

(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9日(09.01.2020)



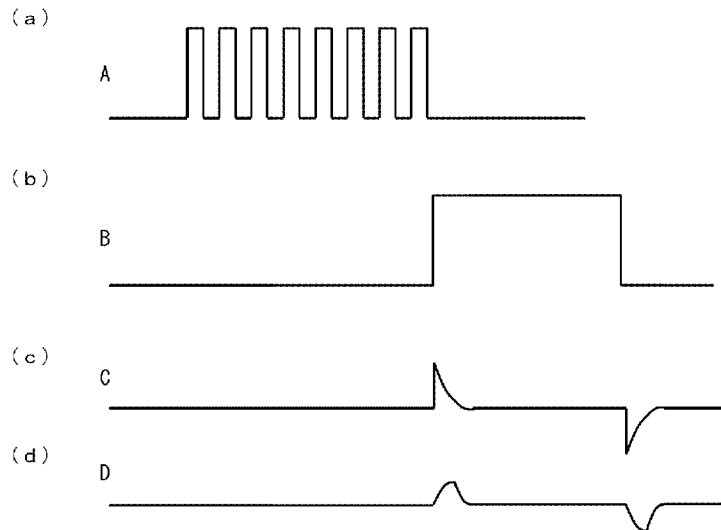
(10) 国際公開番号
WO 2020/008868 A1

- (51) 国際特許分類:
G01S 7/526 (2006.01) *H04R 3/00* (2006.01)
G01S 7/524 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/024172
- (22) 国際出願日: 2019年6月18日(18.06.2019)
- (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 2018-129396 2018年7月6日(06.07.2018) JP
- (71) 出願人: 株式会社村田製作所
(MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/
JP]; 〒6178555 京都府長岡京市東神足 1
丁目 1 0 番 1 号 Kyoto (JP).
- (72) 発明者: 高 ▲ 瀬 ▼ 恭 英 (TAKASE Yasuhide);
〒6178555 京都府長岡京市東神足 1 丁目 1 0 番
1 号 株式会社村田製作所内 Kyoto (JP).
- (74) 代理人: 峯 岸 武 司 (MINEGISHI Takeshi);
〒1110053 東京都台東区浅草橋 3 丁目 3 4 番 1
0 号 パールクレストビル 4 0 1 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: ULTRASONIC SENSOR

(54) 発明の名称: 超音波センサ

[図4]



(57) Abstract: Provided is an ultrasonic sensor capable of properly receiving a reception signal received immediately after reverberant oscillation of an oscillating body is suppressed. In an ultrasonic sensor 1A, after output of an excitation signal A from a transmission circuit 3 to a drive electrode 2b is stopped, a suppression control signal B is amplified by a bandwidth-variable operational amplifier 50 and presented from a reverberant oscillation suppression circuit 5 to the drive electrode 2b, whereby reverberant oscillation of a piezoelectric element 2a is suppressed in a reverberation suppression period T2. In a reception period T3 after output of the suppression control signal B to the drive electrode 2b



WO 2020/008868 A1

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 :

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

is stopped, the frequency band of signal amplification of the bandwidth-variable operational amplifier 50 is varied by a control circuit 6, and the signal amplification factor of the bandwidth-variable operational amplifier 50 for the frequency band of high-frequency noise C generated inside the bandwidth-variable operational amplifier 50 is caused to decrease, and the signal level of high-frequency noise D applied to the drive electrode 2b after suppression of reverberant oscillation of the piezoelectric element 2a is thereby reduced.

(57) 要約 : 振動体の残響振動が抑圧された直後に受信される受信信号を正しく受信することが可能な超音波センサを提供する。超音波センサ 1 A では、送信回路 3 から駆動電極 2 b への励振信号 A の出力が停止された後、抑圧制御信号 B が帯域可変演算増幅器 5 0 によって信号増幅されて残響振動抑圧回路 5 から駆動電極 2 b に与えられることで、残響抑圧期間 T 2 において、圧電体 2 a の残響振動が抑圧される。また、駆動電極 2 b への抑圧制御信号 B の出力が停止された後の受信期間 T 3 において、帯域可変演算増幅器 5 0 の信号増幅周波数帯域が制御回路 6 によって可変され、帯域可変演算増幅器 5 0 の内部で発生する高周波ノイズ C の周波数帯域における帯域可変演算増幅器 5 の信号増幅率が低下させられることで、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された後に駆動電極 2 b に印加される高周波ノイズ D の信号レベルが低減される。

明 細 書

発明の名称：超音波センサ

技術分野

[0001] 本発明は、超音波を発する振動体の残響振動を抑圧する残響振動抑圧回路を備える超音波センサに関するものである。

背景技術

[0002] 従来、この種の超音波センサとしては、例えば、特許文献1に開示されたものがある。この超音波センサは半導体スイッチを備え、半導体スイッチにより、超音波を発する圧電体に設けられる送信用電極と受信用電極との間の電気的な経路を導通状態と非導通状態とに切り替える。送信用電極への交流電圧印加後に半導体スイッチによって上記経路を導通状態にすることで、圧電体の残響振動に応じて圧電体の受信用領域から出力される残響信号が送信用電極にフィードバックされる。残響信号が電圧として送信用電極にフィードバックされることで、圧電体の残響振動が相殺されて抑圧される。残響信号が送信用電極にフィードバックされた後、上記経路を導通状態から非導通状態に切り替えることで、超音波センサは受信可能状態にされる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第6249111号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記従来の超音波センサにおいては、残響信号が電圧として送信用電極にフィードバックされて圧電素子の残響振動が一旦抑制されても、半導体スイッチのスイッチング等によって生じる高周波ノイズにより、圧電体が再励起されて再振動する。このため、半導体スイッチを導通状態から非導通状態に切り替えて超音波センサを受信可能状態にしても、振動体の残響振動が抑圧された直後に受信される受信信号がこの再振動に起因する雑

音に埋もれて、受信信号を正しく受信することができない。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明はこのような課題を解決するためになされたもので、振動体に振動を生じさせる励振信号が印加される駆動電極および振動体の振動に応じた検出信号を取り出す検出電極を有する超音波を発する振動子と、振動体を振動させる励振信号を駆動電極へ出力する送信回路と、検出電極に検出される検出信号を入力する受信回路と、送信回路から駆動電極への励振信号の出力が停止された後に受信回路から出力される振動体の残響振動に応じた残響振動抑圧回路制御信号を増幅して残響振動を抑圧する抑圧制御信号を生成し、駆動電極に与える、信号増幅の周波数帯域が可変な帯域可変演算増幅器を有する残響振動抑圧回路と、残響振動抑圧回路から駆動電極への抑圧制御信号の出力が停止された後に帯域可変演算増幅器の信号増幅の周波数帯域を可変させる制御回路とを備え、超音波センサを構成した。

[0006] 本構成によれば、送信回路から駆動電極への励振信号の出力が停止された後、抑圧制御信号が帯域可変演算増幅器によって信号増幅されて残響振動抑圧回路から駆動電極に与えられることで、振動体の残響振動が抑圧される。また、駆動電極への抑圧制御信号の出力が停止された後、帯域可変演算増幅器の信号増幅周波数帯域が制御回路によって可変され、帯域可変演算増幅器の内部で発生する高周波ノイズの周波数帯域における帯域可変演算増幅器の信号増幅率が低下させられることで、振動体の残響振動が抑圧された後に駆動電極に印加される高周波ノイズの信号レベルが低減される。したがって、振動体の残響振動が抑圧された後、高周波ノイズによって振動体が再励起されて再振動するのが防止される。このため、振動体の残響振動が抑圧された直後に受信が可能になる。

発明の効果

[0007] よって、本発明によれば、振動体の残響振動が抑圧された直後に受信される受信信号を正しく受信することが可能な超音波センサを提供することが出

来る。

図面の簡単な説明

- [0008] [図1]本発明の第1の実施形態による超音波センサの回路図である。
- [図2]図1に示す超音波センサを構成する帯域可変演算増幅器の内部構成を示す回路である。
- [図3]超音波センサの動作シーケンスを示す図である。
- [図4]図1に示す超音波センサの各箇所における信号波形を示す図である。
- [図5]図1に示す超音波センサの内部に構成されるローパスフィルタの信号増幅周波数帯域が可変される前後の利得特性を示すグラフである。
- [図6]図1に示す超音波センサの内部に構成されるローパスフィルタによって高周波ノイズが低減されることを説明するためのグラフである。
- [図7]図1に示す超音波センサに比較される第1の比較例による超音波センサの回路図である。
- [図8]図1に示す超音波センサに比較される第2の比較例による超音波センサの回路図である。
- [図9]本発明の第2の実施形態による超音波センサの回路図である。
- [図10]図9に示す超音波センサにおける半導体スイッチの変形例による駆動回路の回路図である。

発明を実施するための形態

- [0009] 次に、本発明の超音波センサを実施するための形態について、説明する。
- [0010] 図1は、本発明の第1の実施形態による超音波センサ1Aの回路図である。
- [0011] 超音波センサ1Aは、例えば、車両に搭載されて、超音波を発してから反射波を受信するまでの時間に応じて、自身から物体までの距離を計測するのに用いられる。超音波センサ1Aは、超音波を発する振動子である圧電素子2、送信回路3、受信回路4、残響振動抑圧回路5、および制御回路6を備えて構成される。圧電素子2は、振動体である圧電体2a、駆動電極2b、検出電極2cおよび共通電極2dを有する。共通電極2dは接地電圧等の基

準電圧に接続される。駆動電極 2 b および共通電極 2 d 間には、圧電体 2 a に振動を生じさせる励振信号が印加される。また、検出電極 2 c および共通電極 2 d 間には、圧電体 2 a の振動に応じた電荷が現れ、この電荷が検出信号として取り出される。送信回路 3 は、圧電体 2 a を振動させる励振信号 A を駆動電極 2 b へ出力する。受信回路 4 は、反射波等の受信によって圧電体 2 a が振動することで、検出電極 2 c に検出される検出信号を入力する。

[0012] 駆動電極 2 b に励振信号 A が印加されることで、圧電体 2 a が振動して、気中などに向けて超音波が出射される。この圧電体 2 a の振動は、送信回路 3 から駆動電極 2 b への励振信号 A の出力が停止された後にも、直ぐには収まらず、しばらく残響振動として継続する。この残響振動により、検出電極 2 c には残響振動に応じた電圧が残響信号として検出される。受信回路 4 には検出電極 2 c からこの残響信号が入力され、受信回路 4 は、入力した残響信号に応じて残響振動抑圧回路 5 を制御する残響振動抑圧回路制御信号を残響振動抑圧回路 5 へ出力する。

[0013] 残響振動抑圧回路 5 は帯域可変演算増幅器 5 0 を用いて構成される。残響振動抑圧回路 5 は、送信回路 3 から駆動電極 2 b への励振信号 A の出力が停止された後に受信回路 4 から出力される残響振動抑圧回路制御信号を増幅して、残響振動を抑圧する抑圧制御信号を生成し、駆動電極 2 b に与える。抑圧制御信号は、残響振動による圧電体 2 a の振動が打ち消されるように、例えば、残響信号に対して位相を反転した電圧信号として生成される。

[0014] 帯域可変演算増幅器 5 0 は、信号増幅の周波数帯域が可変な図 2 に示す内部構成を有し、同図 (a) に概略構成、同図 (b) に詳細な構成の一例が示される。つまり、帯域可変演算増幅器 5 0 は、入力段に電圧電流変換部 5 1、中間段に可変抵抗部 5 2、および出力段に電流電圧変換部 5 3 を備える。電圧電流変換部 5 1 は、帯域可変演算増幅器 5 0 の非反転入力端子 (+) 5 0 a および反転入力端子 (-) 5 0 b の各入力電圧がゲートにそれぞれ印加される一対の MOSFET (MOS 型電界効果トランジスタ) 5 1 a、5 1 b、カレントミラー回路を構成する一対の MOSFET 5 1 c、5 1 d、お

よびゲートに一定の電圧 V_b が与えられて定電流源を構成するMOSFET 51eから構成され、非反転入力端子(+)50aおよび反転入力端子(-)50b間に入力される差電圧を電流に変換する。電流電圧変換部53は、ゲートに一定の電圧 V_b が与えられて定電流源を構成するMOSFET 53a、および、MOSFET 53aに直列に接続されて、ゲート・ドレイン間にコンデンサ53cが接続されるMOSFET 53bから構成され、電圧電流変換部51によって変換される電流を電圧に変換して、帯域可変演算増幅器50の出力端子50cへ出力する。なお、図2(b)に示す内部回路は一例であり、電圧電流変換部51および電流電圧変換部53の構成はこれに限定されない。

[0015] 電圧電流変換部51および電流電圧変換部53間に設けられる可変抵抗部52は、ゲートに制御回路6が接続されたMOSFET 52aから構成され、制御回路6によって抵抗値が可変される。制御回路6は、残響振動抑圧回路5から駆動電極2bへの抑圧制御信号の出力が停止された後に、可変抵抗部52の抵抗値を制御することで、帯域可変演算増幅器50の信号増幅の周波数帯域を可変させる。本実施形態では、可変抵抗部52の抵抗とその周囲の回路に形成される容量とにより、帯域可変演算増幅器50の内部に主要極を構成する。制御回路6は、可変抵抗部52の抵抗値を制御して、帯域可変演算増幅器50による信号増幅の周波数帯域を可変する。

[0016] 帯域可変演算増幅器50の内部には、各MOSFETのスイッチングにより高周波ノイズが発生するが、本実施形態による超音波センサ1Aは、残響振動による圧電体2aの振動が抑圧制御信号で打ち消された後に生じるこの高周波ノイズを、主要極の周波数を変化させることで、低減する。

[0017] 帯域可変演算増幅器50の信号増幅周波数帯域を可変するには、一般的に、定電流源を構成するMOSFET 51e、53aによって流される電流の電流値を低下させることで行われる。しかし、この電流値を低下させると、帯域可変演算増幅器50の各ノードにおける電圧が変化し、各MOSFETに対するバイアス電圧が変化して、帯域可変演算増幅器50の出力DC電圧

が微小に変化する。これに対して、上記のように、主要極の周波数を変化させることで、帯域可変演算増幅器 50 による信号増幅周波数帯域を可変する本実施形態においては、各ノードにおける電圧が変化することはなく、帯域可変演算増幅器 50 の出力に影響を与えることはない。

[0018] 図 3 は、超音波センサ 1 A の動作シーケンスを示し、図の左から右へ時間が経過する。超音波センサ 1 A は、期間 T 1 における送信動作、期間 T 2 における残響抑圧動作、期間 T 3 における受信動作を繰り返す。同図 (a) は、残響振動抑圧回路 5 から駆動電極 2 b へ出力される抑圧制御信号 B のタイミングチャート、同図 (b) は、残響振動による圧電体 2 a の振動を抑圧した後、圧電体 2 a に再励起が生じないときにおける超音波センサ 1 A の動作シーケンス、同図 (c) は、残響振動による圧電体 2 a の振動を抑圧した後、圧電体 2 a に再励起が生じたときにおける超音波センサ 1 A の動作シーケンスである。

[0019] 送信期間 T 1 においては、送信回路 3 から駆動電極 2 b へ励振信号 A (図 4 (a) 参照) が出力され、圧電体 2 a が振動させられて超音波が発生する。送信回路 3 から駆動電極 2 b への励振信号 A の出力が停止された後の残響抑圧期間 T 2 では、抑圧制御信号 B (図 4 (b) 参照) がアクティブになる。生成された抑圧制御信号 B は駆動電極 2 b に印加され、圧電体 2 a の残響振動が抑圧される。抑圧制御信号 B はパルス状をしており、その信号の立ち上がりエッジタイミングおよび立ち下がりエッジタイミングに高周波ノイズ C (図 4 (c) 参照) が発生する。この高周波ノイズ C は、帯域可変演算増幅器 50 により減衰した高周波ノイズ D (図 4 (d) 参照) となる。

[0020] 図 5 (a) は、帯域可変演算増幅器 50 の主要極の周波数、すなわち、帯域可変演算増幅器 50 の内部に構成されるカットオフ周波数の一番低いローパスフィルタのカットオフ周波数が引き下げられる前における帯域可変演算増幅器 50 の開ループ利得特性および閉ループ利得特性を表すグラフ、同図 (b) は、このカットオフ周波数が引き下げられたときにおける帯域可変演算増幅器 50 の開ループ利得特性および閉ループ利得特性を表すグラフであ

る。各グラフの横軸は信号周波数 f 、縦軸は帯域可変演算増幅器 50 の利得 G である。また、同図 (a) において点線で示す特性線 71 a はカットオフ周波数が引き下げられる前における帯域可変演算増幅器 50 の開ループ利得特性、実線で示す特性線 72 a は閉ループ利得特性である。また、同図 (b) において点線で示す特性線 71 b はカットオフ周波数が引き下げられたときにおける帯域可変演算増幅器 50 の開ループ利得特性、実線で示す特性線 72 b は閉ループ利得特性である。

[0021] 矢印 73 に示されるようにカットオフ周波数が引き下げられると、帯域可変演算増幅器 50 の開ループ利得特性および閉ループ利得特性は、高周波ノイズが発生する周波数帯域 f_w における利得 G が矢印 74 に示されるように低下して、帯域可変演算増幅器 50 の信号増幅率が小さくなる。したがって、図 6 に示すグラフのように、高周波ノイズ C は、カットオフ周波数が引き下げられる前における帯域可変演算増幅器 50 の点線の特性線 72 a で示される閉ループ利得特性では、信号増幅されてしまうが、カットオフ周波数が引き下げられたときにおける帯域可変演算増幅器 50 の実線の特性線 72 b で示される閉ループ利得特性では、信号増幅率が小さく、矢印 75 に示されるように振幅が減衰した高周波ノイズ D に低減される。なお、図 6 に示すグラフの縦軸および横軸は図 5 に示す各グラフと同じである。

[0022] したがって、図 3 (b) に示す動作シーケンスの受信期間 T3 において、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された後には、高周波ノイズ C が高周波ノイズ D に低減されるので、圧電体 2 a に再励起は生じない。このため、残響抑圧期間 T2 が終了した直後の受信期間 T3 に、超音波の反射波が受信されることで圧電体 2 a に生じる振動は、検出電極 2 c に検出波 E として捉えることができる。しかし、図 3 (c) に示す動作シーケンスの受信期間 T3 において、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された後に、帯域可変演算増幅器 50 から高周波ノイズ C が駆動電極 2 b に出力されると、圧電体 2 a に再励起が生じる。したがって、残響抑圧期間 T2 が終了した直後の受信期間 T3 に、圧電体 2 a の再励起による振動によって雑音 N が生じる。このため、残響抑圧期

間T2が終了した直後の受信期間T3に反射波が受信されると、その反射波は雑音Nに埋もれて検出することができない。この結果、超音波センサ1Aは近距離の物体を検出できなくなる。

[0023] 上記のように、残響抑圧期間T2から受信期間T3への切り替えで、抑圧制御信号Bの立ち下がリエッジに起因にして高周波ノイズCが生じ、この高周波ノイズCが圧電体2aに再励起を引き起こす。このような高周波ノイズに起因する圧電体2aの再励起は、図7に第1の比較例として示す超音波センサ11Aにおいても生じる。なお、図7において図1と同一または相当する部分には同一符号を付してその説明は省略する。

[0024] 超音波センサ11Aは、増幅回路およびフィルタ等から構成される残響振動抑圧回路81を備え、受信回路4から出力される制御信号を残響振動抑圧回路81で増幅する。増幅された制御信号は、nチャネルMOSFET82およびpチャネルMOSFET83からなるトランスマッションゲート84でスイッチングされて抑圧制御信号に変換され、残響抑圧期間T2において駆動電極2bに与えられる。この際、nチャネルMOSFET82のゲートには負電圧に振れる駆動パルスF、pチャネルMOSFET83のゲートには駆動パルスFが反転した正電圧に振れる駆動パルスGが与えられる。圧電素子2の駆動電圧は数十Vと高く、圧電体2aの残響振動を抑圧する抑圧制御信号も高い電圧が必要となり、トランスマッションゲート84の素子サイズが大きくなって駆動パルスF、Gの振幅も大きくなる。また、各MOSFET82、83のゲート・ドレイン間には寄生容量85、86が生じる。この寄生容量85、86は、トランスマッションゲート84の素子サイズの大きさに伴って容量値も大きくなる。したがって、駆動電極2bに与えられる抑圧制御信号の立ち上がりエッジタイミングおよび立ち下がリエッジタイミングには、振幅の大きな高周波ノイズHが発生する。このため、残響抑圧期間T2から受信期間T3に切り替わる際、抑圧制御信号の立ち下がリエッジに生じる高周波ノイズHによって圧電体2aが再励起されてしまう。

[0025] また、高周波ノイズに起因する圧電体2aの再励起は、図8に第2の比較

例として示す超音波センサ 11B においても生じる。なお、図 8 において図 7 と同一または相当する部分には同一符号を付してその説明は省略する。

[0026] 超音波センサ 11B では素子サイズの小さなトランSMISSIONゲート 84 が使用され、各 MOSFET 82、83 のゲートに与えられる駆動パルス F、G の振幅は小さくなる。また、各 MOSFET 82、83 のゲート・ドレイン間に生じる寄生容量 85、86 もトランSMISSIONゲート 84 の素子サイズに応じて小さくなる。このため、駆動電極 2b に与えられる抑圧制御信号の立ち上がりエッジタイミングおよび立ち下がりエッジタイミングに発生する高周波ノイズ H は、振幅が小さくなる。しかし、各 MOSFET 82、83 のソース・ドレイン間に寄生ダイオード 87、88 が生じ、制御信号が残響振動抑圧回路 81 で大きな倍率で増幅されるため、高周波ノイズ H の電圧が寄生ダイオード 87、88 の順方向電圧を超える。このため、残響抑圧期間 T2 から受信期間 T3 に切り替わる際、寄生ダイオード 87、88 を通って圧電体 2a を励起させる信号が駆動電極 2b に出力され、圧電体 2a が再励起されてしまう。

[0027] しかし、本実施形態による超音波センサ 1A によれば、上記のように、残響抑圧期間 T2 から受信期間 T3 に切り替わる際に発生する高周波ノイズ C は、帯域可変演算増幅器 50 の帯域が引き下げられて減衰するので、寄生ダイオード 87、88 が導通状態にならず、圧電体 2a に再励起は生じない。

[0028] このような本実施形態による超音波センサ 1A によれば、送信回路 3 から駆動電極 2b への励振信号 A の出力が停止された後、抑圧制御信号 B が帯域可変演算増幅器 50 によって信号増幅されて残響振動抑圧回路 5 から駆動電極 2b に与えられることで、残響抑圧期間 T2 において、圧電体 2a の残響振動が抑圧される。また、駆動電極 2b への抑圧制御信号 B の出力が停止された後の受信期間 T3 において、帯域可変演算増幅器 50 の信号増幅周波数帯域が制御回路 6 によって可変され、帯域可変演算増幅器 50 の内部で発生する高周波ノイズ C の周波数帯域における帯域可変演算増幅器 5 の信号増幅率が低下させられることで、圧電体 2a の残響振動が抑圧された後に駆動電

極 2 b に印加される高周波ノイズ D の信号レベルが低減される。

[0029] 本実施形態では、帯域可変演算増幅器 5 0 の信号増幅周波数帯域は、帯域可変演算増幅器 5 0 の内部に構成される主要極の周波数が制御回路 6 によって可変され、主要極の周波数が引き下げられて、高周波ノイズ C の周波数帯域における帯域可変演算増幅器 5 0 の信号増幅率が低下させられる。つまり、駆動電極 2 b への抑圧制御信号 B の出力が停止された後、制御回路 6 によって可変抵抗部 5 2 の抵抗値が可変されることで、帯域可変演算増幅器 5 0 の容量成分と可変抵抗部 5 2 から構成されるローパスフィルタの時定数が変わり、帯域可変演算増幅器 5 0 の信号増幅周波数帯域が簡単な回路構成で可変されて、高周波ノイズ C の周波数帯域における帯域可変演算増幅器 5 0 の信号増幅率が低下させられる。

[0030] したがって、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された後、高周波ノイズ C は、帯域可変演算増幅器 5 0 によって圧電体 2 a に再振動を起こさない信号レベルの高周波ノイズ D に低減される。したがって、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された後、高周波ノイズ D によって圧電体 2 a が再励起されて再振動するのが防止される。このため、圧電体 2 a の残響振動が抑圧された直後の受信期間 T 3 に受信される受信信号が圧電体 2 a の再振動に起因する雑音 N に埋もれなくなり、受信信号を正しく受信することが可能になる。

[0031] また、本実施形態による超音波センサ 1 A によれば、可変抵抗部 5 2 が電圧電流変換部 5 1 および電流電圧変換部 5 3 と共に MOSFET から構成されることで、帯域可変演算増幅器 5 0 は製造容易でかつ小型に構成され、超音波センサ 1 A は小型で安価に製造される。

[0032] 図 9 は、本発明の第 2 の実施形態による超音波センサ 1 B の回路図である。

[0033] 超音波センサ 1 B は、残響振動抑圧回路 5 と駆動電極 2 b との間に設けられる半導体スイッチ 9 1 を備える。制御回路 6 は、残響振動抑圧回路 5 から抑圧制御信号 B が出力される際に半導体スイッチ 9 1 を導通状態に制御し、残響振動抑圧回路 5 から駆動電極 2 b への抑圧制御信号 B の出力が停止され

た後に半導体スイッチ91を非導通状態に制御する。第2の実施形態による超音波センサ1Bは、これらの点が第1の実施形態による超音波センサ1Aと相違する。これらの相違点以外の構成は第1の実施形態による超音波センサ1Aと同様である。

[0034] 半導体スイッチ91は、nチャネルMOSFET92のソース・ドレイン間とpチャネルMOSFET93のソース・ドレイン間とが並列に接続されたトランSMISSIONゲートから構成される。MOSFET92のソース・ドレイン間にはソースからドレインを順方向とする寄生ダイオード94、MOSFET93のソース・ドレイン間にはドレインからソースを順方向とする寄生ダイオード95が生じる。MOSFET92は制御回路6からゲートに駆動パルスJが印加されることで導通状態になり、MOSFET93は制御回路6からゲートに駆動パルスKが印加されることで導通状態になる。

[0035] 本実施形態による超音波センサ1Bによれば、上記の第1の実施形態による超音波センサ1Aと同様な作用効果が奏される。さらに、本実施形態による超音波センサ1Bによれば、残響振動抑圧回路5から駆動電極2bへの抑圧制御信号Bの出力が停止された後の受信期間T3に、半導体スイッチ91が制御回路6によって非導通状態に制御される。この際、帯域可変演算増幅器50の信号増幅周波数帯域が制御回路6によって可変され、帯域可変演算増幅器50の内部で発生する高周波ノイズCの周波数帯域における帯域可変演算増幅器50の信号増幅率が、半導体スイッチ91に寄生する寄生ダイオード94、95の順方向電圧以下に高周波ノイズCの信号レベルを低下させる信号増幅率になっていると、圧電体2aの残響振動が抑圧された後の受信期間T3に残響振動抑圧回路5から出力される高周波ノイズDは寄生ダイオード94、95を通ることができずに、半導体スイッチ91によって遮断される。したがって、本実施形態による超音波センサ1Bによれば、圧電体2aの残響振動が抑圧された後の受信期間T3に高周波ノイズDは駆動電極2bに何ら影響を与えなくなり、圧電体2aは確実に高周波ノイズDによって再励起されなくなり、再振動を起こさなくなる。

[0036] 図10は、図9に示す超音波センサ1Bにおける半導体スイッチ91の駆動回路の変形例を示す回路図である。図10において図9と同一または相当する部分には同一符号を付してその説明は省略する。

[0037] この変形例による半導体スイッチ91の駆動回路は、第1の可変電流源10、第1の抵抗11、第2の抵抗12、第2の可変電流源13がこの順に正電源VDDおよび負電源VSS間に直列接続され、第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14が残響振動抑圧回路5の出力線15に接続される直列回路を備えている。nチャネルMOSFET92およびpチャネルMOSFET93の各ソースは第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14に接続され、nチャネルMOSFET92のゲートは第1の可変電流源10および第1の抵抗11間の接続点16、pチャネルMOSFET93のゲートは第2の抵抗12および第2の可変電流源13間の接続点17に接続される。

[0038] 本構成によれば、半導体スイッチ91を構成するトランスマッションゲートにおけるnチャネルMOSFET92のゲート・ソース間には、第1の可変電流源10および第2の可変電流源13によって直列回路に流される電流の電流値と第1の抵抗11の抵抗値とによって定まる駆動電圧が、第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14の電圧を基準にして印加される。また、pチャネルMOSFET93のゲート・ソース間には、第1の可変電流源10および第2の可変電流源13によって直列回路に流される電流の電流値と第2の抵抗12の抵抗値とによって定まる駆動電圧が、第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14の電圧を基準にして印加される。第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14は残響振動抑圧回路5の出力線15に接続されるので、第1の抵抗11および第2の抵抗12間の接続点14の電圧は、残響振動抑圧回路5の出力電圧にしたがって変化する。

[0039] しかし、残響振動抑圧回路5の出力電圧が変化しても、トランスマッションゲートにおけるnチャネルMOSFET92のゲート・ソース間、および

pチャネルMOSFET93のゲート・ソース間には、残響振動抑圧回路5の出力電圧を基準とする上記の各駆動電圧が印加されるので、nチャネルMOSFET92およびpチャネルMOSFET93は、残響振動抑圧回路5の出力電圧の変化に影響を受けずに適切に駆動される。また、この駆動電圧は、第1の可変電流源10および第2の可変電流源13によって直列回路に流される電流の電流値が制御回路6によって可変されることで制御される。このため、半導体スイッチ91は、残響振動抑圧回路5の出力電圧の変化に影響を受けずに、その導通状態が制御回路6によって制御される。よって、残響振動抑圧回路5から駆動電極2bへの抑圧制御信号Bの出力が停止された後の受信期間T3において、半導体スイッチ91は制御回路6によって適切に非導通状態に制御され、圧電体2aはより確実に高周波ノイズDによって再励起されなくなり、再振動を起こさなくなる。

[0040] なお、第1の実施形態による超音波センサ1A並びに第2の実施形態による超音波センサ1Bでは、超音波を発生する振動子が圧電素子2である場合について説明したが、静電容量型の振動子であってもよい。その場合においても第1および第2の各実施形態と同様な作用効果が奏される。

符号の説明

- [0041] 1A、1B…超音波センサ
2…圧電素子（振動子）
2a…圧電体（振動体）
2b…駆動電極
2c…検出電極
2d…共通電極
3…送信回路
4…受信回路
5…残響振動抑圧回路
50…帯域可変演算増幅器
50a…非反転入力端子（+）

- 50b…反転入力端子（－）
- 50c…出力端子
- 6…制御回路
- 10…第1の電流源
- 11…第1の抵抗
- 12…第2の抵抗
- 13…第2の電流源
- 14、16、17…接続点
- 91…半導体スイッチ
- 92…nチャネルMOSFET
- 93…pチャネルMOSFET
- 94、95…寄生ダイオード

請求の範囲

- [請求項1] 振動体に振動を生じさせる励振信号が印加される駆動電極および前記振動体の振動に応じた検出信号を取り出す検出電極を有する超音波を発する振動子と、
- 前記振動体を振動させる前記励振信号を前記駆動電極へ出力する送信回路と、
- 前記検出電極に検出される前記検出信号を入力する受信回路と、
- 前記送信回路から前記駆動電極への前記励振信号の出力が停止された後に前記受信回路から出力される前記振動体の残響振動に応じた残響振動抑圧回路制御信号を増幅して前記残響振動を抑圧する抑圧制御信号を生成し、前記駆動電極に与える、信号増幅の周波数帯域が可変な帯域可変演算増幅器を有する残響振動抑圧回路と、
- 前記残響振動抑圧回路から前記駆動電極への前記抑圧制御信号の出力が停止された後に前記帯域可変演算増幅器の信号増幅の周波数帯域を可変させる制御回路と
- を備える超音波センサ。
- [請求項2] 前記制御回路は、前記帯域可変演算増幅器の主要極の周波数を変化させることで信号増幅の周波数帯域を可変することを特徴とする請求項1に記載の超音波センサ。
- [請求項3] 前記残響振動抑圧回路と前記駆動電極との間に設けられる半導体スイッチを備え、
- 前記制御回路は前記半導体スイッチの導通状態を制御することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の超音波センサ。
- [請求項4] 前記帯域可変演算増幅器は、入力される差電圧を電流に変換する電圧電流変換部と、前記電圧電流変換部によって変換される電流を電圧に変換する電流電圧変換部と、前記電圧電流変換部と前記電流電圧変換部の間に設けられる、前記制御回路によって抵抗値が可変される可変抵抗部とを備えることを特徴とする請求項1から請求項3のいずれ

か1項に記載の超音波センサ。

[請求項5] 前記可変抵抗部はMOSFETで構成されることを特徴とする請求項4に記載の超音波センサ。

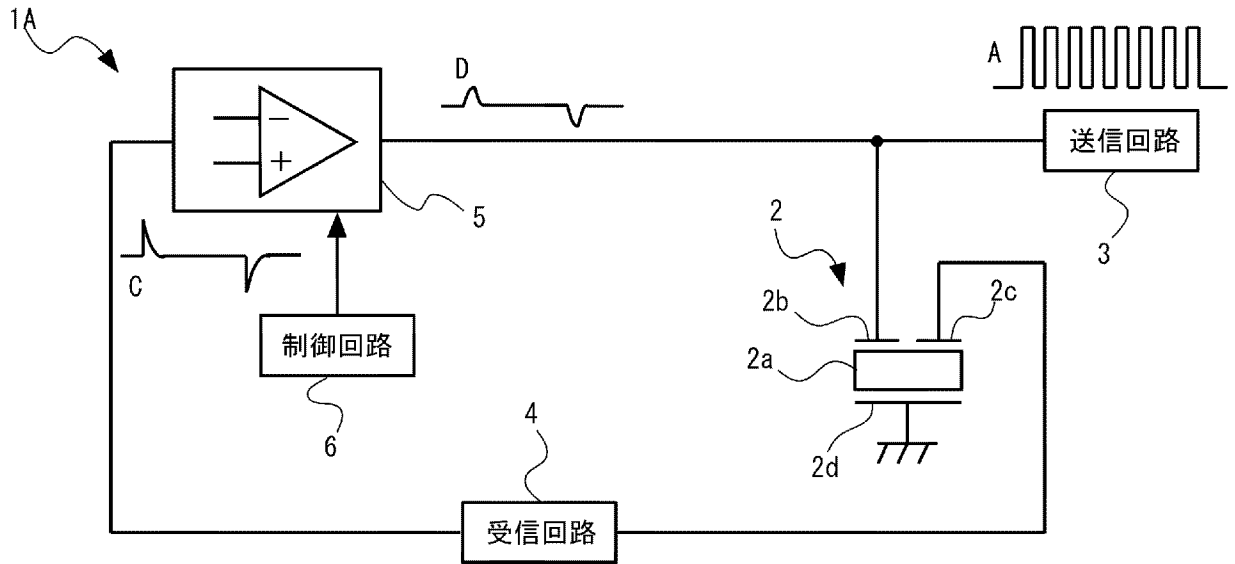
[請求項6] 第1の可変電流源、第1の抵抗、第2の抵抗、第2の可変電流源がこの順に正電源および負電源間に直列接続され、前記第1の抵抗および前記第2の抵抗間の接続点が前記残響振動抑圧回路の出力に接続される直列回路を備え、

前記半導体スイッチは、nチャネルMOSFETのソース・ドレイン間とpチャネルMOSFETのソース・ドレイン間とが並列に接続されたトランスマッションゲートから構成され、前記nチャネルMOSFETおよび前記pチャネルMOSFETの各ソースが前記第1の抵抗および前記第2の抵抗間の接続点、前記nチャネルMOSFETのゲートが前記第1の可変電流源および前記第1の抵抗間の接続点、前記pチャネルMOSFETのゲートが前記第2の抵抗および前記第2の可変電流源間の接続点に接続される

ことを特徴とする請求項3または請求項3を引用する請求項4または請求項3を引用する請求項4に従属する請求項5に記載の超音波センサ。

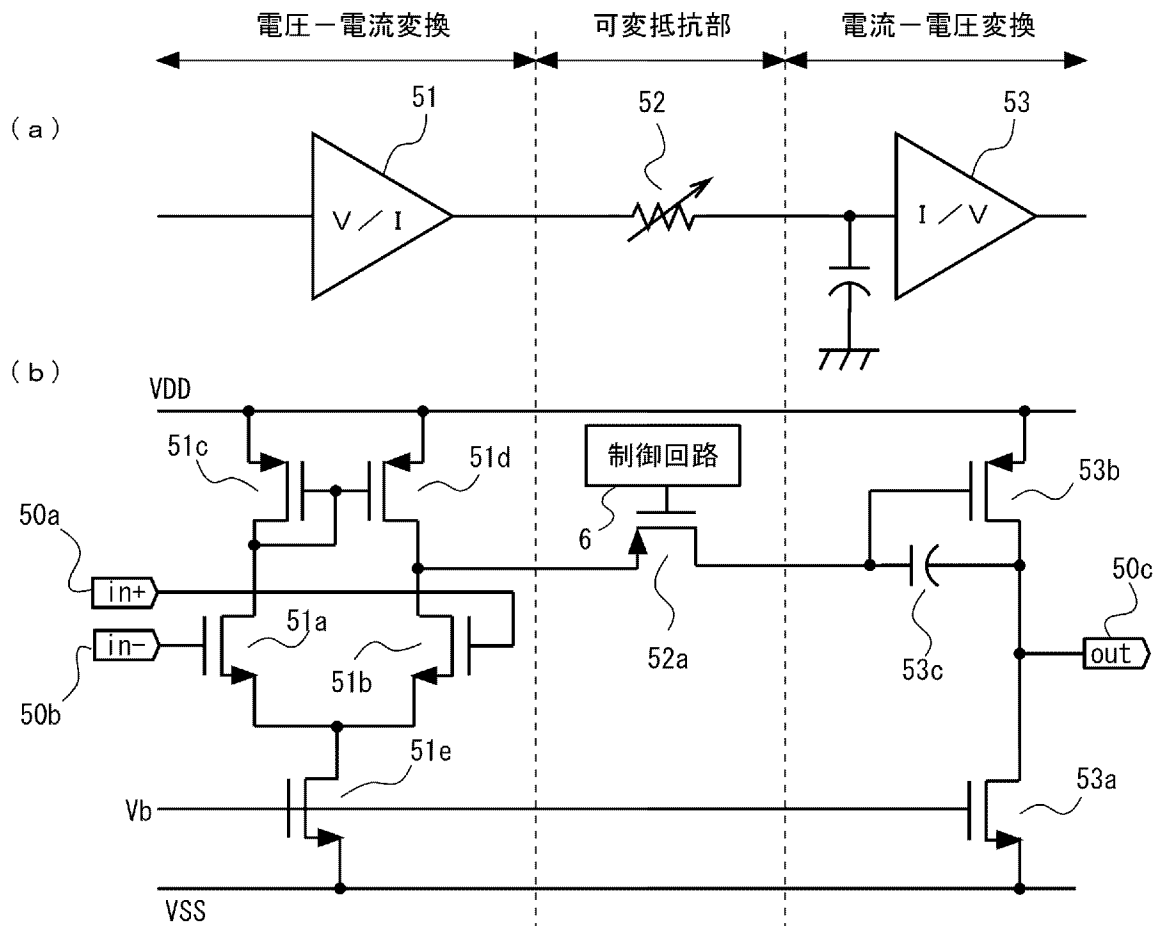
[図1]

図 1



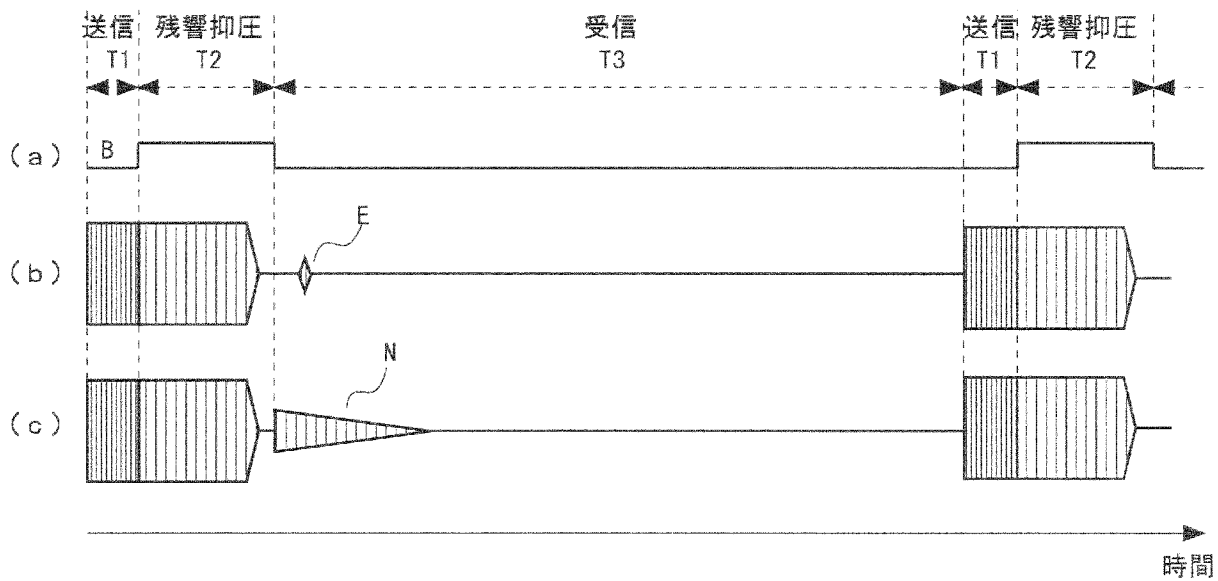
[図2]

図 2



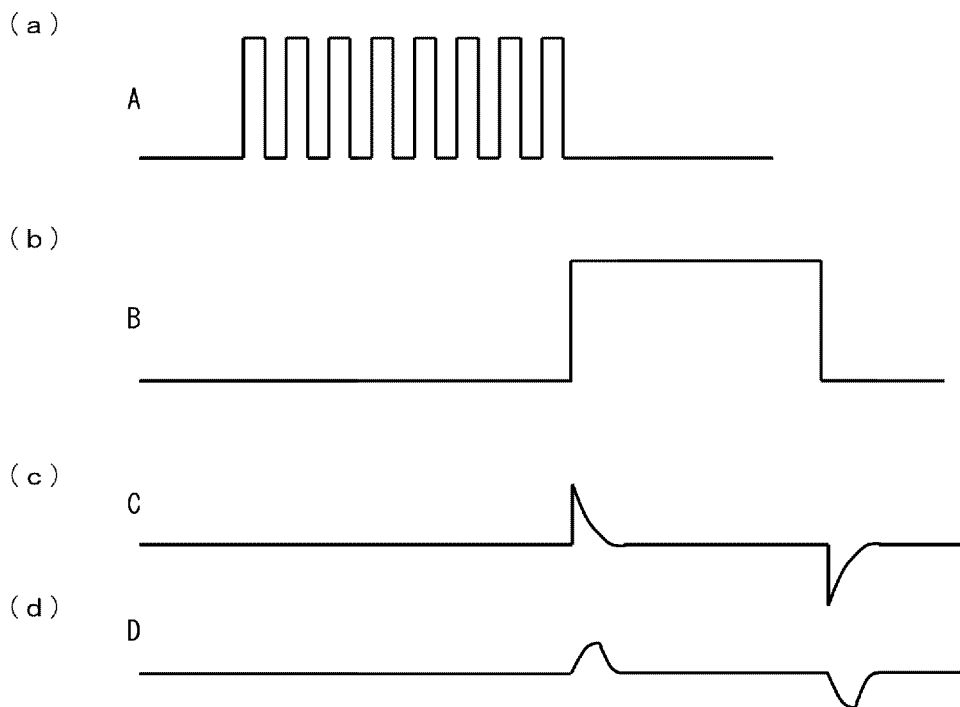
[図3]

図 3



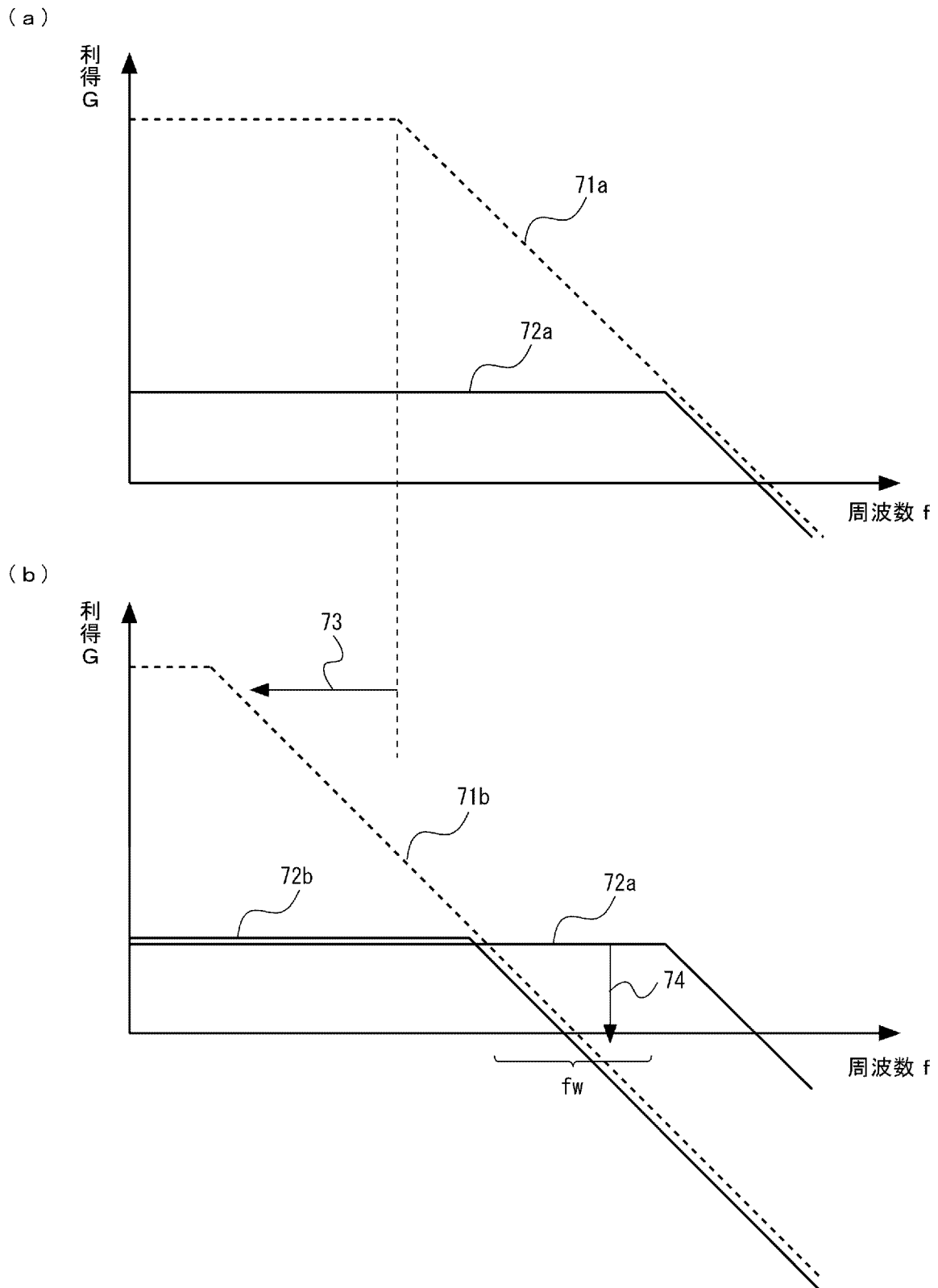
[図4]

図 4



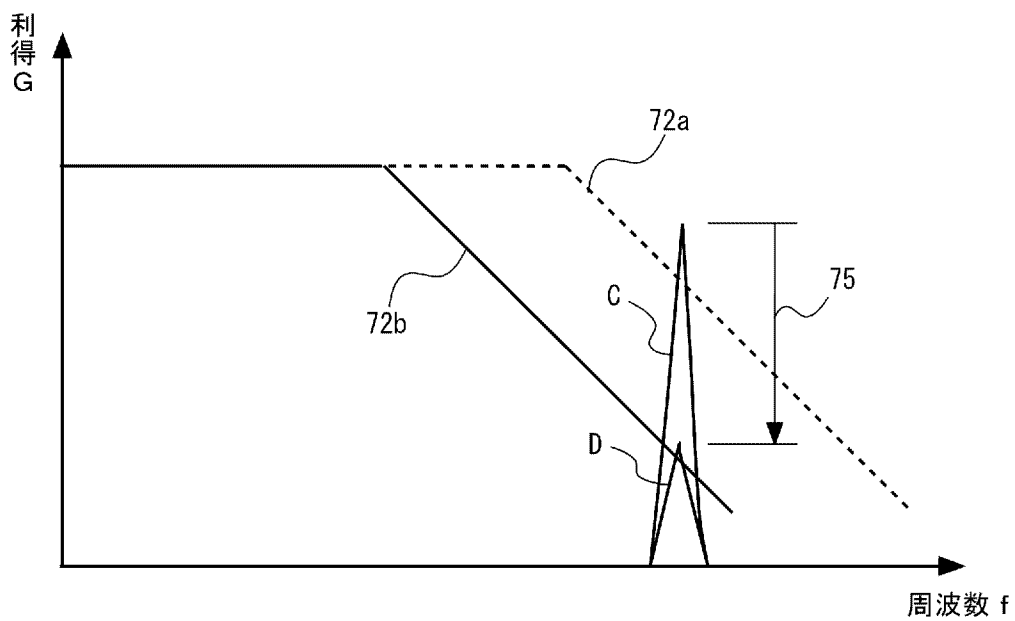
[図5]

図 5



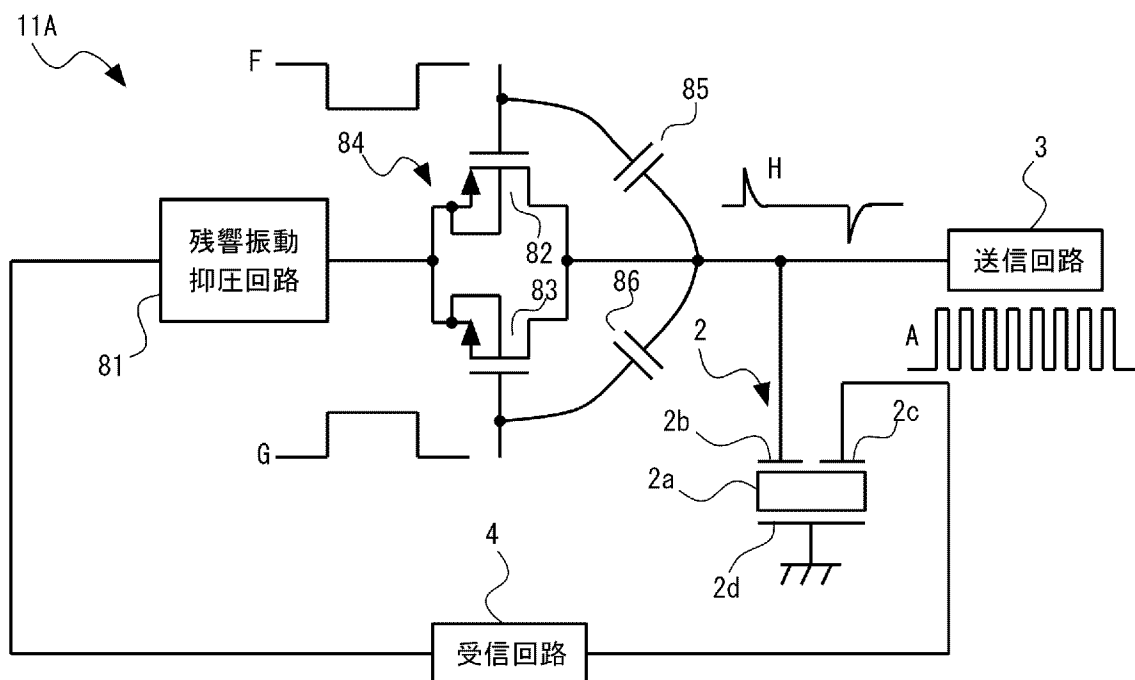
[図6]

図 6

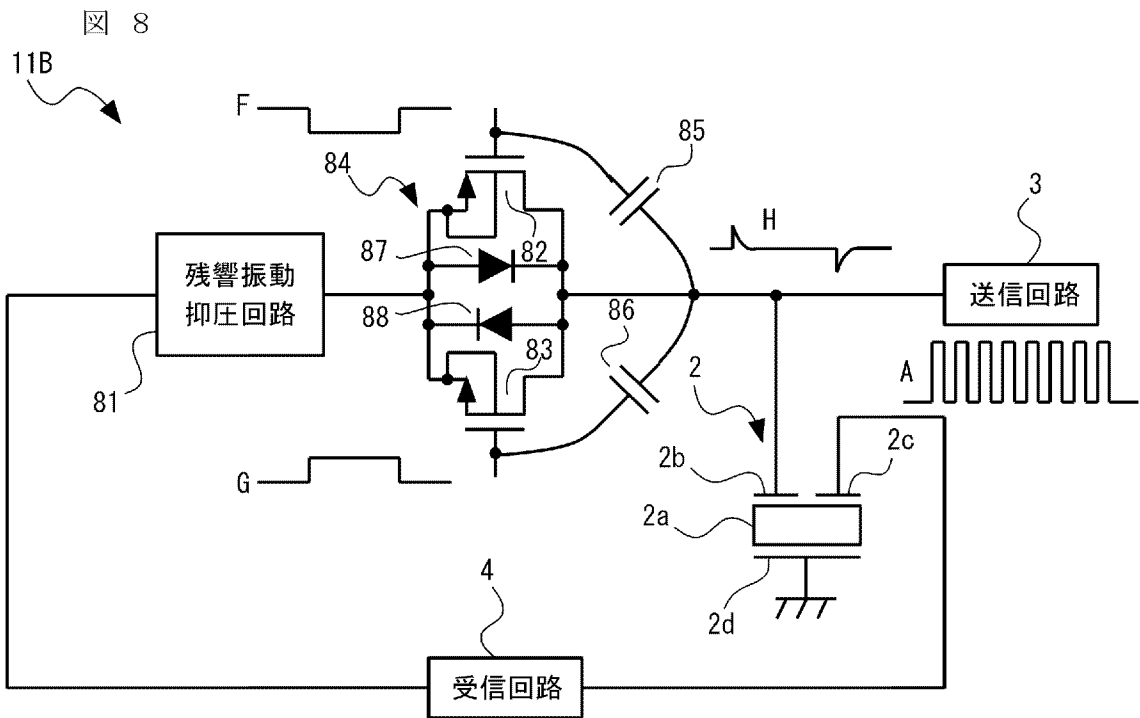


[図7]

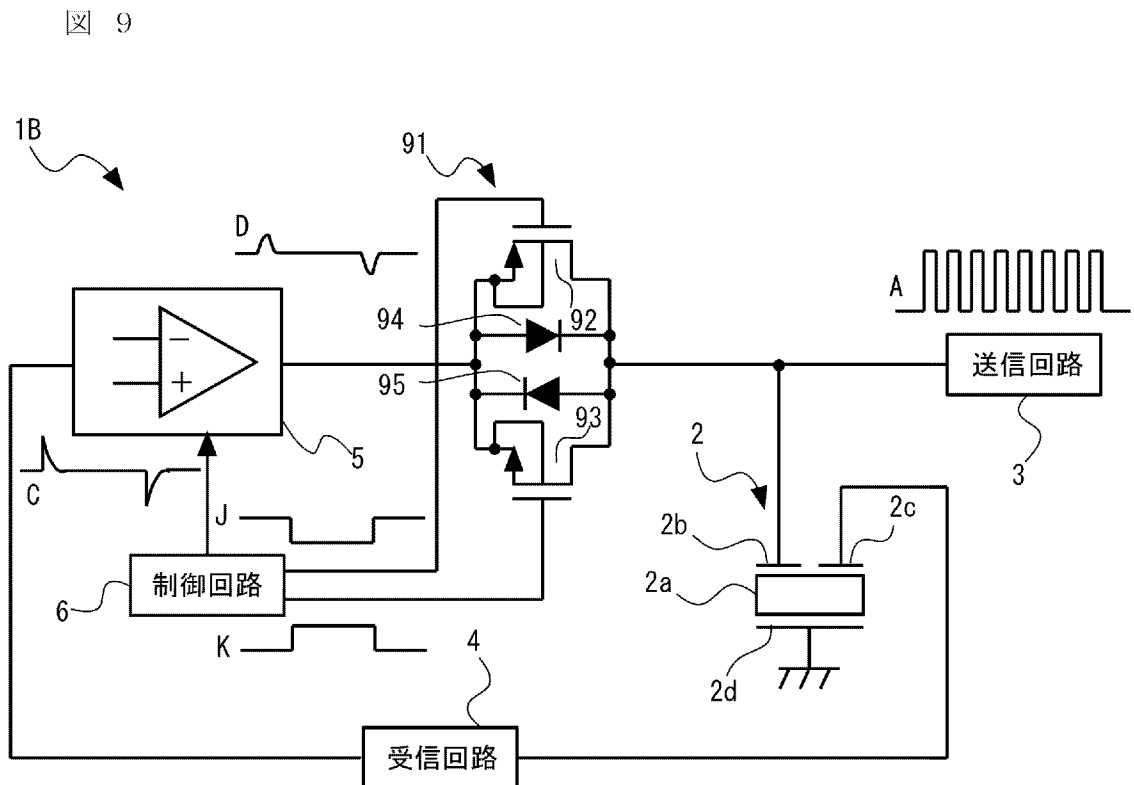
図 7



[図8]

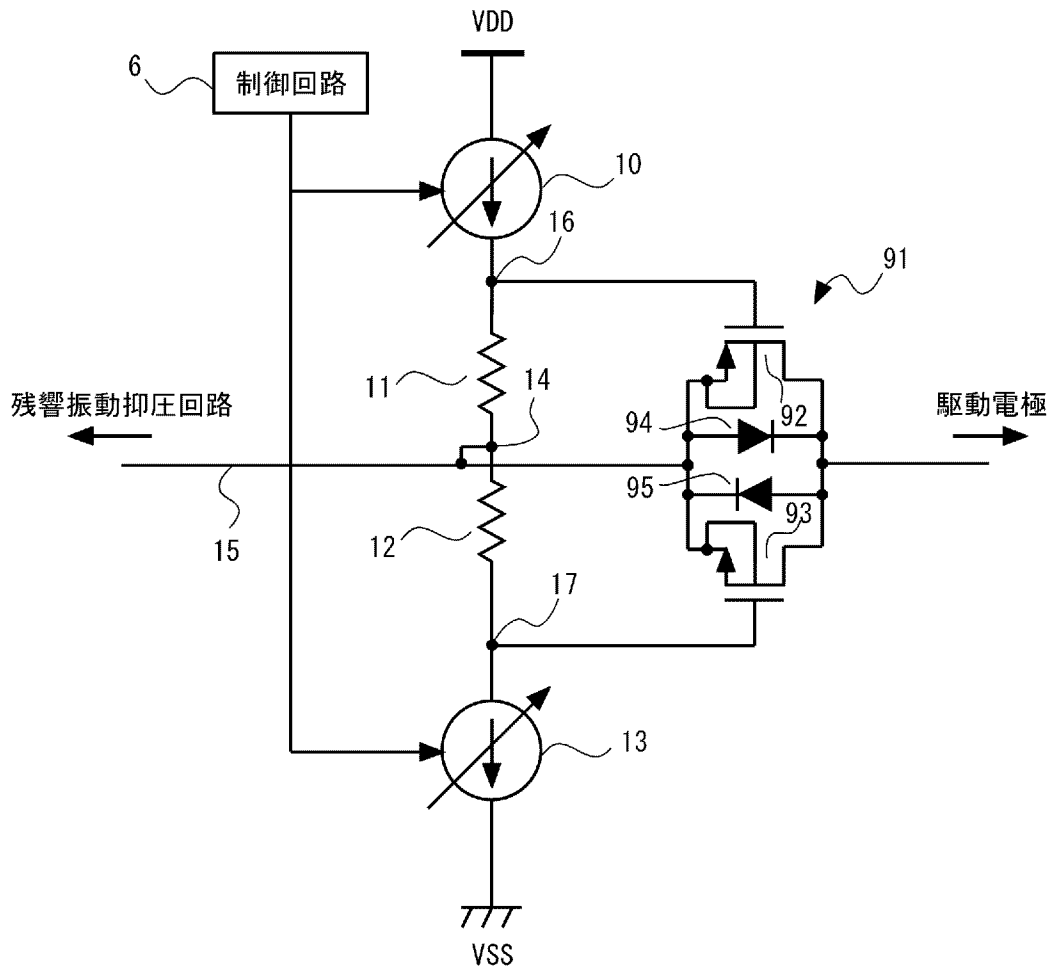


[図9]



[図10]

図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024172

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/526(2006.01) i, G01S7/524(2006.01) i, H04R3/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/52-7/64, G01S15/00-15/96, H04R3/00-3/14

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)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2016/167003 A1 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) 20 October 2016, paragraphs [0020]-[0072], fig. 1-6 & US 2018/0021814 A1, paragraphs [0049]-[0101], fig. 1-6 & EP 3285086 A1 & KR 10-2017-0103908 A & CN 107533129 A	1-6
A	JP 2017-172989 A (SOKEN INC.) 28 September 2017, paragraphs [0049]-[0059], fig. 7, 8 & US 2019/0107611 A1, paragraphs [0059]-[0069], fig. 7, 8 & WO 2017/159257 A1 & DE 112017001408 T & CN 108885252 A	1-6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 22.08.2019	Date of mailing of the international search report 03.09.2019
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/024172

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 2015-190817 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 02 November 2015, entire text, all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2012-065308 A (TUNG THIH ELECTRONIC CO., LTD.) 29 March 2012, entire text, all drawings & US 2012/0068574 A1 & EP 2431966 A1 & TW 201214948 A	1-6
A	JP 03-282386 A (YOKOGAWA ELECTRIC CORPORATION) 12 December 1991, entire text, all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G01S7/526(2006.01)i, G01S7/524(2006.01)i, H04R3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. G01S7/52-7/64, G01S15/00-15/96, H04R3/00-3/14

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）

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	WO 2016/167003 A1（株式会社村田製作所）2016.10.20, [0020]-[0072], 図 1-6 & US 2018/0021814 A1([0049]-[0101], 図 1-6) & EP 3285086 A1 & KR 10-2017-0103908 A & CN 107533129 A	1-6
A	JP 2017-172989 A（株式会社SOKEN）2017.09.28, [0049]-[0059], 図 7-8 & US 2019/0107611 A1([0059]-[0069], 図 7-8) & WO 2017/159257 A1 & DE 112017001408 T & CN 108885252 A	1-6

☑ 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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 22.08.2019	国際調査報告の発送日 03.09.2019
--------------------------	--------------------------

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） 東 治企 電話番号 03-3581-1101 内線 3216	2S	9708
--	--	----	------

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 2015-190817 A (パナソニック I P マネジメント株式会社) 2015. 11. 02, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2012-065308 A (同致電子企業股▲ふん▼有限公司) 2012. 03. 29, 全文, 全図 & US 2012/0068574 A1 & EP 2431966 A1 & TW 201214948 A	1-6
A	JP 03-282386 A (横河電機株式会社) 1991. 12. 12, 全文, 全図 (ファ ミリーなし)	1-6