

(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
2010 年 8 月 19 日(19.08.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/092854 A1

- (51) 国際特許分類:
H04W 16/28 (2009.01) *H04W 88/02* (2009.01)
H04B 7/10 (2006.01) *H04W 88/06* (2009.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/050492
- (22) 国際出願日: 2010 年 1 月 18 日(18.01.2010)
- (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 2009-032028 2009 年 2 月 13 日(13.02.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社(SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 高野 裕昭 (TAKANO, Hiroaki) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 森岡 裕一 (MORIOKA, Yuichi) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 國弘 卓志(KUNIH-

RO, Takushi) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南 1 丁目 7 番 1 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

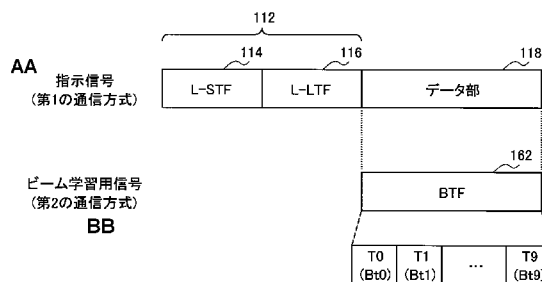
- (74) 代理人: 亀谷 美明, 外(KAMEYA, Yoshiaki et al.); 〒1600004 東京都新宿区四谷 3 - 1 - 3 第一富澤ビル はづき国際特許事務所 四谷オフィス Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, 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, RO, RS, RU, 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, LS, MW, MZ, NA, 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 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION APPARATUS, COMMUNICATION CONTROL METHOD, AND COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 通信装置、通信制御方法、及び通信システム

[図5]



AA INSTRUCTION SIGNAL (FIRST COMMUNICATION SCHEME)
BB SIGNAL FOR BEAM LEARNING (SECOND COMMUNICATION SCHEME)
118 DATA UNIT

(57) Abstract: A communication apparatus which rapidly learns the directivity of an antenna that is to be used in millimeter wave communication. The communication apparatus is provided with a first wireless communication unit able to wirelessly communicate according to a first communication scheme, and a second wireless communication unit able to wirelessly communicate according to a second communication scheme using a higher frequency band than the first communication scheme. When an instruction signal instructing learning of the directivity of a beam is received, the first wireless communication unit determines the time to begin reception of the signal for beam learning based on the instruction signal. The second wireless communication unit starts reception of the signal for beam learning from the time point of reception determined by the first wireless communication unit and determines a parameter value for specifying the optimal beam pattern based on the reception signal for beam learning.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2010/092854 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】ミリ波通信に用いるべきアンテナの指向性を高速に学習すること。【解決手段】第 1 の通信方式に従って無線通信可能な第 1 無線通信部と、前記第 1 の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第 2 の通信方式に従って無線通信可能な第 2 無線通信部と、を備え、前記第 1 無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を受信した場合に、当該指示信号に基づいてビーム学習用信号の受信開始時点を決定し、前記第 2 無線通信部は、前記第 1 無線通信部により決定された前記受信開始時点から前記ビーム学習用信号の受信を開始し、受信した前記ビーム学習用信号に基づいて最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を決定する、通信装置を提供する。

明 細 書

発明の名称： 通信装置、通信制御方法、及び通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、通信装置、通信制御方法、及び通信システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、ミリ波と呼ばれる高周波の電磁波を用いて無線通信の通信速度を高速化させるための新たな通信方式の開発が進められている。ミリ波の波長は10mm～1mm、周波数は30GHz～300GHzとされており、例えば60GHz帯などにおいてGHz単位でのチャネルの割当てが可能である。

[0003] 一般的に、ミリ波は、マイクロ波に比べて直進性が強く、反射時の減衰が大きいという特性を有している。そのため、ミリ波通信での無線の伝達経路は、主に直接波又は1回程度の反射波となる。また、ミリ波は、自由空間伝搬損失が大きい（電波到達距離が短い）という特性も有している。そのため、ミリ波を用いて無線通信する場合には、マイクロ波を用いる場合と比較して空間分割をし易いという利点がある一方、通信距離が短くなるという側面もある。

[0004] このようなミリ波の弱点を補い、ミリ波を用いた高速な無線通信をより多くの場面で活用するためには、送受信装置のアンテナに指向性を持たせ、その送信ビーム及び受信ビームを通信相手の位置する方向に向けて通信距離を長くすることが考えられる。ビームの指向性は、例えば、送受信装置にそれぞれ複数のアンテナを設け、アンテナごとの重みを変化させることで制御され得る。例えば、下記特許文献1では、音波、赤外線又は光などの通信媒体を用いて予め制御信号を交換し、アンテナの最適な指向性を学習した上でミリ波での無線通信を行う手法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2000-307494号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、アンテナの最適な指向性を学習する従来の手法では、1パケットを送受信する度に送信側でアンテナの指向性を変化させ、受信側でパケットの受信結果に応じて最適な指向性を決定していた。この場合、ビームパターンの数だけパケットの送受信が必要であり、学習に要する時間が増大し、スループットが低下する可能性があった。

[0007] そこで、本発明は、ミリ波通信に用いるべきアンテナの指向性を高速に学習することのできる、新規かつ改良された通信装置、通信制御方法、及び通信システムを提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明のある実施形態によれば、第1の通信方式に従って無線通信可能な第1無線通信部と、上記第1の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第2の通信方式に従って無線通信可能な第2無線通信部と、を備え、上記第1無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を受信した場合に、当該指示信号に基づいてビーム学習用信号の受信開始時点を決定し、上記第2無線通信部は、上記第1無線通信部により決定された上記受信開始時点から上記ビーム学習用信号の受信を開始し、受信した上記ビーム学習用信号に基づいて最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を決定する、通信装置が提供される。

[0009] 上記受信開始時点は、上記第1無線通信部による上記指示信号の受信が完了するよりも前の時点とするのが好適である。

[0010] また、上記第2無線通信部は、決定した上記パラメータ値を上記第1無線通信部へ通知し、上記第1無線通信部は、通知された上記パラメータ値を含む通知信号を上記指示信号の送信元の装置へ送信してもよい。

[0011] また、上記第2無線通信部は、決定した上記パラメータ値を含む通知信号を上記指示信号の送信元の装置へ送信してもよい。

- [0012] また、上記ビーム学習用信号は、それぞれ異なる指向性パターンと関連付けられた複数の信号系列を含む信号であってもよい。
- [0013] また、上記ビーム学習用信号は、上記各信号系列とそれぞれ対応する複数のタイムスロットを含む信号であり、上記パラメータは、上記複数のタイムスロットのうち少なくとも1つのタイムスロットを特定するためのパラメータであってもよい。
- [0014] また、上記ビーム学習用信号は、互いに直交又は擬似直交関係にある上記複数の信号系列が合成された信号であり、上記パラメータは、上記複数の信号系列のうち少なくとも1つの信号系列を特定するためのパラメータであってもよい。
- [0015] また、上記第2無線通信部は、上記ビーム学習用信号を受信している間に受信ビームの指向性を変化させることにより、受信ビームの最適な指向性を決定してもよい。
- [0016] また、本発明の別の実施形態によれば、第1の通信方式に従って無線通信可能な第1無線通信部と、上記第1の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第2の通信方式に従って無線通信可能な第2無線通信部と、を備え、上記第1無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を他の通信装置へ送信し、上記第2無線通信部は、上記第1無線通信部による上記指示信号の送信が完了する前に、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を上記他の通信装置へ送信する、通信装置が提供される。
- [0017] また、本発明の別の実施形態によれば、第1の通信方式及び上記第1の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第2の通信方式に従って無線通信可能な送信装置と受信装置との間の通信制御方法であって、上記送信装置から上記受信装置へ、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を上記第1の通信方式に従って送信するステップと、上記送信装置から上記受信装置へ、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を上記第2の通信方式に従って送信するステップと、上記受信装置において、受信した上記指示信号に基づいて用いて決定される所定の受信開始時点から上記ビーム学習用信号の

受信を開始するステップと、上記受信装置において、受信した上記ビーム学習用信号に基づいて最適な指向性を有するビームを特定するパラメータを決定するステップと、を含む通信制御方法が提供される。

[0018] また、本発明の別の実施形態によれば、第 1 の通信方式に従って無線通信可能な第 1 無線通信部、及び、上記第 1 の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第 2 の通信方式に従って無線通信可能な第 2 無線通信部、をそれぞれ備える送信装置と受信装置とを含み、上記送信装置の上記第 1 無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を上記受信装置へ送信し、上記送信装置の上記第 2 無線通信部は、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を上記受信装置へ送信し、上記受信装置の上記第 1 無線通信部は、上記指示信号を受信した場合に、当該指示信号に基づいて上記ビーム学習用信号の受信開始時点を決定し、上記受信装置の上記第 2 無線通信部は、決定された上記受信開始時点から上記ビーム学習用信号の受信を開始し、受信した上記ビーム学習用信号に基づいて最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を決定する、通信システムが提供される。

発明の効果

[0019] 以上説明したように、本発明に係る通信装置、通信制御方法、及び通信システムによれば、ミリ波通信に用いるべきアンテナの指向性を高速に学習することができる。

図面の簡単な説明

- [0020] [図1]一実施形態に係る通信システムの概要を示す模式図である。
- [図2]一実施形態に係る送信装置の構成の一例を示すブロック図である。
- [図3]一実施形態に係る送信装置の第 2 デジタル部のより具体的な構成の一例を示すブロック図である。
- [図4]ビームパターンの一例を示す説明図である。
- [図5]指示信号及びビーム学習用信号のフォーマットの一例を示す説明図である。
- [図6]一実施形態に係る受信装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図7]一実施形態に係る受信装置の第2デジタル部のより具体的な構成の一例を示すブロック図である。

[図8]一実施形態に係る指向性制御処理について説明するための説明図である。

[図9]一実施形態に係る信号の送受信シーケンスの一例を示す説明図である。

[図10]一実施形態に係る信号の送受信シーケンスの他の例を示す説明図である。

[図11]ビーム学習用信号のフォーマットの他の例を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0022] また、以下の順序にしたがって当該「発明を実施するための最良の形態」を説明する。

1. 通信システムの概要
2. 通信装置の構成例
 - 2-1. 一実施形態に係る送信装置の構成
 - 2-2. 一実施形態に係る受信装置の構成
 - 2-3. 信号の送受信シーケンスの例
3. 変形例
4. まとめ

[0023] <1. 通信システムの概要>

[0024] 図1は、本発明の一実施形態に係る通信システム1の概要を示す模式図である。図1を参照すると、通信システム1は、通信装置100及び通信装置200を含む。本実施形態において、通信装置100は、通信装置200へ後述する所定の信号を送信し、通信装置200との間の通信を開始する。また、通信装置200は、通信装置100から送信される信号を受信し、通信

装置 100 との間の通信を開始する。そのため、本明細書において、通信装置 100 を送信側の装置又は送信装置、通信装置 200 を受信側の装置又は受信装置という場合がある。

[0025] 通信装置 100 及び 200 は、第 1 及び第 2 の通信方式に従って互いに無線通信することができる。このうち、第 1 の通信方式は、上述したミリ波と比較して直進性が強くなく、反射時の減衰の小さい例えばマイクロ波などの電磁波を用いた通信方式である。第 1 の通信方式は、例えば IEEE 802.11a/b/g などの無線 LAN (Local Area Network) 規格に基づく通信方式であってよい。即ち、第 1 の通信方式に従って無線通信する場合には、通信装置 100 及び 200 は、送信ビーム及び受信ビームの指向性を考慮することなく互いに通信することができる。一方、第 2 の通信方式は、上述したミリ波に代表される電磁波であって、直進性が強く反射時の減衰の大きい電磁波を用いた通信方式である。第 2 の通信方式は、例えば 60GHz 帯を使用する VHT (Very High Throughput) 規格に基づく通信方式であってよい。即ち、第 2 の通信方式に従って無線通信する場合には、通信装置 100 及び 200 は、送信ビーム及び受信ビームを通信相手に向けて無線信号を送受信するのが好適である。

[0026] 図 1 の例では、通信装置 100 は、第 1 の通信方式に従って無線信号を送受信するためのアンテナ 110、及び第 2 の通信方式に従って無線信号を送受信するための複数のアンテナ 160a~160n を備える。また、通信装置 200 は、第 1 の通信方式に従って無線信号を送受信するためのアンテナ 210、及び第 2 の通信方式に従って無線信号を送受信するための複数のアンテナ 260a~260n を備える。通信装置 100 及び 200 は、このような複数のアンテナ 160a~160n と複数のアンテナ 260a~260n とを用いて、第 2 の通信方式に従い、所謂 MIMO (Multiple Input Multiple Output) 通信を行うことができる。そして、各アンテナを介して送受信される信号の重みを調整することにより、第 2 の通信方式に従った無線通信時の送受信ビームの指向性が制御される。図 1 を参照すると、例えば通

信装置 100 から通信装置 200 の方向へ、送信ビーム B_t が向けられている。また、例えば通信装置 200 から通信装置 100 の方向へ、受信ビーム B_r が向けられている。

[0027] なお、通信装置 100 及び 200 は、例えば PC (Personal Computer)、携帯電話端末、携帯情報端末、音楽プレーヤ若しくはゲーム端末などの端末装置、又はテレビジョン受像機などの家電機器であってよい。また、通信装置 100 及び 200 は、ブロードバンドルータや無線アクセスポイントなどのネットワーク機器であってもよい。さらに、通信装置 100 及び 200 は、これら機器に搭載される無線通信モジュールなどであってもよい。

[0028] < 2. 通信装置の構成例 >

次に、図 2 ～ 図 8 を用いて、図 1 に示した通信装置 100 及び 200 の構成の一例を説明する。

[0029] [2 - 1. 一実施形態に係る送信装置の構成]

図 2 は、本実施形態に係る通信装置 100 の構成の一例を示すブロック図である。図 2 を参照すると、通信装置 100 は、アンテナ 110、第 1 無線通信部 120、記憶部 150、複数のアンテナ 160a ～ 160n、及び第 2 無線通信部 170 を備える。また、第 1 無線通信部 120 は、第 1 アナログ部 122、AD (Analog-to-Digital) 変換部 124、DA (Digital-to-Analog) 変換部 126、第 1 デジタル部 130、及び制御部 140 を有する。第 2 無線通信部 170 は、第 2 アナログ部 172、AD 変換部 174、DA 変換部 176、第 2 デジタル部 180、及び制御部 190 を有する。

[0030] アンテナ 110 は、第 1 の通信方式に従った無線通信に使用されるアンテナである。アンテナ 110 は、例えば、ビームの指向性の学習を指示する指示信号をマイクロ波を用いて送信する。また、アンテナ 110 は、例えば、最適なビームパターンの通知を受けるための通知信号を受信し、第 1 アナログ部 122 へ出力する。

[0031] 第 1 アナログ部 122 は、典型的には、第 1 の通信方式に従った無線信号を送受信するための RF (Radio Frequency) 回路に相当する。即ち、第 1

アナログ部 122 は、例えば、アンテナ 110 により受信された受信信号を増幅及び周波数変換し、AD変換部 124 へ出力する。また、第 1 アナログ部 122 は、DA変換部 126 によりアナログ信号に変換された送信信号を周波数変換してアンテナ 110 へ出力する。

[0032] AD変換部 124 は、第 1 アナログ部 122 から入力されるアナログ信号である受信信号をデジタル信号に変換し、第 1 デジタル部 130 へ出力する。DA変換部 126 は、第 1 デジタル部 130 から入力されるデジタル信号である送信信号をアナログ信号に変換し、第 1 アナログ部 122 へ出力する。

[0033] 第 1 デジタル部 130 は、典型的には、第 1 の通信方式に従って受信信号を復調及び復号するための回路、並びに第 1 の通信方式に従って送信信号を符号化及び変調するための回路を有する。第 1 デジタル部 130 は、例えば、制御部 140 からビームの指向性の学習を指示する指示信号が入力されると、当該指示信号を符号化及び変調して DA変換部 126 へ出力する。また、第 1 デジタル部 130 は、例えば、AD変換部 124 から上述した通知信号が入力されると、当該通知信号を復調及び復号して制御部 140 へ出力する。

[0034] 制御部 140 は、例えば CPU (Central Processing Unit) などの演算装置を用いて、第 1 無線通信部 120 の動作全般を制御する。例えば、制御部 140 は、所定のアプリケーションからの要求に応じて、上述した指示信号を第 1 デジタル部 130 へ出力する。また、例えば、制御部 140 は、第 1 デジタル部 130 から復号済みの通知信号が入力されると、当該通知信号に含まれる最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を取得し、記憶部 150 に保存する。

[0035] 記憶部 150 は、例えば、半導体メモリなどの記録媒体を用いて、通信装置 100 による通信処理に使用されるプログラムやパラメータ値などを記憶する。例えば、本実施形態において、記憶部 150 は、第 2 の通信方式に従った第 2 無線通信部 170 による無線通信の際の最適なビームパターンを特

定するためのパラメータ値を記憶することができる。

- [0036] 複数のアンテナ 160a ~ 160n は、第 2 の通信方式に従った無線通信に使用されるアンテナである。複数のアンテナ 160a ~ 160n は、典型的には、MIMO アンテナとして構成される。即ち、例えば、アンテナ 160a ~ 160n は、所定の重み係数を用いて重み付けされた無線信号をミリ波を用いてそれぞれ送信する。また、例えば、アンテナ 160a ~ 160n は、ミリ波である無線信号を受信して第 2 アナログ部 172 へ出力する。
- [0037] 第 2 アナログ部 172 は、典型的には、第 2 の通信方式に従った無線信号を送受信するための RF 回路に相当する。即ち、第 2 アナログ部 172 は、例えば、アンテナ 160a ~ 160n によりそれぞれ受信された複数の受信信号を増幅及び周波数変換し、AD 変換部 174 へ出力する。また、第 2 アナログ部 172 は、DA 変換部 176 によりそれぞれアナログ信号に変換された複数の送信信号を周波数変換してアンテナ 160a ~ 160n へ出力する。
- [0038] AD 変換部 174 は、第 2 アナログ部 172 から入力されるアナログ信号である複数の受信信号をそれぞれデジタル信号に変換し、第 2 デジタル部 180 へ出力する。DA 変換部 176 は、第 2 デジタル部 180 から入力されるデジタル信号である複数の送信信号をアナログ信号に変換し、第 2 アナログ部 172 へ出力する。
- [0039] 第 2 デジタル部 180 は、典型的には、第 2 の通信方式に従って受信信号を復調及び復号するための回路、並びに第 2 の通信方式に従って送信信号を符号化及び変調するための回路を有する。
- [0040] 図 3 は、第 2 デジタル部 180 のより具体的な構成の一例を示すブロック図である。図 3 を参照すると、第 2 デジタル部 180 は、同期部 181、受信ビーム処理部 182、復調復号部 183、符号化変調部 184、及び送信ビーム処理部 185 を有する。
- [0041] 同期部 181 は、複数のアンテナ 160a ~ 160n により受信された複数の受信信号について、例えばパケットの先頭のプリアンブルに応じて受信

処理の開始タイミングを同期させて受信ビーム処理部 182 へ出力する。

[0042] 受信ビーム処理部 182 は、同期部 181 から入力される複数の受信信号について、例えば一様分布又はテイラー分布に従って重み付け処理を行うことにより、受信ビームの指向性を制御する。受信ビーム処理部 182 により使用される重みの値は、例えば、制御部 190 から入力される指向性制御信号により指定される。その代わりに、受信ビーム処理部 182 は、複数のアンテナ 160a ~ 160n をアレイアンテナとみなして受信ビームを形成してもよい。

[0043] 復調復号部 183 は、受信ビーム処理部 182 により重み付けされた受信信号を第 2 の通信方式に使用される任意の変調方式及び符号化方式に従って復調及び復号し、データ信号を取得する。そして、復調復号部 183 は、取得したデータ信号を制御部 190 へ出力する。

[0044] 符号化変調部 184 は、制御部 190 から入力されるデータ信号を第 2 の通信方式に使用される任意の符号化方式及び変調方式に従って符号化及び変調し、送信信号を生成する。そして、符号化変調部 184 は、生成した送信信号を送信ビーム処理部 185 へ出力する。

[0045] 送信ビーム処理部 185 は、符号化変調部 184 から入力された送信信号から、例えば一様分布又はテイラー分布に従って重み付けされた複数の送信信号を生成し、送信ビームの指向性を制御する。送信ビーム処理部 185 により使用される重みの値は、例えば、制御部 190 から入力される指向性制御信号により指定される。その代わりに、送信ビーム処理部 185 は、複数のアンテナ 160a ~ 160n をアレイアンテナとみなして送信ビームを形成してもよい。送信ビーム処理部 185 により重み付けされた複数の送信信号は、DA 変換部 176 へそれぞれ出力される。

[0046] なお、図 3 には示していないが、第 2 デジタル部 180 において、さらに複数のアンテナ 160a ~ 160n により受信された受信信号から MIMO チャンネルのチャンネル特性を推定し、その推定結果に応じてチャンネル等化が行われてもよい。

- [0047] 図2に戻り、通信装置100の構成の一例についての説明を継続する。
- [0048] 制御部190は、例えばCPUなどの演算装置を用いて、第2無線通信部170の動作全般を制御する。例えば、制御部190は、所定のアプリケーションからの要求に応じて、上述した指示信号が第1無線通信部120から送信された後所定の時間の経過後に、ビーム学習用信号を第2無線通信部170から送信させる。また、例えば、制御部190は、最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を記憶部150から取得し、取得したパラメータ値を含む指向性制御信号を上述した第2デジタル部180の受信ビーム処理部182又は送信ビーム処理部185へ出力する。それにより、通信装置100による第2の通信方式に従った無線通信の際の受信ビーム又は送信ビームが、通信相手の位置する方向へ向けられる。
- [0049] 図4は、通信装置100が形成することのできるビームパターンの一例を示す説明図である。
- [0050] 図4を参照すると、本実施形態において通信装置100により形成可能な10個の送信ビームパターンBt0～Bt9が示されている。送信ビームパターンBt0～Bt9は、通信装置100が位置する平面上で36度ずつ異なる方向への指向性をそれぞれ有している。通信装置100の送信ビーム処理部185は、制御部190からの指向性制御信号に応じて、かかる10個の送信ビームパターンBt0～Bt9のうちいずれかの送信ビームパターンを用いて、アンテナ160a～160nから無線信号を送信させることができる。また、通信装置100により形成可能な受信ビームパターンも、図4に示した送信ビームパターンBt0～Bt9と同様のビームパターンであってよい。通信装置100の記憶部150には、例えば、これらビームパターンを形成するためのアンテナ160a～160nごとの重み係数が予め記憶されている。なお、通信装置100により形成可能な送信ビームパターン及び受信ビームパターンは、かかる例に限定されない。例えば、三次元空間上の様々な方向に指向性を有する送信ビームパターン又は受信ビームパターンが形成されてもよい。

- [0051] 図5は、通信装置100から送信される指示信号及びビーム学習用信号の信号フォーマットの一例を示す説明図である。
- [0052] 図5を参照すると、アンテナ110から第1の通信方式に従って送信される指示信号は、ヘッダ部112、及びデータ部118を含む。また、ヘッダ部112は、例えば、L-STF (Legacy-Short Training Field) 114、及びL-LTF (Legacy-Long Training Field) 116を有する。このうち、L-STF 114は、主にプリアンブルとしての役割を持ち、受信側でのパケットの検出、自動利得制御、及び同期処理に用いられ得る。また、L-LTF 116は、主にチャネル推定、及び周波数オフセットの補正に用いられる。データ部118には、任意のデータが格納される。
- [0053] 一方、アンテナ160a～160nから送信されるビーム学習用信号は、BTF (Beam Training Field: ビーム学習用フィールド) 162を含む。かかるBTF 162は、制御部190による制御に応じて、上述した指示信号のうちデータ部118がアンテナ110から送信されるのと同期してアンテナ160a～160nから送信される。
- [0054] 本実施形態において、BTF 162は、図4に示した各送信ビームパターンBt0～Bt9にそれぞれ対応する10個のタイムスロットT0～T9により構成される。各タイムスロットT0～T9では、受信側におけるビームの学習に使用される既知の信号系列が、対応する送信ビームパターンBt0～Bt9をそれぞれ形成するための重み係数を用いて重み付けされる。即ち、ビーム学習用信号の送信ビームの指向性は、タイムスロットT0～T9ごとに順次変化する。従って、通信装置100の周囲に位置する受信装置では、その位置に応じてビーム学習用信号のいずれかのタイムスロットで受信信号の電力レベルが突出した値となり、最適な送信ビームパターンを決定することができる。なお、既知の信号系列とは、例えばBPSK (Binary Phase Shift Keying) のランダムパターンなどであってよい。
- [0055] ここで、図5に示した指示信号として、例えばIEEE 802.11a/b/gなどの標準規格におけるRTS (Request To Send) やCTS (Clear

r To Send) が用いられてもよい。RTSやCTSを指示信号とする信号の送受信シーケンスについて、後にさらに説明する。

[0056] 次に、このように送信される指示信号及びビーム学習用信号を受信する通信装置200の構成について説明する。

[0057] [2-2. 一実施形態に係る受信装置の構成]

図6は、本実施形態に係る通信装置200の構成の一例を示すブロック図である。図6を参照すると、通信装置200は、アンテナ210、第1無線通信部220、記憶部250、複数のアンテナ260a~260n、及び第2無線通信部270を備える。また、第1無線通信部220は、第1アナログ部222、AD変換部224、DA変換部226、第1デジタル部230、及び制御部240を有する。第2無線通信部270は、第2アナログ部272、AD変換部274、DA変換部276、第2デジタル部280、及び制御部290を有する。

[0058] アンテナ210は、第1の通信方式に従った無線通信に使用されるアンテナである。アンテナ210は、例えば、通信装置100から送信される上述した指示信号を受信する。また、アンテナ210は、例えば、後述する処理により決定される最適なビームパターンを通知するための通知信号を送信する。

[0059] 第1アナログ部222は、典型的には、第1の通信方式に従った無線信号を送受信するためのRF回路に相当する。即ち、第1アナログ部222は、例えば、アンテナ210により受信された受信信号を増幅及び周波数変換し、AD変換部224へ出力する。また、第1アナログ部222は、DA変換部226によりアナログ信号に変換された送信信号を周波数変換してアンテナ210へ出力する。

[0060] AD変換部224は、第1アナログ部222から入力されるアナログ信号である受信信号をデジタル信号に変換し、第1デジタル部230へ出力する。DA変換部226は、第1デジタル部230から入力されるデジタル信号である送信信号をアナログ信号に変換し、第1アナログ部222へ出力する。

。

[0061] 第1デジタル部230は、典型的には、第1の通信方式に従って受信信号を復調及び復号するための回路、並びに第1の通信方式に従って送信信号を符号化及び変調するための回路を有する。さらに、本実施形態において、第1デジタル部230は、上述した指示信号が入力されると、図5に示した指示信号のヘッダ部112を用いて同期を獲得し、ビーム学習用信号の受信を開始すべき受信開始時点を第2無線通信部270の第2デジタル部280へ通知する。例えば、予め送信装置と受信装置との間で、指示信号のヘッダ部112の所定の位置（L-STF114の先頭、L-LTF116の先頭、又はL-LTF116の末尾など）からビーム学習用信号の先頭までの時間間隔が定められていたとする。そうした場合には、第1デジタル部230は、指示信号のヘッダ部112の上記所定の位置を検出した時点から当該時間間隔が経過した後の時点を受信開始時点と決定することができる。その代わりに、例えば、送信装置において、指示信号のヘッダ部112に特定の受信開始時点を指定するデータが含まれてもよい。そうした場合には、第1デジタル部230は、指示信号のヘッダ部112から受信開始時点を指定するデータを取得し、当該データに応じて受信開始時点を決定することができる。第2デジタル部280によるビーム学習用信号の受信処理については後にさらに説明する。そして、第1デジタル部230は、例えば、ビーム学習用信号を用いて決定された最適なビームパターンを通知するための通知信号が制御部240から入力されると、当該通知信号を符号化及び変調してDA変換部226へ出力する。

[0062] 制御部240は、例えばCPUなどの演算装置を用いて、第1無線通信部220の動作全般を制御する。また、制御部240は、後述する第2無線通信部270により最適なビームパターンが決定されると、決定された最適なビームパターンを特定するパラメータ値を記憶部250から取得し、上述した通知信号に含めて第1デジタル部230へ出力する。

[0063] 記憶部250は、例えば、半導体メモリなどの記録媒体を用いて、通信装

置 200 による通信処理に使用されるプログラムやパラメータ値などを記憶する。例えば、本実施形態において、記憶部 250 は、第 2 の通信方式に従った第 2 無線通信部 270 による無線通信の際の最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を記憶することができる。また、記憶部 250 は、例えば、後述する第 2 無線通信部 270 により決定された送信側の最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を記憶する。

[0064] 複数のアンテナ 260a ~ 260n は、第 2 の通信方式に従った無線通信に使用されるアンテナである。複数のアンテナ 260a ~ 260n は、典型的には、MIMO アンテナとして構成される。即ち、例えば、アンテナ 260a ~ 260n は、所定の重み係数を用いて重み付けされた無線信号をミリ波を用いてそれぞれ送信する。また、例えば、アンテナ 260a ~ 260n は、ミリ波である無線信号を受信して第 2 アナログ部 272 へ出力する。

[0065] 第 2 アナログ部 272 は、典型的には、第 2 の通信方式に従った無線信号を送受信するための RF 回路に相当する。即ち、第 2 アナログ部 272 は、例えば、アンテナ 260a ~ 260n によりそれぞれ受信された複数の受信信号を増幅及び周波数変換し、AD 変換部 274 へ出力する。また、第 2 アナログ部 272 は、DA 変換部 276 によりそれぞれアナログ信号に変換された複数の送信信号を周波数変換してアンテナ 260a ~ 260n へ出力する。

[0066] AD 変換部 274 は、第 2 アナログ部 272 から入力されるアナログ信号である複数の受信信号をそれぞれデジタル信号に変換し、第 2 デジタル部 280 へ出力する。DA 変換部 276 は、第 2 デジタル部 280 から入力されるデジタル信号である複数の送信信号をアナログ信号に変換し、第 2 アナログ部 272 へ出力する。

[0067] 第 2 デジタル部 280 は、典型的には、第 2 の通信方式に従って受信信号を復調及び復号するための回路、並びに第 2 の通信方式に従って送信信号を符号化及び変調するための回路を有する。

[0068] 図 7 は、第 2 デジタル部 280 のより具体的な構成の一例を示すブロック

図である。図 7 を参照すると、第 2 デジタル部 280 は、同期部 281、受信ビーム処理部 282、電力計算部 283、決定部 284、復調復号部 285、符号化変調部 286、及び送信ビーム処理部 287 を有する。

[0069] 同期部 281 は、例えば、複数のアンテナ 260a ~ 260n により受信された複数の受信信号について、パケットの先頭のプリアンブルに応じて受信処理の開始タイミングを同期させて受信ビーム処理部 282 へ出力する。また、同期部 281 は、上述した第 1 無線通信部 220 の第 1 デジタル部 230 からビーム学習用信号の受信開始時点が通知されると、当該受信開始時点から図 5 に例示したビーム学習用信号の受信を開始する。そして、同期部 281 は、受信したビーム学習用信号を受信ビーム処理部 282 へ出力すると共に、電力計算部 283 に受信電力の計算を指示する。

[0070] 受信ビーム処理部 282 は、同期部 281 から入力される複数の受信信号について、上述した受信ビーム処理部 182 と同様に、例えば一様分布又はテイラー分布に従って重み付け処理を行うことにより、受信ビームの指向性を制御する。そして、受信ビーム処理部 282 は、重み付けされた受信信号を電力計算部 283 及び復調復号部 285 へ出力する。

[0071] 図 8 は、受信ビーム処理部 282 による受信ビームの指向性制御処理について説明するための説明図である。

[0072] 図 8 を参照すると、通信装置 100 から第 2 の通信方式に従って送信されるビーム学習用信号の信号フォーマットの一例があらためて示されている。ビーム学習用信号は、送信ビームパターン $B_t0 \sim B_t9$ にそれぞれ対応する 10 個のタイムスロット $T0 \sim T9$ により構成される $BTF162$ を含む。受信ビーム処理部 282 は、かかるビーム学習用信号の各タイムスロット $T0 \sim T9$ をさらに 10 個ずつの区間 $ST0 \sim ST9$ に分け、各区間 $ST0 \sim ST9$ においてそれぞれ異なる 10 通りの受信ビームパターンで受信信号を重み付け処理する。例えば、タイムスロット $T0$ の第 1 区間 $ST0$ は受信ビームパターン B_r0 、タイムスロット $T0$ の第 2 区間 $ST1$ は受信ビームパターン B_r1 などと関連付けられる。このような指向性制御処理により、

1つのビーム学習用信号において、10通りの送信ビームパターン×10通りの受信ビームパターン＝計100通りの送受信ビームパターンで送受信された受信信号を得ることができる。

[0073] 図7に示した電力計算部283は、同期部281からの指示に応じて、上述した計100通りの送受信パターンで送受信された受信信号の受信電力をそれぞれ計算する。そして、電力計算部283は、計算した受信電力値を決定部284へ順次出力する。

[0074] 決定部284は、電力計算部283から入力される受信電力値に基づいて、最適な送信ビームパターン及び受信ビームパターンを特定するためのパラメータ値を決定する。最適なビームパターンとは、典型的には、1つのビーム学習用信号について電力計算部283から入力される一連の受信電力値が最大値となるビームパターンである。最適な送信ビームパターンを特定するためのパラメータ値とは、例えば、図5及び図8に示したBTF162のいずれかのタイムスロット番号（T0～T9）であってよい。その代わりに、最適な送信ビームパターンを特定するためのパラメータ値とは、例えば、送信ビーム処理部287により送信信号に乗算される重み付け係数などであってもよい。また、最適な受信ビームパターンを特定するためのパラメータ値とは、例えば、図8に示した区間番号（ST0～ST9）であってよい。その代わりに、最適な受信ビームパターンを特定するためのパラメータ値とは、例えば、受信ビーム処理部282により複数の受信信号にそれぞれ乗算される重み付け係数などであってもよい。決定部284は、このように決定したパラメータ値を、制御部290へ出力する。

[0075] 復調復号部285は、受信ビーム処理部282により重み付けされた受信信号を第2の通信方式に使用される任意の変調方式及び符号化方式に従って復調及び復号し、データ信号を取得する。そして、復調復号部285は、取得したデータ信号を制御部290へ出力する。

[0076] 符号化変調部286は、制御部290から入力されるデータ信号を第2の通信方式に使用される任意の符号化方式及び変調方式に従って符号化及び変

調し、送信信号を生成する。そして、符号化変調部 286 は、生成した送信信号を送信ビーム処理部 287 へ出力する。

[0077] 送信ビーム処理部 287 は、上述した送信ビーム処理部 185 と同様に、符号化変調部 286 から入力された送信信号から、例えば一様分布又はテトラ分布に従って重み付けされた複数の送信信号を生成し、送信ビームの指向性を制御する。送信ビーム処理部 287 により使用される重みの値は、例えば、制御部 290 から入力される指向性制御信号により指定される。送信ビーム処理部 287 により重み付けされた複数の送信信号は、D/A 変換部 276 へそれぞれ出力される。

[0078] なお、図 7 には示していないが、第 2 デジタル部 280 において、さらに複数のアンテナ 260a ~ 260n により受信された受信信号から MIMO チャンネルのチャンネル特性を推定し、その推定結果に応じてチャンネル等化が行われてもよい。

[0079] 図 6 に戻り、通信装置 200 の構成の一例についての説明を継続する。

[0080] 制御部 290 は、例えば CPU などの演算装置を用いて、第 2 無線通信部 270 の動作全般を制御する。また、制御部 290 は、第 2 無線通信部 270 によりビーム学習用信号が受信された場合には、第 2 デジタル部 280 から出力される最適な送信ビームパターンを特定するためのパラメータ値を記憶部 250 に記憶させる。ここで記憶されたパラメータ値は、第 1 無線通信部 220 によりビーム学習用信号の送信元の装置（例えば通信装置 100）へ通知信号を用いて通知される。また、制御部 290 は、第 2 デジタル部 280 から出力される最適な受信ビームパターンを特定するためのパラメータ値を含む指向性制御信号を受信ビーム処理部 282 へ出力し、通信相手の方向への指向性を有する受信ビームを形成させる。さらに、制御部 290 は、受信ビームの形成に使用した値と同じパラメータ値を含む指向性制御信号を送信ビーム処理部 287 へ出力し、同一の方向への指向性を有する送信ビームを形成させてもよい。それにより、例えば通信装置 100 と通信装置 200 との間で、互いに指向性を通信相手に向けながら第 2 の通信方式に従って

無線通信を行うことが可能となる。

[0081] なお、第2無線通信部270から第1無線通信部220へ記憶部250を介して上述したパラメータ値を通知する代わりに、例えば専用の信号線を用いて第2無線通信部270から第1無線通信部220へ当該パラメータ値が通知されてもよい。

[0082] [2-3. 信号の送受信シーケンスの例]

図9は、上述した通信装置100と通信装置200との間で送受信される信号のシーケンスの一例を示す説明図である。図9を参照すると、時間軸に沿って、通信装置100(Tx)及び通信装置200(Rx)から送信される信号が順に示されている。

[0083] まず、通信装置100の第1無線通信部120から、第1の通信方式に従ったRTSが送信される。また、RTSの送信と並行して、通信装置100の第2無線通信部170から、第2の通信方式に従ったBTFが送信される。ここでのRTSは上述した指示信号、BTFはビーム学習用信号に相当する。それにより、通信装置200において、通信装置100から通信装置200へ信号を送信する場合の最適な送信ビームパターン及び受信ビームパターンが決定される。

[0084] 次に、通信装置200の第1無線通信部220から、第1の通信方式に従ったCTSが送信される。ここでのCTSのデータ部には、例えば、最適な送信ビームパターンを特定するパラメータ値が含まれる。この場合、CTSは、上述した通知信号に相当する。それにより、通信装置100は、通信装置200へ信号を送信する際の最適な送信ビームパターンを知ることができる。また、通信装置200から通信装置100へ送信されるCTSは、さらに上述した指示信号を兼ねていてもよい。即ち、CTSの送信と並行して、通信装置200の第2無線通信部270から第2の通信方式に従ったBTFを送信することで、通信装置100において最適な受信ビームパターンが決定されてもよい。

[0085] その後、通信装置100から通信装置200へデータが送信され、通信装

置 200 から通信装置 100 へ ACK (確認応答信号) が返信される。このとき、通信装置 100 と通信装置 200 との間で学習により決定された最適な送受信ビームパターンが使用されるため、直進性が強く電波到達距離の短いミリ波を用いた場合であっても、第 2 の通信方式に従ってより確実にデータを送受信することができる。

[0086] < 3. 変形例 >

図 10 は、通信装置 100 と通信装置 200 との間で送受信される信号のシーケンスの他の例を示す説明図である。

[0087] 図 10 の例では、まず、図 9 の例と同様に、通信装置 100 から通信装置 200 へ指示信号である RTS とビーム学習用信号である BTF が送信される。次に、通信装置 200 において最適な送受信ビームパターンが決定され、通信装置 200 から通信装置 100 へ通知信号である CTS が送信される。このとき、通信装置 200 から BTF は送信されない。その後、通信装置 100 から通信装置 200 へデータが送信され、通信装置 200 から通信装置 100 へ第 1 の通信方式に従った ACK が返信される。なお、ここでは通信装置 200 から通信装置 100 へ、通知信号である CTS が第 1 の通信方式に従って送信される例を示しているが、通知信号である CTS は第 2 の通信方式に従って送信されてもよい。その場合には、通信装置 200 の第 2 無線通信部 270 において、RTS に基づいて学習された受信ビームパターンと同等の指向性を持つ送信ビームパターンが CTS の送信に使用され得る。

[0088] 図 11 は、ビーム学習用信号の信号フォーマットの他の例を示す説明図である。

[0089] 図 11 を参照すると、ビーム学習用信号は、BTF 164 を含む。BTF 164 は、それぞれ異なる指向性パターンを有する互いに直交又は擬似直交関係にある複数の信号系列が合成された信号である。例えば、図 11 の例では、BTF 164 は、拡散符号 C0 ~ C9 を用いてそれぞれ拡散された、送信ビームパターン Bt0 ~ Bt9 にそれぞれ対応する 10 通りの信号系列が合成された信号である。直交又は擬似直交関係を形成する拡散符号 C0 ~ C

9を用いることで、送信ビームパターンB t 0～B t 9と関連付けられた信号系列を送信側で合成した場合にも、受信側で合成信号から各信号系列を抽出することができる。それにより、抽出された信号系列ごとに受信電力を計算し、受信電力が最大となる最適な送信ビームパターンを決定することができる。この場合、送信ビームパターンを特定するパラメータは、上述した信号系列のうち少なくとも1つの信号系列を特定する拡散符号又は信号系列の識別子などであってよい。かかるB T F 1 6 4は、図5に示したB T F 1 6 2と同様、指示信号のうちデータ部1 1 8が送信されるのと同期して、第2の通信方式に従って送信される。かかる変形例を用いることにより、ビームパターンの数と同等のタイムスロットを設ける場合と比較してビーム学習用信号のデータ長を短くすることができる。

[0090] < 4. まとめ >

以上、図1～図11を用いて、本発明の一実施形態に係る通信装置100及び200の構成及びその変形例について説明した。本実施形態によれば、（例えばマイクロ波などを用いる）第1の通信方式に従って送信される指示信号に基づいて、（例えばミリ波などを用いる）第2の通信方式に従って送信されるビーム学習用信号の受信開始時点が決定される。ここで、ビーム学習用信号は指示信号のデータ部の送信と重なる時間において送信されるため、上記受信開始時点は、指示信号の受信が完了するよりも前の時点となる。そして、当該受信開始時点から受信されるビーム学習用信号に基づいて、最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値が決定される。それにより、1つのパケット（例えばR T S又はC T Sなど）が送受信される間に、第2の通信方式に従った無線通信に使用される最適な送受信ビームの指向性を学習することが可能となる。

[0091] なお、本明細書では、通信装置100を送信装置として、通信装置200を受信装置として説明したが、通信装置100と通信装置200の機能を共に備える通信装置が構成されてもよいことは言うまでもない。

[0092] また、本明細書では、通信装置200において受信電力が最大となるビー

ムパターンを最適なビームパターンとして決定する例について説明した。しかしながら、その代わりに、通信装置 200 において受信電力の大きい複数のビームパターンが、使用されるべきビームパターンの候補として決定されてもよい。それにより、例えば、複数のビームパターンを複合的に使用してミリ波を用いた無線通信を行うことができる。

[0093] 以上、添付図面を参照しながら本発明の好適な実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

[0094]	1	通信システム
	100	通信装置（送信側）
	110	アンテナ（第1の通信方式）
	120	第1無線通信部
	150	記憶部
	160a～n	アンテナ（第2の通信方式）
	170	第2無線通信部
	200	通信装置（受信側）
	210	アンテナ（第1の通信方式）
	220	第1無線通信部
	250	記憶部
	260a～n	アンテナ（第2の通信方式）
	270	第2無線通信部

請求の範囲

- [請求項1] 第1の通信方式に従って無線通信可能な第1無線通信部と；
前記第1の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第2の通信方式に従って無線通信可能な第2無線通信部と；
を備え、
前記第1無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を受信した場合に、当該指示信号に基づいてビーム学習用信号の受信開始時点を決し、
前記第2無線通信部は、前記第1無線通信部により決定された前記受信開始時点から前記ビーム学習用信号の受信を開始し、受信した前記ビーム学習用信号に基づいて最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を決し、
通信装置。
- [請求項2] 前記受信開始時点は、前記第1無線通信部による前記指示信号の受信が完了するよりも前の時点である、請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 前記第2無線通信部は、決定した前記パラメータ値を前記第1無線通信部へ通知し、
前記第1無線通信部は、通知された前記パラメータ値を含む通知信号を前記指示信号の送信元の装置へ送信する、
請求項2に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記第2無線通信部は、決定した前記パラメータ値を含む通知信号を前記指示信号の送信元の装置へ送信する、請求項2に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記ビーム学習用信号は、それぞれ異なる指向性パターンと関連付けられた複数の信号系列を含む信号である、請求項1に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記ビーム学習用信号は、前記各信号系列とそれぞれ対応する複数のタイムスロットを含む信号であり、

前記パラメータは、前記複数のタイムスロットのうち少なくとも 1 つのタイムスロットを特定するためのパラメータである、

請求項 5 に記載の通信装置。

[請求項 7] 前記ビーム学習用信号は、互いに直交又は擬似直交関係にある前記複数の信号系列が合成された信号であり、

前記パラメータは、前記複数の信号系列のうち少なくとも 1 つの信号系列を特定するためのパラメータである、

請求項 5 に記載の通信装置。

[請求項 8] 前記第 2 無線通信部は、前記ビーム学習用信号を受信している間に受信ビームの指向性を変化させることにより、受信ビームの最適な指向性を決定する、請求項 1 に記載の通信装置。

[請求項 9] 第 1 の通信方式に従って無線通信可能な第 1 無線通信部と；

前記第 1 の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第 2 の通信方式に従って無線通信可能な第 2 無線通信部と；

を備え、

前記第 1 無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を他の通信装置へ送信し、

前記第 2 無線通信部は、前記第 1 無線通信部による前記指示信号の送信が完了する前に、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を前記他の通信装置へ送信する、

通信装置。

[請求項 10] 第 1 の通信方式及び前記第 1 の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第 2 の通信方式に従って無線通信可能な送信装置と受信装置との間の通信制御方法であって：

前記送信装置から前記受信装置へ、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を前記第 1 の通信方式に従って送信するステップと；

前記送信装置から前記受信装置へ、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を前記第 2 の通信方式に従って送信するステッ

プと；

前記受信装置において、受信した前記指示信号に基づいて用いて決定される所定の受信開始時点から前記ビーム学習用信号の受信を開始するステップと；

前記受信装置において、受信した前記ビーム学習用信号に基づいて最適な指向性を有するビームを特定するパラメータを決定するステップと；

を含む通信制御方法。

[請求項11]

第1の通信方式に従って無線通信可能な第1無線通信部；

及び、前記第1の通信方式よりも高い周波数帯を使用する第2の通信方式に従って無線通信可能な第2無線通信部；

をそれぞれ備える送信装置と受信装置とを含み、

前記送信装置の前記第1無線通信部は、ビームの指向性の学習を指示する指示信号を前記受信装置へ送信し、

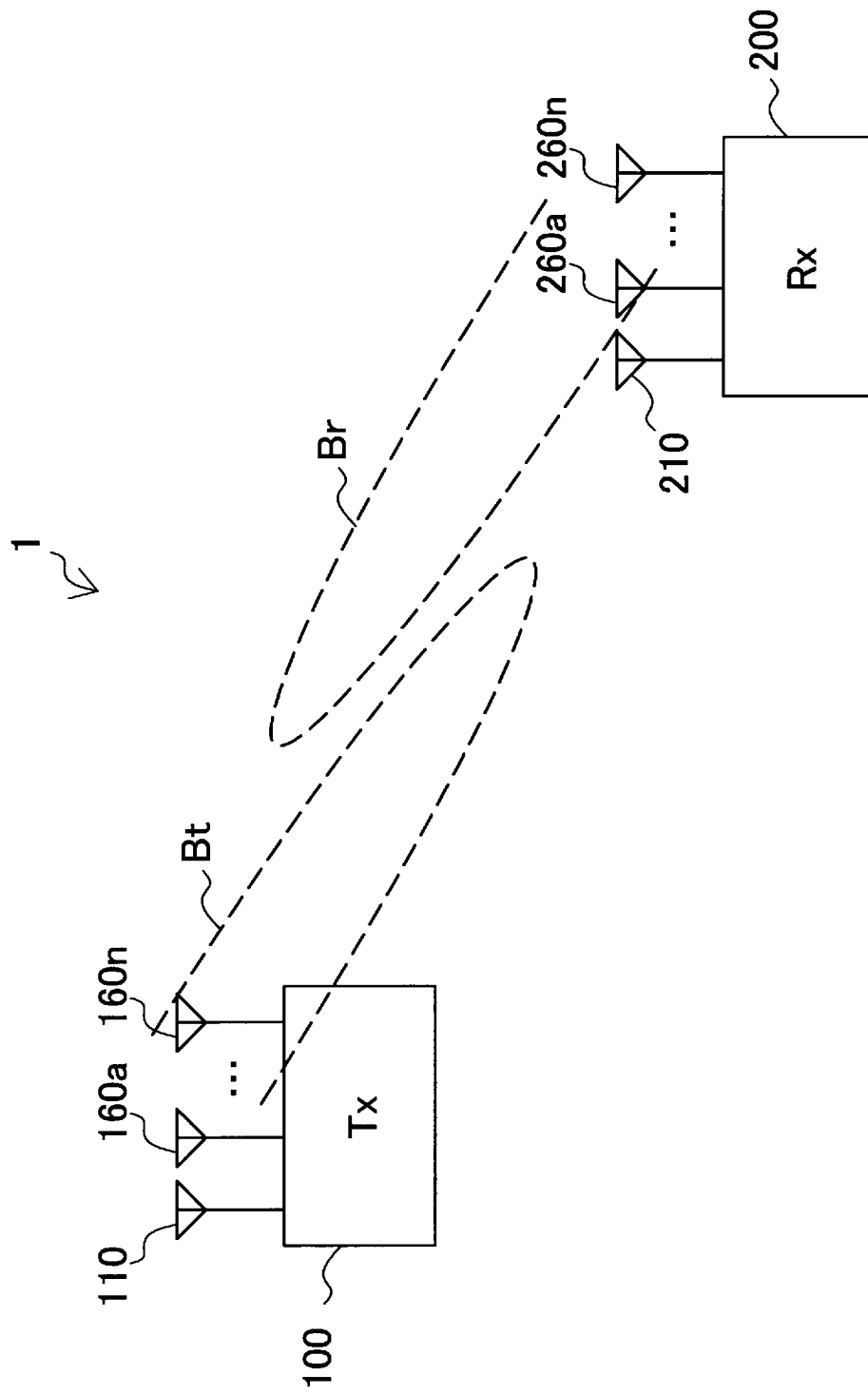
前記送信装置の前記第2無線通信部は、ビームの指向性の学習に使用されるビーム学習用信号を前記受信装置へ送信し、

前記受信装置の前記第1無線通信部は、前記指示信号を受信した場合に、当該指示信号に基づいて前記ビーム学習用信号の受信開始時点を決

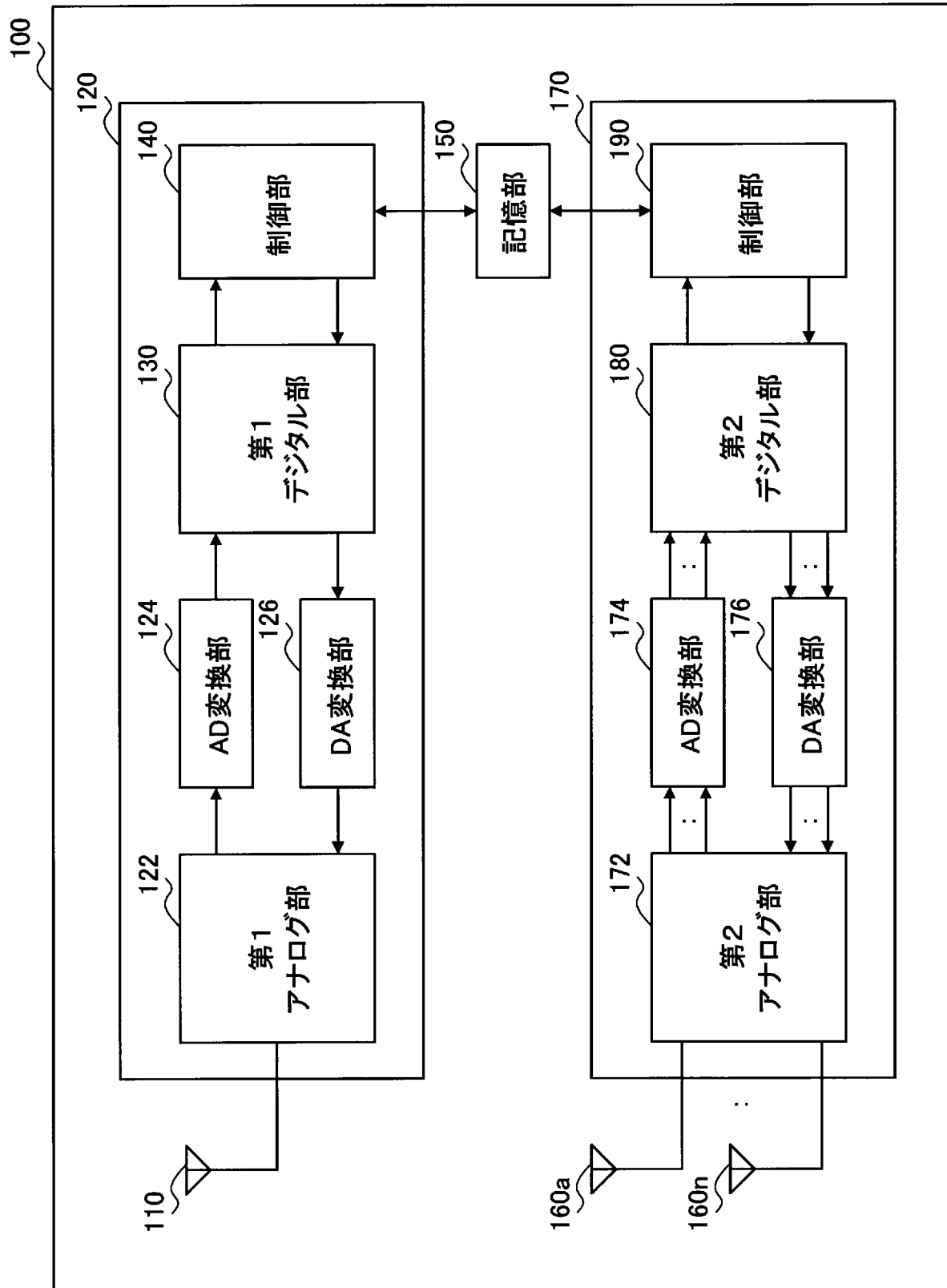
定し、
前記受信装置の前記第2無線通信部は、決定された前記受信開始時点から前記ビーム学習用信号の受信を開始し、受信した前記ビーム学習用信号に基づいて最適なビームパターンを特定するためのパラメータ値を決定する、

通信システム。

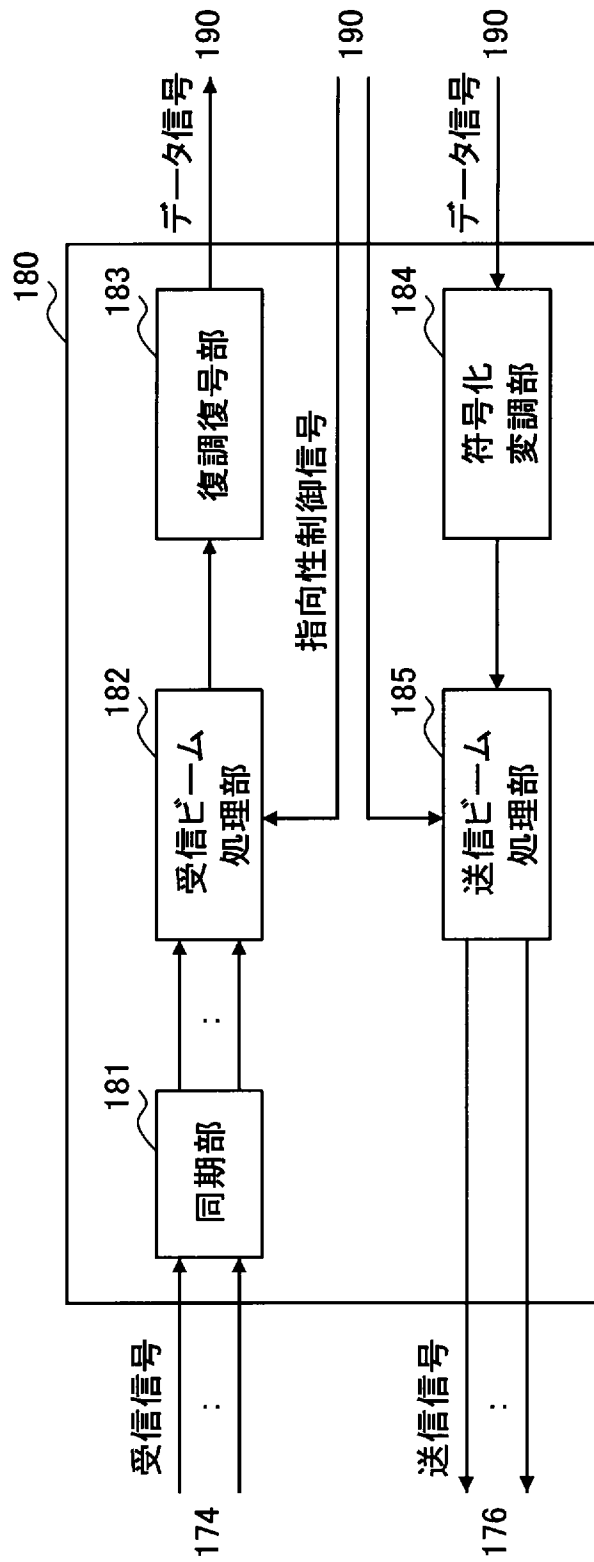
[図1]



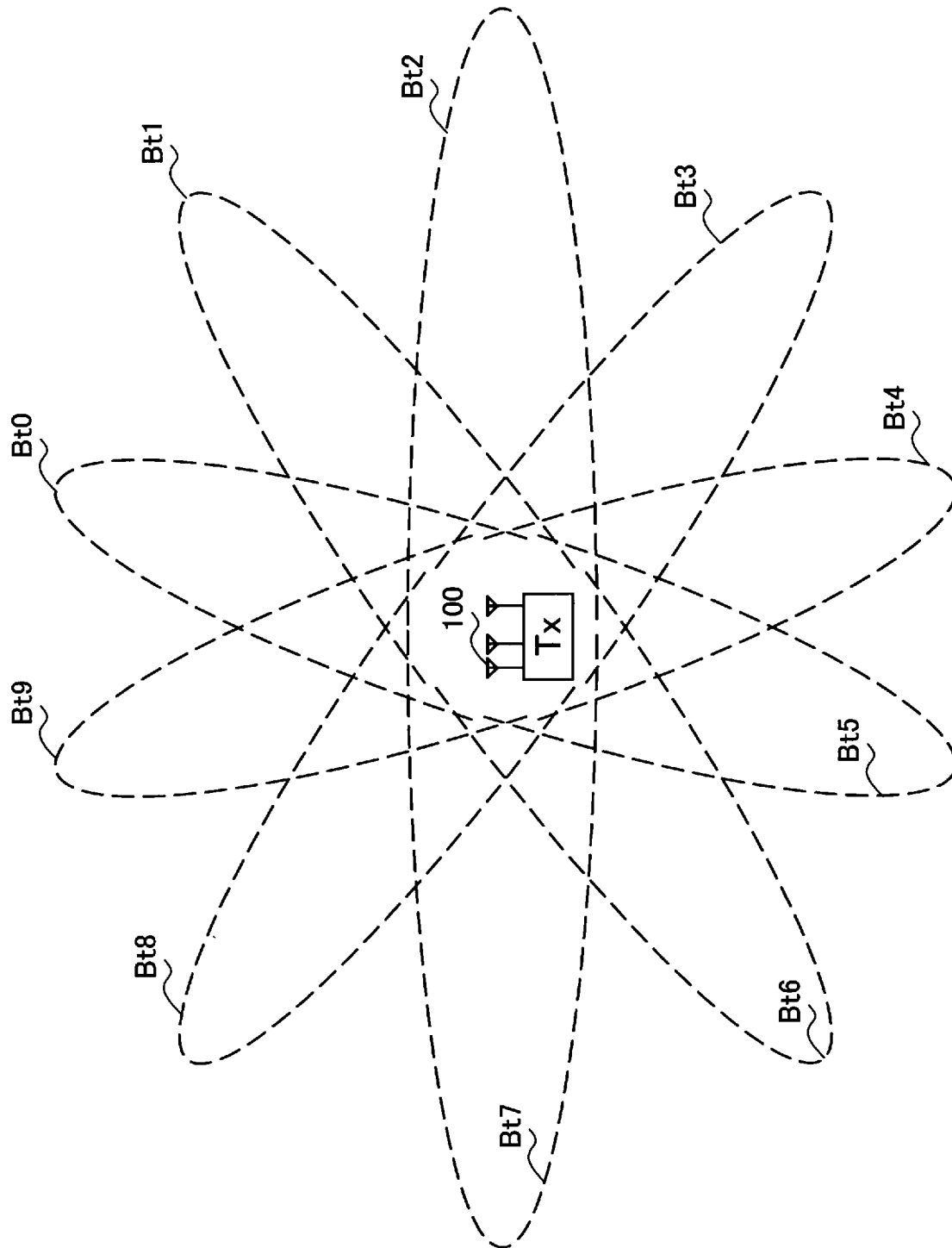
[図2]



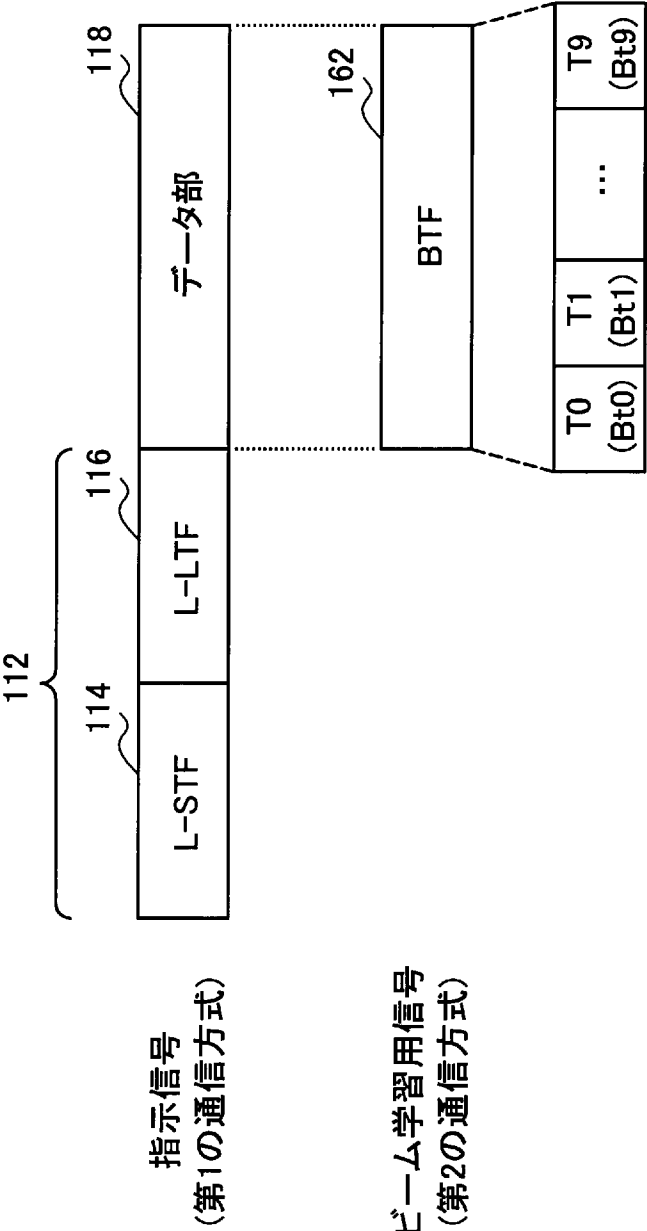
[図3]



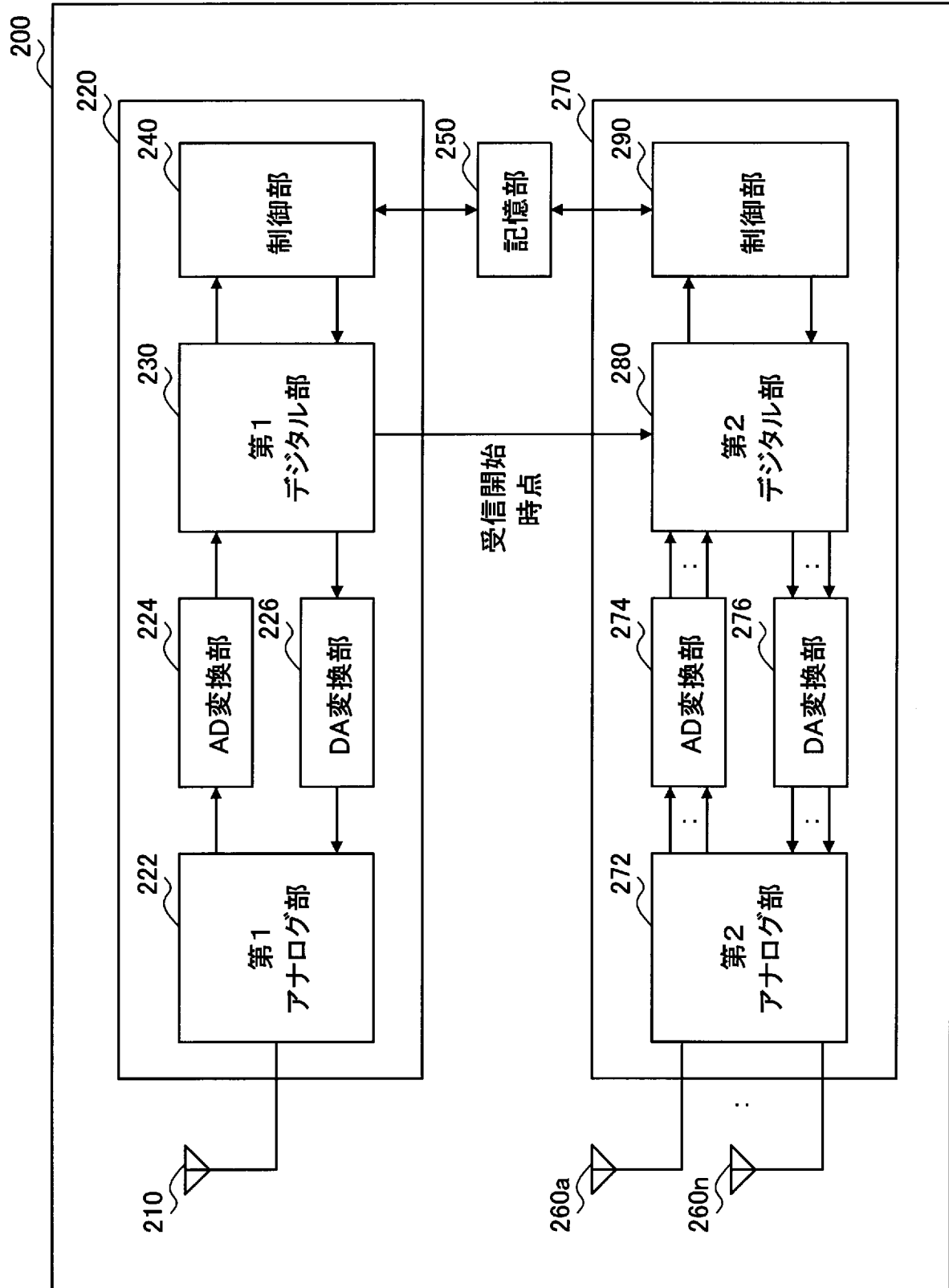
[図4]



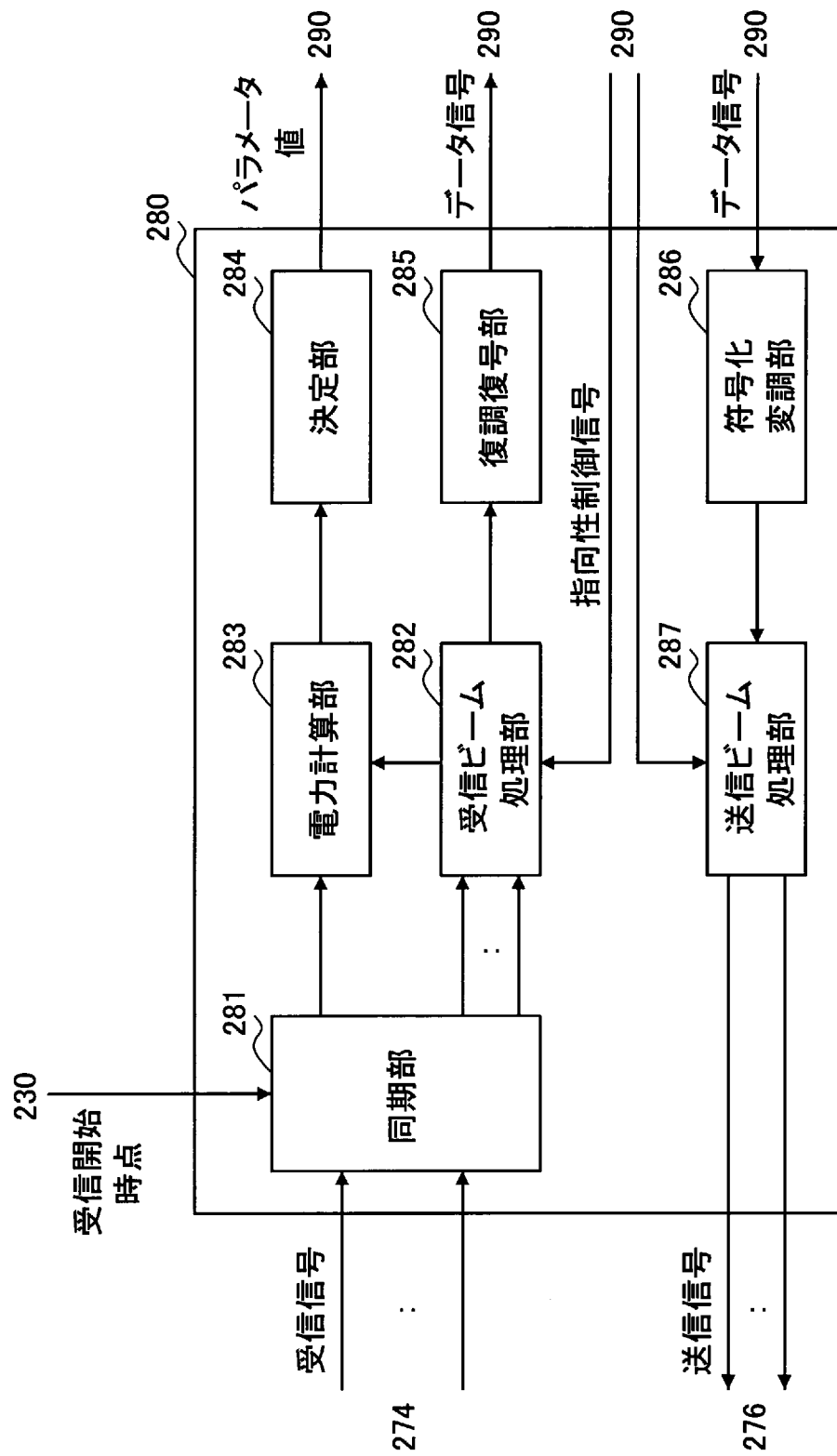
[図5]



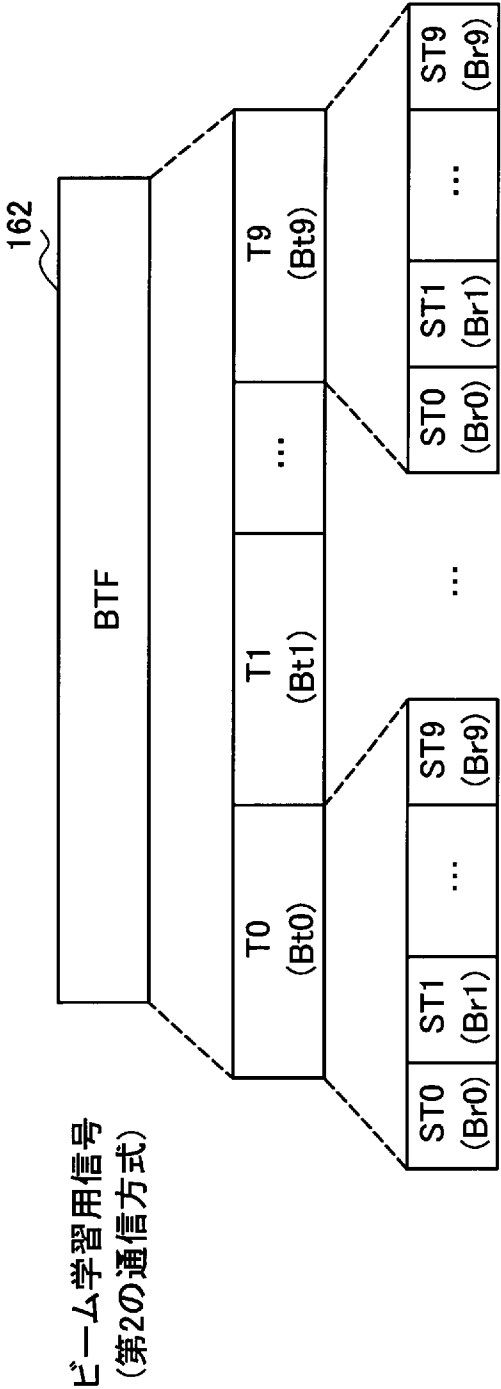
[図6]



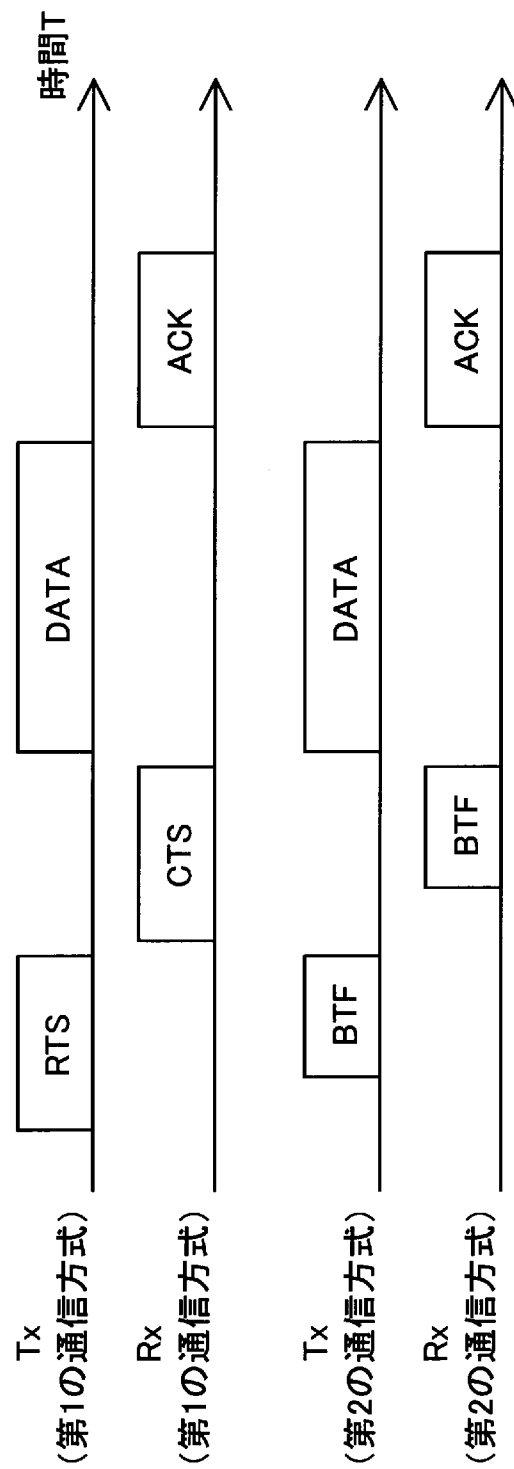
[図7]



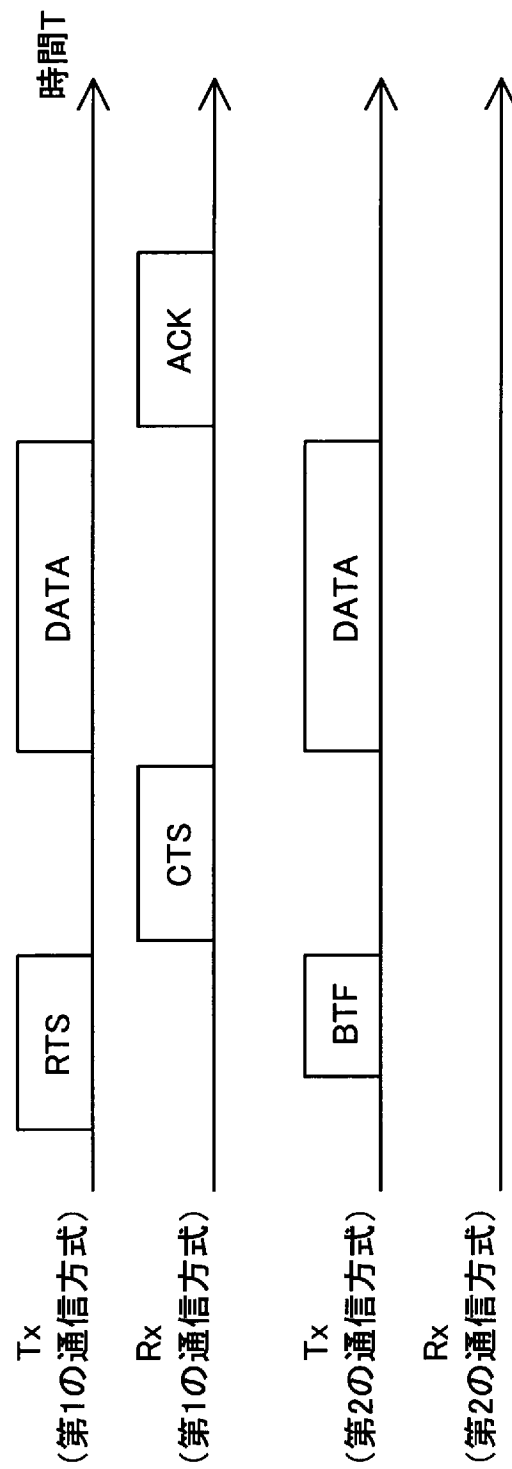
[図8]



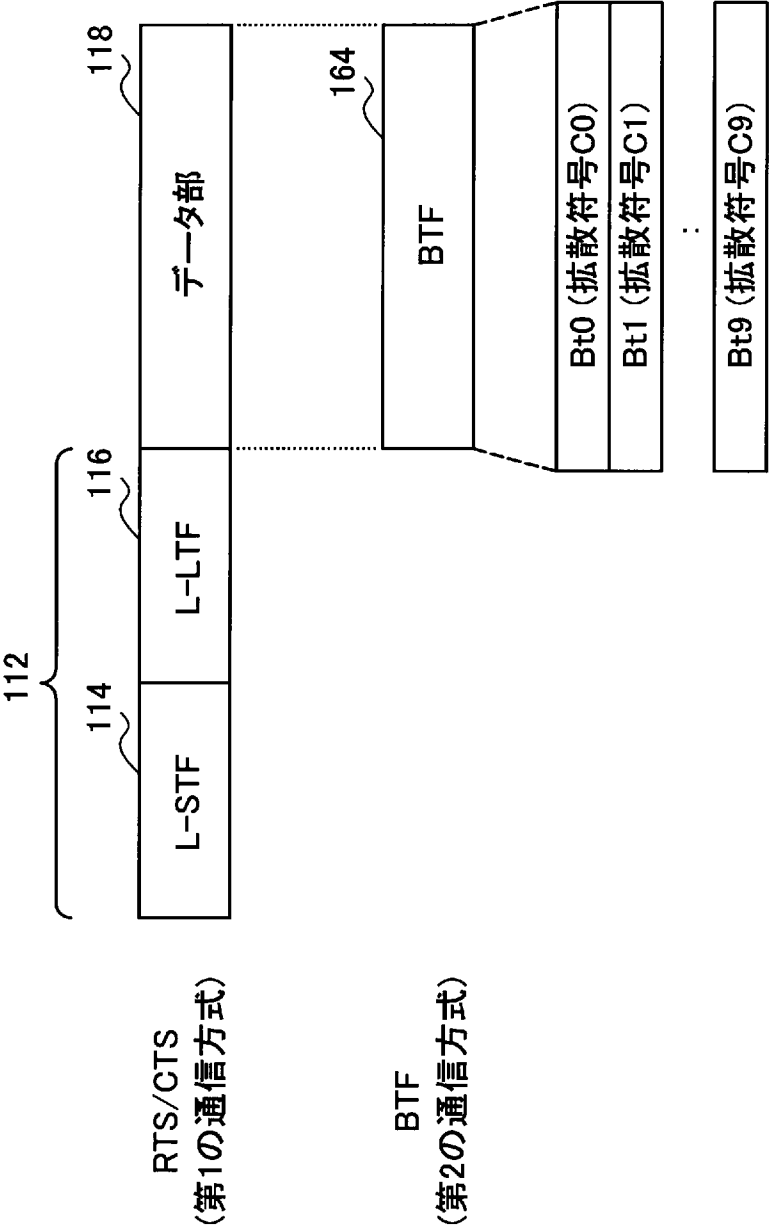
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/050492

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W16/28(2009.01)i, H04B7/10(2006.01)i, H04W88/02(2009.01)i, H04W88/06(2009.01)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)

H04B7/24-/26, H04W4/00-99/00, 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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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	WO 2007/095354 A2 (SIBEAM), 23 August 2007 (23.08.2007), entire text & US 2007/0205943 A1 & EP 1992083 A	1-11
A	JP 2004-515176 A (Koninklijke Philips Electronics N.V.), 20 May 2004 (20.05.2004), entire text & US 2002/0039884 A1 & EP 1350404 A & WO 2002/045442 A2	1-11

☐ 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
05 February, 2010 (05.02.10)

Date of mailing of the international search report
16 February, 2010 (16.02.10)

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. H04W16/28 (2009.01)i, H04B7/10 (2006.01)i, H04W88/02 (2009.01)i, H04W88/06 (2009.01)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. H04B7/24-/26, H04W4/00-99/00, 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 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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
A	WO 2007/095354 A2 (SIBEM) 2007.08.23, 全文 & US 2007/0205943 A1 & EP 1992083 A	1-11
A	JP 2004-515176 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 2004.05.20, 全文 & US 2002/0039884 A1 & EP 1350404 A & WO 2002/045442 A2	1-11

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

0 5 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 6 . 0 2 . 2 0 1 0

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)

松野 吉宏

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 5 3 5

5 J

3 5 7 1