

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003年12月18日 (18.12.2003)

PCT

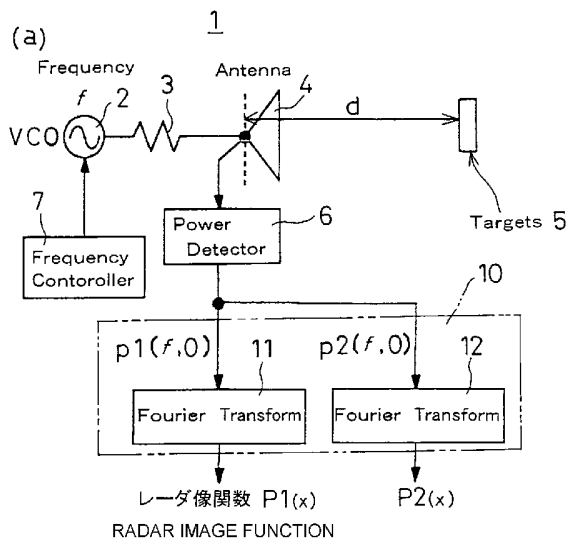
(10) 国際公開番号  
WO 03/104841 A1

- (51) 国際特許分類: G01S 13/40 LIMITED) [JP/JP]; 〒641-8511 和歌山県 和歌山市 坂田 8 5 番地 Wakayama (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/07060
- (22) 国際出願日: 2003年6月4日 (04.06.2003)
- (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2002-167634 2002年6月7日 (07.06.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社島精機製作所 (SHIMA SEIKI MANUFACTURING
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上保 徹志 (UEBO, Tetsuji) [JP/JP]; 〒641-8511 和歌山県 和歌山市 坂田 8 5 番地 株式会社島精機製作所内 Wakayama (JP). 入谷 忠光 (IRITANI, Tadimitsu) [JP/JP]; 〒770-0874 徳島県 徳島市 南沖洲 1 丁目 1 0 番 1 7 号 Tokushima (JP).
- (74) 代理人: 西教 圭一郎, 外(SAIKYO, Keiichiro et al.); 〒541-0051 大阪府 大阪市 中央区備後町 3 丁目 2 番 6 号 敷島ビル Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: DISTANCE MEASUREMENT METHOD AND DEVICE

(54) 発明の名称: 距離測定方法および装置



(57) Abstract: A distance can be measured with a high resolution. A frequency controller (7) controls a voltage control oscillator (2) so as to change a signal source frequency  $f$  in a range containing two central frequencies  $f_1$  and  $f_2$  and transmits it as a progressive wave from an antenna (4) to a target (5). A reflected wave reflected by the target (5) and the progressive wave interfere each other and form a standing wave. A power detector (6) detects power corresponding to the amplitude of the standing wave and performs Fourier transform based on the two central frequencies  $f_1$  and  $f_2$  in Fourier transform means (11, 12), respectively, thereby calculating radar image functions  $P_1(x)$ ,  $P_2(x)$ . The distance  $d$  to the target (5) satisfies the conditions that the phase difference of the two radar image functions zero-crosses and the amplitude of the radar image functions becomes maximum. The zero cross point of the phase difference is a zero cross point of a linear function and can be identified with a high resolution.

(57) 要約: 本発明の目的は、高分解能で距離を測定することができるようにすることである。周波数コントローラ7は電圧制御発振器2を制御して、2つの中心周波数  $f_1$ ,  $f_2$  を含む範囲で信号源周波数  $f$  を変化させ、アンテナ4から進行波としてターゲット5に向けて送信させる。ターゲット5で反射する反射波と進行波とは干渉して、定在波を形成する。パワー検出器6は、定在波の振幅に対応するパワーを検出し、2つの中心周波数  $f_1$ ,  $f_2$  に基づくフーリエ変換を、フーリエ変換手段11, 12でそれぞれ行い、レーダ像関数  $P_1(x)$ ,  $P_2(x)$  を算出する。ターゲット5までの距離  $d$  は、2つのレーダ像関数の位相差がゼロクロスし、かつレーダ像関数の振幅が極大となる条件を満たすものとして特定

される。位相差のゼロクロス点は、1次関数のゼロクロス点で、高分解能で特定することができる。



WO 03/104841 A1



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),  
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## 距離測定方法および装置

## 【技術分野】

本発明は、定在波を利用して、測定対象物との間の距離を非接触で測定することができる距離測定方法および装置に関する。

## 【背景技術】

従来から、距離測定は基本的な物理量の測定の一つとして、多くの方法が用いられている。「距離」は、物理的な次元では「長さ」と同一であり、概念として重複している場合がある。同一の測定対象でも、測定器具を接触させないで測定する場合は「距離」になり、測定器具を接触させて測定する場合は「長さ」になると考えられることがある。長さの測定器具として基本的なものは、一定の基準で目盛が付されている定規である。

特開平 3 - 1 4 4 3 0 6 号公報には、導波管に軸方向に延びるスリットを設け、導波管内に電磁波の定在波を発生させ、導波管の外部からスリットを通して内部に複数の探針を挿入するスライダを軸方向に移動させて、探針によって検出される定在波の振幅に基づいて、スライダの位置を求めることができる測長器についての先行技術が開示されている。

また、本件出願人は、特開平 1 1 - 2 3 0 7 3 4 号公報で、直線状の導体路中に、周波数が周期的に変化するような周波数変調波による定在波を形成し、導体路の途中での定在波のエンベロープと変調信号との相関に基づいて、導体路に層位置を測定するリニアエンコーダについての先行技術を開示している。

さらに、本件発明者等は、測定対象との間に存在する伝搬媒質、例えば空間に対して電磁波で定在波を形成可能であることを見出して、特開平 1 1 - 2 3 0 7 3 4 号公報で導体路について適用している定在波を用いる考え方を発展させ、非接触で距離を測定可能な技術を、特願 2 0 0 1 - 2 3 7 2 8 0 号として提案している。

特開平 3 - 1 4 4 3 0 6 号公報や特開平 1 1 - 2 3 0 7 3 4 号公報に開示されている先行技術では、定規に相当する導波管や導体路を、測定の基準となる位置

と測定対象との間に設置し、測定対象とは機械的に接触しなければならない。特願2001-237280号で提案している技術では、空間を伝搬媒質とする電磁波などに形成される定在波を利用するので、測定対象とは非接触で距離を測定することができ、自動車などの移動体に搭載するレーダなどとしても利用することができる。

特願2001-237280号で提案している技術は、定在波を形成させる電磁波などの周波数を変化させ、検出する定在波の振幅と周波数との関係を示す検出信号関数を求め、検出信号関数が極値をとる周波数を測定対象までの距離に対応させている。しかしながら、後述するように、極値付近では検出信号関数の変化は小さくなり、極値の位置を正確に特定することは困難であり、分解能を高めるには限界がある。さらに、実際の測定では、検出信号関数にはノイズ成分が重畳してしまうので、振幅情報のみに基づいて極値の位置を特定すると誤差が大きくなってしまうおそれもある。

位相の情報を利用しようとしても、位相には、測定対象での反射による位相シフト量が含まれ、一般に正確な位相シフト量を求めることは困難であり、未知の量として考えなければならない。さらに、検出信号関数では、振幅の変化に比較して位相の変化は短周期の周期関数であり、振幅の極値付近でも位相シフト量と一定の関係にある位相が複数存在するので、位相シフト量を正確に求めることができても、振幅の極値を特定することは困難である。

#### 【発明の開示】

本発明の目的は、高分解能で距離を測定することができる距離測定方法および装置を提供することである。

本発明は、基準位置から測定対象までの距離を測定する方法であって、

基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中で、該基準位置から該測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させて、測定対象で反射する反射波と干渉させて定在波を生成する定在波生成段階と、

定在波生成段階で生成される定在波を検出する定在波検出段階と、

定在波検出段階で検出される定在波から、複数の異なる中心周波数に基づいて、

基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出するレーダ像算出段階と、

レーダ像算出段階で算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置から測定対象までの距離として判別する距離判別段階とを含むことを特徴とする距離測定方法である。

また本発明は、前記測定対象として、距離測定の目的となる測定対象と、距離測定の基準となる測定対象と同時に測定することを特徴とする。

さらに本発明は、基準位置から測定対象までの距離を測定する装置であって、基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中に、該基準位置から該測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させる進行波発生手段と、

進行波発生手段によって発生される進行波が、測定対象で反射して進行波発生手段側に戻る反射波と干渉して生成される定在波を検出して、該定在波に対応する信号を導出する定在波検出手段と、

定在波検出手段から導出される定在波に対応する信号を演算処理して、複数の異なる中心周波数に基づいて、基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出するレーダ像算出手段と、

レーダ像算出手段によって算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置から測定対象までの距離として判別する距離判別手段とを含むことを特徴とする距離測定装置である。

また本発明で、前記レーダ像算出手段は、フーリエ変換処理によって前記複数のレーダ像関数をそれぞれ算出し、

前記距離判別手段は、少なくとも2つのレーダ像関数間の位相差が0または円周率  $\pi$  の偶数倍のラジアン値となり、少なくともいずれかのレーダ像関数の振幅が極値となる間隔を、前記予め定める条件を満たす距離として判別することを

特徴とする。

また本発明で、前記レーダ像算出手段は、前記定在波に対応する信号に、予め定める窓関数を用い、前記複数の異なる中心周波数に対して、共通の可変幅で、フーリエ変換処理を行って前記複数のレーダ像関数を算出することを特徴とする。

また本発明で、前記進行波発生手段は、  
発振周波数を制御可能で高周波信号を発生する発振器と、  
発振器の発振周波数を予め定める範囲で周期的に変化させるコントローラと、  
発振器からの高周波信号を、前記伝搬媒質としての空間に電磁波による進行波として送信するアンテナとを含み、

前記定在波検出手段は、該アンテナを用いて前記定在波の検出を行うことを特徴とする。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

図1は、本発明の実施の一形態である距離測定装置1の概略的な電氣的構成を示すブロック図、および周波数 $f$ に対する定在波の振幅の変化を示すグラフである。

図2は、図1の距離測定装置1で、ターゲット5の距離を特定するために用いる振幅および位相角の変化を示すグラフである。

図3は、本発明の基礎となる距離測定装置20の概略的な電氣的構成を示すブロック図、および $x$ 軸上の位置の変化に対するレーダ像関数の振幅の変化を示すグラフである。

図4は、図3の距離測定装置20で、周波数 $f$ に対する定在波の振幅の変化を示すグラフである。

図5は、図3の距離測定装置1で用いる窓関数をフーリエ変換した関数波形を示すグラフである。

図6は、図3の距離測定装置1で可動ターゲットと固定ターゲットとを同時に測定した結果を示すグラフである。

図7は、図3の距離測定装置1で、ターゲット5の距離を特定するために用いる振幅および位相角の変化を示すグラフである。

図8は、図1の実施形態で、距離を特定する手順を示すフローチャートである。

図9は、図1の実施形態で、衣服30を着用中の人体31をターゲットとしている状態を模式的に示す図である。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

以下図面を参考にして本発明の好適な実施例を詳細に説明する。

図1は、本発明の実施の一形態での距離測定のための概略的な構成を示す。距離測定装置1は、外部から与えられる電圧に従って発振周波数を変えることができ、Voltage Controlled Oscillator からVCOと略称される電圧制御発振器2から高周波の電気信号を発生させ、電力増幅やインピーダンス整合を行う伝送系3を介してアンテナ4に供給する。アンテナ4は、供給される高周波の電気信号を電磁波に変換して、周囲の空間に送信する。アンテナ4から送信される電磁波の進行方向でdの距離に、測定対象となるターゲット5が存在すれば、ターゲット5に入射する進行波と、ターゲット5で反射する反射波との間での干渉で、定在波が発生する。アンテナ4では、定在波に対応する電気信号を受信することができ、定在波の電力は、受信入力電圧の2乗値であるパワーとして、定在波検出手段としてのパワー検出器6によって検出する。電圧制御発振器2の発振周波数は、周波数コントローラ7から与えられる制御電圧で変化する。電圧制御発振器2から発生する高周波信号の周波数は、発振周波数をそのまま使用したり、複数倍の周波数に逡倍したり、ヘテロダイン変換したりすることもできる。電圧制御発振器2、アンテナ4および周波数コントローラ7は、進行波発生手段として機能する。

パワー検出器6によって検出される定在波のパワーは、レーダ像算出手段10によって、レーダ像関数に変換される。レーダ像算出手段10は、複数、たとえば2つのフーリエ変換手段11、12を含む。第1のフーリエ変換手段11は、中心周波数 $f_1$ 、 $f_2$ のうちの第1の中心周波数 $f_1$ に関し、パワー関数 $p_1(f, 0)$ をレーダ像関数 $P_1(x)$ に変換する。第2のフーリエ変換手段12

は、第2の中心周波数  $f_2$  に関し、パワー関数  $p_2(f, 0)$  をレーダ像関数  $P_2(x)$  に変換する。

レーダ像算出手段10は、汎用の中央演算装置(CPU)のプログラム処理によって、複数のフーリエ演算手段11, 12として動作させることができる。また、デジタル信号プロセッサ(DSP)を用いて、高速化させることもできる。演算処理は、複数のデジタル信号プロセッサを並列動作させて、さらに高速化させることもできる。また、フーリエ演算処理専用の回路を形成して、高速化させることもできる。

図2は、本実施形態でターゲット15の位置を特定する条件を示す。図2(a)は、2つのレーダ像関数  $P_1(x)$ ,  $P_2(x)$  の振幅変化を、それぞれ標準化して示す。図2(b)は、2つのレーダ像関数  $P_1$ ,  $P_2$  の位相  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  の変化を一点鎖線および二点鎖線でそれぞれ示し、実線で位相差  $\Delta\theta$  の変化を示す。図2(a)および図2(b)の横軸は、 $x=d$  を中心とする相対変位  $\Delta x$  を、 $c/2fB$  を単位として示す。図2(c)は、図2(b)の  $\Delta x=0$  付近の変化を横軸方向に拡大して示す。本実施形態では、図2(a)に示すような振幅の極大ピークがなだらかな変化であっても、図2(b)や図2(c)に示すように、 $\Delta\theta=0$  となる位置としてターゲット15までの距離を正確に、高分解能で特定することができる。

図3～図7は、本発明実施形態で測定対象であるターゲット15までの距離を特定することができる原理について示す。この原理の基本的な考え方は、特願2001-237280に記載してある。

図3は、(a)で本発明の基礎となる距離測定装置20の電氣的な構成を示し、(b)でレーダ像関数の振幅の変化を示す。図3で図1の実施形態に対応する部分には同一の参照符を付し、重複する説明を省略する。図3では、図1では1つのターゲット5を測定対象としている代わりに、複数のターゲット21～2nまでの距離  $d_1 \sim d_n$  を同時に測定する場合について示す。

アンテナ4から送信される電磁波信号は、ターゲット21～2nに向って空間を進む進行波となる。進行波はターゲット21～2nによって反射され、反射さ



れる反射波がアンテナ 4 側に戻ると、進行波との間で干渉して定在波が生じることは、一般によく知られている。定在波が存在することによって、アンテナ 4 から複数のターゲット 2 1 ~ 2 n を通る仮想的な直線である x 軸上のある一点で観測される信号の振幅や電力は、進行波の信号源の周波数 f に対して周期的に変化する。その周期は、x = 0 である観測点から測定対象までの距離と逆比例の関係になる。距離測定装置 2 0 は、定在波のこの性質を利用し、アンテナ 4 の給電部を観測点として、測定対象までの距離 d を測定する。

アンテナ 4 から送信される信号である進行波 V T は、次の (1) 式で表される。

【数 1】

$$V T (f, x) = e^{j \frac{2\pi f}{c} x} \quad \dots (1)$$

観測点から測定対象である各ターゲット 2 1 ~ 2 n までの距離を d 1 ~ d n とすると、ターゲット 2 k (k = 1, 2, ..., n) からの反射波 V R k は、次の (2) 式で表される。

【数 2】

$$V R k (f, x) = \gamma k \cdot e^{j \phi k} \cdot e^{j \frac{2\pi f}{c} (2d_k - x)} \quad \dots (2)$$

ただし、c は電磁波の速度、すなわち光速であり、 $\gamma k$  は反射係数の大きさと、伝播損失も含む。 $\phi k$  は、反射における位相シフト量であり、伝播による位相シフトは含まない。

定在波は、進行波 V T と反射波 V R k との加法的合成によって発生し、その 2 乗値であるパワー関数 p (f, x) は、(1) 式および (2) 式から、次の (3) 式のように求めることができる。

【数 3】

$$\begin{aligned}
p(f, x) &= \left| VT(f, x) + \sum_{k=1}^n VRk(f, x) \right|^2 \\
&= \left| e^{j \frac{2\pi f}{c} x} \left\{ 1 + \sum_{k=1}^n \gamma k \cdot e^{j \left( \frac{4\pi(dk-x)}{c} f + \phi k \right)} \right\} \right|^2 \\
&= \left\{ 1 + \sum_{k=1}^n \gamma k \cdot \cos \left( \frac{4\pi(dk-x)}{c} f + \phi k \right) \right\}^2 \\
&\quad + \left\{ \sum_{k=1}^n \gamma k \cdot \sin \left( \frac{4\pi(dk-x)}{c} f + \phi k \right) \right\}^2 \quad \dots (3)
\end{aligned}$$

図 4 は、(3) 式に基づいて、測定対象が距離  $d$  の位置に 1 つ存在する場合に、 $x = 0$  の観測点であるアンテナ 4 の給電部における定在波のパワー関数  $p(f, 0)$  と信号源周波数  $f$  との関係を示す。 $p(f, 0)$  は信号源周波数  $f$  に対して周期的に変化し、その周期は  $c / (2d)$  であって、観測点から測定対象までの距離  $d$  と逆比例の関係にあることが判る。

そこで、観測される  $p(f, 0)$  が持つ周期情報を求めるために、 $p(f, 0)$  を時間波形とみなし、フーリエ変換する。 $p(f, 0)$  のフーリエ変換  $P(x)$  は、フーリエ変換公式

【数 4】

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} f(t) e^{-j\omega t} dt \quad \dots (4)$$

で、 $\omega / (2\pi)$  を  $2x / c$ 、 $t$  を  $f$  でそれぞれ置き換えて、次の (5) 式のよ  
うに表すことができる。

【数 5】

$$P(x) = \int_{-\infty}^{+\infty} p(f,0) e^{-j\frac{4\pi x}{c}f} df \quad \dots (5)$$

実際には、信号源周波数  $f$  の可変範囲は有限であり、その中心周波数を  $f_0$  とし、可変幅を  $f_B$  とすれば、次の (6) 式でレーダ像関数  $P(x)$  を求めることができる。

【数 6】

$$P(x) = \int_{f_0-f_B/2}^{f_0+f_B/2} w(f-f_0) \cdot p(f,0) e^{-j\frac{4\pi x}{c}f} df \quad \dots (6)$$

ここで、 $w(f)$  は窓関数であり、次の (7) 式に示すブラックマン・ハリス窓を好適に用いることができる。

【数 7】

$$w(f) = \left\{ 0.423 + 0.498 \cos\left(2\pi \frac{f}{f_B}\right) + 0.0792 \cos\left(4\pi \frac{f}{f_B}\right) \right\} \quad \dots (7)$$

$p(f, 0)$  の直流分は何ら情報を持っていないので、予め除去しておいても差し支えない。また、通常アンテナ 4 の給電部である  $x = 0$  の観測点では、進行波  $V_T$  に比較して反射波  $V_{Rk}$  の信号レベルは非常に小さく、 $\gamma_k \ll 1$  であると考えられる。 $\gamma_k$  の多項式としては、 $\gamma_k$  の 2 次以上の項をほぼ 0 とみなして無視することができる。これらの条件を加味すれば、(3) 式から  $p(f, 0)$  は、次の (8) 式のように表すことができる。

【数 8】

$$p(f, 0) \doteq 2 \sum_{k=1}^n \gamma_k \cdot \cos\left(\frac{4\pi dk}{v} f + \phi k\right) \quad \dots (8)$$

(6) 式、(7) 式および (8) 式から、レーダ像関数  $P(x)$  は、次の (9) 式のように計算することができる。

【数 9】

$$\begin{aligned}
 P(x) &= \int_{f_0 - f_B/2}^{f_0 + f_B/2} w(f - f_0) \cdot p(f, 0) e^{-j \frac{4\pi x}{c} f} df \\
 &= \sum \left\{ \gamma k \cdot W(x - dk) e^{j \phi k} e^{-j \frac{4\pi f_0}{c} (x - dk)} + \gamma k \cdot W(x + dk) e^{-j \phi k} e^{-j \frac{4\pi f_0}{c} (x + dk)} \right\} \\
 &\dots (9)
 \end{aligned}$$

図 5 は、(9) 式に用いる  $W(x)$  の規格化された関数形を示す。 $W(x)$  は、窓関数  $w(x)$  のフーリエ変換であり、(7) 式のブラックマン・ハリス窓を用いるときは、次の (10) 式で表すことができる。

【数 10】

$$\begin{aligned}
 W(x) &= \int_{f_0 - f_B/2}^{f_0 + f_B/2} w(f) e^{-j \frac{4\pi x}{c} f} df \\
 &= 0.423 f_B \cdot \text{Sa} \left( \frac{2\pi f_B \cdot x}{c} \right) \\
 &\quad + 0.249 f_B \left\{ \text{Sa} \left( \frac{2\pi f_B \cdot x}{c} - \pi \right) + \text{Sa} \left( \frac{2\pi f_B \cdot x}{c} + \pi \right) \right\} \\
 &\quad + 0.0396 f_B \left\{ \text{Sa} \left( \frac{2\pi f_B \cdot x}{c} - 2\pi \right) + \text{Sa} \left( \frac{2\pi f_B \cdot x}{c} + 2\pi \right) \right\} \dots (10)
 \end{aligned}$$

ただし、 $\text{Sa}$  は標準化関数であり、次の (11) 式で表される。

【数 11】

$$\text{Sa}(\tau) = \frac{\sin(\tau)}{\tau} \dots (11)$$

図 6 は、2つのターゲット 21, 22 で、一方のターゲット 21 の距離  $d_1$  を 0.3 m から 50 m まで変化させ、他方のターゲット 22 の距離  $d_2$  を 10 m に固定するときのレーダ像関数  $P(x)$  の絶対値  $|P(x)|$  についての数値計算結果を  $x > 0$  の領域について示す。中心周波数  $f_0 = 7.75 \text{ GHz}$  であり、 $f_B = 500 \text{ MHz}$  である。また、 $\gamma k = 0.1$  とし、 $\phi k = \pi$  としている。 $p(f, 0)$  としては、(3) 式から直流分を除去したものを使用している。これ

らの計算結果には、 $\gamma k$ の2次以上の項も含まれている。複数のターゲット21, 22の距離を同時に測定可能であり、一方の距離 $d_2$ を事前に、または事後に他の方法で測定すれば、その測定値に基づいて他方の距離 $d_1$ も較正することができる。

図3の距離測定装置20で、問題を単純化して、 $x=0$ の観測点からターゲット21~2nの1つまでの距離 $d$ を判別する場合を想定する。伝播損失を含む反射係数を $\gamma$ とし、伝播による位相シフトを含まないで反射に伴う位相シフト量を $\phi$ とすると、(9)式から次の(12)式に示すようなレーダ像関数 $P(x)$ が得られる。

【数12】

$$P(x) = \gamma W(x-d) e^{j\phi} e^{-j\frac{4\pi f_0}{c}(x-d)} + \gamma W(x+d) e^{-j\phi} e^{-j\frac{4\pi f_0}{c}(x+d)} \quad \dots (12)$$

ここで、 $W(x)$ は、図5に示すように、 $x=0$ である中心から $3 \times c / (2f_B)$ 以上離れた領域では、ほぼ0とみなすことができる。これは、ブラックマン・ハリス窓では、他の窓関数に比べて主部以外の成分が非常に小さくなるという性質によるものである。したがって、 $d > 1.5 \times c / (2f_B)$ とすれば、 $x=d$ の近傍において $W(x+d) \doteq 0$ となり、(12)式のレーダ像関数 $P(x)$ は次の(13)式のように近似することができる。

【数13】

$$P(x) = \gamma W(x-d) e^{j\phi} e^{-j\frac{4\pi f_0}{c}(x-d)} \quad \dots (13)$$

図7は、図3の距離測定装置20で、(13)式に基づき、 $x=0$ の観測点からターゲット21~2nの1つまでの距離 $d$ を判別するレーダ像関数 $P(x)$ の $x=d$ 付近での部分的な形状を示す。図7(a)は、規格化した振幅 $|P(x)|$ の変化を示し、図7(b)はラジアン値で表す位相 $\angle P(x)$ の変化を示す。 $f_0$ は前述のように7.75GHzであり、 $f_0 / f_B = 30$ となるように、 $f_B = 258\text{MHz}$ としている。横軸は、 $x=d$ を中心とする変位 $\Delta x$ を、 $c / (2f_B)$ 単位で示す。

図7および(13)式によれば、レーダ像関数の振幅 $|P(x)|$ が極大となる点、または位相 $\angle P(x) = \phi$ となる点を探索すれば距離 $d$ が求められることが判る。しかしながら、位相シフト量 $\phi$ は未知であり、しかも図7(b)では、 $\pm\pi$ の範囲に折畳んで表示されているので、 $-\pi \leq \phi < +\pi$ の範囲で $\phi$ 値が求められても、複数の変位 $\Delta x$ が対応してしまい、距離 $d$ を判別することはできない。レーダ像関数の振幅 $|P(x)|$ はなだらかな山形状の変化を示し、その極大位置を精密に特定することは困難であり、高分解能で測定を行うには限界がある。しかも、実際の測定ではランダムなノイズが重畳し、極大位置の判定をさらに困難にしてしまう。位相シフト量 $\phi$ が少なくとも $-\pi \leq \phi < +\pi$ の範囲で既知であれば、位相 $\angle P(x) = \phi$ かつ振幅 $|P(x)|$ が極大という条件を満たせば距離 $d$ を特定することができる。しかし、位相 $\angle P(x)$ の変化は急峻で、振幅 $|P(x)|$ の極大値付近でも複数の変位 $\Delta x$ に対応してしまい、極大位置を特定する補助とはなりにくい。

そこで、図1(a)に示す本実施形態のレーダ像算出手段10では、図1(b)に示すように、異なる複数の中心周波数 $f_1$ 、 $f_2$ を設定し、2つのフーリエ変換手段11、12で2つのレーダ像関数 $P_1(x)$ 、 $P_2(x)$ を得て、図2に示すような、それらの振幅と位相差とから距離 $d$ を求めるようにしている。

図8は、本実施形態の距離測定装置1で距離 $d$ を特定する概略的な手順を示す。ステップs0から手順を開始し、ステップs1では、周波数コントローラ7が電圧制御発振器2の中心周波数 $f_0$ と可変幅 $f_{B0}$ とを設定して発振させ、ステップs2ではアンテナ4から $f_0 \pm 1/2 \times f_{B0}$ の範囲で信号源周波数 $f$ が変化する進行波を送信させる。信号源周波数は、進行波に対する反射波がアンテナ4に戻ってきて干渉を起して定在波を形成するための十分な時間安定である必要がある。しかし、距離 $d$ が光速 $c$ に比較して短距離であり、必要な時間は短い。周波数コントローラ7がデジタル制御で電圧制御発振器2の発振周波数を制御する場合は、信号源周波数の変化はステップ状となるので、定在波を形成するための十分な時間条件を満たすことができる。

ステップs3では、パワー検出器6がアンテナ4に入力する定在波の振幅に対

応するパワー  $p(f, 0)$  を検出する。中心周波数  $f_0$  から  $\pm 1/2 \times f_{B0}$  の範囲では、反射係数  $\gamma$  および位相シフト量  $\phi$  は一定とみなすことができる。次のステップ  $s_4$  では、検出されるパワー  $p(f, 0)$  のうち、図 1 (b) に示すように、 $f_1 \pm 1/2 \times f_{B1}$  の範囲と、 $f_2 \pm 1/2 \times f_{B2}$  の範囲とが抽出され、フーリエ変換手段  $1_1, 1_2$  でそれぞれ FFT (Fast Fourier Transfer) などのフーリエ変換処理でレーダ像関数  $P_1(x), P_2(x)$  にそれぞれ変換され、(13) 式から次の (14) 式および (15) 式が得られる。なお、2つの周波数範囲の選択は、バンドパスフィルタを使用したり、周波数コントローラ 7 からフーリエ変換手段  $1_1, 1_2$  に信号源周波数  $f$  についての制御信号を与えて周波数変化のタイミングの時間的な差に基づいて行うことができる。

【数 14】

$$P_1(x) = \gamma W(x-d) e^{j\phi} e^{-j\frac{4\pi f_1}{c}(x-d)} \quad \dots (14)$$

$$P_2(x) = \gamma W(x-d) e^{j\phi} e^{-j\frac{4\pi f_2}{c}(x-d)} \quad \dots (15)$$

図 2 (a) は、(14) 式および (15) 式で示されるレーダ像関数  $P_1(x), P_2(x)$  の規格化された振幅を示す。2つのレーダ像関数の振幅は同一となる。なお、定在波に対応する関数形によっては、ターゲットの存在位置で、振幅が極小値をとるような場合も考えられる。図 2 (b) および図 2 (c) は、 $f_{B1} = f_{B2} = f_B$ 、 $f_1 / f_{B1} = 30$ 、 $f_2 / f_{B2} = 32$  とするときの位相  $\theta_1, \theta_2$  の変化を一点鎖線および二点鎖線でそれぞれ示し、位相差  $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$  の変化を実線で示す。位相差  $\Delta\theta$  は、 $\Delta x = 0$  である  $x = d$  を含む複数の位置でゼロクロスして 0 となっているように見える。ただし、位相差  $\Delta\theta = 0$  は、一般的には  $2\pi$  の整数倍の位相差があることを示している。したがって、次の (16) 式が得られる。

【数 1 5】

$$\begin{aligned}
 \Delta \theta &= \theta_1 - \theta_2 = \angle P_1(x) - \angle P_2(x) \\
 &= \frac{4\pi}{c} \times (x - d) \times (f_2 - f_1) \\
 &= 2\pi N \quad (\text{ただし、} N = 0, \pm 1, \pm 2, \dots) \quad \dots (16)
 \end{aligned}$$

(16) 式で  $\Delta \theta = 0$  とすると、次の (17) 式の関係が導かれる。

【数 1 6】

$$x = d + N \frac{c}{2(f_2 - f_1)} \quad \dots (17)$$

(17) 式から、 $x = d$  を中心に、 $c / (2(f_2 - f_1))$  毎に位相の一致点が存在することが判る。これらの一致点のうち、図 2 示すように、(a) に示すレーダ像関数の振幅が極大となる条件を満たす点がターゲット 5 までの距離  $d$  を与える。2つのレーダ像関数  $P_1(x)$ 、 $P_2(x)$  間の位相差  $\Delta \theta$  は、 $x = d$  の近傍で  $x$  に対して 1 次関数となり、 $\Delta \theta = 0$  となる点を高い精度で判別することができる。ランダムなノイズが存在しても、レーダ像関数の振幅の極値付近では位相差のゼロクロス点は単一であり、位相差にはランダムなノイズの影響は反映されにくいので、正確に位相の一致点を判別することができる。

図 8 のステップ s 5 では、レーダ像関数の振幅  $|P_1(x)|$  または  $|P_2(x)|$  が極大で、かつ 2つのレーダ像関数  $P_1(x)$ 、 $P_2(x)$  間の位相差  $\Delta \theta = 0$  となる位置をターゲット 5 の位置として、距離  $d$  を特定する。ステップ s 6 で手順を終了する。本実施形態では、2つの中心周波数  $f_1$ 、 $f_2$  のパワー信号を共通のパワー信号から抽出するようにしているけれども、信号源周波数  $f$  を中心周波数  $f_1$ 、 $f_2$  毎に変化させて、定在波検出のタイミングを分けてそれぞれ検出するようにすることもできる。

図 9 は、本実施形態の距離測定装置 1 を用いて、衣服 30 を着用している人体 31 の表面までの距離を非接触で測定する状態を模式的に示す。衣服 30 が電気絶縁性であれば、電磁波を通過させ、人体 31 の表面で反射を生じさせ、定在波を形成させることができる。本実施形態では定在波に基づく距離測定を高精度で



行うことができるので、衣服 30 と人体 31 の皮膚の表面との間の間隔なども正確に反映させて、距離測定を行うことができる。人体 31 までの距離を複数点で測定すれば、寸法を計測することができる。たとえば光学的な測定で、衣服 30 を着用する人体 31 までの距離を非接触で測定しようとしても、衣服 30 の表面形状しか測定することができない。

なお、人体 31 の特定の部位など、狭い部分を測定するためには、信号源周波数を高くすればよい。測定可能な領域の大きさは、電磁波の波長のオーダーであると考えられる。人体 31 などを対象とする場合は、30 GHz で波長が 1 cm となるので、30 GHz ~ 60 GHz 程度の周波数を使用すればよい。距離は近いので、微小な出力でも測定可能である。

図 9 のような測定では、衣服 30 の下に隠された導電性の物体 32 も検知することができる。検知用の電磁波を走査すれば、物体 32 の像を形成することもできる。

距離測定装置 1 では、図 3 に示すような複数ターゲットの同時測定も、同様に可能である。図 3 (b) に示すような、レーダ像関数の振幅の複数ピークに対して、それぞれ位相差に基づく距離の特定を高分解能で行うことができる。1 つのターゲットを基準として、予め距離を他の方法で測定しておいたり、事後に測定することによって、測定対象となるターゲットについての距離も、基準となるターゲットの距離に基づいて、高精度で特定することができる。

本実施形態の距離測定装置 1 は、特願 2001-237280 で提案しているようなレーダ装置としても使用することができる。また、自動車搭載センサや路側センサなど、高度道路交通システム (ITS) を実現するために必要な距離測定を高精度で実現することができる。さらに、液面レベル計、船舶等の接岸計、航空機などの高度計、地滑り計測など、高分解能かつ絶対値計測が必要な分野に適用することができる。

また、本発明の考え方は、空間を伝搬媒質とする電磁波ばかりではなく、たとえば空気を伝搬媒質とする音波にも適用することができる。音速は温度で変化するけれども、基準となるターゲットを同時に測定することによって、音速が未知

でも、測定対象までの距離を正確に測定することができる。伝搬媒質として、水などの液中や土壌などの固体中では、その液体や固体を利用することもできる。伝搬媒質の境界、たとえば液面や地表面では、表面波に生じる定在波を距離計測に利用することができる。さらに、光など波長が短い波動を使用する場合、電磁波自体の波動ではなく、その振幅変化を波動として定在波を形成させ、距離測定に利用することができる。

本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。従って、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は特許請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、特許請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

#### 【産業上の利用可能性】

以上のように本発明によれば、定在波生成段階で、基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中で、基準位置から測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させ、測定対象で反射する反射波と干渉させて定在波を生成するので、定規に相当する測定具を測定対象に接触させる必要はなく、自由に移動する測定対象であっても距離を測定することができる。定在波検出段階で定在波を検出し、検出される定在波から、レーダ像算出段階で複数の異なる中心周波数に基き、基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出する。中心周波数の差が、中心周波数の絶対値に比較して小さければ、算出されるレーダ像関数には、測定対象での反射が同等に影響する。距離判別段階では、レーダ像算出段階で算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置から測定対象までの距離として判別する。測定対象での反射による位相シフトの影響は、位相差では相殺され、また位相差の変化の周期は各レーダ像関数の位相の変化の周期よりも大きくなるので、レーダ像関数の振幅が予め定める条件を満たす間隔を、位相差から高分解能で特定することができる。

また本発明によれば、測定対象として、距離測定の目的となる測定対象と、距離測定の基準となる測定対象と同時に測定するので、両者への距離の相対的な違いを高分解能で求めることができる。距離測定の基準となる測定対象への距離を、事前にまたは事後に直接測定することによって、その距離に基づき、距離測定の目的となる測定対象への絶対的な距離も、非接触で正確に特定することができる。

さらに本発明によれば、進行波発生手段が基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中に、基準位置から測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させるので、伝搬媒質中には進行波と測定対象で反射する反射波との干渉で定在波が生成される。定在波検出手段は、伝搬媒質中に生成されている定在波を検出するので、定規に相当する測定具を測定対象に接触させる必要はなく、自由に移動する測定対象であっても距離を測定することができる。レーダ像算出手段は、定在波検出手段によって検出される定在波から、複数の異なる中心周波数に基き、基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出する。中心周波数の差が、中心周波数の絶対値に比較して小さければ、算出されるレーダ像関数には、測定対象での反射が同等に影響する。距離判別手段は、レーダ像算出手段によって算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置から測定対象までの距離として判別する。測定対象での反射による位相シフトの影響は、位相差では相殺され、また位相差の変化の周期は各レーダ像関数の位相の変化の周期よりも大きくなるので、レーダ像関数の振幅が予め定める条件を満たす間隔を、位相差から高分解能で特定することができる。

また本発明によれば、レーダ像算出手段は、フーリエ変換処理によって複数のレーダ像関数をそれぞれ算出するので、実時間信号から周波数空間の複素関数として、測定対象での反射の影響を振幅に対する反射係数と共に、位相シフト量として含むレーダ像関数を算出することができる。距離判別手段は、少なくとも2つのレーダ像関数間の位相差が0または円周率  $\pi$  の偶数倍のラジアン値となり、少なくともいずれかのレーダ像関数の振幅が極値となる間隔を、予め定める条件

を満たす距離として判別する。位相差を  $2\pi$  を周期とする  $\pm\pi$  の範囲で考慮すれば、位相差のゼロクロス位置を基準に距離を判別することができる。

また本発明によれば、レーダ像算出手段は、定在波に対応する信号に、予め定める窓関数を用い、複数の異なる中心周波数に対して、共通の変幅で、フーリエ変換処理を行って複数のレーダ像関数を算出する。進行波発生手段によって発生される進行波の周波数の可変範囲は有限であり、窓関数でフーリエ変換処理を行う際の周波数範囲を狭めて、フーリエ変換処理の容易化を図ることができる。

また本発明によれば、進行波発生手段は、発振周波数を制御可能で高周波信号を発生する発振器と、発振器の発振周波数を予め定める範囲で周期的に変化させるコントローラと、発振器からの高周波信号を、伝搬媒質としての空間に電磁波による進行波として送信するアンテナとを含むので、普遍的な空間を伝搬媒質として、非接触で距離を測定することができる。電磁波を反射しないものは測定対象から除外されるので、隠蔽された物体や衣服を着用している人体などの測定対象までの距離を測定することも可能となる。定在波検出手段は、電磁波を送信するアンテナを用いて定在波の検出を行うので、従来のレーダと同様な測定対象の探索と距離の測定とを行うこともできる。

## 請 求 の 範 囲

1. 基準位置から測定対象までの距離を測定する方法であって、

基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中で、該基準位置から該測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させて、測定対象で反射する反射波と干渉させて定在波を生成する定在波生成段階と、

定在波生成段階で生成される定在波を検出する定在波検出段階と、

定在波検出段階で検出される定在波から、複数の異なる中心周波数に基づいて、基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出するレーダ像算出段階と、

レーダ像算出段階で算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置から測定対象までの距離として判別する距離判別段階とを含むことを特徴とする距離測定方法。

2. 前記測定対象として、距離測定の目的となる測定対象と、距離測定の基準となる測定対象と同時に測定することを特徴とする請求項1記載の距離測定方法。

3. 基準位置から測定対象までの距離を測定する装置であって、

基準位置と測定対象との周囲に存在する伝搬媒質中に、該基準位置から該測定対象に向けて進行する進行波を、周波数を変化させながら発生させる進行波発生手段と、

進行波発生手段によって発生される進行波が、測定対象で反射して進行波発生手段側に戻る反射波と干渉して生成される定在波を検出して、該定在波に対応する信号を導出する定在波検出手段と、

定在波検出手段から導出される定在波に対応する信号を演算処理して、複数の異なる中心周波数に基づいて、基準位置から測定対象を通る仮想的な直線軸上の一点までの間隔を変数とする複数のレーダ像関数を、それぞれ算出するレーダ像算出手段と、

レーダ像算出手段によって算出される複数のレーダ像関数間の位相差、およびいずれかのレーダ像関数の振幅が、予め定める条件を満たす間隔を、基準位置か

ら測定対象までの距離として判別する距離判別手段とを含むことを特徴とする距離測定装置。

4. 前記レーダ像算出手段は、フーリエ変換処理によって前記複数のレーダ像関数をそれぞれ算出し、

前記距離判別手段は、少なくとも2つのレーダ像関数間の位相差が0または円周率  $\pi$  の偶数倍のラジアン値となり、少なくともいずれかのレーダ像関数の振幅が極値となる間隔を、前記予め定める条件を満たす距離として判別することを特徴とする請求項3記載の距離測定装置。

5. 前記レーダ像算出手段は、前記定在波に対応する信号に、予め定める窓関数を用い、前記複数の異なる中心周波数に対して、共通の可変幅で、フーリエ変換処理を行って前記複数のレーダ像関数を算出することを特徴とする請求項4記載の距離測定装置。

6. 前記進行波発生手段は、

発振周波数を制御可能で高周波信号を発生する発振器と、

発振器の発振周波数を予め定める範囲で周期的に変化させるコントローラと、

発振器からの高周波信号を、前記伝搬媒質としての空間に電磁波による進行波として送信するアンテナとを含み、

前記定在波検出手段は、該アンテナを用いて前記定在波の検出を行うことを特徴とする請求項3～5のいずれかに記載の距離測定装置。

FIG. 1

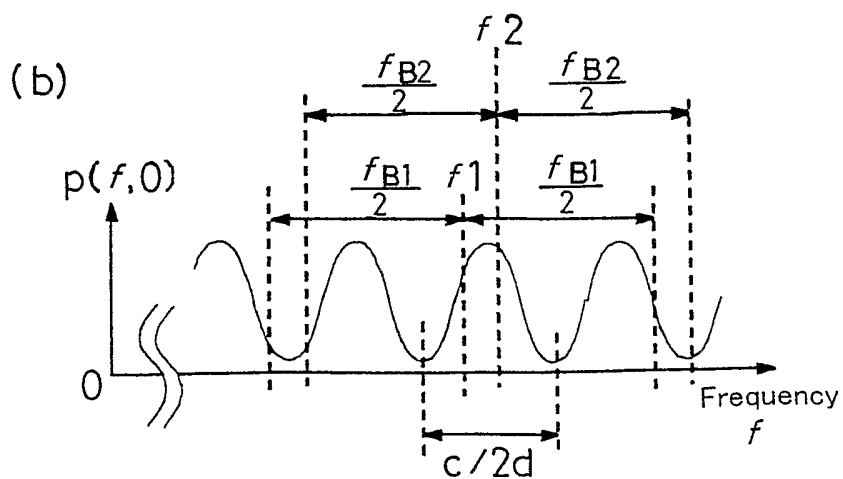
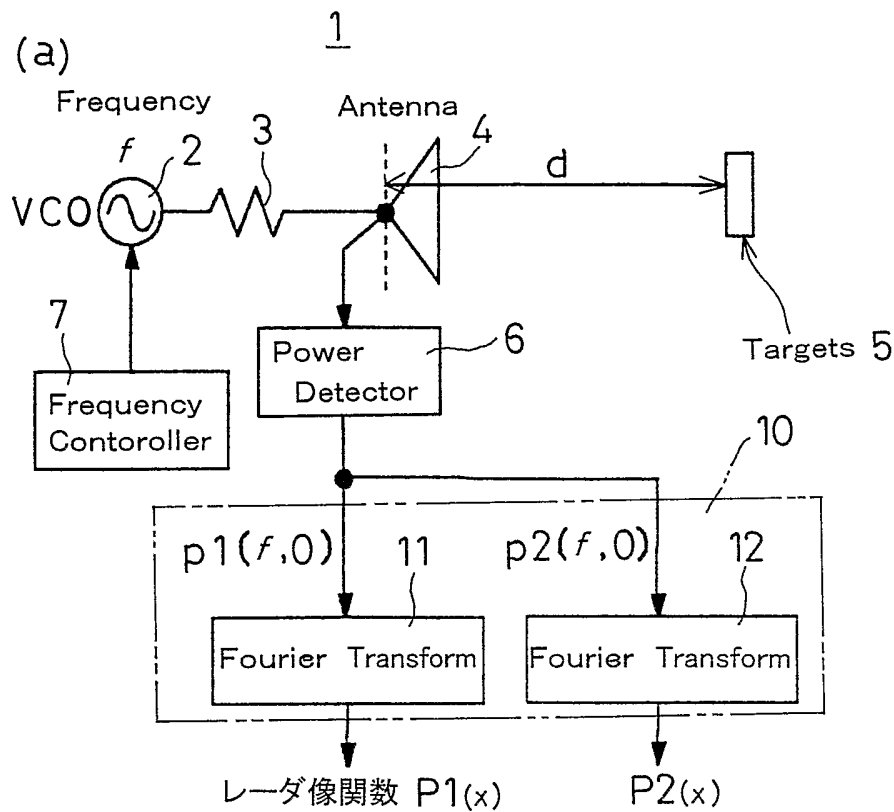


FIG. 2

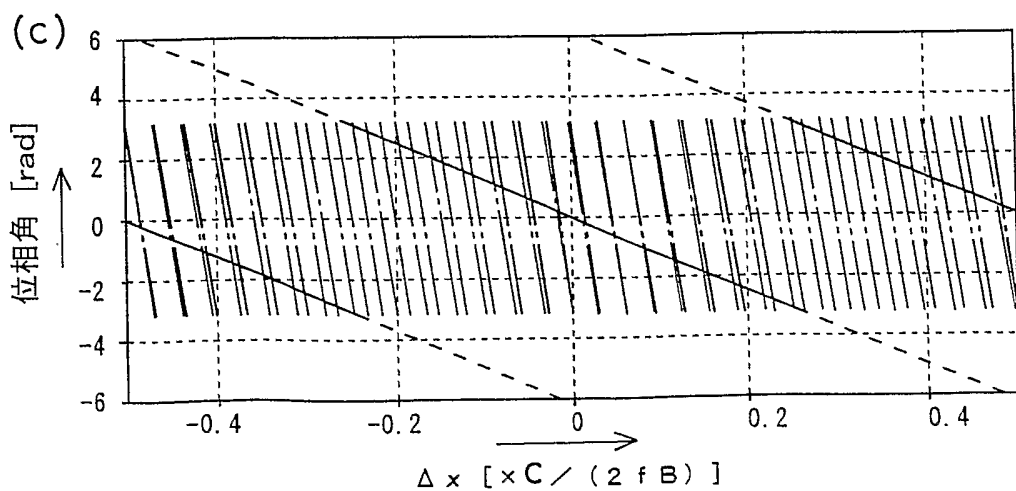
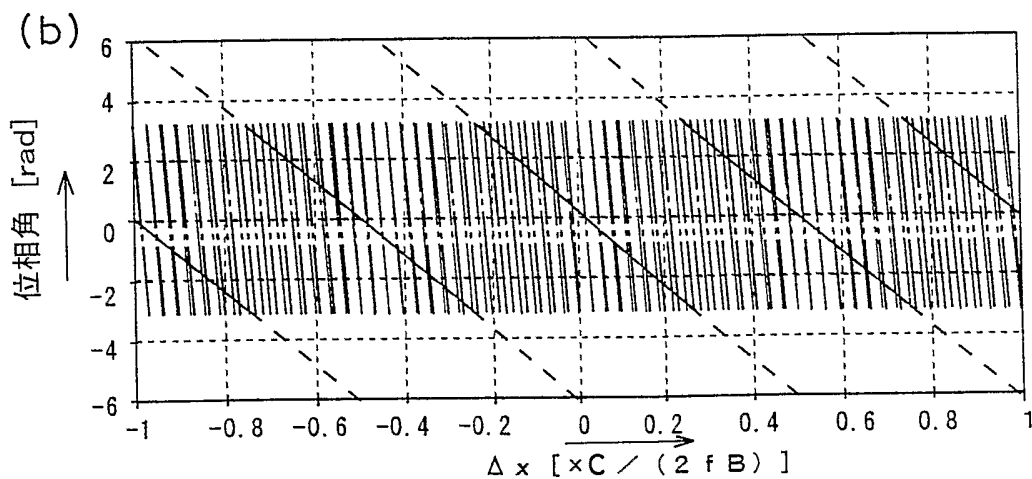
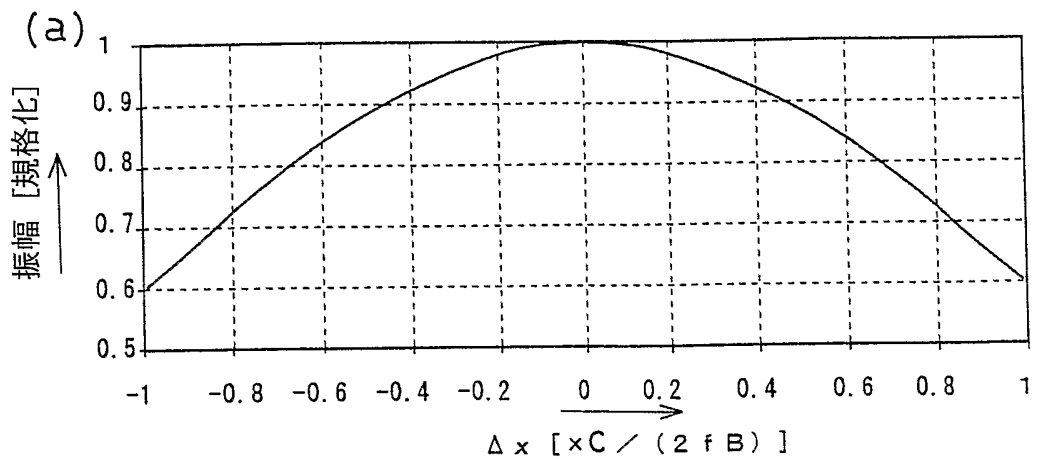




FIG. 3

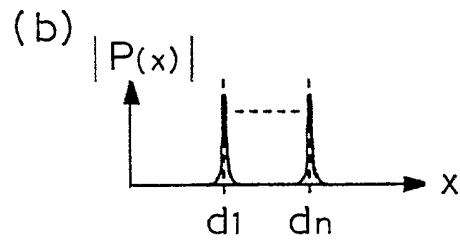
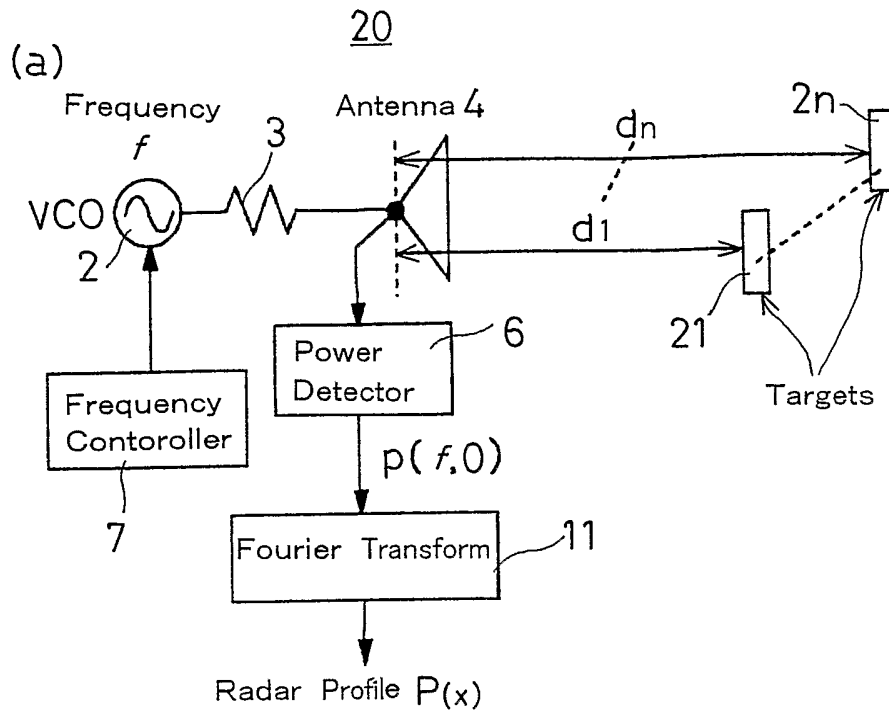


FIG. 4

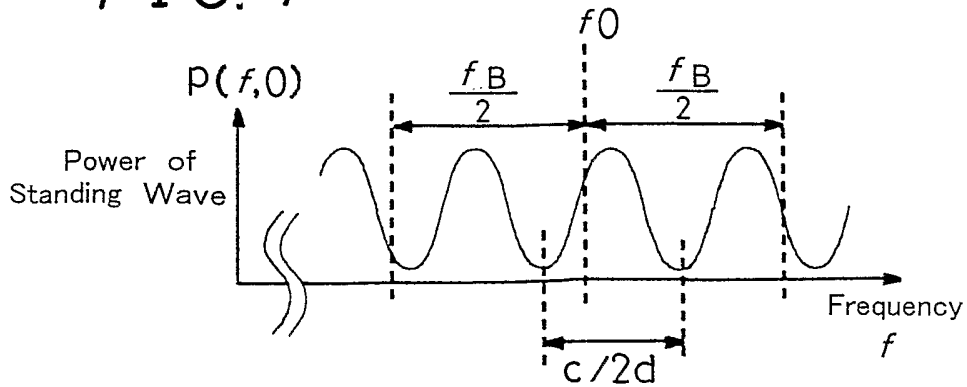


FIG. 5

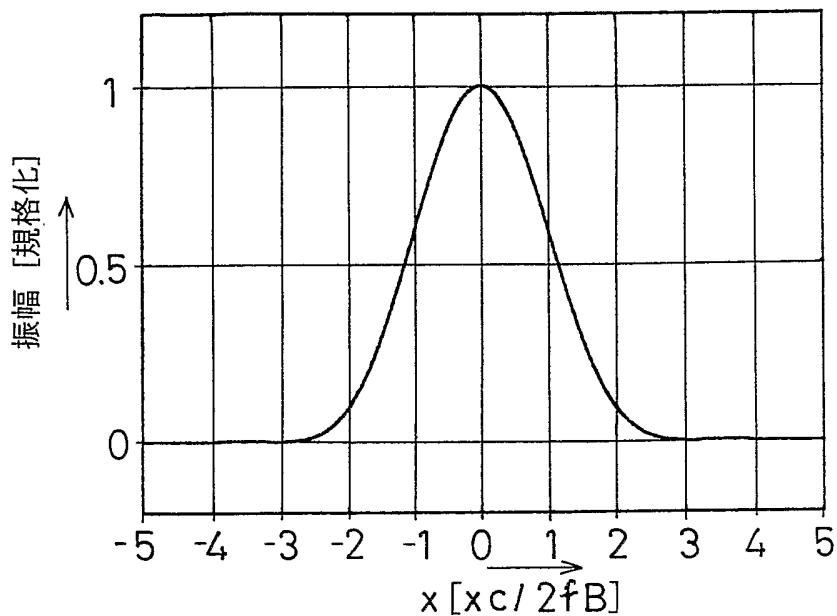


FIG. 6

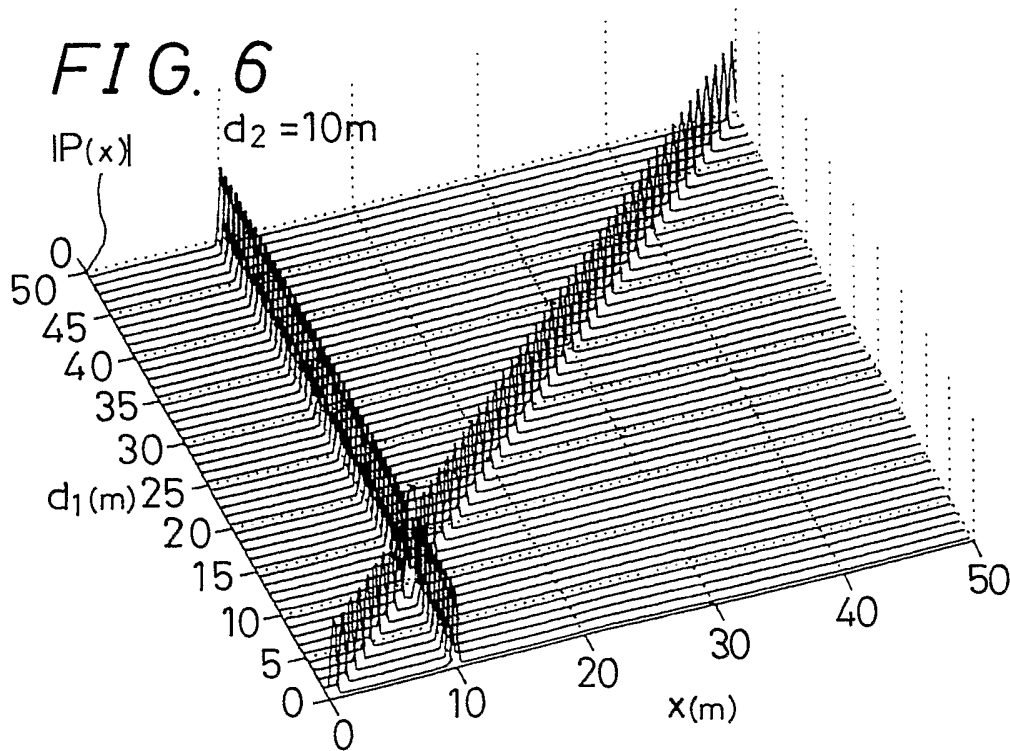


FIG. 7

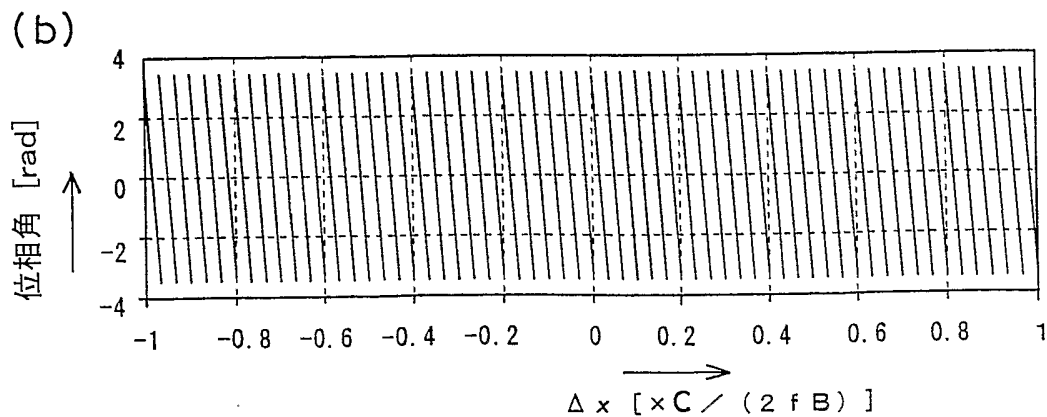
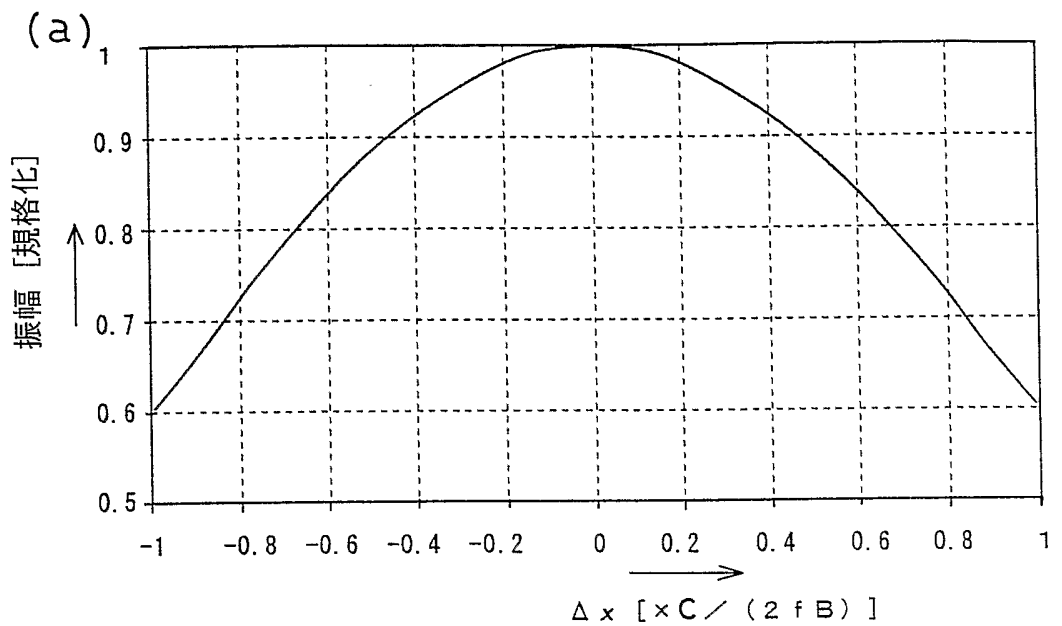


FIG. 8

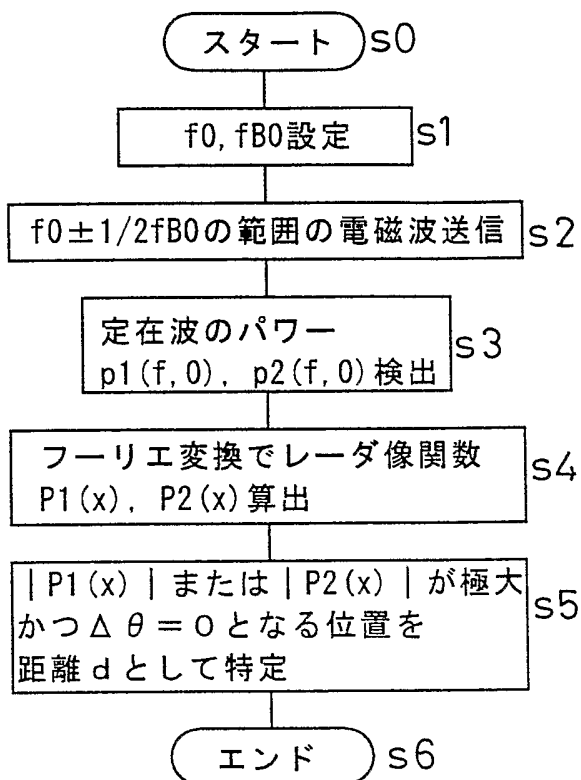
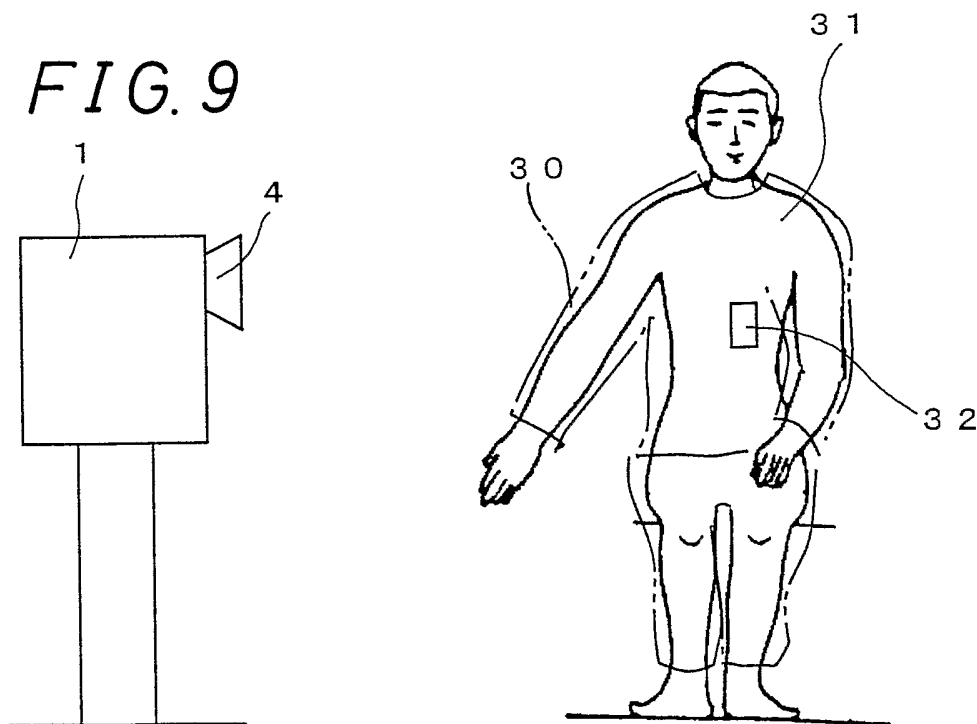


FIG. 9



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP03/07060

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> G01S13/40

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<sup>7</sup> G01S13/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

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 10-239426 A (Ikuo ARAI), 11 September, 1998 (11.09.98), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 5-281341 A (Isao IIDA), 29 October, 1993 (29.10.93), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 62-108176 A (Mitsubishi Electric Corp.), 19 May, 1987 (19.05.87), Full text; all drawing (Family: none)	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C.  See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search  
25 June, 2003 (25.06.03)

Date of mailing of the international search report  
08 July, 2003 (08.07.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/07060

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 59-142485 A (Yamatake-Honeywell Co., Ltd.), 15 August, 1984 (15.08.84), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 39-23284 B1 (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 19 October, 1964 (19.10.64), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
P,A	JP 2002-357656 A (Hitoshi KAMIHO, Tadamitsu IRIYA), 13 December, 2002 (13.12.02), Full text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> G01S 13/40

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 Cl<sup>7</sup> G01S 13/40

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 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003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
A	JP 10-239426 A (荒井 郁男) 1998. 09. 11, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6
A	JP 5-281341 A (飯田 功) 1993. 10. 29, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6
A	JP 62-108176 A (三菱電機株式会社) 1987. 05. 19, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6

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」 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  
 「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 25. 06. 03	国際調査報告の発送日 <b>08.07.03</b>
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100-8915 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) 宮川 哲伸  2S 9208 電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 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
A	JP 59-142485 A (山武ハネウエル株式会社) 1984.08.15, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6
A	JP 39-23284 B1 (松下電器産業株式会社) 1964.10.19, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6
P, A	JP 2002-357656 A (上保 徹志, 入谷忠光) 2002.12.13, 全文, 全図 (ファミリー無し)	1-6