

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年6月25日 (25.06.2009)

PCT

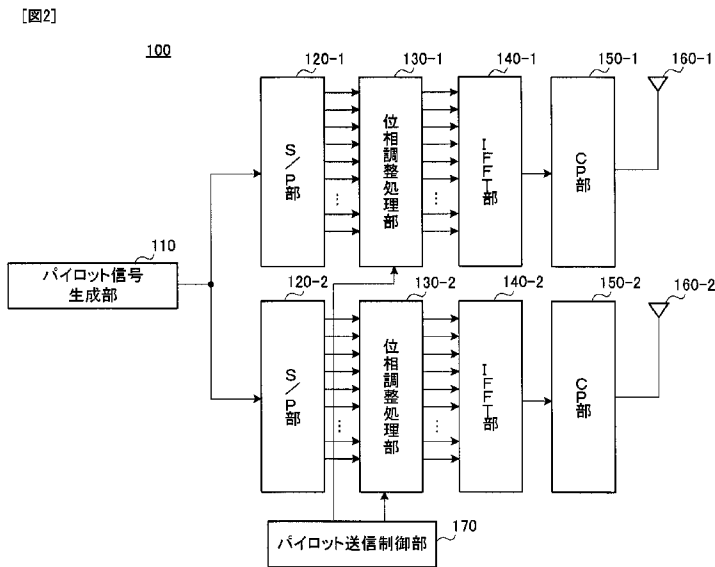
(10) 国際公開番号
WO 2009/078162 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 99/00 (2009.01) H04J 11/00 (2006.01)
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/003751
- (22) 国際出願日: 2008年12月12日 (12.12.2008)
- (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 2007-323463
2007年12月14日 (14.12.2007) JP
特願2008-216920 2008年8月26日 (26.08.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): パナソニック株式会社 (PANASONIC CORPORATION)
[JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 吉井 勇 (YOSHII, Isamu). 須増 淳 (SUMASU, Atsushi). 今井 友裕 (IMAI, Tomohiro). 鹿山 英則 (KAYAMA, Hidenori). 松尾 英範 (MATSUO, Hidenori). 斉藤 佳子 (SAITO, Yoshiko). 中尾 正悟 (NAKAO, Seigo). 高岡 辰輔 (TAKAOKA, Shinsuke).
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: PILOT TRANSMISSION METHOD, MIMO TRANSMISSION DEVICE, AND MIMO RECEPTION DEVICE

(54) 発明の名称: パイロット送信方法、MIMO送信装置、及びMIMO受信装置



- 110 PILOT SIGNAL GENERATION UNIT
- 120-1 S/P UNIT
- 120-2 S/P UNIT
- 130-1 PHASE ADJUSTMENT UNIT
- 130-2 PHASE ADJUSTMENT UNIT
- 170 PILOT TRANSMISSION CONTROL UNIT
- 140-1 IFFT UNIT
- 140-2 IFFT UNIT
- 150-1 CP UNIT
- 150-2 CP UNIT

(57) Abstract: It is possible to provide a novel pilot transmission method which can calculate an accurate channel estimation value, a MIMO transmission device using the pilot transmission method, and a MIMO reception device which communicates with the MIMO transmission device. The MIMO transmission device (100) includes phase adjustment units (130-1, 130-2) which are controlled by a pilot transmission control unit (170) to multiply parallel pilot signals by a phase adjustment coefficient group so as to adjust the pilot signal transmission timing. The pilot transmission control unit (170) differentiates the order of the transmission antennas in accordance with the pilot transmission timing between an even-number subcarrier group and an odd-number subcarrier group. At a reception side, a path not affected by the inter-path interference is extracted for each of the combinations of the transmission antennas and the subcarrier groups. A channel estimation value is calculated according to the extracted path so as to improve the channel estimation accuracy.

[続葉有]

WO 2009/078162 A1



SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(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,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(57) 要約: より正確なチャネル推定値の算出を可能とする新規のパイロット送信方法、当該パイロット送信方法を用いるMIMO送信装置、及び当該MIMO送信装置と通信を行うMIMO受信装置。MIMO送信装置(100)では、パイロット送信制御部(170)の制御によって位相調整処理部(130-1、130-2)が、並列パイロット信号に対して位相調整係数群を乗算することにより、パイロットの送信タイミングを調整する。パイロット送信制御部(170)は、パイロットの送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番を、偶数サブキャリアグループと奇数サブキャリアグループとで異ならせる。受信側では、送信アンテナ及びサブキャリアグループの各組み合わせごとにパス間干渉の影響を受けていないパスを抽出し、これに基づきチャネル推定値を算出することにより、チャネル推定精度を向上することができる。

明 細 書

パイロット送信方法、MIMO送信装置、及びMIMO受信装置 技術分野

[0001] 本発明は、パイロット送信方法、MIMO送信装置、及びMIMO受信装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、画像等の大容量データ通信を可能にする技術として、MIMO (Multiple-Input / Multiple-Output) 通信が注目されている。このMIMO通信では、送信側の複数のアンテナからそれぞれ異なる送信データ (サブストリーム) を送信し、受信側では伝搬路上で複数の送信データが混ざり合った受信データを元の送信データに分離する。この分離処理の際には、伝搬路推定値が必要となる。

[0003] 特許文献1には、OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing: 直交波周波数分割多重) 方式が適用されたMIMO通信システム (OFDM-MIMO通信システム) における、伝搬路推定方法に関する開示がある。

[0004] 同文献のOFDM-MIMO通信システムのMIMO送信装置側では、先ずパイロット信号系列生成部で生成された信号系列からOFDMシンボル (以下、「パイロットOFDMシンボル」と呼ぶことがある) が形成される。このパイロットOFDMシンボルは、全てのサブキャリアに同じ信号が重畳されるため、時間方向で見ると、波形インパルスとなる。そして、このパイロットOFDMシンボルは、アンテナ間で互いに異なるシフト量の巡回シフト処理が施されると共に、サイクリックプレフィックス (CP) が付加された後に、複数のアンテナから送信される。

[0005] OFDM-MIMO通信システムのMIMO受信装置側では、パイロットOFDMシンボルのうち、初期先頭位置からkサンプルの範囲が、実際にパイロットとして利用される。MIMO送信装置は、パイロットOFDMシンボルに対して巡回シフト処理を施すことにより、アンテナ間でパイロットを

kサンプルだけ時間的にずらして送っている。ここで、異なるアンテナから送信されたパイロットOFDMシンボル間で干渉が起こらないように、実際上、kサンプルは、最大マルチパス遅延時間以上に設定される。

[0006] 特許文献2には、上記した巡回シフト以外の波形インパルスをずらす方法が開示されている。図11に示すように送信アンテナ1では、すべてのサブキャリアで同じ信号が送信されている。そのため、上記したように送信OFDM信号は、時間方向の波形インパルスになる。一方、送信アンテナ2では、アンテナ1の波形インパルスに対してkサンプル遅延した波形インパルスが送信されている。m番目のサブキャリアに対して、位相調整係数群である、 $\exp(-2\pi km/N_{\text{sub}})$ を掛けることにより、波形インパルスをkサンプル遅延させることができる。なお、 N_{sub} は、トータルのFFTポイント数を意味する。

[0007] 以上のようにして送信されたパイロットOFDMシンボル（これに含まれる各アンテナのパイロットの送信タイミングがずらされている）を、MIMO受信装置は、受信して、まずCPを除去する。そして、MIMO受信装置は、CP除去後の受信パイロットOFDMシンボルから、先頭のkサンプル部分とそれ以降の部分とを抽出する。すなわち、MIMO受信装置は、先頭のkサンプル部分を送信アンテナ1のマルチパスと見なし、それ以降の部分をアンテナ2のマルチパスと見なし、各送信アンテナから送信されたパイロットの分離処理を行う。抽出された両部分は、それぞれFFT処理される。このような処理は、MIMO受信装置の各受信アンテナについて行われる。そして、送信アンテナ及び受信アンテナの全組み合わせについて求められたFFT処理の結果が、チャネル推定値の算出に用いられる。

特許文献1：特開2007-20072号公報

特許文献2：特開2006-197520号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、最大マルチパス遅延時間が長く、アンテナ間のパイロット

送信時間差を超えてしまうと、受信パイロットのオーバーラップが発生する。これにより、チャネル推定精度が劣化してしまう。すなわち、受信側のチャネル推定部による時間窓を用いた分離処理の際に、アンテナ1から送信されたパイロットを抽出するための時間窓は、上記したオーバーラップが発生しない通常時に合わせて設定されている。そのため、最大マルチパス遅延時間が長くなると、その時間窓ではアンテナ1に対応するパイロットに係るパスの全てを抽出することができない。また、遅延時間の長いパスは、アンテナ2から送信されたパイロットを抽出するための時間窓で抽出される。すなわち、パス干渉が生じてしまう。

[0009] ここで、送信アンテナの割当サンプル長、つまり上記した k サンプルは、OFDMシンボル以下という制限のもと、最大遅延時間に合わせて決定される。さらに、1つのOFDMシンボルにおいて、そこで送信されるパイロット間につけられる送信タイミング時間差 k の総計がCP長以下であるという制限もある。すなわち、MIMO送信装置のアンテナ数が多くなると、 k を少なくする必要がある。そのため、最大遅延時間がパイロット送信時間差を超える確率が高くなりパス干渉の発生頻度も増加するため、チャネル推定精度がさらに劣化してしまう。

[0010] 本発明の目的は、より正確なチャネル推定値の算出を可能とする新規のパイロット送信方法、当該パイロット送信方法を用いるMIMO送信装置、及び当該MIMO送信装置と通信を行うMIMO受信装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 本発明のパイロット送信方法は、インパルス波形のパイロットを送信するMIMO送信装置におけるパイロット送信方法であって、並列パイロット信号を形成する並列パイロット信号形成ステップと、前記並列パイロット信号に対して位相調整係数群を乗算することにより、前記パイロットの送信タイミングを調整する調整ステップと、前記送信タイミング調整されたパイロットをパイロット送信シンボル区間で複数の送信アンテナから送信する送信ス

テップと、を具備し、同一のパイロット送信シンボル区間において、前記パイロットの送信タイミングに従った前記複数の送信アンテナの順番が、サブキャリアグループ毎に異なる。

[0012] 本発明のMIMO送信装置は、インパルス波形のパイロットを送信するMIMO送信装置であって、並列パイロット信号を形成する並列パイロット信号形成手段と、位相調整手段を有し、当該位相調整手段において前記並列パイロット信号に対して位相調整係数群を乗算することにより送信タイミングを調整して、前記パイロットを複数の送信アンテナからパイロット送信シンボル区間で送信するパイロット送信手段と、を具備し、前記パイロット送信手段は、同一パイロット送信シンボル区間における、前記パイロットの送信タイミングに従った前記複数の送信アンテナの順番を、サブキャリアグループ毎に異ならせる構成を採る。

[0013] 本発明のMIMO受信装置は、同一のパイロット送信シンボル区間において、パイロットの送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番をサブキャリアグループ毎に異なるようにして送信されたパイロットシンボルを受信するMIMO受信装置であって、前記受信パイロットシンボルをサブキャリアグループ毎の成分に分離すると共に、各サブキャリアグループに対応するグループ遅延プロファイルを形成するグループ遅延プロファイル形成手段と、各グループ遅延プロファイルにおける先頭及び末尾の所定サンプルの部分遅延プロファイルを抽出する抽出手段と、抽出元のグループ遅延プロファイルが互いに異なる、先頭の部分遅延プロファイルと末尾の部分遅延プロファイルとを、基準を合わせて合成する合成手段と、前記合成手段にて得られた各送信アンテナに対応する合成遅延プロファイルに基づいて、チャンネル推定値を算出するチャンネル推定値算出手段と、を具備する構成を採る。

発明の効果

[0014] 本発明によれば、より正確なチャンネル推定値の算出を可能とする新規のパイロット送信方法、当該パイロット送信方法を用いるMIMO送信装置、及び当該MIMO送信装置と通信を行うMIMO受信装置を提供することがで

きる。

図面の簡単な説明

- [0015] [図1]従来の波形インパルスをずらす方法の説明に供する図
[図2]本発明の実施の形態1に係るMIMO送信装置の構成を示すブロック図
[図3]図2の位相調整処理部の構成を示すブロック図
[図4]実施の形態1に係るMIMO受信装置の構成を示すブロック図
[図5]位相調整処理部の処理の説明に供する図
[図6]実施の形態1のMIMO-OFDM通信システムの動作説明に供する図
[図7]実施の形態1に係るMIMO受信装置の動作説明に供する図
[図8]実施の形態2に係るMIMO受信装置の動作説明に供する図
[図9]実施の形態3に係るMIMO送信装置及びMIMO受信装置の動作説明に供する図
[図10]実施の形態4に係るMIMO送信装置及びMIMO受信装置の動作説明に供する図
[図11]実施の形態5に係るMIMO送信装置の動作説明に供する図
[図12]対比技術の説明に供する図
[図13]図12に示された送信順序でパイロットを送信した場合に受信側で得られる伝搬路推定値の品質傾向を示す図
[図14]図11に示された送信順序でパイロットを送信した場合に受信側で得られる伝搬路推定値の品質傾向を示す図

発明を実施するための最良の形態

- [0016] 以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。なお、実施の形態において、同一の構成要素には同一の符号を付し、その説明は重複するので省略する。

- [0017] (実施の形態1)

図2に示すように本実施の形態に係るMIMO-OFDM通信システムにおけるMIMO送信装置100は、パイロット信号生成部110と、S/P部120-1, 2と、位相調整処理部130-1, 2と、IFFT部140

- − 1, 2 と、CP 部 150− 1, 2 と、送信アンテナ 160− 1, 2 と、パイロット送信制御部 170 とを有する。なお、ここでは説明を簡単にするために送信アンテナが 2 本、つまり送信系統が 2 つの場合について説明する。
- [0018] パイロット信号生成部 110 は、パイロット信号系列を生成し、S/P 部 120 に出力する。パイロット信号生成部 110 は、シンボルタイミングに合わせて、パイロット信号を出力する。
- [0019] S/P 部 120 は、パイロット信号生成部 110 で生成されたパイロット信号系列を直並列変換し、得られた複数のパイロット並列信号を位相調整処理部 130 に出力する。複数のパイロット並列信号は、OFDM 信号のサブキャリアとそれぞれ対応している。
- [0020] 位相調整処理部 130− 1, 2 は、パイロット送信制御部 170 からの位相調整係数群を入力とし、サブキャリア毎の位相を調整する。位相調整処理部 130− 1, 2 は、OFDM 通信に用いられる複数のサブキャリアが分けられたサブキャリアグループ毎に位相調整係数群を乗算する。位相調整処理部 130− 1, 2 のそれぞれにおいて、サブキャリアグループに乗算される位相調整係数群は互いに異なる。また、同一パイロット OFDM シンボルにおいて、各サブキャリアグループに乗算されている位相調整係数群は、位相調整処理部 130− 1 と位相調整処理部 130− 2 とでは異なっている。
- [0021] 位相調整処理部 130− 1, 2 は、それぞれ図 3A、B に示す構成を有している。
- [0022] 位相調整処理部 130− 1 は、第 1 のサブキャリアグループの位相を調整する。ここでは、偶数番目のサブキャリア群が第 1 のサブキャリアグループを構成し、奇数番目のサブキャリア群が第 2 のサブキャリアグループを構成している。
- [0023] 位相調整処理部 130− 1 は、それぞれ枝番に対応するサブキャリアに位相調整係数を乗算する乗算器 132− 2, …, 2N を有する。なお、全サブキャリア数は、2N である。
- [0024] 一方、位相調整処理部 130− 2 は、第 2 のサブキャリアグループの位相

を調整する。位相調整処理部 130-2 は、乗算器 136-1, 3, ..., (2N-1) を有する。

[0025] なお、位相調整処理部 130-1 及び位相調整処理部 130-2 のそれぞれについて、乗算器で位相調整係数群が掛けられないサブキャリアが存在する。図 3 では、これらのサブキャリアに対応する乗算器を図示していないが、そのサブキャリアに対応する乗算器を設け、この乗算器で乗算される位相調整係数群が全て 1 である場合と等価である。

[0026] IFFT 部 140 は、位相調整後のサブキャリア信号を逆フーリエ変換することにより、OFDM 信号を形成する。なお、以上説明した S/P 部 120、位相調整処理部 130、及び IFFT 部 140 は、OFDM 生成部として機能する。そして、生成されたパイロット OFDM シンボルにおいては、上記した位相調整処理部 130 での処理により、サブキャリアグループ間で送信タイミングが k サンプルずらされている。

[0027] CP 部 150 は、IFFT 部 140 で形成された OFDM 信号にサイクリックプレフィックスを付加する。CP が付加された OFDM 信号は、所定の無線送信処理を施された後、送信アンテナ 160 を介して送信される。

[0028] パイロット送信制御部 170 は、位相調整係数群を位相調整処理部 130 に出力することにより、送信系統とサブキャリアグループとの各組み合わせに対応するパイロットの送信タイミングを制御する。

[0029] 図 4 に示すように本実施の形態に係る MIMO-OFDM 通信システムにおける MIMO 受信装置 200 は、複数の受信アンテナ（図示せず）のそれぞれに対応する無線受信部 210 と、各無線受信部 210 と対応する複数のチャネル推定部 220 と、信号分離部 230 とを有する。なお、ここでは説明を簡単にするために受信アンテナが 2 本、つまり受信系統が 2 つの場合について説明する。

[0030] 無線受信部 210-1, 2 は、それぞれが対応する受信アンテナにて受信された受信信号に、所定の無線受信処理（ダウンコンバート、A/D 変換など）を施すと共に CP を除去し、得られた信号をそれぞれが対応するチャネ

ル推定部 220-1, 2 に送出する。

- [0031] チャネル推定部 220-1, 2 は、それぞれが対応する無線受信部 210-1, 2 から受信 OFDM 信号を受け取り、この受信 OFDM 信号に含まれるパイロットを用いて、チャネル推定値を算出する。チャネル推定部 220-1, 2 は、それぞれが対応する受信アンテナと、MIMO 送信装置 100 の送信アンテナのそれぞれとの間の、各サブキャリアに関するチャネル推定値を算出する。
- [0032] 具体的には、チャネル推定部 220 は、グループ分離部 240 と、パス抽出部 250 と、プロファイル合成部 260 と、FFT 部 270 と、チャネル推定値算出部 280 とを有する。
- [0033] グループ分離部 240 は、受信 OFDM 信号をサブキャリアグループ毎の成分に分離すると共に、各サブキャリアグループに対応する遅延プロファイルを出力する。グループ分離部 240 は、FFT 部 241 と、それぞれがサブキャリアグループに対応する IFFT 部 243-1, 2 とを有する。
- [0034] FFT 部 241 は、受信パイロット OFDM シンボルを、フーリエ変換することにより時間信号から周波数信号に変換する。さらに、FFT 部 241 は、変換後の信号をサブキャリアグループに基づいて振り分ける。ここでは、偶数サブキャリアと奇数サブキャリアとでグループ分けされているので、FFT 部 241 は、奇数サブキャリアの信号を IFFT 部 243-1 に出力する一方、偶数サブキャリアの信号を IFFT 部 243-2 に出力する。
- [0035] IFFT 部 243-1, 2 は、入力信号を、逆フーリエ変換することにより周波数信号から時間信号に変換し、変換後の信号をパス抽出部 250 に出力する。ここで IFFT 部 243-1 から出力される信号は、奇数サブキャリアグループの遅延プロファイルである。また、IFFT 部 243-2 から出力される信号は、偶数サブキャリアグループの遅延プロファイルである。
- [0036] パス抽出部 250 は、入力遅延プロファイルから、パス干渉の影響を受けていないパスを予め設定されている時間窓を用いて抽出する。すなわち、パス抽出部 250 は、入力遅延プロファイルの一部（部分遅延プロファイル）

を抽出する。各サブキャリアグループに対応するパス抽出部250のペアが設けられている。パス抽出部250-1, 2からなるペアは、奇数サブキャリアグループに対応し、パス抽出部250-3, 4からなるペアは、偶数サブキャリアグループに対応する。そして各ペアを構成するパス抽出部250は、入力遅延プロファイルの前からkサンプル、及び、後ろからkサンプルをそれぞれ抽出する。パス抽出部250-1, 3は、前からkサンプルを抽出し、パス抽出部250-2, 4は後ろからkサンプルを抽出する。各パス抽出部250で抽出されたパスは、対応するプロファイル合成部260に入力される。

[0037] プロファイル合成部260は、部分遅延プロファイルを入力とし、それらを基準を合わせて合成する。合成遅延プロファイルは、FFT部270に入力される。

[0038] FFT部270は、入力する合成遅延プロファイルを、フーリエ変換することにより時間信号から周波数信号に変換し、得られた信号をチャンネル推定値算出部280に出力する。

[0039] チャンネル推定値算出部280は、FFT部270で得られたFFT処理結果を用いて、チャンネル推定値を算出する。

[0040] 上記した構成を有するMIMO-OFDM通信システムにおけるMIMO送信装置100及びMIMO受信装置200の動作について説明する。

[0041] MIMO送信装置100では、パイロット信号が直並列変換されて得られるパイロット並列信号がIFFT処理されることでパイロットOFDM信号が生成される。

[0042] MIMO送信装置100では、IFFT処理の前段で、位相調整処理部130-1, 2がサブキャリアグループ毎の位相調整を行う。具体的には、位相調整処理部130-1は、偶数サブキャリアグループに属するサブキャリア信号に対して位相調整係数群を乗算する。これにより、送信アンテナ160-1から送信されるパイロットOFDMシンボルに着目すると、偶数サブキャリアにおけるパイロットのインパルス波形は、奇数サブキャリアにおけ

るパイロットのインパルス波形より遅く送信される。すなわち、偶数サブキャリアのパイロット送信タイミングは、奇数サブキャリアのパイロット送信タイミングより k サンプル遅くなる。

[0043] 一方、位相調整処理部130-2は、奇数サブキャリアグループに属するサブキャリア信号に対して位相調整係数群を乗算する。これにより、送信アンテナ160-2から送信されるパイロットOFDMシンボルに着目すると、奇数サブキャリアにおけるパイロットのインパルス波形は、偶数サブキャリアにおけるパイロットのインパルス波形より遅く送信される。すなわち、奇数サブキャリアのパイロット送信タイミングは、偶数サブキャリアのパイロット送信タイミングより k サンプル遅くなる。

[0044] また、奇数サブキャリアグループに着目すると、図5に示すように送信アンテナ160-2から送信されるパイロットのインパルス波形は、送信アンテナ160-1から送信されるパイロットのインパルス波形より k サンプル遅く送信される。一方、偶数サブキャリアグループに着目すると、図5に示すように送信アンテナ160-1から送信されるパイロットのインパルス波形は、送信アンテナ160-2から送信されるパイロットのインパルス波形より k サンプル遅く送信される。

[0045] こうして奇数サブキャリアグループ及び偶数サブキャリアグループでは、いずれにおいても送信アンテナ間でパイロット送信タイミングが k サンプルずらされている。さらに、奇数サブキャリアグループと偶数サブキャリアグループとでは、送信アンテナのパイロット送信タイミングの順番が逆になっている。

[0046] こうして各送信系統で形成されたパイロットOFDMシンボルは、同一のパイロット送信シンボル区間で送信される。

[0047] このようにして送信されたパイロットOFDMシンボルは、図6に示すように複数のパスを経由した後に、MIMO受信装置200で受信される。

[0048] MIMO受信装置200は、受信信号に対して無線受信処理、CP除去を行った後に、受信OFDM信号をサブキャリアグループ毎の成分に分離する

と共に、各サブキャリアグループに対応する遅延プロファイルを形成する。このとき得られる奇数サブキャリアグループの遅延プロファイルが図7Aに示され、偶数サブキャリアグループの遅延プロファイルが図7Bに示される。

- [0049] ここで図7Aを見ると、送信アンテナ160-1から送信されたパイロットの最大遅延時間がkサンプルを超えているため、最大遅延パスが送信アンテナ160-2から送信されたパイロットとパス干渉を起こしている。これに対して、送信アンテナ160-1から送信されたパイロットのパスのうち先頭kサンプルの時間窓内に収まるパスは、パス干渉による影響を受けていない。さらに、送信アンテナ160-2から送信されたパイロットのパスのうち、後ろkサンプルの時間窓内に収まるパスも、パス干渉による影響を受けていない。そこで、先頭kサンプルの時間窓及び後ろkサンプルの時間窓を用いてパスを抽出することにより、パス干渉を受けていない部分遅延プロファイルを抽出することができる。
- [0050] 一方、図7Bを見ると、図7Aではパス干渉の影響を受けていたパスが、ここではパス干渉の影響を受けていないパスになっている。これは、送信側において偶数サブキャリアグループと奇数サブキャリアグループとで、アンテナのパイロット送信の順番を逆にしているためである。
- [0051] そしてパス抽出部250で抽出されたパス干渉の影響を受けていない部分遅延プロファイルを送信アンテナ毎に合成することにより、合成遅延プロファイルを得る（図7C参照）。
- [0052] このように本実施の形態によれば、インパルス波形のパイロットを送信するMIMO送信装置100では、パイロット送信制御部170の制御によって位相調整処理部130-1及び130-2が、並列パイロット信号に対して位相調整係数群を乗算することにより、パイロットの送信タイミングを調整する。パイロット送信制御部170は、パイロットの送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番を、偶数サブキャリアグループと奇数サブキャリアグループとで異ならせる。

- [0053] こうすることで、送信アンテナ及びサブキャリアグループの各組み合わせごとにパス間干渉の影響を受けるパス位置を変えることができる。そのため、受信側では、パス間干渉の影響を受けていないパスからなる部分遅延プロファイルを作成することにより、各送信アンテナから送信されたパイロットに対応する合成遅延プロファイルを形成することができる。この合成遅延プロファイルにはパス干渉の影響を受けているパスが排除されているので、この合成遅延プロファイルに基づいてチャネル推定値を算出することにより、チャネル推定精度を向上することができる。すなわち、より正確なチャネル推定値の算出を可能とするMIMO送信装置を実現することができる。
- [0054] MIMO送信装置100から送信されたパイロットを受信するMIMO受信装置200には、受信パイロットシンボルをサブキャリアグループ毎の成分に分離すると共に、各サブキャリアグループに対応するグループ遅延プロファイルを作成するグループ分離部240と、各グループ遅延プロファイルにおける先頭及び末尾の所定サンプルの部分遅延プロファイルを抽出する抽出手段としてのパス抽出部250と、抽出元のグループ遅延プロファイルが互いに異なる、先頭の部分遅延プロファイルと末尾の部分遅延プロファイルとを、基準を合わせて合成する合成手段としてのプロファイル合成部260と、プロファイル合成部260にて得られた各送信アンテナに対応する合成遅延プロファイルに基づいて、チャネル推定値を算出するチャネル推定値算出部280と、が設けられる。
- [0055] こうすることで、パス間干渉の影響を受けていないパスからなる部分遅延プロファイルを作成することにより、各送信アンテナから送信されたパイロットに対応する合成遅延プロファイルを作成することができる。この合成遅延プロファイルにはパス干渉の影響を受けているパスが排除されているので、この合成遅延プロファイルに基づいてチャネル推定値を算出することにより、チャネル推定精度を向上することができる。すなわち、より正確なチャネル推定値の算出を可能とするMIMO受信装置を実現することができる。
- [0056] なお、以上の説明においては、サブキャリアが奇数サブキャリアグループ

と偶数サブキャリアグループとに分けられる場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、他のグループ分け方法でもよい。

[0057] 例えば、送信アンテナが3本である場合には、サブキャリア番号を3で割ったときの余りによってグループ分けしてもよい。このとき第1の送信アンテナからは、第1、第2、第3のサブキャリアグループの順にパイロット送信し、第2の送信アンテナからは第3、第1、第2のサブキャリアグループの順にパイロットを送信し、第3のアンテナからは第2、第3、第1のサブキャリアグループの順にパイロットを送信すればよい。

[0058] すなわち、同一のパイロット送信シンボル区間において、パイロットの送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番が、サブキャリアグループ毎に異なっていればよい。

[0059] こうすることにより、各サブキャリアグループで送信されるパイロットはいずれかの送信アンテナで順番が先頭又は末尾となるので、上記したように受信側でパイロットOFDMシンボルの先頭及び末尾の所定サンプルを抽出することにより、パス干渉の影響を受けていない部分遅延プロファイルを抽出することができる。

[0060] 例えば、受信アンテナが3本である場合には、図4に示される構成に、パス抽出部のペア、プロファイル合成部、及びFFT部が1つずつ追加される。

[0061] なお、以上の説明においては、対応サブキャリアで送信されるパイロットの送信タイミングを送信アンテナ毎に変える場合について説明を行った。しかしながら、一のパイロット送信シンボル区間においては、送信アンテナ毎にパイロットの送信タイミングを異ならせると共に、連続する複数のパイロット送信シンボル区間においては、パイロット送信タイミングに従って並べた送信アンテナの順番がパイロット送信シンボル間で異ならせてもよい。すなわち、時間方向でパイロット送信タイミングをずらしてもよい。これによっても、本実施の形態と同様の効果を得ることができる。ただし、本実施の形態のように周波数方向でパイロット送信タイミングをずらすことにより、

すべての送信順序パターンを短時間で実行できるので、パイロット送信効率を向上することができる。

[0062] (実施の形態 2)

実施の形態 1 では、送信側でパイロット間につけられた送信時間差と同じ時間長の時間窓を用いてパスを抽出し、抽出された部分遅延プロファイルを作成することにより、合成遅延プロファイルを作成している。すなわち、実施の形態では、選択合成処理が行われている。これに対して、実施の形態 2 では、送信側でパイロット間につけられる送信時間差よりも長い時間長の時間窓を用いてパスを抽出し、抽出された部分遅延プロファイルを基準を合わせて合成する際に、同位置に現れるパスを電力合成することにより合成遅延プロファイルを作成する。これにより、SNRを向上することができる。なお、本実施の形態に係るMIMO受信装置の構成は、実施の形態 1 の場合と同様なので、図 4 の構成ブロック図を用いて説明する。

[0063] パス抽出部 250 は、入力遅延プロファイルから、各送信アンテナから送信されたパイロットの先頭のパスから末尾のパスまで含めることができる時間窓を用いてパスを抽出する。

[0064] 具体的には、パス抽出部 250-1 は、図 8 A に示すような時間窓で、送信アンテナ 160-1 から送信された奇数サブキャリアグループのパイロットに係る、先頭パスから末尾パスまで抽出する。すなわち、パス抽出部 250-1 は、パイロット OFDM シンボルの先頭から $k + \alpha$ の時間幅を持つ時間窓でパスを抽出する。なお、 α は、当初見込まれた最大遅延時間 k よりも長くなってしまった時間に相当する。ここで抽出されたパスの中には、送信アンテナ 160-2 から送信されたパイロットのパスも含まれる。

[0065] また、パス抽出部 250-2 は、図 8 B に示すような時間窓で、送信アンテナ 160-1 から送信された偶数サブキャリアグループのパイロットに係る、先頭パスから末尾パスまで抽出する。すなわち、パス抽出部 250-2 は、パイロット OFDM シンボルの K サンプル目から $K + \alpha$ の時間幅を持つ時間窓でパスを抽出する。

- [0066] パス抽出部 250-3 はパス抽出部 250-2 と同じ時間窓を用いる一方、パス抽出部 250-4 はパス抽出部 250-1 と同じ時間窓を用いる。
- [0067] プロファイル合成部 260 は、入力される複数の抽出遅延プロファイルを、基準を合わせて合成する。このとき、図 8 C に示すように両抽出遅延プロファイルで同位置に現れるパスを電力合成すると共に、一方の抽出遅延プロファイルにしか現れない位置のパスを切り捨てる。こうして合成遅延プロファイルには、所望のサブキャリアグループのパスのみが残り、さらにそのパスは電力合成されている。従って SNR を向上することができる。
- [0068] (実施の形態 3)
- 実施の形態 3 では、第 1 のフレームと第 2 のフレームとで、パイロットの送信タイミングの時間差が異なる。なお、本実施の形態に係る MIMO 送信装置及び MIMO 受信装置の構成は、実施の形態 1 の場合と同様なので、図 2 及び図 4 の構成ブロック図を用いて説明する。
- [0069] パイロット送信制御部 170 は、第 1 のフレームと第 2 のフレームとで、互いに異なる位相調整係数群を位相調整処理部 130 に出力する。これにより、フレーム間で、パイロットにつけられる送信時間差を変更することができる。
- [0070] 例えば、図 9 に示すように、フレーム 1 では送信アンテナ間でパイロット送信タイミングが k サンプルずらされている一方、フレーム 2 では $k+n$ サンプルずらされている。
- [0071] ここで図 9 に示すようにフレーム 1 において、合成遅延プロファイルを作成する際に、異なる送信アンテナから送信されたパイロットのパスがたまたま重なってしまう場合がある。このとき、フレーム 1 では干渉パスである送信アンテナ 160-2 に対応するパスが、送信アンテナ 160-1 に対応する合成遅延プロファイルに含まれてしまうので、チャンネル推定精度が劣化する。
- [0072] しかしながら、本実施の形態では、フレーム間で、送信アンテナ 160-1 から送信されるパイロットと、送信アンテナ 160-2 から送信されるパ

パイロットとの間につけられる送信タイミングの時間差を変更する。これにより、異なる送信アンテナから送信されたパイロットのパスが恒常的に重なる状況を回避することができる。そして、複数フレームに亘りチャンネル推定値を平均化することにより、パス干渉の影響が低減されたチャンネル推定値が得られる。これにより、チャンネル推定精度を向上することができる。なお、パスが重なっていないフレームで得られた、干渉パスの影響がないチャンネル推定値を用いることによっても、チャンネル推定精度を向上することができる。

[0073] (実施の形態 4)

実施の形態 3 では、一のフレームにおいて、送信アンテナ間、及び、同一送信アンテナのサブキャリアグループ間のいずれにおいても、パイロットの送信タイミングの送信時間差は一定である。これに対して、実施の形態 4 では、一のフレームにおいて、偶数サブキャリアグループと奇数サブキャリアグループとで、異なる送信アンテナから送信されるパイロット間につけられる送信タイミングの時間差が異なる。

[0074] パイロット送信制御部 170 は、第 1 のフレームと第 2 のフレームとで、互いに異なる位相調整係数群を位相調整処理部 130 に出力する。さらに、パイロット送信制御部 170 は、同一フレームにおいても、位相調整処理部 130-1 及び位相調整処理部 130-2 に、異なる位相調整係数群をそれぞれ出力する。これにより、第 1 及び第 2 のフレームのそれぞれにおいて、送信アンテナ 160-1 から送信されるパイロットと送信アンテナ 160-2 から送信されるパイロットとの間の、送信タイミングの時間差を異ならせることができると共に、第 1 及び第 2 のフレーム間で、各サブキャリアグループにおいて異なる送信アンテナのパイロット間につけられる送信タイミングの時間差を異ならせることができる。

[0075] 例えば、図 10 に示すようにフレーム 1 において、奇数サブキャリアグループでは異なる送信アンテナのパイロット間でパイロット送信タイミングが k サンプルずらされている一方、偶数サブキャリアグループでは $k + n$ サンプルずらされている。

- [0076] また、フレーム2では、逆に、奇数サブキャリアグループでは異なる送信アンテナのパイロット間でパイロット送信タイミングが $k+n$ サンプルずらされている一方、偶数サブキャリアグループでは k サンプルずらされている。
- [0077] ここで図10に示すようにフレーム1において、合成遅延プロファイルを作成する際に、異なる送信アンテナから送信されたパイロットのパスがたまたま重なってしまう場合がある。このとき、フレーム1では干渉パスである送信アンテナ160-2に対応するパスが、送信アンテナ160-1に対応する合成遅延プロファイルに含まれてしまうので、チャンネル推定精度が劣化する。
- [0078] しかし、上記したような本実施の形態によっても、実施の形態3と同様に、チャンネル推定精度を向上することができる。
- [0079] (実施の形態5)
- 実施の形態5は、MIMO送信装置が送信アンテナを3本以上有する場合に関する。すなわち、実施の形態5に係るMIMO送信装置は、S/P部、位相調整処理部、IFFT部、及びCP部（それぞれMIMO送信装置100における、S/P部120、位相調整処理部130、IFFT部140、及びCP部150に対応）からなる送信処理系を3つ以上並列に有している。
- [0080] 実施の形態5に係るMIMO送信装置は、MIMO送信装置100と同様に、同一のパイロット送信シンボル区間において、パイロット送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番がサブキャリアグループ毎に異なるように、パイロットを送信する。
- [0081] 具体的には、実施の形態5に係るMIMO送信装置は、パイロット送信シンボル区間（例えば、1OFDMシンボル）において、パイロット送信タイミングに従った複数の送信アンテナの順番が偶数サブキャリアグループと奇数サブキャリアグループとで逆となるように、パイロットを送信する。
- [0082] ただし、実施の形態5に係るMIMO送信装置は、第1のパイロット送信

シンボル区間における先頭送信アンテナと末尾送信アンテナに係るアンテナペアと、第1のパイロット送信シンボル区間と最も近い第2のパイロット送信区間における先頭送信アンテナと末尾送信アンテナとのアンテナペアとが異なるように、パイロットを送信する。

[0083] 図11は、実施の形態5に係るMIMO送信装置の動作説明に供する図である。図11では、MIMO送信装置が送信アンテナを4本(Tx1、Tx2、Tx3、Tx4)有する場合のパイロット送信状況が示されている。

[0084] 図11に示すように、第1のパイロット送信シンボル区間では、奇数サブキャリアグループでのパイロット送信タイミングの順番は、Tx1、Tx2、Tx3、Tx4であり、偶数サブキャリアグループでのパイロット送信タイミングの順番は、Tx4、Tx3、Tx2、Tx1である。一方、第2のパイロット送信シンボル区間では、奇数サブキャリアグループでのパイロット送信タイミングの順番は、Tx2、Tx1、Tx4、Tx3であり、偶数サブキャリアグループでのパイロット送信タイミングの順番は、Tx3、Tx4、Tx1、Tx2である。

[0085] すなわち、第1のパイロット送信シンボル区間における先頭送信アンテナ及び末尾送信アンテナのアンテナペアはTx1、Tx4からなり、一方、第2のパイロット送信シンボル区間における先頭送信アンテナ及び末尾送信アンテナのアンテナペアは、Tx1、Tx4以外のTx2、Tx3からなる。

[0086] (対比技術)

まず、上述したように、先頭送信アンテナから送信されたパイロット信号は、それ以前に送信された信号からの干渉を受けず、また、末尾送信アンテナから送信されたパイロット信号は、それ移行に送信された信号からの干渉を受けない。一方、先頭送信アンテナ及び末尾送信アンテナ以外の送信アンテナから送信されたパイロット信号は、直前直後に送信された信号から干渉を受ける可能性がある。

[0087] 図12は、対比技術の説明に供する図である。例えば、図12に示すようなパイロット送信タイミングに関するアンテナ順序でパイロットが送信され

た場合、 $T \times 1$ は、奇数サブキャリアグループでは先頭送信アンテナであり、偶数サブキャリアグループでは末尾送信アンテナである。従って、受信側は、 $T \times 1$ から送信されたパイロットに関しては、パス干渉の影響が排除された合成遅延プロファイルを形成することができる。しかしながら、他の送信アンテナは、奇数サブキャリアグループ及び偶数サブキャリアグループの少なくとも一方で先頭及び末尾以外の送信アンテナとなっている。従って、これらの送信アンテナ ($T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$) については、 $T \times 1$ と異なり、パス干渉の影響が排除された合成遅延プロファイルを形成することができない。

[0088] 図13は、図12に示された送信順序でパイロットを送信した場合に受信側で得られる伝搬路推定値の品質傾向を示す図である。図13に示すように $T \times 1$ 、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ から送信されたパイロットは、前後の少なくとも一方のパイロットからの干渉を受ける。従って、奇数サブキャリアグループで送信されたパイロット又は偶数サブキャリアグループで送信されたパイロットを用いることで得られる伝搬路推定値の精度は、 $T \times 1$ 、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ のいずれに関しても良くない。

[0089] ただし、合成遅延プロファイルに基づいてチャネル推定値を算出すると、 $T \times 1$ に関しては、伝搬路推定精度が向上する。しかしながら、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ に関しては、 $T \times 1$ と比べて、伝搬路推定精度が向上しない。

[0090] これに対して、本実施の形態に係るMIMO送信装置によれば、 $T \times 1$ 、 $T \times 2$ 、 $T \times 3$ 、 $T \times 4$ のいずれに関しても、伝搬路推定精度が向上する。図14は、図11に示された送信順序でパイロットを送信した場合に受信側で得られる伝搬路推定値の品質傾向を示す図である。

[0091] すなわち、第1のパイロット送信シンボル区間では、 $T \times 1$ 及び $T \times 4$ が先頭送信アンテナ及び末尾送信アンテナのアンテナペアとなっているので、合成遅延プロファイルに基づいて算出されるチャネル推定値の精度は向上する。また、第2のパイロット送信シンボル区間では、 $T \times 2$ 及び $T \times 3$ が先頭送信アンテナ及び末尾送信アンテナのアンテナペアとなっているので、合

成遅延プロファイルに基づいて算出されるチャネル推定値の精度は向上する。従って、第1のパイロット送信シンボル区間及び第2のパイロット送信シンボル区間の全体では、いずれの送信アンテナに関してもチャネル推定値の精度が向上する。

[0092] 以上のように本実施の形態によれば、MIMO送信装置が、第1のパイロット送信シンボル区間における先頭送信アンテナと末尾送信アンテナに係るアンテナペアと、第2のパイロット送信区間における先頭送信アンテナと末尾送信アンテナとのアンテナペアとが異なるようにパイロットを送信する。

[0093] こうすることで、送信アンテナの数が増えた場合にも、チャネル推定精度を向上することができる。

[0094] 2007年12月14日出願の特願2007-323463の日本出願及び2008年8月26日出願の特願2008-216920に含まれる明細書、図面および要約書の開示内容は、すべて本願に援用される。

産業上の利用可能性

[0095] 本発明のパイロット送信方法、MIMO送信装置、及びMIMO受信装置は、より正確なチャネル推定値の算出を可能とするものとして有用である。

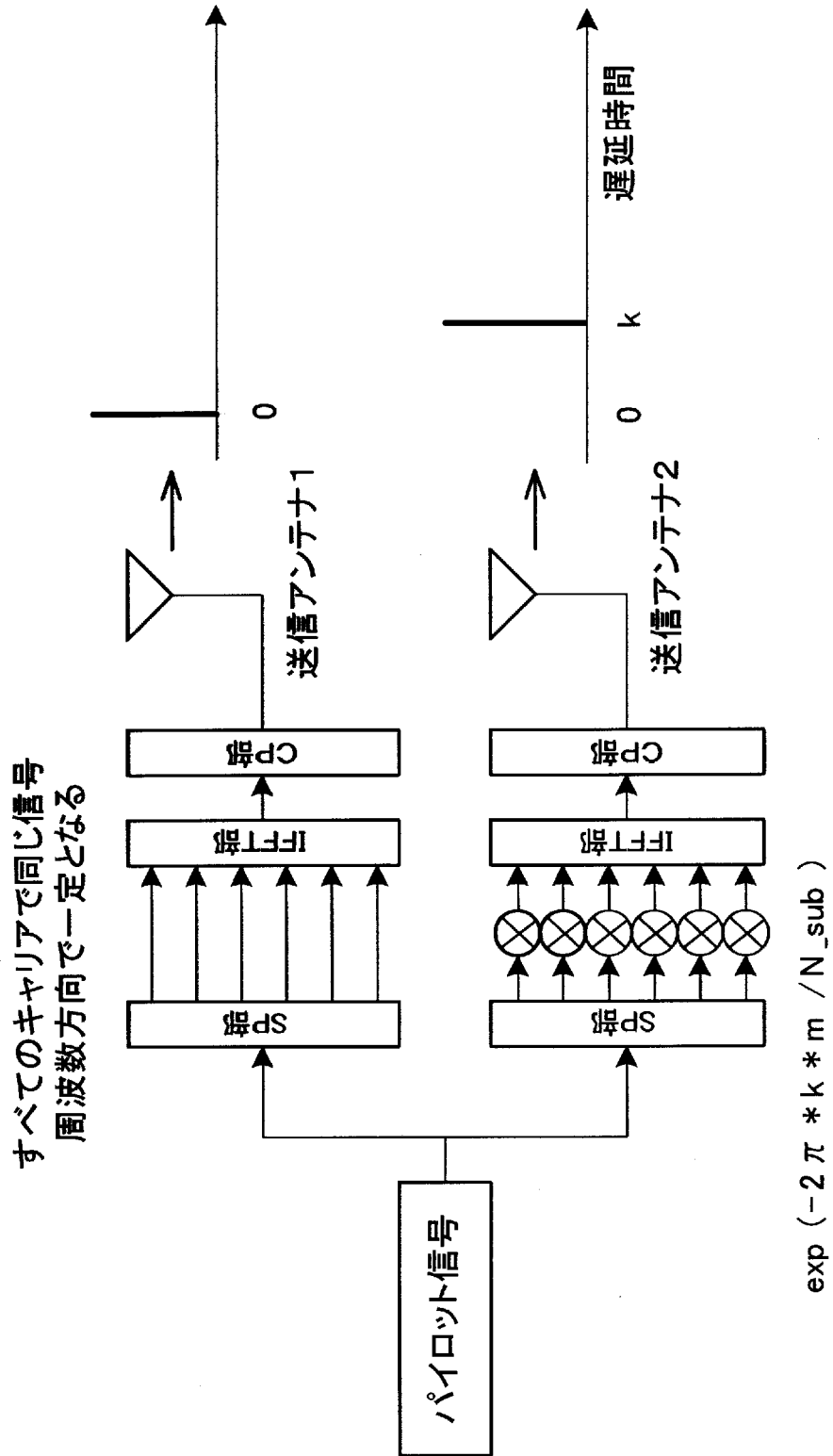
請求の範囲

- [1] インパルス波形のパイロットを送信するMIMO送信装置におけるパイロット送信方法であって、
並列パイロット信号を形成する並列パイロット信号形成ステップと、
前記並列パイロット信号に対して位相調整係数群を乗算することにより、
前記パイロットの送信タイミングを調整する調整ステップと、
前記送信タイミング調整されたパイロットをパイロット送信シンボル区間で複数の送信アンテナから送信する送信ステップと、
を具備し、
同一のパイロット送信シンボル区間において、前記パイロットの送信タイミングに従った前記複数の送信アンテナの順番が、サブキャリアグループ毎に異なる、パイロット送信方法。
- [2] 第1のサブキャリアグループでは第1の送信アンテナからより第2の送信アンテナから前記パイロットが早いタイミングで送信されると共に、第2のサブキャリアグループではその逆の順序で前記パイロットが送信される、請求項1に記載のパイロット送信方法。
- [3] 前記第1及び第2のサブキャリアグループは、それぞれ奇数サブキャリアグループ及び偶数サブキャリアグループである、請求項2に記載のパイロット送信方法。
- [4] 各サブキャリアグループにおいて前記第1及び第2の送信アンテナから送信されるパイロットの間につけられる送信タイミングの時間差が、第1及び第2のフレーム間で異なる、請求項2に記載のパイロット送信方法。
- [5] 同一フレームにおいて前記第1及び第2の送信アンテナから送信されるパイロットの間につけられる送信タイミングの時間差が、前記第1及び第2のサブキャリアグループ間で異なる、請求項2に記載のパイロット送信方法。
- [6] 前記順番が先頭及び末尾の送信アンテナからなるアンテナペアが、第1のパイロット送信シンボル区間と第2のパイロット送信区間とで異なる、請求項2に記載のパイロット送信方法。

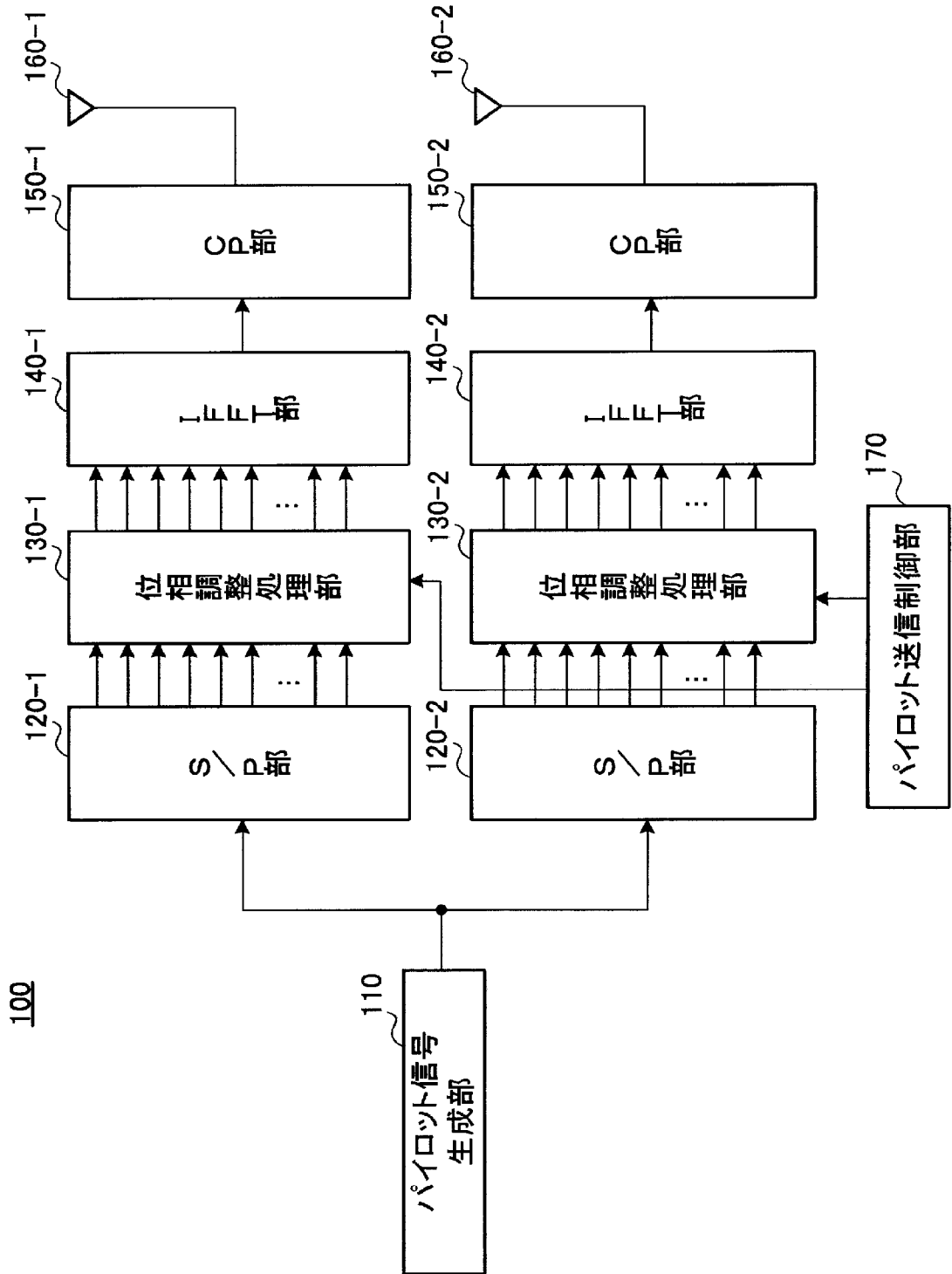
- [7] インパルス波形のパイロットを送信するMIMO送信装置であって、
並列パイロット信号を形成する並列パイロット信号形成手段と、
位相調整手段を有し、当該位相調整手段において前記並列パイロット信号
に対して位相調整係数群を乗算することにより送信タイミングを調整して、
前記パイロットを複数の送信アンテナからパイロット送信シンボル区間で送
信するパイロット送信手段と、
を具備し、
前記パイロット送信手段は、
同一パイロット送信シンボル区間における、前記パイロットの送信タイミ
ングに従った前記複数の送信アンテナの順番を、サブキャリアグループ毎に
異ならせる、MIMO送信装置。
- [8] 前記パイロット送信手段は、
第1のサブキャリアグループでは第1の送信アンテナからより第2の送信
アンテナから前記パイロットを早いタイミングで送信すると共に、第2のサ
ブキャリアグループではその逆の順序で前記パイロットを送信する、請求項
7に記載のMIMO送信装置。
- [9] 前記第1及び第2のサブキャリアグループは、それぞれ奇数サブキャリア
グループ及び偶数サブキャリアグループである、請求項8に記載のMIMO
送信装置。
- [10] 前記パイロット送信手段は、
各サブキャリアグループにおいて前記第1及び第2の送信アンテナから送
信されるパイロットの間につけられる送信タイミングの時間差を、第1及び
第2のフレーム間で異ならせる、請求項8に記載のMIMO送信装置。
- [11] 前記パイロット送信手段は、
同一フレームにおいて前記第1及び第2の送信アンテナから送信されるパ
イロットの間につけられる送信タイミングの時間差を、前記第1及び第2の
サブキャリアグループ間で異ならせる、請求項8に記載のMIMO送信装置
。

- [12] 前記パイロット送信手段は、
前記順番が先頭及び末尾の送信アンテナからなるアンテナペアを、第1の
パイロット送信シンボル区間と第2のパイロット送信区間とで異ならせる、
請求項8に記載のMIMO送信装置。
- [13] 同一のパイロット送信シンボル区間において、パイロットの送信タイミン
グに従った複数の送信アンテナの順番をサブキャリアグループ毎に異なるよ
うにして送信されたパイロットシンボルを受信するMIMO受信装置であっ
て、
前記受信パイロットシンボルをサブキャリアグループ毎の成分に分離する
と共に、各サブキャリアグループに対応するグループ遅延プロファイルを形
成するグループ遅延プロファイル形成手段と、
各グループ遅延プロファイルにおける先頭及び末尾の所定サンプルの部分
遅延プロファイルを抽出する抽出手段と、
抽出元のグループ遅延プロファイルが互いに異なる、先頭の部分遅延プロ
ファイルと末尾の部分遅延プロファイルとを、基準を合わせて合成する合成
手段と、
前記合成手段にて得られた各送信アンテナに対応する合成遅延プロファイ
ルに基づいて、チャンネル推定値を算出するチャンネル推定値算出手段と、
を具備するMIMO受信装置。
- [14] 前記合成手段は、両部分遅延プロファイルにおいて同一位置に現れるパス
を電力合成すると共に、いずれか一方の部分遅延プロファイルにのみ現れる
パスを除去する、請求項13に記載のMIMO受信装置。

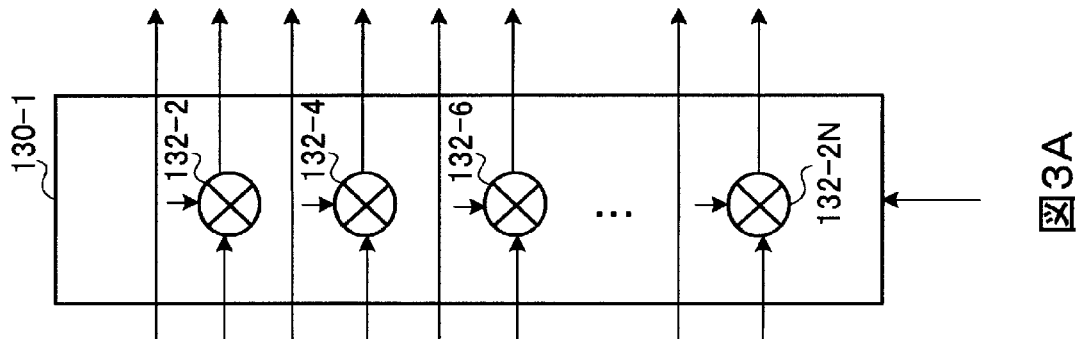
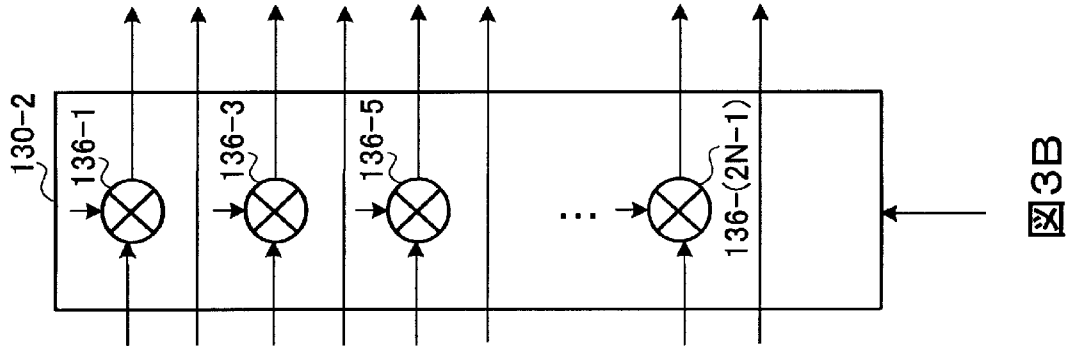
[図1]



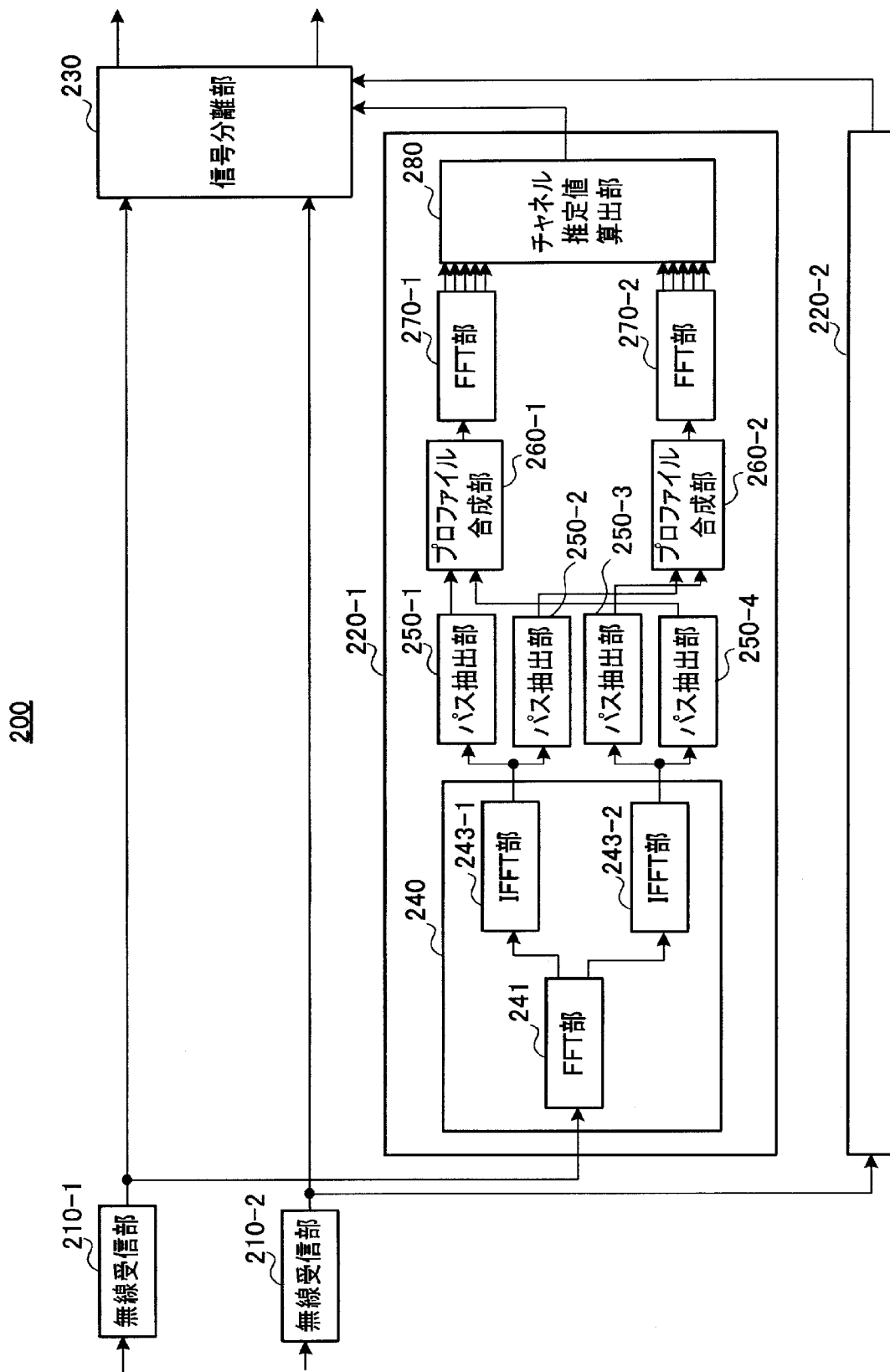
[図2]



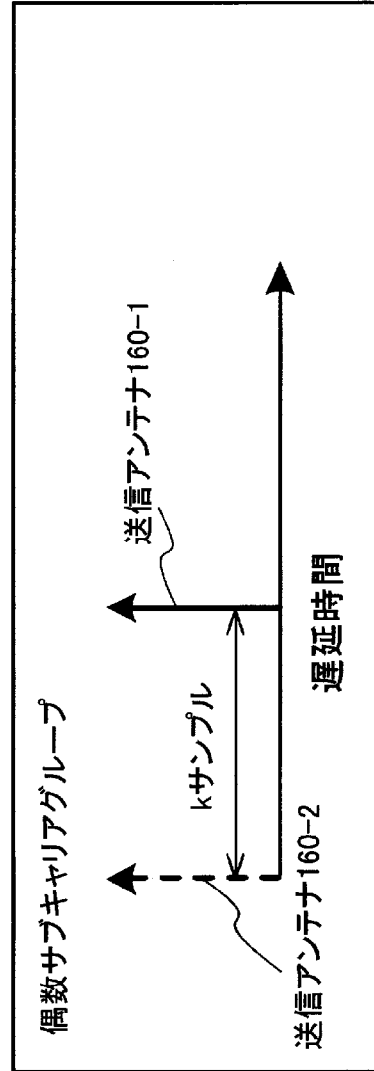
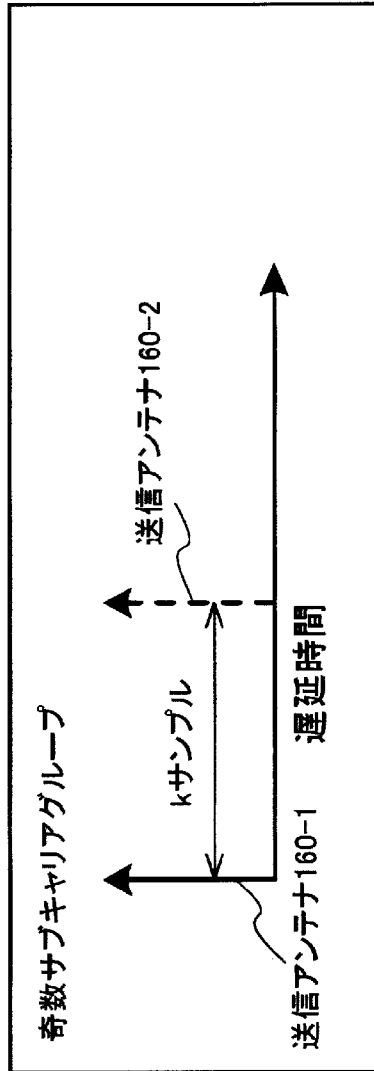
[図3]



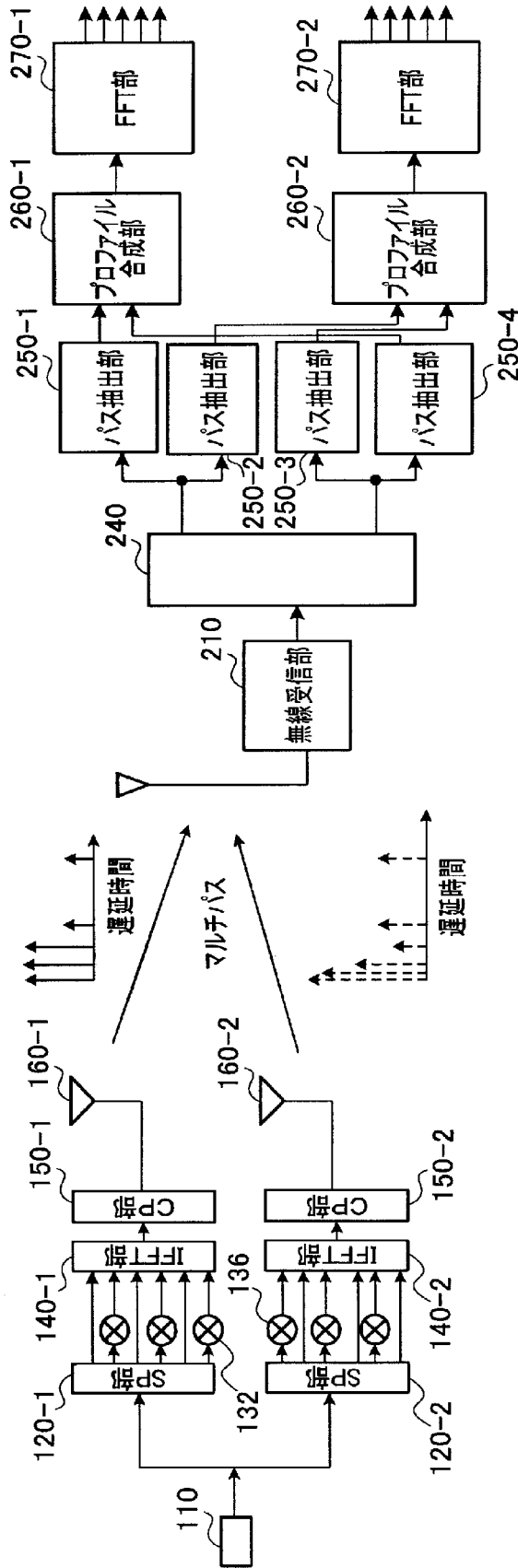
[図4]



[図5]



[図6]



[図7]

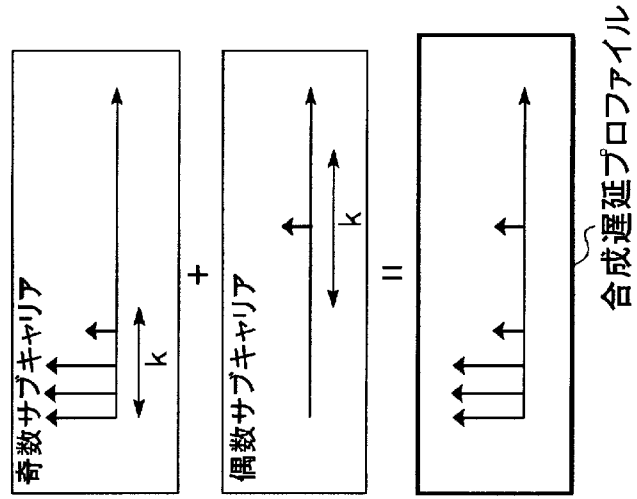


図7C

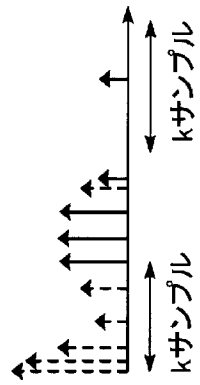


図7B

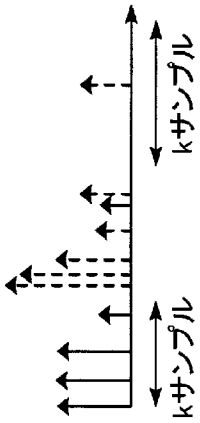


図7A

[図8]

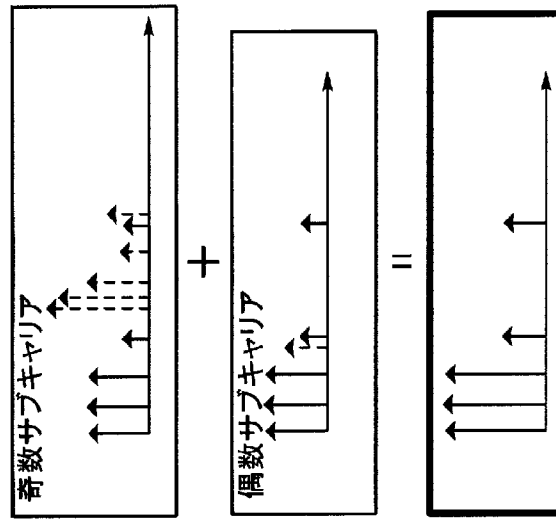


図8C

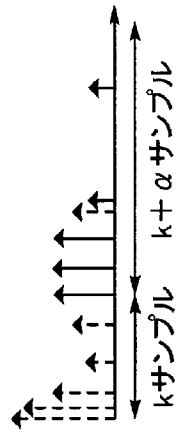


図8B

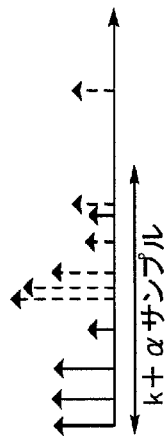
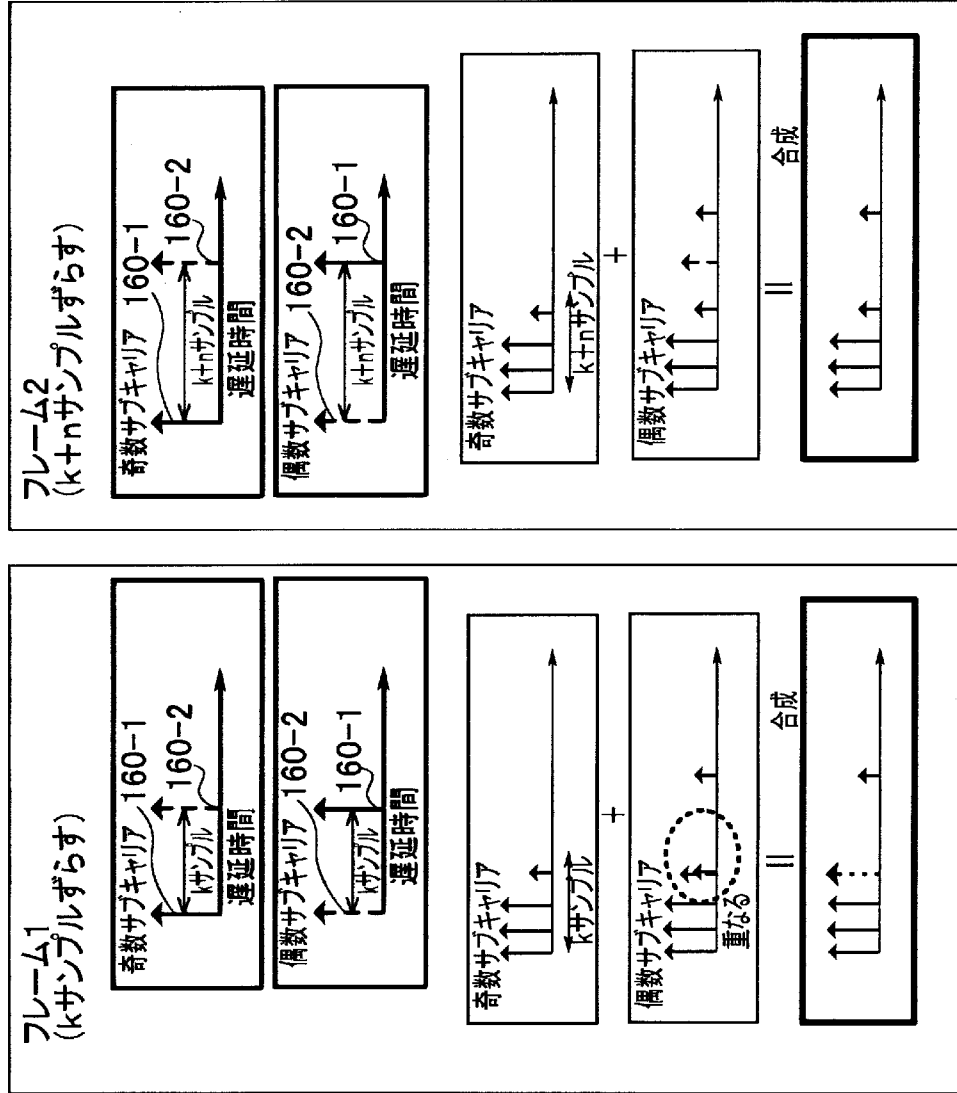
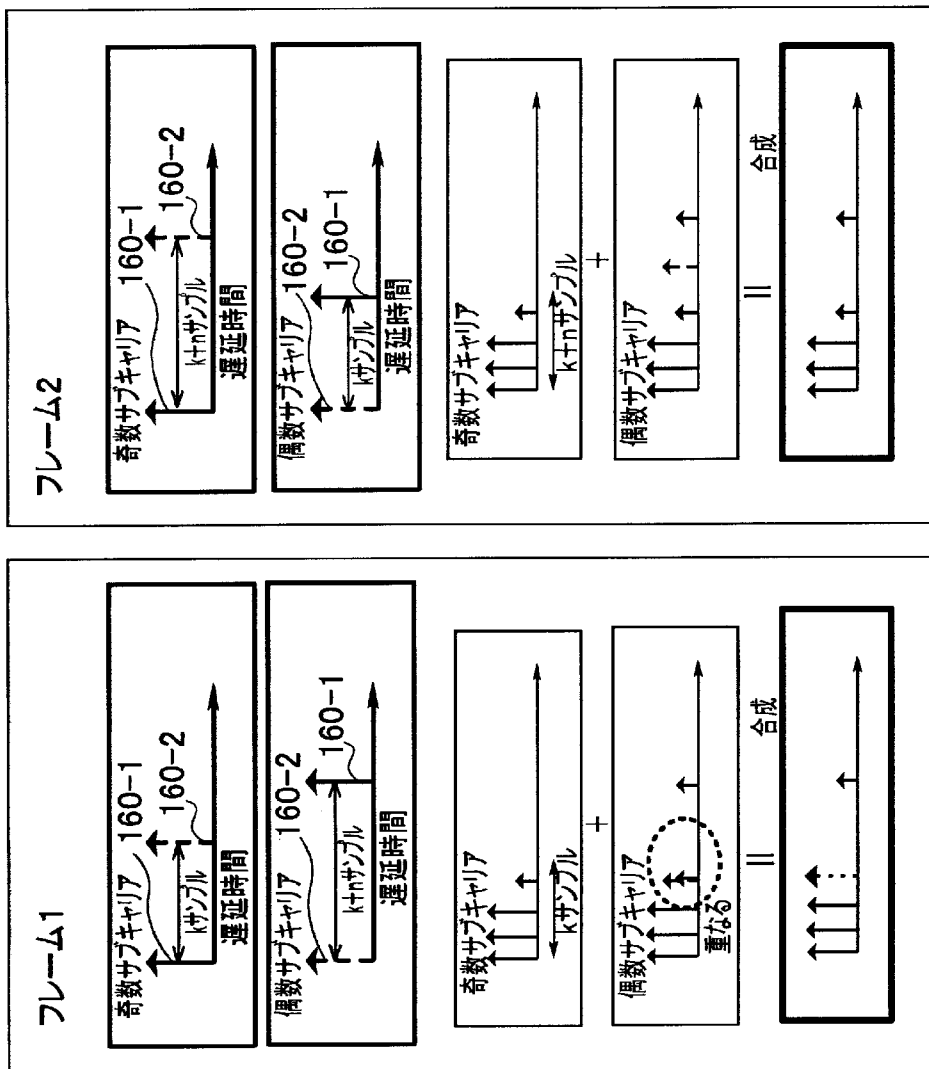


図8A

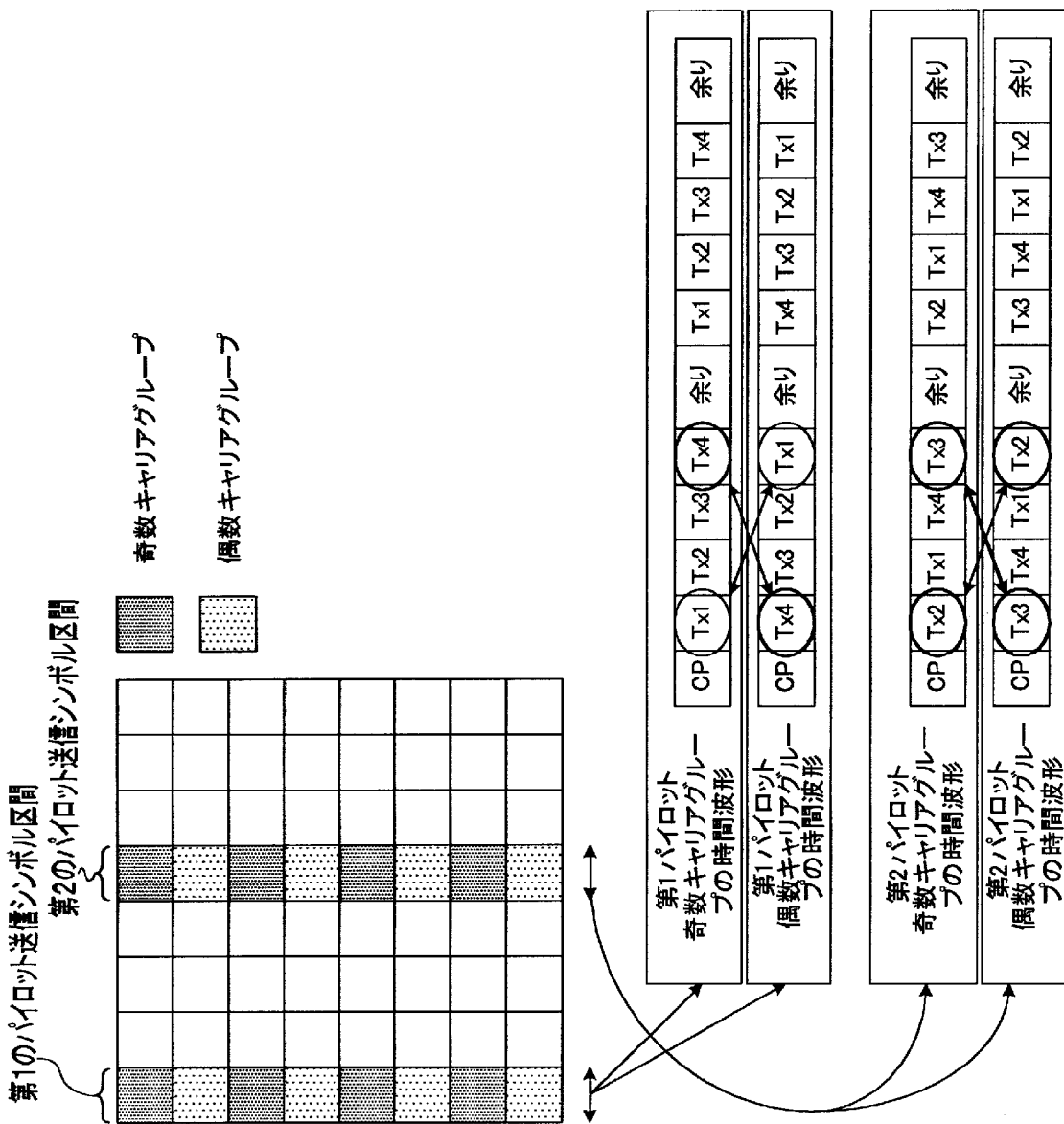
[図9]



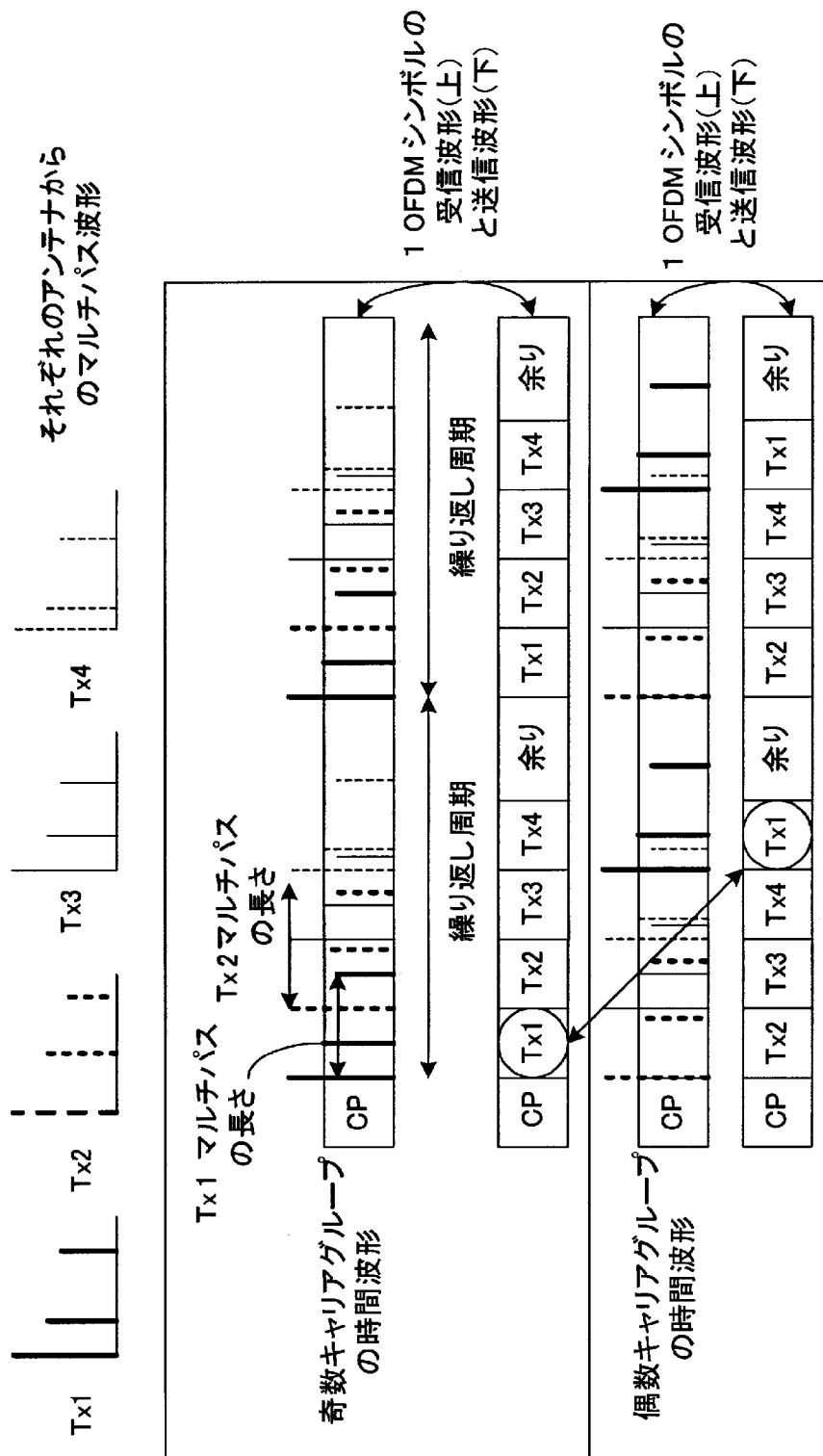
[図10]



[図11]



[図12]



[図13]

	Tx 1	Tx 2	Tx 3	Tx 4
奇数 キャリア	X	X	X	X
偶数 キャリア	X	X	X	X
合成後	○	△	△	△

[図14]

	Tx 1	Tx 2	Tx 3	Tx 4
第1のパイロット 送信シンボル区間	奇数 キャリア	X	X	X
	偶数 キャリア	X	X	X
	合成後	△	△	○
第2のパイロット 送信シンボル区間	奇数 キャリア	X	X	X
	偶数 キャリア	X	X	X
	合成後	△	○	△
すべての合成	○	○	○	○

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2008/003751

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04J99/00(2009.01) i, H04B7/04(2006.01) i, H04J11/00(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)
H04J99/00, H04B7/04, H04J11/00

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2007-020072 A (Sharp Corp.), 25 January, 2007 (25.01.07), Par. Nos. [0111] to [0124]; Figs. 15 to 16 (Family: none)	1, 7 2-6, 8-14
A	WO 2007/049768 A1 (Sharp Corp.), 03 May, 2007 (03.05.07), Full text; all drawings & EP 1950900 A1	1-14
A	NTT DoCoMo, Channel Dependent Scheduling with Cyclic Delay Diversity, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #45 R1-061192, 2006.05.08, pp.1-5	1-14

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

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 26 February, 2009 (26.02.09)	Date of mailing of the international search report 10 March, 2009 (10.03.09)
---	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003751

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Yusuke ASAI et al., "MIMO-OFDM Fukusukyoku Soshin Diversity ni Okeru Junkai Shift Chien no Tekiyo", The 2007 IEICE Communications Society Conference Koen Ronbunshu 1, 29 August, 2007 (29.08.07), page 442, B-5-120	1-14
A	Sharp, Performance Comparison between the Conventional CDD and a Sub-carrier Grouping CDD scheme for the common control channel, 3GPP TSG-RAN WG1#47bis R1-070218, 2007.01.15, pp.1-11	1-14
A	KDDI, Transmit Diversity for L1/L2 Control Channel with CDM Based Multiplexing, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #48bis R1-071710, 2007.03.26, pp.1-3	1-14
P,A	JP 2008-236417 A (KDDI Corp.), 02 October, 2008 (02.10.08), Par. Nos. [0015] to [0022] (Family: none)	1-14
A	Samsung, Further Details on Adaptive Cyclic Delay Diversity Scheme, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #42bis R1-051046, 2005.10.10, pp.1-8	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. H04J99/00(2009.01)i, H04B7/04(2006.01)i, H04J11/00(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 (IPC))
 Int.Cl. H04J99/00, H04B7/04, H04J11/00

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2009年
日本国実用新案登録公報	1996-2009年
日本国登録実用新案公報	1994-2009年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2007-020072 A (シャープ株式会社) 2007.01.25, 段落【0111】-【0124】、図15-16 (ファミリーなし)	1,7 2-6,8-14
A	WO 2007/049768 A1 (シャープ株式会社) 2007.05.03, 全文、全図 & EP 1950900 A1	1-14
A	NTT DoCoMo, Channel Dependent Scheduling with Cyclic Delay Diversity, 3GPP TSG-RAN WG1 Meeting #45 R1-061192, 2006.05.08, pp.1-5	1-14

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	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 26.02.2009	国際調査報告の発送日 10.03.2009
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 富澤 哲生 電話番号 03-3581-1101 内線 3556
	5K 3861

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	浅井裕介 他, MIMO-OFDM 複数局送信ダイバーシチにおける巡回シフト遅延の適用, 電子情報通信学会 2007年通信ソサイエティ大会講演論文集 1, 2007.08.29, p.442, B-5-120	1-14
A	Sharp, Performance Comparison between the Conventional CDD and a Sub-carrier Grouping CDD scheme for the common control channel, 3GPP TSG-RAN WG1#47bis R1-070218, 2007.01.15, pp.1-11	1-14
A	KDDI, Transmit Diversity for L1/L2 Control Channel with CDM Based Multiplexing, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #48bis R1-071710, 2007.03.26, pp.1-3	1-14
P, A	JP 2008-236417 A (KDDI 株式会社) 2008.10.02, 段落【0015】 - 【0022】 (ファミリーなし)	1-14
A	Samsung, Further Details on Adaptive Cyclic Delay Diversity Scheme, 3GPP TSG RAN WG1 Meeting #42bis R1-051046, 2005.10.10, pp.1-8	1-14