

(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7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

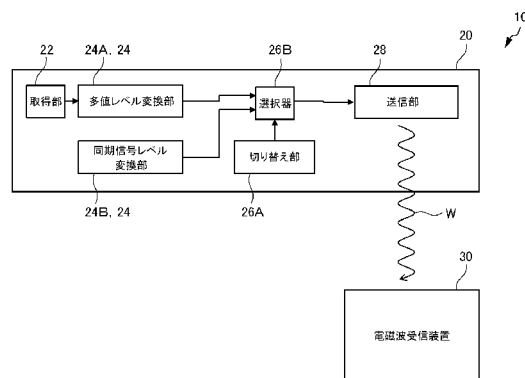
WO 2020/145236 A1

- (51) 国際特許分類:
H03B 7/08 (2006.01) *H04B 1/04* (2006.01)
H04L 27/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000049
- (22) 国際出願日: 2020年1月6日(06.01.2020)
- (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 2019-001973 2019年1月9日(09.01.2019) JP
- (71) 出願人: パイオニア株式会社 (**PIONEER CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1130021 東京都文京区本駒込二丁目2番8号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 小林 秀樹 (**KOBAYASHI Hideki**);
〒3508555 埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア株式会社 川越事業所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 速水 進治, 外 (**HAYAMI Shinji et al.**);
〒1410031 東京都品川区西五反田7丁目9番2号 KDX五反田ビル9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, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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,

(54) **Title:** ELECTROMAGNETIC TRANSMISSION DEVICE AND ELECTROMAGNETIC COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 電磁波送信装置及び電磁波通信システム

【図1】



22 Acquisition unit
24A, 24 Multilevel conversion unit
24A, 24 Synchronization signal level conversion unit
26A Switching unit
26B Selector
28 Transmission unit
30 Electromagnetic receiving device

(57) **Abstract:** This electromagnetic transmission device comprises: a transmission unit for transmitting an electromagnetic wave that represents a modulation signal, the voltage-current characteristics of the transmission unit having a maximum value and a minimum value located at a higher voltage than is the maximum value; an acquisition unit for acquiring a digital signal; and a modulation unit for modulating the digital signal into the modulation signal, the modulation signal being a signal obtained using a first voltage value of two or more levels in a first voltage region defined as a voltage region that ranges from the voltage of the maximum value (inclusive) to the voltage of the minimum value (inclusive), as well as a second voltage value in a second voltage region defined as a voltage region extending from less than the voltage if the maximum value, and/or a third voltage value in a third voltage region in the form of a voltage region at higher voltages than the the voltage of the minimum value.

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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 本発明の電磁波送信装置は、電圧－電流特性が極大値及び前記極大値よりも高電圧側に位置する極小値を有し、かつ、変調信号を示す電磁波を送信する送信部と、デジタル信号を取得する取得部と、前記デジタル信号を、前記極大値の電圧以上で前記極小値の電圧以下の電圧領域とされる第1電圧領域の2水準以上の第1電圧値、並びに、前記極大値の電圧未満の電圧領域とされる第2電圧領域の第2電圧値及び前記極小値の電圧より高電圧側の電圧領域とされる第3電圧領域の第3電圧値の少なくとも一方を用いた信号であって、前記変調信号に変調する変調部と、を備える。

明 細 書

発明の名称：電磁波送信装置及び電磁波通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、電磁波送信装置及び電磁波通信システムに関する。

背景技術

[0002] 電磁波送信用の発振素子に用いた通信用の変調方式として、振幅偏移変調方式（*Amplitude-Shift keying* 変調方式、以下、*ASK* 変調方式という。）が知られている。また、通信用の変調方式としてオンオフ変調方式（*On Off keying* 変調方式、以下、*OOK* 変調方式）も、*ASK* 変調方式に含まれる1つの方式として知られている。

[0003] ここで、特許文献1には、共鳴トンネルダイオード（*Resonant Tunneling Diode*、以下、*RTD*という。）を電磁波送信用の発振素子として用いた *ASK* 変調方式に関する技術が開示されている。具体的には、当該技術は、*RTD* の発振領域のデータ（例えば *On* に相当する信号）と、非発振領域のデータ（例えば *Off* に相当する信号）とを切り替えることにより2値を表す技術、すなわち、振幅の違いで *On* 及び *Off* を表す技術とされている。

また、特許文献2には、*RTD* 等の連続発振のテラヘルツ波を用いた *ASK* 変調方式に関する技術が開示されている。具体的には、当該技術は、強度が可変な可変光を信号光として変調素子に重畳的に入射させ、信号強度に応じてテラヘルツ波の振幅を変調する技術とされている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2012-191520号公報

特許文献2：特開2010-41204号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 及び特許文献 2 に開示されている技術は、振幅の違いにより 2 値を表す技術であることから、送信速度（又は通信速度）の高速化に限界がある。

[0006] 本発明が解決しようとする課題としては、送信速度を高速化することが一例として挙げられる。

課題を解決するための手段

[0007] 請求項 1 に記載の発明は、

電圧－電流特性が極大値及び前記極大値よりも高電圧側に位置する極小値を有し、かつ、変調信号を示す電磁波を送信する送信部と、

デジタル信号を取得する取得部と、

前記デジタル信号を、前記極大値の電圧以上で前記極小値の電圧以下の電圧領域とされる第 1 電圧領域の 2 水準以上の第 1 電圧値、並びに、前記極大値の電圧未満の電圧領域とされる第 2 電圧領域の第 2 電圧値及び前記極小値の電圧より高電圧側の電圧領域とされる第 3 電圧領域の第 3 電圧値の少なくとも一方を用いた信号であって、前記変調信号に変調する変調部と、

を備える電磁波送信装置である。

図面の簡単な説明

[0008] 上述した目的、およびその他の目的、特徴および利点は、以下に述べる好適な実施の形態、およびそれに付随する以下の図面によってさらに明らかになる。

[0009] [図1]本実施形態の電磁波通信システムの概略図である。

[図2]本実施形態の電磁波通信システムが備える電磁波送信装置の概略図である。

[図3]本実施形態の電磁波送信装置が備える電磁波を発振する素子の電圧－電流特性及び発振領域内の 3 水準の電圧値を示すグラフである。

[図4]本実施形態の電磁波送信装置が送信する変調信号の一例である。

[図5]本実施形態の電磁波送信装置が送信する変調信号の他の一例である。

発明を実施するための形態

[0010] <概要>

以下、本実施形態（本発明の一例）について説明する。まず、本実施形態の電磁波通信システム 10（図 1 参照）の機能及び構成について図面を参照しながら説明する。次いで、本実施形態の電磁波通信システム 10 の動作について図面を参照しながら説明する。本実施形態の効果については、動作についての説明の中で説明する。なお、参照するすべての図面では同様の機能を有する構成要素に同様の符号を付し、明細書では適宜説明を省略する。

[0011] <構成>

図 1 は、本実施形態の電磁波通信システム 10 の概略図である。電磁波通信システム 10 は、電磁波送信装置 20 と、電磁波受信装置 30 とを備えている。電磁波通信システム 10 は、電磁波送信装置 20 により送信される電磁波 W を、電磁波受信装置 30 により受信する機能を有する。

[0012] 本実施形態の電磁波 W には、後述する変調信号を示す電磁波とされている。また、本実施形態の電磁波 W は、一例として、テラヘルツ波とされている。ここで、テラヘルツ波とは、ミリ波よりも短波長で赤外線よりも長波長の電磁波と言われている。テラヘルツ波は、光波及び電波の両方の性質を兼ね備えていた電磁波であり、例えば、布、紙、木、プラスチック、陶磁器等を透過し（又は透過し易く）、金属、水等は透過しない（又は透過し難い）という性質を有する。一般的に、テラヘルツ波の周波数は 1 THz 前後（波長は 300 μ m 前後に相当）の電磁波とも言われているが、その範囲について一般的に明確な定義はない。そこで、本明細書では、テラヘルツ波の波長の範囲を 70 GHz 以上 10 THz 以下の範囲と定義する。

[0013] [電磁波送信装置]

図 2 は、本実施形態の電磁波送信装置 20 の概略図である。電磁波送信装置 20 は、多値変調された変調信号を示す電磁波 W を送信する機能を有する。電磁波送信装置 20 は、一例として、取得部 22 と、変換部 24（変調部の一例）と、切り替え部 26 A と、選択器 26 B と、送信部 28 と、多値レベル設定部 29 A と、同期レベル設定部 29 B とを備えている。

[0014] (取得部)

本実施形態の取得部22は、一例として音、映像等のデジタル信号を取得する機能を有する。また、取得部22は、取得したデジタル信号を、変換部24に出力する機能を有する。

[0015] (変換部)

本実施形態の変換部24は、一例として、多値レベル変換部24Aと、同期信号レベル変換部24Bとを有している。

多値レベル変換部24Aは、取得部22からのデジタル信号（通信用データ）を入力とし、多値レベル設定に従い、多値レベルに変換して出力する機能を有する。ここで、多値レベル設定とは、後述する第1電圧領域RA内の2水準以上の電圧レベル（第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 ）、並びに、後述する第2電圧領域RBの電圧レベル（第2電圧値 V_1 ）及び後述する第3電圧領域の電圧値レベル（第3電圧値 V_5 ）の少なくとも一方の電圧レベルの設定を意味する（図3参照）。

また、同期信号レベル変換部24Bは、同期レベル設定に従い、所定の同期信号レベルを出力する機能を有する。ここで、同期レベル設定とは、第1電圧領域RA内の2水準以上の電圧レベル、並びに、第2電圧領域RBの電圧レベル及び第3電圧領域の電圧値レベルの少なくとも一方の電圧レベルの設定を意味する（図3参照）。

[0016] (切り替え部及び選択部)

切り替え部26Aは、選択器26Bによって選択されて送信部28に出力されるデータの切り替えタイミングを生成して、選択器26Bに入力する機能を有する。ここで、当該データとは、多値レベル変換部24Aが出力するデータ（以下、多値データという。）及び同期信号レベル変換部24Bが出力するデータ（以下、同期信号データという。）である。

選択器26Bは、切り替え部26Aが生成したデータの切り替えタイミングに従い、同期信号データと多値データとを異なるタイミングで送信部28に出力する機能を有する。

[0017] (送信部)

送信部 28 は、選択器 26 B により選択されて入力されるデータを電磁波 W (本実施形態の場合は前述のとおりテラヘルツ波) として発振する機能を有する。そのため、送信部 28 は、テラヘルツ波を発振する素子を有している。本実施形態のテラヘルツ波を発振する素子は、一例として RTD とされている。ただし、テラヘルツ波を発振する素子であれば、当該素子は RTD でなくてもよい。

[0018] ここで、RTD の電圧－電流特性 (電圧と電流との関係を示す 2 次元のグラフにおける、電圧に対する電流の特性) について図 3 のグラフを参照しながら説明する。図 3 は、本実施形態の RTD の電圧－電流特性及び第 1 電圧領域 RA 内の 3 水準の第 1 電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 並びに第 2 電圧領域 RB の第 2 電圧値 V_1 及び第 3 電圧領域 RC の第 3 電圧値 V_5 を示すグラフである。

RTD は、電圧－電流特性において、極大値及び前記極大値よりも高電圧側に位置する極小値を有する。ここで、当該極大値における電圧値を電圧値 V_{OL} とし、当該極小値における電圧値を電圧値 V_{OH} と定義する。そして、電圧値 V_{OL} から電圧値 V_{OH} に亘る電流のスペクトルは、微分負性抵抗特性を示す微分負性抵抗領域とされている。本明細書では、当該微分負性抵抗領域を第 1 電圧領域 RA と定義する。すなわち、RTD は、その動作領域の電圧－電流特性に、微分負性抵抗特性を示す微分負性抵抗領域 (第 1 電圧領域 RA) を有する。また、本明細書では、電圧－電流特性のグラフにおける第 1 電圧領域 RA の両側の電圧領域のうち電圧値 V_{OL} よりも低電圧側の領域を第 2 電圧領域 RB、電圧値 V_{OH} よりも高電圧側の領域を第 3 電圧領域 RC と定義する。そして、RTD は、第 1 電圧領域 RA 内の第 1 電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 並びに第 2 電圧領域 RB の第 2 電圧値 V_1 及び第 3 電圧領域の第 3 電圧値 V_5 の少なくとも一方の電圧値が印加されている場合に、電磁波 W を発振する素子として機能するようになっている。

[0019] そして、送信部 28 は、同期信号レベル変換部 24 B からの同期信号データが入力されると、第 1 電圧領域 RA 内の 3 水準の第 1 電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4

並びに第2電圧領域R Bの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域の第3電圧値 V_5 の少なくとも一方の電圧値に対応したパターンを有する同期信号を送信するようになっている。ここで、本実施形態の同期信号は、電磁波受信装置30に、送信信号の検出タイミングを知らせる信号であり、また、変調信号に使用される一部又はすべての電圧レベルを認識させる役割を有する。次いで、送信部28は、多値レベル変換部24Aからの多値データが入力されると、第1電圧領域R A内の3水準の第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 並びに第2電圧領域R Bの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域の第3電圧値 V_5 の少なくとも一方の電圧値に対応したパターンを有するデジタル信号を送信するようになっている。ここで、本実施形態では第1電圧領域R A内の第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 を一例として3水準の電圧値としているが、第1電圧領域R A内の第1電圧値は2水準以上であればよい。

[0020] 以上のとおりであるから、本実施形態における多値レベル設定及び同期レベル設定は、第1電圧領域R A内の3水準の第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 並びに第2電圧領域R Bの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域の第3電圧値 V_5 の少なくとも一方の電圧値に設定されている。また、本実施形態の電磁波送信装置20は、多値データ及び同期信号データを多値変調し、多値変調したデータを電磁波Wに乗せて電磁波受信装置30に送信するようになっている。

[0021] [電磁波受信装置]

電磁波受信装置30は、電磁波送信装置20が送信した電磁波Wを受信し、受信した電磁波Wをデジタル信号に復調するようになっている。例えば、デジタル信号が音をデジタル化した信号であれば、電磁波受信装置30は電磁波受信装置30により受信された電磁波Wのうちの同期信号データに基づき検出タイミングを生成し、音のデジタル信号を復調するようになっている。

[0022] 以上が、本実施形態の構成についての説明である。

[0023] <動作>

次に、本実施形態の電磁波通信システム10の動作について図面を参照し

ながら説明する。以下、まず、全体の流れについて説明し、次いで多値変調の具体例を挙げて説明する。なお、電磁波通信システム 10 により一例として音に関する信号を通信する場合とする。また前述のとおり、以下の説明とともに本実施形態の効果についても説明する。

[0024] 〔全体の流れ〕

以下、本実施形態の動作の全体の流れについて図 1 及び図 2 を参照しながら説明する。

まず、取得部 22 は、外部装置（図示省略）から音に関するデジタル信号を取得し、取得したデジタル信号を変換部 24（多値レベル変換部 24 A）に出力する。

[0025] 次いで、多値レベル変換部 24 A は、取得部 22 からのデジタル信号（通信用データ）を入力とし、多値レベル設定部 29 A による多値レベル設定に従い、多値レベルに変換して出力する。また、同期信号レベル変換部 24 B は、同期レベル設定部 29 B による同期レベル設定に従い、所定の同期信号レベルを出力する。

[0026] 次いで、切り替え部 26 A は、選択器 26 B によって選択されて送信部 28 に出力される多値データと同期信号データとの切り替えタイミングを生成して、選択器 26 B に入力する。その結果、選択器 26 B は、切り替え部 26 A が生成した切り替えタイミングに従い、同期信号データと多値データとを異なるタイミングで送信部 28 に出力する。

[0027] 次いで、送信部 28 は、選択器 26 B により選択されて入力されるデータを電磁波 W に乗せて送信する。すなわち、送信部 28 は、当該データについての変調信号を示す電磁波 W を送信する。

[0028] 次いで、電磁波受信装置 30 は、送信部 28（電磁波送信装置 20）が送信した電磁波 W を受信し、受信した電磁波 W のうちの同期信号データに基づき検出タイミングを生成し、多値データをデジタル信号に復調する。その結果、電磁波受信装置 30 により受信された電磁波 W は音のデジタル信号に復調される。

[0029] 以上が、本実施形態の動作の全体の流れについての説明である。

[0030] 〔多値変調の具体例〕

次に、図3、図4及び図5を参照しながら、変調信号の具体例について説明する。図4及び図5は、それぞれ、本実施形態の電磁波送信装置20が送信する変調信号の一例である。

[0031] ここで、図4及び図5における、 V は電圧値、 t は時間を示す。電圧値 V の軸における、 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 は、それぞれ第2電圧領域RBの第2電圧値、第1電圧領域RA内の3水準の第1電圧値、第3電圧領域RCの第3電圧値を示す。これらの変調信号のパターンは、多値データ及び同期信号データを含む。

なお、図4の V_{sync1} 、 V_{sync2} 及び V_{sync3} 並びに図5の V_{sync4} 及び V_{sync5} は、変調信号のうち同期信号データに相当する部分を示す。また、図5の全体のパターンは、同期信号データに相当する部分とそれ以外の部分（変調データに相当する部分）とを含む変調信号を示す。すなわち、本実施形態では、送信部28は変調信号のうちの少なくとも一部として同期信号を送信する。

[0032] 本実施形態の変換部24が生成する信号は、図4及び図5に示されるように、第1電圧領域RA内の第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のうちの2水準以上の電圧値並びに第2電圧領域RBの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域RCの第3電圧値 V_5 の少なくとも一方の電圧値を用いた変調信号とされている。すなわち、本実施形態の変換部24が生成する信号は、3水準以上の電圧値を用いて多値変調された変調信号とされる。具体的には、当該変調信号は、例えば、 m ビット（ $m \geq 1$ 、本実施形態の場合は一例として $m = 2$ ）のデータを n 値（ $n \geq 3$ 、本実施形態の場合は一例として $n = 4$ ）の電圧レベルに変換して多値変調された信号とされる。そのため、本実施形態の場合、前述の特許文献1及び2に開示されている技術（以下、比較技術という。）に比べて、同じ時間で送信できるデータの量が多い。

したがって、本実施形態の電磁波送信装置20は、比較技術に比べて、送

信速度を高速化することができる。これに伴い、本実施形態の電磁波通信システム 10 は、比較技術に比べて、通信速度を高速化することができる。

[0033] 第2 電圧領域 R B 及び第3 電圧領域 R C は、通常、非発振領域とすることが通常とされている。「非発振領域」とは、R T D の電圧－電流特性において電磁波 W を発振するための電圧領域以外の領域を意味する。

しかしながら、図 4 に示されるように、本実施形態では、同期信号 V_{sync1} 、 V_{sync2} 、 V_{sync3} に第2 電圧領域 R B 及び第3 電圧領域 R C（図 3 参照）の少なくとも一方の電圧値を含む設定としている。そして、通常、非発振領域とされる第2 電圧領域 R B 及び第3 電圧領域 R C の電圧値（第2 電圧値 V_1 及び第3 電圧値 V_5 ）を含んだ電圧遷移は、例えば、通常が発振領域（第1 電圧領域 R A に相当）内のみの電圧値で電圧遷移する形態に比べて、S/N 比を大きくすることができる。

したがって、本実施形態の電磁波送信装置 20 は、電磁波受信装置 30 に誤検出され難い信号を送信することができる。これに伴い、本実施形態の電磁波通信システム 10 は、同期信号の認識性の点で通信の安定性が高い。また、前述のとおり、本実施形態の電磁波送信装置 20 は比較技術に比べて送信速度を高速化することができることから、本実施形態の電磁波送信装置 20 は、比較技術に比べて、送信速度を高速化したうえで、電磁波受信装置 30 に誤検出され難い信号を送信することができる。

[0034] また、図 4 における、同期信号 V_{sync1} は、電圧値が最小電圧値（第2 電圧値 V_1 ）及び最大電圧値（第1 電圧値 V_4 ）の一方から他方に亘って遷移する特定のパターン（ V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 の記載順で電圧値が遷移するパターン又はこの逆の記載順で電圧値が遷移するパターン）に設定されている。すなわち、本実施形態の同期信号 V_{sync1} は、第1 電圧領域 R A 内の電圧設定レベルのうちの最大電圧値（第1 電圧値 V_4 ）及び最小電圧値（第2 電圧値 V_1 ）を含むパターンとされる。そのため、本実施形態の電磁波受信装置 30 には、受信する変調信号の最大電圧値及び最小電圧値が認識される。なお、デジタル信号は、電圧値 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 を用いて多値変調される。

図4における、同期信号 V_{sync3} は、電圧値が最小電圧値（第1電圧値 V_2 ）及び最大電圧値（第3電圧値 V_5 ）の一方から他方に亘って遷移する特定のパターン（ V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 の記載順で電圧値が遷移するパターン又はこの逆の記載順で電圧値が遷移するパターン）に設定されている。同期信号 V_{sync2} は、電圧値が最小電圧値（第1電圧値 V_2 ）及び最大電圧値（第2電圧値 V_1 ）の一方から他方に亘って遷移する特定のパターン（ V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_1 の記載順で電圧値が遷移するパターン又はこの逆の記載順で電圧値が遷移するパターン）に設定されている。なお、デジタル信号は、電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 、 V_5 を用いて多値変調される。

したがって、本実施形態の電磁波送信装置20は、電磁波受信装置30に認識され易い同期信号を送信することができる。これに伴い、本実施形態の電磁波通信システム10は、同期信号の認識性の点で通信の安定性が高い。

[0035] また、図5における同期信号 V_{sync4} 、 V_{sync5} は、通常、非発振領域とされる第2電圧領域RB及び第3電圧領域RC（図3参照）のいずれの電圧値（第2電圧値 V_1 及び第3電圧値 V_5 ）を含み、デジタル信号が取り得る多値レベルとしてすべてのレベルとなる4レベルを用いるように設定されている。そのため、本実施形態では、このような同期信号とすることで、同期信号のレベル電圧を教師データとして電磁波送信装置20に送信することが可能となる。また、電磁波受信装置30においては同期信号から各レベル電圧を抽出し、受信信号の多値データのレベルを設定することが可能となる。

したがって、本実施形態の電磁波送信装置20は、電磁波受信装置30に、変調信号のレベル電圧を認識させることができる。

[0036] また、本実施形態の場合、第1電圧領域RA内の第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のうちの2水準以上の電圧値並びに第2電圧領域RBの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域の第3電圧値 V_5 の両方の電圧値を用いて変調信号を生成してもよい。

この場合、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値から第2電圧値 V_1 に遷移する信号と、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値

から第3電圧値 V_5 に遷移する信号とは、同じ信号を示すとする。

そして、この場合、本実施形態の多値レベル変換部24A（変換部24）は、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値から第2電圧値 V_1 及び第3電圧値 V_5 のいずれか一方に信号を遷移させる場合、遷移時間が短くなる方に信号を遷移させる。例えば、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値が第1電圧値 V_2 である場合、多値レベル変換部24Aは遷移時間が短くなる方とされる第2電圧値 V_1 に信号を遷移させる。また、例えば、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値が第1電圧値 V_4 である場合、多値レベル変換部24Aは遷移時間が短くなる方とされる第3電圧値 V_5 に信号を遷移させる。

したがって、本実施形態は、第1電圧領域RAの電圧値並びに第2電圧領域RB及び第3電圧領域の両方の電圧値を用いて変調信号を生成する場合に上記のようにして遷移時間を短くすることにより、送信速度（通信速度）をより高速化することができる。

[0037] 以上のとおり、本発明について本実施形態を一例として説明したが、本発明は本実施形態に限定されるものではない。本発明の技術的範囲には、例えば、下記のような形態（変形例）も含まれる。

[0038] 例えば、本実施形態では、第1電圧領域RA内に3水準の電圧値を設定電圧レベルとして説明した。しかしながら、第1電圧領域RA内の設定電圧レベルは2水準以上であればよい。

[0039] また、本実施形態では、同期信号のパターンを図4の V_{sync1} 、 V_{sync2} 、 V_{sync3} 及び図5の V_{sync4} 、 V_{sync5} として説明したが、同期信号のパターンはこれらと異なるパターンであってもよい。

なお、本実施形態の説明では、同期信号のパターンを、図4の V_{sync1} 、 V_{sync2} 、 V_{sync3} 及び図5の V_{sync4} 、 V_{sync5} を例として説明した。しかしながら、本発明の技術的範囲に属する形態としては、これらの同期信号のパターンのいずれか1つ又はその変形を含む形態であればよい。すなわち、同期信号は、（1）第2電圧領域RBの第2電圧値 V_1 を含み、第3電圧領域R

Cの第3電圧値 V_5 を含まない信号、(2)第2電圧領域RBの第2電圧値 V_1 を含まず、第3電圧領域RCの第3電圧値 V_5 を含む信号並びに(3)第2電圧領域RBの第2電圧値 V_1 及び第3電圧領域RCの第3電圧値 V_5 を含む信号のいずれか1つであればよい。

[0040] また、本実施形態の多値レベル変換部24Aは、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値から第2電圧値 V_1 及び第3電圧値 V_5 のいずれか一方に信号を遷移させる場合、遷移時間が短くなる方に信号を遷移させるとして説明した。しかしながら、例えば、以下のようにしてもよい。具体的には、第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値から第2電圧値 V_1 及び第3電圧値 V_5 のいずれか一方を経由して第1電圧値 V_2 、 V_3 、 V_4 のいずれか1つの電圧値に信号を遷移させる場合、遷移時間が短くなる方に信号を遷移させるようにしてもよい。この変形例の場合、第1電圧領域RAの電圧値並びに第2電圧領域RB及び第3電圧領域RCの両方の電圧値を用いて変調信号を生成する場合に上記のようにして遷移時間を短くすることにより、送信速度(通信速度)をより高速化することができる。

[0041] この出願は、2019年1月9日に提出された日本出願特願2019-001973号を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

符号の説明

- [0042] 10 電磁波通信システム
20 電磁波送信装置
22 取得部
24 変換部(変調部の一例)
24A 多値レベル変換部
24B 同期信号レベル変換部
26A 切り替え部
26B 選択器
28 送信部

29A 多値レベル設定部

29B 同期レベル設定部

30 電磁波受信装置

RA 第1電圧領域

RB 第2電圧領域

RC 第3電圧領域

W 電磁波（テラヘルツ波の一例）

請求の範囲

- [請求項1] 電圧－電流特性が極大値及び前記極大値よりも高電圧側に位置する極小値を有し、かつ、変調信号を示す電磁波を送信する送信部と、
デジタル信号を取得する取得部と、
前記デジタル信号を、前記極大値の電圧以上で前記極小値の電圧以下の電圧領域とされる第1電圧領域の2水準以上の第1電圧値、並びに、前記極大値の電圧未満の電圧領域とされる第2電圧領域の第2電圧値及び前記極小値の電圧より高電圧側の電圧領域とされる第3電圧領域の第3電圧値の少なくとも一方を用いた信号であって、前記変調信号に変調する変調部と、
を備える電磁波送信装置。
- [請求項2] 前記変調部は、前記デジタル信号を、前記第1電圧値、前記第2電圧値及び前記第3電圧値を用いた前記変調信号に変調する、
請求項1に記載の電磁波送信装置。
- [請求項3] 前記送信部は、前記変調信号の少なくとも一部として同期信号を送信する、
請求項1又は2に記載の電磁波送信装置。
- [請求項4] 前記同期信号は、前記第1電圧値から前記第2電圧値及び前記第3電圧値の少なくとも一方、又は、前記第2電圧値及び前記第3電圧値の少なくとも一方から前記第1電圧値に亘って遷移するパターンを含む、
請求項3に記載の電磁波送信装置。
- [請求項5] 前記同期信号は、前記2水準以上の第1電圧値、前記第2電圧値及び前記第3電圧値を用いた信号とされる、
請求項3又は4に記載の電磁波送信装置。
- [請求項6] 前記変調部は、前記デジタル信号を、前記第1電圧値、前記第2電圧値及び前記第3電圧値を用いた前記変調信号に変調する、
請求項1～4のいずれか1項に記載の電磁波送信装置。

[請求項7] 前記第1電圧値のいずれか1つの電圧値から前記第2電圧値に遷移する信号と、前記いずれか1つの電圧値から前記第3電圧値に遷移する信号とは、同じ信号を示し、

前記変調部は、前記いずれか1つの電圧値から前記第2電圧値及び前記第3電圧値のいずれか一方に信号を遷移させる場合、遷移時間が短くなる方に信号を遷移させる、

請求項5に記載の電磁波送信装置。

[請求項8] 前記第1電圧値のいずれか1つの電圧値から前記第2電圧値に遷移する信号と、前記いずれか1つの電圧値から前記第3電圧値に遷移する信号とは、同じ信号を示し、

前記変調部は、前記いずれか1つの電圧値から前記第2電圧値及び前記第3電圧値のいずれか一方を経由して前記いずれか1つの電圧値に信号を遷移させる場合、遷移時間が短くなる方に信号を遷移させる、

請求項5に記載の電磁波送信装置。

[請求項9] 前記電磁波は、テラヘルツ波である、

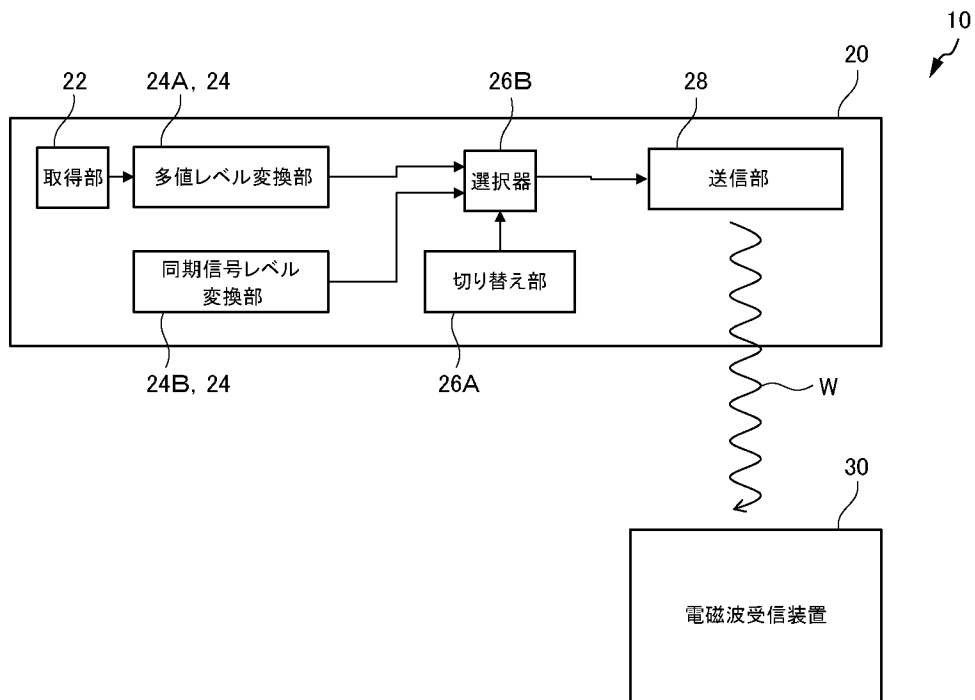
請求項1～7のいずれか1項に記載の電磁波送信装置。

[請求項10] 請求項1～8のいずれか1項に記載の電磁波送信装置と、

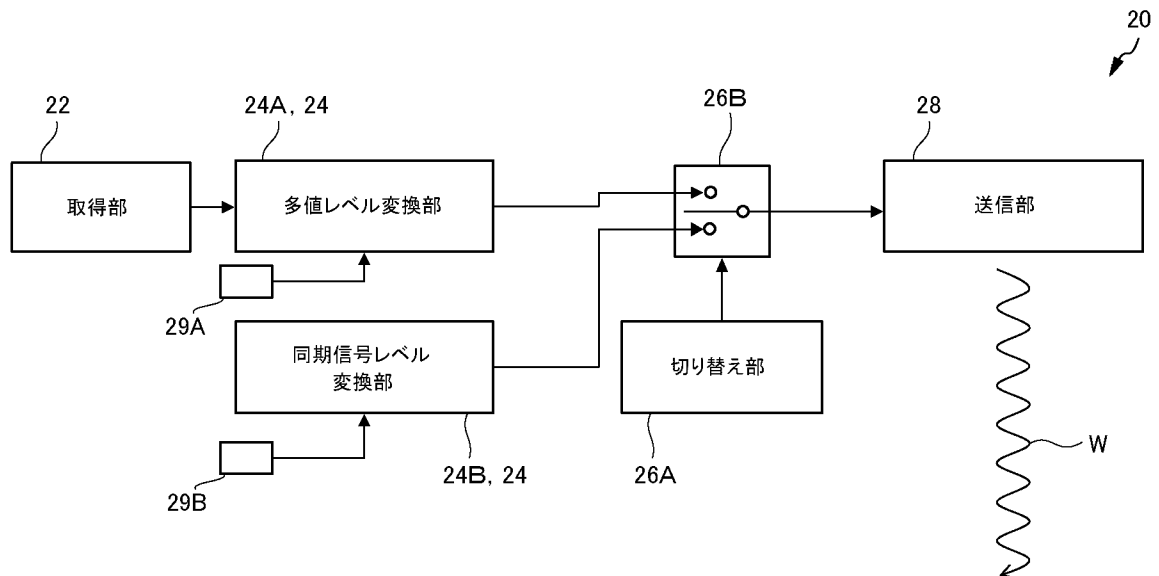
前記電磁波送信装置が送信した電磁波を受信し、デジタル信号に復調する電磁波受信装置と、

を備える電磁波通信システム。

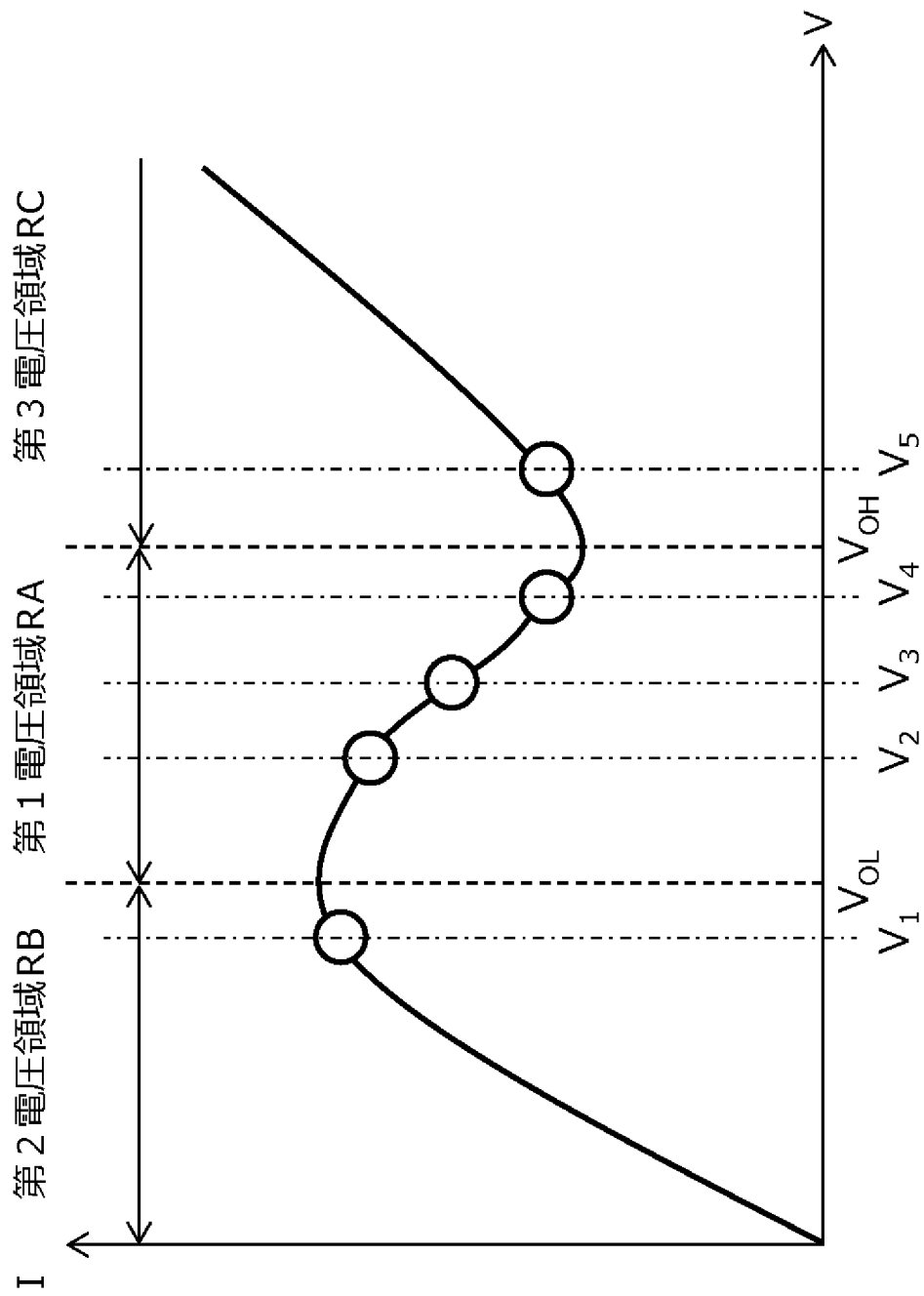
[図1]



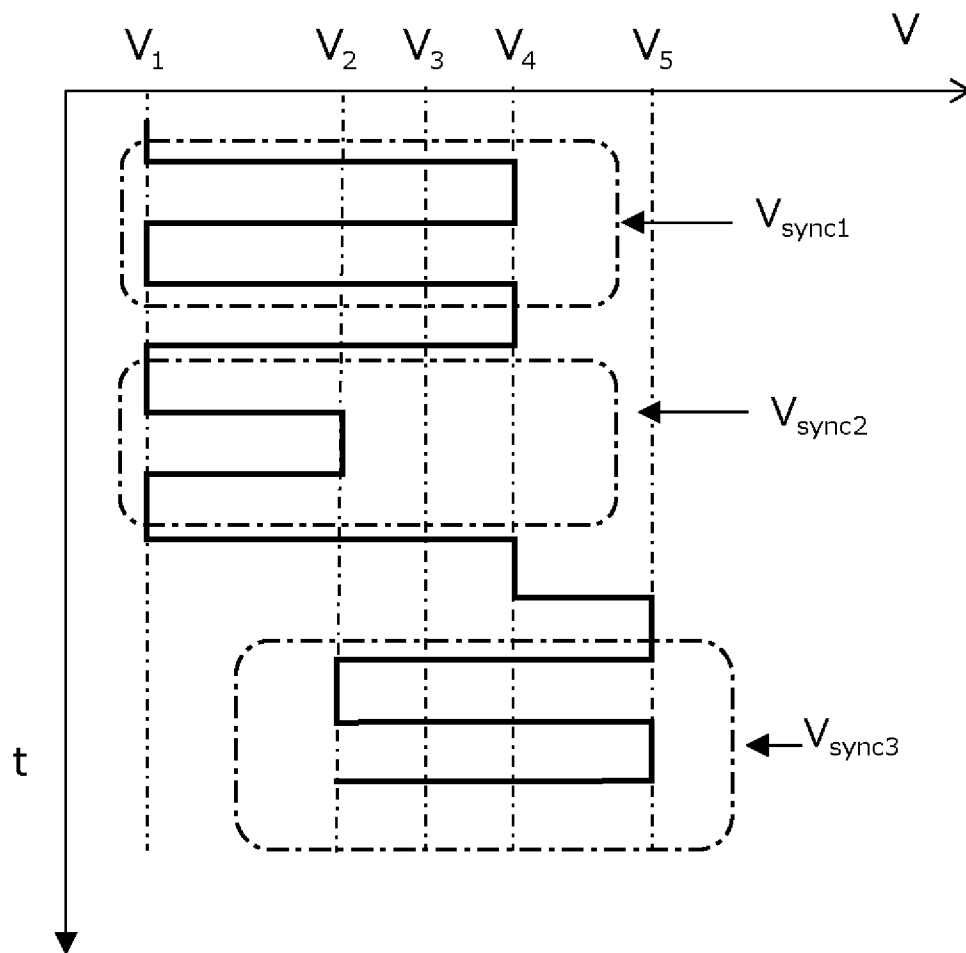
[図2]



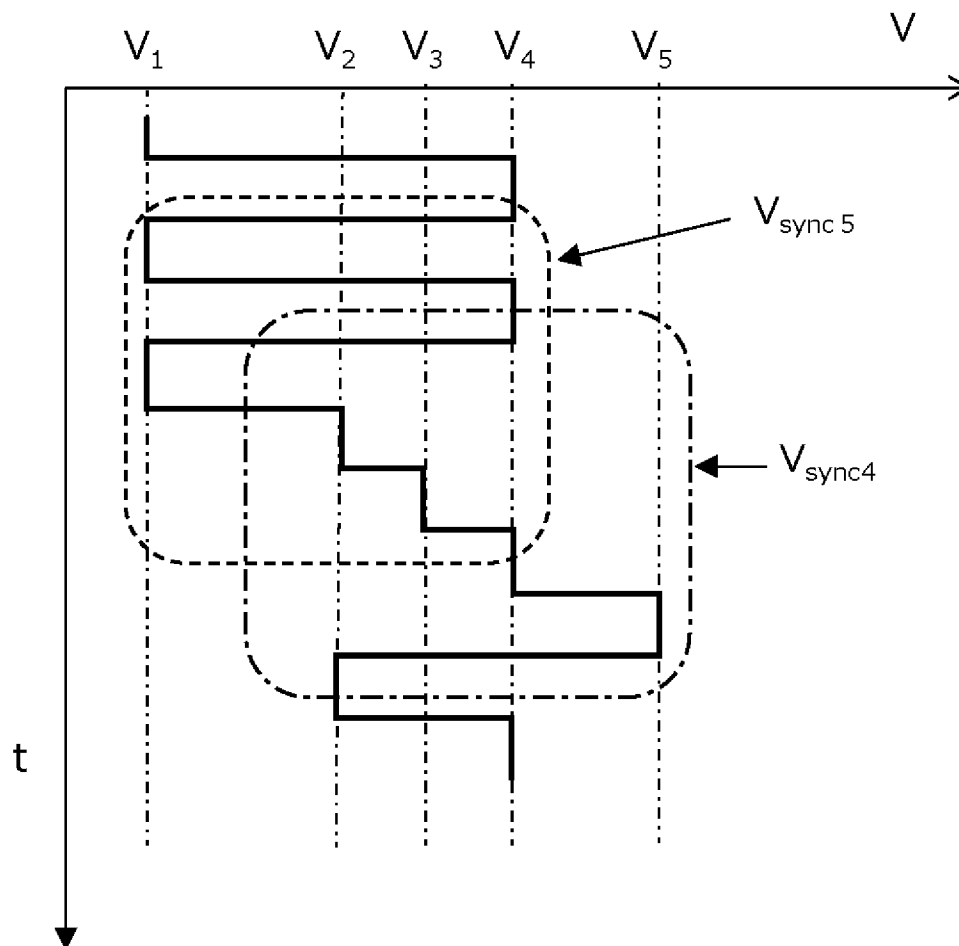
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000049

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03B 7/08 (2006.01) i; H04L 27/04 (2006.01) i; H04B 1/04 (2006.01) i
FI: H04B1/04 A; H04L27/04 Z; H03B7/08

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)

H03B7/08; H04L27/04; H04B1/04

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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

IEEE Xplore; Scopus

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DIEBOLD, S. et al., "Modulation Schemes for Resonant Tunneling Diodes to Enhance the Data-Rate of Wireless Communications", 2016 41st International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz waves, 01 December 2016, Internet<URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/7758934>, entire text, all drawings	1-10
A	WANG, Jue et al., "15 Gbps Wireless Link Using W-band Resonant Tunneling Diode Transmitter", 2018 15th European Radar Conference, 29 November 2018, Internet<URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/8546598>, entire text, all drawings	1-10



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

"I" 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
29 January 2020 (29.01.2020)

Date of mailing of the international search report
10 February 2020 (10.02.2020)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000049

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-191520 A (ROHM CO., LTD.) 14.10.2012 (2012-10-14)	1-10
A	杉止弘樹 et al., 高精度半導体結晶成長制御技術による共鳴トンネル ダイオードテラヘルツ発振器の実現, NTT 技術ジャーナル, 2011, Internet<URL:https://www.ntt.co.jp/journal/1107/files/jn201107012.pdf>, entire text, all drawings, non-official translation (SUGIYAMA, Hiroki et al., "Realization of Resonant-Tunneling-Diode Terahertz Oscillators by High Precision Semiconductor Crystal Growth Control Technology", NTT Technical Journal)	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000049

Patent Documents
referred in the
ReportPublication
Date

Patent Family

Publication
Date

JP 2012-191520 A

14 Oct. 2012

(Family: none)

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H03B 7/08(2006.01)i; H04L 27/04(2006.01)i; H04B 1/04(2006.01)i FI: H04B1/04 A; H04L27/04 Z; H03B7/08										
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）） H03B7/08; H04L27/04; H04B1/04										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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; Scopus										
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								
A	DIEBOLD S. et al., Modulation Schemes for Resonant Tunneling Diodes to Enhance the Data-Rate of Wireless Communications, 2016 41st International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz waves, 2016.12.01, Internet<URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/7758934> 全文全図	1-10								
A	WANG Jue et al., 15 Gbps Wireless Link Using W-band Resonant Tunneling Diode Transmitter, 2018 15th European Radar Conference, 2018.11.29, Internet<URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/8546598> 全文全図	1-10								
A	JP 2012-191520 A（ローム株式会社）14.10.2012（2012 - 10 - 14）	1-10								
A	杉山 弘樹 et al., 高精度半導体結晶成長制御技術による共鳴トンネルダイオードテラヘルツ発振器の実現, NTT技術ジャーナル, 2011, Internet<URL:https://www.ntt.co.jp/journal/1107/files/jn201107012.pdf> 全文全図	1-10								
☐ 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 “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 29.01.2020		国際調査報告の発送日 10.02.2020								
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） 大野 友輝 5K 4685 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/JP2020/000049

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2012-191520 A	14.10.2012	(ファミリーなし)	