

(43) 国際公開日
2012 年 9 月 20 日(20.09.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/124586 A1

- (51) 国際特許分類:
H04L 27/38 (2006.01) *H04B 1/30* (2006.01)
G01S 7/285 (2006.01) *H04L 27/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/055924
- (22) 国際出願日: 2012 年 3 月 8 日(08.03.2012)
- (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 2011-055253 2011 年 3 月 14 日(14.03.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社(FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 Tokyo (JP). 古河 A S 株式会社(Furukawa Automotive Systems Inc.) [JP/JP]; 〒5220242 滋賀県犬上郡甲良町尼子 1 0 0 0 番地 Shiga (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 松嶋 禎央 (MATUSHIMA, Sadao) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 福地 稔栄 (FUKUCHI, Toshihide) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内 2

〒100-8322
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電
気工業株式会社内 Tokyo (JP). 高橋 慶 (TAKAHASHI, Kei) [JP/JP]; 〒1008322
東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電
気工業株式会社内 Tokyo (JP).

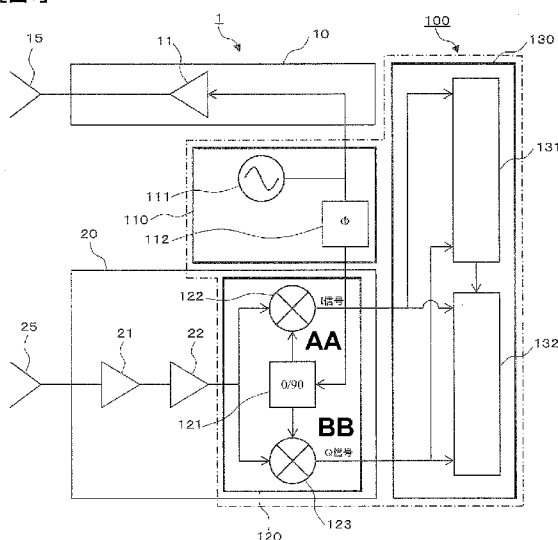
- (74) 代理人: 松下 亮 (MATSUSHITA, Makoto); 〒12220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 2-5-19 アブリ新横浜ビル5階 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: OUADRATURE DEMODULATOR

(54) 発明の名称：直交復調装置

[図1]



AA I signal
BB Q signal

(57) Abstract: Provided is a quadrature demodulator capable of appropriately correcting amplitude errors and quadrature errors even for pulse modulated signals. In order to correct amplitude errors and quadrature errors, a quadrature demodulator (100) is provided with: a phase adjusting means (112) in a local oscillator (110); and a quadrature detection error detecting means (131) and a quadrature detection error correcting means (132) in a signal processor (130). A quadrature detection unit (120) uses two LO signals having phases changed by the phase adjusting means (112) to output two sets of an I component and Q component of an RF signal, and the two sets of the I component and Q component are used by the quadrature detection error detecting means (131) to calculate an amplitude error and quadrature error. The quadrature detection error correcting means (132) uses the amplitude error and quadrature error calculated by the quadrature detection error detecting means (131) to correct a reception signal.

(57) 要約: パルス変調された信号に対しても振幅誤差及び直交度誤差の補正を適切に行うことができる直交復調装置を提供する。直交復調装置100は、振幅誤差及び直交度誤差を補償するために、局発振部110に位相調整手段112を設け、信号処理部130に直交検波誤差検出手段131及び直交検波誤差補償手段132を設けている。直交検波部120は、位相調整手段112により位相を変化させた2つのLO信号を用いて、RF信号の2組の成分及びQ成分を出し、直交検波誤差検出手段131では成分の成分及び

Q成分を用いて振幅誤差及び直交度誤差を算出する。直交検波誤差補償手段132は、直交検波誤差検出手段131で算出された振幅誤差及び直交度誤差を用いて受信信号を補償する。

WO 2012/124586 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,

GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：直交復調装置

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信機やレーダ装置で用いられる直交復調装置に関し、特に振幅誤差及び直交度誤差を検出して補正する直交復調装置に関する。

背景技術

[0002] レーダ装置は、電波を送信し、目標物によって反射された電波の受信信号を処理して、距離、角度といった目標物までの位置情報を得るものである。受信感度の向上などを目的として、同期検波方式を採用したレーダ装置が知られている。特に、ダイレクトコンバージョン方式の同期検波の場合には、位相条件によってターゲットの検出漏れが生じるのを防止したり、ドップラ遷移を利用して目標物の相対速度を検出することを目的として、直交復調装置を用いた検波方式を採用することがある。

[0003] ところで、直交復調装置から出力される同相成分（I成分）及び直交成分（Q成分）は、特性バラツキ、周囲温度、電源電圧特性などの影響を受けて振幅誤差や直交度誤差が発生することがある。このような誤差があるとき、直交復調装置から出力されたI成分、Q成分の信号（両者を合わせてIQ信号という）をそのまま用いてレーダ信号処理を行うと、受信信号の振幅が安定せず最大探知距離が短縮されてしまうおそれがある。また、ドップラ遷移を利用した相対速度検出を行うレーダ装置では、振幅誤差、直交度誤差に起因してにせの相対速度を持つ信号が出現するため、誤って警報を発するおそれがある。

[0004] 一方、デジタル無線通信においても、デジタル変調方式で変調された信号を復調するために、直交復調装置を用いて直交検波を行い、その結果を複素信号（IQ信号）として得ることが広く行われている。デジタル無線通信に用いられる直交復調装置に振幅誤差、直交度誤差が発生すると、ビット誤り率が増加するなどの問題があった。

[0005] このような直交復調装置の振幅誤差、直交度誤差を補正する技術として、特許文献 1 に振幅誤差補償装置及び直交度誤差補償装置が開示されている。特許文献 1 では、例えば振幅誤差補償装置は、直交検波して得られた複素信号の同相成分と直交成分とに対して、振幅補正後の複素信号の同相成分と直交成分との間の電力差を求める電力差分算出部と、振幅補正後の複素信号の信号点の回転を検出する回転検出部とを備えている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許第4495210号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献 1 に記載の振幅誤差補償装置では、位相に変調を加えない例えばパルス変調に基く無線通信機では、振幅誤差、直交度誤差を補正することができない。また、パルス変調に基くレーダ装置の場合には、受信信号の周波数オフセット、複素信号の信号点の回転が一意ではなく、やはり特許文献 1 に記載の振幅誤差補償装置では振幅誤差、直交度誤差を補正することができない。

[0008] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、パルス変調された信号に対しても振幅誤差及び直交度誤差の補正を適切に行うことができる直交復調装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 上記課題を解決するため、本発明の直交復調装置の第 1 の態様は、所定周波数の局部発振信号を発振する局部発振器を有する局部発振部と、前記局部発振部から出力される前記局部発振信号と所定の高周波信号とを入力して該高周波信号の同相成分及び直交成分を検波する直交検波部と、前記直交検波部から前記同相成分及び前記直交成分を入力して前記高周波信号から所定の情報を検出するための信号処理を行う信号処理部と、を備える直交復調装置

であって、前記局部発振器で発振された局部発振信号の位相を所定の位相変化分だけずらすように調整する位相調整手段と、前記位相調整手段によって第 1 の位相変化分だけ調整された第 1 の局部発振信号を用いて前記直交検波部で検波された前記高周波信号の第 1 の同相成分及び第 1 の直交成分と、前記位相調整手段によって第 2 の位相変化分だけ調整された第 2 の局部発振信号を用いて前記直交検波部で検波された前記高周波信号の第 2 の同相成分及び第 2 の直交成分とを入力し、前記第 1 の同相成分及び第 1 の直交成分と前記第 2 の同相成分及び第 2 の直交成分とから前記高周波信号の同相成分と直交成分との間の振幅誤差及び直交度誤差を算出する直交検波誤差検出手段と、前記直交検波誤差検出手段で算出した前記振幅誤差及び直交度誤差を用いて補償する直交検波誤差補償手段と、をさらに備えることを特徴とする。

[0010] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記位相調整手段は、前記第 1 の位相変化分が 0 度となるように調整することを特徴とする。

[0011] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記位相調整手段は、前記第 1 の位相変化分と前記第 2 の位相変化分との差が 90 度となるように調整することを特徴とする。

[0012] 本発明の直交復調装置の他の態様は、所定周波数の局部発振信号を発振する局部発振器を有する局部発振部と、前記局部発振部から出力される前記局部発振信号と所定の高周波信号とを入力して該高周波信号の同相成分及び直交成分を検波する第 1 及び第 2 の直交検波部と、前記第 1 及び第 2 の直交検波部から前記同相成分及び前記直交成分を入力して前記高周波信号から所定の情報を検出するための信号処理を行う信号処理部と、を備える直交復調装置であって、前記局部発振器で発振された局部発振信号を分配し、所定の位相差を与える信号分配手段と、前記信号分配手段によって分配された第 1 の局部発振信号を用いて前記第 1 の直交検波部で検波された前記高周波信号の第 1 の同相成分及び第 1 の直交成分と、前記信号分配手段によって分配された第 2 の局部発振信号を用いて前記第 2 の直交検波部で検波された前記高周波信号の第 2 の同相成分及び第 2 の直交成分とを入力し、前記第 1 の同相成

分及び第１の直交成分と前記第２の同相成分及び第２の直交成分とから前記高周波信号の同相成分と直交成分との間の振幅誤差及び直交度誤差を算出する直交検波誤差検出手段と、前記直交検波誤差検出手段で算出した前記振幅誤差及び直交度誤差を用いて補償する直交検波誤差補償手段と、をさらに備えることを特徴とする。

[0013] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記信号分配手段は、前記第１の局部発振信号と前記第２の局部発振信号との間に９０度の位相差を与えることを特徴とする。

[0014] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記局部発振部から前記局部発振信号を入力して所定の送信信号を生成しこれを送信アンテナから空中に放出する送信部から前記直交検波部に漏出した漏れ信号であることを特徴とする。

[0015] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記局部発振部から前記局部発振信号を入力して生成された所定の送信信号を送信アンテナから空中に放出した後所定の目標物で反射された反射波を受信アンテナで受信した受信信号であることを特徴とする。

[0016] 本発明の直交復調装置の他の態様は、前記局部発振部から前記直交検波部の前記高周波信号の入力側に前記局部発振信号を伝送するための信号経路をさらに備え、前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記信号経路を経由して前記直交検波部に入力される前記局部発振信号であることを特徴とする。

[0017] 本発明の無線通信装置の第１の態様は、上記態様のいずれか１つの直交復調装置を有することを特徴とする。

[0018] 本発明のレーダ装置の第１の態様は、上記態様のいずれか１つの直交復調装置を有することを特徴とする。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、パルス変調された信号に対しても振幅誤差及び直交度誤差の補正を適切に行うことができる直交復調装置を提供することが可能である。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明の第1実施形態に係る直交復調装置を備えたレーダ装置の構成を示すブロック図である。

[図2]第1実施形態の直交復調装置で振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いるRF信号の一例を示すブロック図である。

[図3]第1実施形態の直交復調装置で振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いるRF信号の別の例を示すブロック図である。

[図4]本発明の第2実施形態に係る直交復調装置を備えたレーダ装置の構成を示すブロック図である。

[図5]本発明の第3実施形態に係る直交復調装置を備えたレーダ装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0021] 本発明の好ましい実施の形態における直交復調装置について、図面を参照して詳細に説明する。同一機能を有する各構成部については、図示及び説明簡略化のため、同一符号を付して示す。

[0022] (第1実施形態)

本発明の第1の実施の形態に係る直交復調装置を、図1を用いて以下に説明する。図1は、本実施形態の直交復調装置100を備えたレーダ装置1の構成を示すブロック図である。図1において、本実施形態の直交復調装置100は、局部発振器111及び位相調整手段112を具備する局部発振部110と、移相器121、第1ミキサ122及び第2ミキサ123を具備する直交検波部120と、直交検波誤差検出手段131及び直交検波誤差補償手段132を具備する信号処理部130とを備えている。

[0023] またレーダ装置1は、本実施形態の直交復調装置100に、さらに送信部10、送信アンテナ15、受信部20、及び受信アンテナ25を備えている。

。送信部 10 は、局部発振器 111 で発振された所定周波数の局部発振信号（LO 信号）を入力し、これを増幅器 11 で増幅した後送信アンテナ 15 から空間に放射する。送信アンテナ 15 から放射された送信信号は、目標物で反射されて受信アンテナ 25 で受信される。受信アンテナ 25 で受信された受信信号は、増幅器 21、22 で増幅された後、直交検波部 120 に入力されて直交復調される。

[0024] 直交検波部 120 は、受信信号とともに、局部発振部 110 から出力される LO 信号を入力する。局部発振部 110 から入力した LO 信号は移相器 121 に入力され、ここで位相差を付加しない信号と 90 度の位相差を付加した信号がそれぞれ第 1 ミキサ 122 及び第 2 ミキサ 123 に出力される。第 1 ミキサ 122 及び第 2 ミキサ 123 では、受信信号と移相器 121 から入力した LO 信号とが乗算されることで、それぞれ受信信号の同相成分（I 成分）及び直交成分（Q 成分）が検波される。検波された I 成分及び Q 成分は信号処理部 130 に出力され、ここで目標物までの距離等の位置情報が検出される。

[0025] 本実施形態の直交復調装置 100 は、直交検波部 120 から信号処理部 130 に出力される I 成分と Q 成分との間の振幅誤差及び直交度誤差を検出し、検出された振幅誤差及び直交度誤差を用いて受信信号の I 成分及び Q 成分を補償するように構成されている。振幅誤差及び直交度誤差を検出するために、局部発振部 110 に位相調整手段 112 を設け、信号処理部 130 に直交検波誤差検出手段 131 を設けている。位相調整手段 112 は、局部発振器 111 から出力される LO 信号の位相を変化させて直交検波部 120 に出力することができる。また、受信信号の I 成分及び Q 成分を補償するために、信号処理部 130 に直交検波誤差補償手段 132 を設けている。

[0026] まず、振幅誤差及び直交度誤差を検出するときは、所定の RF 信号を直交検波部 120 に入力する一方、位相調整手段 112 を用いて位相を変化させた 2 つの LO 信号を直交検波部 120 に入力する。直交検波部 120 は、位相の異なる 2 つの LO 信号のそれぞれを用いて RF 信号の I 成分及び Q 成分

を検波し、それぞれの I 成分及び Q 成分を直交検波誤差検出手段 131 に出力する。直交検波誤差検出手段 131 は、直交検波部 120 から入力した 2 組の I 成分及び Q 成分を用いて振幅誤差及び直交度誤差を算出する。

[0027] 一方、受信信号に対して振幅誤差及び直交度誤差を補償するときは、受信信号を直交検波部 120 に入力する一方、位相調整手段 112 で位相を変化させない LO 信号を直交検波部 120 に入力する。直交検波部 120 では、受信信号と LO 信号とを乗算して受信信号の I 成分及び Q 成分を検波し、これを直交検波誤差補償手段 132 に出力する。直交検波誤差補償手段 132 では、事前に検出されている振幅誤差及び直交度誤差を直交検波誤差検出手段 131 から入力して受信信号の I 成分及び Q 成分の誤差を補償する。

[0028] 次に、直交検波誤差検出手段 131 において振幅誤差及び直交度誤差を検出する方法を以下に説明する。ここでは、位相調整手段 112 により位相を変化させない LO 信号と、位相を 90 度変化させた LO 信号とを直交検波部 120 に出力する場合について説明する。位相調整手段 112 は、直交検波部 120 に出力する 2 つの LO 信号が 90 度の位相差を有するようにそれぞれの位相を変化させるものとする。

[0029] 振幅誤差及び直交度誤差を検出するのに用いる RF 信号 (RF と表記するものとする) を下記の式 (1) で表し、位相調整手段 112 で位相を変化させない LO 信号を式 (2)、(3) で表すものとする。ここで、式 (2) は移相器 121 で位相差を付加しない信号 (LO__I と表記する) を表し、式 (3) は移相器 121 で 90 度の位相差を付加した信号 (LO__Q と表記する) を表す。

$$RF = A \sin(\omega t) \quad (1)$$

$$LO_I = B \cos(\omega_0 t) \quad (2)$$

$$LO_Q = C \sin(\omega_0 t + \alpha) \quad (3)$$

[0030] 式 (1) ~ (3) において、 ω 、 ω_0 はそれぞれ RF 信号及び LO 信号の角周波数を表し、振幅 A, B, C は各信号の信号経路における通過特性も含め

た振幅を表す。これより、振幅誤差は B/C で表される。また、位相差 α は直交度誤差を表すものである。以下では、振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を算出する方法について説明する。

[0031] 直交検波部 120 が、式 (1) で表される RF 信号と式 (2)、(3) で表される LO 信号を入力したとき、出力する RF 信号の I 成分及び Q 成分 (それぞれを I_{F_I} 、 I_{F_Q} と表記する) はそれぞれ下記の式 (4)、(5) のように表される。

$$\begin{aligned} I_{F_I} &= B \cos(\omega_0 t) \times A \sin(\omega t) \\ &= AB/2 \{ \sin(\omega_0 t + \omega t) - \sin(\omega_0 t - \omega t) \} \\ &= -AB/2 \sin(\omega_0 t - \omega t) \end{aligned} \quad (4)$$

[0032]

$$\begin{aligned} I_{F_Q} &= C \sin(\omega_0 t + \alpha) \times A \sin(\omega t) \\ &= -AC/2 \{ \cos(\omega_0 t + \alpha + \omega t) - \cos(\omega_0 t + \alpha - \omega t) \} \\ &= AC/2 \cos(\omega_0 t + \alpha - \omega t) \end{aligned} \quad (5)$$

ここで、式 (4)、(5) は RF 信号をダウンコンバートした ($\omega_0 t - \omega t$) 及び ($\omega_0 t + \alpha - \omega t$) の項を選択したものである。

[0033] また、位相調整手段 112 により位相を 90 度変化させた LO 信号を直交検波部 120 に入力したときは、下記の式 (6)、(7) のように表される 2 つの信号が移相器 121 から出力される。

$$LO_I = B \cos(\omega_0 t + \pi/2) \quad (6)$$

$$LO_Q = C \sin(\omega_0 t + \alpha + \pi/2) \quad (7)$$

[0034] この LO 信号を入力した直交検波部 120 は、下記の式 (8)、(9) で表される I 成分及び Q 成分を出力する。

$$\begin{aligned}
I F_I' &= B \cos(\omega_0 t + \pi/2) \times A \sin(\omega t) \\
&= AB/2 \{ \sin(\omega_0 t + \pi/2 + \omega t) - \sin(\omega_0 t + \pi/2 - \omega t) \} \\
&= -AB/2 \sin(\omega_0 t + \pi/2 - \omega t) \\
&= -AB/2 \cos(\omega_0 t - \omega t)
\end{aligned} \tag{8}$$

[0035]

$$\begin{aligned}
I F_Q' &= C \sin(\omega_0 t + \alpha + \pi/2) \times A \sin(\omega t) \\
&= -AC/2 \{ \cos(\omega_0 t + \alpha + \pi/2 + \omega t) \\
&\quad - \cos(\omega_0 t + \alpha + \pi/2 - \omega t) \} \\
&= AC/2 \cos(\omega_0 t + \alpha + \pi/2 - \omega t) \\
&= -AC/2 \sin(\omega_0 t + \alpha - \omega t)
\end{aligned} \tag{9}$$

ここで、式（８）、（９）では、RF信号をダウンコンバートした（ $\omega_0 t - \omega t$ ）及び（ $\omega_0 t + \alpha - \omega t$ ）の項を選択している。

[0036] 式（４）、（８）、及び式（５）、（９）より、それぞれ下記の式（１０）、（１１）が算出される。

$$AB = 2 \sqrt{(I F_I)^2 + (I F_I')^2} \tag{10}$$

$$AC = 2 \sqrt{(I F_Q)^2 + (I F_Q')^2} \tag{11}$$

これより、振幅誤差 B/C は下記の式（１２）を用いて算出することができる。

$$\frac{B}{C} = \frac{\sqrt{(I F_I)^2 + (I F_I')^2}}{\sqrt{(I F_Q)^2 + (I F_Q')^2}} \tag{12}$$

[0037] 一方、式（９）より下記の式（１３）が求まり、式（４）を式（８）で除することにより式（１４）が求まる。

$$\begin{aligned}
\omega_0 t + \alpha - \omega t &= \sin^{-1} \left[\frac{-2 \times I F_Q'}{AC} \right] \\
\alpha &= \sin^{-1} \left[\frac{-2 \times I F_Q'}{AC} \right] - (\omega_0 t - \omega t)
\end{aligned} \tag{13}$$

$$(\omega_0 t - \omega t) = \tan^{-1} \left[\frac{I F_I \times \frac{-2}{AB}}{I F_I' \times \frac{-2}{AB}} \right] \tag{14}$$

[0038] 式（１３）に式（１１）及び式（１４）を代入することで、直交度誤差 α

は下記の式（１５）を用いて算出することができる。

$$\alpha = \sin^{-1} \left[\frac{-I F_Q'}{\sqrt{(I F_Q)^2 + (I F_Q')^2}} \right] - \tan^{-1} \left[\frac{I F_I \times \frac{-2}{A B}}{I F_I' \times \frac{-2}{A B}} \right] \quad (15)$$

[0039] 直交検波誤差補償手段１３２では、上記の式（１２）で算出される振幅誤差 B/C 、及び式（１５）で算出される直交度誤差 α を用いることで、受信アンテナ２５で受信した受信信号を直交検波して得られる I 成分及び Q 成分に対して振幅誤差及び直交度誤差を補償することができる。すなわち、式（１）で表される RF 信号を受信信号としたとき、受信信号の I 成分及び Q 成分は、それぞれ式（４）、（５）に式（１２）で与えられる振幅誤差 B/C 、及び式（１５）で与えられる直交度誤差 α を代入することで、振幅誤差及び直交度誤差が補償される。

[0040] なお上記では、受信信号に対する振幅誤差及び直交度誤差を補償する直交検波誤差補償手段１３２を信号処理部１３０に設けるものとして説明したが、これに限定されず、直交検波誤差補償手段１３２をアナログ回路を用いて構成することも可能である。

[0041] つぎに、振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を算出するのに用いる RF 信号の一例について説明する。 RF 信号の第１の例を図２に示す。同図に示す RF 信号５１は、局部発振器１１１から出力される LO 信号が、送信部１０を經由して送信アンテナ１５から漏出し、これが受信アンテナ２５で受信されて直交検波部１２０に入力される漏れ信号である。 RF 信号として局部発振器１１１からの漏れ信号を用いる場合、 RF 信号の角周波数 ω は局部発振器１１１で発振される LO 信号の角周波数 ω_0 に等しくなる。局部発振器１１１からの漏れ信号を用いて振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を求める方法は、レーダ装置だけでなく無線通信機でも適用可能である。

[0042] 振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を算出するのに用いる RF 信号の第２の例を図３に示す。同図に示す RF 信号５２は、送信部１０において局部発振器１１１から入力した LO 信号をもとに生成された送信信号が、目標物で反

射されて受信アンテナ 25 で受信された受信信号である。RF 信号として受信信号を用いる場合、RF 信号の角周波数 ω は、局部発振器 111 で発振される LO 信号の角周波数 ω_0 に等しいか、またはドップラシフトによる周波数変動分だけ角周波数 ω_0 から変化している。受信信号を用いて振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を求める方法は、レーダ装置に適用可能である。

[0043] (第 2 実施形態)

本発明の第 2 の実施の形態に係る直交復調装置を、図 4 を用いて以下に説明する。図 4 は、本実施形態の直交復調装置 200 を備えたレーダ装置 2 の構成を示すブロック図である。図 4 において、本実施形態の直交復調装置 200 は、局部発振部 210 に LO 信号を分岐する第 1 カプラ 213 をさらに備え、受信部 20 の受信信号を直交検波部 120 に入力する手前に第 2 カプラ 224 をさらに備えている。第 1 カプラ 213 と第 2 カプラ 224 との間は、所定の信号線 214 で接続されている。

[0044] 上記のように構成された本実施形態のレーダ装置 2 では、局部発振器 111 から出力された LO 信号を第 1 カプラ 213 で分岐し、信号線 214 を経由して第 2 カプラ 224 に伝送する信号経路を形成することができる。第 2 カプラ 224 に伝送された LO 信号 53 は、直交検波部 120 に入力されて振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を算出するための RF 信号に用いることができる。この RF 信号 53 の角周波数 ω は、局部発振器 111 で発振される LO 信号の角周波数 ω_0 に等しい。局部発振部 210 で分岐した LO 信号を用いて振幅誤差 B/C 及び直交度誤差 α を求める方法は、レーダ装置だけでなく無線通信機でも適用可能である。

[0045] (第 3 実施形態)

本発明の第 3 の実施の形態に係る直交復調装置を、図 5 を用いて以下に説明する。図 5 は、本実施形態の直交復調装置 300 を備えたレーダ装置 2 の構成を示すブロック図である。図 5 において、本実施形態の直交復調装置 300 は、直交検波部として第 1 の直交検波部 320a と第 2 の直交検波部 320b の 2 つの直交検波部を備えている。また、局部発振部 310 に信号分

配手段 314 を設け、局部発振器 111 から出力された L O 信号を分配して第 1 の直交検波部 320 a 及び第 2 の直交検波部 320 b のそれぞれの移相器 121 に入力する構成としている。信号分配手段 314 では、第 1 の直交検波部 320 a に出力する L O 信号と第 2 の直交検波部 320 b に出力する L O 信号との間に 90 度の位相差を付加して出力する。

[0046] さらに、振幅誤差及び直交度誤差の算出に用いる高周波信号を第 1 の直交検波部 320 a 及び第 2 の直交検波部 320 b の両方に入力させる必要があることから、例えば増幅器 22 の出口側に信号分配手段 315 を設ける。このような構成とすることで、本実施形態の直交復調装置 300 では、上記式 (4)、(5) の I 成分、Q 成分と、式 (8)、(9) の I 成分、Q 成分を同時に求めることができる、といった利点がある。本実施形態では、受信信号に対して振幅誤差及び直交度誤差を補償するときは、受信信号を直交検波部 320 a に入力する一方、信号分配手段 314 で位相を変化させない L O 信号を直交検波部 320 a に入力する。直交検波部 320 a では、受信信号と L O 信号とを乗算して受信信号の I 成分及び Q 成分を検波し、これを直交検波誤差補償手段 132 に出力する。直交検波誤差補償手段 132 では、事前に検出されている振幅誤差及び直交度誤差を直交検波誤差検出手段 131 から入力して受信信号の I 成分及び Q 成分の誤差を補償する。

[0047] 以上の説明のように、本発明の直交復調装置によれば、パルス変調された信号に対しても振幅誤差及び直交度誤差の補正を適切に行うことが可能となる。本発明の直交復調装置を適用したパルスレーダでは、受信信号の振幅を安定化させることができ、これにより所望の最大探知距離性能を確保することができる。また、にせの相対速度信号の発生を抑制することで誤った警報の発出を回避することができる。

[0048] なお、本実施の形態における記述は、本発明に係る直交復調装置の一例を示すものであり、これに限定されるものではない。本実施の形態における直交復調装置の細部構成及び詳細な動作などに関しては、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

符号の説明

- [0049] 1、2 レーダ装置
- 1 0 送信部
- 1 1、2 1、2 2 増幅器
- 1 5 送信アンテナ
- 2 0 受信部
- 2 5 受信アンテナ
- 5 1、5 2、5 3 R F 信号
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 直交復調装置
- 1 1 0、2 1 0、3 1 0 局部発振部
- 1 1 1 局部発振器
- 1 1 2 位相調整手段
- 1 2 0 直交検波部
- 1 2 1 移相器
- 1 2 2 第 1 ミキサ
- 1 2 3 第 2 ミキサ
- 1 3 0 信号処理部
- 1 3 1 直交検波誤差検出手段
- 1 3 2 直交検波誤差補償手段
- 2 1 3 第 1 カプラ
- 2 1 4 信号線
- 2 2 4 第 2 カプラ
- 3 2 0 a 第 1 の直交検波部
- 3 2 0 b 第 2 の直交検波部
- 3 1 4 信号分配手段
- 3 1 5 信号分配手段

請求の範囲

- [請求項1] 所定周波数の局部発振信号を発振する局部発振器を有する局部発振部と、前記局部発振部から出力される前記局部発振信号と所定の高周波信号とを入力して該高周波信号の同相成分及び直交成分を検波する直交検波部と、前記直交検波部から前記同相成分及び前記直交成分を入力して前記高周波信号から所定の情報を検出するための信号処理を行う信号処理部と、を備える直交復調装置であって、
- 前記局部発振器で発振された局部発振信号の位相を所定の位相変化分だけずらすように調整する位相調整手段と、
- 前記位相調整手段によって第1の位相変化分だけ調整された第1の局部発振信号を用いて前記直交検波部で検波された前記高周波信号の第1の同相成分及び第1の直交成分と、前記位相調整手段によって第2の位相変化分だけ調整された第2の局部発振信号を用いて前記直交検波部で検波された前記高周波信号の第2の同相成分及び第2の直交成分とを入力し、前記第1の同相成分及び第1の直交成分と前記第2の同相成分及び第2の直交成分とから前記高周波信号の同相成分と直交成分との間の振幅誤差及び直交度誤差を算出する直交検波誤差検出手段と、
- 前記直交検波誤差検出手段で算出した前記振幅誤差及び直交度誤差を用いて補償する直交検波誤差補償手段と、をさらに備えることを特徴とする直交復調装置。
- [請求項2] 前記位相調整手段は、前記第1の位相変化分が0度となるように調整することを特徴とする請求項1に記載の直交復調装置。
- [請求項3] 前記位相調整手段は、前記第1の位相変化分と前記第2の位相変化分との差が90度となるように調整することを特徴とする請求項1または2に記載の直交復調装置。
- [請求項4] 所定周波数の局部発振信号を発振する局部発振器を有する局部発振

部と、前記局部発振部から出力される前記局部発振信号と所定の高周波信号とを入力して該高周波信号の同相成分及び直交成分を検波する第1及び第2の直交検波部と、前記第1及び第2の直交検波部から前記同相成分及び前記直交成分を入力して前記高周波信号から所定の情報を検出するための信号処理を行う信号処理部と、を備える直交復調装置であって、

前記局部発振器で発振された局部発振信号を分配し、所定の位相差を与える信号分配手段と、

前記信号分配手段によって分配された第1の局部発振信号を用いて前記第1の直交検波部で検波された前記高周波信号の第1の同相成分及び第1の直交成分と、前記信号分配手段によって分配された第2の局部発振信号を用いて前記第2の直交検波部で検波された前記高周波信号の第2の同相成分及び第2の直交成分とを入力し、前記第1の同相成分及び第1の直交成分と前記第2の同相成分及び第2の直交成分とから前記高周波信号の同相成分と直交成分との間の振幅誤差及び直交度誤差を算出する直交検波誤差検出手段と、

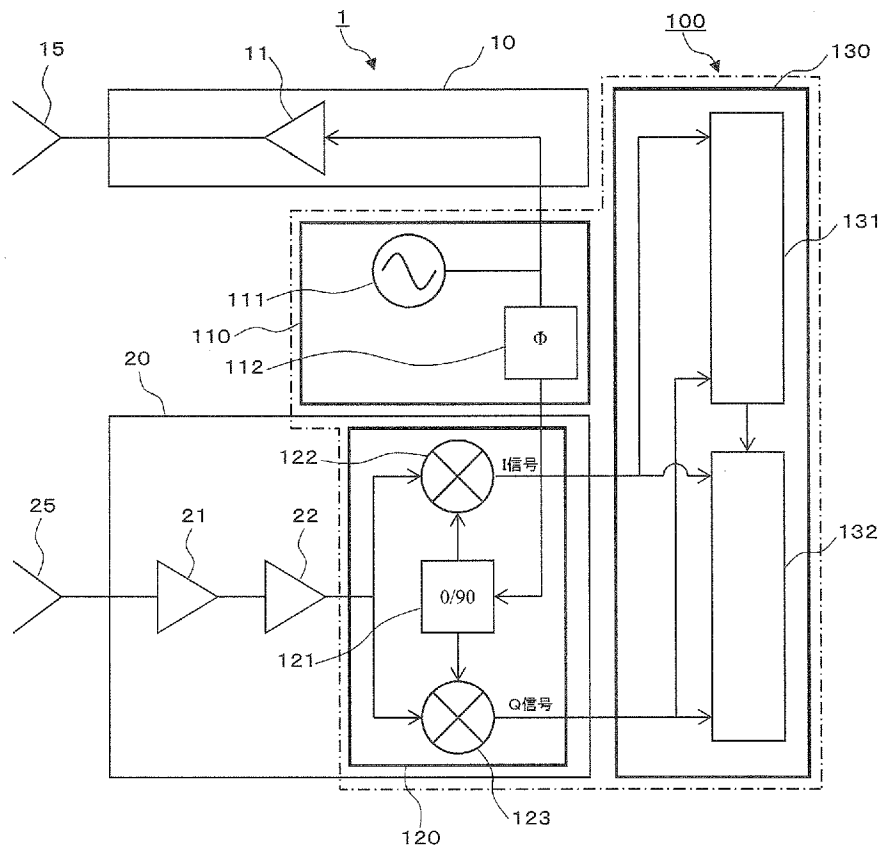
前記直交検波誤差検出手段で算出した前記振幅誤差及び直交度誤差を用いて補償する直交検波誤差補償手段と、をさらに備えることを特徴とする直交復調装置。

[請求項5] 前記信号分配手段は、前記第1の局部発振信号と前記第2の局部発振信号との間に90度の位相差を与えることを特徴とする請求項4に記載の直交復調装置。

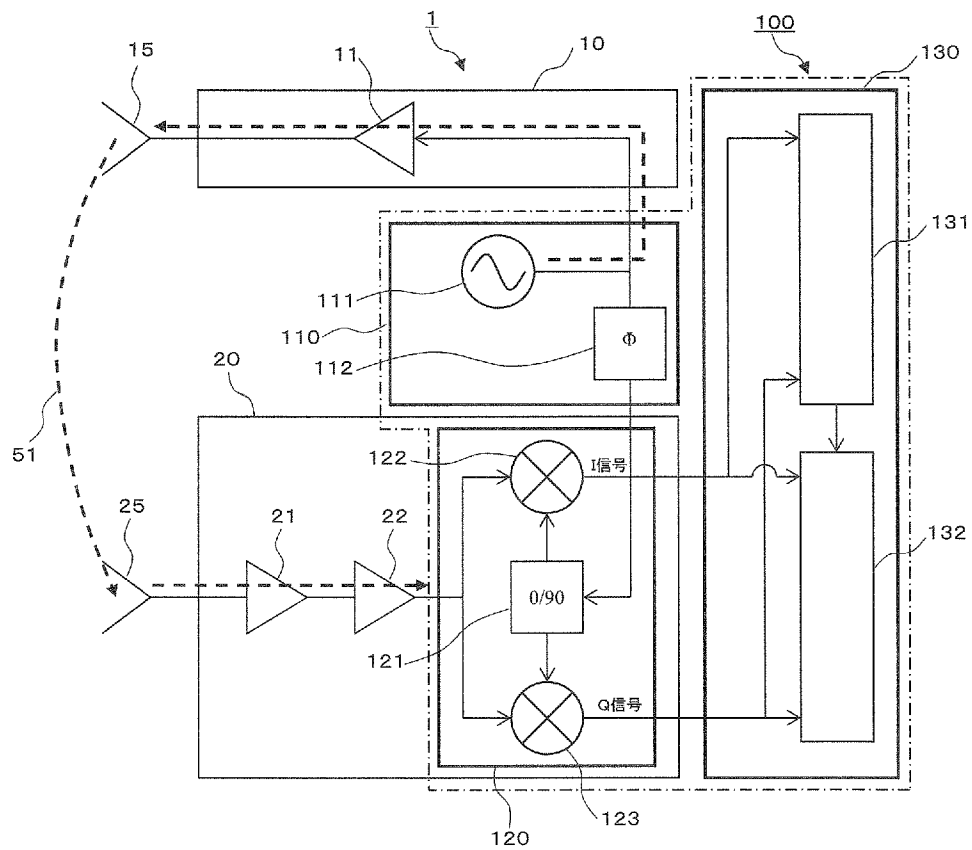
[請求項6] 前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記局部発振部から前記局部発振信号を入力して所定の送信信号を生成しこれを送信アンテナから空中に放出する送信部から前記直交検波部に漏出した漏れ信号であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の直交復調装置。

- [請求項7] 前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記局部発振部から前記局部発振信号を入力して生成された所定の送信信号を送信アンテナから空中に放出した後所定の目標物で反射された反射波を受信アンテナで受信した受信信号である
- ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の直交復調装置。
- [請求項8] 前記局部発振部から前記直交検波部の前記高周波信号の入力側に前記局部発振信号を伝送するための信号経路をさらに備え、
- 前記直交検波誤差検出手段で前記振幅誤差及び直交度誤差を算出するのに用いる前記高周波信号は、前記信号経路を経由して前記直交検波部に入力される前記局部発振信号である
- ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の直交復調装置。
- [請求項9] 請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の直交復調装置を有する無線通信装置。
- [請求項10] 請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の直交復調装置を有するレーダ装置。

[図1]

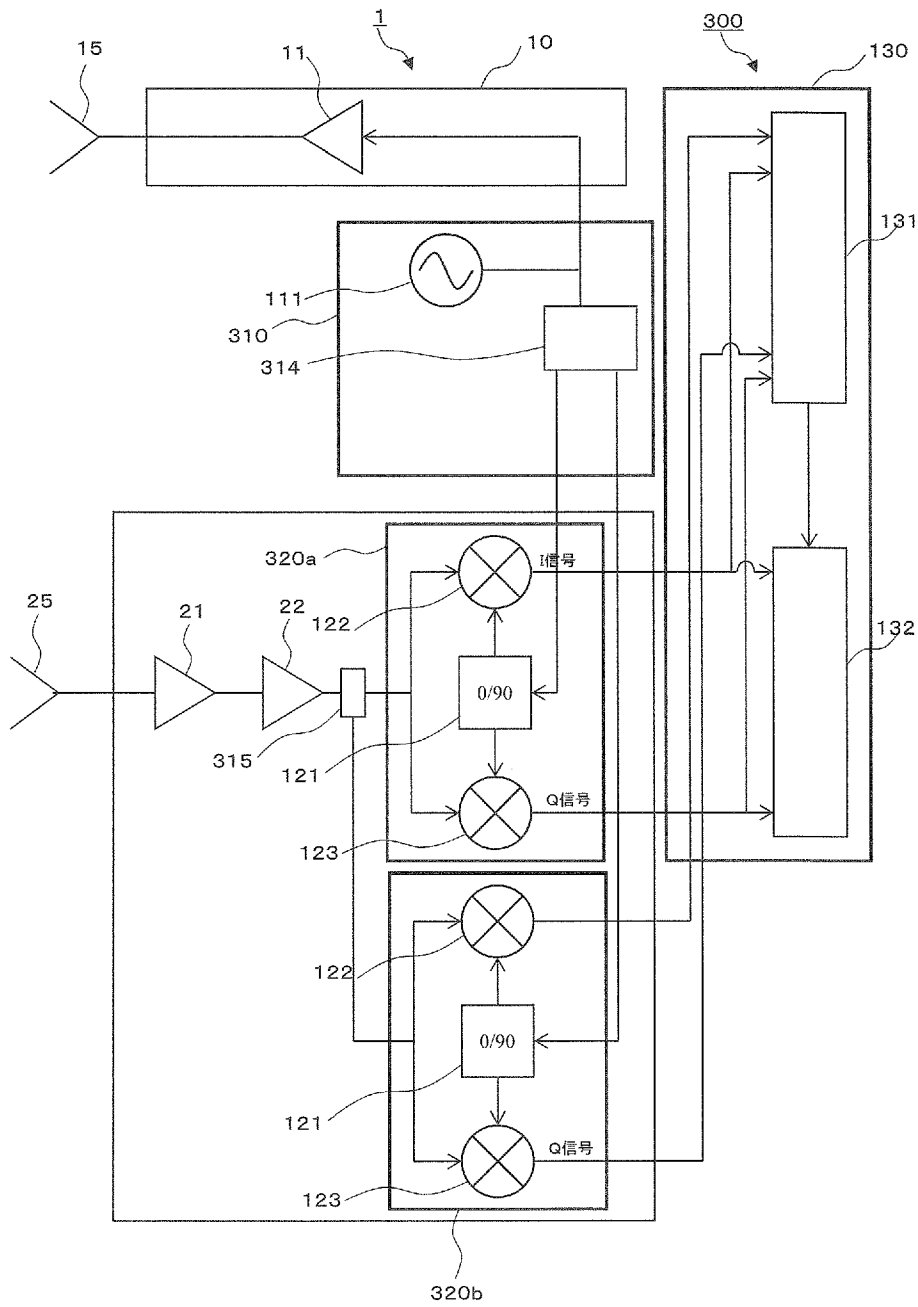


[図2]



[illegible]

[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/055924

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L27/38(2006.01)i, G01S7/285(2006.01)i, H04B1/30(2006.01)i, H04L27/00(2006.01)i

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)

H04L27/38, G01S7/285, H04B1/30, H04L27/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 4495210 B1 (Panasonic Corp.), 30 June 2010 (30.06.2010), fig. 3, 4, 9 (Family: none)	1-10
A	JP 2004-112384 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 08 April 2004 (08.04.2004), abstract (Family: none)	1-10
A	JP 2008-8900 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 17 January 2008 (17.01.2008), abstract & US 2007/0285307 A1 & US 2009/0073029 A1	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

31 May, 2012 (31.05.12)

Date of mailing of the international search report

12 June, 2012 (12.06.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H04L27/38(2006.01)i, G01S7/285(2006.01)i, H04B1/30(2006.01)i, H04L27/00(2006.01)i			
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（I P C）） Int.Cl. H04L27/38, G01S7/285, H04B1/30, H04L27/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1－2 0 1 2 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6－2 0 1 2 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4－2 0 1 2 年			
国際調査で利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） IEEE Xplore			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求項の番号
A	JP 4495210 B1（パナソニック株式会社）2010.06.30, 図3、図4、図9（ファミリーなし）	1-10	
A	JP 2004-112384 A（日本電信電話株式会社）2004.04.08, 要約欄（ファミリーなし）	1-10	
A	JP 2008-8900 A（松下電器産業株式会社）2008.01.17, 要約欄 & US 2007/0285307 A1 & US 2009/0073029 A1	1-10	
☐ 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 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 3 1 . 0 5 . 2 0 1 2		国際調査報告の発送日 1 2 . 0 6 . 2 0 1 2	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0－8 9 1 5 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） 彦田 克文 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 5 5 6	5 K 9 1 8 2