距用電波を生成し、前記測距用電波をターゲット I C タグおよび他の I C タグに送信する電波送信部と、

前記ターゲット I C タグが第 1 の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第 1 の反射波と前記他の I C タグが前記測距用電波を反射して生成する第 2 の反射波との第 1 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 1 の受信信号を生成し、前記ターゲット I C タグが前記第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第 3 の反射波と前記他の I C タグが前記測距用電波を反射して生成する第 4 の反射波との第 2 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 2 の受信信号を生成する電波受信部と、

前記第 1 の受信信号と第 2 の受信信号とに基づいて、前記第 1 の受信信号中の前記第 1 の反射波に対応する信号成分と前記送信信号との位相差を求める位相差算出部とを有する I C タグの距離測定装置。

【 0 1 0 4 】

（付記 2）

付記 1 に記載の距離測定装置において、

前記位相差算出部は、前記第 1 の受信信号および前記第 2 の受信信号の振幅と、前記第 1 の受信信号と前記送信信号との位相差と、前記第 2 の受信信号と前記送信信号との位相差に基づいて、前記信号成分と前記送信信号との位相差を求めることを

特徴とする I C タグの距離測定装置。

【 0 1 0 5 】

（付記 3）

付記 1 または 2 に記載の距離測定装置において、

更に、前記信号成分と前記送信信号との位相差に対応する距離を算出する距離算出部を有することを

特徴とする I C タグの距離測定装置。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 6 】

(付記 4)

付記 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の距離測定装置において、
 複数の I C タグに前記測距用電波を送信し、
 前記複数の I C タグから I C タグを順次選択し、選択した前記 I C タグを前記ターゲット I C タグとして、前記信号成分と前記送信信号との位相差を順次求めることを特徴とする I C タグの距離測定装置。

【 0 1 0 7 】

(付記 5)

測距用電波を第 1 の反射率で反射し、その後第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率で前記測距用電波を反射するターゲット I C タグと、 10

所定の反射率で前記測距用電波を反射する他の I C タグと、

送信信号をアンテナに供給して前記測距用電波を生成し、前記測距用電波を前記ターゲット I C タグと前記他の I C タグに送信する電波送信部と、前記ターゲット I C タグが前記第 1 の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第 1 の反射波と前記他の I C タグが前記測距用電波を反射して生成する第 2 の反射波との第 1 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 1 の受信信号を生成し、前記ターゲット I C タグが前記第 2 の反射率で前記測距用電波を反射して生成する第 3 の反射波と前記他の I C タグが前記測距用電波を反射して生成する第 4 の反射波との第 2 の合成反射波を前記アンテナで受信して第 2 の受信信号を生成する電波受信部と、前記第 1 の受信信号と前記第 2 の受信信号とに基づいて、前記第 1 の受信信号中の前記第 1 の反射波に対応する信号成分と前記送信信号との位相差を求める位相差算出部とを備える I C タグの距離測定装置とを有する 20

I C タグの距離測定装置システム。

【 0 1 0 8 】

(付記 6)

測距用電波を第 1 の反射率で反射し、その後第 1 の反射率とは異なる第 2 の反射率で前記測距用電波を反射する

I C タグ。

【 0 1 0 9 】

(付記 7)

人の手に装着された複数の I C タグそれぞれと所定の位置との間の距離に対応する値を測定し、 30

前記距離に対応する値に基づいて、前記人の手の動きまたは形状に対応する命令を特定し、

特定された前記命令に基づいて情報処理装置を操作する

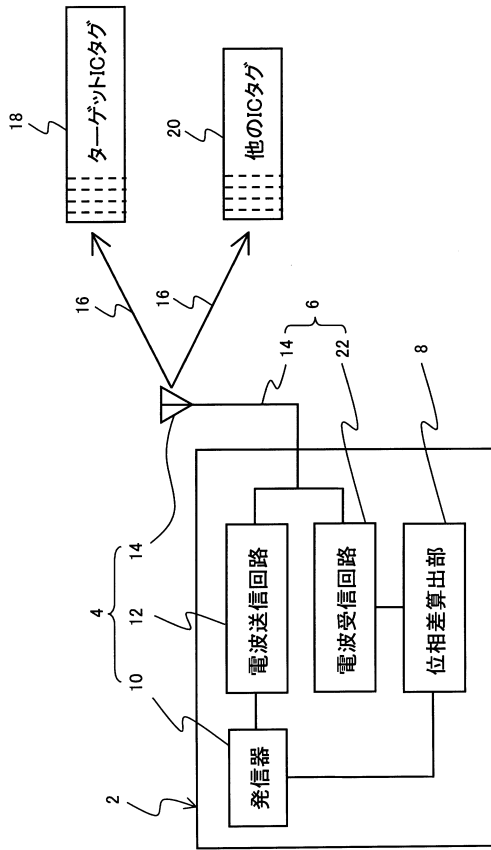
情報処理装置の操作方法。

【 符号の説明 】

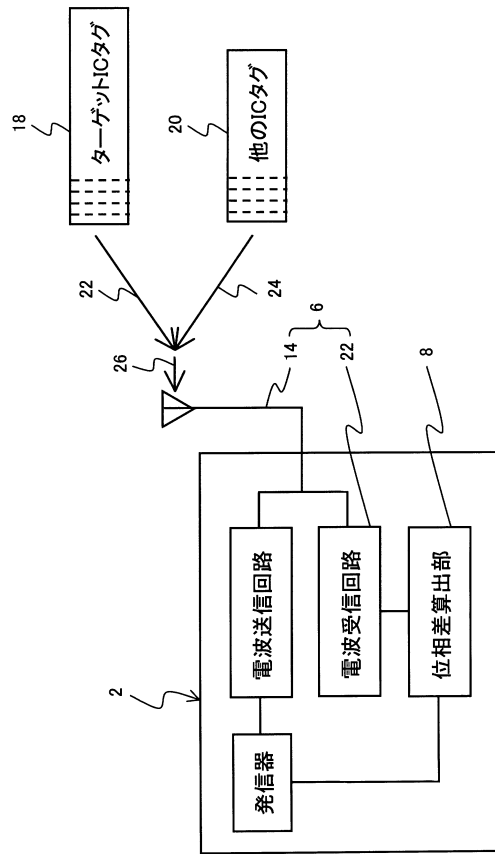
【 0 1 1 0 】

- 2 . . . 距離測定装置
- 4 . . . 電波送信部 40
- 6 . . . 電波受信部
- 8 . . . 位相差算出部
- 1 8 . . . ターゲット I C タグ
- 2 0 . . . 他の I C タグ

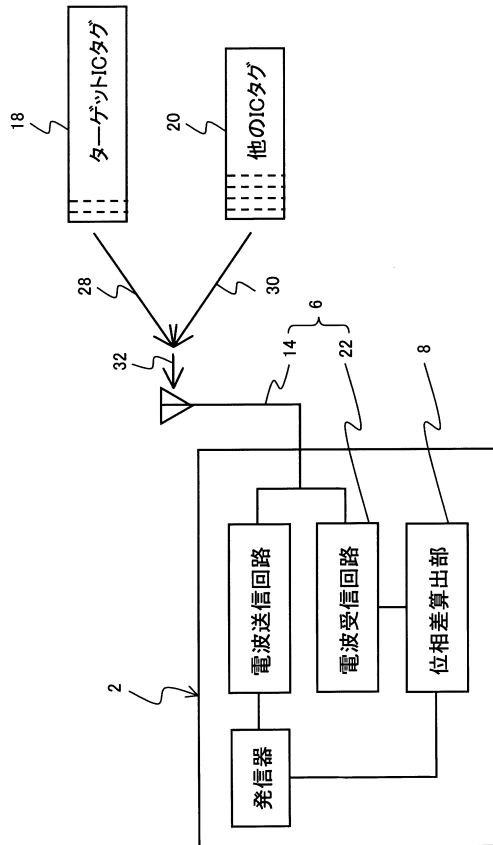
【図1】



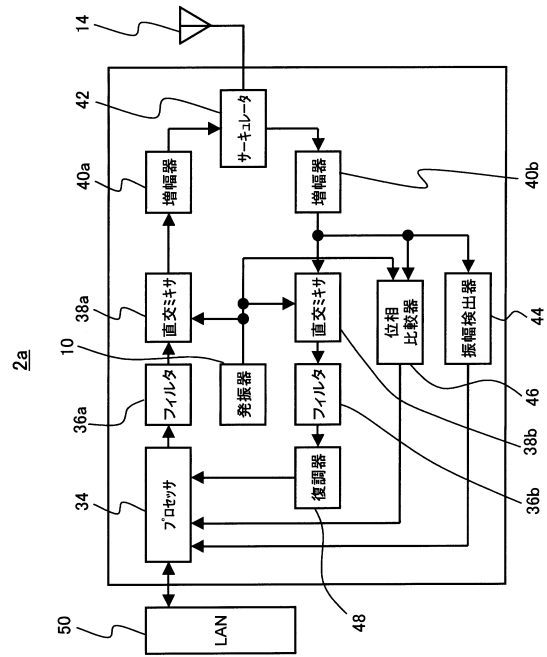
【図2】



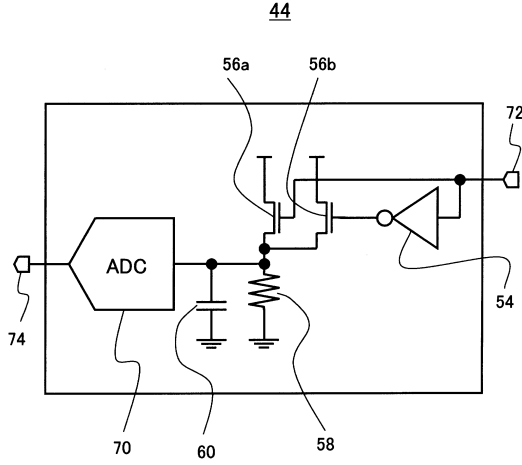
【図3】



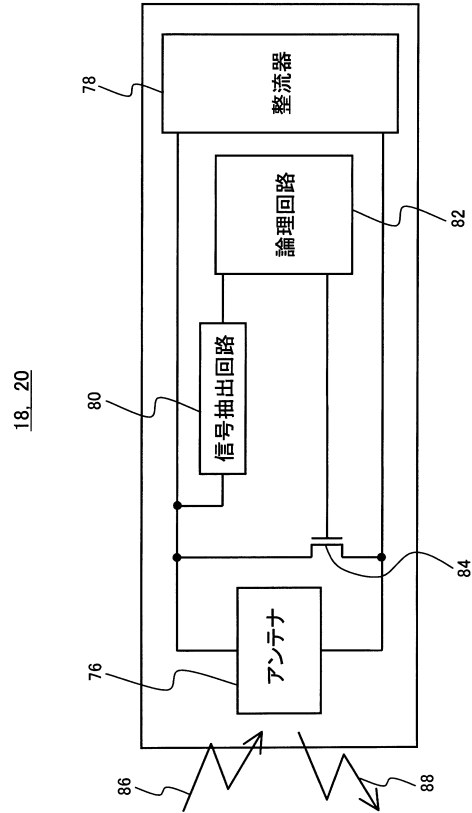
【図4】



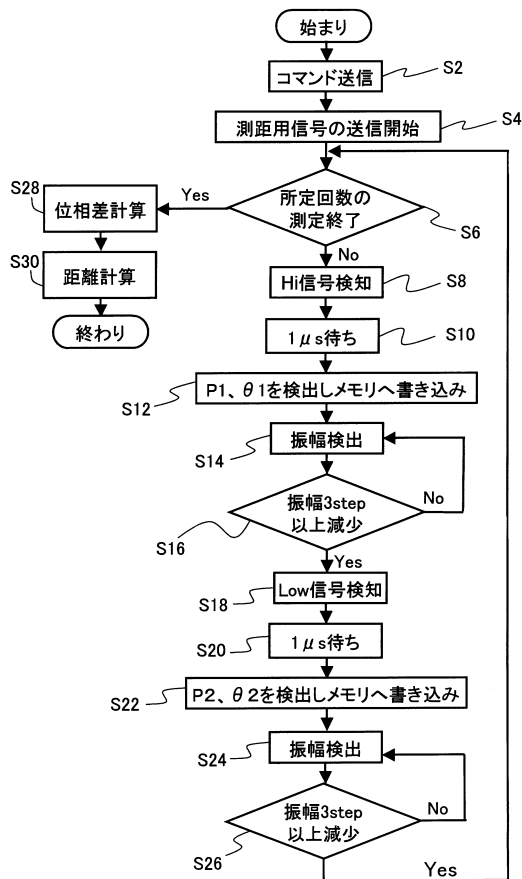
【図5】



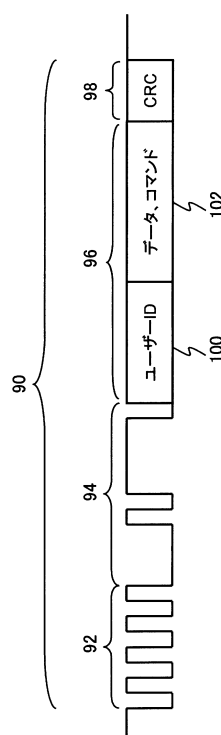
【図6】



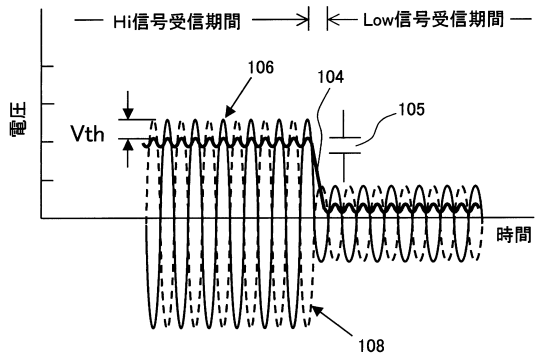
【図7】



【図8】

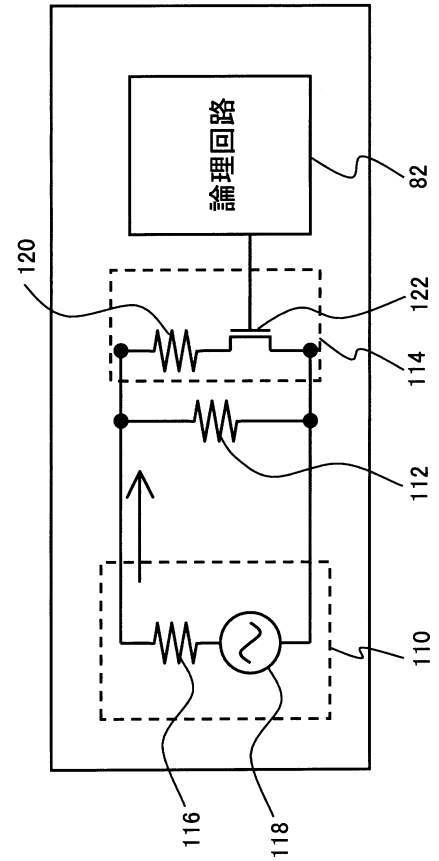


【図 9】

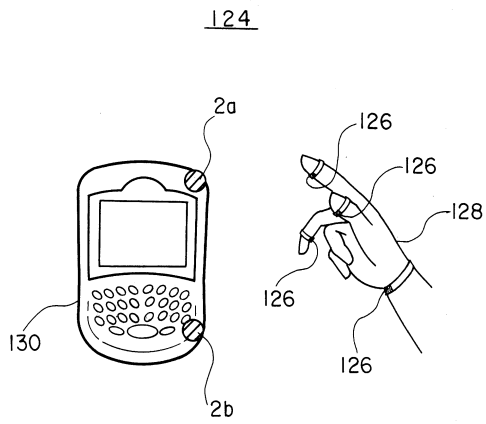


【図 10】

18, 20



【図 11】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2004-507714(JP,A)
特開2006-229286(JP,A)
特開平09-230037(JP,A)
特開2004-108816(JP,A)
特開2003-298463(JP,A)
特表2007-533976(JP,A)
特開2006-153771(JP,A)
特開2008-134730(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/42
G01S 13/00 - 13/95