(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 8 月 30 日(30.08.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/114769 A1

(51) 国際特許分類:
H04J 11/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/001288

(22) 国際出願日: 2012 年 2 月 24 日(24.02.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-039347 2011 年 2 月 25 日(25.02.2011) JP
特願 2011-039348 2011 年 2 月 25 日(25.02.2011) JP
特願 2011-039346 2011 年 2 月 25 日(25.02.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 京セラ株式会社 (KYOCERA Corporation) [JP/JP]; 〒6128501 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町６番地 Kyoto (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 孝宜 (TANAKA, Takanori) [JP/JP]; 〒2248502 神奈川県横浜市都筑区加賀原２丁目１番１号 京セラ株式会社 横浜事業所内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目２番１号 霞が関コモンゲート西館３６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), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

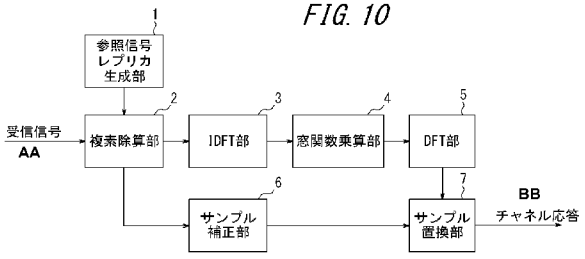
[続葉有]

(54) **Title**: CHANNEL ESTIMATION DEVICE AND CHANNEL ESTIMATION METHOD

(54) 発明の名称 : チャネル推定装置およびチャネル推定方法

[図10]

FIG. 10



1 Reference signal replica generator
2 Complex divider
3 IDFT unit
4 Window function multiplier
5 DFT unit
6 Sample corrector
7 Sample replacement unit
AA Reception signal
BB Channel response

(57) **Abstract**: A reference signal replica generator (1) generates a replica of a reference signal. A complex divider (2) performs complex division on a reception signal using the replica of the reference signal, and calculates a channel response estimation value. An IDFT unit (3) performs a conversion to a time-region channel response estimation value. A window function multiplier (4) multiplies a window function by a channel response estimation value of a desired wave signal after the IDFT process. A DFT unit (5) performs a conversion to a frequency-region channel response estimation value. A sample corrector (6) calculates replacement data from the channel response estimation value calculated in the complex divider (2). A sample replacement unit (7) replaces, with the replacement data calculated by the sample corrector (6), data in the high band portion and the low band portion on both ends of the frequency band to which data for the channel response estimation value outputted by the DFT unit (5) is assigned.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/114769 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

参照信号レプリカ生成部１は、参照信号のレプリカを生成する。複素除算部２は、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算してチャネル応答推定値を算出する。ＩＤＦＴ部３は、時間領域のチャネル応答推定値に変換する。窓関数乗算部４は、ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算する。ＤＦＴ部５は、周波数領域のチャネル応答推定値に変換する。サンプル補正部６は、複素除算部２で算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出する。サンプル置換部７は、ＤＦＴ部５から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、サンプル補正部６が算出した置き換えデータで置き換える。

明　細　書

発明の名称 ： チャネル推定装置およびチャネル推定方法

関連出願へのクロスリファレンス

[0001] 本願は、日本国特許出願第２０１１－３９３４６号（２０１１年２月２５日出願）、日本国特許出願第２０１１－３９３４７号（２０１１年２月２５日出願）および日本国特許出願第２０１１－３９３４８号（２０１１年２月２５日出願）の優先権の利益を主張し、これらの全内容を参照により本願明細書に取り込むものとする。

技術分野

[0002] 本発明は、マルチキャリア伝送システムの受信機のチャネル推定装置およびチャネル推定方法に関する。

背景技術

[0003] マルチキャリア伝送システムでは、送信機側で送信信号に一定間隔で参照信号を挿入し、受信機側のチャネル推定装置において、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算することにより、伝搬路の状態を推定するチャネル推定が行われている。また、推定したチャネルの応答値がマルチキャリア伝送のサンプル周期よりも高周期の雑音の影響を受けるため、チャネル推定装置では、チャネル応答値をＩＤＦＴ（逆離散フーリエ変換）処理により時間領域のデータに変換し、雑音を抑圧した後、ＤＦＴ（離散フーリエ変換）処理により周波数領域のデータに戻すことが行われている。

[0004] 図１は、一般的なチャネル推定装置の構成を示す図である。図１において、参照信号レプリカ生成部２１は、送信機側で送信信号に挿入された参照信号のレプリカを生成する。複素除算部２２は、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出する。図２に、複素除算後のチャネル応答推定値を示す。ＩＤＦＴ部２３は、複素除算部２２で算出した周波数領域のチャネル応答推定値をＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換する。図３に、ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推

定値を示す。窓関数乗算部２４は、図３に示すように所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数（矩形窓でもその他の窓でもよい）を乗算する。ＤＦＴ部２５は、窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換する。図４に、ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値を示す。このように、所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算することにより、マルチキャリア伝送のサンプル周期よりも高周期の雑音の影響を低減することが可能となる。

[0005] なお、推定した伝搬路状態に基づいて窓関数を選定する窓関数選定部をさらに備え、抽出部が、窓関数を受信信号に乗算することにより復調シンボルを抽出するＯＦＤＭ受信機が知られている（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００７－０６７８７８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、実際のシステムでは、送受信に使用するＩＦＦＴ／ＦＦＴ処理のポイント数と、データ送受信に使用するサブキャリア数とが等しくないことから、図５に示すように、チャネル応答推定値に窓関数を乗算する際、実際には少なからず、所望波信号成分（有効な遅延波成分）をも除去することになる。そのため、上述したＩＤＦＴ／ＤＦＴ処理を用いるチャネル推定では、図６に示すように、ＤＦＴ処理後において、チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に歪みが生じるため、チャネル応答の推定精度が低下する。

[0008] また、上述したＩＤＦＴ／ＤＦＴ処理を用いるチャネル推定では、図７に示すように、窓関数対象時間内に雑音がある場合は、その影響により、チャネル応答の推定精度が低下する。特に、図８のように、遅延波を含む受信信号で遅延が０の所望波の信号レベルが高いとき（遅延の影響で所望波が窓関

数対象時間からはみ出したとき）、ＩＦＦＴ／ＦＦＴ処理のポイント数と、データ送受信に使用するサブキャリア数が等しくないことから発生する、インパルス応答の折り返し（図中右端）の情報は、窓関数を乗算することで完全に消えてしまうため、チャネル応答の推定精度が低下する。

[0009] 本発明は、このような問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、チャネル応答の推定精度を向上させることのできるチャネル推定装置およびチャネル推定方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の第１の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、前記ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算する窓関数乗算部と、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部と、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するサンプル補正部と、前記ＤＦＴ部から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記サンプル補正部が算出した前記置き換えデータで置き換えるサンプル置換部とを備える。

[0011] 本発明の第１の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータを前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0012] 本発明の第１の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0013] 本発明の第１の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を算出し、算出した平均値に忘却係数を乗算したデータを前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0014] 本発明の第２の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、前記ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算するステップと、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するステップと、ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記置き換えデータで置き換えるステップとを含む。

[0015] 本発明の第３の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うピークサーチ部と、前記ピークサーチ部で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出する窓スライド部と、前記窓スライド部で導出した窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算する窓関数乗算部と、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部とを備える。

[0016] 本発明の第３の態様において、前記前後数サンプルは、マルチキャリア伝送システムの帯域幅、ＣＰ長、送信機と受信機の距離から可変とすることが好ましい。

[0017] 本発明の第４の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うステップと、前記サーチで特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出するステップと、導出した前記窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算するステップと、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するステップとを含む。

[0018] 本発明の第５の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うピークサーチ部と、前記ピークサーチ部で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出する窓スライド部と、前記窓スライド部で導出した窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算する窓関数乗算部と、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部と、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するサンプル補正部と、前記ＤＦＴ部から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデー

タを、前記サンプル補正部が算出した前記置き換えデータで置き換えるサンプル置換部とを備える。

[0019] 本発明の第５の態様において、前記前後数サンプルは、マルチキャリア伝送システムの帯域幅、ＣＰ長、送信機と受信機の距離から可変とすることが好ましい。

[0020] 本発明の第５の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータを前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0021] 本発明の第５の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0022] 本発明の第５の態様において、前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を算出し、算出した平均値に忘却係数を乗算したデータを前記置き換えデータとすることが好ましい。

[0023] 本発明の第６の態様は、参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うステップと、前記サーチで特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出するステップと、導出した前記窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算するステップと、前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応

答推定値に変換するステップと、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するステップと、ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記置き換えデータで置き換えるステップとを含む。

発明の効果

[0024] 第１および第２の態様による発明は、チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に発生する歪みを解消することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

[0025] 第３および第４の態様による発明は、窓関数対象時間内に不要な雑音成分が混在しないように窓関数を導出することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

[0026] 第５および第６の態様による発明は、チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に発生する歪みを解消することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

また、第５および第６の態様による発明は、窓関数対象時間内に不要な雑音成分が混在しないように窓関数を導出することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]一般的なチャネル推定装置の構成を示す図である。

[図2]複素除算後のチャネル応答推定値を示す図である。

[図3]ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値を示す図である。

[図4]ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値を示す図である。

[図5]チャネル応答推定値に窓関数を乗算する際、所望波信号成分をも除去することになることを説明する図である。

[図6]チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に歪みが生じることを説明する図である。

[図7]窓関数対象時間内に雑音があるときのＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値を示す図である。

[図8]インパルス応答の折り返しの情報が、窓関数を乗算することで完全に消えてしまうことを説明する図である。

[図9]本発明のチャネル推定装置が用いられるマルチキャリア伝送システムにおける基地局受信機の構成を示す図である。

[図10]本発明の第１の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。

[図11]複素除算部から出力されたチャネル応答推定値を示す図である。

[図12]サンプル置換部から出力されるチャネル応答推定値を示す図である。

[図13]本発明の第２の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。

[図14]ピークサーチと窓関数の導出を説明する図である。

[図15]ピークサーチと窓関数の導出を説明する図である。

[図16]本発明の第３の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。

発明を実施するための形態

[0028] 本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。図９は、本発明のチャネル推定装置が用いられるマルチキャリア伝送システム（例えばＯＦＤＭ）における基地局受信機の構成を示す図であり、２本アンテナの例を示している。図９に示す基地局受信機は、無線受信部１１－１、１１－２にて信号を受信し、Ａ／Ｄ変換部１２－１、１２－２にて受信信号をアナログ／デジタル変換する。ＣＰ除去部１３－１、１３－２は、デジタル変換された受信信号からＣＰ（サイクリックプレフィックス：Cyclic Prefix）を除去する。ＦＦＴ部１４－１、１４－２は、ＣＰ除去後の受信信号を高速フーリエ変換（ＦＦＴ）する。ＦＦＴ部１４－１、１４－２の出力する受信信号は２分配され、一方がチャネル推定部１５－１、１５－２へ、他方がチャネル等化部１６へ入力される。チャネル推定部（チャネル推定装置）１５－１、１５－２は、参照信号のレプリカを用いて、ＦＦＴ部１４－１、１４－２の出力する受信信号からチャネル応答を推定する。チャネル等化部１６は、チャネル推定部１５－１、１５－２で推定されたチャネル応答を用いて、ＦＦＴ

部１４－１、１４－２から出力される受信信号に対してチャネル等化を行う。サブキャリアデマッピング部１７は、チャネル等化後の信号をデマッピングする。復調部１８は、デマッピング後の信号を復調して受信データを算出する。

[0029] 図１０は、本発明の第１の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。第１の実施形態に係るチャネル推定装置は、図６に示すチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分における歪みを解消するために、帯域両端の高域部分と低域部分の値を複素除算で算出されたチャネル応答推定値で置き換えるものである。

[0030] 第１の実施形態に係るチャネル推定装置は、参照信号レプリカ生成部１と、複素除算部２と、ＩＤＦＴ部３と、窓関数乗算部４と、ＤＦＴ部５と、サンプル補正部６と、サンプル置換部７とを備えている。参照信号レプリカ生成部１は、送信機側で送信信号に挿入された参照信号のレプリカを生成する。複素除算部２は、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出する。ＩＤＦＴ部３は、複素除算部２で算出した周波数領域のチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換する。窓関数乗算部４は、ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数（矩形窓でもその他の窓でもよい）を乗算する。ＤＦＴ部５は、窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換する。サンプル補正部６は、複素除算部２で算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出する。サンプル置換部７は、ＤＦＴ部５から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、サンプル補正部６が算出した置き換えデータで置き換える。

[0031] 図１１は、複素除算部から出力されたチャネル応答推定値を示す図である。サンプル補正部６は、複素除算部２から出力されたチャネル応答推定値のうち、データ割当帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のチャネル応答推定値を抽出して置き換えデータとする。サンプル置換部７

は、図６に示すデータ割当帯域両端の高域部分と低域部分の歪みのあるデータを、この置き換えデータで置き換える。図１２は、サンプル置換部から出力されるチャネル応答推定値を示す図である。サンプル置換部７は、データ割当帯域両端の高域部分と低域部分において歪みのないチャネル応答推定値を出力することができる。

[0032] サンプル補正部６は、複素除算部２で算出されたチャネル応答推定値から、以下の方法で置き換えデータを算出する。なお、ポイント数は、システムの帯域と割当データの帯域から可変とする。第１の方法は、データ割当帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、そのデータをそのまま置き換えデータとする方法である。第２の方法は、データ割当帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、それぞれ平均値を求めて、そのデータを置き換えデータとする方法である。第３の方法は、第２の方法で求めた平均値に忘却係数を乗算して求めたデータを置き換えデータとする方法である。

[0033] 例えば、ポイント数を３、サンプル置換部７の出力をy’(0)，y’(1)，y’(2)、複素除算部２の出力をy(0)，y(1)，y(2)、忘却係数を０＜α≦１とすると、第１の方法で置き換えデータを算出した場合、サンプル置換部７の出力は、

[数1]

$$y'(0) = y(0), y'(1) = y(1), y'(2) = y(2)$$

となり、第２の方法で置き換えデータを算出した場合、サンプル置換部７の出力は、

[数2]

$$y'(0) = y'(1) = y'(2) = \frac{y(0) + y(1) + y(2)}{3}$$

となり、第３の方法で置き換えデータを算出した場合、サンプル置換部７の出力は

[数3]

$$y'(0)=\frac{\sum_{t=0}^{2}(\alpha^{t}y(t))}{\sum_{t=0}^{2}\alpha^{t}},\ y'(1)=\frac{\sum_{t=0}^{2}(\alpha^{|1-t|}y(t))}{\sum_{t=0}^{2}\alpha^{t}},\ y'(2)=\frac{\sum_{t=0}^{2}(\alpha^{|2-t|}y(t))}{\sum_{t=0}^{2}\alpha^{t}}$$

となる。

[0034] 上述したように、本発明の第１の実施形態に係るチャネル推定装置は、チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に発生する歪みを解消することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

[0035] 図１３は、本発明の第２の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。第２の実施形態に係るチャネル推定装置は、図７に示すように、窓関数対象時間内に雑音がある場合に、その影響により、チャネル応答の推定精度が低下し、図８に示すように、インパルス応答の折り返し（図中右端）の情報が、窓関数を乗算することで消失してしまうことにより、チャネル応答の推定精度が低下するという問題に対応するために、受信信号のうち、一番レベルの強いインパルス成分（所望波遅延波）を特定し、その前後の数サンプルを窓関数にて乗算するものである。

[0036] 第２の実施形態に係るチャネル推定装置は、参照信号レプリカ生成部１と、複素除算部２と、ＩＤＦＴ部３と、窓関数乗算部４と、ＤＦＴ部５と、ピークサーチ部８と、窓スライド部９とを備えている。参照信号レプリカ生成部１は、送信機側で送信信号に挿入された参照信号のレプリカを生成する。複素除算部２は、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出する。ＩＤＦＴ部３は、複素除算部２で算出された周波数領域のチャネル応答推定値をＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換する。ピークサーチ部８は、ＩＤＦＴ部３の出力であるチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分（所望遅延波）をサーチする。ここで、所定の範囲は、可変であるが、一般的

には、ＣＰ長であるとする。窓スライド部９は、ピークサーチ部８で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数（矩形窓でもその他の窓でも良い）を導出する。このときの前後サンプル数は、マルチキャリア伝送システムの帯域幅や、ＣＰ長、送信機と受信機の距離等から可変とする。窓関数乗算部４は、窓スライド部９で導出した窓関数をＩＤＦＴ部３から出力されたチャネル応答推定値に乗算する。ＤＦＴ部５は、窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換する。

[0037] 図１４は、窓関数対象時間内に雑音がある場合に、ピークサーチ部８により所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分をサーチし、窓スライド部９により、ピークサーチ部８で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出（窓関数対象時間を図１４のようにやや右側にスライド）し、算出した窓関数を、窓関数乗算部４により、ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に適用する場合を示す図である。図１５は、インパルス応答の折り返し（図中右端）の情報がある場合に、ピークサーチ部８により所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分をサーチし、窓スライド部９により、ピークサーチ部８で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出（窓関数対象時間を図１５のように図中左端、図中右端に設定）し、算出した窓関数を、窓関数乗算部４により、ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に適用する場合を示す図である。

[0038] 上述したように、本発明の第２の実施形態に係るチャネル推定装置は、窓関数対象時間内に不要な雑音成分が混在しないように窓関数を導出することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

[0039] 図１６は、本発明の第３の実施形態に係るチャネル推定装置の構成図である。第３の実施形態に係るチャネル推定装置は、第１の実施形態のチャネル推定装置と第２の実施形態のチャネル推定装置とを組み合わせたものである。第３の実施形態に係るチャネル推定装置は、参照信号レプリカ生成部１と

、複素除算部２と、ＩＤＦＴ部３と、窓関数乗算部４と、ＤＦＴ部５と、サンプル補正部６と、サンプル置換部７と、ピークサーチ部８と、窓スライド部９とを備えている。

[0040] 参照信号レプリカ生成部１は、送信機側で送信信号に挿入された参照信号のレプリカを生成する。複素除算部２は、受信信号を参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出する。ＩＤＦＴ部３は、複素除算部２で算出した周波数領域のチャネル応答推定値をＩＤＦＴ処理により時間領域のデータに変換する。ピークサーチ部８は、ＩＤＦＴ部３の出力であるチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分（所望遅延波）をサーチする。窓スライド部９は、ピークサーチ部８で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数（矩形窓でもその他の窓でも良い）を導出する。窓関数乗算部４は、窓スライド部９で導出した窓関数をＩＤＦＴ部３から出力されたチャネル応答推定値に乗算する。ＤＦＴ部５は、窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換する。サンプル補正部６は、複素除算部２で算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出する。サンプル置換部７は、ＤＦＴ部５から出力されるチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、サンプル補正部６が算出した置き換えデータで置き換える。

[0041] 本発明の第３の実施形態に係るチャネル推定装置は、チャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分に発生する歪みを解消することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

また、本発明の第３の実施形態に係るチャネル推定装置は、窓関数対象時間内に不要な雑音成分が混在しないように窓関数を導出することができるので、チャネル応答の推定精度を向上させることができる。

符号の説明

[0042] １、２１　参照信号レプリカ生成部

２、２２　複素除算部

３、２３　ＩＤＦＴ部

４、２４　窓関数乗算部

５、２５　ＤＦＴ部

６　サンプル補正部

７　サンプル置換部

８　ピークサーチ部

９　窓スライド部

１１－１、１１－２　無線受信部

１２－１、１２－２　Ａ／Ｄ変換部

１３－１、１３－２　ＣＰ除去部

１４－１、１４－２　ＦＦＴ部

１５－１、１５－２　チャネル推定部

１６　チャネル等化部

１７　サブキャリアデマッピング部

１８　復調部

請求の範囲

[請求項1] 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、

前記ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算する窓関数乗算部と、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部と、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するサンプル補正部と、

前記ＤＦＴ部から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記サンプル補正部が算出した前記置き換えデータで置き換えるサンプル置換部と、

を備えることを特徴とするチャネル推定装置。

[請求項2] 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータを前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項１に記載のチャネル推定装置。

[請求項3] 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項１に記載のチャネル推定装置。

[請求項4] 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応

答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を算出し、算出した平均値に忘却係数を乗算したデータを前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項１に記載のチャネル推定装置。

［請求項5］ 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

前記ＩＤＦＴ処理後の所望波信号のチャネル応答推定値に窓関数を乗算するステップと、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するステップと、

ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記置き換えデータで置き換えるステップと、

を含むことを特徴とするチャネル推定方法。

［請求項6］ 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、

前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うピークサーチ部と、

前記ピークサーチ部で特定した最大レベルのインパルス成分のサン

プル点から、前後数サンプルの窓関数を導出する窓スライド部と、

前記窓スライド部で導出した窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算する窓関数乗算部と、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部と、

を備えることを特徴とするチャネル推定装置。

［請求項7］ 前記前後数サンプルは、マルチキャリア伝送システムの帯域幅、ＣＰ長、送信機と受信機の距離から可変とすることを特徴とする請求項６に記載のチャネル推定装置。

［請求項8］ 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うステップと、

前記サーチで特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出するステップと、

導出した前記窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算するステップと、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

を含むことを特徴とするチャネル推定方法。

［請求項9］ 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定装置であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するＩＤＦＴ部と、

前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うピークサーチ部と、

前記ピークサーチ部で特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出する窓スライド部と、

前記窓スライド部で導出した窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算する窓関数乗算部と、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するＤＦＴ部と、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するサンプル補正部と、

前記ＤＦＴ部から出力されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記サンプル補正部が算出した前記置き換えデータで置き換えるサンプル置換部と、

を備えることを特徴とするチャネル推定装置。

［請求項10］ 前記前後数サンプルは、マルチキャリア伝送システムの帯域幅、ＣＰ長、送信機と受信機の距離から可変とすることを特徴とする請求項９に記載のチャネル推定装置。

［請求項11］ 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータを前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項９に記載のチャネル推定装置。

［請求項12］ 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項９に記載のチャネル推定装置。

［請求項13］ 前記サンプル補正部は、前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分から置き換えポイント数分のデータを抽出し、抽出したデータの平均値を算出し、算出した平均値に忘却係数を乗算したデータを前記置き換えデータとすることを特徴とする請求項９に記載のチャネル推定装置。

［請求項14］ 参照信号が挿入された受信信号を、前記参照信号のレプリカで複素除算することによりチャネル応答推定値を算出して伝搬路の状態を推定するチャネル推定方法であって、

前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値を、ＩＤＦＴ処理により時間領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のうち、所定の範囲内で最大レベルのインパルス成分のサーチを行うステップと、

前記サーチで特定した最大レベルのインパルス成分のサンプル点から、前後数サンプルの窓関数を導出するステップと、

導出した前記窓関数を、前記ＩＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値に乗算するステップと、

前記窓関数が乗算されたチャネル応答推定値を、ＤＦＴ処理により周波数領域のチャネル応答推定値に変換するステップと、

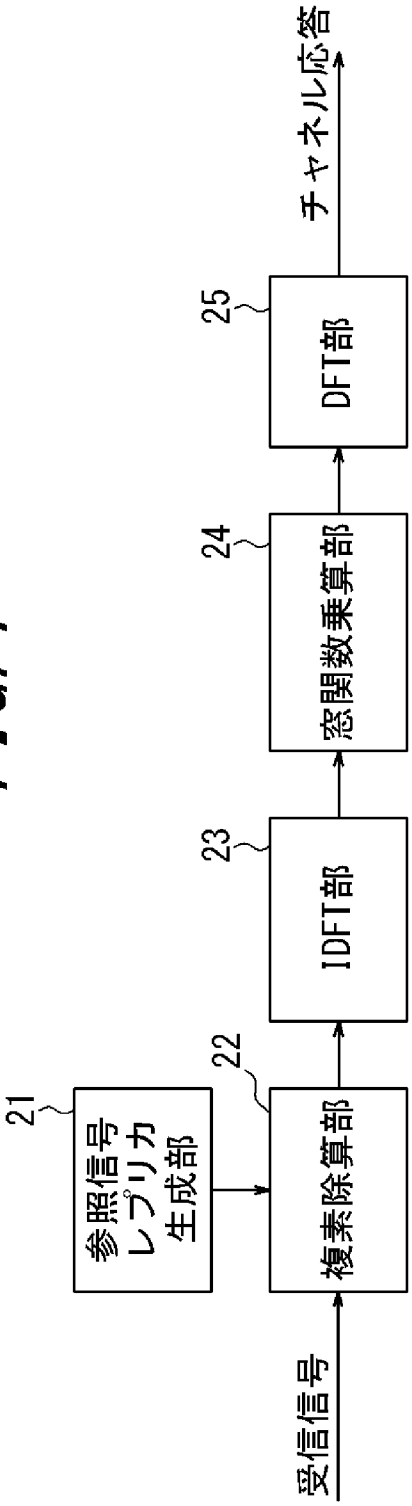
前記複素除算により算出されたチャネル応答推定値から置き換えデータを算出するステップと、

ＤＦＴ処理後のチャネル応答推定値のデータが割り当てられている周波数帯域両端の高域部分と低域部分のデータを、前記置き換えデータで置き換えるステップと、

を含むことを特徴とするチャネル推定方法。

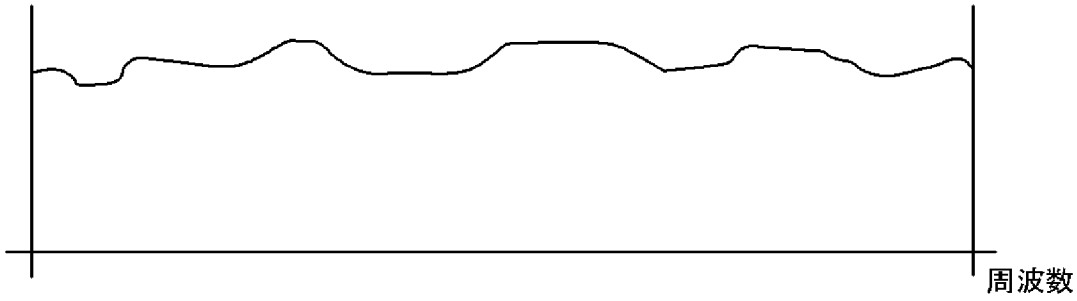
[図1]

FIG. 1


受信信号
21
参照信号
レプリカ
生成部
22
複素除算部
23
IDFT部
24
窓関数乗算部
25
DFT部
チャネル応答

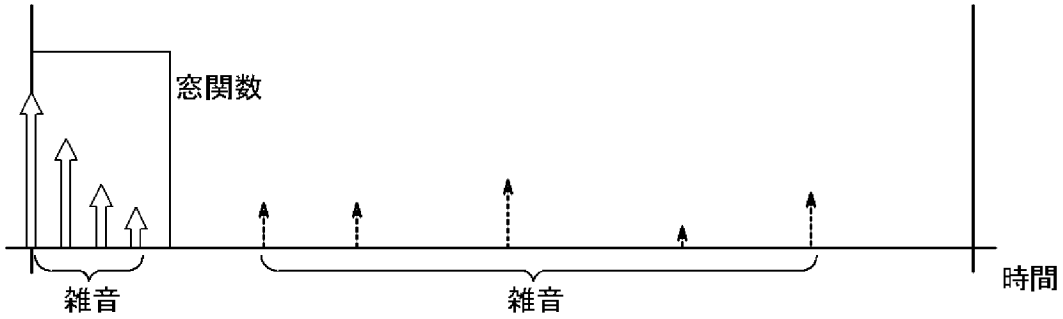
[図2]

FIG. 2



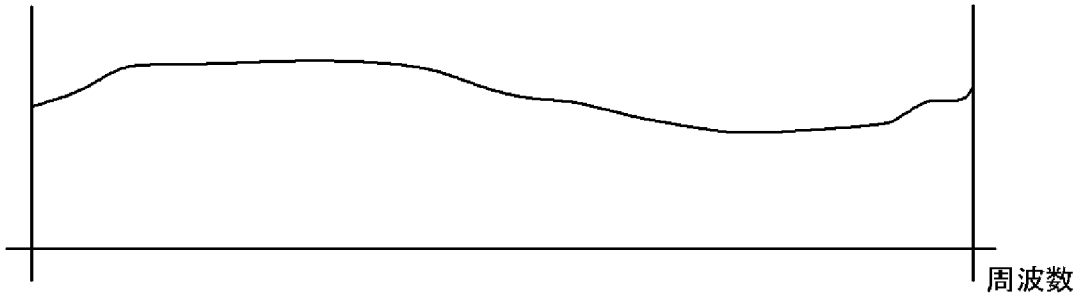
[図3]

FIG. 3



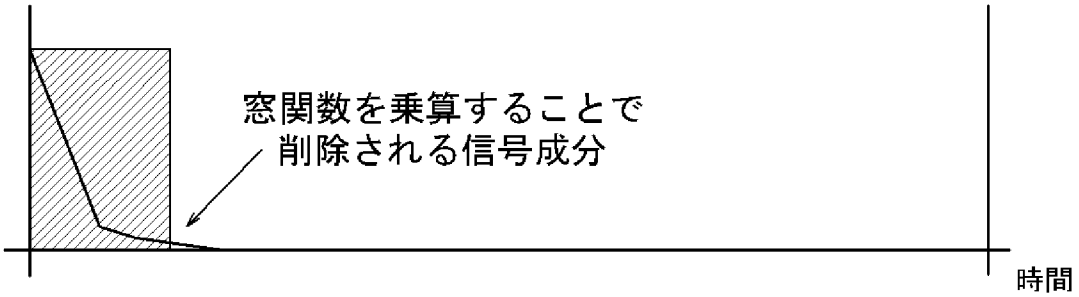
[図4]

FIG. 4



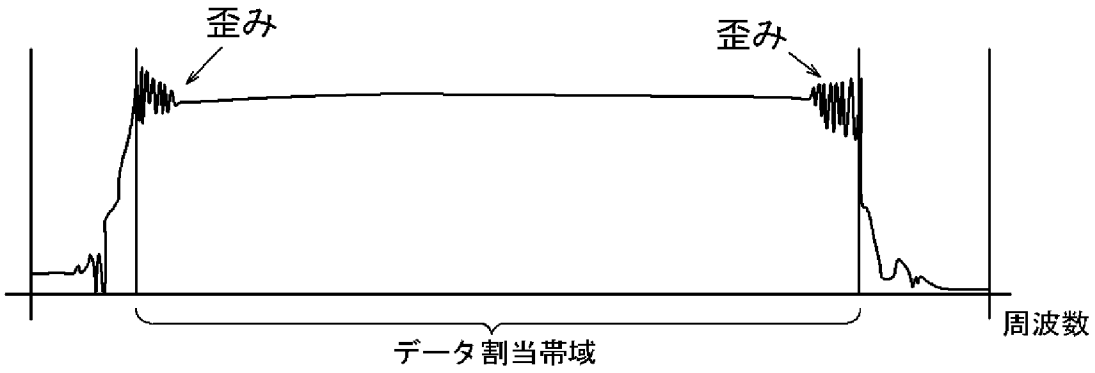
[図5]

FIG. 5



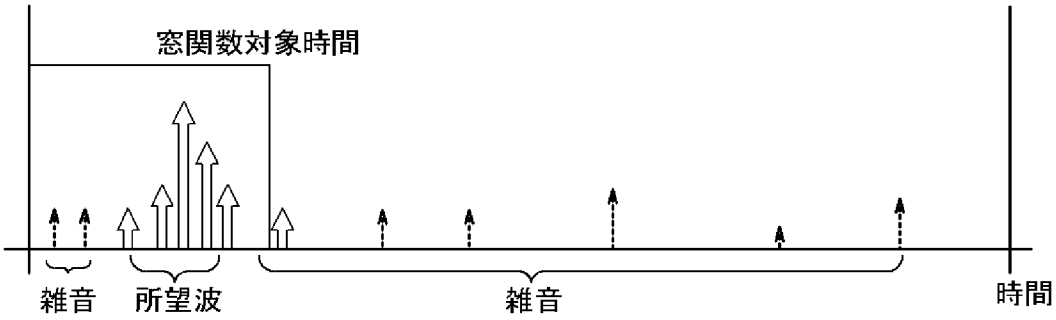
[図6]

FIG. 6



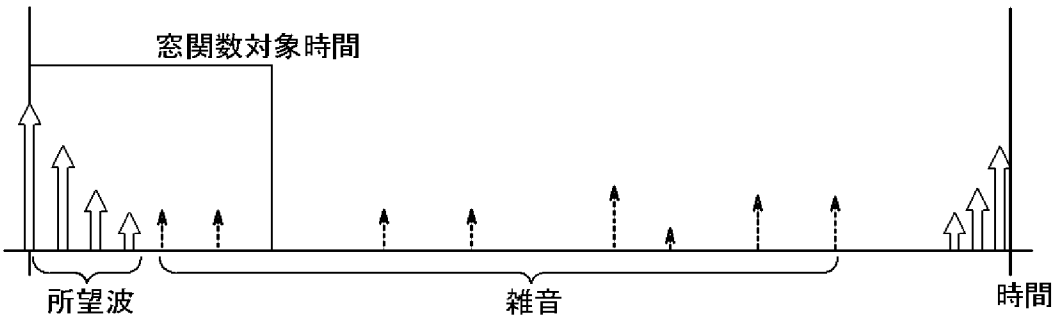
[図7]

FIG. 7



[図8]

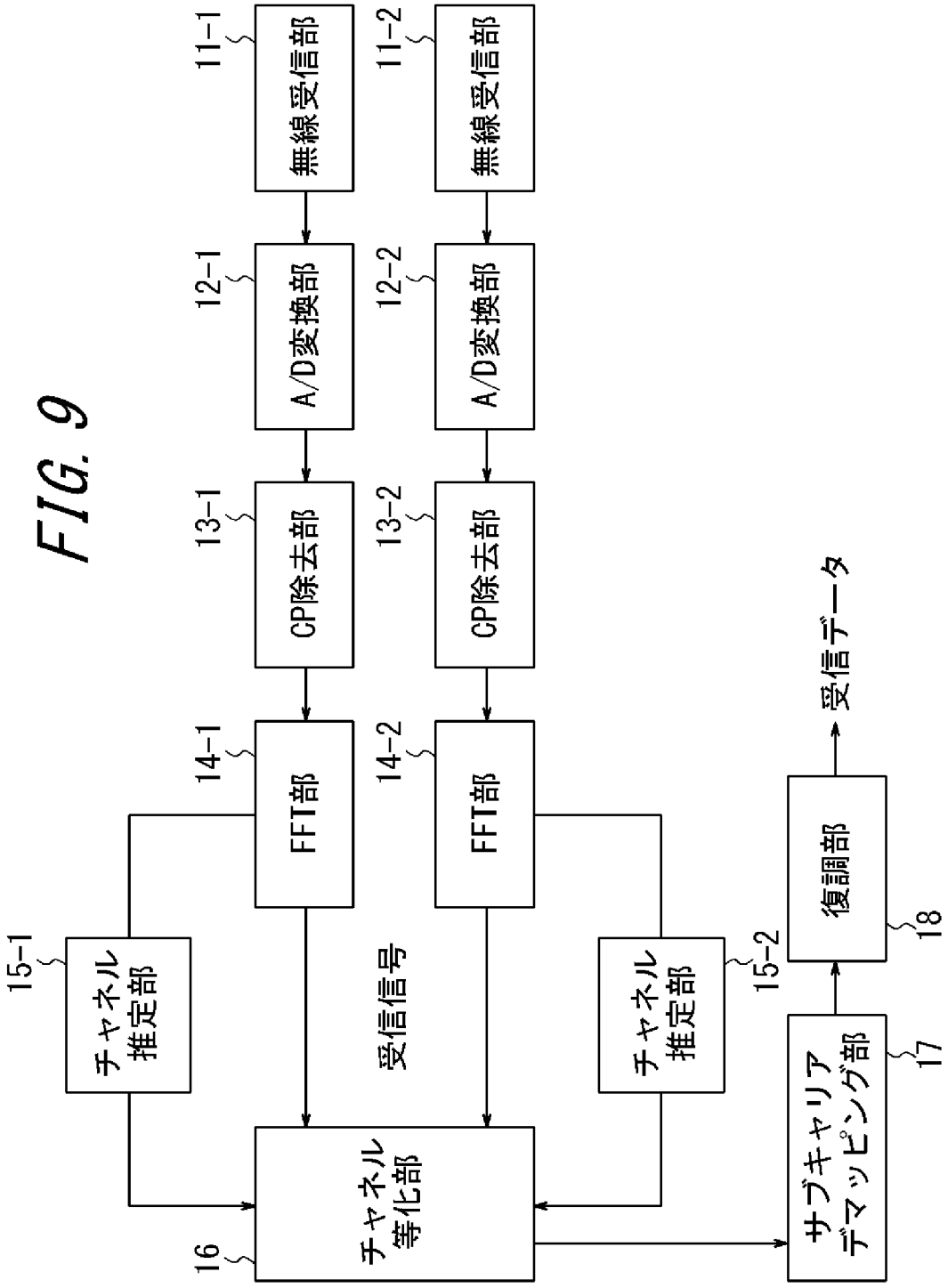
FIG. 8



[図9]

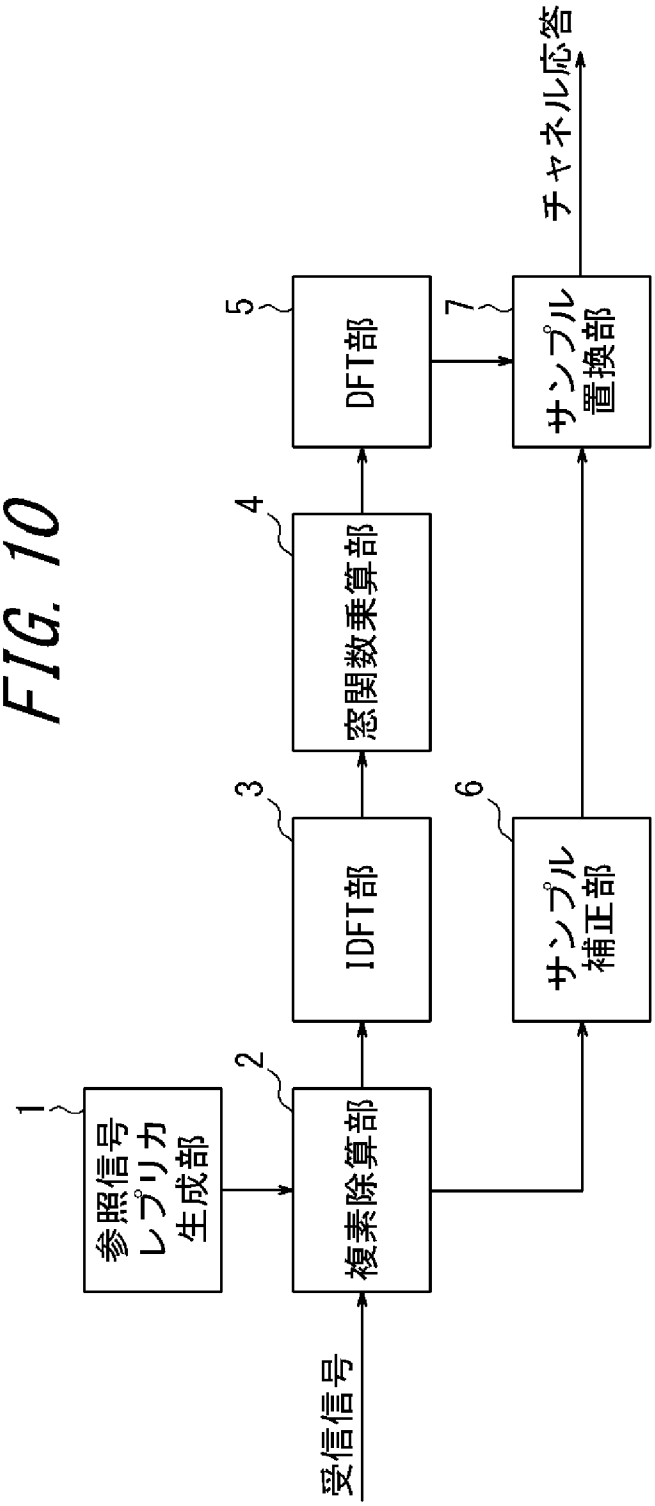
図9

FIG. 9


11-1
無線受信部
11-2
無線受信部
12-1
A/D変換部
12-2
A/D変換部
13-1
CP除去部
13-2
CP除去部
14-1
FFT部
14-2
FFT部
15-1
チャネル推定部
15-2
チャネル推定部
受信信号
16
チャネル等化部
17
サブキャリアデマッピング部
18
復調部
受信データ

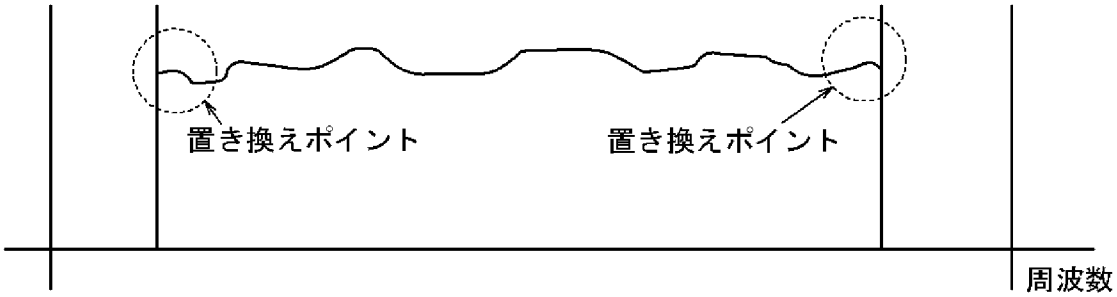
[図10]

FIG. 10


受信信号
1
参照信号
レプリカ
生成部
2
複素除算部
3
IDFT部
4
窓関数乗算部
5
DFT部
6
サンプル
補正部
7
サンプル
置換部
チャネル応答

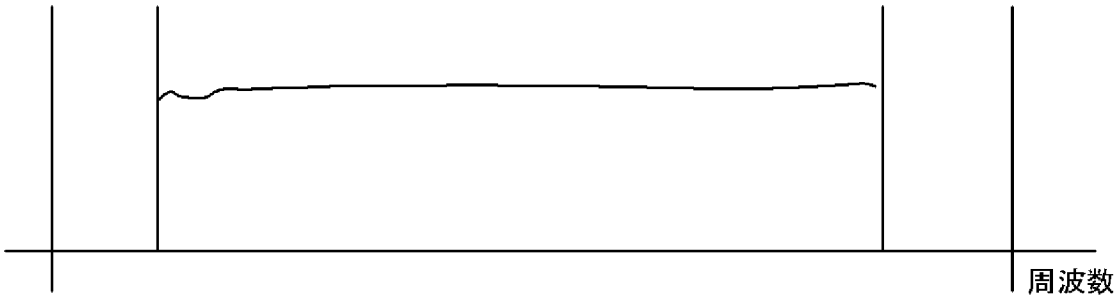
[図11]

FIG. 11



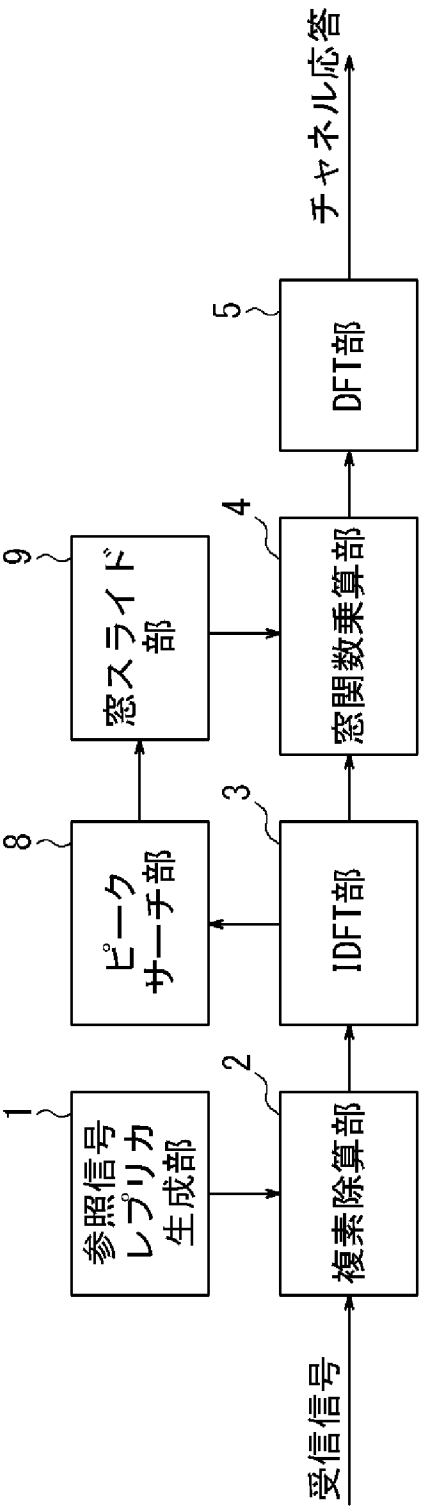
[図12]

FIG. 12



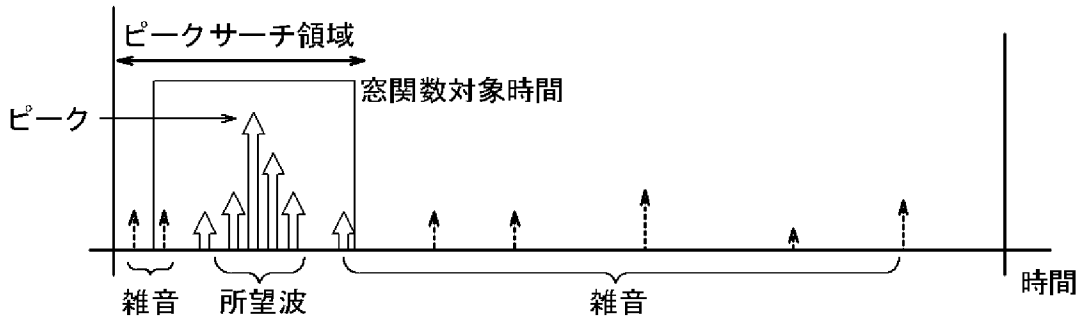
[図13]

FIG. 13


受信信号
1
参照信号レプリカ生成部
2
複素除算部
3
IDFT部
4
窓関数乗算部
5
DFT部
チャネル応答
8
ピークサーチ部
9
窓スライド部

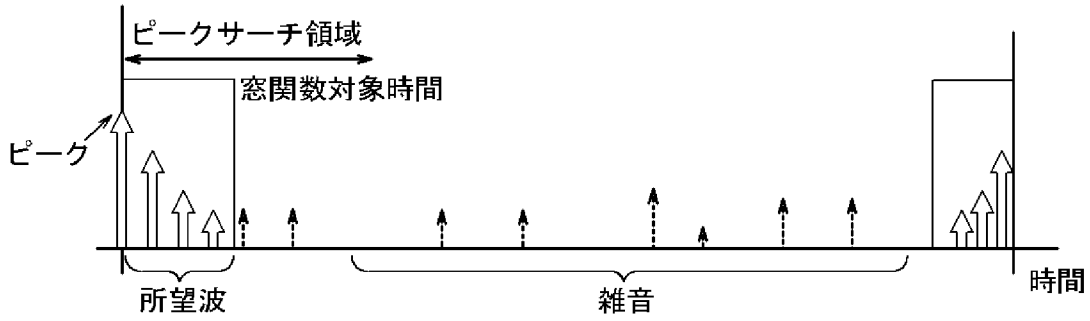
[図14]

FIG. 14



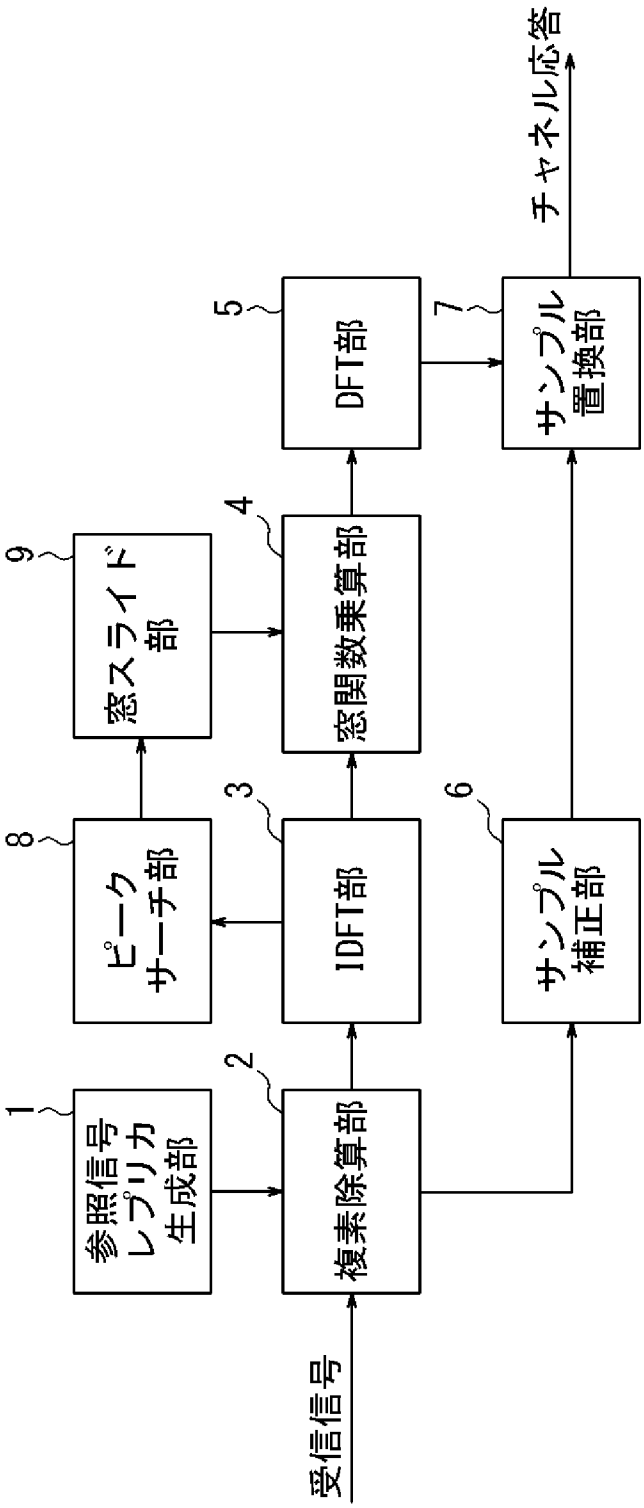
[図15]

FIG. 15



[図16]

FIG. 16


受信信号
1
参照信号レプリカ生成部
2
複素除算部
3
IDFT部
4
窓関数乗算部
5
DFT部
6
サンプル補正部
7
サンプル置換部
8
ピークサーチ部
9
窓スライド部
チャネル応答

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/001288

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
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)
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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-130485 A (Panasonic Corp.), 19 May 2005 (19.05.2005), fig. 2; paragraph [0052] & US 2005/0073949 A1 & EP 1521413 A2 & CN 1604579 A	1-5 6-14
X Y A	JP 2003-174429 A (Nippon Hoso Kyokai), 20 June 2003 (20.06.2003), paragraph [0036]; fig. 4 (Family: none)	6-8 9-14 1-5

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15 May, 2012 (15.05.12)	22 May, 2012 (22.05.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／００１２８８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　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.　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	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２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）

IEEE Xplore, CiNii

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 Y	JP 2005-130485 A（パナソニック株式会社）2005.05.19, 図２、段落【００５２】 & US 2005/0073949 A1 & EP 1521413 A2 & CN 1604579 A	1-5 6-14
X Y A	JP 2003-174429 A（日本放送協会）2003.06.20, 段落【００３６】、図４（ファミリーなし）	6-8 9-14 1-5

☐　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	国際調査報告の発送日
１５．０５．２０１２	２２．０５．２０１２

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）　５Ｋ　４６８５

大野　友輝

電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５５６