

(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
2022年12月22日(22.12.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/264510 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 13/02 (2006.01) *H01Q 21/24* (2006.01)
H01Q 3/24 (2006.01) *H04B 7/10* (2006.01)
H01Q 13/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/005798

(22) 国際出願日: 2022年2月15日(15.02.2022)

(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 2021-100681 2021年6月17日(17.06.2021) JP

(71) 出願人:ソニーグループ株式会社(SONY GROUP CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 川村 昂 (KAWAMURA Takashi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号

ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 松下拓磨(MATSUSHITA Takuma); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 近藤俊範(KONDO Toshinori); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP). 竹内太志(TAKEUCHI Futoshi); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニーグループ株式会社内 Tokyo (JP).

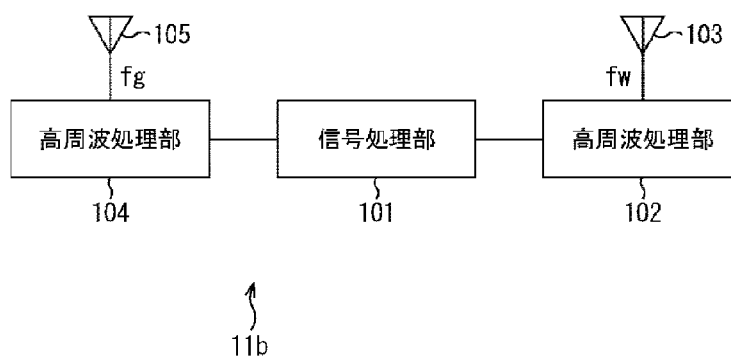
(74) 代理人: 西川 孝, 外 (NISHIKAWA Takashi et al.); 〒1700013 東京都豊島区東池袋3丁目9番10号 池袋FNビル4階 Tokyo (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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,

(54) Title: COMMUNICATION DEVICE AND COMMUNICATION SYSTEM

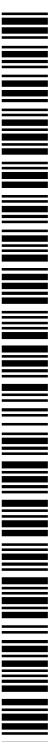
(54) 発明の名称: 通信装置、通信システム

FIG. 5



101 Signal processing unit
102, 104 High-frequency processing unit

(57) Abstract: The present invention relates to a communication device and a communication system for enabling communication in a liquid to be performed well. The present art includes: a first antenna which is connected to a communication network in a liquid; and a first signal processing unit which processes a signal received by the first antenna and/or a signal transmitted by the first antenna, in which the first antenna is a circularly polarized antenna. The present invention further includes: a second antenna which is connected to a communication network in a gas; and a second signal processing unit which processes a signal received by the second antenna and/or a signal transmitted by the second antenna. The present invention can be applied to, for example, a communication device installed in the sea.



WO 2022/264510 A1

HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JM, JO, JP, 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, 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, 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))

(57) 要約 : 本技術は、液体中の通信を良好に行えるようにする通信装置、通信システムに関する。液体中の通信網と接続する第1のアンテナと、第1のアンテナで受信された信号、または第1のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第1の信号処理部とを備え、第1のアンテナは、円偏波のアンテナである。気体中の通信網と接続する第2のアンテナと、第2のアンテナで受信された信号、または第2のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第2の信号処理部とをさらに備える。本技術は、例えば、海水中に設置された通信装置に適用できる。

明 細 書

発明の名称：通信装置、通信システム

技術分野

[0001] 本技術は、通信装置、通信システムに関し、例えば、液体中の通信に用いて好適な通信装置、通信システムに関する。

背景技術

[0002] 近年、無線LAN (Local Area Network) や非接触通信などの無線通信が広く普及している。特許文献1では、水中で離隔する通信装置と通信を行う通信装置についての提案がなされている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-21874号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 水中、例えば海中に設置された通信装置は、波などの影響により姿勢が不安定となり、アンテナの向きが変化し、良好な送受信が行えない可能性がある。通信装置の姿勢が不安定になるような状況下でも、安定した通信が行えるようにすることが望まれている。

[0005] 本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、安定した通信を行うことができるようにするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本技術の一側面の通信装置は、液体中の通信網と接続する第1のアンテナと、前記第1のアンテナで受信された信号、または前記第1のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第1の信号処理部とを備え、前記第1のアンテナは、円偏波のアンテナである通信装置である。

[0007] 本技術の一側面の通信システムは、第1の通信装置と第2の通信装置を含む通信システムであり、前記第1の通信装置は、液体中の前記第2の通信装

置と接続する第1のアンテナと、前記第1のアンテナで受信された前記第2の通信装置からの信号を処理する第1の信号処理部とを備え、前記第2の通信装置は、液体中の前記第1の通信装置と接続する第2のアンテナと、前記第2のアンテナで、前記第1の通信装置に送信する信号を処理する第2の信号処理部とを備え、前記第1のアンテナは、円偏波のアンテナであり、前記第2のアンテナは、円偏波または直線偏波のアンテナである通信システムである。

[0008] 本技術の一側面の通信装置においては、液体中の通信網と接続するアンテナと、アンテナで受信された信号、またはアンテナで送信する信号のうち少なくとも一方の信号を処理する信号処理部とが備えられる。前記アンテナは、円偏波のアンテナである。

[0009] 本技術の一側面の通信システムにおいては、第1の通信装置と第2の通信装置が含まれる。第1の通信装置においては、液体中の第2の通信装置と接続する第1のアンテナと、第1のアンテナで受信された第2の通信装置からの信号を処理する第1の信号処理部とが備えられる。第2の通信装置においては、液体中の第1の通信装置と接続する第2のアンテナと、第2のアンテナで、第1の通信装置に送信する信号を処理する第2の信号処理部とが備えられる。第1のアンテナは、円偏波のアンテナとされ、第2のアンテナは、円偏波または直線偏波のアンテナとされる。

[0010] なお、通信装置は、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]本技術を適用した通信システムの一実施の形態の構成を示す図である。

[図2]親局と子局の位置関係について説明するための図である。

[図3]直接波とラテラル波について説明するための図である。

[図4]親局の構成例を示す図である。

[図5]親局の他の構成例を示す図である。

[図6]親局の他の構成例を示す図である。

[図7]子局の構成例を示す図である。

[図8]高周波処理部の構成例を示す図である。

[図9]高周波処理部の他の構成例を示す図である。

[図10]高周波処理部のインピーダンスについて説明するための図である。

[図11]高周波増幅部の構成例を示す図である。

[図12]直線偏波の場合のアンテナの位置関係について説明するための図である。

[図13]電界強度について説明するための図である。

[図14]円偏波の場合のアンテナの位置関係について説明するための図である。

[図15]電界強度について説明するための図である。

[図16]親局と子局の他の構成例を示す図である。

[図17]高周波処理部の他の構成例を示す図である。

[図18]高周波処理部の他の構成例を示す図である。

[図19]高周波処理部の他の構成例を示す図である。

[図20]アンテナの形状について説明するための図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に、本技術を実施するための形態（以下、実施の形態という）について説明する。

[0013] <通信システムの構成>

図1は、本技術を適用した通信システム1の一実施の形態の構成を示す図である。図1に示した通信システム1は、親局11、通信局12、通信局13、衛星14、子局21-1乃至21-6を含む。以下の説明において、子局21-1乃至21-6を、個々に区別する必要が無い場合、単に子局21-1と記述する。

[0014] 親局11と通信局12は、例えば、ローカル5Gを用いた通信を行う。親局11と通信局13は、例えば、LPWA(Low Power Wide Area)を用いた通信を行う。親局11は、衛星14からの例えば、GNSS(Global Navigation Satell

ite System)を用いた位置情報の取得を行えるように構成されている。ここでは、ローカル5G、LPWA、GNSSを例に挙げて説明を続けるが、他の通信網、例えば、WLAN(Wireless Local Area Network)や衛星通信網などを用いた通信が行われるように構成することも可能である。

[0015] 親局11は、子局21とも通信を行う。親局11のうち、上記した通信局12、通信局13、および衛星14と通信を行う部分は、空気中に位置し、子局21と通信を行う部分は、海水中に位置している。子局21は、海水中に位置している。

[0016] なおここでは、通信システム1が設置されている環境が海である場合を例に挙げて説明するが、湖、池、川、水槽などの環境に設置することも可能である。ここでは親局11の一方は、空気中(気体中)に位置し、他方は海水中(液体中)に位置するとして説明するが、一方が海底中(固体中)に位置したり、真空中に位置したりするような親局11であっても良い。

[0017] 図1に示した通信システム1の構成は一例であり限定を示す記載ではない。図1に示した通信システム1において親局11は、通信局12、通信局13、および衛星14と通信を行う例を示しているが、これら以外と通信を行う機能をさらに有していても良いし、これらの全てと通信できる機能を有しているのではなく、いずれか1つまたは2つと通信できるように構成されていても良い。親局11は、子局21と通信する機能のみを有している、換言すれば、通信局12、通信局13、または衛星14と通信する機能を有していない構成とすることもできる。

[0018] 子局21は、親局11と通信を行う。子局21同士が通信を行う、所謂、アドホックネットワークが構成されているようにしても良い。子局21は、例えば、海中内をセンシングするセンサ(後述する)を備え、センシングしたデータを、親局11に送信する。子局21は、親局11に対してデータを送信する送信機能だけを有する構成とすることもできるし、親局11や他の子局21とデータの送受信を行う送信機能と受信機能を有する構成とすることもできる。

[0019] <通信システムの位置関係>

通信システム 1 の位置的な関係の一例について図 2 を参照して説明する。親局 1 1 と子局 2 1 が通信可能な範囲は、親局 1 1 を中心とした円において、その半径 L が、例えば 50 m 以下とすることができる。図 2 に示した例では、親局 1 1 を中心とした半径 L の円内に位置する子局 2 1 は、子局 2 1 - 1 乃至 2 1 - 6 であり、親局 1 1 は、子局 2 1 - 1 乃至 2 1 - 6 とそれぞれ通信を行える。

[0020] 半径 L を大きくするため、または子局 2 1 からの信号が弱い場合や、離れた位置に位置している子局 2 1 からの信号を確実に親局 1 1 で受信できるようにするために、中継局 1 5 を通信システム 1 内に設けても良い。中継局 1 5 は、子局 2 1 からの信号を増幅し、親局 1 1 に送信する機能を有する。中継局 1 5 は、変復調を行う機能を有さない構成とすることができる。中継局 1 5 は、例えば、海面付近、例えば、海面からの深さが 2 m 以内に送信アンテナと受信アンテナを有する、または送受信共用アンテナを有する構成とされている。

[0021] 子局 2 1 は、例えば、海面からの深さ D が 0 乃至 10 m の範囲内に設置される。上記したように、子局 2 1 は、片方向通信で構成されていても良いし、双方向通信で構成されていても良い。双方向通信とした場合、子局 2 1 同士の通信もできるようにすることで、所謂アドホックネットワークとすることができ、通信範囲を拡大することができる。

[0022] 親局 1 1 と子局 2 1 との動作周波数 f_w は、例えば、1 MHz 以下に設定される。親局 1 1 が、例えば陸にある通信局 1 2 などと通信する場合の動作周波数 f_g は、動作周波数 f_w よりも高い周波数に設定される。換言すれば、動作周波数 $f_w < 動作周波数 f_g$ の関係が成り立つ周波数に設定される。

[0023] なお、動作周波数、海面からの深さなどは、一例であり限定を示す記載ではない。例えば、周波数が異なれば、海面からの深さを深くすることも可能である。

[0024] <信号の伝搬について>

図3を参照し、一般的な水中における信号の伝搬について説明を加える。図3には、送信機31と受信機32を図示してある。送信機31と受信機32は、親局11、中継局15、または子局21に該当する。

[0025] 送信機31からの信号が、受信機32に伝搬される経路としては、送信機31のアンテナと受信機32のアンテナとの間を、直線的に進む直接波と、送信機31のアンテナからその直上の海面まで鉛直上向きに進み、海面に出て、海面に沿って進み、受信機32のアンテナの直上で海面から受信機32のアンテナまで進むラテラル波とがある。

[0026] 直接波が受ける減衰よりも、ラテラル波が受ける減衰が小さいと、ラテラル波が優勢となり受信機32に受信される。ラテラル波は、直接波よりも遠くまで伝搬するため、送信機31と受信機32の距離が離れるほど、ラテラル波が優勢となる。このような現象は、アンテナが海面よりもそれほど離れていないところで発生する。

[0027] 図2を参照して説明したように、海面からの深さDを例えば10m以内とし、子局21を、海面から深さDまでの間に位置させることで、ラテラル波を用いた通信を用いることができ、親局11と子局21との間の距離を長くした場合であっても通信を行うことができる。

[0028] ここでは、親局11と子局21、親局11同士、親局11と中継局15、子局21同士は、直接波とラテラル波を用いた通信を行える範囲内にあるとして説明を続ける。以下の説明では、図3に示したように、空気の比誘電率 $\epsilon_1 = 1$ 、比透磁率 $\mu_1 = 1$ 、導電率 $\sigma_1 = 0$ であり、海水の比誘電率 $\epsilon_2 = 81$ 、比透磁率 $\mu_2 = 1$ 、導電率 $\sigma_2 = 2$ とし、海底の比誘電率 $\epsilon_3 = 4$ 、比透磁率 $\mu_3 = 1$ 、導電率 $\sigma_3 = 0.04$ である場合を例に挙げて説明を続ける。

[0029] <親局の構成例>

図4は、親局11の構成例を示す図である。図4に示した親局11aは、信号処理部101、高周波処理部102、およびアンテナ103を備える。親局11aのアンテナ103は、海水中(液体中)に設置され、海水中に設置さ

れている子局 21、中継局 15、他の親局 11との通信に用いられる。アンテナ 103は、詳細は後述するが、円偏波のアンテナである。

[0030] 子局 21からの信号は、親局 11のアンテナ 103により受信され、高周波処理部 102に供給される。高周波処理部 102は、図 8を参照して説明するように受信された信号を処理する構成、または図 9を参照して説明するように受信された信号と送信する信号を処理する構成とされる。高周波処理部 102の動作周波数 f_w は、例えば 1 MHz 以下に設定される。

[0031] 高周波処理部 102で処理された信号は、信号処理部 101に供給される。信号処理部 101は、例えば、高周波処理部 102で処理された信号を、一時的に記憶したり、受信した信号を加工して送信したりする場合の処理を行う。

[0032] 図 4に示した親局 11aの構成は、中継局 15の構成としても適用できる。図 4に示した構成が、中継局 15の構成である場合、アンテナ 103は、子局 21からの信号を受信する機能と、親局 11または他の中継局 15に信号を送信する機能とを有する。高周波処理部 102と信号処理部 101は、受信された信号を増幅し、送信する機能を有する。

[0033] 図 5は、親局 11の他の構成例を示す図である。図 5に示した親局 11bは、図 4に示した親局 11aに高周波処理部 104とアンテナ 105を追加した構成とされている。アンテナ 105は、空気中に設置され、陸地に設置されている通信局 12や通信局 13、真空中に設置されている衛星 14などと通信を行うのに用いられる。

[0034] 例えば、通信局 13からの信号は、親局 11のアンテナ 105により受信され、高周波処理部 104に供給される。高周波処理部 104には、信号処理部 101で処理された信号であり、例えば、通信局 13に送信する信号も供給される。高周波処理部 104は、受信された信号または送信する信号を処理する。高周波処理部 104の動作周波数 f_g は、例えば高周波処理部 102の動作周波数 f_w よりも大きい周波数に設定される。

[0035] 信号処理部 101は、水中の通信システムを構成する高周波処理部 102

からの信号を、空気中の通信システムを構成する高周波処理部104への信号に変換する処理を実行する。すなわち信号処理部101は、水中の通信システムと陸上の通信システムとの橋渡しを行う処理、例えば、周波数の変換などの処理を行う。

[0036] 親局11から子局21に対して信号を送信する構成とした場合、例えば、通信局13から子局21への指示を、親局11を介して送信するようとき、信号処理部101は、高周波処理部104からの信号を、高周波処理部102への信号に変換する処理も実行する。

[0037] 図5に示した親局11bの構成は、中継局15の構成としても適用できる。図5に示した構成が、中継局15の構成である場合、アンテナ103は、子局21からの信号を受信する機能と、親局11または他の中継局15に信号を送信する機能とを有する。親局11または他の中継局15に信号を送信する機能は、アンテナ105に持たせても良い。

[0038] 高周波処理部102と信号処理部101は、受信された信号を増幅し、送信する機能を有する。または高周波処理部102と信号処理部101は、受信された信号を増幅し、信号処理部101と高周波処理部104は、増幅された信号を、送信する機能を有する構成とすることもできる。

[0039] 図6は、親局11のさらに他の構成例を示す図である。図1を参照して説明したように、親局11が、通信局12、通信局13、および衛星14と通信を行うような場合、親局11は、図6に示すように、それぞれの通信に合わせたアンテナや高周波処理部を備える構成とされる。図6に示した親局11cは、高周波処理部104-1乃至104-3と、アンテナ105-1乃至105-3を備える。

[0040] 高周波処理部104-1とアンテナ105-1は、例えば、動作周波数 f_{ga} で動作し、通信局12からの信号を受信したり、通信局12への信号を送信したりする。高周波処理部104-2とアンテナ105-2は、例えば、動作周波数 f_{gb} で動作し、通信局13からの信号を受信したり、通信局13への信号を送信したりする。高周波処理部104-3とアンテナ105

− 3は、例えば、動作周波数 f_{gc} で動作し、衛星 14 からの信号を受信したり、衛星 14 への信号を送信したりする。

[0041] <子局の構成>

図 7 は、子局 21 の構成例を示す図である。子局 21 は、センシング部 201、ベースバンド処理部 202、高周波処理部 203、およびアンテナ 204 を含む構成とされている。

[0042] 子局 21 は、水中に配置される水中ドローンやロボットなどの移動局とすることができる。子局 21 は、センシング部 201 に、例えば水温、潮流などを観測するセンサや、イメージセンサなどを備える構成であり、特定の位置に設置されているようにすることもできる。

[0043] センシング部 201 でセンシングされたデータは、ベースバンド処理部 202 に供給される。ベースバンド処理部 202 は、供給されたデータをベースバンド信号として、そのベースバンド信号に必要な処理を施し、高周波処理部 203 に供給する。高周波処理部 203 は、例えば動作周波数 f_w で動作し、周波数 f_w の信号に周波数変換し、アンテナ 204 から、親局 11 に対して送信する。

[0044] 高周波処理部 203 は、図 8 を参照して説明するように受信された信号を処理する構成、または図 9 を参照して説明するように受信された信号と送信する信号を処理する構成とされる。高周波処理部 203 の動作周波数 f_w は、例えば 1 MHz 以下に設定される。

[0045] 子局 21 は、親局 11 と送受信を行う構成とすることもできるし、親局 11 にデータを送信する構成とすることもできる。子局 21 のアンテナ 204 は、親局 11 とデータの授受を行えるように接続できる機能を有していれば良い。アンテナ 204 は、詳細は後述するが、円偏波のアンテナまたは直線偏波のアンテナとされる。子局 21 からの信号の送信は、間欠送信でも良い。

[0046] <第 1 の実施の形態における高周波処理部の構成>

図 8 の上図は、図 4 乃至図 6 に示した親局 11 a 乃至 11 c の第 1 の実施

の形態における高周波処理部102aの構成例を示す図である。図8の下図は、図7に示した子局21の第1の実施の形態における高周波処理部203aの構成例を示す図である。図8に示した高周波処理部102aと高周波処理部203aは、子局21からの信号を親局11が受信する構成であり、子局21がアップリンクのみの片方向通信である場合の構成例である。

[0047] 高周波処理部102aは、整合部121、高周波増幅部122、および復調部123を含む構成とされている。高周波処理部203aは、変調部221、高周波増幅部222、および整合部223を含む構成とされている。

[0048] 子局21のセンシング部201(図7)でセンシングされた結果のデータは、ベースバンド処理部202(図7)での処理が施され、高周波処理部203aの変調部221に供給される。変調部221は、供給されたベースバンド信号を、所定の変調方式で変調し、高周波増幅部222に供給する。変調部221は、例えば、デジタル信号のベースバンド信号を、アナログRF信号に変化するなどの処理を実行する。高周波増幅部222は、例えば、PA(Power Amplifier)で構成され、供給された信号を増幅し、整合部223に供給する。

[0049] 整合部223は、整合部223より前段のインピーダンスと、アンテナ204のインピーダンスとを合わせる処理を実行する。増幅された信号は、整合部223を介してアンテナ204に供給され、アンテナ204から放射(送信)される。

[0050] アンテナ204からの信号は、親局11のアンテナ103により受信される。アンテナ103により受信された信号は、高周波処理部102aの整合部121に供給される。整合部121は、アンテナ103のインピーダンスと、整合部121よりも後段のインピーダンスとを合わせる処理を実行する。アンテナ103で受信された信号は、整合部121を介して、高周波増幅部122に供給される。

[0051] 高周波増幅部122は、例えば、LNA(Low Noise Amplifier)で構成され、供給された信号を増幅し、復調部123に供給する。復調部123は、子局

21の変調部221の変調方式に対応する復調方式で、供給された信号を復調する。復調部123は、例えば、アナログRF信号を、デジタル信号のベースバンド信号に変化するなどの処理を実行する。復調部123で復調された信号は、図8では図示していない信号処理部101に供給される。

[0052] <第2の実施の形態における高周波処理部の構成>

図9は、親局11と子局21との間の通信が双方向で行われる場合の高周波処理部102b、高周波処理部203bの構成例（第2の実施の形態とする）を示す図である。親局11と子局21との間の通信が双方向で行われる場合、親局11の高周波処理部104と子局21の高周波処理部203bの構成は、同一の構成とすることができる。ここでは、親局11の高周波処理部102bの構成を例に挙げて説明を続ける。

[0053] 以下の説明において、図8に示した高周波処理部102aまたは高周波処理部203aと同一の部分には、同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

[0054] 送受信を行う場合の高周波処理部102bは、整合部121、送受切替部151、高周波増幅部122、高周波増幅部222、および変復調部152を備える。

[0055] アンテナ103で受信を行う場合、送受切替部151は、高周波増幅部122側と接続され、変復調部152は、復調処理を実行する。アンテナ103で送信を行う場合、送受切替部151は、高周波増幅部222側と接続され、変復調部152は、変調処理を実行する。

[0056] このように、送信と受信を行う場合、送信用のアンテナと受信用のアンテナをそれぞれ別に設けた構成としても良い。

[0057] ところで、アンテナ103は、水中に設置されるため、図10に示すように、アンテナ103側は、低インピーダンス系となる。一方で、整合部121のアンテナ103が接続されている側とは異なる側（図中左側）は、一般的に50Ω程度のインピーダンスで設計されている。

[0058] 陸上無線に用いられる通信装置に含まれるアンテナは、給電回路のインピーダンスと真空の放射インピーダンスとの間のインピーダンス変換の役割が

ある。この場合の給電回路側のインピーダンスは、一般的に $50\ \Omega$ 程度に設計される。真空の放射インピーダンスは、 $377\ \Omega$ 程度に設計される。陸上無線に用いられる通信装置に含まれる整合部（整合部121に該当）を、水中に設置される親局11または子局21の整合部121に適用した場合、 $50\ \Omega$ 程度のインピーダンスと、低インピーダンスとの整合を取る必要がある。

[0059] アンテナ103側が低インピーダンス系となるのは、水中の放射インピーダンスが、真空の放射インピーダンスの約 $1/9$ の $42\ \Omega$ 程度となるからである。

[0060] 導電率が高い海水では、純水よりもさらに放射インピーダンスは小さくなると想定できる。よって、水中に設置されるアンテナ103の入力インピーダンスも、空气中(真空中)と比較した場合、 $1/9$ 以下になると想定できる。仮に、陸上で、 $50\ \Omega$ で動作するアンテナを、純水中で用いた場合、 $5.6\ \Omega$ 程度で動作し、さらに海水中では、 $5.6\ \Omega$ よりも小さいインピーダンスで動作すると想定できる。

[0061] 親局11に含まれる高周波処理部102bに含まれる整合部121を、陸上で用いられる通信装置に含まれる整合部と同様の設計とした場合、整合部121における整合において、インピーダンス変換比が大きくなり、狭帯域化してしまう可能性がある。また、整合損で、損失が増大となってしまう可能性がある。

[0062] そこで、一般的な給電回路のインピーダンスに近い値となるように、アンテナ103を高インピーダンス入力に設計し、 $50\ \Omega$ 系の給電回路と整合がとれやすい構造としても良い。このように、アンテナ103を高インピーダンス入力に設計することで、損失が低減し、広帯域化することができる。このように、アンテナ103側と給電回路側とが、同程度のインピーダンスとなるように設計することで、整合部121を、結線のみで構成されるような簡素化した構成とすることも可能となる。

[0063] または、給電回路側のインピーダンスを、水中に設置されるアンテナ10

3のインピーダンスに合わせた設計としても良い。アンテナ103は、低インピーダンス系そのままとし、給電回路側を、低インピーダンス系で設計しても良い。このように、アンテナ103側と給電回路側とが、同程度のインピーダンスとなるように設計することで、整合部121を、結線のみで構成されるような簡素化した構成とすることも可能となる。

[0064] 給電回路側を、低インピーダンス系とする場合、高周波増幅部122や高周波増幅部222を、10Ω以下の低インピーダンス入出力のデバイスを用いた設計とすることで実現することができる。

[0065] または、高周波増幅部122や高周波増幅部222を、図11に示すようなトランジスタを用いた構成として、低インピーダンス系の給電回路が構成されるようにしても良い。図11は、高周波増幅部222の一例の構成を示す図である。

[0066] 高周波増幅部222は、入力整合部171、FET (Field Effect Transistor) 172、および出力整合部173を備える。入力整合部171の一端は、変復調部152(図9)に接続され、他端は、FET 172のゲートに接続されている。FET 172のドレインは、出力整合部173の一端aに接続されている。出力整合部173の他端bは、送受切替部151(図9)を介してアンテナ103と接続されている。

[0067] 入力整合部171は、変復調部152(図9)のインピーダンスと、FET 172の入力インピーダンスとの間を整合する。出力整合部173は、FET 172の出力インピーダンスと、アンテナ103(図9)のインピーダンスとの間を整合する。

[0068] 例えば、出力整合部173の他端bのインピーダンスを5Ωとする。この場合、出力整合部173は、5ΩとFET 172のインピーダンス間を整合する。出力整合部173の一端a、換言すればFET 172のドレイン側において、FET 172の出力インピーダンスが5Ωにできるだけ近い値となるように設計される。FET 172の出力インピーダンスを低インピーダンス化するには、例えば、FET 172の並列数を増やすことで実現すること

ができる。

- [0069] F E T 1 7 2 を多並列にした場合、大電力システムとの親和性を高めることができる。例えば、間欠送信のような瞬時電力の高いシステムに適用することができる。F E T 1 7 2 の出力インピーダンスが 5Ω に近いほど、広帯域にすることができ、低損失とすることができる。
- [0070] 図示はしないが、高周波処理部 1 0 2 b に含まれる高周波増幅部 1 2 2 (図 9) も、高周波増幅部 2 2 2 と同様に設計することで、高周波増幅部 1 2 2 も、低インピーダンス化することができる。
- [0071] なお、高周波増幅部 1 2 2 や高周波増幅部 2 2 2 は、リニア方式(A, B, AB, C 級)を適用することもできるし、スイッチング方式(D, E, F 級など)を適用することもできる。
- [0072] <円偏波のアンテナを用いることについて>
- 親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 は、円偏波のアンテナとされる。親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 を、直線偏波のアンテナとすることもできるが、円偏波のアンテナとすることで、子局 2 1 との通信をより確実に行うことができる。
- [0073] 図 1 2、図 1 3 を参照し、仮に親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 を直線偏波のアンテナとした場合の電界強度について説明する。図 1 2 は、親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 と子局 2 1 のアンテナ 2 0 4 のアンテナの向きを擬似的に表した図である。図中左右方向を x 軸方向とし、奥行き方向を y 軸方向とし、上下方向を z 軸方向とする。
- [0074] 親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 と子局 2 1 のアンテナ 2 0 4 は、x 方向の直線偏波のアンテナとする。親局 1 1 と子局 2 1 は、海水中に設置されているため、波などの影響により、親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 と子局 2 1 のアンテナ 2 0 4 の位置関係は一定に保てない可能性がある。例えば、図 1 2 に示したように、親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 が x 軸方向を向いていたとしても、子局 2 1 - 1 乃至 2 1 - 3 のそれぞれのアンテナ 2 0 4 は、x 軸方向以外の方向に向いている可能性がある。
- [0075] 図 1 3 の上図に示したような条件で、親局 1 1 のアンテナ 1 0 3 の電界強

度をシミュレーションすると、図13の下図に示したような結果が得られる。図13の上図を参照するに、親局11のアンテナ103は、海面($z=0$)から深さ方向(z 軸方向)に1m($z'=-1$ m)の位置に設置されている。このアンテナ103の海面からの深さが5m($z=-5$ m)における電界をプロットしたのが、図13の下図である。プロット範囲は、 $x, y: 0\sim 20$ mの範囲としている。

[0076] 図13の下図に示した各グラフの横軸は x 軸方向における距離(0乃至20m)を表し、縦軸は、 y 軸方向における距離(0乃至20m)を表す。 x 成分の電界強度 E_x は、アンテナ103からの距離が近い(0m付近)ほど強いが、アンテナ103からの距離が離れるほど弱くなる。図中線で囲った領域 w_x は、電界強度 E_x が特に弱い領域である。

[0077] y 成分の電界強度 E_y は、アンテナ103からの距離が近い(0m付近)ほど強いが、アンテナ103からの距離が離れるほど弱くなる。図中線で囲った領域 w_y は、電界強度 E_y が特に弱い領域である。 z 成分の電界強度 E_z は、アンテナ103からの距離が近い(0m付近)場合には強いが、アンテナ103からの距離が離れると、電界強度 E_z が特に弱い領域 w_z が存在する。

[0078] これらの結果から、 z 成分の電界強度 E_z は、全体的に弱く、 z 成分においては受信強度が十分に得られない可能性が高いことが読み取れる。 x 成分の電界強度 E_x や y 成分の電界強度 E_y においては、一部強度が弱い領域 w_x 、領域 w_y があることが読み取れる。例えば、領域 w_x に、子局21のアンテナ204の偏波が位置する場合、 y 成分を受信することで、受信することはできる。

[0079] このように強度が弱まる成分があるため、子局21のアンテナ204の偏波を、強い方の成分(x 成分または y 成分)で受信できるように、子局21や親局11を固定できれば、どの場所においても受信可能となる。しかしながら、子局21の姿勢が不安定なユースケースが多いと想定され、子局21のアンテナ204の位置の固定は難しいと想定される。このようなことから

、子局 21 のアンテナ 204 の向きが、強度が弱い領域 w_x や領域 w_y に位置していたような場合、親局 11 において受信ができないようなことが発生する可能性がある。

[0080] 図 14、図 15 を参照し、親局 11 のアンテナ 103 を円偏波のアンテナとした場合の電界強度について説明する。図 14 は、図 12 と同じく、親局 11 のアンテナ 103 と子局 21 のアンテナ 204 のアンテナの向きを擬似的に表した図である。親局 11 のアンテナ 103 と子局 21 のアンテナ 204 は共に、円偏波のアンテナである。親局 11 のアンテナ 103 は、 x 、 y 面の円偏波で固定されているとする。

[0081] 図 13 の上図に示したような条件と同じく、図 15 の上図に示したような条件で、親局 11 のアンテナ 103 の電界強度をシュミレーションすると、図 15 の下図に示したような結果が得られる。図 15 の上図を参照するに、親局 11 のアンテナ 103 は、海面 ($z_1 = 0$) から深さ方向 (z 軸方向) に 1 m ($z' = -1\text{ m}$) の位置に設置されている。このアンテナ 103 の海面からの深さが 5 m ($z = -5\text{ m}$) における電界をプロットしたのが、図 15 の下図である。プロット範囲は、 x 、 y : $0 \sim 20\text{ m}$ の範囲としている。

[0082] 図 15 の下図に示した各グラフを参照するに、 x 成分の電界強度 E_x は、アンテナ 103 からの距離が近い (0 m 付近) ほど強いが、アンテナ 103 からの距離が離れるほど弱くなる点は、直線偏波のアンテナの場合と同じであるが、領域 w_x がなく、電界強度 E_x が全体にわたって良好になっている点は、直線偏波のアンテナの場合と異なることが読み取れる。

[0083] このことは、 y 成分に関しても同様であり、電界強度 E_y が弱い領域 w_y がなくなり、電界強度 E_y が全体にわたって良好になることが読み取れる。
 z 成分の電界強度 E_z は、円偏波にした場合でも、直線偏波のアンテナの場合と同じく、アンテナ 103 の近傍以外は、電界強度 E_z が弱く、改善されていないことが読み取れる。

[0084] これらの結果から、親局 11 のアンテナ 103 を円偏波のアンテナとすることで、電界の x 成分と y 成分のいずれも、どの方向でも受信できるように

なることが読み取れる。

- [0085] このようなことから、親局 11 のアンテナ 103 は、円偏波のアンテナで構成される。
- [0086] 図 15 を参照して説明したように、親局 11 のアンテナ 103 を、円偏波のアンテナとすることで、 x 成分と y 成分に関しては、どの方向でも受信できるようになる。しかしながら、 z 成分に関しては改善されない可能性があり、例えば、子局 21 のアンテナ 204 が単一直線偏波であり、 z 軸方向を向いているような場合、親局 11 側では子局 21 からの信号の受信強度が弱まる可能性がある。
- [0087] 子局 21 のアンテナ 204 は、単一直線偏波ではなく、円偏波にすることで、改善できる。子局 21 のアンテナ 204 は、直線偏波のアンテナであるが、ダイバーシティの構成とすることで、改善することができる。子局 21 のアンテナ 204 のアンテナ 204 を、円偏波のアンテナとし、かつダイバーシティの構成とすることで、改善することができる。
- [0088] 親局 11 のアンテナ 103 も、円偏波のアンテナとし、かつダイバーシティの構成とすることもでき、そのような構成とすることで、子局 21 の姿勢にかかわらず、子局 21 からの信号を安定して受信することができる。
- [0089] 親局 11 のアンテナ 103、または／および、子局 21 のアンテナ 204 を、円偏波のアンテナとし、かつダイバーシティの構成とすることで、より安定して受信できる構成となることについて説明を加える。親局 11 のアンテナ 103 を、円偏波のアンテナとした場合の左旋成分(LHC)と右旋成分(RHC)について考える。
- [0090] 水中を伝搬してくる直接波は、偏波が変わらずに親局 11 に届くのに対して、空気中（海面上）を介して伝搬してくるラテラル波は、偏波が逆になって親局 11 に届く。図 3 を参照して説明したように、直接波よりもラテラル波は遠くまで届くため、親局 11 の直下付近は、直接波による右旋成分(RHC)が強いが、親局 11 から離れたところではラテラル波による左旋成分(LHC)が強くなる。

- [0091] このように左旋成分(LHC)と右旋成分(RHC)に強度の違いが生じるため、親局11側では、どちらの成分で受信した方が良いかが変わってしまう可能性がある。子局21も姿勢が不安定なため、子局21のアンテナ204自体の左偏成分/右旋成分が変化してしまう可能性がある。
- [0092] そこで、親局11のアンテナ103を、円偏波のアンテナとする、または円偏波のダイバーシティ構成のアンテナとする。子局21のアンテナ204は、直線偏波のダイバーシティ構成のアンテナとする、円偏波のアンテナとする、または円偏波のダイバーシティ構成とする。なおここでは、子局21のアンテナ204は、親局11とデータの送受信を行う、または親局11に対してデータを送信するために用いられる。子局21が親局11に対してデータを送信する構成(受信は行わない構成)の場合であっても、アンテナ204は、直線偏波のダイバーシティ構成のアンテナとする、円偏波のアンテナとする、または円偏波のダイバーシティ構成とすることができる。
- [0093] 直線偏波のダイバーシティ構成とする場合、2軸の偏波のダイバーシティ構成であっても良いし、3軸の偏波のダイバーシティ構成であっても良い。
- [0094] <ダイバーシティ構成とした場合の親局、子局の構成について>
ダイバーシティ構成とした場合の親局11の構成例と、子局21の構成例を図16に示す。親局11は、子局21と通信を行う側の高周波処理部102にアンテナ103-1とアンテナ103-2が備えられる。子局21は、親局11と通信を行う側の高周波処理部203にアンテナ204-1とアンテナ204-2が備えられる。
- [0095] 図17は、親局11の高周波処理部102c(第3の実施の形態とする)の構成例を示す図である。図17に示した高周波処理部102cは、図9に示した高周波処理部102cに、偏波切替部181と切替制御部182を追加した構成とされている。
- [0096] 偏波切替部181の一方はアンテナ103-1と接続され、もう一方はアンテナ103-2と接続されている。アンテナ103-1とアンテナ103-2は、円偏波のアンテナであるが、異なる偏波を送受信できるように構成

されている。

- [0097] 切替制御部 182 は、信号を受信する場合、アンテナ 103-1 で受信された信号の電力と、アンテナ 103-2 で受信された信号の電力を比較し、より大きい電力の信号が、整合部 121 に供給されるように偏波切替部 181 を切り替える。
- [0098] 切替制御部 182 は、信号を送信する場合、受信時に、電力がより大きい偏波を選択し、その選択した偏波のアンテナ 103-1 またはアンテナ 103-2 に偏波切替部 181 を切り替える。
- [0099] 図 17 に示した高周波処理部 102c の構成は、子局 21 の高周波処理部 203c の構成にも適用できる。図 17 に示した高周波処理部 203c は、アンテナ 204-1 とアンテナ 204-2 を備える。
- [0100] アンテナ 204-1 とアンテナ 204-2 は、それぞれ円偏波のアンテナであり、異なる偏波を送受信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナとされている。またはアンテナ 204-1 とアンテナ 204-2 は、直線偏波のアンテナであり、互いに直交する偏波を送受信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナとされている。
- [0101] アンテナ 204-1 とアンテナ 204-2 から信号を送信する場合、同タイミングで両方のアンテナ 204 から信号が送信されるようにしても良いし、同一信号が、時間をずらして異なる偏波で送信されるようにしても良い。
- [0102] <第 4 の実施の形態における高周波処理部の構成>
- 図 18 は、第 4 の実施の形態における親局 11 の高周波処理部 102d の構成例を示す図である。図 18 に示した高周波処理部 102d は、送信用のアンテナと受信用のアンテナをそれぞれ有している点で、図 17 に示した高周波処理部 102d と異なる。
- [0103] 図 18 に示した高周波処理部 102d は、送信用のダイバーシティアンテナとして、アンテナ 103-1 とアンテナ 103-2 を備え、受信用のダイバーシティアンテナとして、アンテナ 103-3 とアンテナ 103-4 を備える。アンテナ 103-1 乃至 103-4 は、円偏波のアンテナである。ま

たは、アンテナ103-1とアンテナ103-2は、直線検波のアンテナであり、アンテナ103-3とアンテナ103-4は、円検波のアンテナであるといったように、送信用のアンテナ103と受信用のアンテナ103は、異なる偏波のアンテナとされていても良い。

[0104] アンテナ103-1とアンテナ103-2は、偏波切替部181-1を介して、整合部121-1に接続されている。アンテナ103-3とアンテナ103-4は、偏波切替部181-2を介して、整合部121-2に接続されている。

[0105] 切替制御部182-1は、信号を送信する場合、受信時に、電力がより大きい偏波を選択し、その選択した偏波のアンテナ103-1またはアンテナ103-2に偏波切替部181-1を切り替える。

[0106] 切替制御部182-2は、信号を受信する場合、アンテナ103-3で受信された信号の電力と、アンテナ103-4で受信された信号の電力を比較し、より大きい電力の信号が、整合部121-2に供給されるように偏波切替部181-2を切り替える。

[0107] 図18に示した高周波処理部102dの構成は、子局21の高周波処理部203dの構成にも適用できる。図18に示した高周波処理部203dは、送信用のダイバーシティアンテナとして、アンテナ204-1とアンテナ204-2を備え、受信用のダイバーシティアンテナとして、アンテナ204-3とアンテナ204-4を備える。

[0108] アンテナ204-1とアンテナ204-2は、偏波切替部181-1を介して、整合部223-1に接続されている。アンテナ204-3とアンテナ204-4は、偏波切替部181-2を介して、整合部223-2に接続されている。

[0109] 切替制御部182-1は、信号を送信する場合、受信時に、電力がより大きい偏波を選択し、その選択した偏波のアンテナ204-1またはアンテナ204-2に偏波切替部181-1を切り替える。

[0110] 切替制御部182-2は、信号を受信する場合、アンテナ204-3で受

信された信号の電力と、アンテナ204-4で受信された信号の電力を比較し、より大きい電力の信号が、整合部121-2に供給されるように偏波切替部181-2を切り替える。

[0111] アンテナ204-1とアンテナ204-2は、それぞれ円偏波のアンテナであり、異なる偏波を送信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナである。アンテナ204-3とアンテナ204-4は、それぞれ円偏波のアンテナであり、異なる偏波を受信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナである。

[0112] またはアンテナ204-1とアンテナ204-2は、直線偏波のアンテナであり、互いに直交する偏波を送信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナである。アンテナ204-3とアンテナ204-4は、直線偏波のアンテナであり、互いに直交する偏波を受信できるように構成されている偏波ダイバーシティアンテナである。

[0113] または、アンテナ204-1とアンテナ204-2は、直線偏波のアンテナであり、アンテナ204-3とアンテナ204-4は、円偏波のアンテナであるといったように、送信用のアンテナと受信用のアンテナが異なる偏波のアンテナで構成されていても良い。

[0114] アンテナ204-1とアンテナ204-2から信号を送信する場合、同タイミングで両方のアンテナ204から信号が送信されるようにしても良いし、時間をずらして同一信号が、異なる偏波で送信されるようにしても良い。

[0115] <第5の実施の形態における高周波処理部の構成>

図19は、第5の実施の形態における親局11の高周波処理部102eの構成例を示す図である。図19に示した高周波処理部102eは、アンテナ103-1とアンテナ103-2で受信された信号を、合成する合成部192と、アンテナ103-1とアンテナ103-2で送受信する信号を整合する整合部233を備える。

[0116] アンテナ103-1とアンテナ103-2により受信された信号は、整合部233を介して、送受切替部231に供給される。信号の受信時には、送

受切替部 231 は、移相器 191 側に切り替えられる。アンテナ 103-1 で受信された信号は、移相器 191-1 に供給され、アンテナ 103-2 で受信された信号は、移相器 191-2 に供給される。

[0117] 移相器 191-1 に供給された信号は、位相量が調整され、高周波増幅部 122-1 に供給される。移相器 191-2 に供給された信号は、位相量が調整され、高周波増幅部 122-2 に供給される。移相器 191-1 と移相器 191-2 により、アンテナ 103-1 で受信された信号とアンテナ 103-2 で受信された信号の位相が合わされる。

[0118] 高周波増幅部 122-1 と高周波増幅部 122-2 は、それぞれ入力された信号を増幅することで、利得の調整を行う。

[0119] 高周波増幅部 122-1 で増幅された信号と、高周波増幅部 122-2 で増幅された信号は、合成部 192 に供給される。合成部 192 により、供給された 2 つの信号が、合成される。高周波増幅部 122 と合成部 192 の処理により、S/N 比が最大となるように利得調整された合成が行われる。

[0120] 信号の送信時には、送受切替部 231 は、偏波切替部 181 側に切り替えられる。切替制御部 182 は、信号を送信する場合、受信時に、電力がより大きい偏波を選択し、その選択した偏波のアンテナ 103-1 またはアンテナ 103-2 に偏波切替部 181 を切り替える。高周波増幅部 222 は、変復調部 152 で所定の変調方式で変調された信号を増幅する。増幅された信号は、選択されたアンテナ 103-1 またはアンテナ 103-2 により送信される。

[0121] 親局 11 のアンテナ 103-1 とアンテナ 103-2 は、それぞれ円偏波のアンテナである。図 19 に示した高周波処理部 102 e は、円偏波の偏波ダイバーシティの場合の構成である。

[0122] なお、図 19 に示した高周波処理部 102 e は、高周波増幅部 122 を備える構成を示したが、高周波増幅部 122 を削除した構成とすることもできる。すなわち、位相のみを合わせる等利得合成ダイバーシティの構成とすることもできる。

- [0123] 図19に示した高周波処理部102eは、図18に示した高周波処理部102eのように、送信用のアンテナと受信用のアンテナをそれぞれ備える構成とすることもできる。
- [0124] 図19に示した高周波処理部102eの構成は、子局21の高周波処理部203eの構成にも適用できる。子局21の高周波処理部203eにおいては、アンテナ204-1とアンテナ204-2により受信された信号は、整合部233、送受切替部231を介して、移相器191-1と移相器191-2にそれぞれ供給される。
- [0125] 移相器191-1、移相器191-2にそれぞれ供給された信号は、位相量が調整され、高周波増幅部122-1、高周波増幅部122-2にそれぞれ供給される。高周波増幅部122-1と高周波増幅部122-2のそれぞれで信号が増幅されることで、利得の調整が行われる。高周波増幅部122-1で増幅された信号と、高周波増幅部122-2で増幅された信号は、合成部192に供給され、合成される。高周波増幅部122と合成部192の処理により、S/N比が最大となるように利得調整された合成が行われる。
- [0126] 信号の送信時には、送受切替部231は、偏波切替部181側に切り替えられる。切替制御部182は、信号を送信する場合、受信時に、電力がより大きい偏波を選択し、その選択した偏波のアンテナ204-1またはアンテナ204-2に偏波切替部181を切り替える。高周波増幅部222は、変復調部152により所定の変調方式で変調された信号を増幅する。増幅された信号は、選択されたアンテナ204-1またはアンテナ204-2により送信される。
- [0127] 子局21のアンテナ204は、直線偏波のアンテナ、または円偏波のアンテナである。子局21のアンテナ204-1とアンテナ204-2は、それぞれダイポールアンテナなどの直線偏波アンテナとし、その2組のアンテナ204が直交した状態で実装されたアンテナとすることができる。または子局21のアンテナ204-1とアンテナ204-2は、それぞれ円偏波のアンテナとすることもでき、高周波処理部203eを、円偏波の偏波ダイバー

シティの構成とすることもできる。

[0128] なお、図19に示した高周波処理部203eは、高周波増幅部122を備える構成を示したが、高周波増幅部122を削除した構成とすることもできる。すなわち、位相のみを合わせる等利得合成ダイバーシティの構成とすることもできる。

[0129] 図19に示した高周波処理部203eは、図18に示した高周波処理部203eのように、送信用のアンテナと受信用のアンテナをそれぞれ備える構成とすることもできる。

[0130] <アンテナの形状>

親局11の円偏波のアンテナ103は、図20のAに示すように、円偏波マイクロストリップアンテナを用いることができる。マイクロストリップアンテナは、誘電体基板と、その両面に印刷配線された放射素子と地導体板を構成要素とする平面アンテナである。このようなマイクロストリップアンテナの放射素子に切り欠きを入れるなどして、円偏波化し、上述した円偏波のアンテナ103として用いるようにしても良い。

[0131] 親局11の円偏波のアンテナ103は、図20のBに示すように、クロスダイポールアンテナを用いることもできる。直交する素子103aと素子103bの長さに差を設け、直交偏波に90°の位相差が生じるように構成したアンテナを、上述した円偏波のアンテナ103として用いるようにしても良い。

[0132] 親局11の円偏波のアンテナ103は、図20のCに示すように、2組の直交する直線偏波のアンテナ103aとアンテナ103bを、90°の位相差で給電することで円偏波が実現されるアンテナとすることもできる。図20のCに示したアンテナ103aとアンテナ103bは、それぞれ直線偏波のマイクロストリップアンテナである。

[0133] 分配器301に供給された信号は、アンテナ103aとアンテナ103bに供給される。アンテナ103bに供給される信号は、移相器302により位相差が90°ずらされた信号とされる。

[0134] 図20のA乃至Cに示した円偏波のアンテナ103の構成は、子局21のアンテナ204を円偏波のアンテナとする場合にも適用できる。

[0135] 円偏波のアンテナは、ここで例示した以外の構成を有していても良い。

[0136] 上述した親局11と子局21が、それぞれ動作するのに必要な電力は、例えば、親局11や子局21に、太陽光発電装置を設け、その太陽光発電装置から供給される構成とすることができる。親局11または子局21への給電方法としては、非接触給電を適用することができる。

[0137] 本明細書において、システムとは、複数の装置により構成される装置全体を表すものである。

[0138] なお、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果があってもよい。

[0139] なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

[0140] なお、本技術は以下のような構成も取ることができる。

(1)

液体中の通信網と接続する第1のアンテナと、
前記第1のアンテナで受信された信号、または前記第1のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第1の信号処理部と
を備え、
前記第1のアンテナは、円偏波のアンテナである
通信装置。

(2)

気体中の通信網と接続する第2のアンテナと、
前記第2のアンテナで受信された信号、または前記第2のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第2の信号処理部と
をさらに備える
前記(1)に記載の通信装置。

(3)

液体中の情報をセンシングするセンシング部をさらに備え、
前記第1の信号処理部は、前記センシング部でセンシングされた前記情報を、前記第1のアンテナで他の通信装置に対して送信する

前記(1)に記載の通信装置。

(4)

前記第1のアンテナは、液体中の他の通信装置からの信号を受信し、
前記第1の信号処理部は、受信された前記信号を増幅し、前記第1のアンテナによりさらに他の通信装置に送信する

前記(1)に記載の通信装置。

(5)

前記第1のアンテナは、2つの円偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

前記(1)乃至(4)のいずれかに記載の通信装置。

(6)

前記第1のアンテナは、前記円偏波のアンテナまたは2つの直線偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

前記(1)、(3)または(4)のいずれかに記載の通信装置。

(7)

時間をずらして同一信号を異なる偏波で送信する

前記(5)または(6)に記載の通信装置。

(8)

前記第1の信号処理部は、

前記第1のアンテナのインピーダンスと、前記第1の信号処理部内のインピーダンスを整合する整合部と、

前記第1のアンテナにより受信または送信する前記信号を増幅する増幅部と、

前記第1のアンテナにより受信または送信する前記信号を変調または復調する変復調部と

を備える

前記（１）乃至（７）のいずれかに記載の通信装置。

（９）

前記第１のアンテナのインピーダンスと、前記第１の信号処理部内のインピーダンスは、 10Ω 以下である

前記（８）に記載の通信装置。

（１０）

陸上の通信網または衛星の通信網と接続する前記第２のアンテナと前記第２の信号処理部を、通信網毎に備える

前記（２）に記載の通信装置。

（１１）

第１の通信装置と第２の通信装置を含む通信システムであり、

前記第１の通信装置は、

液体中の前記第２の通信装置と接続する第１のアンテナと、

前記第１のアンテナで受信された前記第２の通信装置からの信号を処理する第１の信号処理部と

を備え、

前記第２の通信装置は、

液体中の前記第１の通信装置と接続する第２のアンテナと、

前記第２のアンテナで、前記第１の通信装置に送信する信号を処理する第２の信号処理部と

を備え、

前記第１のアンテナは、円偏波のアンテナであり、

前記第２のアンテナは、円偏波または直線偏波のアンテナである

通信システム。

（１２）

前記第１のアンテナは、２つの円偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

前記（１１）に記載の通信システム。

（１３）

前記第２のアンテナは、２つの円偏波のアンテナまたは２つの直線偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

前記（１１）に記載の通信システム。

（１４）

前記第２の通信装置は、アドホックネットワークを形成している

前記（１１）乃至（１３）のいずれかに記載の通信システム。

（１５）

前記第２の通信装置から前記第１の通信装置への前記信号の送信は、間欠送信である

前記（１１）乃至（１４）のいずれかに記載の通信システム。

（１６）

前記第１の通信装置は、

陸上の通信網または衛星の通信網と接続する第３のアンテナと第３の信号処理部を、通信網毎に備え、

前記第２の通信装置からの信号を、前記陸上の通信網または前記衛星の通信網に対して送信する

前記（１１）乃至（１５）のいずれかに記載の通信システム。

符号の説明

[0141] １ 通信システム, １１ 親局, １２, １３ 通信局, １４ 衛星, １５ 中継局, ２１ 子局, ３１ 送信機, ３２ 受信機, １０１ 信号処理部, １０２ 高周波処理部, １０３ アンテナ, １０４ 高周波処理部, １０５ アンテナ, １２１ 整合部, １２２ 高周波増幅部, １２３ 復調部, １５１ 送受切替部, １５２ 変復調部, １７１ 入力整合部, １７２ FET, １７３ 出力整合部, １８１ 偏波切替部, １８２ 切替制御部, １９１ 移相器, １９２ 合成部, ２０１ センシング部, ２０２ ベースバンド処理部, ２

03 高周波処理部, 204 アンテナ, 221 変調部, 222
高周波増幅部, 223 整合部, 231 送受切替部, 233 整合
部, 301 分配器, 302 移相器

請求の範囲

- [請求項1] 液体中の通信網と接続する第1のアンテナと、
前記第1のアンテナで受信された信号、または前記第1のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第1の信号処理部と
を備え、
前記第1のアンテナは、円偏波のアンテナである
通信装置。
- [請求項2] 気体中の通信網と接続する第2のアンテナと、
前記第2のアンテナで受信された信号、または前記第2のアンテナで送信する信号のうちの少なくとも一方の信号を処理する第2の信号処理部と
をさらに備える
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項3] 液体中の情報をセンシングするセンシング部をさらに備え、
前記第1の信号処理部は、前記センシング部でセンシングされた前記情報を、前記第1のアンテナで他の通信装置に対して送信する
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項4] 前記第1のアンテナは、液体中の他の通信装置からの信号を受信し、
前記第1の信号処理部は、受信された前記信号を増幅し、前記第1のアンテナによりさらに他の通信装置に送信する
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項5] 前記第1のアンテナは、2つの円偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである
請求項1に記載の通信装置。
- [請求項6] 前記第1のアンテナは、前記円偏波のアンテナまたは2つの直線偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

- 請求項 1 に記載の通信装置。
- [請求項7] 時間をずらして同一信号を異なる偏波で送信する
請求項 5 に記載の通信装置。
- [請求項8] 前記第 1 の信号処理部は、
前記第 1 のアンテナのインピーダンスと、前記第 1 の信号処理部内のインピーダンスを整合する整合部と、
前記第 1 のアンテナにより受信または送信する前記信号を増幅する増幅部と、
前記第 1 のアンテナにより受信または送信する前記信号を変調または復調する変復調部と
を備える
請求項 1 に記載の通信装置。
- [請求項9] 前記第 1 のアンテナのインピーダンスと、前記第 1 の信号処理部内のインピーダンスは、 $10\ \Omega$ 以下である
請求項 8 に記載の通信装置。
- [請求項10] 陸上の通信網または衛星の通信網と接続する前記第 2 のアンテナと前記第 2 の信号処理部を、通信網毎に備える
請求項 2 に記載の通信装置。
- [請求項11] 第 1 の通信装置と第 2 の通信装置を含む通信システムであり、
前記第 1 の通信装置は、
液体中の前記第 2 の通信装置と接続する第 1 のアンテナと、
前記第 1 のアンテナで受信された前記第 2 の通信装置からの信号を処理する第 1 の信号処理部と
を備え、
前記第 2 の通信装置は、
液体中の前記第 1 の通信装置と接続する第 2 のアンテナと、
前記第 2 のアンテナで、前記第 1 の通信装置に送信する信号を処理する第 2 の信号処理部と

を備え、

前記第1のアンテナは、円偏波のアンテナであり、

前記第2のアンテナは、円偏波または直線偏波のアンテナである
通信システム。

[請求項12] 前記第1のアンテナは、2つの円偏波のアンテナによる偏波ダイバ
ーシティアンテナである

請求項11に記載の通信システム。

[請求項13] 前記第2のアンテナは、2つの円偏波のアンテナまたは2つの直線
偏波のアンテナによる偏波ダイバーシティアンテナである

請求項11に記載の通信システム。

[請求項14] 前記第2の通信装置は、アドホックネットワークを形成している
請求項11に記載の通信システム。

[請求項15] 前記第2の通信装置から前記第1の通信装置への前記信号の送信は
、間欠送信である

請求項11に記載の通信システム。

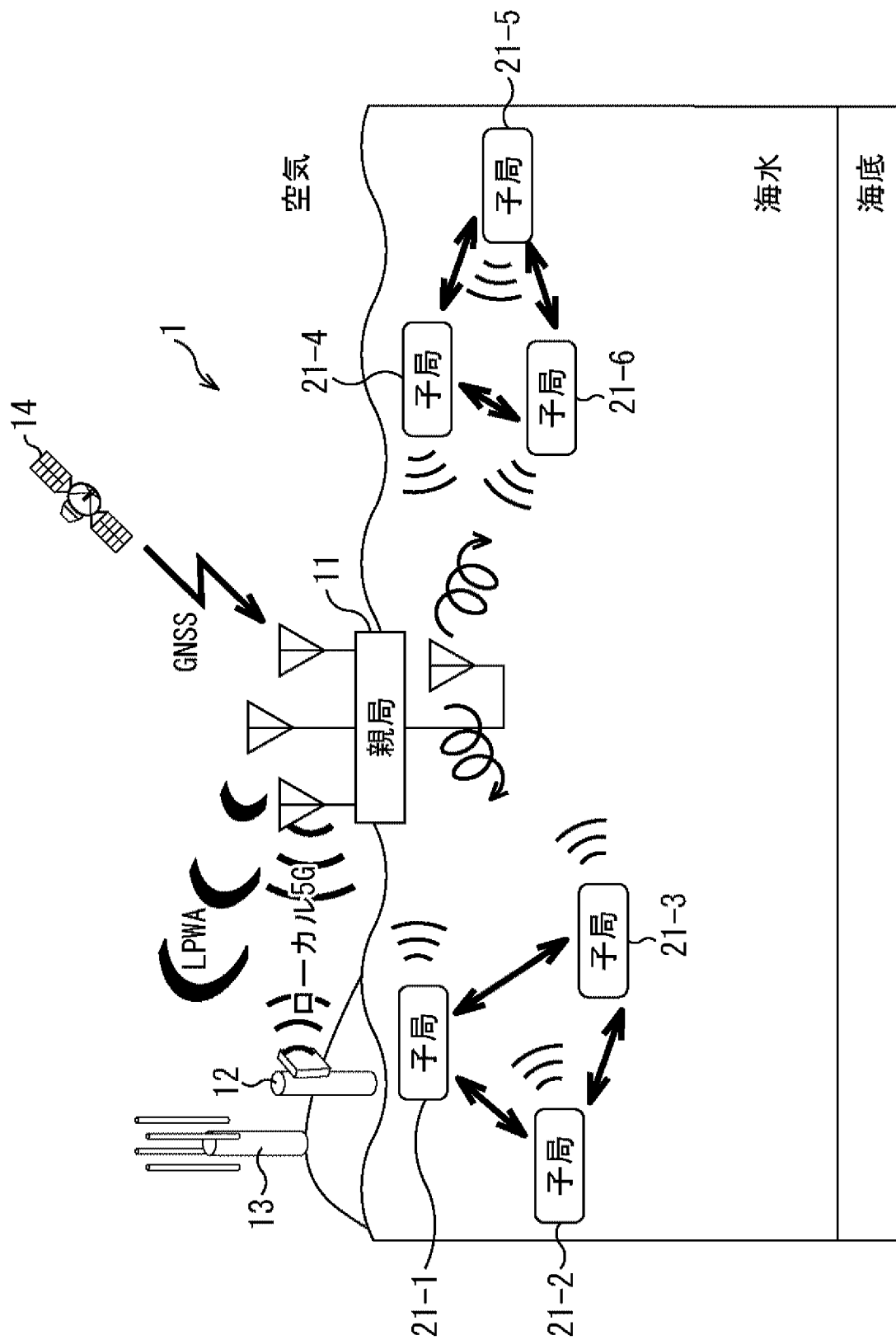
[請求項16] 前記第1の通信装置は、

陸上の通信網または衛星の通信網と接続する第3のアンテナと第3
の信号処理部を、通信網毎に備え、

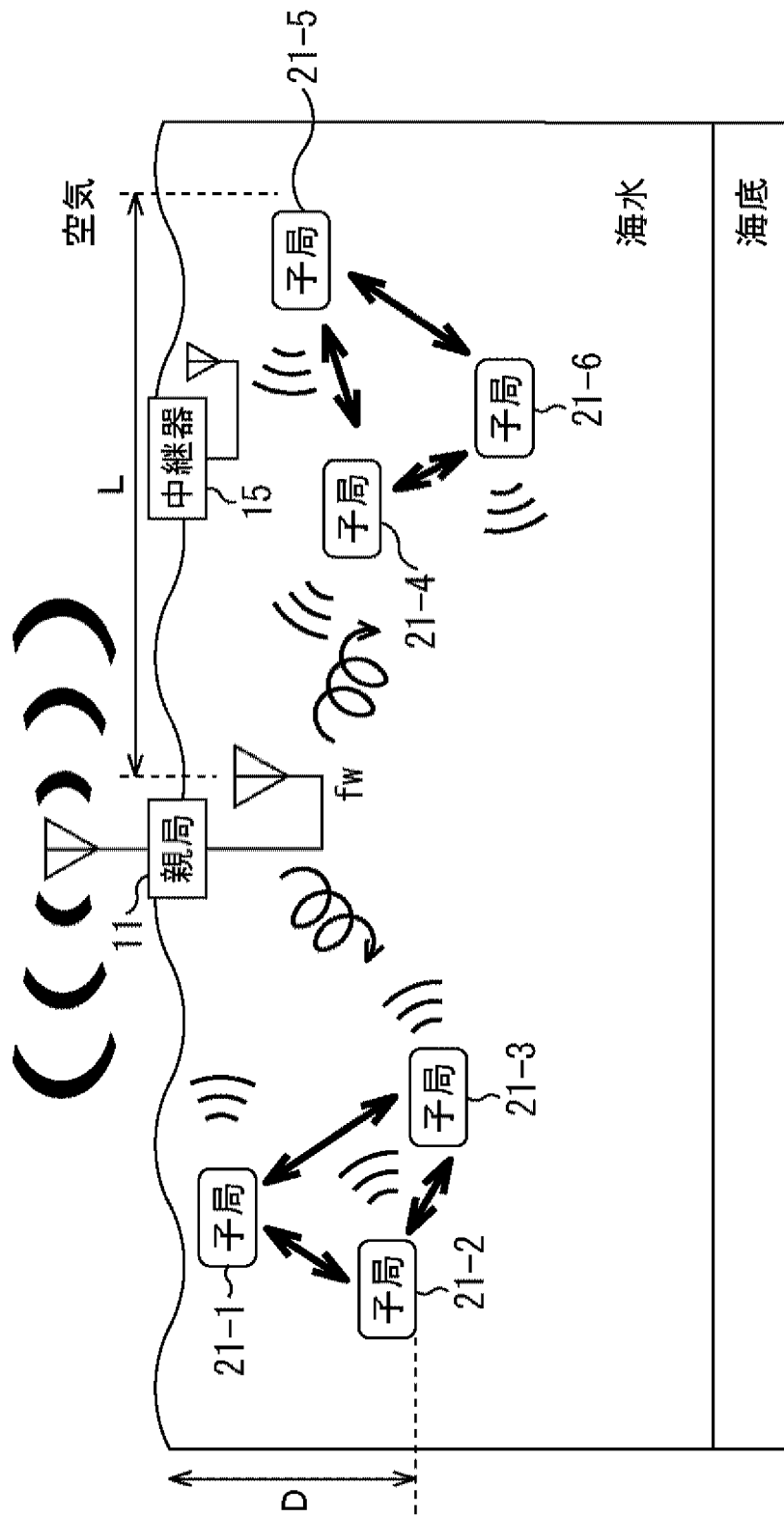
前記第2の通信装置からの信号を、前記陸上の通信網または前記衛
星の通信網に対して送信する

請求項11に記載の通信システム。

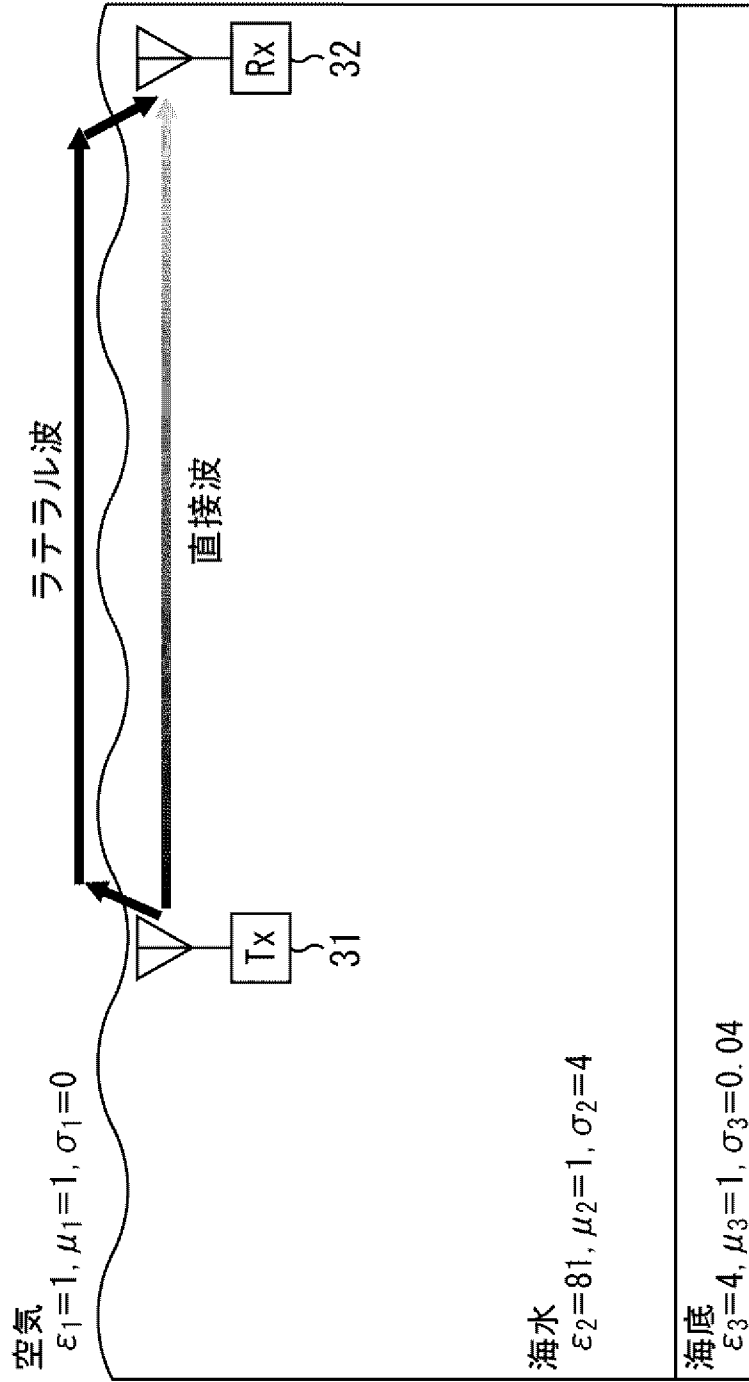
[図1]
FIG. 1



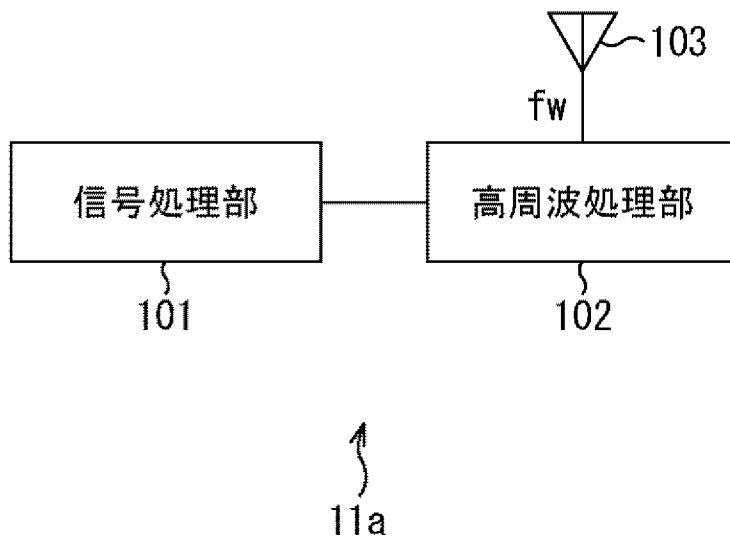
[図2]
FIG. 2

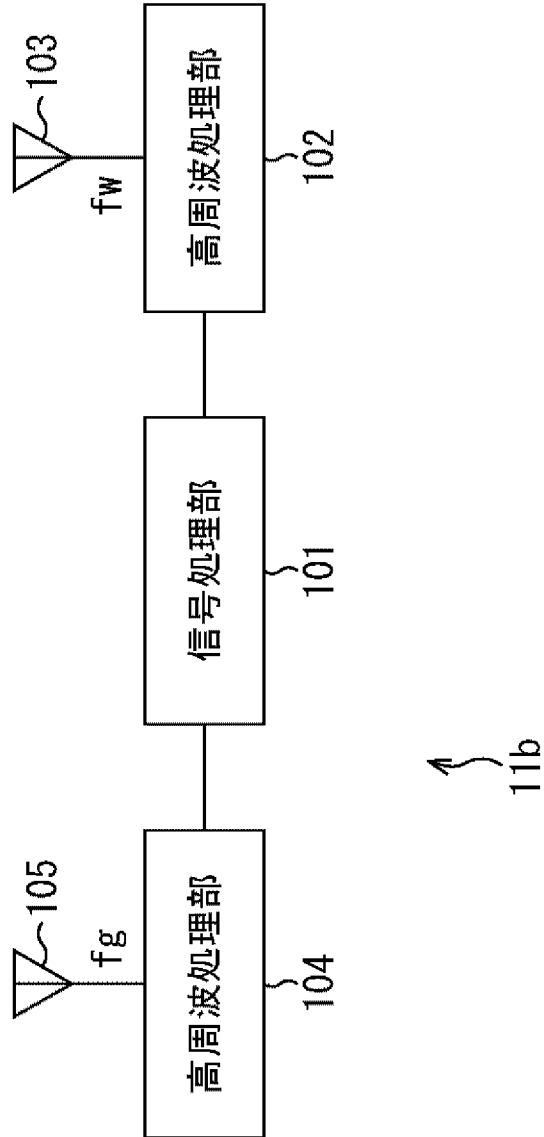


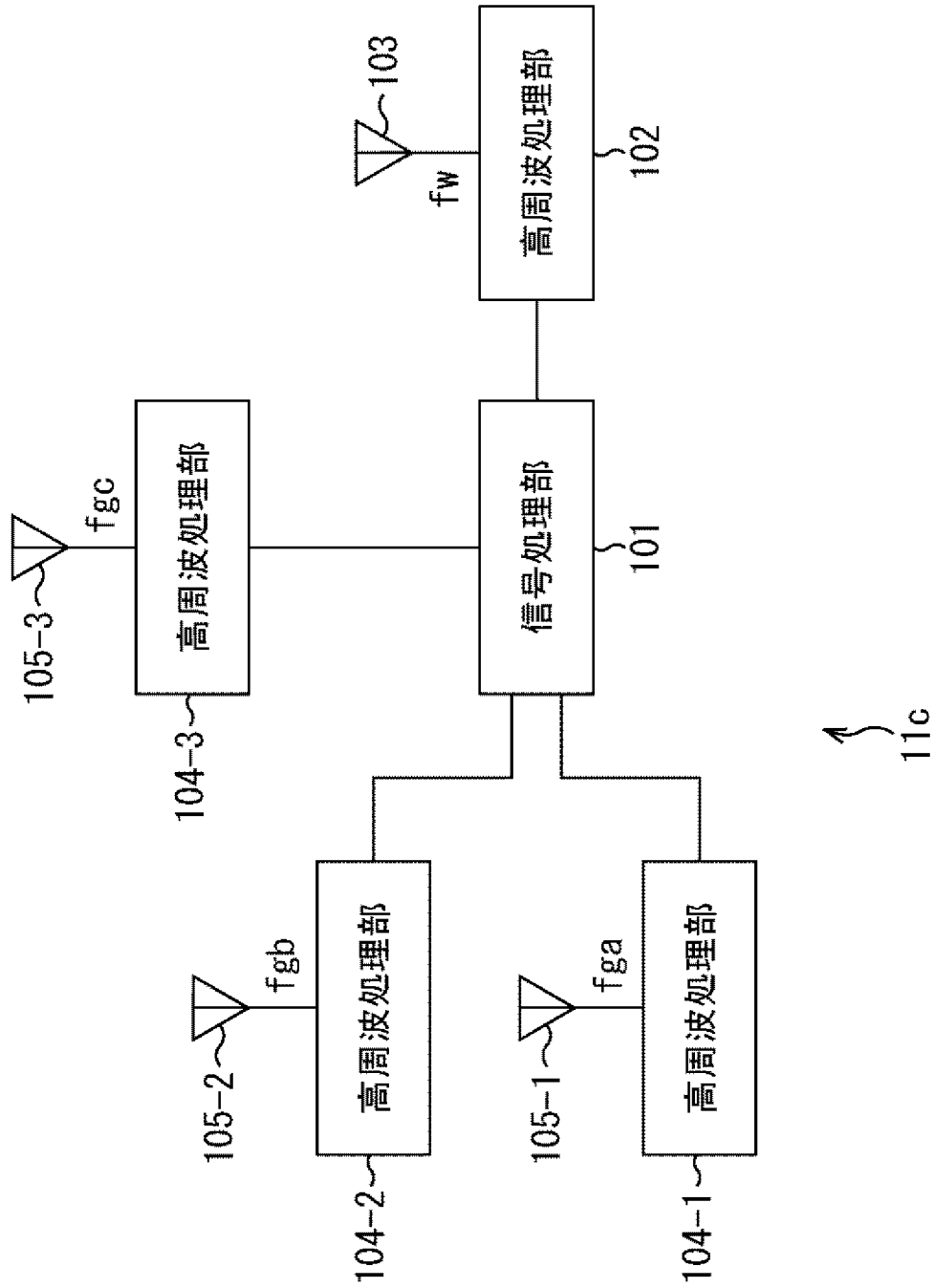
[図3]
FIG. 3

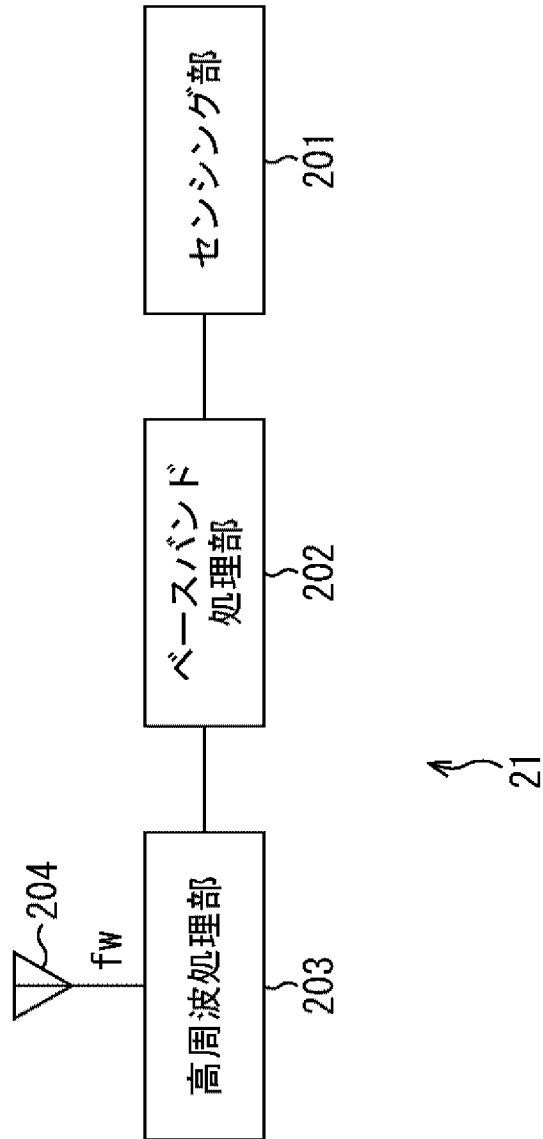


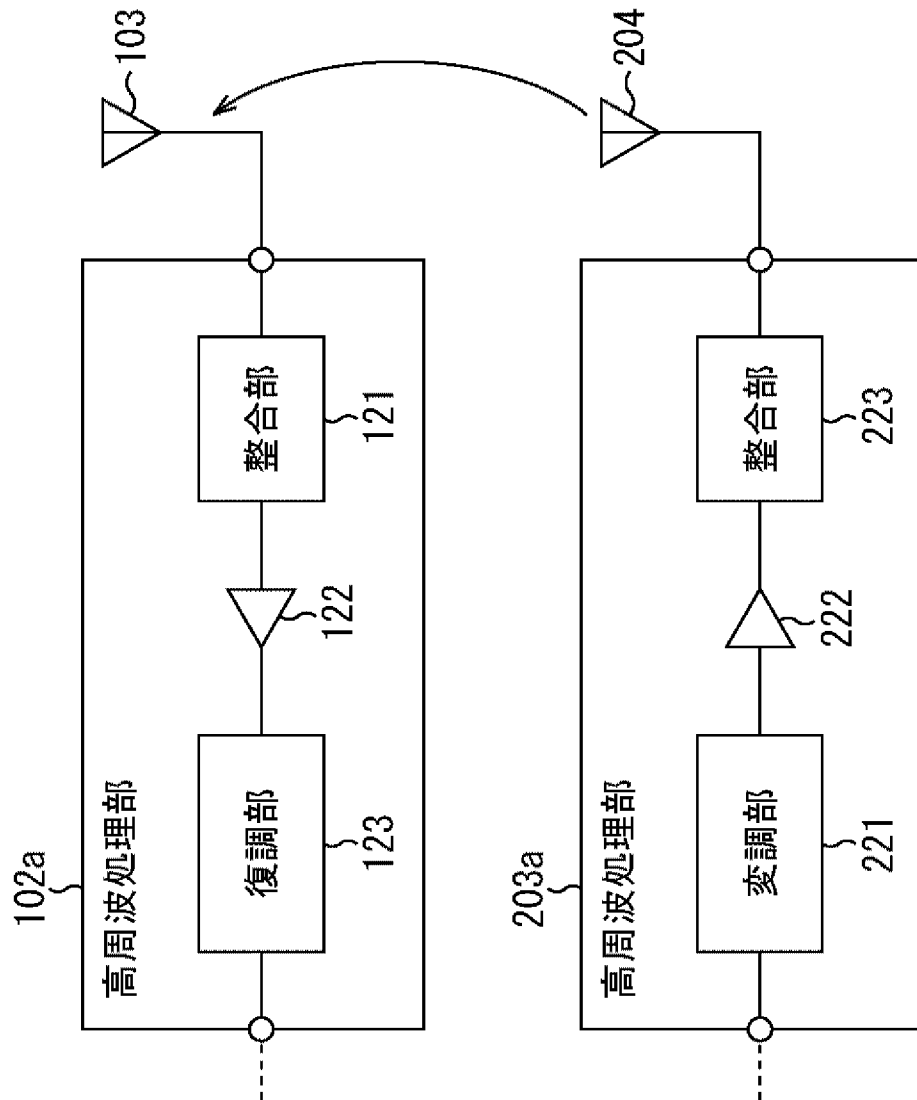
[図4]
FIG. 4

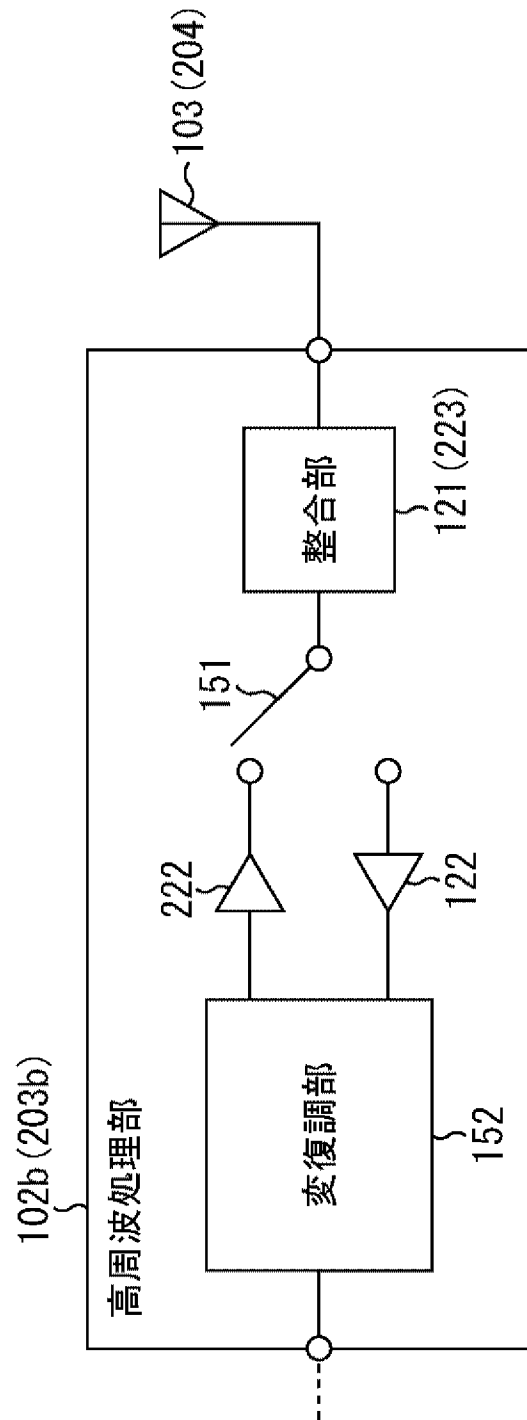


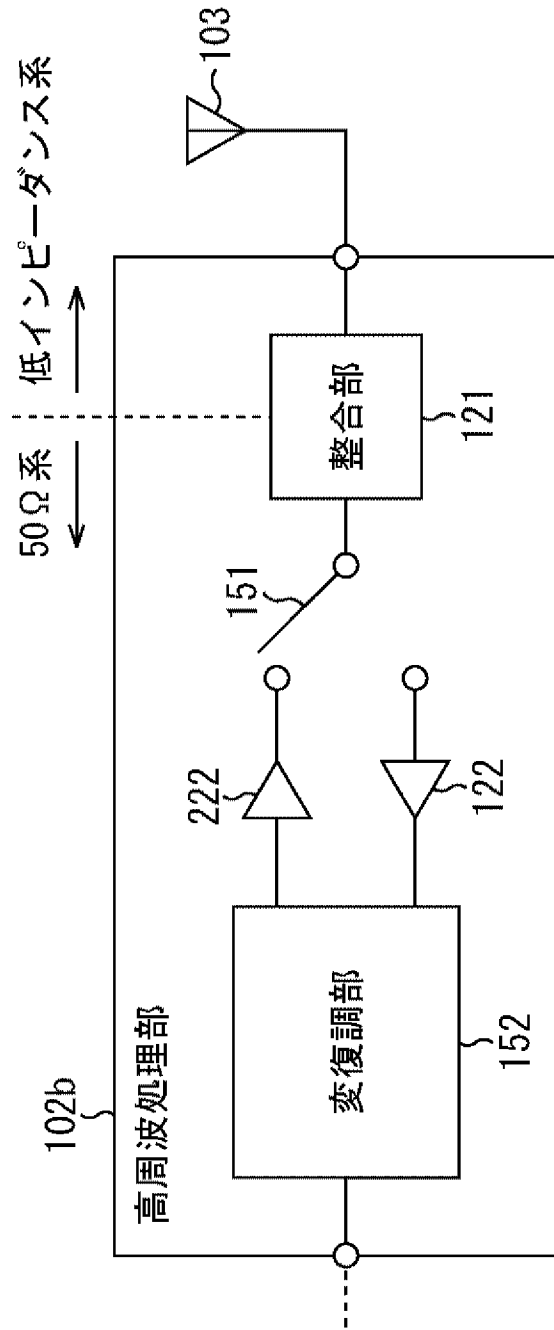
[図5]
FIG. 5

[図6]
FIG. 6

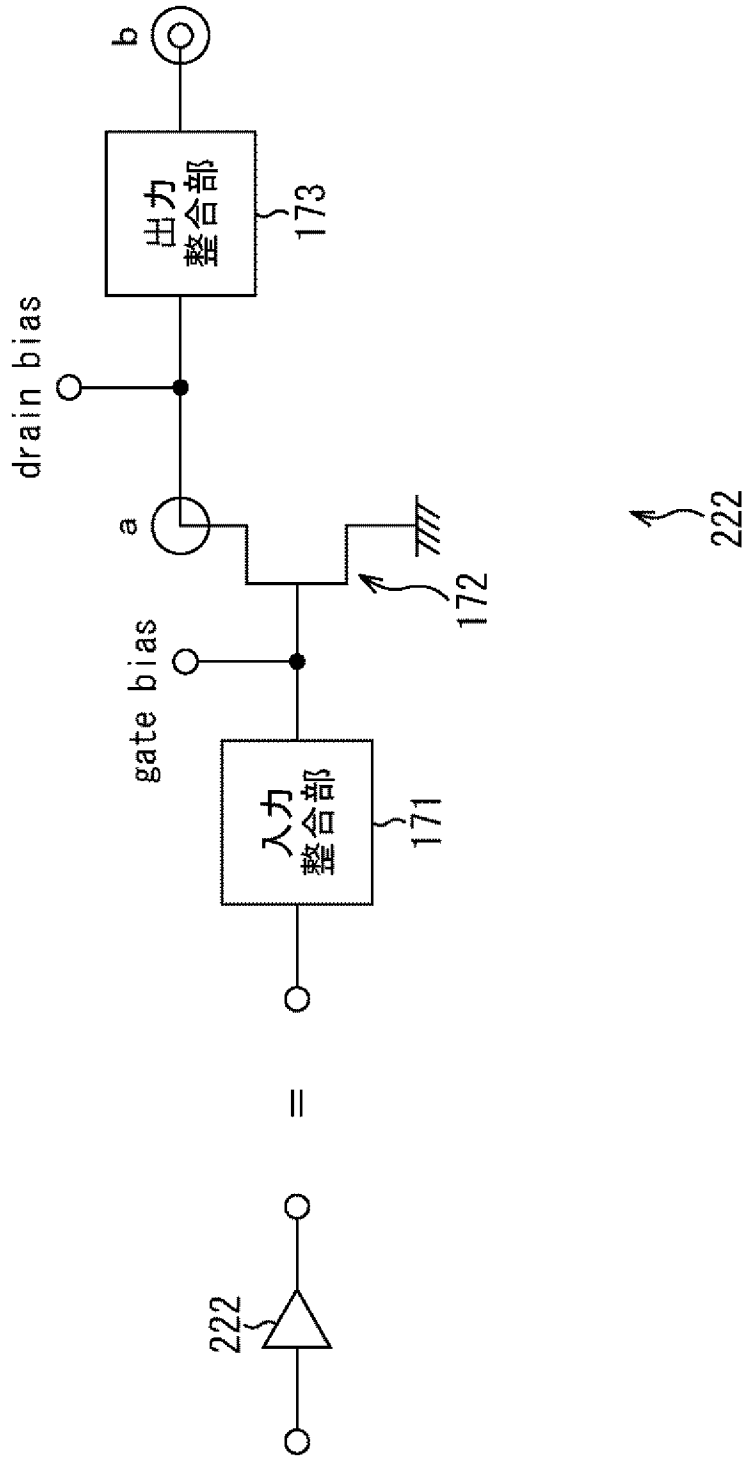
[図7]
FIG. 7

[図8]
FIG. 8

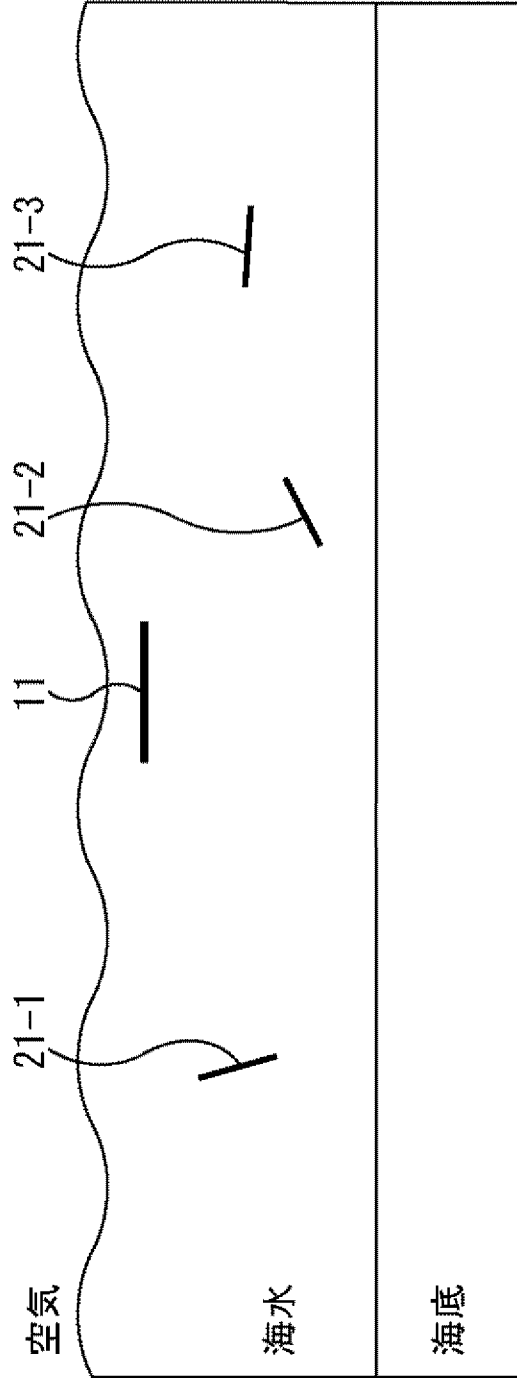
[図9]
FIG. 9

[図10]
FIG. 10

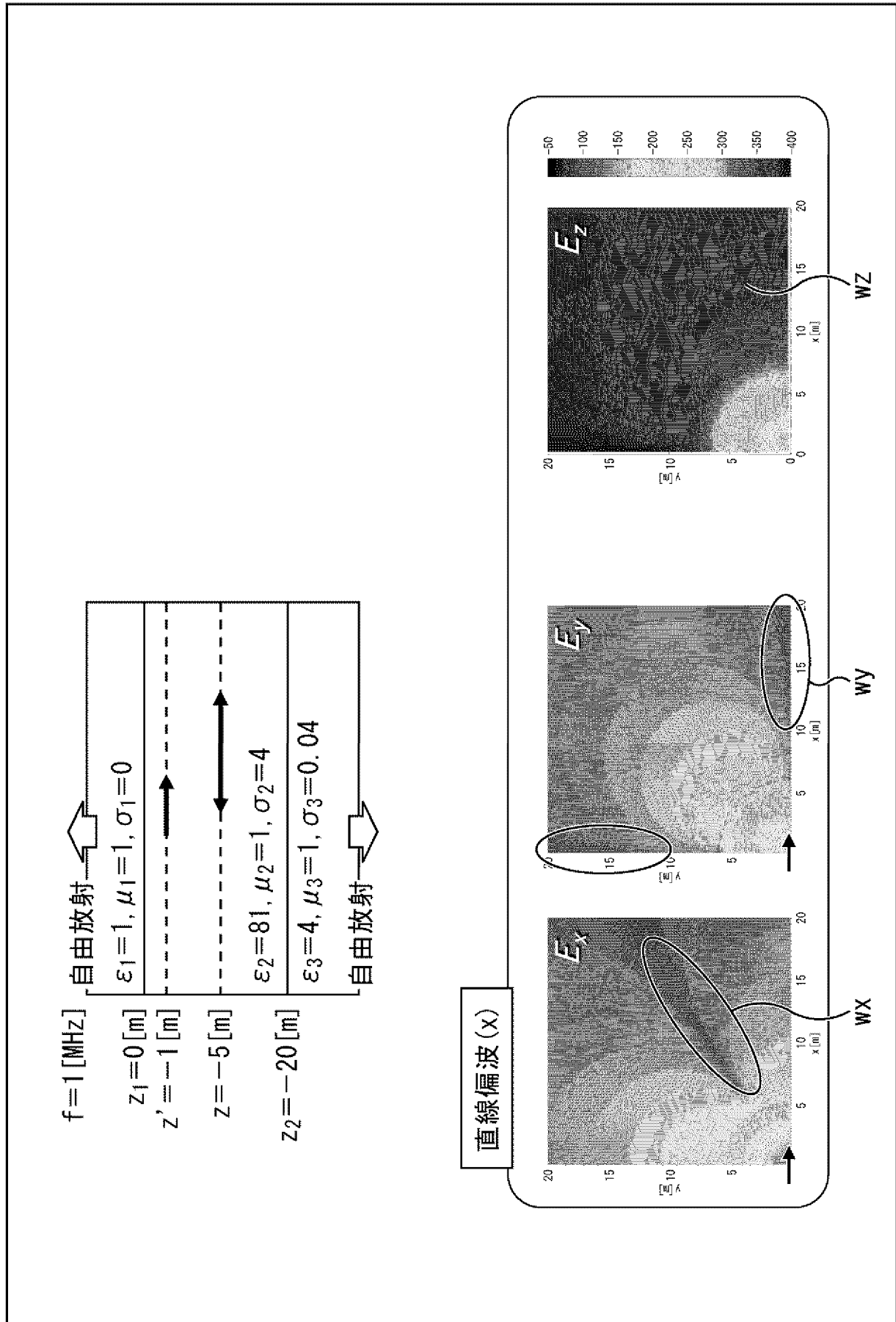
[図11]
FIG. 11



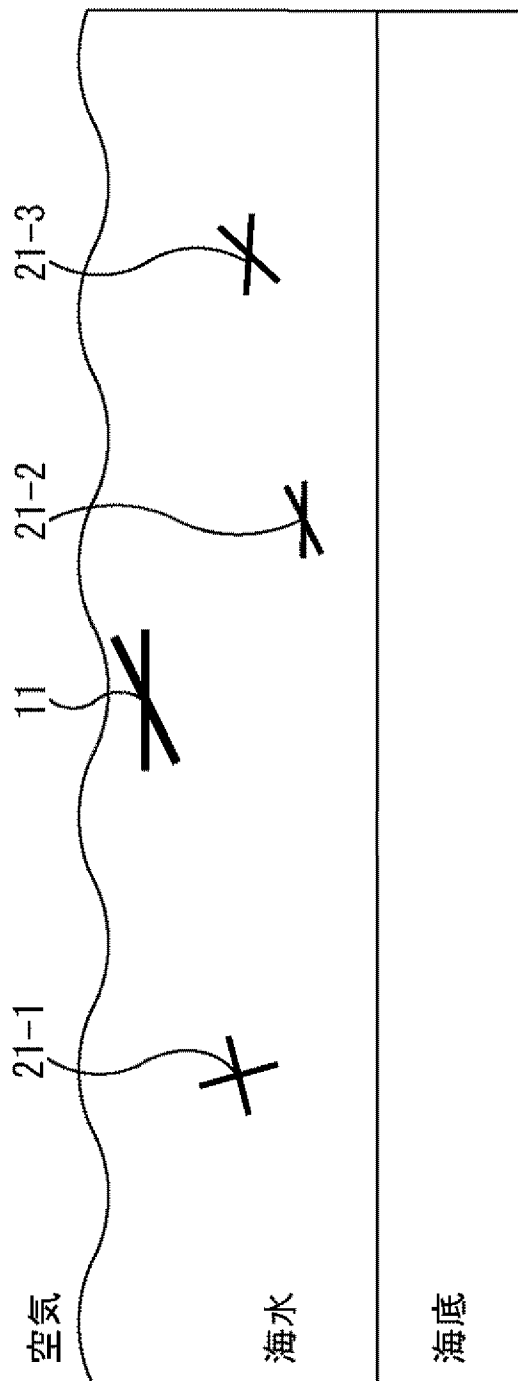
[図12]
FIG. 12



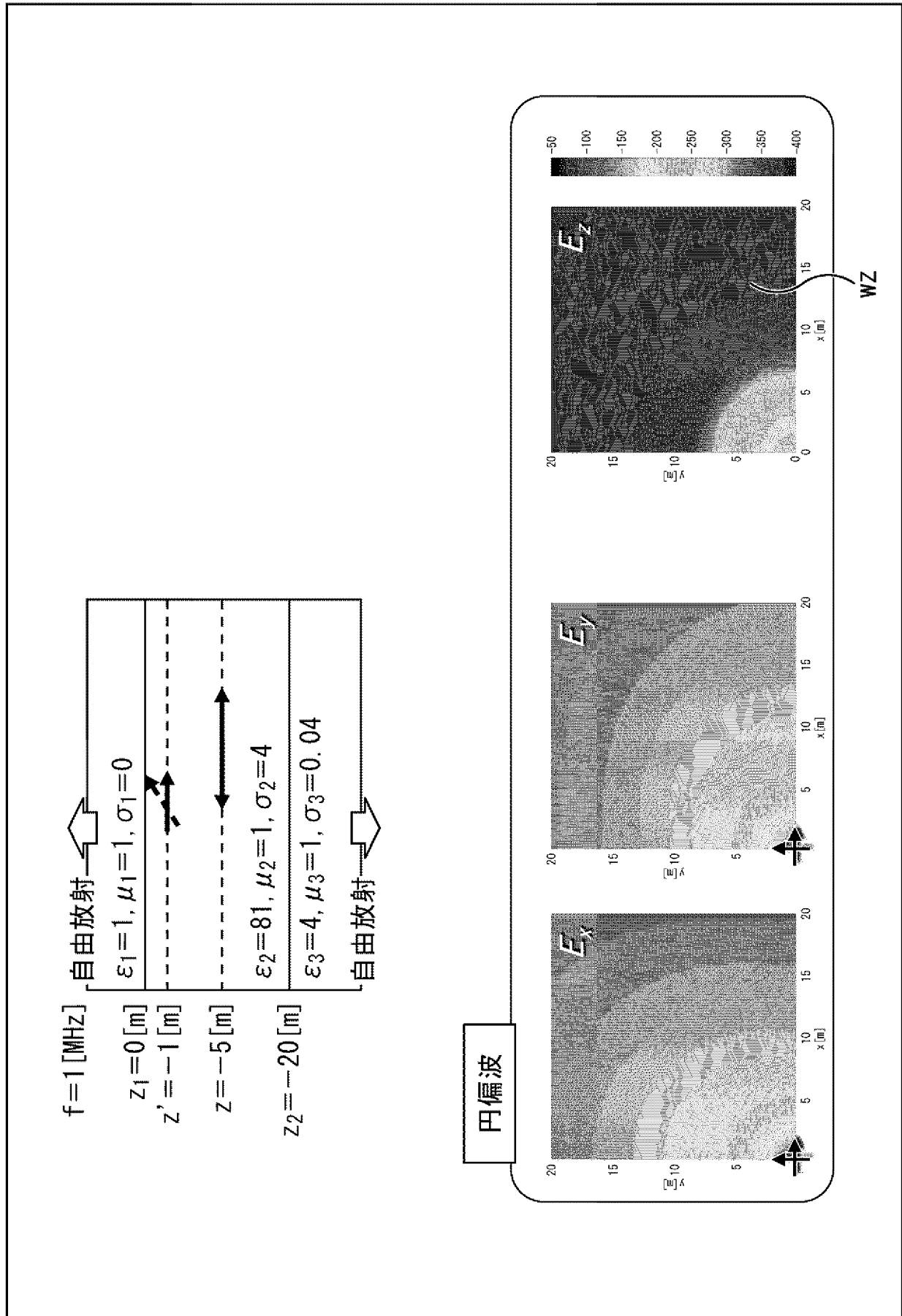
[図13]
FIG. 13



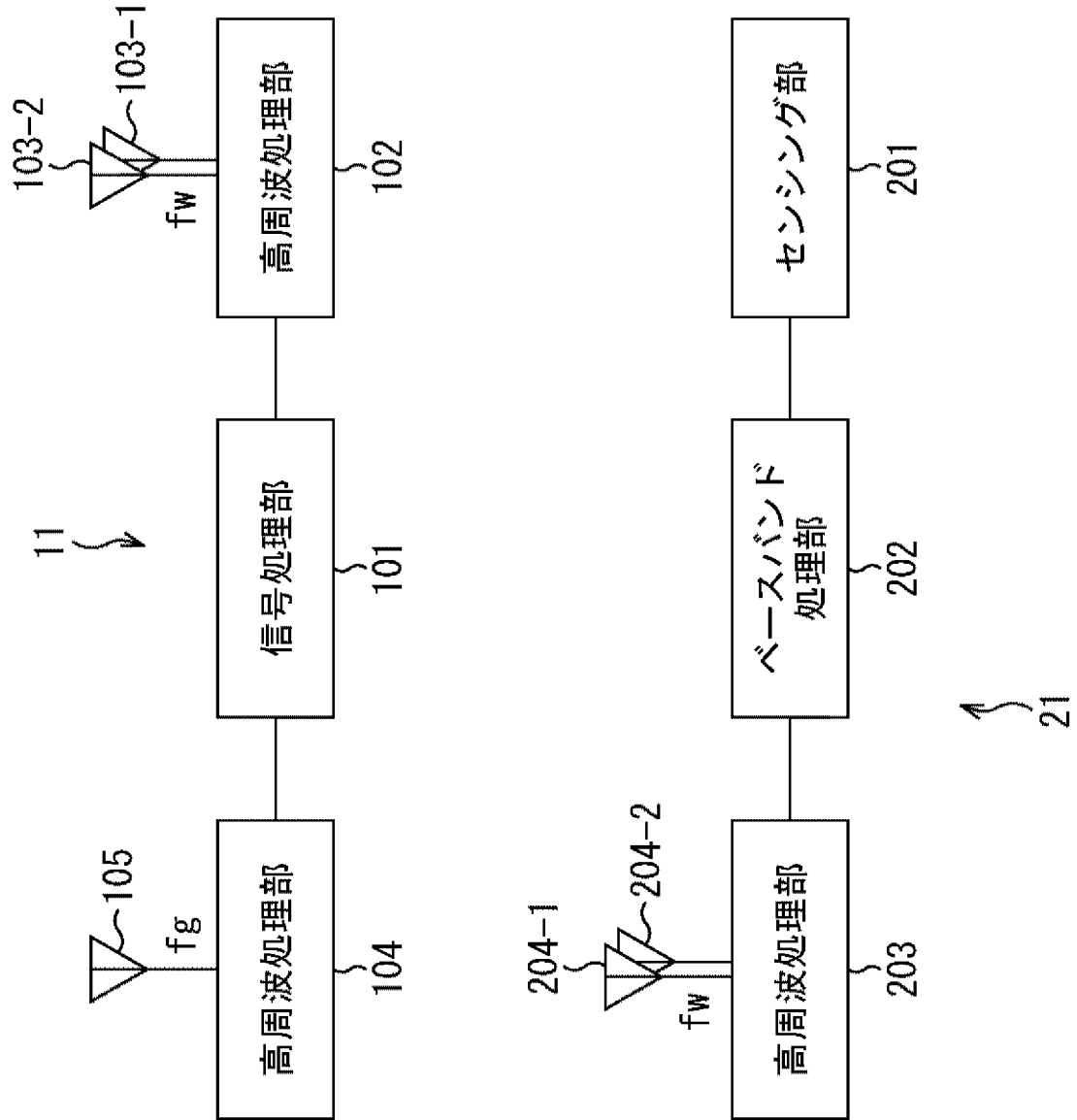
[図14]
FIG. 14



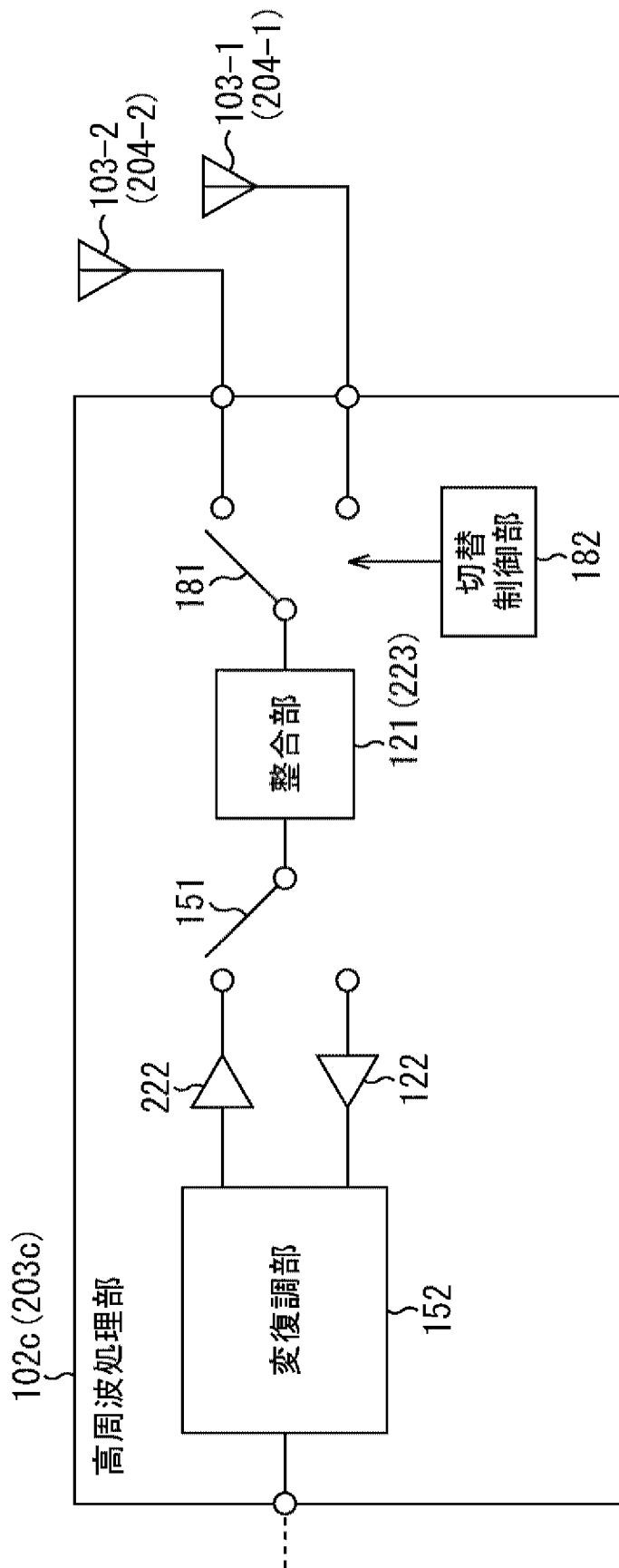
[図15]
FIG. 15



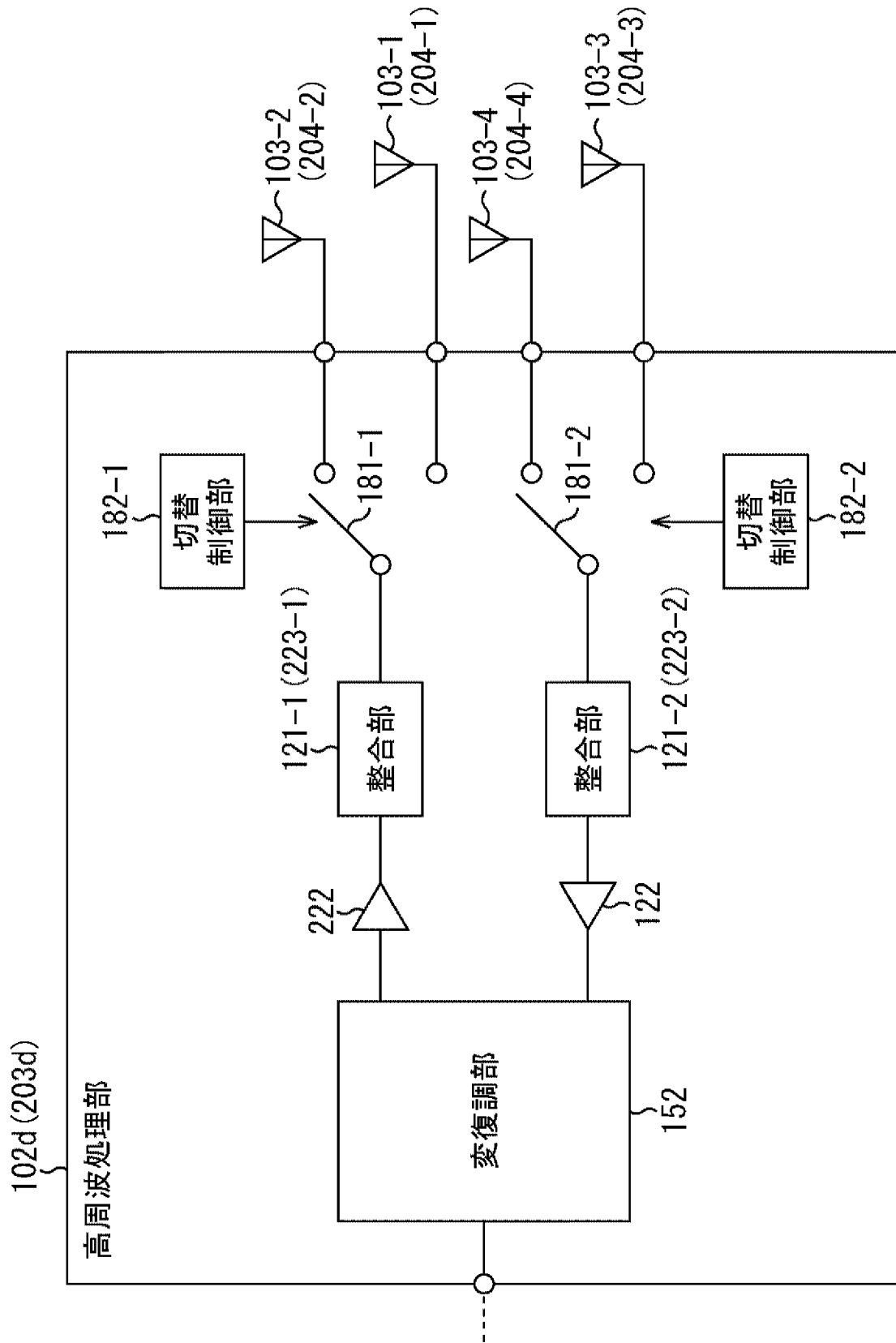
[図16]
FIG. 16



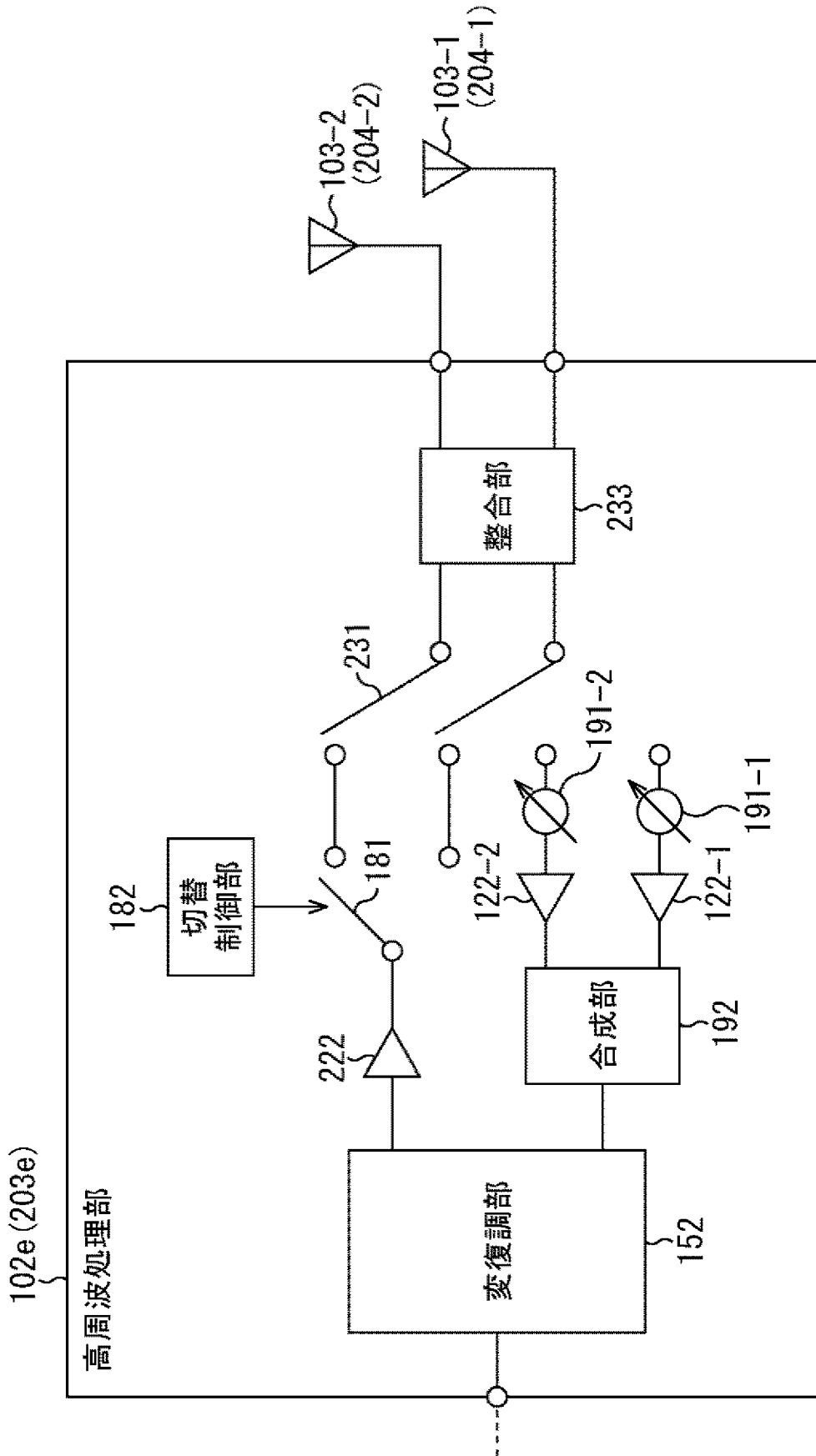
[図17]
FIG. 17



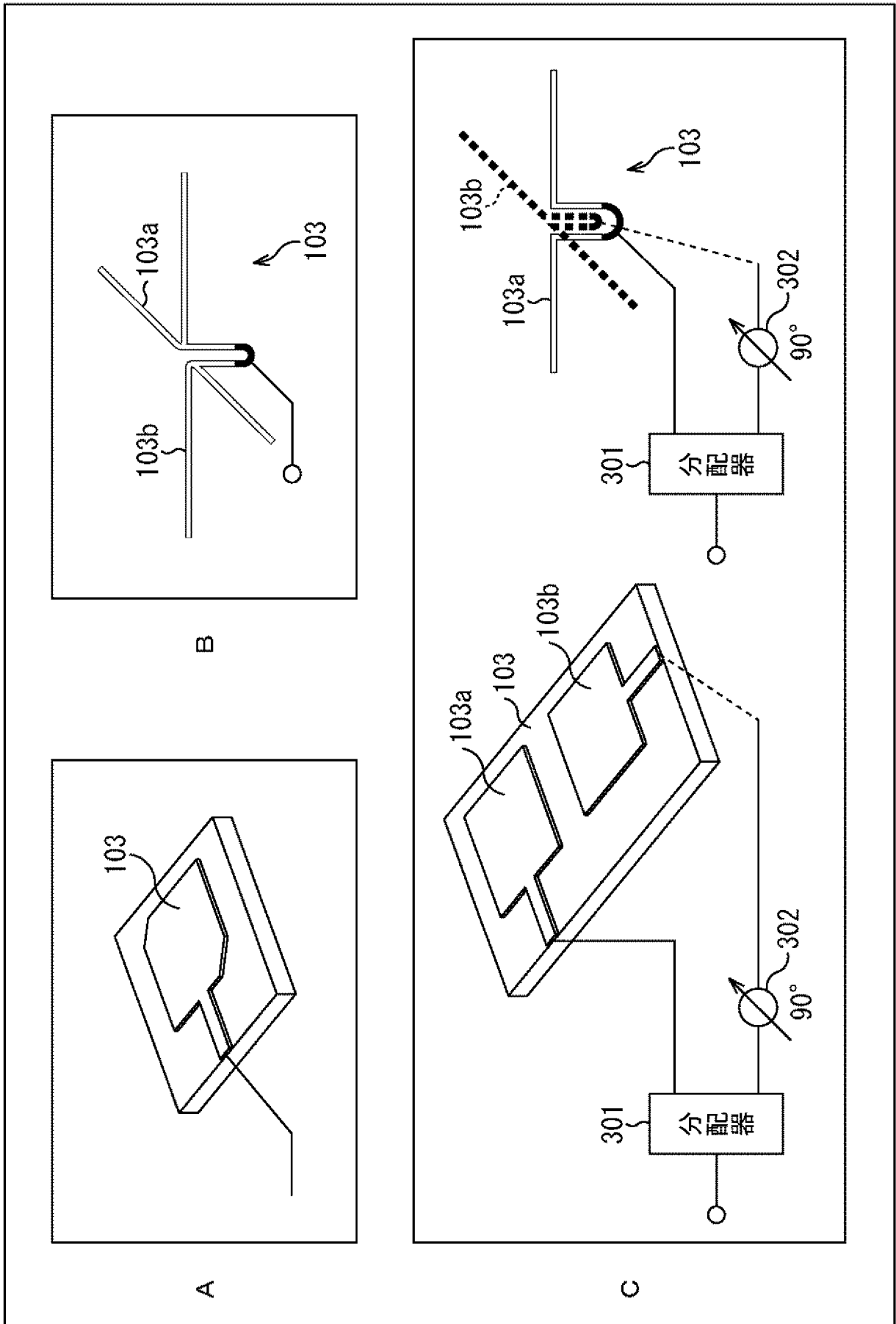
[図18]
FIG. 18



[図19]
FIG. 19



[図20]
FIG. 20



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/005798

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>H04B 13/02</i> (2006.01)i; <i>H01Q 3/24</i> (2006.01)i; <i>H01Q 13/28</i> (2006.01)i; <i>H01Q 21/24</i> (2006.01)i; <i>H04B 7/10</i> (2006.01)i FI: H04B13/02; H01Q3/24; H01Q13/28; H01Q21/24; H04B7/10 B		
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) H04B13/02; H01Q3/24; H01Q13/28; H01Q21/24; H04B7/10		
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 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
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	JP 2009-302963 A (RCS KK) 24 December 2009 (2009-12-24) fig. 3, paragraphs [0049]-[0052]	1, 6
Y	fig. 3, paragraphs [0049]-[0052]	2-5, 7-16
Y	JP 2012-253695 A (RCS KK) 20 December 2012 (2012-12-20) fig. 2, paragraphs [0015], [0018], [0031]	2, 3, 4, 8-16
Y	JP 10-4313 A (TOHOKU ELECTRIC POWER CO., INC.) 06 January 1998 (1998-01-06) abstract	5, 7, 12
<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 02 May 2022		Date of mailing of the international search report 17 May 2022
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/JP2022/005798

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2009-302963	A 24 December 2009	(Family: none)	
JP 2012-253695	A 20 December 2012	(Family: none)	
JP 10-4313	A 06 January 1998	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 13/02(2006.01)i; H01Q 3/24(2006.01)i; H01Q 13/28(2006.01)i; H01Q 21/24(2006.01)i; H04B 7/10(2006.01)i FI: H04B13/02; H01Q3/24; H01Q13/28; H01Q21/24; H04B7/10 B		
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）） H04B13/02; H01Q3/24; H01Q13/28; H01Q21/24; H04B7/10 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922 - 1996年 日本国公開実用新案公報 1971 - 2022年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2022年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2022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	JP 2009-302963 A（有限会社アール・シー・エス）24.12.2009（2009-12-24） 図3, [0049]-[0052]	1, 6
Y	図3, [0049]-[0052]	2-5, 7-16
Y	JP 2012-253695 A（有限会社アール・シー・エス）20.12.2012（2012-12-20） 図2, [0015], [0018], [0031]	2, 3, 4, 8-16
Y	JP 10-4313 A（東北電力株式会社）06.01.1998（1998-01-06） [要約]	5, 7, 12
<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	“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	
“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		
“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		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
02.05.2022	17.05.2022	
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） 佐藤 敬介 5K 9196 電話番号 03-3581-1101 内線 3556	

国際調査報告
特許ファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/005798

引用文献	公表日	特許ファミリー文献	公表日
JP 2009-302963 A	24.12.2009	(ファミリーなし)	
JP 2012-253695 A	20.12.2012	(ファミリーなし)	
JP 10-4313 A	06.01.1998	(ファミリーなし)	