

(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
2020年1月16日(16.01.2020)



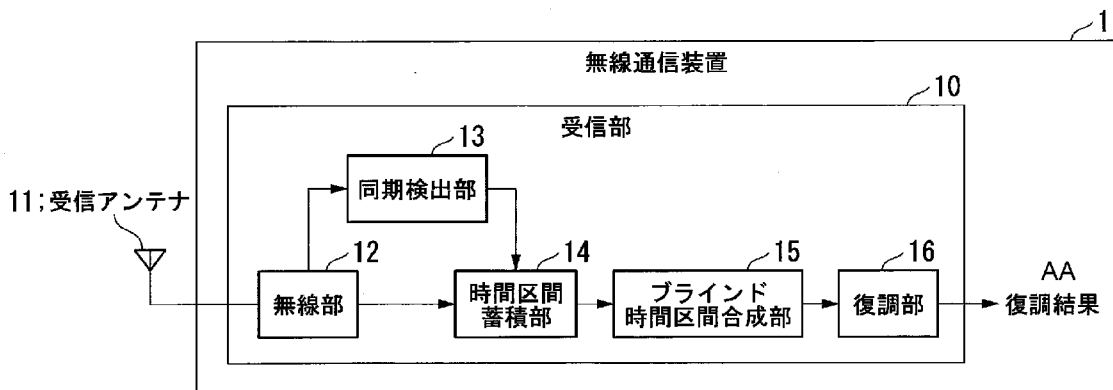
(10) 国際公開番号

WO 2020/012949 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 7/08 (2006.01) *H04B 7/005* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/025092
- (22) 国際出願日: 2019年6月25日(25.06.2019)
- (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 2018-130799 2018年7月10日(10.07.2018) JP
- (71) 出願人: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 勝田 肇(KATSUDA Hajime); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 藤野 洋輔(FUJINO Yosuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 赤羽 和徳(AKABANE Kazunori); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION DEVICE AND WIRELESS SIGNAL RECEPTION METHOD

(54) 発明の名称: 無線通信装置及び無線信号受信方法



- 1 Wireless communication device
10 Reception unit
11 Receiving antenna
12 Wireless unit
13 Synchronization detection unit
14 Time segment accumulation unit
15 Blind time segment combination unit
16 Demodulation unit
AA Demodulation result

(57) Abstract: A reception unit of this wireless communication device wirelessly receives, from another wireless communication device, a signal a preamble of which is set. A synchronization detection unit detects synchronization with the other wireless communication device using the preamble included in the signal received by the reception unit. A signal accumulation unit accumulates signals extracted on the basis of timing at which the synchronization has been detected by the synchronization detection unit from among the signals received by the reception unit. A combination unit combines

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the signals accumulated in the signal accumulation unit according to an algorithm of a blind adaptive array antenna. A demodulation unit demodulates the signals combined by the combination unit.

(57) 要約: 無線通信装置の受信部は、プリアンブルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する。同期検出部は、受信部が受信した信号に含まれるプリアンブルを用いて他の無線通信装置との同期を検出する。信号蓄積部は、受信部が受信した信号から、同期検出部により同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する。合成部は、信号蓄積部に蓄積された信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する。復調部は、合成部により合成された信号を復調する。

明 細 書

発明の名称：無線通信装置及び無線信号受信方法

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信装置及び無線信号受信方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、あらゆる場所に存在するモノをインターネットに接続し、新たな利用方法を生み出すＩｏＴ（Internet of Things）が活発に議論・導入されている。ＩｏＴでは、モノをインターネットに接続するために、無線通信方式を利用することも多い。しかしながら、固定的に設置されるタイプのモノの場合、設置した当初に比べて周囲の環境が変動してしまうと、電波環境が悪化し、接続圏外になってしまう可能性がある。

[0003] 電波環境の変動に柔軟に対応するには、チェイス合成が有効である（例えば、非特許文献１参照）。チェイス合成とは、送信側が同じ信号を何度も再送し、受信側は再送された同一の信号群を適切に合成することで、受信信号エネルギーを高めて受信感度を向上する技術である。

[0004] 図１１は、チェイス合成を実現するための無線通信装置の受信部の構成例を示す図である。なお、他の無線通信装置は、同じ信号を複数回送信しているものとする。受信アンテナは他の無線通信装置が送信した信号を受信する。無線部は、受信した信号に対して周波数変換を行い、ベースバンド信号を得る。時間区間蓄積部は、タイミング管理部の指示に基づき、周波数変換されたベースバンド信号から、他の無線通信装置が何度も送信した信号を１つずつ含む時間区間の信号それぞれを抜き出して保持する。時間区間合成部は、時間区間蓄積部に蓄積された各時間区間の信号をそれぞれ重み付けした上で合成し、信号電力を高める。合成のアルゴリズムには、例えば最小平均二乗誤差（Minimum Mean SquareError；MMSE）アルゴリズムなどがある。復調部は、合成された信号に対して復調処理を行い、復調情報を得る。

[0005] 無線通信システムにおける受信側の無線通信装置が図１１に示す受信部を

備える場合、例えば、受信側の無線通信装置は受信した信号を正しく復調できたときに A c k を送信側の無線通信装置に返送する。送信側の無線通信装置は、受信側の無線通信装置からの A c k を受け取るまでは同じ信号を再送し続ける。これにより、電波環境が悪化し、接続が圏外になっても、受信側の無線通信装置は、再送された信号の電波を合成しつづけることで信号電力を高め、接続を回復することができる。

先行技術文献

非特許文献

- [0006] 非特許文献1：服部 武，藤岡 雅宜，「改訂版 ワイヤレス・ブロードバンド教科書 3.5G/次世代モバイル編」、インプレス、2006年、p.118-123

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 図11に示す構成では、タイミング管理部において、どの無線通信装置から送信された信号がどのタイミングで到来するかが既知であることを前提としている。例えば、タイミング管理部は、予め何らかの方法で信号送信時刻のテーブルを取得し、そのテーブルに基づいて各無線通信装置の送信タイミングを得る。しかしながら、I o T 向けに活発に利用されているアンライセンス帯では、様々な無線通信装置が自律分散的に信号を送信する。

そのため、受信側の無線通信装置では、どの無線通信装置から送信された信号がどのタイミングで到来するかについては未知である。従来の構成では、既知のタイミング以外で信号が到来した場合、信号送信時刻のテーブルでは同期検出を行うことができないために、時間区間蓄積部に所望信号が含まれる時間区間の信号を適切に保持することができず、時間区間合成部は信号電力を高められないことがあった。そのため、接続圏外になった場合に受信可能な状態に回復することができないことがあった。

- [0008] 上記事情に鑑み、本発明は、悪い電波環境であっても信号送信タイミングが未知の通信先からの無線信号を正常に受信できる無線通信装置及び無線信

号受信方法を提供することを目的としている。

課題を解決するための手段

- [0009] 本発明の一態様は、プリアンプルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する受信部と、前記受信部が受信した前記信号に含まれるプリアンプルを用いて前記他の無線通信装置との同期を検出する同期検出部と、前記受信部が受信した前記信号から、前記同期検出部により同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する信号蓄積部と、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する合成部と、前記合成部により合成された前記信号を復調する復調部と、を備える無線通信装置である。
- [0010] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記合成部は、前記アルゴリズムとしてConstant Modulus Algorithm (CMA) アルゴリズムを用いる。
- [0011] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きい前記ウェイトから順に予め定めた個数の前記ウェイトを選択し、選択された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する。
- [0012] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きい前記ウェイトから順に予め定めた個数の前記ウェイトを選択し、選択された前記ウェイトに対応する前記信号それぞれのウェイトを再算出し、再算出された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する。
- [0013] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、算出された前記ウェイトのうち絶対値が閾値を超えるウェイトを選択し、選択された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する。
- [0014] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、算出された前

記ウェイトのうち絶対値が閾値を超えるウェイトを選択し、選択された前記ウェイトに対応する前記信号それぞれのウェイトを再算出し、再算出された前記ウェイトに対応する前記信号に適用して合成する。

[0015] 本発明の一態様は、上述の無線通信装置であって、前記復調部により復調された情報を元に干渉信号のレプリカ信号を生成する干渉レプリカ信号生成部と、前記干渉レプリカ信号生成部が生成した前記レプリカ信号を前記信号蓄積部に蓄積された前記信号から減算する減算部とを備え、前記合成部は、前記減算部により前記レプリカ信号が減算された前記信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する。

[0016] 本発明の一態様は、プリアンプルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する受信ステップと、前記受信ステップにおいて受信した前記信号に含まれるプリアンプルを用いて前記他の無線通信装置との同期を検出する同期検出ステップと、前記受信ステップにおいて受信した前記信号から、前記同期検出ステップにおいて同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する信号蓄積ステップと、前記信号蓄積ステップにおいて蓄積された前記信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する合成ステップと、前記合成ステップにおいて合成された前記信号を復調する復調ステップと、を有する無線信号受信方法である。

発明の効果

[0017] 本発明により、悪い電波環境であっても信号送信タイミングが未知の通信先からの無線信号を正常に受信可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]本発明の第一の実施形態における無線通信装置が備える受信部の構成例を示す図である。

[図2]同実施形態における受信部の処理の一例を示すフロー図である。

[図3]複数のアレー素子の出力にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合を示す図である。

[図4]第一の実施形態におけるチェイス合成の合成対象となる時間区間にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合を示す図である。

[図5]同実施形態における受信部によりチェイス合成を実施したときの信号対雑音比とパケット誤り率とを示す図である。

[図6]同実施形態におけるブラインド時間区間合成部の構成を示す図である。

[図7]同実施形態におけるブラインド時間区間合成部の構成を示す図である。

[図8]同実施形態におけるブラインド時間区間合成部の構成を示す図である。

[図9]第二の実施形態における無線通信装置が備える受信部の構成例を示す図である。

[図10]同実施形態における受信部の処理の一例を示すフロー図である。

[図11]従来の無線通信装置が備える受信部の構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態を詳細に説明する。

[0020] [第一の実施形態]

図1は、第一の実施形態による無線通信装置1が備える受信部10の構成例を示す図である。同図に示す受信部10は、複数の無線通信装置が一つの定められたプリアンプルを含む信号を自律分散的に送信する環境において受信した信号をチェイス合成し、受信信号電力を向上させるための構成を有する。受信部10は、受信アンテナ11、無線部12、同期検出部13、時間区間蓄積部14、ブラインド時間区間合成部15及び復調部16を備える。同図に示す受信部10の構成が、図11に示す従来技術の受信部の構成と異なる点は、タイミング管理部に代えて同期検出部13を備え、時間区間合成部に代えてブラインド時間区間合成部15を備える点である。

[0021] 受信アンテナ11は、他の無線通信装置が送信した信号を受信する。無線部12は、受信アンテナ11が受信した信号に周波数変換を行い、ベースバンド信号を得る。同期検出部13は、受信信号に含まれるプリアンプルを利用して、他の無線通信装置から送信された信号を検出する。時間区間蓄積部14は、同期検出部13における検出のタイミングに従って、周波数変換さ

れたベースバンド信号から、所定の時間区間のベースバンド信号を抽出して蓄積する。抽出されたベースバンド信号を、時間区間信号と記載する。ブラインド時間区間合成部 15 は、時間区間蓄積部 14 に蓄積された各時間区間信号をそれぞれ重み付けした上で合成し、信号電力を高める。復調部 16 は、ブラインド時間区間合成部 15 が合成した信号に復調処理を行い、復調情報を得る。

[0022] 図 2 は、図 1 に示す無線通信装置 1 が備える受信部 10 の処理の一例を示すフロー図である。図 1 に示す受信部 10 を備えた無線通信装置が属する無線通信システムにおいて、複数の無線通信装置は、自律分散的に通信を行い、かつ全ての無線通信装置が一つの定められたプリアンプルを利用しうる。このような無線通信規格として、例えば、IEEE 802.15.4g がある（例えば、参考文献 1 参照）。

[0023] （参考文献 1）IEEE Std 802.15.4g, "Part 15.4: Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) Amendment 3: Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Data-Rate, Wireless, Smart Metering Utility Networks", 2012年4月

[0024] 無線部 12 は、受信アンテナ 11 が他の無線通信装置から受信した無線信号の周波数変換を行い、ベースバンド信号を得る（ステップ S1）。同期検出部 13 は、受信ベースバンド信号と既知のプリアンプルと間の相関値を算出する。同期検出部 13 は、算出した相関値が閾値を超えた場合に同期検出したと判断し、その同期検出のタイミングを切り出して時間区間蓄積部 14 に通知する（ステップ S2）。いつどの無線通信装置が信号を送信するか全く未知の状況であるため、同期検出部 13 は、この同期検出を、信号受信時に毎回行う。

[0025] 時間区間蓄積部 14 は、同期検出部 13 から通知された同期検出のタイミング（時刻）から予め定めた時間区間分のベースバンド信号を切り取って時間区間信号を抽出する。時間区間蓄積部 14 は、抽出した時間区間信号を蓄積する（ステップ S3）。時間区間の長さ又は時間区間信号の長さは、本実

施形態が用いられる無線通信システムにおける送信信号の時間的な長さに基づいて決定すれば良い。

[0026] ブラインド時間区間合成部15は、時間区間蓄積部14に蓄積された時間区間信号群に対して、ブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用し、合成する（ステップS4）。例えば、ブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムとして、Constant Modulus Algorithm（CMA）アルゴリズムを用いることができる。CMAは、複数のアレー素子の出力に対して、合成結果の振幅がなるべく一定になるように重み付け合成を行うアルゴリズムである。送信時の信号波形が一定振幅に近いもの、例えば、GFSK（Gaussian Frequency-Shift Keying）変調のような場合に有効である。また、ブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムとして、CMA以外のアルゴリズムを用いることもできる。例として、PI（パワーインバージョン）法を初めとする既知のブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムや、CMAやPIから派生したMulti-Target CMAなど（例えば、参考文献2参照）の技術が利用可能である。ブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用することで、時間区間蓄積部14に複数の無線通信装置の信号が蓄積されている場合でも、ある一つの無線通信装置の信号の電力だけが強められるように合成することができる。

[0027] （参考文献2）Y. FUJINO, D. UCHIDA, T. FUJITA, O. KAGAMI and K. WATANABE, “A Subspace Estimation Method based on Eigenvalue Decomposition for Multi-Target Constant Modulus Algorithm”, in Proc. WCNC, 2007年, p. 1232-1236

[0028] 復調部16は、ブラインド時間区間合成部15が合成して得た信号に対して復調処理を行い、復調情報を得る（ステップS5）。復調部16が、復調すべき十分な数の無線通信装置の信号を復調していないと判断した場合（ステップS6：NO）、受信部10は、ステップS4に戻って処理を繰り返す。このとき、受信部10は、参考文献2にあるように、前回復調された無線通信装置の信号ではない無線通信装置の信号を取得するよう、前回と異なる

ウェイトを用いて信号合成する。

[0029] 復調部 16 は、復調すべき十分な数の無線通信装置の信号を復調したと判断した場合（ステップ S6：YES）、処理を終了する。なお、例えば、事前に複数の無線通信装置間で認証プロセスを行っておき、通信しうる無線通信装置数の最大数を、復調すべき無線通信装置の十分な数としても良い。また、例えば、運用者が、本実施形態が適用される無線通信システムを構成する無線通信装置数を復調すべき無線通信装置の十分な数として予め設定しておいても良い。

[0030] 図3及び図4を用いて、複数のアレー素子の出力にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合と、チェイス合成の合成対象となる時間区間に適用する場合の違いを説明する。

[0031] 図3は、複数のアレー素子の出力にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合を示す図である。同図では、無線通信装置 A1 と無線通信装置 B1 とが同時に無線信号を送信する。無線通信装置 A1 からの無線信号が所望波の場合、無線通信装置 B1 からの無線信号は干渉波である。また、無線通信装置 B1 からの無線信号が所望波の場合、無線通信装置 A1 からの無線信号は干渉波である。受信側の無線通信装置 C は、複数のアレー素子 D1、D2 を有している。複数のアレー素子 D1、D2 のいずれにも、同じ時刻に所望波と干渉波が到来する。ただし、各アレー素子の空間的な位置の違いにより、所望波と干渉波は、各アレー素子 D1、D2 それぞれの出力の中で異なる位相で重なり合っている。無線通信装置 C は、各アレー素子 D1、D2 の出力に適切に重み付けを行った上で合成する。すなわち、無線通信装置 C は、所望波に関しては各アレー素子の出力を同相合成し、干渉波に関しては各アレー素子の出力を逆相合成する。この合成により得られる出力は、所望波については信号電力が高められ、干渉波については信号電力が弱められた信号になり、受信感度の向上が期待できる。

[0032] 図4は、チェイス合成の合成対象となる時間区間にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合を示す図である。本実施形態では、図

3に示すアレー素子に代えて、時間区間が用いられる。無線通信装置1は、無線通信装置A2、B2が送信した無線信号を受信する。本実施形態では、複数の無線通信装置が自律分散的に動作する環境を前提としている。この環境では、図3に示す場合と異なり、無線通信装置1の時間区間蓄積部14に蓄積された時間区間信号はいずれも所望波と干渉波の双方を含んでいるわけではなく、所望波のみを含む場合、干渉波のみを含む場合、所望波と干渉波の双方を含む場合など様々な場合が想定される。これらがいずれも含まれる場合であっても、所望波と干渉波が完全に重なる可能性は非常に低いため、ここでは異なる時間に受信したものとして考える。

[0033] 同期検出部13は、異なる時刻に到来する信号を同期検出し、各時間区間の信号をまとめて保持する。上述のように、各時間区間には基本的に1無線通信装置の信号のみが含まれる。ブラインド時間区間合成部15は、同一の無線通信装置の信号が含まれる時間区間は強め合うように信号を合成し、同一の無線通信装置の信号が含まれない時間区間は信号の重みを小さくすることで、ある無線通信装置の信号のみ取り出すことが可能となる。

[0034] 以上に述べた通り、複数のアレー素子の出力にアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用する場合と、蓄積された時間区間信号に適用する場合では、対象となる信号の特徴が異なる。そこで、本実施形態により信号電力が向上するかどうかを検証するための実験を行った。

[0035] 図5は、図1に示す受信部10によりチェイス合成を実施したときの信号対雑音比 (Signal to Noise ratio: SNR) とパケット誤り率 (Packet Error Rate, PER) とを示す図である。同図では、無線通信装置1に対して、無線通信装置Aと無線通信装置Bとから交互に1パケットずつの無線信号が到来するとした。また、各無線通信装置A、Bが送信するパケットは不変とした。無線通信装置1は、同期検出部13により到来した順に信号を同期検出し、時間区間蓄積部14に蓄積した。そして、ブラインド時間区間合成部15は、蓄積された先頭の時間区間信号から予め定めた合成パケット数分をアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成した。すなわち、

合成パケット数が3のときは、無線通信装置Aの信号2つと無線通信装置Bの信号1つを合成している。

[0036] 図5の横軸は合成前の1パケットのSNRであり、縦軸は無線通信装置AのPERである。同図に示すように、合成パケット数1の場合に比べて、合成パケット数2の場合のほうが、PERは増加している。これは、合成パケット数1の場合は無線通信装置Aのみの信号が存在しているのに対し、合成パケット数2の場合は無線通信装置Bの信号が干渉波として含まれるためである。理想的には、合成パケット数2の場合でも、無線通信装置Aのパケットの重みを1、無線通信装置Bのパケットの重みを0とすれば、合成パケット数1と同じ結果が得られる。しかしながら、干渉による重み算出誤差があるため、グラフに示される通り劣化している。

[0037] 合成パケット数を3に増やした場合、無線通信装置Aのパケットの電力が向上し、PERは減少する。合成パケット数を4に増やした場合、無線通信装置Bのパケットが干渉波として増えるためにPERは再び増加する。合成パケット数をさらに増やしていくと、PERは減少していく上に、干渉波が増加した場合でもその劣化量は小さくなっている。劣化量が小さくなるのは、信号電力が増加し、重み算出誤差が小さくなっていくためである。このように、図5に示す実験結果から、本実施形態では複数のアレー素子ではなく蓄積された時間区間信号群を合成対象とするが、信号電力向上及び干渉電力低減の効果を得ることができていることが分かる。

[0038] 図6～図8は、図1に示すブラインド時間区間合成部15の詳細な構成の例を示す図である。図6に示すブラインド時間区間合成部15a、図7に示すブラインド時間区間合成部15b、又は、図8に示すブラインド時間区間合成部15cを、図1に示すブラインド時間区間合成部15として用いることができる。

[0039] 図6は、ブラインド時間区間合成部15aの構成を示す図である。ブラインド時間区間合成部15aは、ウェイト算出部151及び重み付け合成部152を備える。ウェイト算出部151は、時間区間蓄積部14から入力した

時間区間信号群を用いてウェイト算出を行い、各時間区間信号のウェイト（重み）を算出する。重み付け合成部 152 は、時間区間蓄積部 14 から入力した時間区間信号群と、ウェイト算出部 151 により算出されたウェイトを用いて各時間区間信号の重み付け合成を行い、結果を出力する。

[0040] 図 7 は、ブラインド時間区間合成部 15b の構成を示す図である。ブラインド時間区間合成部 15b は、ウェイト算出部 153、ウェイト選択部 154 及び重み付け合成部 155 を備える。ウェイト算出部 153 は、図 6 のウェイト算出部 151 と同様に各時間区間信号のウェイトを算出する。ウェイト選択部 154 は、ウェイト算出部 153 が算出したウェイトのうち一部のウェイトのみを選択する。重み付け合成部 155 は、時間区間蓄積部 14 から入力した時間区間信号群に、ウェイト選択部 154 が選択したウェイトを用いて重み付けを行って合成する。なお、ウェイト選択部 154 は、選択したウェイトについてはそのまま、選択しなかった残りのウェイトについては 0（又は 0 に近い値）に書き換えて、重み付け合成部 155 に出力してもよい。重み付け合成部 155 は、ウェイト選択部 154 から受け取ったウェイトを用いて、各時間区間信号に重み付けを行い、合成する。

[0041] 複数のアレー素子を用いる場合と異なり、蓄積された時間区間信号を用いる場合は、所望波が全く含まれない時間区間信号が存在する可能性がある。ある基準に従って、所望波が含まれない可能性の高い時間区間信号を排除することで、信号電力向上効果のさらなる向上が期待できる。ウェイト選択部 154 が一部のウェイトを選択する基準として、ウェイト算出部 153 が算出したウェイトのうち、絶対値の大きいものから順に予め定められたウェイト数分を選択する方法がある。予め定めるウェイト数は、例えば本実施形態が用いられる無線通信システムにおける送信再送回数の上限値に定めても良い。また、一部のウェイトを選択する基準として、ウェイト算出部 153 が算出したウェイトのうち、絶対値が予め定めた閾値を超えるウェイトのみを選択する方法がある。予め定める閾値は、最も絶対値が大きいウェイトで全ウェイトを正規化している場合、0 から 1 の間で定めれば良い。

[0042] 図8は、ブラインド時間区間合成部15cの構成を示す図である。ブラインド時間区間合成部15cは、ウェイト算出部156、ウェイト選択部157、ウェイト再算出部158及び重み付け合成部159を備える。ウェイト算出部156は、図6のウェイト算出部151及び図7のウェイト選択部154と同様に各時間区間信号のウェイトを算出する。

ウェイト選択部157は、図7のウェイト選択部154と同様に一部のウェイトを選択する。ウェイト再算出部158は、ウェイト選択部157がウェイトを選択した後、選択されたウェイトと紐づく時間区間信号だけを用いて、改めてウェイト算出を行う。重み付け合成部159は、入力された時間区間信号群に、ウェイト再算出部158が算出したウェイトを用いて重み付けを行って合成する。なお、ウェイト再算出部158は、ウェイト選択部157が選択しなかったウェイトについては再算出結果を0（又は0に近い値）として重み付け合成部159に出力してもよい。重み付け合成部159は、ウェイト再算出部158から受け取ったウェイトを用いて、各時間区間信号に重み付けを行い、合成する。

[0043] ウェイト算出部156によるウェイト算出では、所望波が含まれない可能性の高い時間区間信号も考慮されるため、ウェイト算出誤差が大きくなる。従って、ウェイト選択部157において所望波を含む可能性の高い時間区間信号のみを選択した後、改めてウェイト再算出部158においてウェイト算出を行うことで、ウェイト算出誤差の小さいウェイトを得ることができる。ウェイト選択部157は、図7のウェイト選択部154と同様に、一部のウェイトを選択する基準として、ウェイト算出部156が算出したウェイトのうち、絶対値が大きい順に予め定められたウェイト数分を選択する方法と、絶対値が予め定めた閾値を超えるウェイトを選択する方法がある。

[0044] [第二の実施形態]

本実施形態の無線通信装置は、第一の無線通信装置の機能に加えて、干渉キャンセル機能を有する。

図9は、第二の実施形態による無線通信装置1aが備える受信部10aの

構成例を示す図である。同図において、図 1 に示す第一の実施形態による無線通信装置 1 と同一の部分には同一の符号を付し、その説明を省略する。図 9 に示す無線通信装置 1 a が、図 1 に示す無線通信装置 1 と異なる点は、干渉レプリカ信号生成部 2 1 及び減算部 2 2 をさらに備える点である。図 5 に示したように、干渉による重み算出誤差によって、P E R は劣化する。そこで図 9 に示す構成の受信部 1 0 a では、干渉を低減するために、先に干渉波を送信する無線通信装置のパケットを復調する。干渉レプリカ信号生成部 2 1 は、復調部 1 6 による復調処理により得られた復調情報を利用して干渉レプリカ信号を生成する。減算部 2 2 は、生成された干渉レプリカ信号を、時間区間蓄積部 1 4 が蓄積した時間区間信号から減算し、ブラインド時間区間合成部 1 5 に出力する。

[0045] 図 1 0 は、図 9 に示す無線通信装置 1 a が備える受信部 1 0 a の処理の一例を示すフロー図である。同図において、図 2 に示す第一の実施形態のフロー図と同一の所定には同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。

[0046] 無線通信装置 1 a は、図 2 に示す構成と同様に信号を復調する（ステップ S 1 ～ステップ S 5）。すなわち、無線部 1 2 は、受信アンテナ 1 1 が受信した無線信号の周波数変換を行い、ベースバンド信号を得る。同期検出部 1 3 は、受信ベースバンド信号と既知のプリアンブルとの間の相関値を算出し、相関値が閾値を超えたときにその同期検出のタイミングを切り出す。時間区間蓄積部 1 4 は、同期検出部 1 3 から出力された同期検出のタイミングに従って、予め定めた時間区間分のベースバンド信号を分切り取った時間区間信号を蓄積する。ブラインド時間区間合成部 1 5 は、時間区間蓄積部 1 4 に蓄積された時間区間信号群に対して、ブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムを適用し、合成する。復調部 1 6 は、ブラインド時間区間合成部 1 5 が合成して得た信号に対して復調処理を行い、復調情報を得る。

[0047] 復調部 1 6 が、復調すべき十分な数の無線通信装置の信号を復調していないと判断した場合（ステップ S 6 : N O）、干渉レプリカ信号生成部 2 1 は、復調情報が示す復調された信号系列を再変調する（ステップ S 7）。さら

に、干渉レプリカ信号生成部 21 は、再変調された信号を利用して、時間区
間蓄積部 14 に蓄積された時間区間信号のチャネル推定を行う（ステップ S
8）。チャネル推定は、例えば、時間領域で相関演算を行うことで得ても良
いし、周波数領域で ZF（Zero Forcing）アルゴリズムや MMSE アルゴリ
ズムを適用して得ても良い。干渉レプリカ信号生成部 21 は、各時間区間信
号に対するチャネル推定結果を、再変調された信号に付与する。これにより
、干渉レプリカ信号生成部 21 は、蓄積された各時間区間信号に対応する干
渉レプリカ信号を生成することができる（ステップ S9）。

[0048] 減算部 22 は、時間区間蓄積部 14 に蓄積された時間区間信号それぞれか
ら、ステップ S9 においてその時間区間信号に対応して生成された干渉レ
プリカ信号を減算し、干渉を低減する（ステップ S10）。時間区間蓄積部 1
4 は、干渉が低減された時間区間信号をブラインド時間区間合成部 15 に出
力する。受信部 10a は、ステップ S4 からの処理を行う。そして、復調部
16 が、復調すべき十分な数の無線通信装置の信号を復調したと判断した場
合（ステップ S6：NO）、処理を終了する。

[0049] 図 9 に示す構成の受信部 10a を用いることによって、図 1 に示す構成の
受信部 10 よりもさらに誤り率を低減することができる。例えば、図 5 に示
すように合成パケット数を増やしたとき、干渉波を取り込むと誤り率が劣化
してしまうが、図 9 の構成の受信部 10a を用いることにより、劣化量を低
減できる。

[0050] 以上説明した実施形態によれば、無線通信装置は、受信ベースバンド信号
と既知プリアンプル信号の相関値を算出し、算出した相関値が閾値を超えた
タイミングを同期信号として切り出す。無線通信装置は、切り出した同期信
号に従い時間区間を決定し、ブラインドアダプティブアレーアンテナのアル
ゴリズムを適用してチェイス合成を行う。これにより、無線通信装置は、他
の無線通信装置からの送信信号がいずれのタイミングで到来するか未知の場
合においても、チェイス合成を用い信号電力を高め、悪い電波環境において
も正常に信号を受信することができる。従って、無線通信装置は、複数の端

末が自律分散的に信号を送信する環境において、再送された信号を適切に合成し、受信信号電力を高めることで、電波環境の悪化による接続圏外から回復することが可能となる。

[0051] 上述した実施形態によれば、無線通信装置は、受信部と、同期検出部と、信号蓄積部と、合成部と、復調部とを有する。受信部は、プリアンプルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する。受信部は、例えば、受信アンテナ 11 及び無線部 12 である。同期検出部は、受信部が受信した信号に含まれるプリアンプルを用いて他の無線通信装置との同期を検出する。信号蓄積部は、受信部が受信した信号から、同期検出部により同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する。信号蓄積部は、例えば、時間区間蓄積部 14 である。合成部は、信号蓄積部に蓄積された信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する。合成部は、例えば、ブラインド時間区間合成部 15 である。復調部は、合成部により合成された信号を復調する。

[0052] 合成部は、信号蓄積部に蓄積された信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きいウェイトから順に予め定めたウェイト数のウェイトを、又は、絶対値が閾値以上のウェイトを選択し、選択されたウェイトを対応する信号に適用して重み付けし、合成してもよい。あるいは、合成部は、信号蓄積部に蓄積された信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きいウェイトから順に予め定めた個数のウェイトを、又は、絶対値が閾値以上のウェイトを選択し、選択されたウェイトに対応する信号それぞれのウェイトを再算出し、再算出されたウェイトを対応する信号に適用して重み付けし、合成してもよい。

[0053] また、無線通信装置は、干渉レプリカ信号生成部と、減算部をさらに備えてもよい。干渉レプリカ信号生成部は、復調部により復調された情報を元に干渉信号のレプリカ信号を生成する。減算部は、干渉レプリカ信号生成部が生成したレプリカ信号を信号蓄積部に蓄積された信号から減算する。合成部は、減算部によりレプリカ信号が減算された信号をブラインドアダプティブ

アレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する。

[0054] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

符号の説明

[0055] 1、1 a…無線通信装置
1 0、1 0 a…受信部
1 1…受信アンテナ
1 2…無線部
1 3…同期検出部
1 4…時間区間蓄積部
1 5、1 5 a、1 5 b、1 5 c…ブラインド時間区間合成部
1 6…復調部
2 1…干渉レプリカ信号生成部
2 2…減算部
1 5 1、1 5 3、1 5 6…ウェイト算出部
1 5 7、1 5 4…ウェイト選択部
1 5 8…ウェイト再算出部
1 5 2、1 5 5、1 5 9…重み付け合成部

請求の範囲

- [請求項1] プリアンブルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する受信部と、
- 前記受信部が受信した前記信号に含まれるプリアンブルを用いて前記他の無線通信装置との同期を検出する同期検出部と、
- 前記受信部が受信した前記信号から、前記同期検出部により同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する信号蓄積部と、
- 前記信号蓄積部に蓄積された前記信号をブラインドアダプティブブレードアンテナのアルゴリズムに従って合成する合成部と、
- 前記合成部により合成された前記信号を復調する復調部と、
- を備える無線通信装置。
- [請求項2] 前記合成部は、前記アルゴリズムとしてConstant Modulus Algorithm (CMA) アルゴリズムを用いる、
- 請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項3] 前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きい前記ウェイトから順に予め定めた個数の前記ウェイトを選択し、選択された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する、
- 請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項4] 前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、絶対値が大きい前記ウェイトから順に予め定めた個数の前記ウェイトを選択し、選択された前記ウェイトに対応する前記信号それぞれのウェイトを再算出し、再算出された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する、
- 請求項1に記載の無線通信装置。
- [請求項5] 前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、算出された前記ウェイトのうち絶対値が閾値を超え

るウェイトを選択し、選択された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項6] 前記合成部は、前記信号蓄積部に蓄積された前記信号それぞれのウェイトを算出し、算出された前記ウェイトのうち絶対値が閾値を超えるウェイトを選択し、選択された前記ウェイトに対応する前記信号それぞれのウェイトを再算出し、再算出された前記ウェイトを対応する前記信号に適用して合成する、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項7] 前記復調部により復調された情報を元に干渉信号のレプリカ信号を生成する干渉レプリカ信号生成部と、

前記干渉レプリカ信号生成部が生成した前記レプリカ信号を前記信号蓄積部に蓄積された前記信号から減算する減算部とを備え、

前記合成部は、前記減算部により前記レプリカ信号が減算された前記信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する、

請求項 1 に記載の無線通信装置。

[請求項8] プリアンブルが設定された信号を他の無線通信装置から無線により受信する受信ステップと、

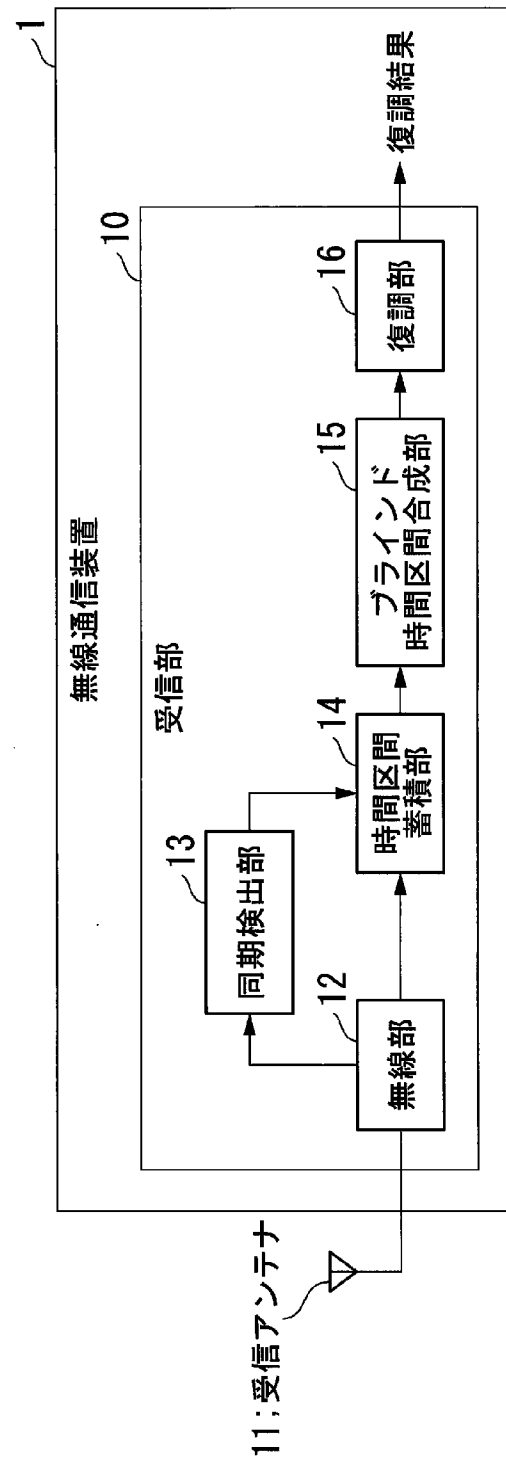
前記受信ステップにおいて受信した前記信号に含まれるプリアンブルを用いて前記他の無線通信装置との同期を検出する同期検出ステップと、

前記受信ステップにおいて受信した前記信号から、前記同期検出ステップにおいて同期が検出されたタイミングに基づいて抽出した信号を蓄積する信号蓄積ステップと、

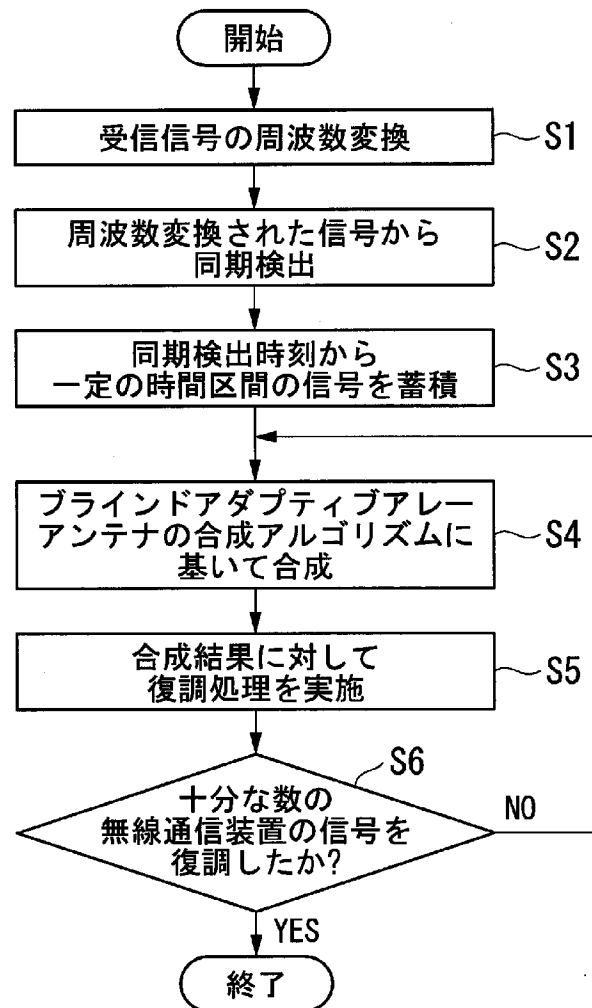
前記信号蓄積ステップにおいて蓄積された前記信号をブラインドアダプティブアレーアンテナのアルゴリズムに従って合成する合成ステップと、

前記合成ステップにおいて合成された前記信号を復調する復調ステップと、
を有する無線信号受信方法。

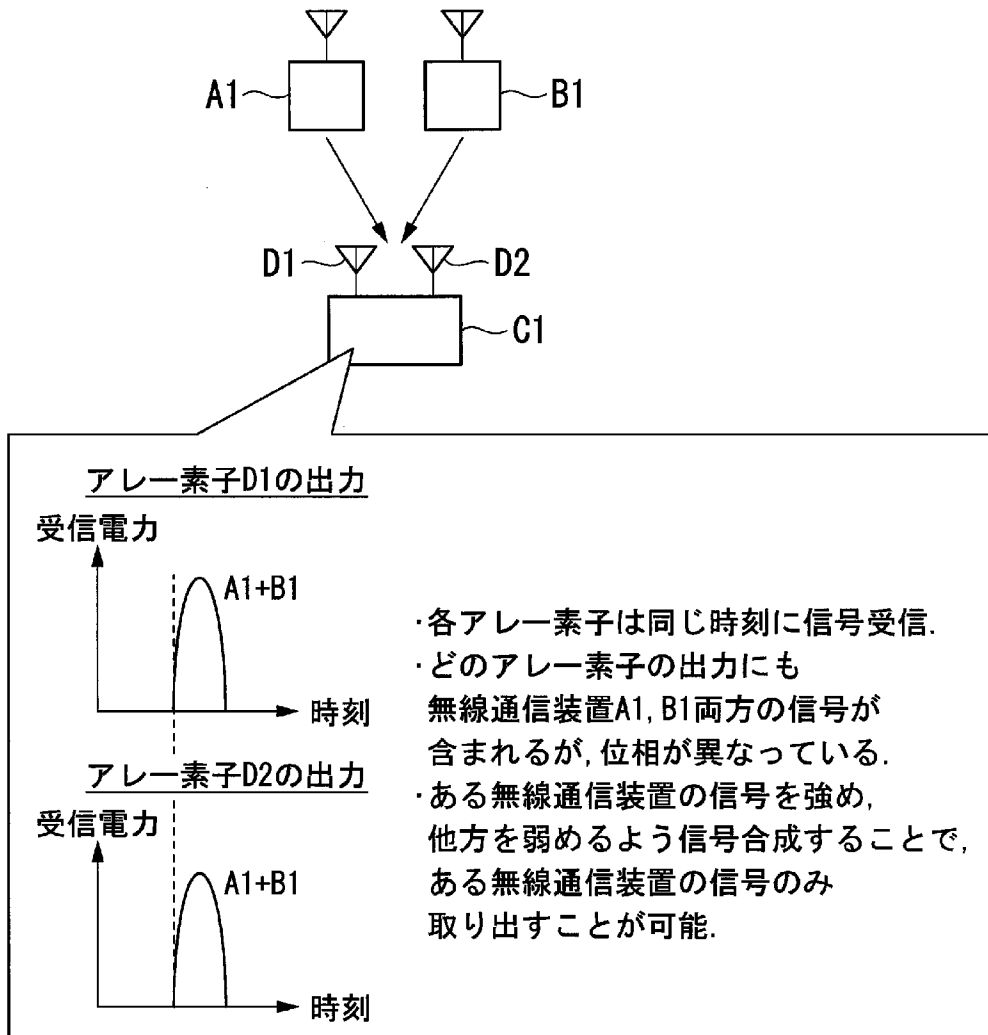
[図1]



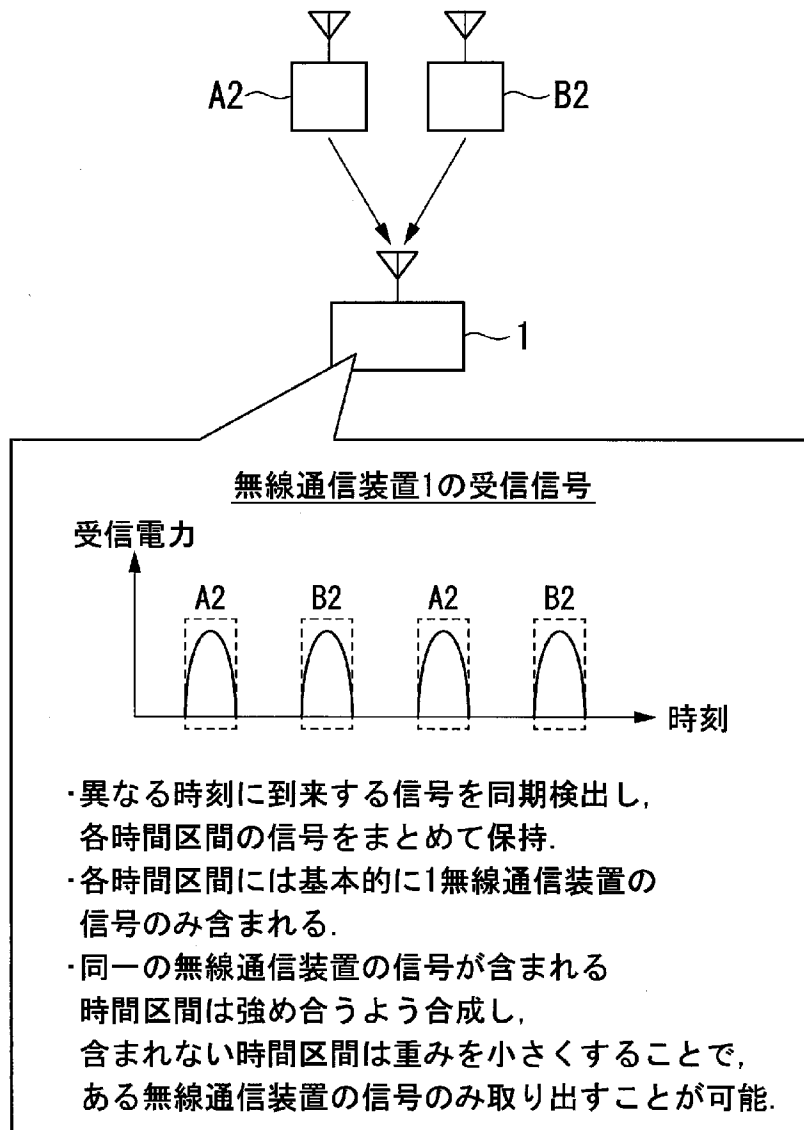
[図2]



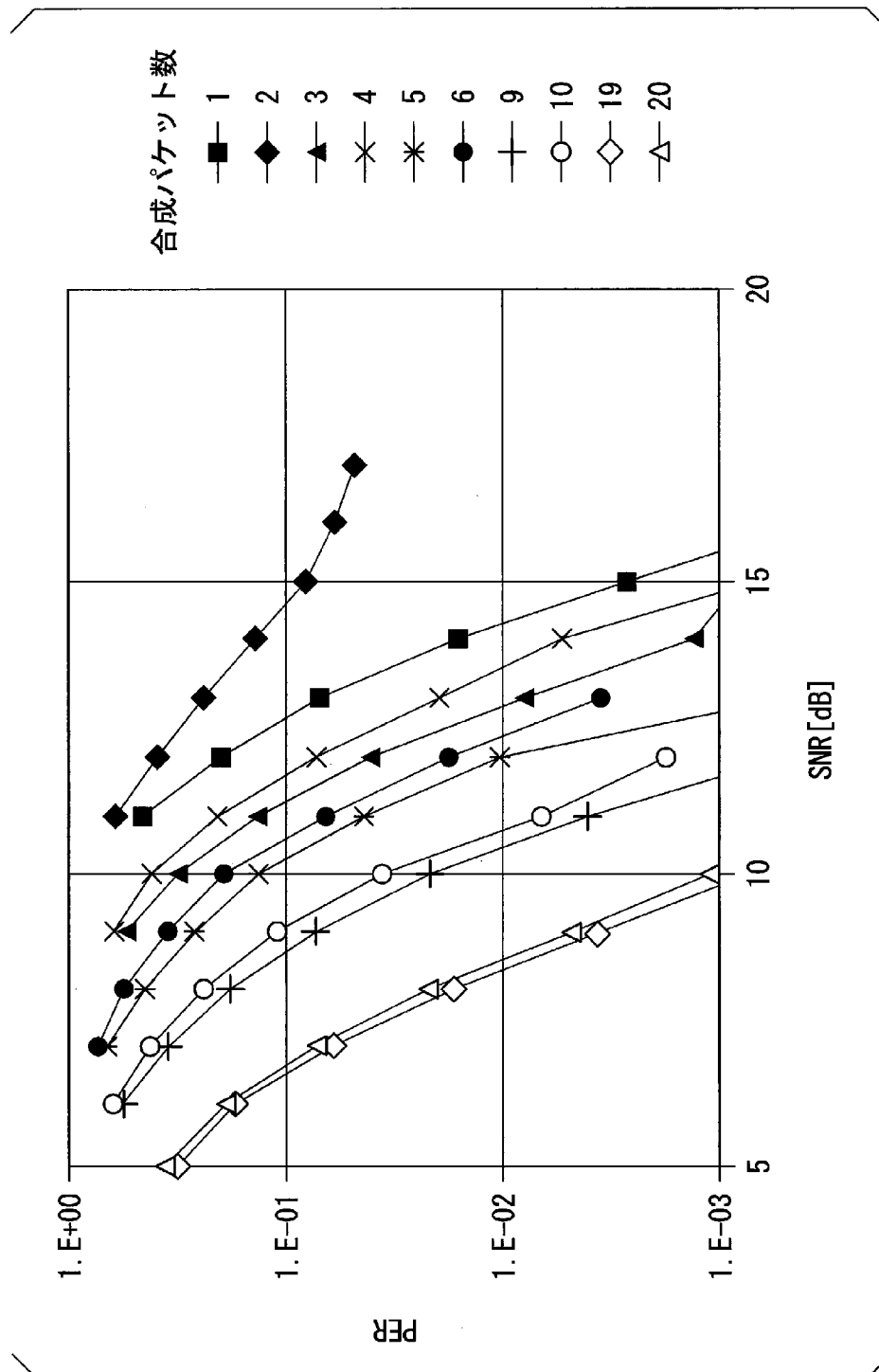
[図3]



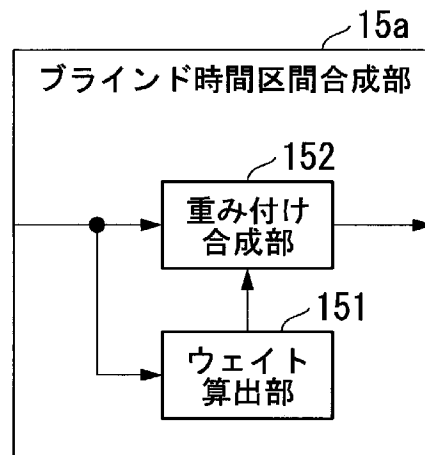
[図4]



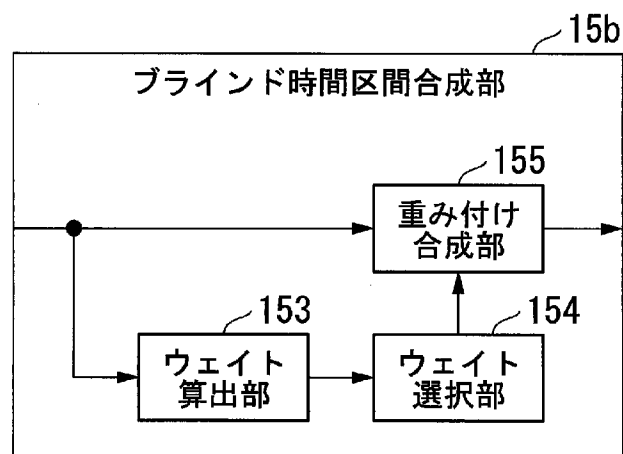
[図5]



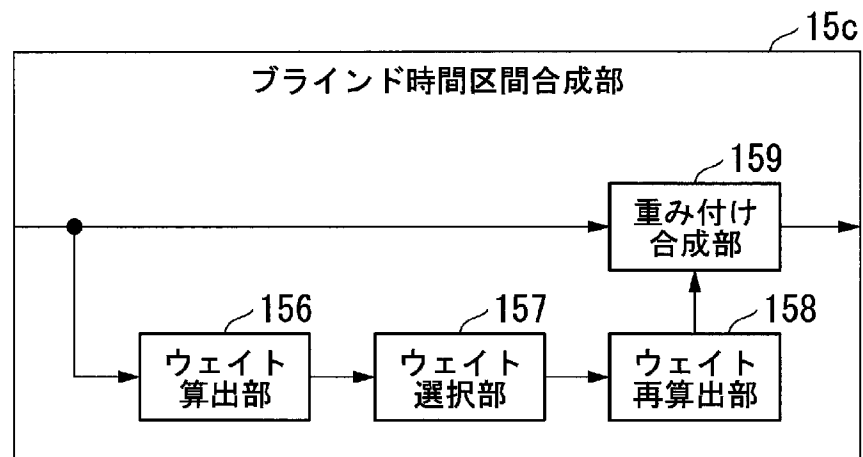
[図6]



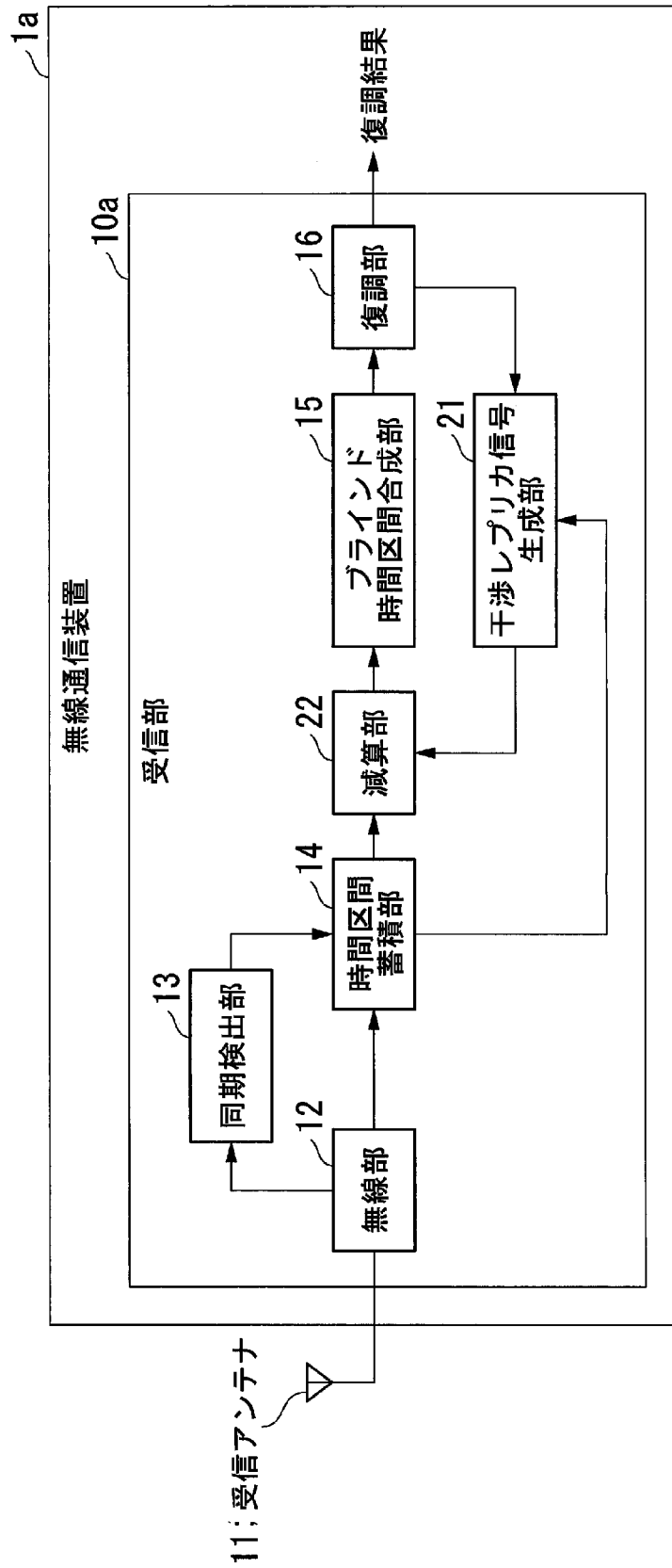
[図7]



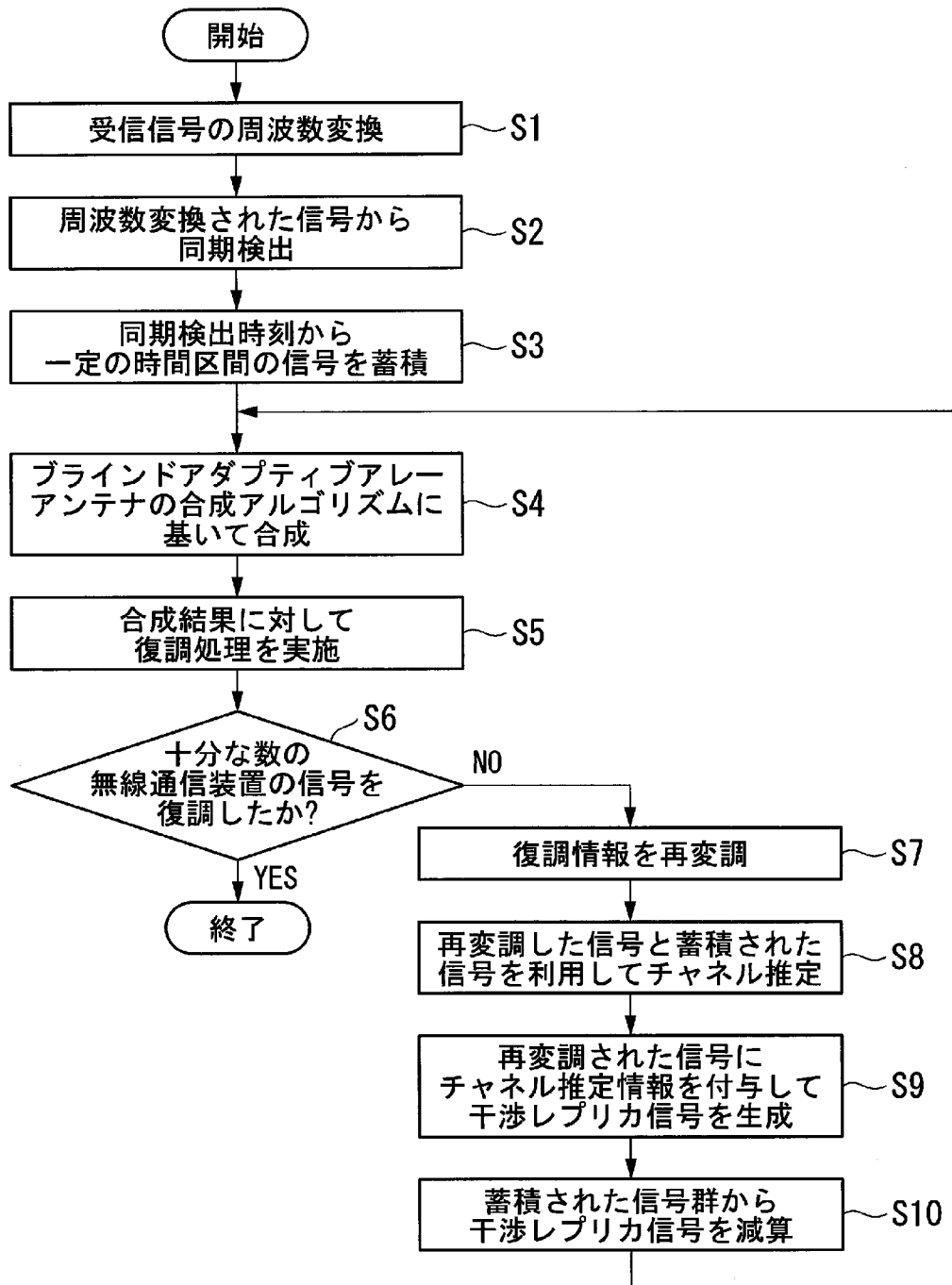
[図8]



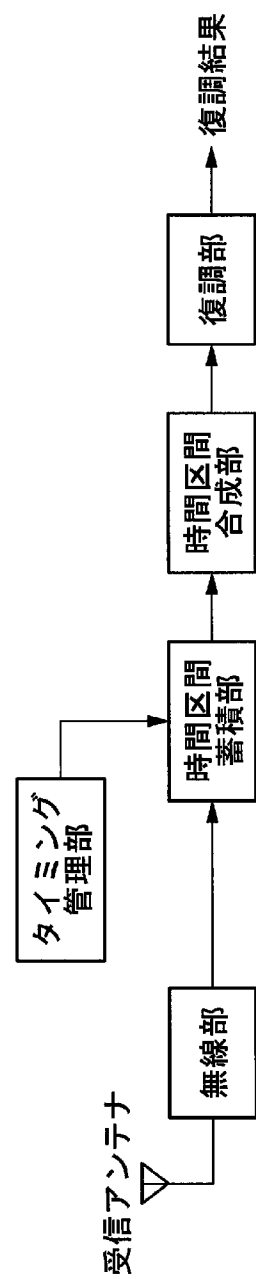
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/025092

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04B7/08(2006.01)i, H04B7/005(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)

Int. Cl. H04B7/08, H04B7/005

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

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	JP 2001-326594 A (HITACHI KOKUSAI ELECTRIC INC.)	1-2, 8
Y	22 November 2001, paragraphs [0040]-[0049]	3, 5, 7
A	(Family: none)	4, 6
Y	JP 2014-50045 A (KAMIYA, Yukihiro) 17 March 2014, paragraphs [0023]-[0027] (Family: none)	3, 5, 7
A	JP 2000-332666 A (TOSHIBA TEC CORP.) 30 November 2000, paragraphs [0029]-[0031] & US 6763062 B1 (column 7, line 51)	4, 6
A	JP 2005-160030 A (SONY CORP.) 16 June 2005, paragraphs [0033], [0034] & US 2005/0095996 A1, paragraphs [0029], [0030] & EP 1530305 A2 & KR 10-2005-0043670 A & CN 1614906 A	4, 6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

☐ document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

☐ earlier application or patent but published on or after the international filing date

☐ 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 referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

☐ document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

☐ 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

☒ 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

☐ 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
16.07.2019

Date of mailing of the international search report
30.07.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04B7/08(2006.01)i, H04B7/005(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. H04B7/08, H04B7/005

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	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019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 A	JP 2001-326594 A (株式会社日立国際電気) 2001.11.22, 段落[0040]-[0049] (ファミリーなし)	1-2, 8 3, 5, 7 4, 6
Y	JP 2014-50045 A (神谷 幸宏) 2014.03.17, 段落[0023]-[0027] (ファミリーなし)	3, 5, 7

☒ 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

16.07.2019

国際調査報告の発送日

30.07.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

太田 龍一

5K

1593

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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 請求項の番号
A	JP 2000-332666 A (東芝テック株式会社) 2000.11.30, 段落[0029]-[0031] & US 6763062 B1 (第7欄 第51行 - 第8欄 第25行)	4, 6
A	JP 2005-160030 A (ソニー株式会社) 2005.06.16, 段落[0033]-[0034] & US 2005/0095996 A1 [0029]-[0030] & EP 1530305 A2 & KR 10-2005-0043670 A & CN 1614906 A	4, 6