

(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
2024年8月8日(08.08.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/161528 A1

(51) 国際特許分類:

H04B 7/005 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/003117

(22) 国際出願日: 2023年1月31日(31.01.2023)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(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). 株式会社NTTドコモ(NTT DOCOMO, INC.) [JP/JP]; 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 栗山 圭太 (KURIYAMA, Keita); 〒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). 長

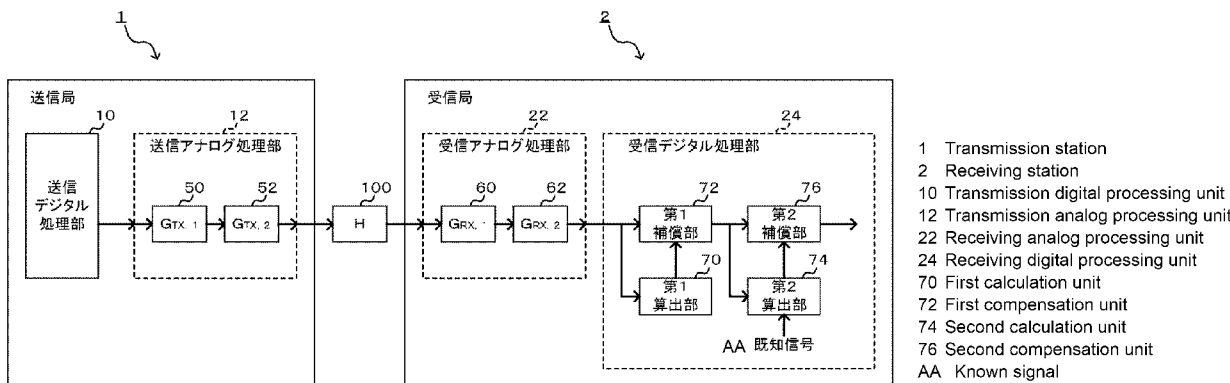
谷川 仁(HASEGAWA, Hitoshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 宮城 利文(MIYAGI, Toshifumi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT知的財産センタ内 Tokyo (JP). 須山 聡(SUYAMA, Satoshi); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP). 山田 貴之(YAMADA, Takayuki); 〒1006150 東京都千代田区永田町二丁目11番1号 山王パークタワー 株式会社NTTドコモ 知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人高田・高橋国際特許事務所 (TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7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,

(54) Title: WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM, WIRELESS COMMUNICATION DEVICE, WIRELESS COMMUNICATION METHOD AND SIGNAL COMPENSATION PROGRAM

(54) 発明の名称: 無線通信システム、無線通信装置、無線通信方法及び信号補償プログラム



(57) Abstract: A wireless communication system according to one embodiment which performs wireless communication by compensating for a signal to be processed which is analog-processed via a process by which a receiving device receives a signal which is transmitted by a transmission device by using a radio wave, wherein one or more devices among the transmission device and the receiving device estimate, by using a function model, each of a plurality of factors which decrease the accuracy of the analog processing of the signal to be processed, calculate the weight which each of the plurality of factors constitutes in the decrease in the analog processing accuracy, compensate for the signal to be processed by using each function model on the basis of the calculated weights, calculate the weight which each of the plurality of factors constitutes in the residual error which remains in the compensated signal, and subject the signal to be processed to compensation along with machine learning, on the basis of the calculated weights.

BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

(57) 要約: 一実施形態にかかる無線通信システムは、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信システムにおいて、送信装置及び受信装置の少なくともいずれかが、被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出し、算出したウエイトに基づいて、関数モデルそれぞれを用いて被処理信号を補償し、補償した信号に残留する残留誤差に対して複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出し、算出したウエイトに基づいて、被処理信号に機械学習を伴う補償を行う。

明 細 書

発明の名称：

無線通信システム、無線通信装置、無線通信方法及び信号補償プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、無線通信システム、無線通信装置、無線通信方法及び信号補償プログラムに関する。

背景技術

[0002] 無線通信において、例えば直交変復調を用いる場合、受信される直交成分 I、Q は、それぞれ異なる干渉の影響を受けて、異なる減衰及び位相回転の信号となってしまうことがある（I/Q インバランス）。I/Q インバランスなどが生じると、無線通信の品質が劣化してしまうため、事象を推定し、補償する技術が必要となる。

[0003] I/Q インバランス以外にも、増幅器の非線形歪み、キャリア周波数オフセット、及び位相雑音など、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う技術が提案されている（例えば、非特許文献 1 参照）。

[0004] アナログ処理される被処理信号は、無線通信装置のアナログデバイス回路に起因して障害（デバイス障害）が生じることが多い。

先行技術文献

非特許文献

[0005] 非特許文献 1：S. Fouladifard, H. Shafiee, “Frequency offset estimation in OFDM systems in presence of IQ imbalance,” ICCS, 2002, pp.214-218

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、従来は、デバイス障害が複合的に生じる場合、個別事象をそれぞれ推定して補償すると、補償精度が劣化してしまうという問題があっ

た。つまり、デバイス障害が複合的に生じると、残留誤差により無線通信の品質が劣化してしまうことがあった。

[0007] 本発明は、上述した課題を鑑みてなされたものであり、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号に対してデバイス障害が複合的に生じても、被処理信号を精度よく補償することができる無線通信システム、無線通信装置、無線通信方法及び信号補償プログラムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施形態にかかる無線通信システムは、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信システムにおいて、前記送信装置及び前記受信装置の少なくともいずれかが、前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウェイトを算出する第1算出部と、前記第1算出部が算出したウェイトに基づいて、前記関数モデルそれぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償部と、前記第1補償部が補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウェイトを算出する第2算出部と、前記第2算出部が算出したウェイトに基づいて、前記第1補償部が補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償部とを有することを特徴とする。

[0009] また、本発明の一実施形態にかかる無線通信装置は、電波を利用して送受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信装置において、前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウェイトを算出する第1算出部と、前記第1算出部が算出したウェイトに基づいて、前記関数モデルそれぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償部と、前記第1補償部が補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占める

ウエイトを算出する第2算出部と、前記第2算出部が算出したウエイトに基づいて、前記第1補償部が補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償部とを有することを特徴とする。

[0010] また、本発明の一実施形態にかかる無線通信方法は、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信方法において、前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第1算出工程と、前記第1算出工程により算出したウエイトに基づいて、前記関数モデルそれぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償工程と、前記第1補償工程により補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第2算出工程と、前記第2算出工程により算出したウエイトに基づいて、前記第1補償工程により補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償工程とを含むことを特徴とする。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号に対してデバイス障害が複合的に生じても、被処理信号を精度よく補償することができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]無線通信システムの構成概要を示す図である。

[図2]比較例として複数のデバイス障害を補償する無線通信システムの補償モデルを含む構成を模式的に例示する図である。

[図3]一実施形態にかかる複数のデバイス障害を補償する無線通信システムの補償モデルを含む構成を模式的に例示する図である。

[図4]一実施形態にかかる無線通信システムの動作例を示すフローチャートである。

[図5]一実施形態にかかる受信装置が有するハードウェア構成例を示す図であ

る。

発明を実施するための形態

[0013] 以下に、図面を用いて無線通信システムの構成と、無線通信の品質を補償する構成とについて説明する。図1は、無線通信システムの構成概要を示す図である。

[0014] 図1に示すように、無線通信システムは、例えば送信装置（送信局）1が送信する電波を受信装置（受信局）2が受信するように構成されている。そして、当該無線通信システムは、送信装置1が電波を利用して送信する信号を受信装置2が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う。

[0015] 送信装置1は、送信デジタル処理部10、送信アナログ処理部12及びアンテナ14を有する。送信デジタル処理部10は、信号を送信するためのデジタル処理を実行する。送信アナログ処理部12は、信号を送信するためのアナログ処理を実行し、アンテナ14を介して信号を送信する。

[0016] 送信アナログ処理部12は、例えば直交変調回路30、周波数変換回路32及び電力増幅回路34を有する。

[0017] 直交変調回路30においては、I/Qインバランスのデバイス障害が生じ得る。周波数変換回路32においては、位相雑音のデバイス障害が生じ得る。電力増幅回路34においては、非線形歪みのデバイス障害が生じ得る。

[0018] 受信装置2は、アンテナ20、受信アナログ処理部22及び受信デジタル処理部24を有する。受信アナログ処理部22は、アンテナ20を介して信号を受信し、例えば信号を復調可能にするためのアナログ処理等を実行する。受信デジタル処理部24は、受信アナログ処理部22が受信した信号に対してデジタル処理を実行する。

[0019] 受信アナログ処理部22は、例えば周波数変換回路40及び直交復調回路42を有する。周波数変換回路40においては、位相雑音のデバイス障害が生じ得る。直交復調回路42においては、I/Qインバランスのデバイス障害が生じ得る。

- [0020] また、送信装置 1 が送信する信号を受信装置 2 が受信する場合にはフェージングチャンネルがある。また、周波数変換回路 32 と周波数変換回路 40 との間には、キャリア周波数オフセットが生じる。
- [0021] そこで、送信デジタル処理部 10 及び受信デジタル処理部 24 の少なくともいずれかは、デバイス障害それぞれを事象ごとに推定し、復号的に生じ得るデバイス障害に対する補償を実行する。
- [0022] 図 2 は、比較例として複数のデバイス障害を補償する無線通信システムの補償モデルを含む構成を模式的に例示する図である。以下、上述した構成と実質的に同一の構成には同一の符号が付してある。
- [0023] 図 2 に例示した無線通信システムは、受信装置 2 が補償を実行する 1 対 1 の無線通信を実行するために、送信装置 1 及び受信装置 2 で生じる得るデバイス障害の関数モデルを 2 つとしている。
- [0024] ここで、 G は、それぞれアナログデバイスのデバイス障害を関数モデル化表現したものであるとする。また、 $H100$ は、送信装置 1 と受信装置 2 におけるフェージングチャンネルの伝達関数であるとする。
- [0025] 具体的には、送信アナログ処理部 12 に対し、関数モデル ($G_{TX, 1}$) 50 及び関数モデル ($G_{TX, 2}$) 52 が設定されている。また、受信アナログ処理部 22 に対し、関数モデル ($G_{RX, 1}$) 60 及び関数モデル ($G_{RX, 2}$) 62 が設定されている。
- [0026] 受信デジタル処理部 24 は、第 1 算出部 70 及び第 1 補償部 72 を有する。
- [0027] 第 1 算出部 70 は、被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデル (関数モデル 50、関数モデル 52、 $H100$ 、関数モデル 60、関数モデル 62) により推定し、アナログ処理する精度の低下に対して複数の要因がそれぞれ占めるウェイト (補償ウェイト) を算出する。
- [0028] 第 1 補償部 72 は、第 1 算出部 70 が算出したウェイトに基づいて、関数モデル (関数モデル 50、関数モデル 52、 $H100$ 、関数モデル 60、関

数モデル62) それぞれを用いてアナログ処理される被処理信号を補償する。

[0029] このとき、デバイス障害が複合的に生じると、関数モデルの各関数の推定精度が劣化することがあり、適切な補償ウエイトを算出することができず、残留誤差による無線通信品質の劣化が生じることがある。

[0030] 図3は、一実施形態にかかる複数のデバイス障害を補償する無線通信システムの補償モデルを含む構成を模式的に例示する図である。図3に例示した無線通信システムは、受信デジタル処理部24が上述した第1算出部70及び第1補償部72に加えて、第2算出部74及び第2補償部76を有する。

[0031] 第2算出部74は、第1補償部72が補償した信号に残留する残留誤差に対して複数の要因がそれぞれ占めるウエイト（補償ウエイト）を算出する。

[0032] 第2補償部76は、第2算出部74が算出したウエイト及び既知信号に基づいて、第1補償部72が補償した被処理信号に機械学習を伴う補償を行う。例えば、第2補償部76は、線形補償、ニューラルネットワークによる補償、又は非線形活性化関数を用いた非線形補償の少なくともいずれかにより、被処理信号に対して機械学習を伴う補償を行う。なお、第2補償部76が実行する非線形補償のアルゴリズムは任意であるとする。

[0033] 次に、一実施形態にかかる無線通信システムの動作例について説明する。

図4は、一実施形態にかかる無線通信システムの動作例を示すフローチャートである。

[0034] 図4に示すように、ステップ100（S100）において、無線通信システムは、関数モデルのウエイトを算出する。

[0035] ステップ102（S102）において、無線通信システムは、関数モデルを用いた補償を行う。

[0036] ステップ104（S104）において、無線通信システムは、非線形補償のウエイトを算出する。例えば、無線通信システムは、関数モデルを用いた補償結果と既知信号とに基づいて、残留誤差が最小になるように非線形補償ウエイトを学習する。

- [0037] ステップ106 (S106)において、無線通信システムは、残留誤差の非線形補償を行う。例えば、無線通信システムは、関数モデルを用いた補償結果と非線形補償ウエイトに基づいて残留誤差補償を行う。
- [0038] ステップ108 (S108)において、無線通信システムは、復調などのデジタル処理を実行する。
- [0039] なお、一実施形態にかかる無線通信システムは、複数の関数モデルを用いたデバイス障害の推定と補償を行う。また、無線通信システムは、関数モデルの使用の有無や、関数モデルの数などは任意とされてもよい。
- [0040] また、一実施形態にかかる無線通信システムの構成は、1対1通信、1対多通信、多対多通信、中継局（再生中継／非再生中継を含む）を介するマルチホップ通信などのシステム数や、S I M O / M I M Oなどのアンテナ構成、シングルキャリア／マルチキャリア伝送などの信号の性質など、その形態は限定されない。
- [0041] また、一実施形態にかかる無線通信システムは、非線形補償の処理を送信局、受信局、中継局などのいずれの無線通信装置が実施してもよく、無線通信装置の数も限定されない。
- [0042] このように、一実施形態にかかる無線通信システムは、補償した信号に残留する残留誤差に対しても機械学習を伴う補償を行うので、送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号に対してデバイス障害が複合的に生じても、被処理信号を精度よく補償することができる。
- [0043] なお、送信装置1及び受信装置2がそれぞれ有する各機能は、それぞれ一部又は全部がP L D (Programmable Logic Device) やF P G A (Field Programmable Gate Array) 等のハードウェアによって構成されてもよいし、C P U等のプロセッサが実行するプログラムとして構成されてもよい。
- [0044] 例えば、受信装置2は、コンピュータとプログラムを用いて実現することができ、プログラムを記憶媒体に記録することも、ネットワークを通して提供することも可能である。

- [0045] 図5は、一実施形態にかかる受信装置2が有するハードウェア構成例を示す図である。図5に示すように、受信装置2は、入力部90、出力部91、通信部92、CPU93、メモリ94及びHDD95がバス96を介して接続され、コンピュータとしての機能を備える。また、受信装置2は、コンピュータ読み取り可能な記憶媒体97との間でデータを入出力することができるようにされている。
- [0046] 入力部90は、例えばキーボード及びマウス等である。出力部91は、例えばディスプレイなどの表示装置である。
- [0047] 通信部92は、無線通信を行う通信インターフェースである。
- [0048] CPU93は、受信装置2を構成する各部を制御し、所定の処理等を行う。メモリ94及びHDD95は、データ等を記憶する記憶装置である。
- [0049] 記憶媒体97は、受信装置2が有する機能を実行させるプログラム等を記憶可能にされている。なお、受信装置2を構成するアーキテクチャは図5に示した例に限定されない。

符号の説明

- [0050] 1・・・送信装置、2・・・受信装置、10・・・送信デジタル処理部、12・・・送信アナログ処理部、14・・・アンテナ、20・・・アンテナ、22・・・受信アナログ処理部、24・・・受信デジタル処理部、30・・・直交変調回路、32・・・周波数変換回路、34・・・電力増幅回路、40・・・周波数変換回路、42・・・直交復調回路、50, 52, 60, 62・・・関数モデル、70・・・第1算出部、72・・・第1補償部、74・・・第2算出部、76・・・第2補償部、90・・・入力部、91・・・出力部、92・・・通信部、93・・・CPU、94・・・メモリ、95・・・HDD、96・・・バス、97・・・記憶媒体、100・・・H（伝達関数）

請求の範囲

[請求項1] 送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信システムにおいて、

前記送信装置及び前記受信装置の少なくともいずれかは、

前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第1算出部と、

前記第1算出部が算出したウエイトに基づいて、前記関数モデルそれぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償部と、

前記第1補償部が補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第2算出部と、

前記第2算出部が算出したウエイトに基づいて、前記第1補償部が補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償部とを有することを特徴とする無線通信システム。

[請求項2] 前記第2補償部は、

線形補償、ニューラルネットワークによる補償、又は非線形活性化関数を用いた非線形補償の少なくともいずれかにより、前記被処理信号に対して機械学習を伴う補償を行うこと

を特徴とする請求項1に記載の無線通信システム。

[請求項3] 電波を利用して送受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信装置において、

前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第1算出部と、

前記第1算出部が算出したウエイトに基づいて、前記関数モデルそ

れぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償部と、

前記第1補償部が補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第2算出部と、

前記第2算出部が算出したウエイトに基づいて、前記第1補償部が補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償部とを有することを特徴とする無線通信装置。

[請求項4]

前記第2補償部は、

線形補償、ニューラルネットワークによる補償、又は非線形活性化関数を用いた非線形補償の少なくともいずれかにより、前記被処理信号に対して機械学習を伴う補償を行うこと

を特徴とする請求項3に記載の無線通信装置。

[請求項5]

送信装置が電波を利用して送信する信号を受信装置が受信するための過程でアナログ処理される被処理信号を補償して無線通信を行う無線通信方法において、

前記被処理信号をアナログ処理する精度を低下させる複数の要因をそれぞれ関数モデルにより推定し、アナログ処理する精度の低下に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第1算出工程と、

前記第1算出工程により算出したウエイトに基づいて、前記関数モデルそれぞれを用いて前記被処理信号を補償する第1補償工程と、

前記第1補償工程により補償した信号に残留する残留誤差に対して前記複数の要因がそれぞれ占めるウエイトを算出する第2算出工程と、

、

前記第2算出工程により算出したウエイトに基づいて、前記第1補償工程により補償した前記被処理信号に機械学習を伴う補償を行う第2補償工程と

を含むことを特徴とする無線通信方法。

[請求項6]

前記第2補償工程では、

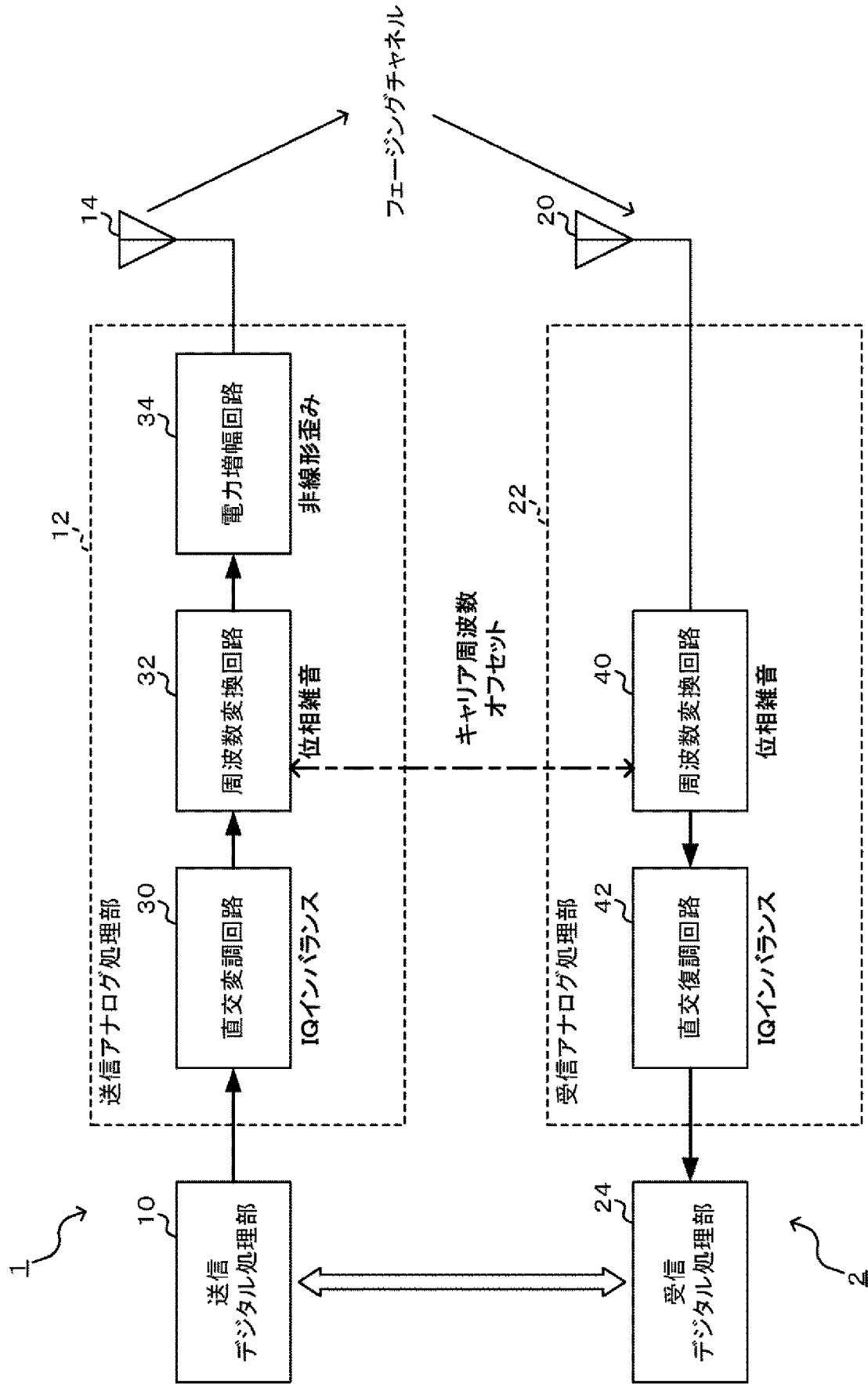
線形補償、ニューラルネットワークによる補償、又は非線形活性化関数を用いた非線形補償の少なくともいずれかにより、前記被処理信号に対して機械学習を伴う補償を行うこと

を特徴とする請求項5に記載の無線通信方法。

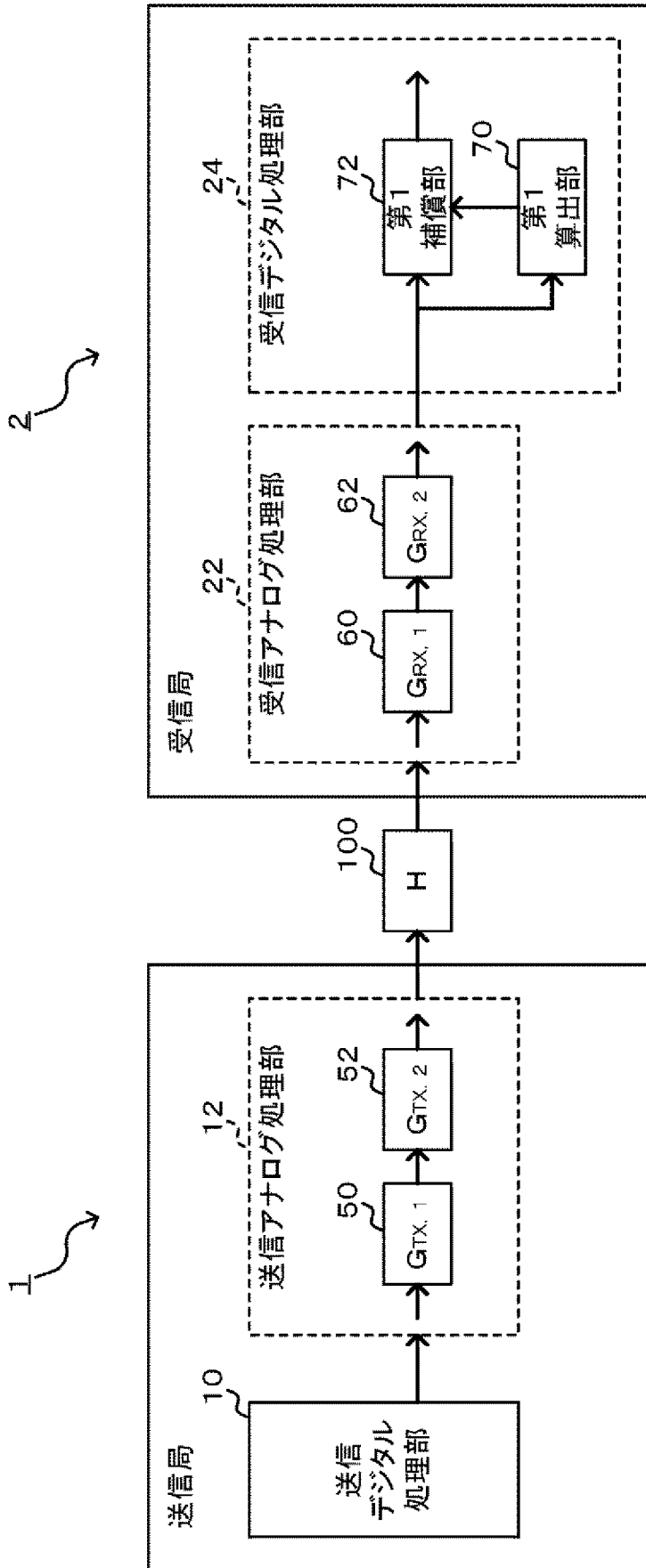
[請求項7]

請求項3又は4に記載の無線通信装置の各部としてコンピュータを機能させるための信号補償プログラム。

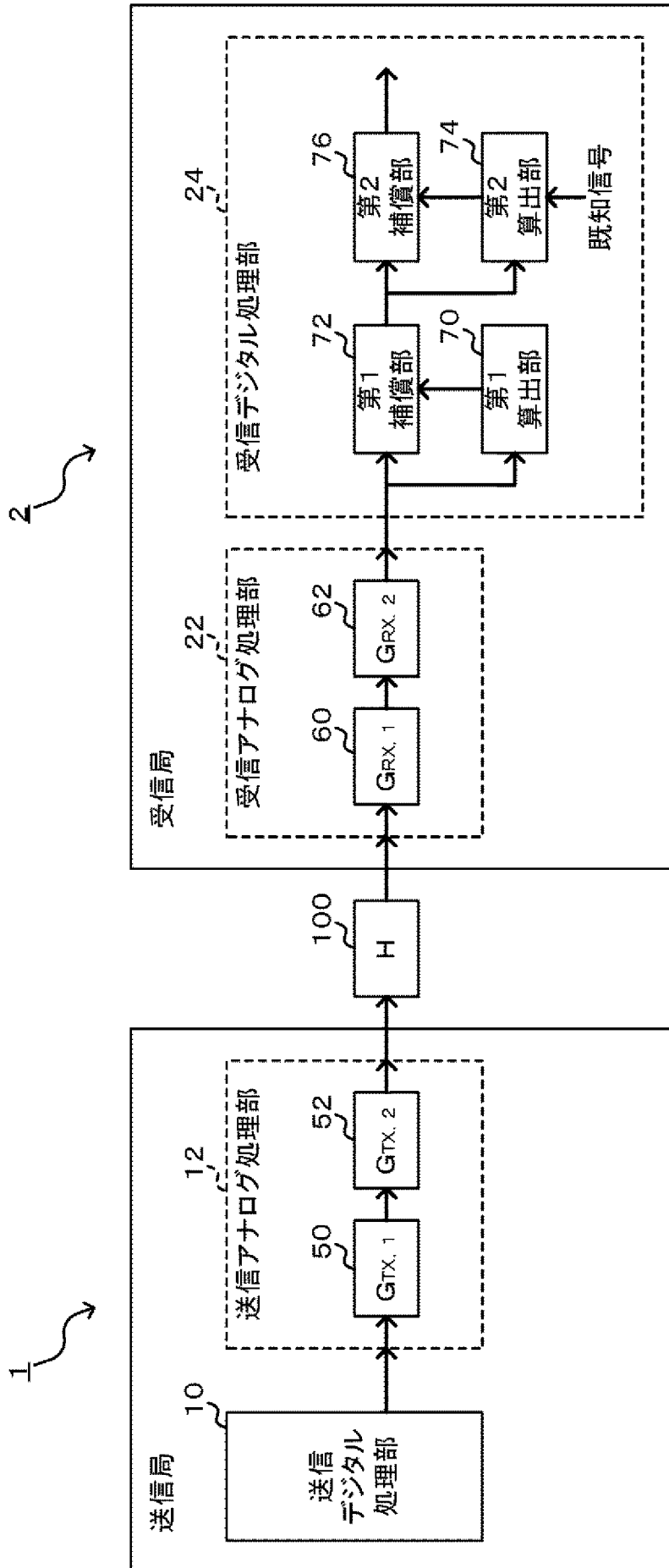
[図1]



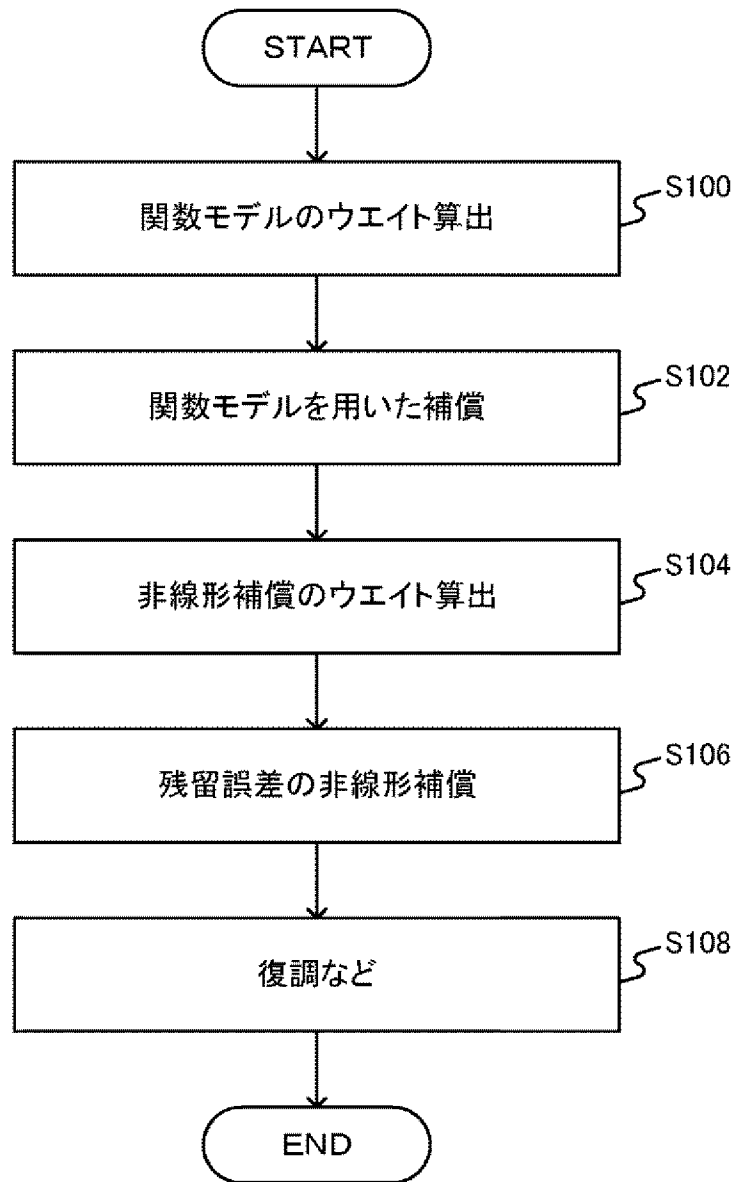
[図2]



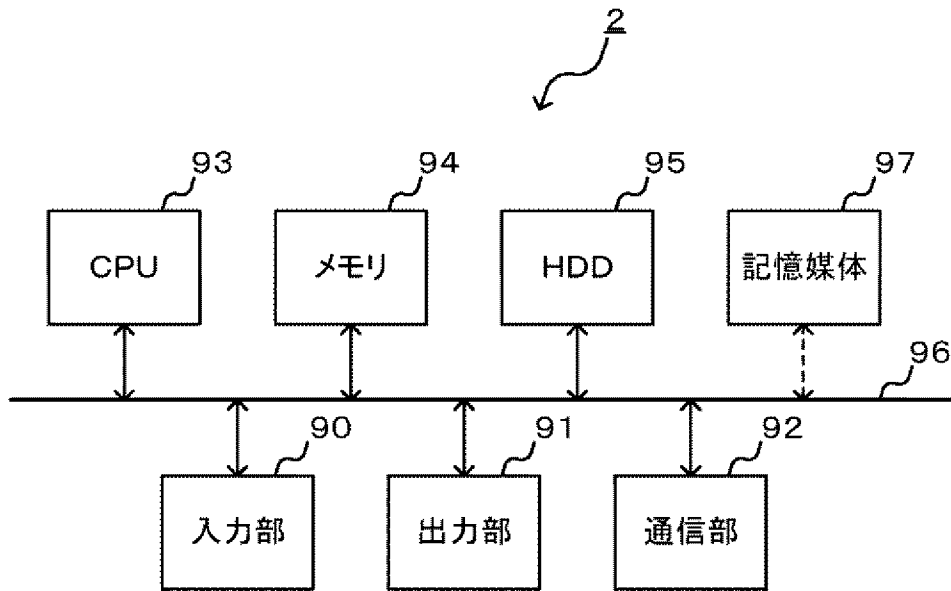
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/003117

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04B 7/005</i> (2006.01) FI: H04B7/005		
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) H04B7/005		
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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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	FREIRE, Pedro J. et al., Performance versus Complexity Study of Neural Network Equalizers in Coherent Optical Systems, Journal of Lightwave Technology, 13 July 2021, vol. 39, issue 19, pages 6085-6096 pages 6091, 6092	1-7
A	WO 2020/175279 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 03 September 2020 (2020-09-03) fig. 3, 5	1-7
A	GUPTA, Ankit et al., End-to-End Learning-based Two-Way AF Relay Networks with I/Q Imbalance, 2021 IEEE 22nd International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 27 September 2021, pages 111-115 pages 111-115	1-7
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 06 March 2023		Date of mailing of the international search report 14 March 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/003117

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2020/175279 A1	03 September 2020	US 2022/0149898 A1	fig. 3, 5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 7/005(2006.01)i FI: H04B7/005		
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）） 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	FREIRE, Pedro J. et al., Performance Versus Complexity Study of Neural Network Equalizers in Coherent Optical Systems, Journal of Lightwave Technology, 2021.07.13, Vol.39, Issue 19, pages 6085-6096 pages 6091-6092	1-7
A	WO 2020/175279 A1（日本電信電話株式会社）03.09.2020（2020-09-03） 図3,5	1-7
A	GUPTA, Ankit et al., End-to-End Learning-based Two-Way AF Relay Networks with I/Q Imbalance, 2021 IEEE 22nd International Workshop on Signal Processing Advances in Wireless Communications (SPAWC), 2021.09.27, pp.111-115 pp.111-115	1-7
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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 06.03.2023	国際調査報告の発送日 14.03.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 前田 典之 5K 9073 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/003117

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2020/175279	A1	03.09.2020	US	2022/0149898	A1	
..... 図3,5							