

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2012年6月14日(14.06.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/077615 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 99/00 (2009.01) H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078016
- (22) 国際出願日: 2011年12月5日(05.12.2011)
- (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 2010-275708 2010年12月10日(10.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番22号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 中野 博史
(NAKANO Hiroshi). 小野 寺 毅 (ONODERA
Takashi). 留場 宏道 (TOMEBA Hiromichi). ルイズ
デルガド アルバロ (RUIZ DELGADO Alvaro). 藤
晋平 (TO Shimpei). 窪田 稔 (KUBOTA Minoru).

- (74) 代理人: 平木 祐輔, 外 (HIRAKI Yusuke et al.); 〒
1056232 東京都港区愛宕2丁目5番1号 愛宕
グリーンヒルズMORIタワー32階 Tokyo
(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,
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), ユー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE, COMMUNICATION SYSTEM, COMMUNICATION METHOD, AND PROCESSOR

(54) 発明の名称: 通信装置、通信システム、通信方法、及びプロセッサ

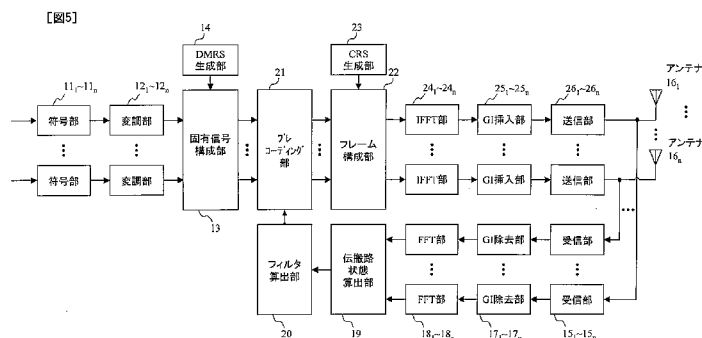


FIG. 5:
11₁~11_n Encoding unit
12₁~12_n Modulator unit
13 Dedicated signal configuration unit
14 DMRS generation unit
15₁~15_n Reception unit
16₁~16_n Antenna
17₁~17_n GI removal unit
18₁~18_n FFT unit
19 Propagation path state calculation unit
20 Filter calculation unit
21 Precoding unit
22 Frame configuration unit
23 CRS generation unit
24₁~24_n IFFT unit
25₁~25_n GI insertion unit
26₁~26_n Transmission unit

(57) Abstract: Provided is a first communication device having a plurality of antennae, characterized in having a propagation path state calculation unit for calculating the propagation path state of a second communication device on the basis of an angle of arrival of a signal from the second communication device and correction information which as been notified by the second communication device.

(57) 要約: 複数のアンテナを持つ第一の通信装置であって、第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて、前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする通信装置。

WO 2012/077615 A1



OAPI (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 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

通信装置、通信システム、通信方法、及びプロセッサ

技術分野

[0001] 本発明は、通信装置、通信システム、通信方法、及びプロセッサに関する。

背景技術

[0002] <MU-MIMO>

基地局装置が、複数のアンテナを用いて、複数の端末装置に対して、同一時刻・同一周波数で信号を送信する技術を、Multi-User Multi Input Multi Output (MU-MIMO) という（非特許文献1 参照）。基地局装置が、複数の端末装置に対して、同一時刻・同一周波数で信号を送信すると、各端末装置は、他の端末装置宛の信号を干渉として受信してしまう。この干渉をユーザ間干渉（Multi-User Interference: MUI）という。MU-MIMOは、このMUIをあらかじめ基地局装置で除去することで、各端末装置にMUIの無い信号を送信する。

[0003] <ビームフォーミング>

MU-MIMOの中で、広く研究がされているものとしてビームフォーミングという技術がある。図1はビームフォーミングによる通信システムを示した図である。基地局装置100は、平行かつ等間隔に並べられたアンテナ（線形アレーアンテナ）を用いることで、異なる複数の角度に同時に信号を送信する。そのため、基地局装置100は端末装置200と端末装置300の方向を把握するだけで、複数の端末装置200と端末装置300とを多重できる。

[0004] 基地局装置100が端末装置200及び端末装置300の方向を知る方法は2つある。1つは、端末装置が送信したサウンディング信号を用いて推定

する方法である（特許文献 1 参照）。もう 1 つは、基地局装置 100 が端末装置 200 から到来角の通知を受ける方法である。

[0005] この各端末装置の「方向」は、端末装置からの信号が基地局装置 100 に到達する角度という意味で「到来角」を用いて表す。図 2 に到来角の定義を示す。到来角は、基地局装置の平行に並んだアンテナを通る直線と直交に交わる線からの角度であり、図 2 においては、端末装置 200 が到来角 ϕ_1 、端末装置 300 が到来角 ϕ_2 を持つ。

[0006] <到来角通知方法 Codebook>

LTE-Advanced (Long Term Evolution-Advanced) (Release 10) で、端末装置が到来角を通知する方法が提案されている（非特許文献 2 参照）。

[0007] LTE-Advanced では、端末装置が到来角を通知するために、コードブックを用いる。コードブックとは、基地局装置と端末装置があらかじめ共有しておくプレコーディングベクトルの候補のことである。端末装置は、コードブックの中のプレコーディングベクトルを示す番号を通知するだけで、自端末装置が要求するプレコーディングベクトルを基地局装置に通知できる。

[0008] ここで、コードブックが、離散フーリエ変換行列 (Discrete Fourier Transform Matrix: DFT 行列) の各列に相当するプレコーディングベクトルを持っている場合、各プレコーディングベクトルは、端末装置の到来角に対応する。例えば線形アレーアンテナが半波長の間隔で配置されている 4 本のアンテナで構成されている場合、基地局装置と端末装置間の伝搬路は、

$$A[1 \exp(-j\pi \sin \phi) \exp(-2j\pi \sin \phi) \exp(-3j\pi \sin \phi)]^t \quad (1)$$

と表される。ここで A は任意の複素数、 ϕ は端末装置の到来角、 j は虚数単位であり、 t は転置を表す。 ϕ が $-\pi < \phi \leq +\pi$ の範囲で動くことにより式 (1) が変化する。そのうち特定の角度（例えば $\phi = 0, \pm\pi/2, +\pi$ ）のときに 4×4 の DFT 行列の列と等しくなる。すなわち、端末装置が、D

F T行列の各列のうちいずれか一つを示す番号を基地局装置に通知することは、式（１）によって対応づけられる到来角を基地局装置に通知することと等価である。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献1：WO 2006／067833号公報

特許文献2：特表2002-513940号公報

非特許文献

[0010] 非特許文献1：Q. H. Spencer他, “A Introduction to the Multi-User MIMO Downlink,” IEEE Commun. Mag., Vol. 42, No. 10, pp. 60-70, Oct. 2004

非特許文献2：H. Tong他, “Codebook Design for 3GPP LTE-Advanced,” 信学技法, RCS2010-56, pp. 47-52, July 2010

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] しかし、実際は、基地局装置と端末装置間の伝搬路は1つとは限らず、異なる到来角を持つ複数の伝搬路が混ざった状態となる。そのため、基地局装置が到来角を把握する従来の方法では、基地局装置が正確に伝搬路状態を把握できない。図3に複数の伝搬路が存在する状況の一例を示す。端末装置200から送信された信号は、ビルなどの散乱体400及び散乱体500に反射して基地局装置100に受信される。このときに、基地局装置100から見れば、信号が散乱体400や散乱体500の方向（到来角 ϕ_{11} や到来角 ϕ_{12} ）から到来するため、端末装置200からの直達波（到来角 ϕ_{13} ）と到来角が異なる。つまり、到来角が有る程度の広がりを持つことになる。この到来角の広がりを「角度広がり」という。

[0012] この角度広がりがある場合は、基地局装置が到来角を1つ取得したとしても、基地局装置が正しい伝搬路状態を把握することができない。また、端末装置・基地局装置どちらにおいても、全パスの到来角を誤差無く把握することは難しい。特に、端末装置または基地局装置において、アンテナ数よりも多い数の伝搬路が存在する場合は、各伝搬路を分離することができず、正しく伝搬路を把握することが不可能である。また、端末装置の方向が1つに定まらないのでビームフォーミングを用いることもできない。

[0013] そこで、本発明では、複数の伝搬路が存在する環境においても、基地局装置が、最小限の制御情報で、基地局装置—端末装置間の正確に伝搬路状態を把握することを可能にし、ひいてはMU—MIMOの特性向上により周波数利用効率改善に寄与する通信装置を提供する。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明による通信装置は、複数のアンテナを持つ第一の通信装置であって、第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて、前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする。

[0015] 前記補正情報は、角度広がりによる誤差を補正する情報を含んでもよい。

[0016] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる応答ベクトルに含まれる誤差に基づく情報を含んでもよい。

[0017] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一次誤差ベクトルの係数を含んでもよい。

[0018] 前記伝搬路状態算出部は、前記到来角を取得する到来角取得部と、前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、前記補正情報を取得する補正情報取得部と、前記補正情報と前記到来角に基づいて新たな応答ベクトルを算出する第二応答ベクトル算出部と、を有してもよい。

[0019] 前記第二応答ベクトル算出部で算出する応答ベクトルは、前記第一応答ベクトル算出部で算出した応答ベクトルに、少なくとも、前記係数と前記一次

誤差ベクトルを乗算したベクトルを加算して算出してもよい。

[0020] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一つ以上の誤差ベクトルのそれぞれに対応する係数を含んでもよい。

[0021] 前記第二応答ベクトル算出部は、前記第一応答ベクトル算出部で算出した応答ベクトルに、前記誤差ベクトルと各々対応する係数を乗算したベクトルを全て加算して応答ベクトルを算出してもよい。

[0022] 前記到来角取得部は、前記第二の通信装置が送信したサウンディング信号に基づいて到来角を推定してもよい。

[0023] 前記到来角取得部は、前記第二の通信装置が通知した到来角情報から到来角を取得してもよい。

[0024] 本発明による他の通信装置は、複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置であって、前記第一の通信装置における、前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて補正情報を生成するフィードバック情報生成部と、前記補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部とを有することを特徴とする。

[0025] 前記補正情報は、角度広がりによる誤差を補正する情報を含んでもよい。

[0026] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる応答ベクトルに含まれる誤差に基づく情報を含んでもよい。

[0027] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一次誤差ベクトルの係数を含んでもよい。

[0028] 前記フィードバック情報生成部は、前記到来角を取得する到来角取得部と、前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、前記第一応答ベクトル算出部で算出した前記応答ベクトルの前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路からの誤差を算出する残留誤差算出部と、前記到来角に基づいて一次誤差ベクトルを算出する一次誤差ベクトル算出部と、前記残留誤差算出部と前記一次誤差ベクトル算出部とに基づいて一次係数を算出する一次係数算出部と、前記一次係数に基づいて前記補正情報を

生成する補正情報生成部と、を有してもよい。

[0029] 前記フィードバック情報生成部は、前記到来角を取得する到来角取得部と、前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、前記第一応答ベクトル算出部で算出した前記応答ベクトルの前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路からの誤差を算出する残留誤差算出部と、前記到来角に基づいて一つ以上の誤差ベクトルを算出する誤差ベクトル算出部と、前記残留誤差算出部と前記誤差ベクトル算出部とに基づいて各誤差ベクトルに対応する係数を算出する係数算出部と、前記係数に基づいて前記補正情報を生成する補正情報生成部と、を有してもよい。

[0030] 本発明による通信システムは、複数のアンテナを持つ第一の通信装置と、一つ以上の第二の通信装置からなる通信システムであって、前記第二の通信装置の少なくとも一部は、前記第一の通信装置における前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部を有し、前記第一の通信装置は、前記到来角と前記補正情報とに基づいて前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする。

[0031] 本発明による通信方法は、複数のアンテナを持つ第一の通信装置における通信方法であって、前記第一の通信装置における第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出するステップを有することを特徴とする。

[0032] 本発明による他の通信方法は、複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置における通信方法であって、前記第一の通信装置における前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知するステップを有することを特徴とする。

[0033] 本発明によるプロセッサは、複数のアンテナを持つ第一の通信装置におけるプロセッサであって、第一の通信装置における第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて前記第二の

通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする。

[0034] 本発明による他のプロセッサは、複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置におけるプロセッサであって、前記第一の通信装置における前記第二の通信装置の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部を有することを特徴とする。

発明の効果

[0035] 本発明によれば、複数の伝搬路が存在する環境においても、基地局装置が、最小限の制御情報で、基地局装置－端末装置間の伝搬路状態を正確に把握することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0036] [図1]ビームフォーミングによる通信システムを示す図である。

[図2]到来角の定義を示す図である。

[図3]複数の伝搬路が存在する状況の一例を示す図である。

[図4]第1の実施形態における通信システムのシーケンス図である。

[図5]第1の実施形態における基地局装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図6]第1の実施形態における固有信号の構成の一例を示す図である。

[図7]第1の実施形態におけるフレームの構成の一例を示す図である。

[図8]第1の実施形態における端末装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図9]第1の実施形態におけるフィードバック情報生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図10]第1の実施形態における伝搬路状態算出部の構成の一例を示すブロック図である。

[図11]第二応答ベクトル算出部の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]第1の変形例における通信システムのシーケンス図である。

[図13]第1の変形例における端末装置の構成の一例を示すブロック図である。

。

[図14]第1の変形例におけるフィードバック情報生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図15]第1の変形例における伝搬路状態算出部の構成の一例を示すブロック図である。

[図16]第2の実施形態におけるフィードバック情報生成部の構成の一例を示すブロック図である。

[図17]第2の実施形態におけるフィードバック情報生成部の動作を示すフローチャートである。

[図18]第2の実施形態の変形例におけるフィードバック情報生成部の構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0037] <第1の実施形態>

本発明は、「角度広がりによって生じた誤差を補正する情報（補正情報）」を端末装置（第二の通信装置とも呼ぶこととする）から通知することにより、基地局装置が有する伝搬路状態の誤差を低減する技術である。本実施形態では、基地局装置（第一の通信装置とも呼ぶこととする）が、平行かつ等間隔に並んだ送信アンテナ（線形アレーアンテナ）を用いて信号を送信する場合について説明する。

[0038] 図4は、本実施形態における通信システムのシーケンス図である。図1に示したように端末装置200と端末装置300を基地局装置100が多重するとする。まず、端末装置200及び300は、サウンディング信号を送信する。基地局装置100は、そのサウンディング信号を用いて到来角を推定する。その後、基地局装置100は、端末装置200及び端末装置300に共通参照信号（Common Reference Signal: CRS）を送信する。各端末装置はCRSに基づいて伝搬路状態を推定し、その推定結果から到来角と角度広がり誤差を補正する補正情報を算出する。端末装置200及び端末装置300は、補正情報を基地局装置に通知する。基地

局装置は、各端末装置のサウンディング信号から推定した到来角と、補正情報に基づいて、各端末装置の伝搬路状態を表すベクトルを算出し、各端末装置の信号に対してプレコーディングを適用する。その後、基地局装置は、復調用参照信号 (DeModulation Reference Signal : DMRS) 及びデータ信号を各端末装置に送信する。各端末装置は復調用参照信号 (DeModulation Reference Signal : DMRS) からデータ信号が通る実効伝搬路を推定し、端末装置 200 及び端末装置 300 は、自端末装置宛のデータ信号を検出する。

[0039] 以降、基地局装置と端末装置の構成を示す。その後、本実施形態の特徴部分である伝搬路状態算出部、及びフィードバック情報生成部について詳細に説明する。

[0040] 図 5 は、本実施形態における基地局装置の構成の一例を示すブロック図である。基地局装置は、符号部 $11_1 \sim 11_n$ と、変調部 $12_1 \sim 12_n$ と、固有信号構成部 13 と、DMRS 生成部 14 と、受信部 $15_1 \sim 15_n$ と、アンテナ $16_1 \sim 16_n$ と、ガードインターバル (Guard Interval : GI) 除去部 $17_1 \sim 17_n$ と、FFT 部 $18_1 \sim 18_n$ と、伝送路状態算出部 19 と、フィルタ算出部 20 と、プレコーディング部 21 と、フレーム構成部 22 と、CRS 生成部 23 と、IFFT 部 $24_1 \sim 24_n$ と、GI 挿入部 $25_1 \sim 25_n$ と、送信部 $26_1 \sim 26_n$ とを備える。

[0041] 符号部 $11_1 \sim 11_n$ は、各端末装置宛の情報ビットを誤り訂正符号化し、各端末装置宛の符号化ビットを変調部 $12_1 \sim 12_n$ に入力する。変調部 $12_1 \sim 12_n$ は入力された各端末装置宛の符号化ビットを変調し、各端末装置宛のデータ信号 (変調信号) を生成する。各端末装置宛のデータ信号を生成した変調部 $12_1 \sim 12_n$ は、固有信号構成部 13 にデータ信号を入力する。また DMRS 生成部 14 は各端末装置宛の DMRS を生成して、固有信号構成部 13 に DMRS を入力する。固有信号構成部 13 は、変調信号と DMRS を用いて、各端末装置宛の固有信号を構成する。

[0042] 受信部 $15_1 \sim 15_n$ は、アンテナ $16_1 \sim 16_n$ を介して、各端末装置から

送信される伝搬路状態情報を含む信号を受信し、伝搬路状態情報を含む信号をダウンコンバージョンしてベースバンドデジタル信号を生成後、G I 除去部 17₁ ~ 17_n に、当該ベースバンドデジタル信号を入力する。G I 除去部 17₁ ~ 17_n は、ベースバンドデジタル信号から G I を除去し、FFT 部 18₁ ~ 18_n に入力する。FFT 部 18₁ ~ 18_n は G I が除去されたベースバンドデジタル信号に対して FFT を行い、周波数領域の信号を算出した後、当該周波数領域の信号を伝搬路状態算出部 19 に入力する。伝搬路状態算出部 19 は当該周波数領域の信号から伝搬路行列を生成し、フィルタ算出部 20 に入力する。

[0043] ここで、伝搬路行列は、空間多重する全端末装置の伝搬路状態を行列で表したものである。空間多重する端末装置の数を n とし、基地局装置のアンテナ数を n 、端末装置のアンテナ数を 1 とすると、伝搬路行列は、 n 行 n 列の行列となる。各要素は、基地局装置の 1 つのアンテナと 1 つの端末装置との間の伝搬路利得を示す。伝搬路状態算出部の動作については後述する。尚、基地局装置のアンテナ数と端末装置の数は異なってもかまわない。

[0044] フィルタ算出部 20 は、伝搬路状態情報に基づいて線形フィルタを算出し、プレコーディング部 21 に入力する。ここで、フィルタ算出部 20 は、ZF (Zero Forcing) 規範に基づいて伝搬路行列の逆行列を線形フィルタとして出力しても良いし、最小平均二乗誤差 (Minimum Mean Squared Error: MMSE) 規範で、線形フィルタを算出しても良い。またプレコーディング部 21 は、上述のような ZF フィルタや MMSE フィルタのみを用いるいわゆる線形プレコーディングでも良いが、非線形プレコーディングでもよい。非線形プレコーディングは、例えば、Tomlinson Harashima Precoding (THP)、Lattice Reduction Aided-THP、又は Vector Perturbation が挙げられる。

[0045] プレコーディング部 21 は、端末装置宛の固有信号に線形フィルタを乗算してプレコーディングを行い、各アンテナ 16₁ ~ 16_n から送信する信号を

生成し、フレーム構成部22に入力する。

[0046] CRS生成部23は各アンテナに対応する共通参照信号 (Common Reference Signals: CRS) を生成して、フレーム構成部22に入力する。フレーム構成部22は、プレコーディング部21から入力された各アンテナ16₁~16_nから送信する信号若しくは各アンテナ16₁~16_nに対応するCRS又はその両方を用いて、各アンテナ16₁~16_nで送信するフレームを生成し、各アンテナ16₁~16_nに対応するIFFT部24₁~24_nに入力する。IFFT部24₁~24_nは、入力されたフレームに対してIFFTを行い、ベースバンドデジタル信号を生成して、GI挿入部25₁~25_nにベースバンドデジタル信号を入力する。GI挿入部25₁~25_nは、ベースバンドデジタル信号に対し、GIを付加し、GIが付加された信号を送信部26₁~26_nに入力する。送信部は、入力された信号に対してデジタル／アナログ変換を行い、アップコンバージョンし、搬送波周波数の信号を生成して、アンテナ16₁~16_nを介して端末装置に当該搬送波周波数の信号を送信する。

[0047] 図6に本実施形態における固有信号の構成の一例を示す。固有信号は、端末装置の数だけ (n個とする) 存在し、それぞれが、各端末装置に固有のDMRSとデータ信号で構成されている。図6は、同一周波数で送信する固有信号を、時間をそろえて図示している。基地局装置は、各端末装置宛のDMRS (DMRS-MS1, DMRS-MS2, . . . , DMRS-MSn) を、お互いに異なる時間に送信し、DMRSとデータ信号を同時に送信しない。また、基地局装置は、全端末装置宛のデータ信号を全て同時に送信する。図6では、全端末装置宛のDMRSを送信した後にデータ信号を送信しているが、データ信号を送る時刻とDMRSを送信する時刻は、入れ替えても良いし、信号 (図6で「データ信号」「DMRS-MS1」など長方形で示した各部分。) 毎に交互に配置しても良いし、どのような順番でもよい。

[0048] 図7に本実施形態におけるフレームの構成の一例を示す。フレームは、基地局装置のアンテナ数n (=端末装置の数) 個存在し、それぞれが、各アン

テナで送信するフレームである。図7は、図6と同様に同一周波数で送信するフレームを、時間をそろえて図示している。各端末装置宛のCRS ($CRS-T \times 1$, $CRS-T \times 2$, . . . , $CRS-T \times n$) は、お互いに異なる時間に送信し、CRSと固有信号を同時に送信しない。また、固有信号は、全て同時に送信する。また、図7の中の固有信号は、図6で端末装置毎に示した固有信号に対してプレコーディングを施した信号である。図7では、アンテナに対応するCRSを送信した後に固有信号を送信しているが、固有信号を送る時刻とCRSを送信する時刻は、入れ替えても良いし、信号毎に交互にしても良いし、どのような順番でもよい。また、CRSだけ又は固有信号だけから構成されるフレームも存在してもよい。

[0049] 図8は、本実施形態における端末装置の構成の一例を示すブロック図である。本実施形態では、 n 個の端末装置を多重するが、当該 n 個の端末装置は全て図8の構成を持つ。端末装置は、受信部27と、アンテナ28と、GI除去部29と、FFT部30と、信号分離部31と、CRS用伝搬路推定部32と、DMRS用伝搬路推定部33と、伝搬路補償部34と、フィードバック情報生成部35と、IFFT部36と、GI挿入部37と、送信部38と、サウンディング信号生成部39とを備える。

[0050] 受信部27は、基地局装置が送信した信号を、アンテナ28を介して受信し、ダウンコンバージョンして、ベースバンドデジタル信号を生成後、GI除去部29に、当該ベースバンドデジタル信号を入力する。GI除去部29は、受信部27から入力されたベースバンドデジタル信号からGIを除去し、FFT部30に入力する。FFT部30はGIが除去されたベースバンドデジタル信号に対してFFTを行い、周波数領域の信号を算出した後、当該周波数領域の信号を信号分離部31に入力する。

[0051] 信号分離部31は、周波数領域の信号から、基地局装置の各アンテナに対応するCRSを分離してCRS用伝搬路推定部32に入力する。また、信号分離部31は、DMRSを分離してDMRS用伝搬路推定部33に入力し、データ信号を分離して伝搬路補償部34に入力する。

- [0052] CRS用伝搬路推定部32は、受信したCRSに基づいて、基地局装置から当該端末装置への伝搬路状態を推定し、推定した伝搬路状態を示す情報をフィードバック情報生成部35に入力する。フィードバック情報生成部35は、伝搬路状態を示す情報を用いて補正情報を算出し、IFFT部36に入力する。
- [0053] IFFT部36は、フィードバック情報生成部35から入力された信号に対してIFFTを行い、ベースバンドデジタル信号を生成して、GI挿入部37にベースバンドデジタル信号を入力する。GI挿入部37は、ベースバンドデジタル信号に対してGIを付加し、GIが付加された信号を送信部38に入力する。送信部38は、入力された伝搬路状態信号に対してデジタル／アナログ変換を行った後、アップコンバージョンして搬送波周波数の無線信号を生成して、アンテナ28を介して基地局装置に当該信号を送信する。
- [0054] サウンディング信号生成部39は、サウンディング信号を生成して送信部38に入力し、送信部28は、アンテナ28を介して基地局装置に当該信号を送信する。
- [0055] DMRS用伝搬路推定部33は、入力されたDMRSに基づいて伝搬路を推定して、伝搬路状態を示す情報を伝搬路補償部34に入力する。また、伝搬路補償部34は、伝搬路状態を示す情報を用いて、データ信号を伝搬路補償して復調部40に入力する。復調部40は、Modulo演算を施されたデータ信号を復調して、復調結果を復号部41に入力する。復号部41は入力された復調結果を用いて復号を行って情報ビットを出力する。
- [0056] 端末装置のフィードバック情報生成部35の動作について、図9に示すブロック図を用いて説明する。フィードバック情報生成部35は、到来角取得部42と、第1応答ベクトル算出部43と、一次誤差ベクトル算出部44と、残留誤差算出部45と、一次係数算出部46と、補正情報生成部47とを備える。
- [0057] 到来角取得部42は、基地局装置と端末装置間の伝搬路の角度広がりがあるであると仮定して近似的に到来角を求める。到来角取得部42は、一定の間

隔（例えば搬送波の半波長）で並べられた線形アレーから送信された信号の規則性を利用して、「到来角のみから算出される伝搬路状態ベクトル」と、実際の伝搬路状態ベクトルとの誤差が最小になるように到来角を求める。この「到来角のみから算出される伝搬路状態ベクトル」を第一応答ベクトルと呼ぶ。線形アレーの送信信号は、所定の位相間隔ずつずれた状態で端末装置に受信され、この位相間隔は端末装置の到来角に依存する。これを利用して、到来角のみをパラメータとした伝搬路状態ベクトル（第一応答ベクトル）を算出することができる。

[0058] 同様の内容を数式で説明すれば、下記のように示される。実際の伝搬路状態ベクトルを h とし、第一応答ベクトルを $f(\phi)$ とおく。基地局装置のアンテナ数 $n = 4$ で、各アンテナが搬送波周波数の波長の α 倍の間隔をあけた線形アレーであったとすると、 $f(\phi)$ は、

$$f(\phi) = [1 \exp(-j2\pi\alpha\sin\phi) \exp(-2j2\pi\alpha\sin\phi) \exp(-3j2\pi\alpha\sin\phi)]^t \quad (2)$$

で表される。ここで t はベクトルの転置を表す。

[0059] 到来角取得部 42 は、

$$(A_0, \phi_0) = \operatorname{argmin} |h - Af(\phi)| \quad (3)$$

を満たす A_0 と ϕ_0 を求める。ここで、 $|x|$ は x のノルムであり、 A は、基地局装置の線形アレーから送信されたビームの振幅と位相を示す値である。この A は、複素数で表され、式 (3) では、 A と ϕ をパラメータとして右辺を最小化する。

[0060] ただし、実際は通知する到来角を量子化するので、完全に最小でなくても良く、量子化誤差が含まれていても良い。

[0061] 以上に示した手順で、到来角を算出した到来角取得部 42 は、到来角を示す到来角情報を第一応答ベクトル算出部 43 と一次誤差ベクトル算出部 44 に入力する。また、到来角取得部 42 は、式 (3) において右辺が最小化されたときの A_0 の値を用いて、ベクトル h / A_0 を算出し、残留誤差算出部 45 に入力する。

[0062] ベクトル h/A_0 は、基地局装置の各アンテナと端末装置間の伝搬路状態と、端末装置での位相回転と振幅の変化に対する伝搬路補償を含めた等価伝搬路を示すベクトルである。そのため、基地局装置は、 h/A_0 を端末装置が有する実際の伝搬路状態として把握すればよい。すなわち、本発明は、端末装置からわずかなフィードバック情報を通知することで、基地局装置が把握する伝搬路状態と、 h/A_0 の誤差を少なくする方法を提供することが目的であると言え換えられる。

[0063] 第一応答ベクトル算出部 43 は、入力された到来角 ϕ_0 に基づいて式 (2) に ϕ_0 を代入して、 $f(\phi_0)$ を算出し、第一応答ベクトルとして残留誤差算出部 45 に入力する。

[0064] 残留誤差算出部 45 は、到来角取得部 42 から入力されたベクトル h/A_0 から、第一応答ベクトル $f(\phi_0)$ を減算して、残留誤差 Δf を算出し、残留誤差 Δf を一次係数算出部 46 に入力する。

[0065] ここで、角度 θ を、到来角 θ と $\theta = -2\pi\alpha \sin \phi$ で関係付けられる角度と定義し、説明の便宜上、到来角 ϕ を角度 θ に変数変換して説明する。一次誤差ベクトル算出部 44 は、まず、角度 θ_0 ($= -2\pi\alpha \sin \phi_0$) を算出する。その後、 $f(\phi)$ において ϕ を θ ($= -2\pi \sin \phi$) に変数変換した関数 $F(\theta)$ ($= [1 \quad \exp(j\pi\theta) \quad \exp(2j\pi\theta) \quad \exp(3j\pi\theta)]^t$) を θ で微分した式

$$F'(\theta) = [0 \quad j\pi \exp(j\pi\theta) \quad 2j\pi \exp(2j\pi\theta) \quad 3j\pi \exp(3j\pi\theta)]^t \quad (4)$$

に対して、 θ_0 ($= -2\pi\alpha \sin \phi_0$) を代入し、 $F'(\theta_0)$ を算出する。 $F'(\theta_0)$ を一次誤差ベクトルと呼ぶ。一次誤差ベクトル算出部 44 は当該一次誤差ベクトルを一次係数算出部 46 に入力する。

[0066] ここで、本発明の基本原理について説明する。上記一次誤差ベクトル $F'(\theta_0)$ は、ベクトル h/A_0 と第一応答ベクトルの間に誤差として生じる誤差成分の方向を近似的に表すベクトルである。角度広がりによる誤差は、一次誤差ベクトルの方向に沿って生じることが多く、近似的に、当該一次誤差ベクトルに対して、係数として複素数 B_1 (スカラー値) を乗算したベクトル

になる。言い換えれば、到来角のみから求められる $F(\theta_0)$ は、伝搬路状態ベクトル $\mathbf{h}/A_0$ の「0次近似」に相当するのに対して、一次誤差ベクトルで表される誤差を足した

$$F(\theta_0) + B_1 F'(\theta_0) \quad (5)$$

は、ベクトル $\mathbf{h}/A_0$ の「1次近似」に相当する。

[0067] 同様の説明を、数式を用いて説明する。各パスの到来角に対応する角度を $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_L$ とおき、パス数を L とおく。1つのパスの到来角を ϕ_a とすると、対応する角度 $\theta_a = -2\pi\alpha \sin(\phi_a)$ を満たす。以降、到来角 (ϕ に添え字を付したもの) と対応する角度 (θ に添え字を付したもの) は同様の関係を持つとする。また、各パスの振幅と位相を複素数 $c_1, c_2, \dots, c_L$ であらわす。すると、テイラー展開を用いて下式のように展開できる。

[数1]

$$\begin{aligned} \mathbf{h} &= c_1 \mathbf{F}(\theta_1) + c_2 \mathbf{F}(\theta_2) + \dots + c_L \mathbf{F}(\theta_L) \\ &= \sum_{l=1}^{L(\text{No. of Paths})} c_l \mathbf{F}(\theta_l) = \sum_{l=0}^L c_l \mathbf{F}(\theta_0 + \Delta\theta_l) \\ &= \sum_{l=1}^L \left[c_l \sum_{k=0}^{\infty} \frac{(\Delta\theta_l)^k}{k!} \mathbf{F}^{(k)}(\theta_0) \right] = \sum_{k=0}^{\infty} \left[\left\{ \sum_{l=1}^L c_l \frac{(\Delta\theta_l)^k}{k!} \right\} \mathbf{F}^{(k)}(\theta_0) \right] = \sum_{k=0}^{\infty} [A_k \mathbf{F}^{(k)}(\theta_0)] \quad (6) \\ &= A_0 \mathbf{F}(\theta_0) + A_1 \mathbf{F}^{(1)}(\theta_0) + A_2 \mathbf{F}^{(2)}(\theta_0) + A_3 \mathbf{F}^{(3)}(\theta_0) + A_4 \mathbf{F}^{(4)}(\theta_0) + \dots \\ &= A_0 \{ \mathbf{F}(\theta_0) + B_1 \mathbf{F}^{(1)}(\theta_0) + B_2 \mathbf{F}^{(2)}(\theta_0) + B_3 \mathbf{F}^{(3)}(\theta_0) + B_4 \mathbf{F}^{(4)}(\theta_0) + \dots \} \\ \mathbf{h}/A_0 &= \mathbf{F}(\theta_0) + B_1 \mathbf{F}^{(1)}(\theta_0) + B_2 \mathbf{F}^{(2)}(\theta_0) + B_3 \mathbf{F}^{(3)}(\theta_0) + B_4 \mathbf{F}^{(4)}(\theta_0) + \dots \end{aligned}$$

[0068] ここで $F^{(1)}, F^{(2)}, F^{(3)}$ は、それぞれ関数 F の1次微分、2次微分、3次微分…を表す。また、 B_1 は、各パスの到来角に対応する角度 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ と θ_0 の差の1乗に比例する。また、 B_2 は、各パスの到来角 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ と θ_0 の差の2乗に比例、 B_3 は、各パスの到来角に対応する角度 $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots$ と θ_0 の差の3乗に比例、…というように、 $B_1, B_2, \dots$ となるに従って係数が平均的に小さくなる。特に角度広がりが比較的小さい時は、この傾向が顕著になる。そこで、式(6)の最後の式の右辺の最初の2項を再現できるだけの情報を、基地局装置にフィードバックすることで、基地局装置が把握すべきベクトル $\mathbf{h}/A_0$ からの誤差を抑えたベクトルを基地

局装置に通知することができる。

[0069] 基地局装置は、 θ_0 と B_1 を把握すると、端末装置で h/A_0 を近似した式（5）を再現できる。基地局装置は、端末装置がサウンディング信号を送信することにより、到来角 θ_0 を推定し、 $\theta_0 (= -2\pi\alpha \sin(\phi_0))$ を算出できる。また基地局装置は θ_0 から $F(\theta_0)$ と $F'(\theta_0)$ を算出できる。そのため、残りの B_1 （以後、一次係数と呼ぶ）を端末装置から基地局装置に通知することで、基地局装置は式（5）を復元可能となる。一次誤差ベクトル算出部44は、一次係数算出部46に一次誤差ベクトル $F'(\theta_0)$ を入力する。

[0070] 一次係数算出部46は、

$$B_1 = \operatorname{argmin} |\Delta f - BF'(\theta_0)| \quad (7)$$

を満たす複素数係数 B_1 を算出する。式（7）は、任意の複素数を取る数 B を変数とし、 $|\Delta f - BF'(\theta_0)|$ が最小となる B の値を探索する。また Δf を式（6）の表現を用いて表すと、 $h/A_0 - F(\theta_0)$ となり、第一応答ベクトルと、実際の伝搬路状態との誤差を表す。式（7）は、その誤差 Δf が、近似的に一次誤差ベクトルの複素数（ B_1 ）倍で表されると仮定して、最適な複素数 B_1 を求める。

[0071] 式（7）の計算後、一次係数算出部46は、一次係数 B_1 を補正情報生成部47に入力する。ただし、実際は B_1 を量子化して基地局装置に通知する必要があるので、完全に最小でなくても良く、量子化誤差が含まれていても良い。

[0072] 補正情報生成部47は、一次係数算出部から入力された一次係数 B_1 を量子化して補正情報を生成し、IFFT部36（図8）に入力する。

[0073] 次に、各端末装置からのフィードバック情報に基づき基地局装置が各端末装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部19（図5）について、図10のブロック図を参照して説明する。伝搬路状態算出部19は、到来角取得部48と、第一応答ベクトル算出部49と、第二応答ベクトル算出部50と、補正情報取得部51と、伝搬路行列構成部52とを備える。

- [0074] 到来角取得部48は、サウンディング信号を用いて到来角を取得する。このとき、特許文献1記載の方法を用いる。ただし、到来角の推定方法はこれに限られるものではない。その他の一例を挙げる。前述のように、基地局装置が、伝搬路推定のためCRSを端末装置に対して送信した後、端末装置は、CRSに基づいて伝搬路推定を行い、その伝搬路推定結果を用いて到来角取得部48(図10)で到来角を取得する。サウンディング信号として端末装置からCRSと同様の信号を送信することで、基地局装置でも同様に到来角推定が可能である。
- [0075] 到来角取得部48は、取得した到来角 ϕ_0 を第一応答ベクトル算出部49と第二応答ベクトル算出部50に入力する。
- [0076] 第一応答ベクトル算出部49は、到来角 ϕ_0 を用いて第一応答ベクトルを算出する。式(2)と同様の式を用いて応答ベクトル $f(\phi_0)$ を算出し、第二応答ベクトル算出部50に入力する。
- [0077] 補正情報取得部51は、端末装置から通知された補正情報から一次係数 B_1 を取得し、第二応答ベクトル算出部50に入力する。
- [0078] 第二応答ベクトル算出部50は、図11のブロック図に示すように、誤差ベクトル算出部53と誤差算出部54とベクトル加算部55とからなる。
- [0079] まず、誤差ベクトル算出部53は、到来角に対応する角度 θ_0 ($= -2\pi\alpha \sin(\phi_0)$)と式(4)を用いて、一次誤差ベクトル $F'(\theta_0)$ を復元する。これは、基地局装置が到来角のみから、端末装置で算出された一次誤差ベクトル $F'(\theta_0)$ を復元できたことを意味する。この、一次誤差ベクトルを誤差算出部54に入力する。
- [0080] 次に、誤差算出部54は、一次係数 B_1 と一次誤差ベクトル $F'(\theta_0)$ を乗算して得たベクトルをベクトル加算部55に入力する。
- [0081] 最後に、ベクトル加算部55は、誤差算出部54から入力されたベクトルを、第一応答ベクトルに加算して第二応答ベクトルを得る。第二応答ベクトル ($= F(\theta_0) + B_1 F'(\theta_0)$) は、伝搬路状態の一次近似とみなすことができ、到来角だけから復元される伝搬路状態 ($F(\theta_0)$) よりも精度の高

いものとなっている。ベクトル加算部 55 は、第二応答ベクトルを、伝搬路行列構成部 52（図 10）に入力する。

[0082] 伝搬路行列構成部 52 は、各端末装置の第二応答ベクトルを行に持つ伝搬路行列を構成し、フィルタ算出部 20（図 5）に入力する。

[0083] 本実施の形態に係る基地局装置は、上記方法を用いることで、到来角のみから伝搬路状態を推定する従来の方法よりも正確な伝搬路状態を把握することができる。また、本実施の形態では、端末装置から、スカラー値の複素数を量子化した値を 1 つしか送る必要がなく、上りリンクの制御情報の増加が最小限に抑えられている。よって、本実施の形態においては、基地局装置は、正確な伝搬路状態情報を用いて、より高品質な伝送をすることができ、上りリンクの制御情報の情報量をほとんど変えることもないため、周波数利用効率改善に寄与できる。

[0084] なお、到来角は、全帯域で等しいので 1 つだけ算出すればよいが、補正情報は、原則的には、サブキャリア毎に算出し、基地局装置にフィードバックするのが望ましい。ただし、上りリンクのフィードバック情報量を低減するために、複数サブキャリアについて 1 つの補正情報を算出してフィードバックしてもよい。また、周波数選択性が無い状態ならば、補正情報は到来角と同様に全帯域で 1 つだけ算出すればよい。

[0085] <第 1 の変形例>

前述の第 1 の実施形態では、基地局装置が到来角を推定していたが、本変形例では、端末装置が到来角を推定して基地局に通知する。また、本変形例は、到来角に関する部分以外は、前述の第 1 の実施形態と同じ構成を有する。到来角に関する部分を中心に、本変形例の構成を説明する。

[0086] 図 12 は、本変形例における通信システムのシーケンス図である。まず、基地局装置 100 が CRS を端末装置 200、300 に対して送信する。第 1 の実施形態では、最初に端末装置がサウンディング信号を基地局装置に送信したが、本変形例においては、サウンディング信号の送信を行わない。その後、端末装置 200、300 は、到来角と補正情報を算出する。当該到来

角と補正情報算出方法は第１の実施形態と同じである。その後、各端末装置２００、３００は、到来角情報と、補正情報の両方の情報を基地局装置１００に通知する。第１の実施形態では到来角を通知しなかったが、本変形例では通知する。以降のプロセスは第１の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

[0087] 本変形例に係る端末装置の構成を図１３のブロック図に示す。端末装置は、端末装置は、受信部２７と、アンテナ２８と、ＧＩ除去部２９と、ＦＦＴ部３０と、信号分離部３１と、ＣＲＳ用伝搬路推定部３２と、ＤＭＲＳ用伝搬路推定部３３と、伝搬路補償部３４と、フィードバック情報生成部５６と、ＩＦＦＴ部３６と、ＧＩ挿入部３７と、送信部３８とを備える。図１３の構成には、第１の実施形態に係る端末装置（図８）と異なり、サウンディング信号生成部３９が無い。また、フィードバック情報生成部５６は、補正情報だけでなく、到来角情報も算出し、ＩＦＦＴ部３６に入力する。ＩＦＦＴ部３６、ＧＩ挿入部３７、送信部３８は、第１の実施の形態に示した方法と同様の方法で、当該到来角情報と補正情報を基地局装置に通知する。

[0088] 図１４は、本変形例に係る端末装置のフィードバック情報生成部５６の詳細な構成を示すブロック図である。フィードバック情報生成部５６は、到来角取得部５７と、第１応答ベクトル算出部４３と、一次誤差ベクトル算出部４４と、残留誤差算出部４５と、一次係数算出部４６と、補正情報生成部４７とを備える。第１の実施の形態に係るフィードバック情報生成部（図９）と異なり、到来角取得部５７が、到来角情報を出力する。前述のとおり、端末装置は、当該到来角情報を基地局装置に通知する。また、図１４において、到来角の算出方法と補正情報の算出方法は、第１の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

[0089] 本変形例に係る基地局装置の構成は、第１の実施形態と同じなので説明を省略する。ただし、伝搬路状態算出部１９（図５）の内部の構成に、第１の実施形態と異なる部分がある。図１５は、伝搬路状態算出部１９の内部の構成を示すブロック図である。伝搬路状態算出部１９は、到来角取得部５８と

、第一応答ベクトル算出部49と、第二応答ベクトル算出部50と、補正情報取得部51と、伝搬路行列構成部52とを備える。到来角取得部58において、第1の実施形態では、サウンディング信号から到来角を推定したのが、本変形例では、端末装置から通知された到来角情報を用いる点のみが異なる。

[0090] <第2の実施形態>

第1の実施形態は、伝搬路状態を1次近似することで、到来角だけを推定する従来方式に比べて、基地局装置が把握する伝搬路状態の精度を向上できた。第2の実施形態は、2次以上の近似を行うことで、さらに精度を向上する方法を説明する。ここでは、一般的に第N次近似まで求めるとする。

[0091] 本実施形態に係る端末装置の構成は、第1の実施形態（図8）と同じである。ただし、フィードバック情報生成部の内部の構成だけが異なる。図16は、本実施形態に係るフィードバック情報生成部59の構成の一例を示すブロック図である。フィードバック情報生成部59は、到来角取得部60と、第1応答ベクトル算出部61と、誤差ベクトル算出部62と、残留誤差算出部63と、係数算出部64と、残留誤差記憶部65と、補正情報生成部66とを備える。

[0092] また、図17に、本フィードバック情報生成部59の動作を示すフローチャートを示す。

[0093] ステップS1において、到来角取得部60は、第1の実施形態と同様の方法（式（3））で、到来角を算出し、第一応答ベクトル算出部61と誤差ベクトル算出部62に到来角を入力する。また、到来角取得部60は、式（3）において右辺が最小化されたときの A_0 の値を用いて、ベクトル h/A_0 を算出し、残留誤差算出部63に入力する。

[0094] ステップS2において、第一応答ベクトル算出部61は、第1の実施形態と同様に、入力された到来角 ϕ_0 に基づいて式（2）に ϕ_0 を代入して、第一応答ベクトル $f(\phi_0)$ を算出して残留誤差算出部63に入力する。

[0095] ステップS3において、誤差ベクトル算出部62は、入力された到来角 ϕ_0 。

から角度 θ_0 ($= -2\pi\alpha \sin\phi_0$) を算出する。その後、 $f(\phi)$ において ϕ を θ ($= -2\pi\alpha \sin\phi$) に変数変換した関数 $F(\theta)$ ($= [1 \quad \exp(j\pi\theta) \quad \exp(2j\pi\theta) \quad \exp(3j\pi\theta)]^t$) を θ で微分した式 (4) に対して、 θ_0 ($= -2\pi\alpha \sin\phi_0$) を代入し、各次数の誤差ベクトル $F^{(1)}(\theta_0), \dots, F^{(N)}(\theta_0)$ を算出する。(Nは、第2の実施形態の近似の精度を表す次数)。

[0096] フィードバック情報生成部59は、以下のステップS4とステップS5を、N回繰り返す。ここで、近似の次数を表す変数をmとし、mを1からNまで順に変えてステップS4とステップS5を繰り返す。

[0097] ステップS4において、残留誤差算出部63は、残留誤差 Δf を算出し、係数算出部64に入力する。

[0098] $m=1$ のときは、到来角取得部60から入力されたベクトル h/A_0 から、第一応答ベクトル $f(\phi_0)$ を減算して、残留誤差 Δf を算出し、残留誤差 Δf を係数算出部64と残留誤差記憶部65に入力する。

[0099] $m>1$ のときは、残留誤差記憶部65から残留誤差 Δf を取得し、 $m-1$ 次の係数 B_{m-1} と $m-1$ 次の誤差ベクトル $F^{(m-1)}(\theta_0)$ を用いて、 $\Delta f - B_{m-1} F^{(m-1)}(\theta_0)$ を算出する。当該ベクトルを新たな残留誤差 Δf と置いて、係数算出部64と残留誤差記憶部65に入力する。

[0100] ステップS5において、係数算出部64は、残留誤差 Δf と、 m 次の誤差ベクトル $F^{(m)}(\theta_0)$ から

$$B_m = \arg\min |\Delta f - B_m F^{(m)}(\theta_0)| \quad (8)$$

を満たす複素数係数 B_m を算出する。ただし、実際は B_m を量子化して基地局装置に通知する必要があるので、完全に最小でなくとも良く、量子化誤差が含まれていても良い。係数算出部64は、 m 次係数 B_m を補正情報生成部66と残留誤差算出部63に入力する。また m 次の誤差ベクトル $F^{(m)}(\theta_0)$ も残留誤差算出部63に入力する。

[0101] ステップS6において、補正情報生成部66が、係数算出部64から入力された各次の係数 $B_1 \sim B_N$ を含む補正情報を生成し、IFFT部36 (図8

）に入力する。

[0102] 以上が、本実施形態に係るフィードバック情報生成部の構成と動作である。本実施形態に係る端末装置の構成は第 1 の実施形態と同じなので説明は省略する。

[0103] 次に、本実施形態に係る基地局装置について説明する。基地局装置も伝搬路状態算出部以外は、第 1 の実施形態と同じ構成を持つので、伝搬路状態算出部を除いて説明を省略する。本実施形態に係る伝搬路状態算出部の構成も図 10 で示される。

[0104] 本実施形態に係る補正情報は、端末装置の動作の説明で述べたように 1 次～N 次の係数が含まれる。補正情報取得部 51 は、当該補正情報を全て、第二応答ベクトル算出部 50 に入力する。本実施形態に係る第二応答ベクトル算出部 50 の内部の構成も、第 1 の実施形態と同様に、図 11 で表される。ただし、第二応答ベクトル算出部 50 内の各構成部の動作が異なる。本実施形態に係る誤差ベクトル算出部 53 は、到来角取得部 48 (図 10) から入力された到来角に基づいて、各次数の誤差ベクトル $F^{(1)}(\theta_0)$, ..., $F^{(N)}(\theta_0)$ を算出する。本実施形態に係る誤差算出部 54 は、補正情報取得部 51 (図 10) から入力された各次の係数に基づいて、ベクトル $B_1 F^{(1)}(\theta_0) + B_2 F^{(2)}(\theta_0) + \dots + B_N F^{(N)}(\theta_0)$ を算出する。本実施形態に係る誤差算出部 54 は、当該ベクトル $B_1 F^{(1)}(\theta_0) + B_2 F^{(2)}(\theta_0) + \dots + B_N F^{(N)}(\theta_0)$ をベクトル加算部 55 に入力する。ベクトル加算部 55 は、第 1 の実施形態と同様に、第一応答ベクトル $F(\theta_0)$ を誤差算出部 54 から入力されたベクトルに加算して、応答ベクトルを算出する。当該応答ベクトルを式で表すと、

$$F(\theta_0) + B_1 F^{(1)}(\theta_0) + B_2 F^{(2)}(\theta_0) + \dots + B_N F^{(N)}(\theta_0) \quad (9)$$

となり、式 (6) の一番下の式の右辺の N 次までの項を基地局装置で再現できることがわかる。

[0105] 第 2 の実施形態では、端末装置が、基地局装置に、補正情報として、1 次の係数 B_1 の他に 2 次～N 次の係数 $B_2 \sim B_N$ を通知する。これにより、第 1 の

実施形態より精度良く、伝搬路状態を基地局装置に通知することができる。

[0106] なお、第2の実施形態では、第1の実施形態の第1の変形例と同様に、到来角も端末装置から基地局装置へ通知する方法を用いても良い。この場合、第1の実施形態の第1の変形例と同様に、本変形例のシーケンス図は図12、端末装置の構成図は図13、基地局装置の構成図は図5で表される。フィードバック情報生成部は図18、伝搬路状態算出部は図15で表される。なお、図18は、前述の第2の実施形態の構成図16の場合と、到来角情報取得部60が到来角情報を出力すること以外は全て同じ構成を持つ。

[0107] なお、第1の実施形態と同様に、到来角は、全帯域で等しいので1つだけ算出すればよいが、補正情報は、原則的には、サブキャリア毎に算出し、基地局装置にフィードバックするのが望ましい。ただし、上りリンクのフィードバック情報量を低減するために、複数サブキャリアについて1つの補正情報を算出してフィードバックしてもよい。また、周波数選択性が無い状態ならば、補正情報は到来角と同様に全帯域で1つだけ算出すればよい。

[0108] <全実施形態共通事項>

第1の実施形態及び第2の実施形態において、到来角情報をフィードバックする場合、基地局装置と端末装置であらかじめ、複数のベクトルで構成されるコードブック共有しておき、端末装置がそのコードブックにおけるベクトルの番号を示す情報を通知しても良い。例えば、DFT行列をオーバーサンプリングした行列

[数2]

$$\begin{aligned} \text{Codebook} &= [p_0 \ p_1 \ \cdots \ p_{M-1}] \\ p_k &= [1 \ \exp(-j \cdot 2\pi k/M) \ \exp(-2 \cdot j \cdot 2\pi k/M) \ \exp(-3 \cdot j \cdot 2\pi k/M)]^t \end{aligned} \quad (10)$$

[0109] を用いても良い。ここでMは32などの2のべき乗である。式(10)で表されるコードブックを用いると、 $F(\theta) (= [1 \ \exp(j\pi\theta) \ \exp(2j\pi\theta) \ \exp(3j\pi\theta)]^t)$ と比較すると明確なように、各 p_k はある特定の θ を代入した時の $F(\theta)$ と等しくなる。具体的には、 $F(\theta = -2k/M)$ と各 p_k は等しくなる。 $\theta (= -2\pi \sin \phi)$ は到来角 ϕ

に対応付けられているので、 p_k ($k = 0 \sim M-1$) のうち 1 つを示す番号を端末装置が基地局装置に通知することは、 M 個の値に量子化した到来角を通知していることとみなすことができる。

[0110] なお、本発明の実施形態は、送信アンテナ数が 4 本の場合について述べたが、もちろん他の本数についても同様に適用することができる。

[0111] また、上記各実施形態において、基地局装置が備えるアンテナの本数と、端末装置が備えるアンテナの本数の合計とが、データストリームの数と一致する場合について説明をした。しかし、本発明は端末装置が備えるアンテナの本数の合計が、データストリームの数と異なっても良い。例えば、ある端末装置が物理的に 2 本のアンテナで信号を受信するが、受信した信号を 1 つの信号に合成するように設計されている場合、端末装置や基地局装置の処理としてはアンテナが 1 本として扱ってもよい。同様に、基地局装置においても、一つの端末装置宛の信号を、2 つに複製し、それぞれに重みを掛けて、物理的に図 3 に示したような 2 組の線形アレーアンテナから送信する場合にも、端末装置や基地局装置の処理としては 1 組の線形アレーアンテナから送信したものとして扱ってもよい。

[0112] なお、本発明に関わる端末装置および基地局装置で動作するプログラムは、本発明に関わる上記実施形態の機能を実現するように、CPU 等を制御するプログラム（コンピュータを機能させるプログラム）である。そして、これら装置で取り扱われる情報は、その処理時に一時的に RAM に蓄積され、その後、各種 ROM や HDD に格納され、必要に応じて CPU によって読み出し、修正・書き込みが行なわれる。プログラムを格納する記録媒体としては、半導体媒体（例えば、ROM、不揮発性メモリカード等）、光記録媒体（例えば、DVD、MO、MD、CD、BD 等）、磁気記録媒体（例えば、磁気テープ、フレキシブルディスク等）等のいずれであってもよい。また、ロードしたプログラムを実行することにより、上述した実施形態の機能が実現されるだけでなく、そのプログラムの指示に基づき、オペレーティングシステムあるいは他のアプリケーションプログラム等と協働して処理すること

により、本発明の機能が実現される場合もある。

[0113] また市場に流通させる場合には、可搬型の記録媒体にプログラムを格納して流通させたり、インターネット等のネットワークを介して接続されたサーバコンピュータに転送したりすることができる。この場合、サーバコンピュータの記憶装置も本発明に含まれる。また、上述した実施形態における端末装置および基地局装置の一部、または全部を典型的には集積回路であるLSIとして実現してもよい。端末装置および基地局装置の各機能ブロックは個別にプロセッサ化してもよいし、一部、または全部を集積してプロセッサ化してもよい。また、集積回路化の手法はLSIに限らず専用回路、または汎用プロセッサで実現しても良い。また、半導体技術の進歩によりLSIに代替する集積回路化の技術が出現した場合、当該技術による集積回路を用いることも可能である。

[0114] 以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も特許請求の範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

[0115] 本発明は、通信装置、通信システム、通信方法、及びプロセッサに利用可能である。

符号の説明

[0116] 11₁～11_n 符号部
12₁～12_n 変調部
13 固有信号構成部
14 DMRS生成部
15₁～15_n 受信部
16₁～16_n アンテナ
17₁～17_n GI除去部
18₁～18_n FFT部
19 伝搬路状態算出部

- 20 フィルタ算出部
- 21 プレコーディング部
- 22 フレーム構成部
- 23 CRS生成部
- 24₁～24_n IFFT部
- 25₁～25_n GI挿入部
- 26₁～26_n 送信部
- 27 受信部
- 28 アンテナ
- 29 GI除去部
- 30 FFT部
- 31 信号分離部
- 32 CRS用伝搬路推定部
- 33 DMRS用伝搬路推定部
- 34 伝搬路補償部
- 35 フィードバック情報生成部
- 36 IFFT部
- 37 GI挿入部
- 38 送信部
- 39 サウンディング信号生成部

請求の範囲

- [請求項1] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置であって、
第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて、前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする通信装置。
- [請求項2] 前記補正情報は、角度広がりによる誤差を補正する情報を含むことを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる応答ベクトルに含まれる誤差に基づく情報を含むことを特徴とする請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一次誤差ベクトルの係数を含むことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記伝搬路状態算出部は、
前記到来角を取得する到来角取得部と、
前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、
前記補正情報を取得する補正情報取得部と、
前記補正情報と前記到来角に基づいて新たな応答ベクトルを算出する第二応答ベクトル算出部と、
を有することを特徴とする請求項4に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記第二応答ベクトル算出部で算出する応答ベクトルは、前記第一応答ベクトル算出部で算出した応答ベクトルに、少なくとも、前記係数と前記一次誤差ベクトルを乗算したベクトルを加算して算出することを特徴とする請求項5に記載の通信装置。
- [請求項7] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一つ以上の誤差ベクトルのそれぞれに対応する係数を含むことを特徴とする請求項4に記載

載の通信装置。

- [請求項8] 前記第二応答ベクトル算出部は、前記第一応答ベクトル算出部で算出した応答ベクトルに、前記誤差ベクトルと各々対応する係数を乗算したベクトルを全て加算して応答ベクトルを算出することを特徴とする請求項7に記載の通信装置。
- [請求項9] 前記到来角取得部は、前記第二の通信装置が送信したサウンディング信号に基づいて到来角を推定することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項10] 前記到来角取得部は、前記第二の通信装置が通知した到来角情報から到来角を取得することを特徴とする請求項1から8のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項11] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置であって、
前記第一の通信装置における、前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて補正情報を生成するフィードバック情報生成部と、
前記補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部とを有することを特徴とする通信装置。
- [請求項12] 前記補正情報は、角度広がりによる誤差を補正する情報を含むことを特徴とする請求項11に記載の通信装置。
- [請求項13] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる応答ベクトルに含まれる誤差に基づく情報を含むことを特徴とする請求項11に記載の通信装置。
- [請求項14] 前記補正情報は、前記到来角に基づいて決まる一次誤差ベクトルの係数を含むことを特徴とする請求項11から13のいずれか1項に記載の通信装置。
- [請求項15] 前記フィードバック情報生成部は、
前記到来角を取得する到来角取得部と、
前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置

の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、

前記第一応答ベクトル算出部で算出した前記応答ベクトルの前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路からの誤差を算出する残留誤差算出部と、

前記到来角に基づいて一次誤差ベクトルを算出する一次誤差ベクトル算出部と、

前記残留誤差算出部と前記一次誤差ベクトル算出部とに基づいて一次係数を算出する一次係数算出部と、

前記一次係数に基づいて前記補正情報を生成する補正情報生成部と、

を有することを特徴とする請求項 14 に記載の通信装置。

[請求項16]

前記フィードバック情報生成部は、

前記到来角を取得する到来角取得部と、

前記到来角に基づいて、前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路に対応する応答ベクトルを算出する第一応答ベクトル算出部と、

前記第一応答ベクトル算出部で算出した前記応答ベクトルの前記第一の通信装置と前記第二の通信装置の間の伝搬路からの誤差を算出する残留誤差算出部と、

前記到来角に基づいて一つ以上の誤差ベクトルを算出する誤差ベクトル算出部と、

前記残留誤差算出部と前記誤差ベクトル算出部とに基づいて各誤差ベクトルに対応する係数を算出する係数算出部と、

前記係数に基づいて前記補正情報を生成する補正情報生成部と、
を有することを特徴とする請求項 14 に記載の通信装置。

[請求項17]

複数のアンテナを持つ第一の通信装置と、一つ以上の第二の通信装置からなる通信システムであって、

前記第二の通信装置の少なくとも一部は、前記第一の通信装置における前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部を有し、

前記第一の通信装置は、前記到来角と前記補正情報とに基づいて前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とする通信システム。

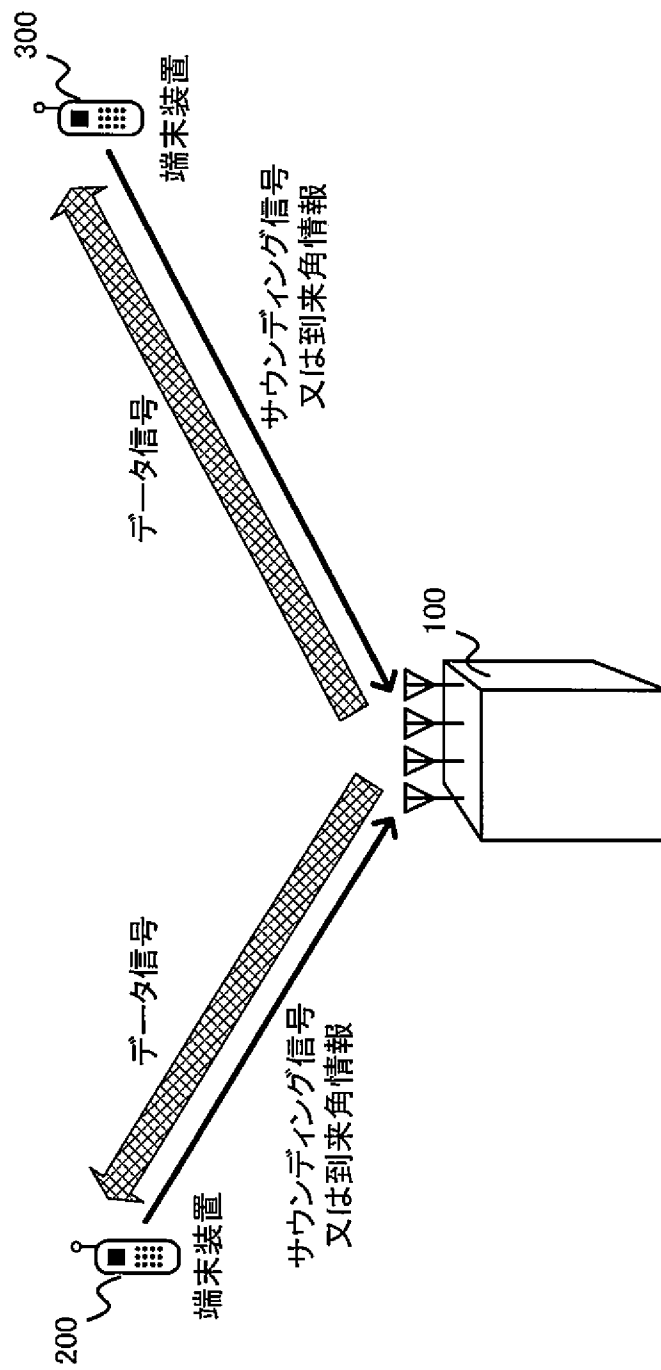
[請求項18] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置における通信方法であって、
前記第一の通信装置における第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出するステップを有することを特徴とする通信方法。

[請求項19] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置における通信方法であって、
前記第一の通信装置における第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知するステップを有することを特徴とする通信方法。

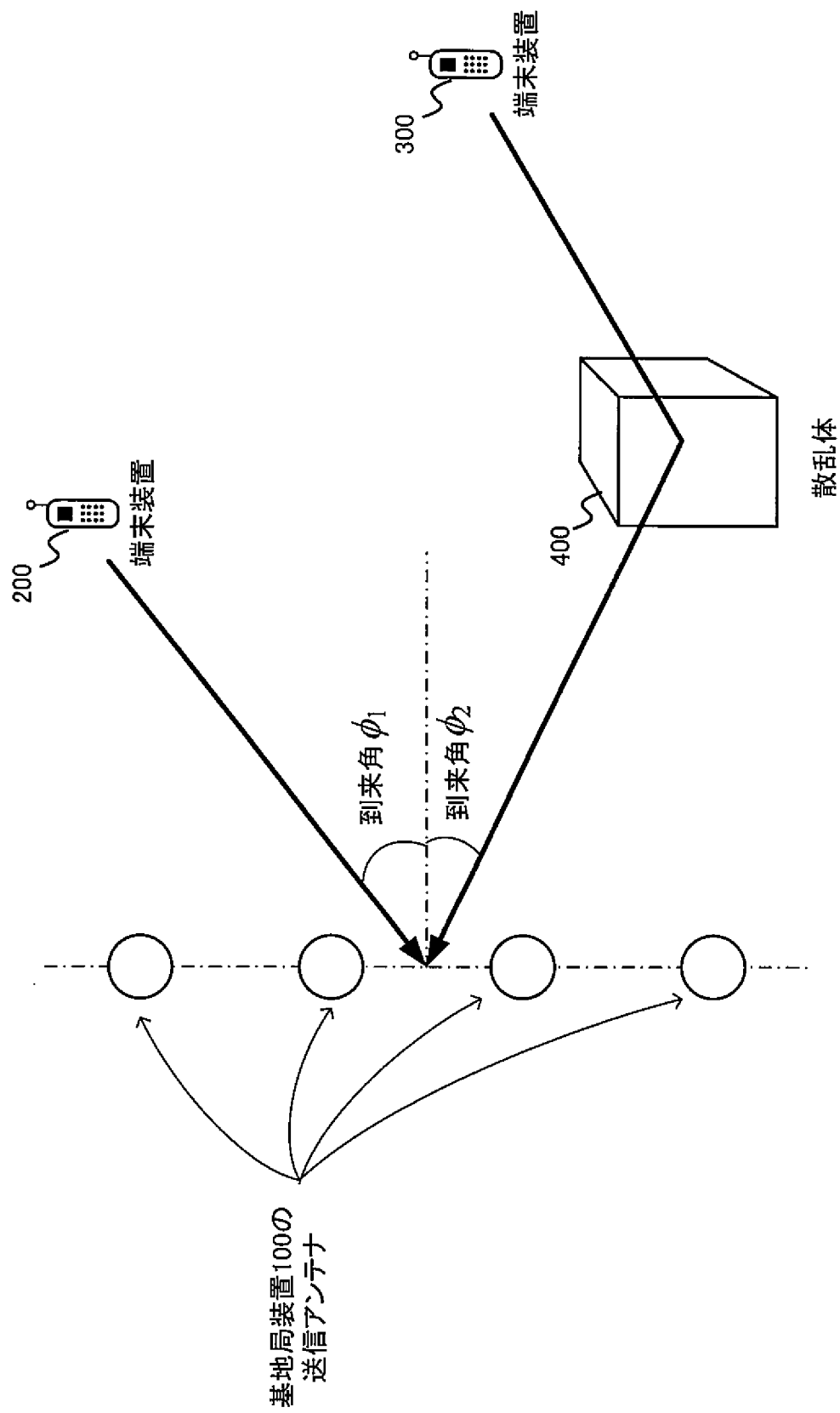
[請求項20] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置におけるプロセッサであって、
前記第一の通信装置における第二の通信装置からの信号の到来角と前記第二の通信装置が通知する補正情報とに基づいて
前記第二の通信装置の伝搬路状態を算出する伝搬路状態算出部を有することを特徴とするプロセッサ。

[請求項21] 複数のアンテナを持つ第一の通信装置と通信する第二の通信装置におけるプロセッサであって、
前記第一の通信装置における前記第二の通信装置からの信号の到来角に基づいて決まる補正情報を前記第一の通信装置に通知する送信部を有することを特徴とするプロセッサ。

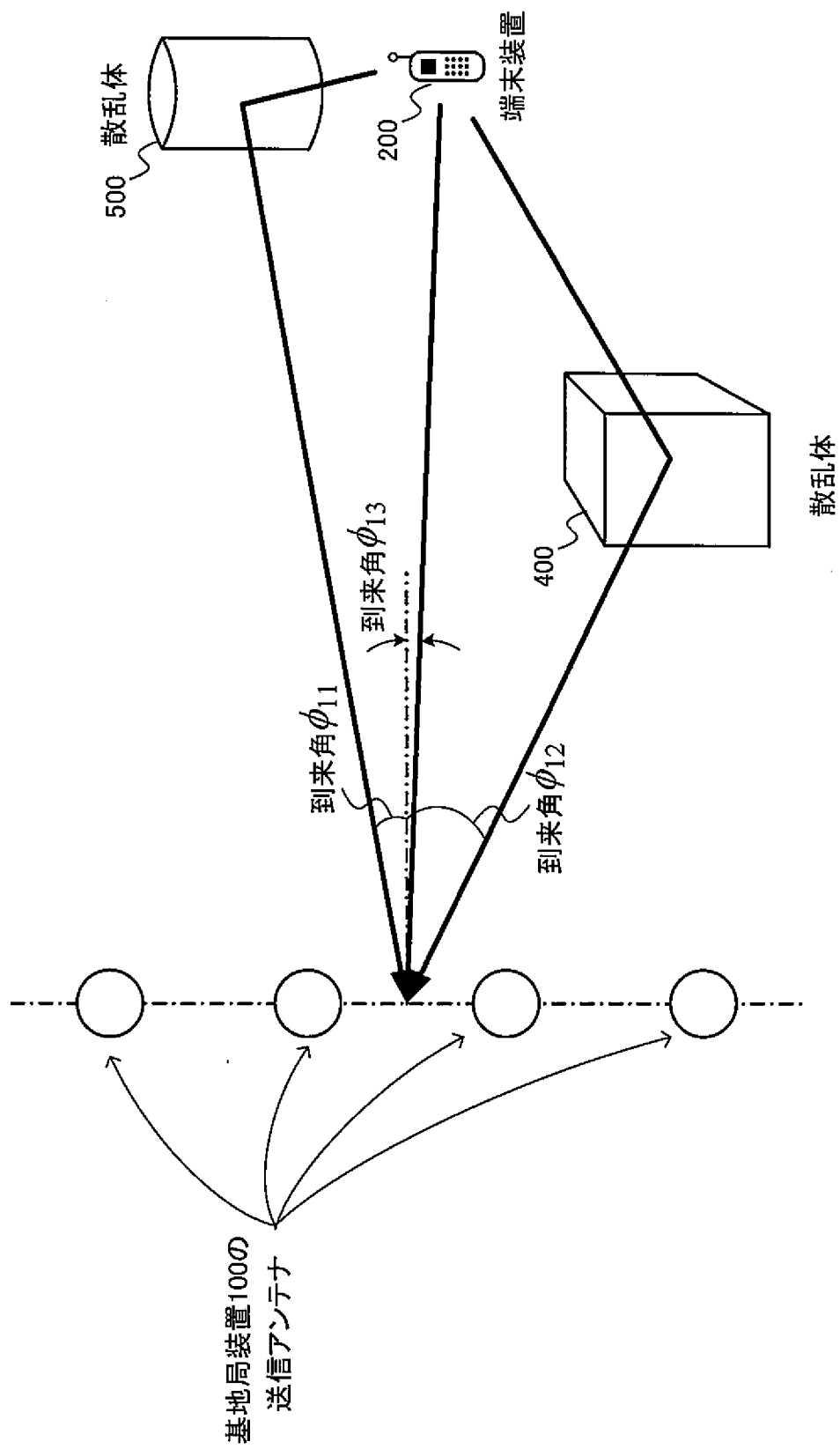
[図1]



[図2]



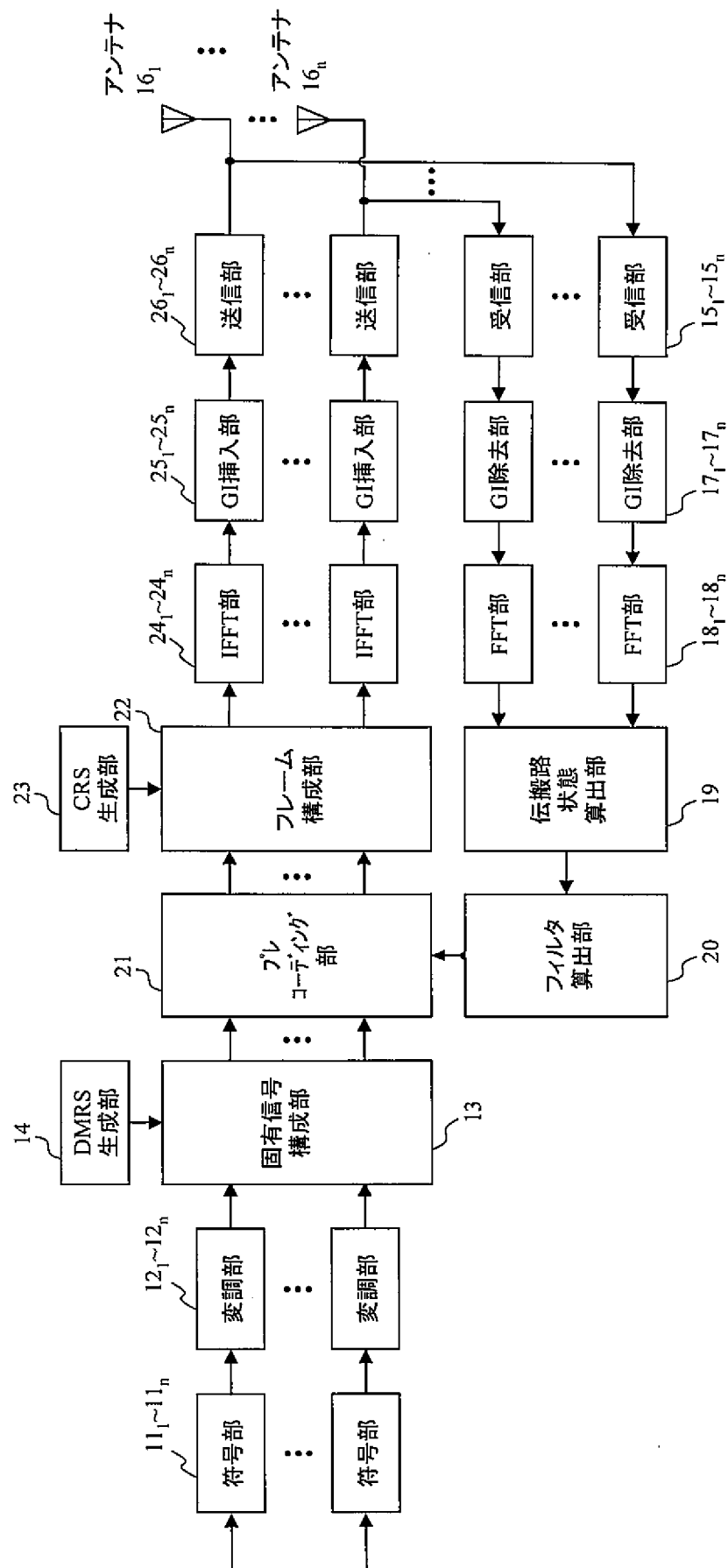
[図3]



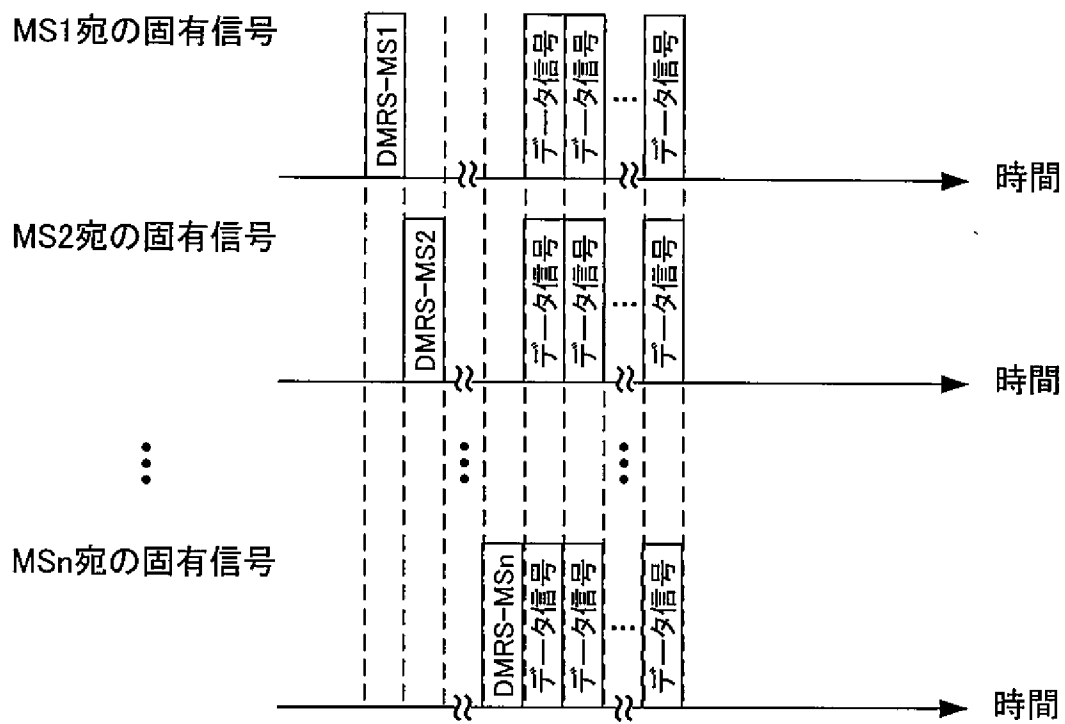
The diagram illustrates the process of determining arrival angles and calculating correction information for three terminal devices (100, 200, 300) using signals from a base station (100). The process involves the following steps:

- Base Station 100:**
 - Sends **サウンディング信号の送信** (Sounding signal transmission).
 - Sends **CRSの送信** (CRS transmission).
 - Sends **DMRS信号の送信** (DMRS signal transmission).
 - Sends **データ信号の送信** (Data signal transmission).
- Terminal Device 100:**
 - Receives **到来角を推定** (Arrival angle estimation).
 - Receives **CRSの送信** (CRS transmission).
 - Receives **DMRS信号の送信** (DMRS signal transmission).
 - Receives **データ信号の送信** (Data signal transmission).
- Terminal Device 200:**
 - Receives **サウンディング信号の送信** (Sounding signal transmission).
 - Receives **CRSの送信** (CRS transmission).
 - Receives **DMRS信号の送信** (DMRS signal transmission).
 - Receives **データ信号の送信** (Data signal transmission).
- Terminal Device 300:**
 - Receives **サウンディング信号の送信** (Sounding signal transmission).
 - Receives **CRSの送信** (CRS transmission).
 - Receives **DMRS信号の送信** (DMRS signal transmission).
 - Receives **データ信号の送信** (Data signal transmission).
- Processing Steps:**
 - 到来角と補正情報を表すベクトルを算出** (Calculate vector representing arrival angle and correction information) - This step is performed by all three terminal devices.
 - 各端末装置宛の信号にプレコーディングを適用** (Apply precoding to signals for each terminal device) - This step is performed by the base station.
 - CRSから伝搬路状態を推定** (Estimate channel state from CRS) - This step is performed by all three terminal devices.
 - 到来角と補正情報を算出** (Calculate arrival angle and correction information) - This step is performed by all three terminal devices.
 - 補正情報の通知** (Notification of correction information) - This step is performed by the base station to all three terminal devices.
 - DMRS信号からデータ信号の等価伝搬路を推定** (Estimate equivalent channel from DMRS signal to data signal) - This step is performed by all three terminal devices.
 - データ信号を検出** (Detect data signal) - This step is performed by all three terminal devices.

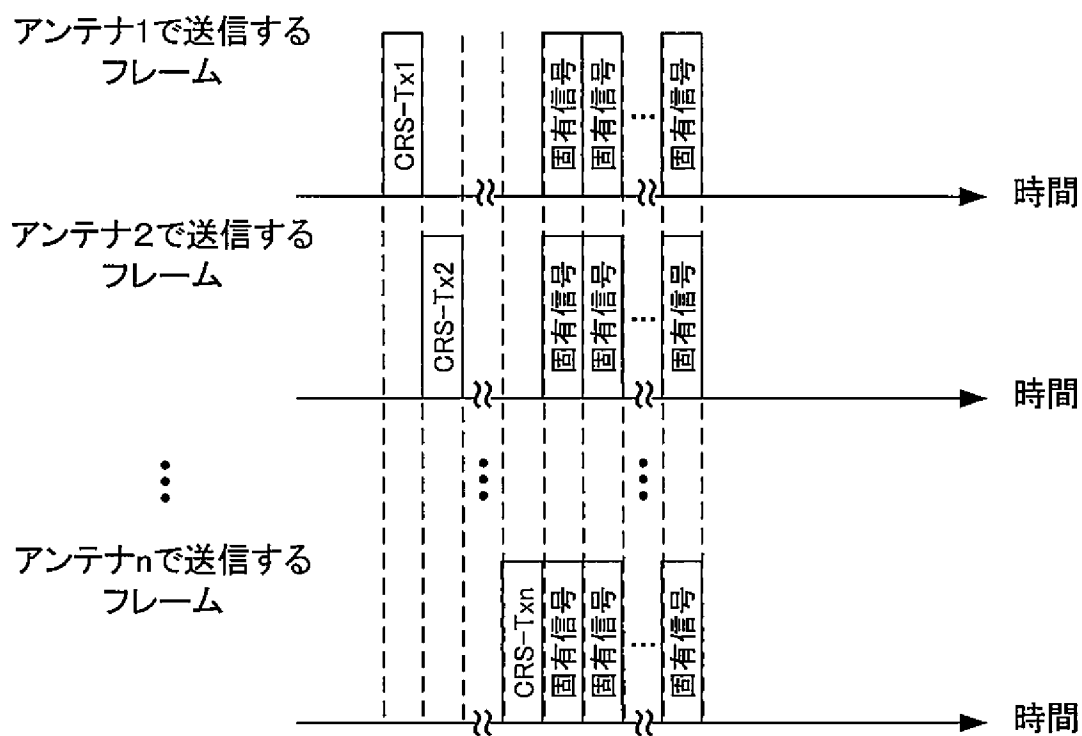
[図5]



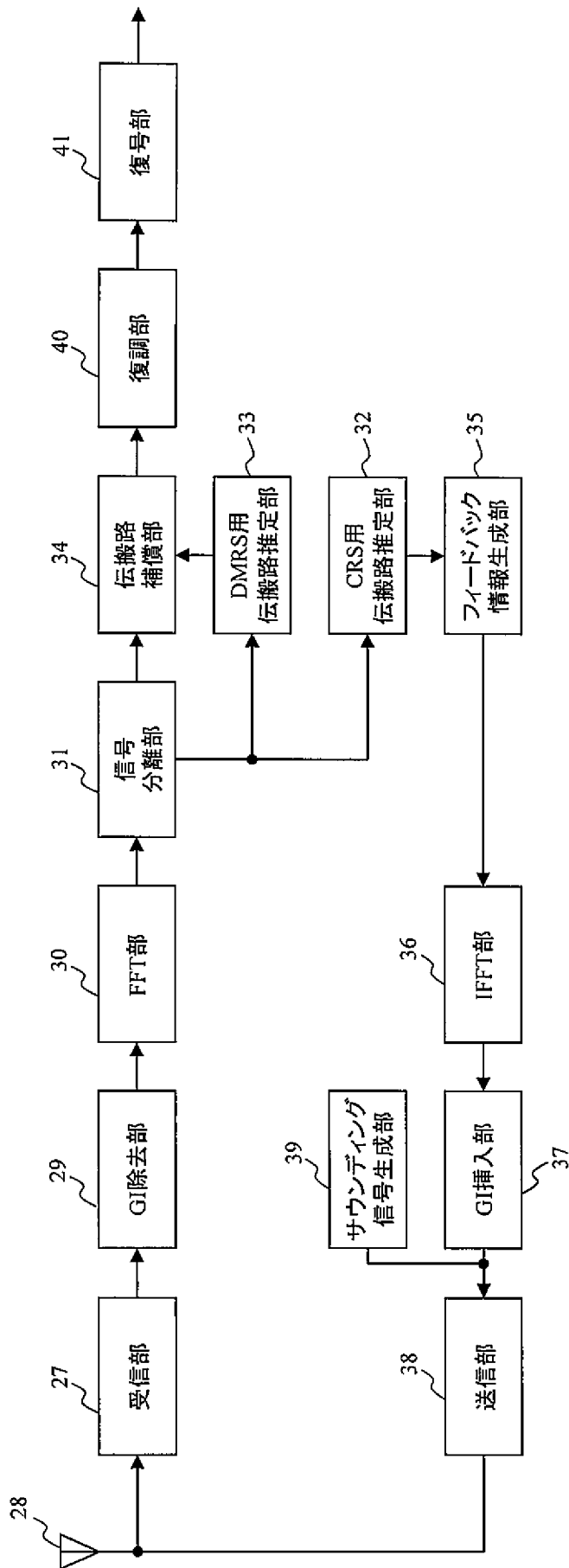
[図6]



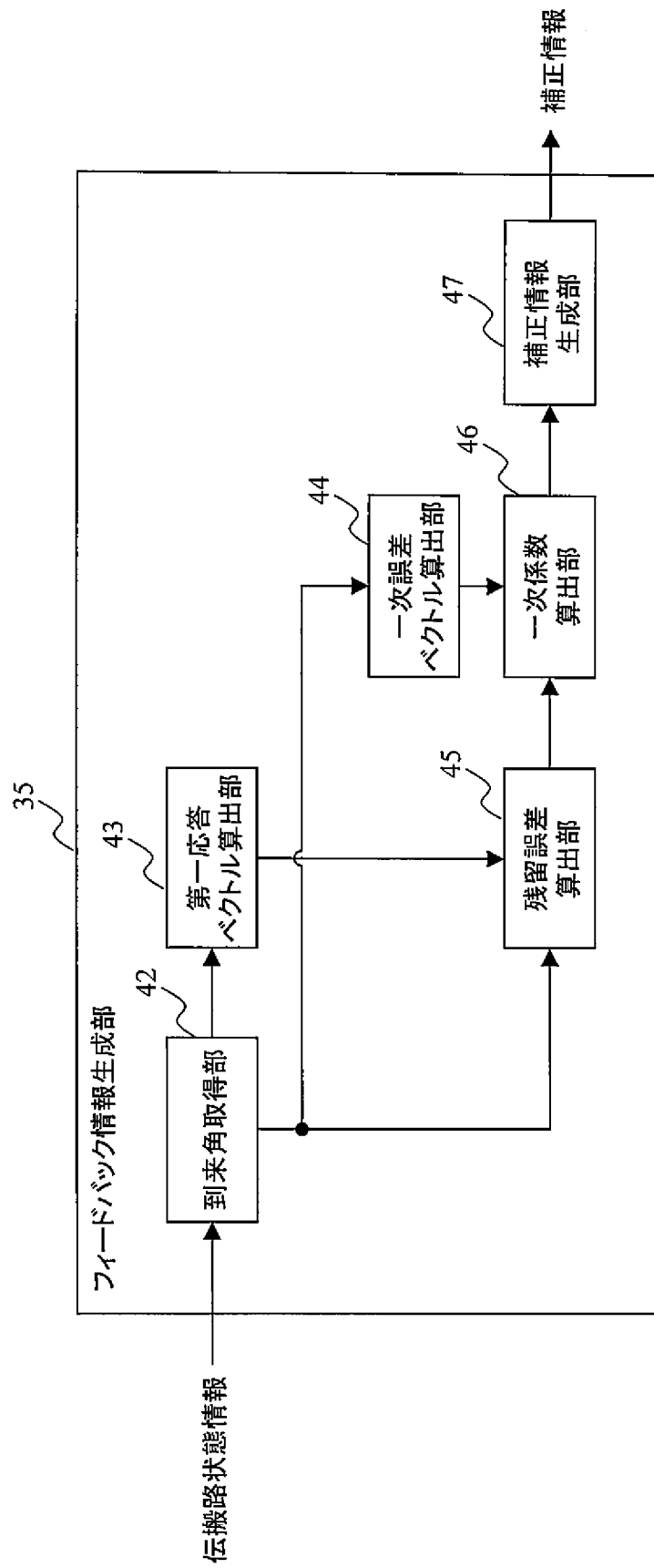
[図7]



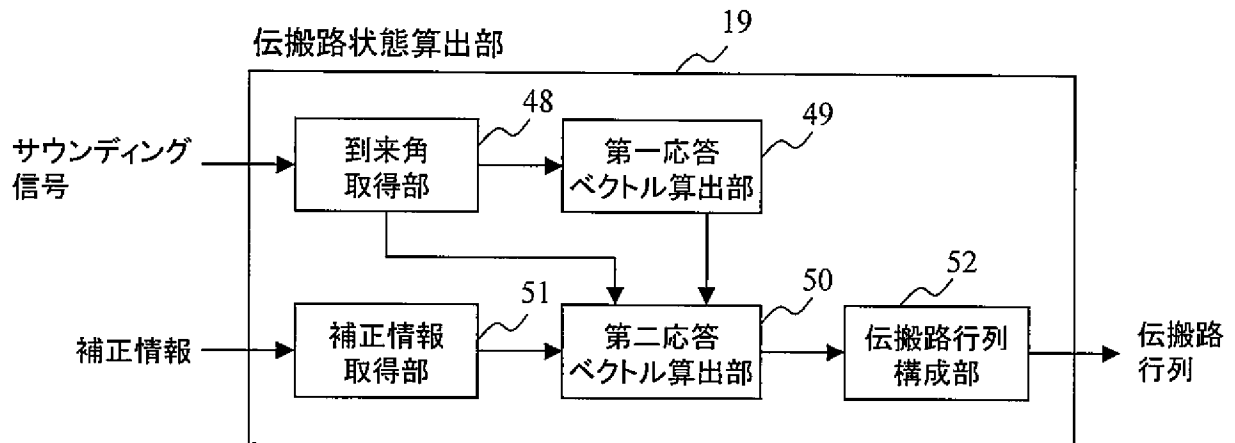
[図8]



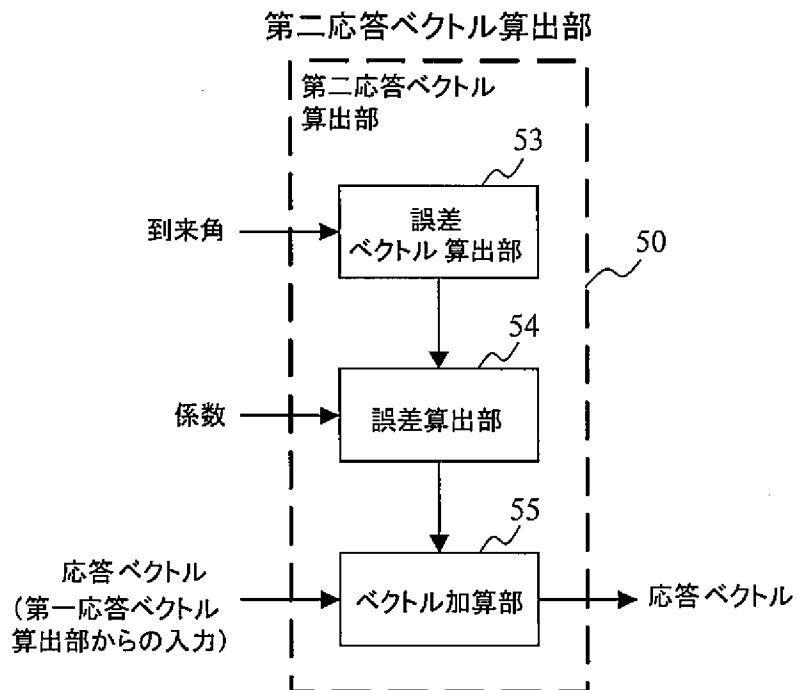
[図9]



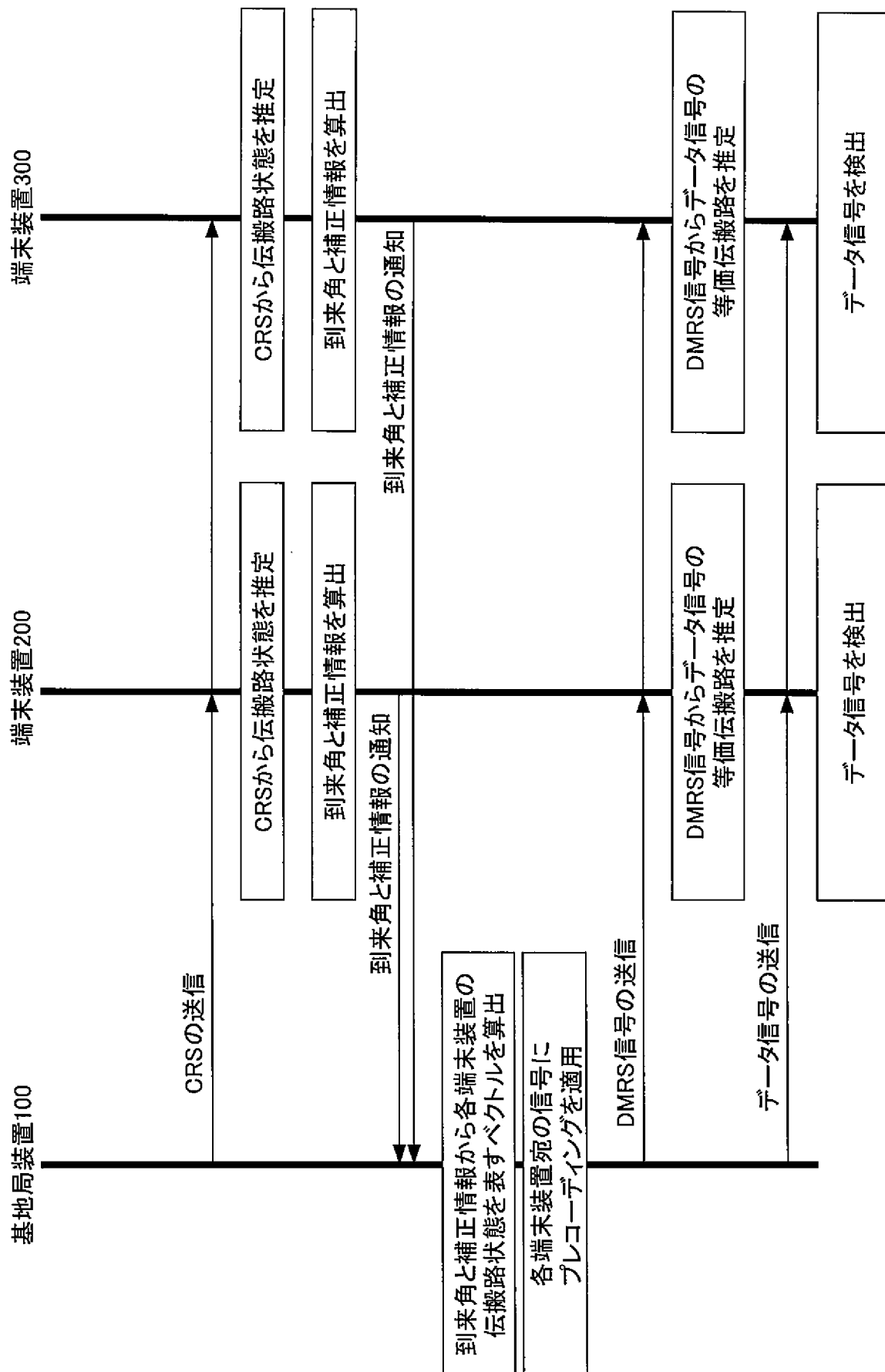
[図10]



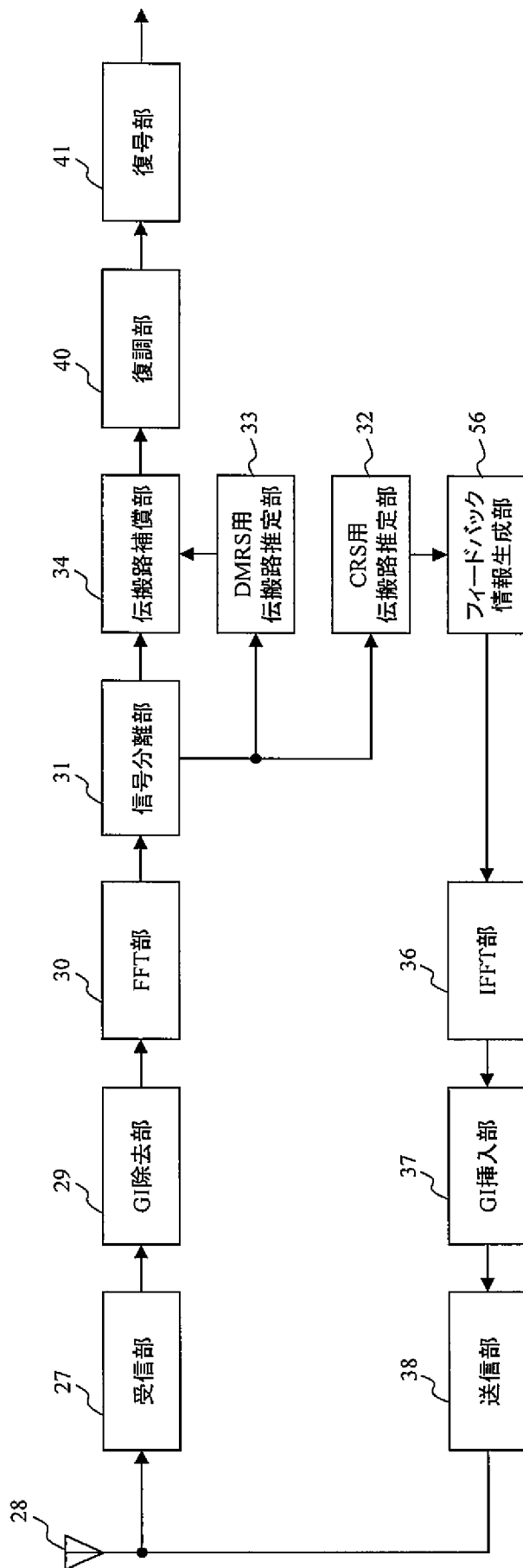
[図11]



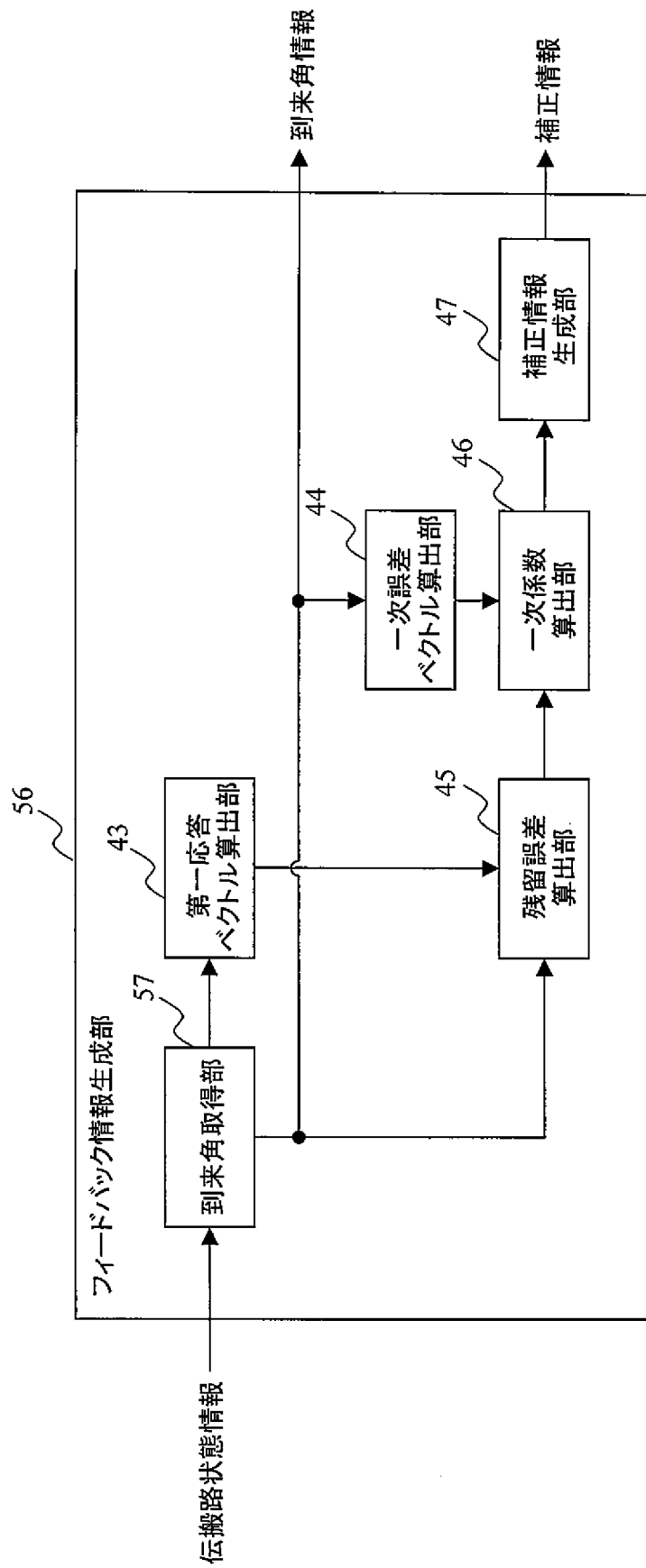
[図12]



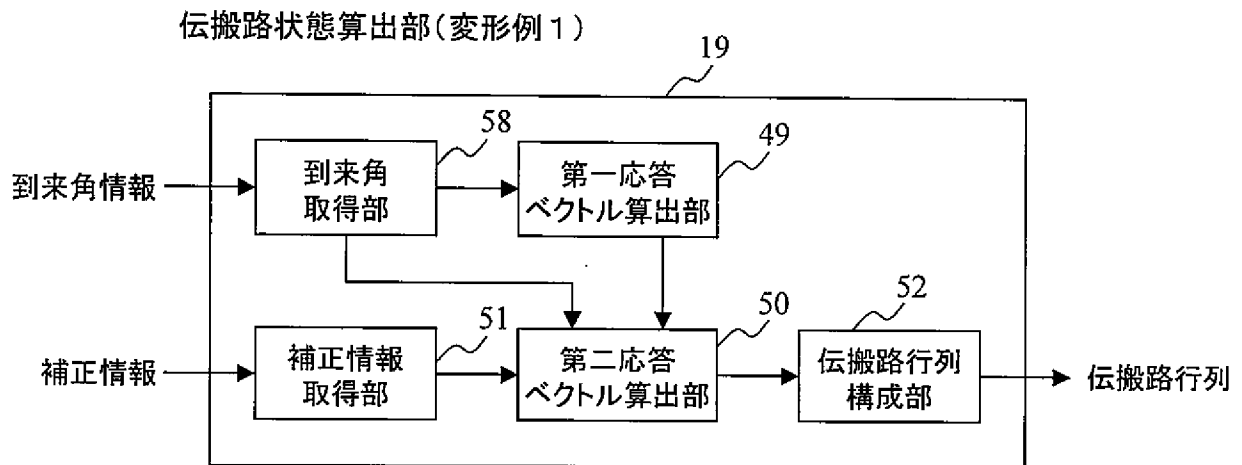
[図13]



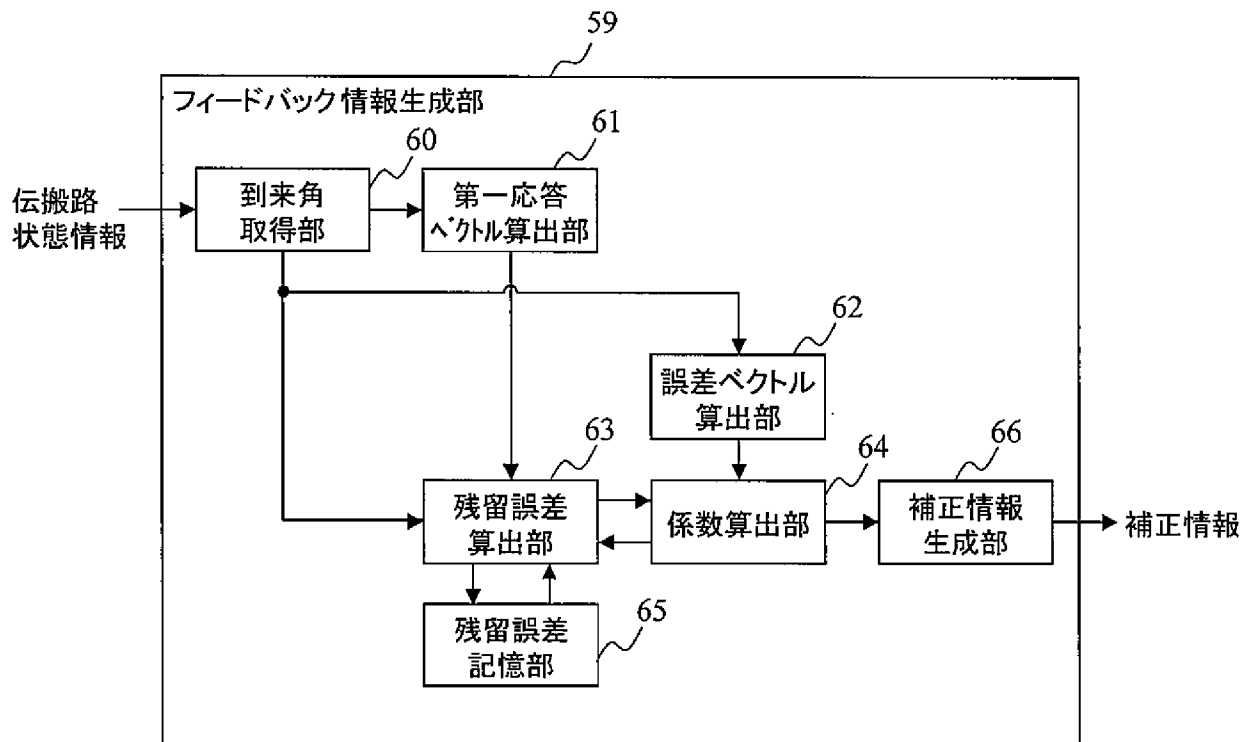
[図14]



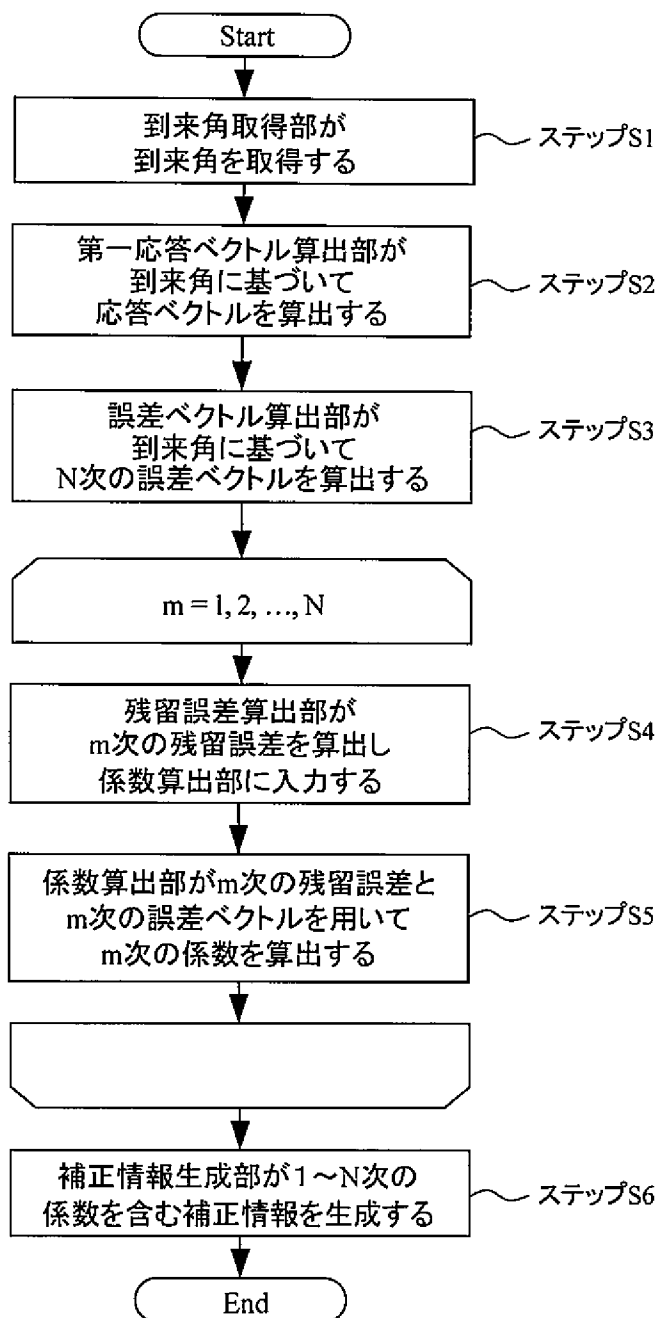
[図15]



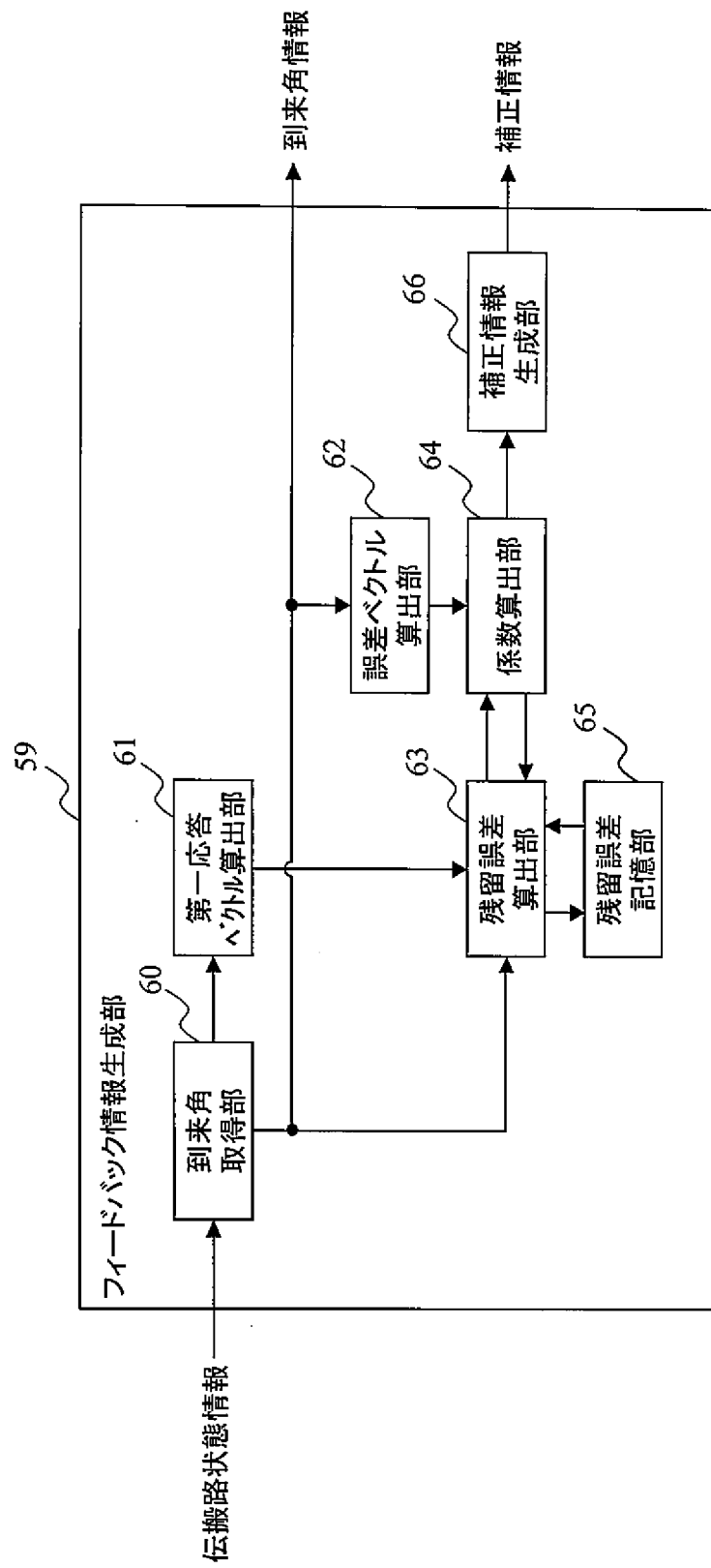
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078016

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04B7/06(2006.01)i, H04B7/10(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)

H04J99/00, H04B7/04, H04B7/06, H04B7/10

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 1996-2011

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011

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.
X A	JP 2005-64626 A (Hitachi Kokusai Electric Inc.), 10 March 2005 (10.03.2005), paragraphs [0025] to [0036] (Family: none)	1, 2, 18, 20 3-17, 19, 21
A	JP 2006-94423 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 06 April 2006 (06.04.2006), paragraphs [0025] to [0052]; fig. 5 (Family: none)	1-21



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

26 December, 2011 (26.12.11)

Date of mailing of the international search report

17 January, 2012 (17.01.12)

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. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04B7/06(2006.01)i, H04B7/10(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. H04J99/00, H04B7/04, H04B7/06, H04B7/10

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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 請求項の番号
X A A	JP 2005-64626 A（株式会社日立国際電気）2005.03.10, 段落【0025】－【0036】 （ファミリーなし） JP 2006-94423 A（松下電器産業株式会社）2006.04.06, 段落【0025】－【0052】，図5 （ファミリーなし）	1、2、 18、20 3－17、 19、21 1－21

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

2 6 . 1 2 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 1 . 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）

石田 昌敏

5 W

4 4 4 6

電話番号 03-3581-1101 内線 3576