

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005 年 12 月 29 日 (29.12.2005)

PCT

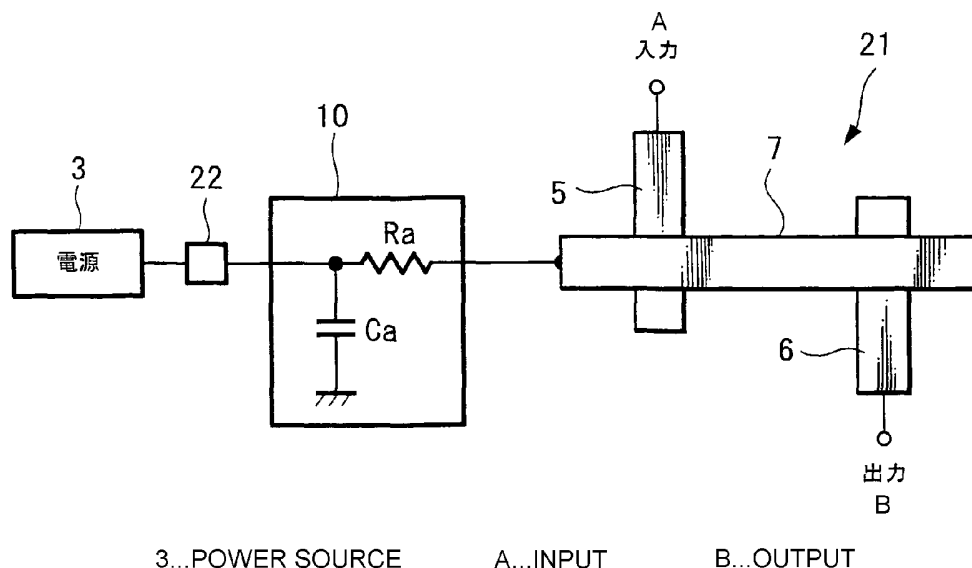
(10) 国際公開番号
WO 2005/125007 A1

- (51) 国際特許分類: **H03H 9/24**, 9/46, B81B 3/00, H01H 59/00, H01L 21/822, 27/04
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/010756
- (22) 国際出願日: 2005 年 6 月 7 日 (07.06.2005)
- (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2004-181459 2004 年 6 月 18 日 (18.06.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 田中 均洋 (TANAKA, Masahiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 御手洗 俊 (MITARAI, Shun) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 多田 正裕 (TADA, Masahiro) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 難波田 康治 (NANIWADA, Koji) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 角田 芳末, 外 (TSUNODA, Yoshisue et al.); 〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1 丁目 8 番 1 号 新宿ビル Tokyo (JP).

/ 続葉有 /

(54) Title: HIGH-FREQUENCY ELEMENT, POWER SUPPLY ELEMENT, AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 高周波素子及び電源供給素子、並びに通信装置



(57) Abstract: There is provided a high-frequency element capable of stabilizing DC bias voltage applied to an electrostatic drive type vibrator and a power supply element capable of supplying a stable DC bias voltage. There is also provided a communication device including a filter using the high-frequency element. The high-frequency element includes a high-frequency signal element having an electrostatic drive type vibrator operated by applying DC bias voltage and a circuit having a function for stabilizing the DC bias voltage and arranged between a pad for supplying the DC bias voltage and the vibrator. The power supply element is used for driving the high-frequency element and includes a circuit having a function for stabilizing the DC bias voltage. The communication device is formed by using a filter using the high-frequency element.

(57) 要約: 本発明は静電駆動型振動子に印加する直流バイアス電圧の安定化を図った高周波素子、安定した直流バイアス電圧を供給できる電源供給素子を供給する。また本発明は、上記高周波素子によるフィルタを備えた通信装置を提供する。本発明の高周波素子は、直流バイアス電圧を印

/ 続葉有 /



WO 2005/125007 A1



(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

(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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子を有し、直流バイアス電圧を供給するパッドと振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化される機能を有する回路が付加されて成る。電源供給素子は、高周波振動素子の駆動に供される電源供給素子であって、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されて成る。本発明の通信装置は、フィルタとして上記高周波素子によるフィルタを用いて成る。

明細書

高周波素子及び電源供給素子、並びに通信装置

技術分野

- 5 本発明は、静電駆動型の振動子を構成要素とする高周波信号素子と、この高周波信号素子に直流バイアス電圧を供給するための直流電圧供給手段とを有した高周波素子に関する。

また、本発明は、上記高周波信号素子へ直流バイアス電圧を供給するための電源供給素子に関する。

- 10 また、本発明は、上記高周波素子で構成されるフィルタを用いた通信装置に関する。

背景技術

- 静電駆動型の振動子を構成要素とする高周波信号素子において
- 15 は、その振動子に直流バイアス電圧が印加される。このような静電駆動型の振動子に直流バイアス電圧を給電する場合、例えば単純な線路を用いて給電すると、直流給電回路の不安定さに伴って変動する電圧、あるいは何らかの要因で発生する高電圧が、振動子を駆動する電極（いわゆる振動子の駆動部分あるいは下部電極）
- 20 に印加される虞れがある。このような場合には、振動子の振動振幅の変動が起き、高周波信号素子の信号処理特性の変動を招く。電圧変動が著しい場合には、振動子の駆動部分と下部電極が固着する、駆動部分と下部電極間での放電が起きる、異常振動が発生するなどの要因により、振動子が復旧不可能な状態になる。

- 25 例えば、MEMS（微小電気機械系）素子を用いて構成した高周波フィルタが提案されているが、このような高周波フィルタでは、直流バイアス電圧の変動が起きると、振動子のインピーダンスの時間変動が生じ、良好なフィルタ特性が得にくい。MEM

S素子をデジタル回路に組み込んで半導体集積回路を構成した場合には、デジタル信号処理部分の駆動回路とMEMS素子の電源が共用され、その安定性が特別に高められてはいないので、電源の電圧変動によるMEMS素子の特性変動が懸念される。MEMS素子を利用した高周波フィルタは、ミシガン大学を始めとする研究機関から提案されている（非特許文献1参照）。

〔非特許文献1〕C. T. - Nguyen, Micromechanical components for miniaturized low-power communications (invited plenary), proceedings, 1999 IEEE MTT-S International Microwave Symposium RF MEMS Workshop, June, 18, 1999, pp.48-77.

15

発明の開示

高周波領域の微弱な信号を取り扱うとき、例えば高周波（RF）信号のフィルタリングを行うとき、振動子に印加される直流バイアス電圧の変動は、振動子のインピーダンスを変動させることになり、フィルタリング後の信号強度の変動を引き起こす。従って、直流（DC）バイアス給電回路が安定であることは、良好なフィルタリング特性を得る為の最重要な課題である。

20

本発明は、静電駆動型の振動子に印加する直流バイアス電圧の安定性の向上を図った供給手段を有した高周波素子を提供するものである。

25

また、上記振動子に安定した直流バイアス電圧を供給できる電源供給素子を提供するものである。

また、本発明は、上記高周波素子で構成したフィルタを用いて

高信頼性を図った通信装置を提供するものである。

本発明に係る高周波素子は、直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子を有し、直流バイアス電圧を供給するパッドと振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加された構成とする。

本発明に係る電源供給素子は、直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子を駆動するための電源供給素子であって、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加された構成とする。

10 本発明に係る通信装置は、送信信号及び／又は受信信号の帯域制限を行うフィルタを備えた通信装置において、フィルタとして、直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型振動子を有し、直流バイアス電圧を供給するパッドと前記振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されてなる
15 フィルタが用いられた構成とする。

本発明に係る高周波素子によれば、直流バイアス電圧を供給するパッドと静電駆動型の振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加し、静電駆動型の振動子に安定な直流バイアス電圧を供給することにより、出力される高周波
20 信号の時間変動を抑制することができる。また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子の破壊を防止することができる。

本発明の電源供給素子によれば、直流電圧の安定性を増す機能を有する回路が付加されているので、この電源供給素子を通じて
25 静電駆動型の振動子に直流バイアス電圧を印加するとき、直流バイアス電圧を変動させることがなく、振動子のインピーダンスの変動を抑制し、安定した信号強度の高周波信号を得ることができる。

本発明の通信装置によれば、フィルタを構成する静電駆動型振動子と直流バイアス電圧を供給するパッドとの間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加し、静電駆動型振動子に安定な直流バイアス電圧を供給することにより、出力される高周波信号又は／及び中間周波信号の時間変動を抑制することができ、また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子の破壊を防止することができ、信頼性の高い通信装置を提供することができる。

10 図面の簡単な説明

図 1 A、B は本発明に係る高周波素子の第 1 の基本的な構成を示す概念図である。

図 2 は本発明に係る高周波素子の第 2 の基本的な構成を示す概念図である。

15 図 3 は本発明に係る高周波素子の第 3 の基本的な構成を示す概念図である。

図 4 は 1 つの MEMS 静電駆動型振動子でフィルタを形成した場合の実施の形態の概略図である。

20 図 5 は 1 つの MEMS 静電駆動型振動子でフィルタを形成した場合の他の実施の形態の概略図である。

図 6 は並列化した複数の MEMS 静電駆動型振動子でフィルタを形成した場合の実施の形態の概略図である。

図 7 は並列化した複数の MEMS 静電駆動型振動子でフィルタ形成した場合の他の実施の形態の概略図である。

25 図 8 A、B は本発明に適用される、複合振動子型フィルタを構成する複合振動子を示す平面図及び断面図である。

図 9 は本発明に適用される、複合振動子型フィルタを構成する並列化した複合振動子を示す平面図である。

図 1 0 は本発明に係る高周波素子の第 1 実施の形態を示す平面図である。

図 1 1 は本発明に係る高周波素子の第 1 実施の形態を示す断面図である。

5 図 1 2 A ~ B は本発明に係る高周波素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 1）である。

図 1 3 A ~ B は本発明に係る高周波素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 2）である。

10 図 1 4 A ~ B は本発明に係る高周波素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 3）である。

図 1 5 は本発明に係る高周波素子の製造方法の一実施の形態を示す製造工程図（その 4）である。

図 1 6 は本発明に係る高周波素子を 1 段構成のラダー型フィルタに適用した第 2 実施の形態を示す等価回路図である。

15 図 1 7 は図 1 6 の 1 段構成のラダー型フィルタの透過特性値の周波数依存性を示すフィルタ特性図である。

図 1 8 は図 1 6 の等価回路におけるシャント振動子群の中心周波数を 9 2 M H z としたときの図 1 7 の要部の拡大図である。

20 図 1 9 は図 1 6 の等価回路におけるシャント振動子群の中心周波数を 9 5 M H z としたときの図 1 7 の要部の拡大図である。

図 2 0 は図 1 6 の等価回路におけるシャント振動子群の中心周波数を 9 6 M H z としたときの図 1 7 の要部の拡大図である。

図 2 1 は本発明に係る高周波素子を 2 段構成のラダー型フィルタに適用した第 3 実施の形態を示す等価回路図である。

25 図 2 2 は図 2 1 の 2 段構成のラダー型フィルタの透過特性値の周波数依存性を示すフィルタ特性図である。

図 2 3 は本発明に係る高周波素子を高周波共振器に適用した第 4 実施の形態を示す等価回路である。

図 2 4 は図 2 3 の高周波共振器の透過特性値の周波数依存性を示す特性図である。

図 2 5 は本発明に係る通信装置の一実施の形態を示す回路図である。

5

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の形態に係る高周波素子は、直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波素子を有し、直流バイアス電圧を供給するパッドと振動子との間に、直流バイ
10 アス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加して構成される。

高周波信号素子としては、複数の静電駆動型の振動子に高周波信号を並列に通過させて信号処理を行う振動子群を回路要素として有する構成とすることができる。

直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路としては、
15 直流給電線路に直列に挿入した抵抗と、この直流給電線路と接地との間に挿入した容量とにより構成することができる。

また、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路としては、高周波信号素子が形成された同じ基板に設けることができる。

20 高周波信号素子としては、入力された高周波信号から所望の周波数帯域の信号を選別する機能を有した構成とすることができる。

高周波信号素子としては、高周波信号の基準信号を発生する機能を有した構成とすることができる。

本発明の実施の形態に係る電源供給素子は、直流バイアス電圧
25 を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子を駆動するための電源供給素子であって、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加して構成される。

本発明の実施の形態に係る通信装置は、送信信号及び／又は受

信信号の帯域制限を行うフィルタを備えた通信装置において、フィルタとして、直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型振動子を有し、直流バイアス電圧を供給するパッドと前記振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されてなるフィルタを用いて構成される。

上記フィルタとしては、複数の静電駆動型振動子に高周波信号または中間周波信号を並列に通過せて信号処理を行う振動子群を回路要素として有した構成とすることができる。

直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路としては、
10 直流給電線路に直列に挿入された抵抗と、給電線と接地との間に挿入された容量とにより構成することができる。

直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路としては、フィルタが形成された同じ基板上に設けることができる。

本発明の実施の形態に係る高周波素子によれば、直流バイアス
15 電圧を供給するパッドと静電駆動型の振動子との間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加し、静電駆動型の振動子に安定な直流バイアス電圧を供給することにより、出力される高周波信号の時間変動を抑制することができる。また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子の破
20 壊を防止することができる。

本発明の実施の形態の高周波素子は、高周波信号素子に静電駆動型の振動子を用いて高周波フィルタ、例えばラダー型フィルタとして構成することができる。そして、高周波信号選択素子となる振動子の駆動部分あるいは下部電極に安定な直流バイアス電圧
25 を印加することにより、フィルタリングされた高周波信号の時間変動を抑圧することができる。また、サージ電圧による復旧不可能な振動子への損害を最小限度にすることができる。

本発明の実施の形態の高周波素子は、高周波信号素子に静電駆動型の素子を用い、基準信号発生器として構成することができる。そして、高周波信号発生素子となる振動子の駆動部分あるいは下部電極に安定な直流バイアス電圧を印加することにより、発生信号の強度、中心周波数の時間変動を抑圧することができる。また、外部からのサージ電圧による復旧不可能な振動子への損害を最小限度にすることができる。

本発明の実施の形態の高周波素子は、高周波信号素子に静電駆動型の振動子を用い、この複数の振動子を機械的に結合し複合振動子型フィルタとして構成することができる。そして、複合振動子型フィルタを構成する振動子の駆動部分あるいは下部電極に安定な直流バイアス電圧を印加することにより、フィルタリングされた高周波信号の時間変動を抑圧することができる。また、サージ電圧による復旧不可能な振動子への損害を最小限度にすることができる。

本発明の実施の形態の電源供給素子によれば、直流電圧の安定性を増す機能を有する回路が付加されているので、この電源供給素子を通じて静電駆動型の振動子に直流バイアス電圧を印加するとき、直流バイアス電圧を変動させることがなく、振動子のインピーダンスの変動を抑制し、安定した信号強度の高周波信号を得ることができる。

本発明の実施の形態の通信装置によれば、フィルタを構成する静電駆動型振動子と直流バイアス電圧を供給するパッドとの間に、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路を付加し、静電駆動型振動子に安定な直流バイアス電圧を供給することにより、出力される高周波信号又は／及び中間周波信号の時間変動を抑制することができ、また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子の破壊を防止することができ、信頼性の高

い通信装置を提供することができる。

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

先ず、図 1 に、本発明に係る高周波素子の第 1 の基本的な構成（概念）を示す。この高周波素子 1 は、図 1 A 及び B に示すよう
5 に、静電駆動型の振動子 2 を含む高周波信号素子と、この振動子 2 に直流バイアス電圧を供給するための直流電圧供給手段となる直流電源 3 とを有して成る。振動子 2 は、基板 4 の表面上に下部電極、すなわち入力電極 5 と出力電極 6 を互いに所要間隔を置いて配置し、これら入出力電極 5、6 をブリッジ状に跨ぐ振動部分、
10 いわゆるビーム（梁）型の振動電極（以下、ビームという）7 を配置して構成される。基板 4 の裏面には接地面 8 が形成されている。直流電源 3 は、ビーム 7 と接地面 8 との間に接続される。さらに、直流電源 3 とビーム 7 間の給電線路 9 に直列に抵抗 R_a を挿入し、給電線路 9 と接地面 8 間に容量（シャント容量） C_a を
15 挿入し、これら抵抗 R_a と容量 C_a とによって直流バイアス電圧を安定化させるための直流電圧安定化回路 10 が形成される。

この高周波素子 1 の振動子 2 では、入力端子 T_{in} を通じて入力電極 5 に高周波信号が入力されると、直流電源 3 から直流バイアス電圧が供給されたビーム 7 と、入力電極 5 との間に生じる静
20 電氣的な力でビーム 7 が共振し、出力電極 6 から出力端子 T_{out} を通じて所望周波数の高周波信号が出力される。そして、振動子 2 には、直流電圧安定化回路 10 を通じて安定な直流バイアス電圧が供給されるので、出力される高周波信号の時間変動を抑制することができる。また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子 2 の破壊を防止することができる。
25

図 2 に、本発明の高周波素子の第 2 の基本的な構成（概念）を示す。この高周波素子 11 は、図 1 と同様の構成の振動子 2 を含む高周波信号素子を有し、直流電源 3 を入力電極 5 と接地面 8 と

の間に接続し、直流電源 3 と入力電極 5 間の給電線路 9 に直列に抵抗 R_a を挿入し、この給電線路 9 と接地面 8 間に容量 C_a を挿入し、抵抗 R_a と容量 C_a により直流電圧安定化回路 10 を形成して構成される。ビーム 7 は、電氣的に浮いた状態にする。

- 5 この高周波素子 11 の振動子 2 では、入力電極 5 に直流バイアス電圧と高周波信号が重畳された形で入力される。この高周波素子 11 の振動子 2 の動作及び効果は、基本的に図 1 の高周波素子 1 と同様である。

- 10 図 3 に、本発明の高周波素子の第 3 の基本的な構成（概念）を示す。この高周波素子 12 は、静電駆動型の振動子 13 を含む高周波信号素子と、振動子 13 に直流バイアス電圧を供給するための直流電圧供給手段となる直流電源 3 とを有してなる。振動子 13 は、基板 14 の表面上に下部電極 15 を配置し、この下部電極 15 をブリッジ状に跨いたビーム 16 を配置して構成される。基板 14 の裏面には接地面 17 が形成されている。直流電源 3 は、
15 ビーム 16 と接地面 17 との間に接続される。さらに、直流電源 3 とビーム 16 間の給電線路 9 に直列に抵抗 R_a を挿入し、この給電線路 9 と接地面 17 間に容量（シャント容量） C_a を挿入し、これら抵抗 R_a と容量 C_a とによって直流バイアス電圧を安定化
20 させるための直流電圧安定化回路 10 が形成される。

- 25 この高周波素子 12 の振動子 13 では、ビーム 16 が入力電極となり、下部電極 15 が出力電極となる。ビーム 16 に直流バイアス電圧と高周波信号が重畳された形で入力されると、ビーム 16 と下部電極（出力電極）15 との間に生じる静電氣的な力でビーム 16 が共振し、下部電極 15 から所望周波数の高周波信号が出力される。そして、振動子 13 には、直流電圧安定化回路 10 を通じて安定な直流バイアス電圧が供給されるので、出力される高周波信号の時間変動を抑制することができる。また、突発的に

印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子 1 3 の破壊を防止することができる。

図 4 ～ 図 7 に、本発明の高周波素子の実施の形態の概略を示す。

高周波信号素子としては、MEMS 静電駆動型振動子からなる
5 フィルタで形成することができる。このとき、例えばフィルタを
1 つの MEMS 静電駆動型振動子 2 1 で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路
（直流電圧安定化回路） 1 0 は、図 4 に示すように、フィルタへの
直流電源入力パッド、すなわち直流電源に接続された直流電源
10 入力パッド 2 2 と、1 つの振動子 2 1 のビーム 7 との間に接続する
ことができる。

また、同様にフィルタを 1 つの MEMS 静電駆動型振動子 2 1
で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電
圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路） 1 0 は、図 5 に
15 示すように、フィルタへの直流電源入力パッド、すなわち直流電
源 3 に接続された直流電源入力パッド 2 2 と、1 つの振動子 2 1
の入力電極 5 との間に接続することができる。

また、例えばフィルタをビーム 7 が並列化された複数の MEMS
静電駆動型振動子 2 3 で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量
20 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定
化回路） 1 0 は、図 6 に示すように、フィルタへの直流電源入力
パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 2
2 と、複数の振動子 2 3、即ちその並列化されたビーム 7 との間に
接続することができる。

25 また、同様にフィルタを振動電極が並列化された複数の MEMS
静電駆動型振動子 2 3 で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量
 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定
化回路） 1 0 は、図 7 に示すように、フィルタへの直流電源入力

パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 22 と、複数の振動子 23、即ちその入力電極 5 との間に接続することができる。

上述した直流電圧を安定化させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、フィルタと同一の基板上に形成することができる。

図示しないが、上述の RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、図 4～図 7 でのフィルタへの直流電源入力パッド 22 と、フィルタの MEMS 静電駆動型振動子を駆動するための直流電源 3 との間に形成される線路の一部として形成することもできる。

上記フィルタにおいて、MEMS 静電駆動型振動子を図 3 の構成のものに置き換えて構成することも可能である。

本実施の形態に係る高周波信号素子は、MEMS 静電駆動型振動子からなる標準信号発生器で形成することができる。このとき、例えば標準信号発生器を 1 つの MEMS 静電駆動型振動子で作成した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、図 4 に示すと同様に（但し、フィルタを標準信号発生器に置き換える）、標準信号発生器への直流電源入力パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 22 と、1 つの振動子 21 のビーム 7 との間に接続することができる。

また、同様に標準信号発生器を 1 つの MEMS 静電駆動型振動子で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、図 5 に示すと同様に（但し、フィルタを標準信号発生器に置き換える）、標準信号発生器への直流電源入力パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 22 と、1 つの振動子 21 の入力電極 5 との間に接続することができる。

また、例えば標準信号発生器をビームが並列化された複数の M

MEMS 静電駆動型振動子で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、図 6 に示すと同様に（但し、フィルタを標準信号発生器に置き換える）、標準信号発生器への直流電源入力パッド、
5 すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 22 と、複数の振動子 23、即ちその並列化されたビーム 7 との間に接続することができる。

また、同様に標準信号発生器を振動電極が並列化された複数の MEMS 静電駆動型振動子で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、図 7 に示すと同様に（但し、フィルタを標準信号発生器に置き換える）、標準信号発生器への直流電源入力パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 22 と、
10 複数の振動子 23、即ちその入力電極 5 との間に接続することができる。
15

上述した直流電圧を安定化させる RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、標準信号発生器と同一の基板上に形成することができる。

図示しないが、上述の RC 回路（直流電圧安定化回路）10 は、標準信号発生器への直流電源入力パッド 22 と、標準信号発生器の MEMS 静電駆動型振動子を駆動するための直流電源 3 との間に形成される線路の一部として形成することもできる。
20

本実施の形態に係る高周波信号素子は、MEMS 静電駆動型振動子からなり、機械的な結合で構成された複合振動子型フィルタで形成することができる。この複合振動子型フィルタを構成する複合振動子の概略構成を図 8 に示す。この複合振動子 24 は、2つのビーム 7〔7A, 7B〕が並行に配置され、2つのビーム 7A, 7B の一部が連結部 25 によって機械的に繋がり、一方のビ
25

ーム 7 A の下方に下部電極 2 6 からなる入力電極 2 6 A が配置され、他方のビーム 7 B の下方に下部電極 2 6 からなる出力電極 2 6 B が配置されて構成される。連結部 2 5 の位置は、振動の節（不動点）を選ぶ。この場合、直流バイアス電圧は、ビーム 7 [7 A, 5 7 B] に印加される。

このような複合振動子 2 4 を複数並列化して、高周波信号を並列的にフィルタリングするように構成することもできる。例えば、複合振動子 2 7 は、図 9 に示すように、一方の複数の並列するビーム 7 A からなるビーム群 7 1 に対して 1 つの下部電極からなる
10 入力電極 2 6 A を配置し、このビーム群 7 1 に並列するように、他方の複数の並列するビーム 7 B からなるビーム群 7 2 に対して 1 つの下部電極からなる出力電極 2 6 B を配置し、両ビーム群 7 1 及び 7 2 間を連結部 2 5 で繋いで構成される。

このとき、例えば複合振動子型フィルタを 1 つの複合振動子 2
15 4（図 8 参照）で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定化回路）
10 は、図 4 に示すと同様に（但し、フィルタを複合振動子型フィルタに置き換える）、複合振動子型フィルタへの直流電源入力パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 2 2
20 と、1 つの複合振動子 2 4 のビーム 7 [7 A, 7 B] との間に接続することができる。

また、例えば複合振動子型フィルタを複数の並列化された複合振動子 2 7（図 9 参照）で作製した場合、上述の抵抗 R_a と容量 C_a で構成される直流電圧を安定させる RC 回路（直流電圧安定
25 化回路）10 は、図 4 に示すと同様に（但し、フィルタを複合振動子型フィルタに置き換える）、複合振動子型フィルタへの直流電源入力パッド、すなわち直流電源 3 に接続された直流電源入力パッド 2 2 と、複数の並列化された複合振動子 2 7、即ちその並列

化されたビーム 7 1、7 2 との間に接続することができる。

さらに、図示せざるも上述の R C 回路（直流電圧安定化回路）
1 0 は、複合振動子型フィルタへの直流電源入力パッド 2 2 と、
複合振動子型フィルタの複合振動子 2 4 または 2 7 を駆動するた
5 めの直流電源 3 との間に形成される線路の一部として形成するこ
とができる。

そして、上述した直流電圧を安定化させる R C 回路（直流電圧
安定化回路）1 0 は、複合振動子型フィルタと同一の基板上に形
成することができる。

10 なお、複合振動子 2 4 または複合振動子 2 7 においては、図 5
に示すように、直流電圧安定化回路 1 0 を振動子の入力電極 2 6
A と直流電源入力パッド 2 2 との間に接続することもできる。

高周波信号素子と直流バイアス電圧を供給するための直流電圧
供給手段、例えば R C 回路とは、同一の基板上（同一のダイ内）
15 に形成することができる。高周波信号素子と直流バイアス電圧を
供給するための直流電圧供給手段とは、互いに別の基板上に形成
し、両者を接続して形成することもできる。

次に、図 1 0（平面図）及び図 1 1（模式的な断面図）に、本
発明に係る高周波素子の第 1 実施の形態を示す。本例は M E M S
20 静電駆動型振動子を機械的な結合で構成した複合振動子型フィル
タに適用した場合である。

本実施の形態に係る複合振動子型フィルタ 1 0 1 は、共通の基
板 1 0 2 上に複数の複合振動子 1 0 3、1 0 4 と、振動子 1 0 3、
1 0 4 のビーム 1 0 6、1 0 7 間の高周波（R F）信号の漏洩を
25 防ぐための抵抗 R 1、R 2 と、抵抗 R a と一対の櫛歯型電極 1 0
8 及び 1 0 9 を所要間隔を置いて形成してなる容量 C a からなる、
直流電圧安定化回路（いわゆる R C 回路）1 0 と、直流電源供給
用の電極パッド、いわゆる直流電源入力パッド 2 2 とが設けられ

て成る。

基板 1 0 2 は、例えば半導体基板の表面に絶縁膜を有した基板、絶縁性基板等の基板、本例では半導体基板 1 2 1 の表面に絶縁膜 1 2 2 を有した基板が用いられる。この基板 1 0 2 の表面上に下部電極、すなわち入力電極 1 1 2 と出力電極 1 1 3 が形成され、
5 入力電極 1 1 2 をブリッジ状に跨ぐ複数の振動部分すなわち両持ち梁構造のビーム 1 0 6 が並列的に配置され、同様に出力電極 1 1 3 をブリッジ状に跨ぐ複数（上記と同数または異なる数）の振動部分すなわち両持ち梁構造のビーム 1 0 7 が並列的に配置される。
10 入力電極 1 0 6 を跨ぐ複数のビーム 1 1 2 は、ビーム 1 1 2 の支持部（アンカー部） 1 1 4 を介して互いに基板 1 0 2 上に形成した配線部 1 1 7 に共通接続される。また、出力電極 1 1 3 を跨ぐ複数のビーム 1 0 7 も、同様にビーム 1 1 3 の支持部（アンカー部） 1 1 5 を介して互いに基板 1 0 2 上に形成した配線部 1 1 8 に共通接続される。
15 基板 1 0 2 の表面には、複合振動子 1 0 3、1 0 4、抵抗 R 1、R 2、直流電圧安定化回路 1 0、直流電源入力パッド 2 2 を囲むようにシールド電極（接地）面となる導電層 1 1 9 が形成さる。基板 1 0 2 の裏面には絶縁膜 1 2 3 を介して接地面、すなわち接地電位が印加される接地電極 1 2 0 が形成
20 される。

R F 信号の漏洩を防ぐための抵抗 R 1、R 2 は、それぞれ一端が 2 つのビーム群 1 0 6、1 0 7 の配線部 1 1 7、1 1 8 に、配線部 1 2 8 を介して接続され、抵抗 R 1、R 2 の他端が配線部 1 2 5 に共通に接続される。一方、直流電圧安定化回路 1 0 を構成する抵抗 R a の一端が配線部 1 2 5 に接続され、抵抗 R a の他端
25 が配線部 1 2 9 を介して容量 C a を構成する一方の櫛歯型電極 1 0 8 に接続される。この一方の櫛歯型電極 1 0 8 は直流電源入力パッド 2 2 に接続される。容量 C a を構成する他方の櫛歯型電極

109は、基板102表面に形成されたシールド用の導電層119に接続されると共に、例えば基板102に設けたスルホール、あるいは基板側面を通して、本例ではスルホール126を通して基板裏面の接地電極120に接続される。

- 5 上述した本実施の形態に係る複合振動子型フィルタ101によれば、抵抗 R_a と容量 C_a からなる直流電圧安定化回路10を通して振動子103、104のビーム106、107に直流バイアス電圧が印加されるので、フィルタリングされた高周波信号の時間変動を抑制することができる。また、サージ電圧による振動子
- 10 への損害を最小限度に抑えることができる。

本発明は、高周波フィルタ等のMEMS素子を他の半導体回路、例えばデジタル回路に組み込んで半導体集積回路を構成し、MEMS素子とデジタル回路への電圧供給を共通の電源供給手段を用いて行う場合にも適用できる。

- 15 次に、図12～図15を用いて本発明の高周波素子の製造方法の実施の形態を説明する。なお、図12～図15の製造工程は、MEMS静電駆動型振動子と、抵抗 R_a 及び容量 C_a からなる直流電圧安定化回路10とを有する高周波素子の例であるが、上述した複合振動子型フィルタ101の製造にも適用できる。本例の
- 20 製造工程は通常のMOS作製プロセスで用いられるものと同等である。

- 25 先ず、図12Aに示すように、基板130を用意する。この例では高抵抗シリコン(Si)ウェハ131上に絶縁膜、例えば酸化シリコン薄膜(HDP膜：High Density Plasma 酸化膜)とエッチング防止膜となる窒化シリコン薄膜(上面側)とからなる複合絶縁膜132を所要の膜厚、例えば200nm程度の膜厚で成膜する。続けて、この複合絶縁膜132上に導電性を有するリンドーブ多結晶シリコン薄膜(PDAS：Phosphorus doped

amorphous silicon) 133を所要の膜厚、380nm程度の膜厚で成膜する。

次に、多結晶シリコン薄膜133上に、複合振動子の下部電極となる入力電極及び出力電極と、複合振動子の両持ち梁構造のビームの支持部を接続する配線部（固定台に相当）と、抵抗に対応したパターンを有するレジストマスク（図示せず）を形成する。
5 そして、図12Bに示すように、このレジストマスクを介して多結晶シリコン薄膜133を選択エッチング、例えばドライエッチング法により選択エッチングして、入力電極136及び出力電極
10 137と、配線部138〔138A, 138B〕と、抵抗Raを形成する。

次に、図13Aに示すように、基板130上に入出電極136、137、配線部138〔138A, 138B〕及び抵抗Raの相互間を埋め込むように基板全面に犠牲層となる例えば酸化シリコン薄膜（HDP）139を成膜する。その後、酸化シリコン薄膜
15 139を平坦化する。例えば化学機械研磨法（CMP）により平坦化し、入出電極136、137、配線部138〔138A, 138B〕及び抵抗Raの表面を露出させる。

次に、図13Bに示すように、平坦化した表面上に入出力電極
20 136、137と、後に形成するビームとの間隔に対応した膜厚、この例では50nm程度の膜厚の犠牲層となる例えば酸化シリコン薄膜（低圧TEOS）140を形成する。

次に、図14Aに示すように、犠牲層となる酸化シリコン薄膜（低圧TEOS）140上に必要に応じて例えば20nm程度の
25 膜厚のリンドープ多結晶シリコン薄膜（PDAS膜）141を成膜した後、多結晶シリコン薄膜141と共に酸化シリコン薄膜（低圧TEOS）140に、ビームと配線部138A, 138Bとの間を接続するための貫通孔142〔142A, 142B〕を選択

エッチング、例えばドライエッチング法により形成する。

次に、図 1 4 B に示すように、貫通孔 1 4 2 A, 1 4 2 B 内を含んで表面上に所望の膜厚のリンドープ多結晶シリコン薄膜 (P D A S 膜) を形成し、ビーム形状にパターニングし、例えばドライエッチング法によりパターニングして、多結晶シリコン薄膜によるビーム、すなわちビーム 1 4 5 とその支持部 1 4 6 A, 1 4 6 B を形成する。更に、例えばドライエッチング法によりパターニングして、配線部 1 3 8 A と抵抗 R a との間、抵抗 R a に接続する配線部及び容量 C a の部分に開口 1 4 2 C, 1 4 2 D を形成する。このとき、ビーム 1 4 5 の支持部 1 4 6 A 及び 1 4 6 B は配線部 1 4 2 A, 1 4 2 B に機械的かつ電氣的に接続される。

次に、図 1 5 に示すように、接続配線、容量、直流電源入力パッドとなる薄膜、例えば A l - S i 膜を成膜し、レジストマスク及びフッ化水素溶液 (D H F : Diluted HF) を用いてパターニングし、A l - S i 膜による容量 C a 、接続配線 1 4 8 及び直流電源入力パッド 1 5 0 を形成する。すなわち、配線部 1 4 2 A と抵抗 R a 間の接続配線 1 4 8 a 、容量 C a を構成する対の櫛歯型電極、一方の櫛歯型電極に接続する電極パッド 1 5 0 及び一方の櫛歯型電極と抵抗 R a 間の接続配線 1 4 8 b を形成する。

同時に、このフッ化水素溶液 (D H F) により、犠牲層となる酸化シリコン薄膜 (H D P) 1 4 0 を除去して、ビーム 1 4 5 と入出力電極 1 3 6, 1 3 7 間に空間 1 5 1 を形成する。これによって、同一の基板 1 3 0 上に M E M S 静電駆動型振動子 1 5 2 と直流電圧安定化回路 1 0 と直流電源入力パッド 1 5 0 を形成してなる目的の高周波素子 1 5 3 を得る (図 1 5 参照)。

次に、高周波領域の微弱な信号を取り扱うときの、信号経路以外の回路を迂回する信号の漏洩を抑制し、高周波信号の信号／雑音比の向上と、上述した直流バイアス電圧の安定性の向上とを図

った、本発明に係る高周波素子の他の実施の形態について説明する。

5 信号の漏洩を抑制する高周波素子としては、直流バイアス電圧を高周波信号線路の一部に印加して動作される高周波信号素子を有し、高周波信号線路のインピーダンスと、直流バイアス電圧を供給する直流給電配線のインピーダンスとの間をインピーダンス不整合にする。

10 また、信号の漏洩を抑制する高周波素子としては、直流バイアス電圧を高周波信号線路の一部に印加して動作される高周波信号素子と、高周波信号素子を駆動するための直流電圧供給手段とを有し、高周波信号線路に接続される他の配線のインピーダンスを、高周波信号線路のインピーダンスに対して不整合にする。

15 信号の漏洩を抑制する高周波素子の具体例としては、1つあるいは複数の高周波ブロック（例えば並列振動子）に、直流バイアス電圧を給電する場合に、高周波回路ブロックを適切に分割し、その間を、高周波回路ブロック内のRF信号線の一部をなす直流給電部からみたRF信号線路のインピーダンスとは異なるインピーダンスで接続する。このような接続方法を用いて直流給電配線を形成すると、高周波回路ブロック内で直流バイアス電圧と高周波信号が混在して印加されている信号線路から、直流給電回路を通じてブロック外への漏洩を最小限に抑制することができる。最良の接続方法は、ローパスフィルタを通じて直流給電配線を接続することであるが、抵抗の差異のみであっても十分な効果を得ることができる。特にMEMS（微小電気機械系）静電駆動型（ビーム型）振動子群を用いて高周波素子を構成する場合は、MEMS振動子の直流でのインピーダンスは極めて大きく、直流給電線路には極めて微小な直流電流しか流れないために、かなり大きな抵抗、例えば数MΩの抵抗を振動子群と直流給電配線の間に入

20

25

しても、抵抗による電圧の降下が起こらず、従って、効果的なインピーダンス不整合を実現できる。

本実施の形態は、このようなインピーダンス不整合によって漏洩を抑制できるようにした高周波素子に、さらに振動子への直流
5 バイアス電圧の安定した供給を可能にしている。

図 16 は、本発明に係る高周波素子を 1 段構成のラダー型フィルタに適用した第 2 実施形態の等価回路である。

本実施の形態のラダー型フィルタ 31 は、高周波信号線路 32
をマイクロストリップ線路で構成し、その信号線路 33 の入力端
10 子 T_{in} 及び T_{out} 間に直列に並列化された複数の振動子（振動子群）で構成された振動子 35 が接続され、この直列振動子 35 の出力側とグランド線路 34 間に同様に並列化された複数の振動子（振動子群）で構成されたシャント振動子 36 が接続される。
この直列振動子 35 及びシャント振動子 36 は、直流バイアス電
15 圧の供給によって動作するように構成される。このため、直流電圧供給手段、例えば直流電源回路 37 と直流給電線路 38 を有した直流給電回路が設けられ、直流電源回路 37 から直流給電回路、すなわち直流給電配線 38 を通じて直列振動子 35 及びシャント振動子 36 の後述する信号線路 33 の一部となる駆動部分に接続
20 される。直流電源回路 37 としては、例えば交流から定電圧・直流に変換して供給する回路構成、あるいは直流から電圧変換された定電圧・直流電圧に変換して供給する回路構成とすることができる。

そして、この直列振動子 35 及びシャント振動子 36 における
25 信号線路 33 の直流給電端子側から見たインピーダンスと直流給電配線 38 のインピーダンスとの間にインピーダンスの不整合が存するよう構成される。すなわち、直列振動子 35 及びシャント振動子 36 における信号線路 33 と、直流給電配線 38 との間に

インピーダンス不整合を形成するための素子を接続する。この素子としては、本例では抵抗素子 R_1 , R_2 が用いられている。本例では、直列振動子 35 のビームと直流給電配線 38 との間に抵抗素子 R_1 が接続され、シャント振動子 36 のビームと直流給電配線 38 との間に抵抗素子 R_2 が接続される。さらに、この直流給電配線 38 と直流電源回路 37 に接続された直流電源入力パッド 22 との間に抵抗 R_a と容量 C_a からなる直流電圧安定化回路 10 が接続される。この場合、抵抗 R_a を省略して、抵抗 R_1 、 R_2 兼用して抵抗 R_1 , R_2 と容量 C_a で直流電圧安定化回路 10 を形成することも可能である。

直列振動子 35 及びシャント振動子 36 としては、MEMS 静電駆動型振動子で形成される。この MEMS 静電駆動型振動子は、前述の図 1 及び図 2 と同様の構成、すなわち回路系を除いた振動子そのものの構造を採る。

図 16 における直列振動子 35 は、この個別の MEMS 静電駆動型振動子 2 を複数、例えば 40 個並列化して構成される。シャント振動子 36 は、複数、例えば 160 個の MEMS 静電駆動型振動子 2 を並列化して構成される。直列振動子 35 の合成インピーダンス Z_s は、例えば直列抵抗 $R_x = 5 \text{ k}\Omega$ 、接地 $C_0 = 1 \times 10^{-13} \text{ F}$ からなる。シャント振動子 36 の合成インピーダンス Z_p は、例えば直列抵抗 $R_x = 1 \text{ k}\Omega$ 、接地容量 $C_0 = 8 \times 10^{-13} \text{ F}$ からなる。信号線路 33 の一部をなすビームと直流給電線路 38 間に接続される上記抵抗素子 R_1 , R_2 は、例えば多結晶シリコン膜による細線を用いて形成され、その抵抗値は、例えば R_1 , $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ とすることができる。図 16 に示された信号線路 33 の特性インピーダンスは、シャント振動子 36 の合成インピーダンス Z_p と同じに設計される。

第 2 実施の形態の 1 段ラダー型高周波フィルタ 31 は、直列振

動子 3 5 及びシャント振動子 3 6 からなる高周波回路ブロックと、直流電源回路 3 7 と、直流電圧安定化回路 1 0 及び直流給電配線 3 8 を含む直流給電ブロックを同一の半導体チップ上に形成して構成される。

- 5 図 1 7 ～図 2 0 は、図 1 6 の等価回路で表される 1 段構成のラダー型フィルタ 3 1 のフィルタ特性を示す。すなわちシリコン半導体プロセスにより作製され MEMS 静電駆動型振動子群を用いて構成されたラダー型フィルタ 3 1 を、アドバンテック社製ネットワーク・アナライザ 3 7 6 7 G を用いて測定した透過特性値 S
- 10 2 1 (S パラメータ) の周波数依存性を示す。直列振動子 (振動子群) 3 5 及びシャント振動子 (振動子群) 3 6 には、共通電源を用い直流 - 1.5 V を印加した。直列振動子 (振動子群) 3 5 の共振周波数は 9.8 MHz、シャント振動子 (振動子群) 3 6 の中心周波数は、直列振動子のそれより 2 MHz、3 MHz、6 MHz
- 15 z 低い、9.6 MHz、9.5 MHz、9.2 MHz にそれぞれ設定して測定した。

- 図 1 7 はシャント周波数依存性を示したフィルタ特性 (図 1 8 ～図 2 0 で示す各シャント周波数が異なる曲線を重ねたもの) である。図 1 8、図 1 9、図 2 0 はそれぞれシャント振動子 3 6 の
- 20 中心周波数を 9.6 MHz、9.5 MHz、9.2 MHz にしたときの図 1 7 の要部 A に対応した拡大周波数特性を示す。図 1 7 から明らかなように、いずれのシャント周波数の場合も、ゴースト (雑音) のない略同じ曲線を呈し、特に共振、反共振のピーク部分では同じ曲線であり、雑音のない予想通りの周波数特性を示している。
- 25 シャント振動子 3 6 の効果が不明瞭にしか観測できないのは、ネットワーク・アナライザの入力インピーダンスが 50 Ω であるためである。

第 2 実施形態の 1 段構成のラダー型フィルタ 3 1 によれば、M

EMS 静電駆動型振動子で形成された直列振動子 3 5 及びシャント振動子 3 6 の、信号線路 3 3 の一部をなすビームと直流給電配線 3 8 との間にインピーダンス不整合とする抵抗素子 R 1 , R 2 を接続することにより、直流給電配線 3 8 を通じての高周波信号の迂回が抑制され、フィルタリングされた高周波信号の信号／雑音比を向上することができる。また、複数の独立電源を必要としないので、電源に係わるコストを低減することができる。

加えて、直列振動子 3 5 とシャント振動子 3 6 に直流電圧安定化回路 1 0 を通じて直流バイアス電圧を印加するので、フィルタリングされた高周波信号の時間変動を抑圧することができる。また、サージ電圧による直列振動子 3 5 、シャント振動子 3 6 への損害を最小限度に抑えることができる。

図 2 1 は、本発明に係る高周波素子を 2 段構成のラダー型フィルタに適用した第 3 実施の形態の等価回路である。

第 3 実施の形態のラダー型フィルタ 6 1 は、前述と同様にマイクロストリップ線路で構成された高周波信号線路 3 2 に、それぞれ並列化された複数の振動子（振動子群）で構成された直列振動子 6 5 1、6 5 2 と、それぞれ並列化された複数の振動子（振動子群）で構成されたシャント振動子 6 6 1、6 6 2 とからなる、ラダー型フィルタが 2 段に接続されてなる。すなわち、その信号線路 3 3 の入力端子 T i n 及び出力端子 T o u t 間に直列振動子 6 5 1 が接続され、直列振動子 6 5 1 の出力側とグランド線路 3 4 間にシャント振動子 6 6 1 が接続された 1 段目のラダー型フィルタが設けられ、その後段に同じく信号線路 3 3 に直列振動子 6 5 2 が接続され、直列振動子 6 5 2 の出力側とグランド線路 3 4 間にシャント振動子 6 6 2 が接続された 2 段目のラダー型フィルタが設けられる。

各直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6

2 は、直流バイアス電圧の供給によって動作するように構成される。このため、前述と同様に直流電圧供給手段、例えば直流電源回路 3 7 と直流給電線路 3 8 を有した直流給電回路が設けられ、直流電源回路 3 7 から直流給電回路、すなわち直流給電配線 3 8
5 を通じて直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 の信号線路 3 3 の一部となるビームに接続される。

そして、この直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 における信号線路 3 3 のインピーダンスと直流給電配線 3 8 のインピーダンスとの間にインピーダンスの不整合が存
10 するよう構成される。すなわち、直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 における信号線路 3 3 と、直流給電配線 3 8 との間にインピーダンス不整合を形成するための素子、例えば抵抗素子 R 3 ~ R 6 を接続する。さらに、この直流給電配線 3 8 と直流電源回路 3 7 に接続された直流電源入力パッド 2 2
15 との間に抵抗 R a と容量 C a からなる直流電圧安定化回路 1 0 が接続される。この場合、抵抗 R a を省略することも可能である。

直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 は、前述と同様に MEMS 静電駆動型振動子 2 で構成される。そして、1 段目の直列振動子 6 5 1 のビームと直流給電配線 3 8 と
20 との間に抵抗素子 R 3 が接続され、シャント振動子 6 6 1 のビームと直流給電配線 3 8 との間に抵抗素子 R 4 が接続される。また、2 段目の直列振動子 6 5 2 のビームと直流給電配線 3 8 との間に抵抗素子 R 5 が接続され、シャント振動子 6 6 2 のビームと直流給電配線 3 8 との間に抵抗素子 R 6 が接続される。

25 図 2 1 における直列振動子 6 6 1、6 6 2 は、個別の MEMS 静電駆動型振動子 2 を複数、例えば 4 0 個並列化して構成される。シャント振動子 6 6 1、6 6 2 は、複数、例えば 1 6 0 個の MEMS 静電駆動型振動子 2 を並列化して構成される。直列振動子 6

5 1、6 5 2 のインピーダンス Z_s は、例えば直列抵抗 $R_x = 5 \text{ k}\Omega$ 、接地容量 $C_0 = 1 \times 10^{-13} \text{ F}$ からなる。シャント振動子 6 6 1、6 6 2 のインピーダンス Z_p は、例えば直列抵抗 $R_x = 1 \text{ k}\Omega$ 、接地容量 $C_0 = 8 \times 10^{-13} \text{ F}$ からなる。抵抗素子 R_3 、
 5 R_4 、 R_5 、 R_6 は、例えば多結晶シリコン膜による細線を用いて形成され、その抵抗値は、例えば R_3 、 R_4 、 R_5 、 $R_6 = 1 \text{ M}\Omega$ とすることができる。図 2 1 に示された信号線路 3 3 の特性インピーダンスは、シャント振動子 6 6 1、6 6 2 のインピーダンス Z_p と同じに設計される。

10 第 3 実施の形態の高周波フィルタ 6 1 は、直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 からなる高周波回路ブロックと、直流電源回路 3 7 と、直流電圧安定化回路 1 0 及び直流給電配線 3 8 を含む直流給電ブロックを同一の半導体チップ上に形成して構成される。

15 図 2 2 は、図 2 1 の等価回路で表される 2 段構成のラダー型フィルタ 6 1 のフィルタ特性を示す。すなわちシリコン半導体プロセスにより作製された MEMS ビーム型振動子群を用いて構成されたラダー型フィルタ 6 1 を、アドバンテック社製ネットワーク・アナライザ 3 7 6 7 G を用いて測定した透過特性値 S_{21} (S
 20 パラメータ) の周波数依存性を示す。直列振動子 (振動子群) 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 (振動子群) 6 6 1、6 6 2 には、共通電源を用い直流 -1.5 V を印加した。直列振動子 (振動子群) 6 5 1、6 5 2 の共振周波数は 98 MHz 、シャント振動子 (振動子群) 6 6 1、6 6 2 の中心周波数は、直列振動子のそれより 4 MHz 低い、 94 MHz にそれぞれ設定して測定した。
 25 この図 2 2 の特性曲線から明らかなように、雑音のない予想通りの周波数特性を示している。シャント振動子 6 6 1、6 6 2 の効果が不明瞭にしか観測できないのは、ネットワーク・アナライザ

の入力インピーダンスが $50\ \Omega$ であるためである。

第 3 実施形態の 2 段構成のラダー型フィルタ 6 1 によれば、M E M S 静電駆動型振動子で形成された直列振動子 6 5 1、6 5 2 及びシャント振動子 6 6 1、6 6 2 の、信号線路 3 3 の一部となる
5 梁と直流給電配線 3 8 との間にインピーダンス不整合とする抵抗素子 R 3、R 4、R 5、R 6 を接続することにより、直流給電配線 3 8 を通じての高周波信号の迂回が抑制され、フィルタリングされた高周波信号の信号／雑音比を向上することができる。また、複数の独立電源を必要としないので、電源に係わるコスト
10 を低減することができる。

加えて、直列振動子 6 5 1、6 5 2 とシャント振動子 6 6 1、6 6 2 に直流電圧安定化回路 1 0 を通じて直流バイアス電圧を印加するので、フィルタリングされた高周波信号の時間変動を抑圧
15 することができる。また、サージ電圧による直列振動子 6 5 1、6 5 2、シャント振動子 6 6 1、6 6 2 への損害を最小限度に抑えることができる。

図 2 3 は、本発明に係る高周波素子を高周波共振器に適用した第 4 実施の形態の等価回路である。第 4 実施の形態に係る高周波共振器 7 1 は、マイクロストリップ線路で構成された高周波信号
20 線路 7 2 の、信号線路 7 3 の入出力端子 T i n 及び T o u t 間に並列化された複数の振動子（振動子群）で構成された振動子 7 5 が接続され、この振動子 7 5 を動作させるための直流電源回路 7 7 からの直流給電配線 7 8 と振動子 7 5 の信号線路の一部となる梁との間に、実効的にインピーダンスを不整合にする素子、
25 本例ではローパスフィルタ 7 9 を接続して構成される。さらに、この直流給電配線 7 8 と直流電源回路 7 7 に接続された直流電源入力パッド 2 2 との間に抵抗 R a と容量 C a からなる直流電圧安定化回路 1 0 が接続される。振動子 7 5 としては、前述と同様に

図 1 及び図 2 の MEMS 駆動型振動子 2 で構成される。

図 2 3 における振動子 7 5 は、前述と同様に複数、例えば 5 0 個の MEMS ビーム型振動子 2 を並列化して構成される。振動子 7 5 の合成インピーダンス Z_s は、直列抵抗 $R_x = 5 \text{ k}\Omega$ 、接地容量 $C_0 = 1 \times 10^{-13} \text{ F}$ からなる。高周波信号線路 7 2 の信号線路 7 3 の特性インピーダンスは、振動子 7 5 のインピーダンス Z_s と同じに設計される。C 1 は直流給電配線 7 8 の浮遊容量、あるいはローパス回路の一部をなす容量を示す。

図 2 4 は、図 2 3 の等価回路で表された高周波共振器 7 1 の共振特性を示す。すなわち、シリコン半導体プロセスにより作製された MEMS 静電駆動ビーム型振動子群を用いて構成された高周波共振器 7 1 を、アドバンテック社製ネットワーク・アナライザ 3 7 6 7 G を用いて測定した透過特性値 S_{21} (S パラメータ) の周波数依存性を示す。振動子群にはローパスフィルタ 7 9 が組み込まれた直流電源回路 7 7 を用い、直流 -20 V を印加した。信号線路 7 3 の一部となる振動子 7 5 のビームと、直流電源回路 7 7 側のローパスフィルタ 7 9 とはワイヤー・ボンド法により Au 細線で接続した。図 2 4 から明らかなように、雑音のない、9 8 MHz 付近にピークを持つ共振曲線が観測できる。

なお、図 2 3 の例では、実効的にインピーダンスを不整合にするための素子として、ローパスフィルタ 7 9 を用いたが、その他、RC 回路、抵抗素子などを用いることもできる。

第 4 実施形態の高周波共振器 7 1 によれば、MEMS 静電駆動型振動子で形成された振動子 7 5 の、信号線路 7 3 の一部となるビームと直流給電配線 7 8 との間にローパスフィルタ 7 9 を接続することにより、直流給電配線 7 8 を通じての高周波信号の不要反射が抑制され、共振周波数の高周波信号の信号／雑音比を向上することができる。

加えて、振動子 75 に直流電圧安定化回路 10 を通じて直流バイアス電圧を印加するので、共振された高周波信号の時間変動を抑圧することができる。また、サージ電圧による振動子 75 への損害を最小限度に抑えることができる。

5 上例では、本発明を複数の MEMS 静電駆動型振動子を電気的な結合で構成したラダー型フィルタあるいは共振器に適用したが、その他、複数の MEMS ビーム型振動子を機械的な結合で構成した複合静電駆動振動子型フィルタ（図 8、図 9 参照）に適用することができる。この場合、複合振動子型フィルタを構成する振動子
10 あるいは振動子群への直流バイアス電圧を高周波信号線路のインピーダンスとは不整合な状態で供給するようになる。これによって、上述と同様に、フィルタリングされた高周波信号の信号／雑音比を向上することができ、また、複数の独立電源を必要としないので、電源に係わるコストを低減することができる。

15 本発明の第 5 実施の形態は、複合振動子を複数個並列に設置し、高周波信号を並列的にフィルタリングするように構成することができる。そして、かかる複合振動子型フィルタを構成する振動子あるいは振動子群への直流バイアス電圧を、高周波信号線のインピーダンスとは不整合な状態で供給し、さらに振動子に直流電圧
20 安定化回路 10 を介して直流バイアス電圧を供給するなど、前述と同様に構成する。

この第 5 実施の形態に係る高周波共振器においても、前述と同様の作用効果を奏する。

上述のラダー型フィルタ、複合振動子型フィルタ等の複合的な
25 振動子によるフィルタを構成する場合、隣り合う振動子（並列化された複数の振動子で構成された振動子（振動子群））間の配線の長さ、複数段のフィルタ間の配線の長さを、取り扱う高周波信号の波長に比較して十分に短くすることにより、高周波信号の遅延

に起因する信号歪を抑制することができる。

上例においては、本発明を高周波フィルタ、高周波共振器に適用したが、その他、静電駆動型MEMS素子を用いた高周波スイッチ、分配器等の受動素子、MEMS（微小機械システム）等に適用することができる。

上述した本発明の高周波素子は、これらを構成する高周波回路ブロックと、この高周波回路ブロックを動作されるための電源回路ブロックとを、同一のウェハチップ、すなわち1つの半導体チップ上に形成して構成することができる。または、本発明の高周波素子は、例えば高周波回路ブロックを形成した半導体チップと、上記電源回路ブロックを形成した半導体チップとを有して、両チップ間をワイヤーで接続して構成することができる。

また、インピーダンスを不整合にするための手段は、直流電源回路側に挿入してもよく、あるいは高周波信号素子側に挿入してよい。

上述した各実施の形態の静電駆動型振動子によるフィルタは、高周波（RF）フィルタ、中間周波（IF）フィルタ等として用いることができる。

本発明は、上述した実施の形態のフィルタを備えた通信装置、すなわち例えば携帯電話機、無線LAN機器、無線トランシーバ、テレビチューナ、ラジオチューナ等の、電磁波を利用して通信する通信装置を提供することができる。

次に、上述した本発明の実施の形態のフィルタを適用した通信装置の構成例を、図25を参照して説明する。

まず送信系の構成について説明すると、Iチャンネルの送信データとQチャンネルの送信データを、それぞれデジタル／アナログ変換器（DAC）201I及び201Qに供給してアナログ信号に変換する。変換された各チャンネルの信号は、バンド・パス・

フィルタ 202 I 及び 202 Q に供給して、送信信号の帯域以外の信号成分を除去し、バンド・パス・フィルタ 202 I 及び 202 Q の出力を、変調器 210 に供給する。

変調器 210 では、各チャンネルごとにバッファアンプ 211 I 及び 211 Q を介してミキサ 212 I 及び 212 Q に供給して、
5 送信用の PLL (phase-locked loop) 回路 203 から供給される送信周波数に対応した周波数信号を混合して変調し、両混合信号を加算器 214 で加算して 1 系統の送信信号とする。この場合、ミキサ 212 I に供給する周波数信号は、移相器 213 で信号位
10 相を 90° シフトさせてあり、I チャンネルの信号と Q チャンネルの信号とが直交変調されるようにしてある。

加算器 214 の出力は、バッファアンプ 215 を介して電力増幅器 204 に供給し、所定の送信電力となるように増幅する。電力増幅器 204 で増幅された信号は、送受信切換器 205 と高周波
15 波フィルタ 206 を介してアンテナ 207 に供給し、アンテナ 207 から無線送信させる。高周波フィルタ 206 は、この通信装置で送信及び受信する周波数帯域以外の信号成分を除去するバンド・パス・フィルタである。

受信系の構成としては、アンテナ 207 で受信した信号を、高周波
20 波フィルタ 206 及び送受信切換器 205 を介して高周波部 220 に供給する。高周波部 220 では、受信信号を低ノイズアンプ (LNA) 221 で増幅した後、バンド・パス・フィルタ 222 に供給して、受信周波数帯域以外の信号成分を除去し、除去された信号をバッファアンプ 223 を介してミキサ 224 に供給する。
25 る。そして、チャンネル選択用 PLL 回路 251 から供給される周波数信号を混合して、所定の送信チャンネルの信号を中間周波信号とし、その中間周波信号をバッファアンプ 225 を介して中間周波回路 230 に供給する。

中間周波回路 230 では、供給される中間周波信号をバッファ
アンプ 231 を介してバンド・パス・フィルタ 232 に供給して、
中間周波信号の帯域以外の信号成分を除去し、除去された信号を
自動ゲイン調整回路（AGC 回路）233 に供給して、ほぼ一定
5 のゲインの信号とする。自動ゲイン調整回路 233 でゲイン調整
された中間周波信号は、バッファアンプ 234 を介して復調器 2
40 に供給する。

復調器 240 では、供給される中間周波信号をバッファアンプ
241 を介してミキサ 242 I 及び 242 Q に供給して、中間周
10 波用 PLL 回路 252 から供給される周波数信号を混合して、受
信した I チャンネルの信号成分と Q チャンネルの信号成分を復調
する。この場合、I 信号用のミキサ 242 I には、移相器 243
で信号位相を 90° シフトさせた周波数信号を供給するようにし
てあり、直交変調された I チャンネルの信号成分と Q チャンネル
15 の信号成分を復調する。

復調された I チャンネルと Q チャンネルの信号は、それぞれバ
ッファアンプ 244 I 及び 244 Q を介してバンド・パス・フィ
ルタ 253 I 及び 253 Q に供給して、I チャンネル及び Q チャ
ンネルの信号以外の信号成分を除去し、除去された信号をアナロ
グ／デジタル変換器（ADC）254 I 及び 254 Q に供給して
20 サンプリングしてデジタルデータ化し、I チャンネルの受信デー
タ及び Q チャンネルの受信データを得る。

ここまで説明した構成において、各バンド・パス・フィルタ 2
02 I，202 Q，206，222，232，253 I，253
25 Q の一部又は全てとして、上述した実施の形態の構成のフィルタ
を適用して帯域制限することが可能である。

本実施の形態の通信装置によれば、フィルタを構成する静電駆
動型振動子に安定な直流バイアス電圧を供給することができるの

で、出力される高周波信号又は／及び中間周波信号の時間変動を抑制することができ、また、突発的に印加される高電圧パルス（サージ電圧）による振動子の破壊を防止することができ、信頼性の高い通信装置を提供することができる。

- 5 図 2 5 の例では、各フィルタをバンド・パス・フィルタとして構成したが、所定の周波数よりも下の周波数帯域だけを通過させるロー・パス・フィルタや、所定の周波数よりも上の周波数帯域だけを通過させるハイ・パス・フィルタとして構成して、それらのフィルタに上述した各実施の形態の構成のフィルタを適用して
- 10 もよい。また、図 2 5 の例では、無線送信及び無線受信を行う通信装置としたが、有線の伝送路を介して送信及び受信を行う通信装置が備えるフィルタに適用してもよく、さらに送信処理だけを行う通信装置や受信処理だけを行う通信装置が備えるフィルタに、
- 15 上述した実施の形態の構成のフィルタを適用してもよい。

15

20

25

請求の範囲

1. 直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子を有し、前記直流バイアス電圧を供給するパッドと前記振動子との間に、前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されていることを特徴とする高周波素子。
2. 前記高周波信号素子は、複数の静電駆動型の振動子に高周波信号を並列に通過させて信号処理を行う振動子群を回路要素として有していることを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波素子。
3. 前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路は、直流給電線路に直列に挿入された抵抗と、給電線と接地との間に挿入された容量とにより構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波素子。
4. 前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路は、前記高周波信号素子が形成された同じ基板上に設けられることを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波素子。
5. 前記高周波信号素子は、入力された高周波信号から所望の周波数帯域の信号を選別する機能を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波素子。
6. 前記高周波信号素子は、高周波信号の基準信号を発生する機能を有することを特徴とする請求の範囲第1項記載の高周波素子。
7. 直流バイアス電圧を印加して動作される静電駆動型の振動子を含む高周波信号素子の駆動に供される電源供給素子であって、直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されていることを特徴とする電源供給素子。
8. 送信信号及び／又は受信信号の帯域制限を行うフィルタを備えた通信装置において、前記フィルタとして、直流バイアス電圧

を印加して動作される静電駆動型振動子を有し、前記直流バイアス電圧を供給するパッドと前記振動子との間に、前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路が付加されてなるフィルタが用いられていることを特徴とする通信装置。

- 5 9. 前記フィルタは、複数の静電駆動型振動子に高周波信号または中間周波信号を並列に通過せて信号処理を行う振動子群を回路要素として有していることを特徴とする請求の範囲第8項記載の通信装置。

- 10 10. 前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路は、直流給電線路に直列に挿入された抵抗と、給電線と接地との間に挿入された容量とにより構成されることを特徴とする請求の範囲第8項記載の通信装置。

- 15 11. 前記直流バイアス電圧を安定化させる機能を有する回路は、前記フィルタが形成された同じ基板上に設けられることを特徴とする請求の範囲第8項記載の通信装置。

FIG. 1A

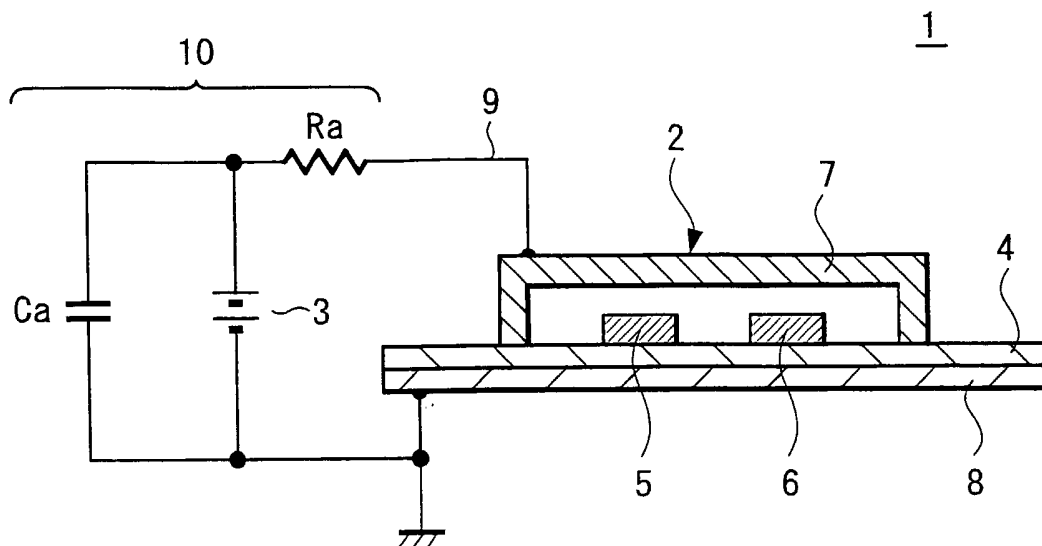


FIG. 1B

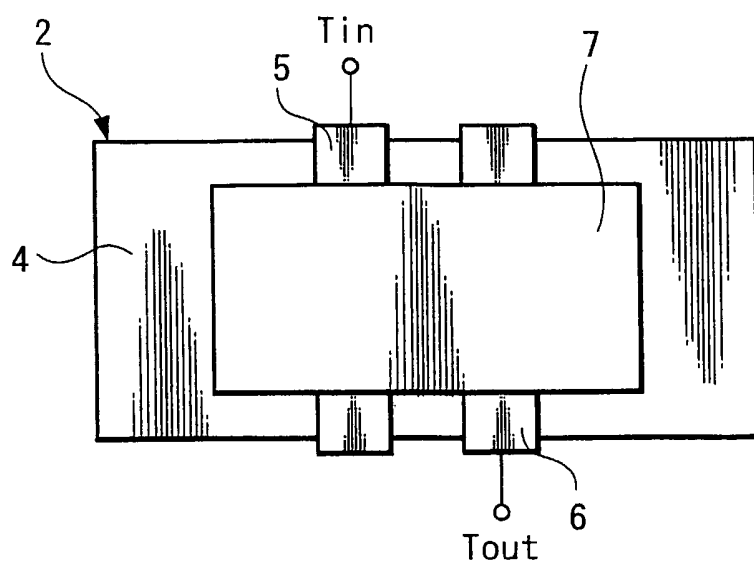


FIG. 2

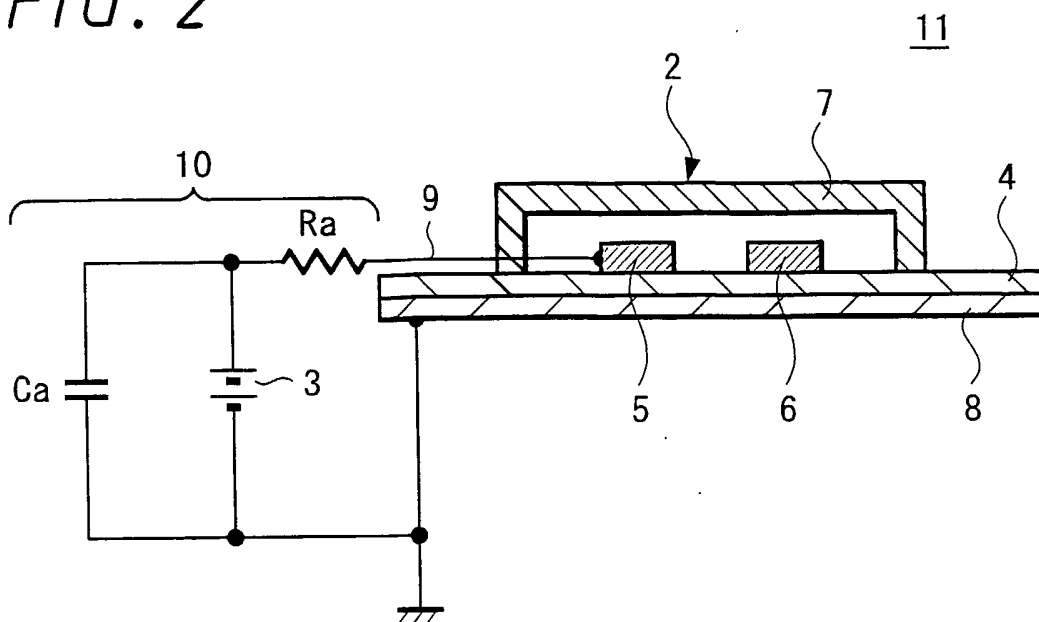


FIG. 3

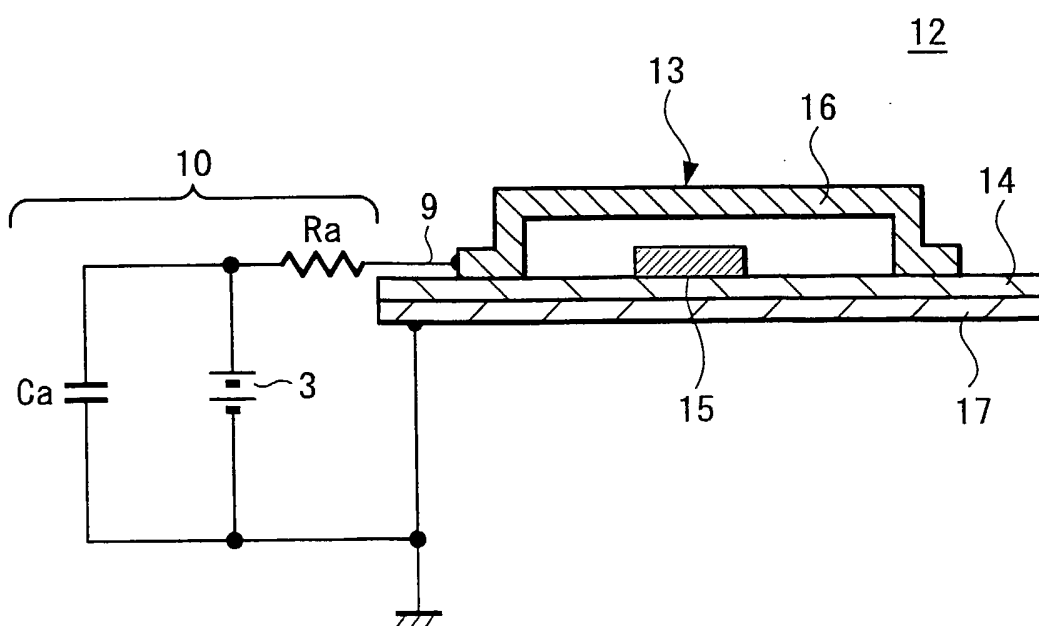


FIG. 4

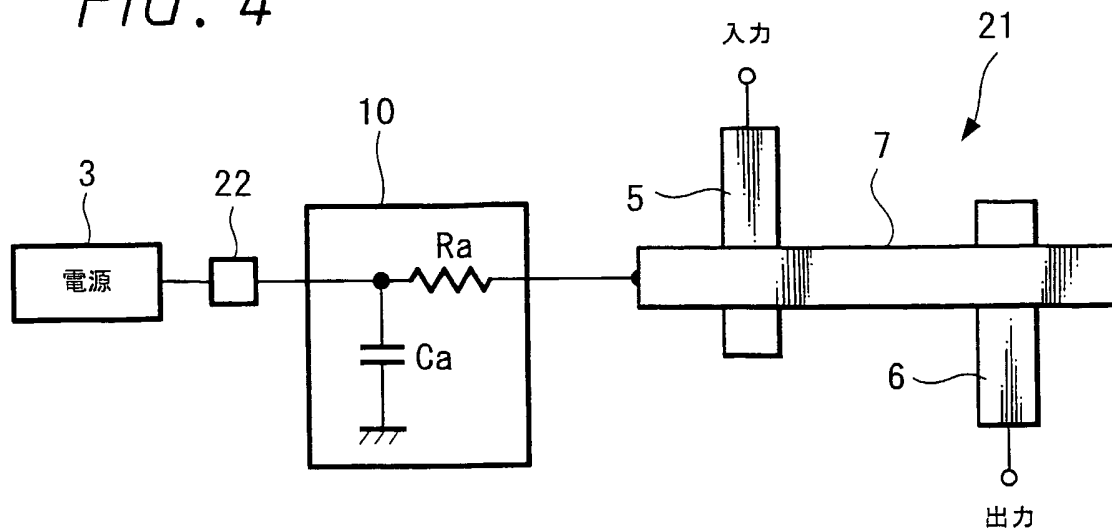


FIG. 5

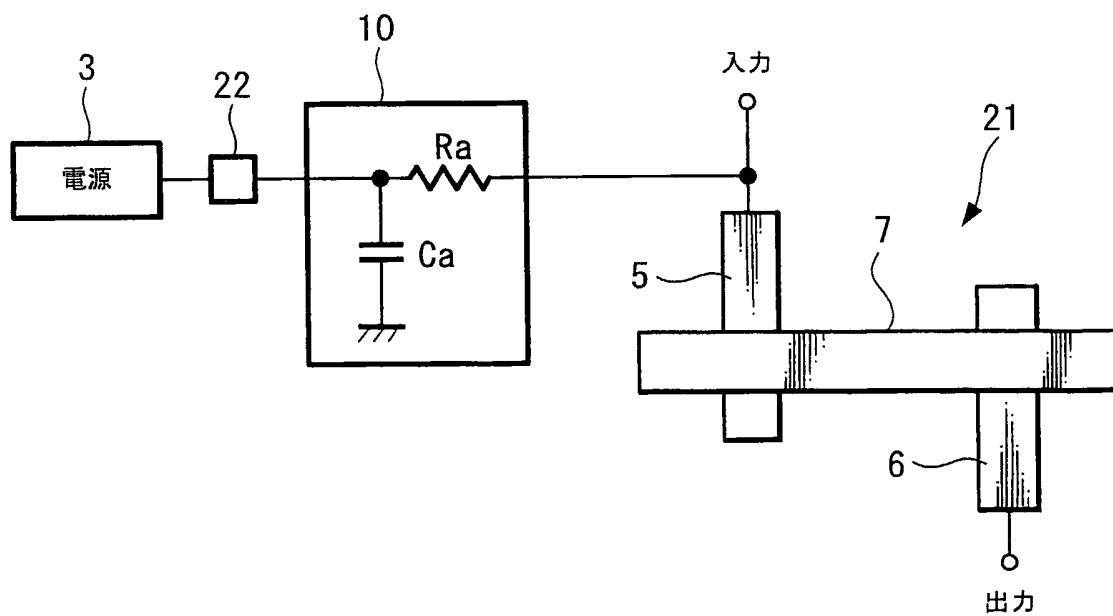


FIG. 6

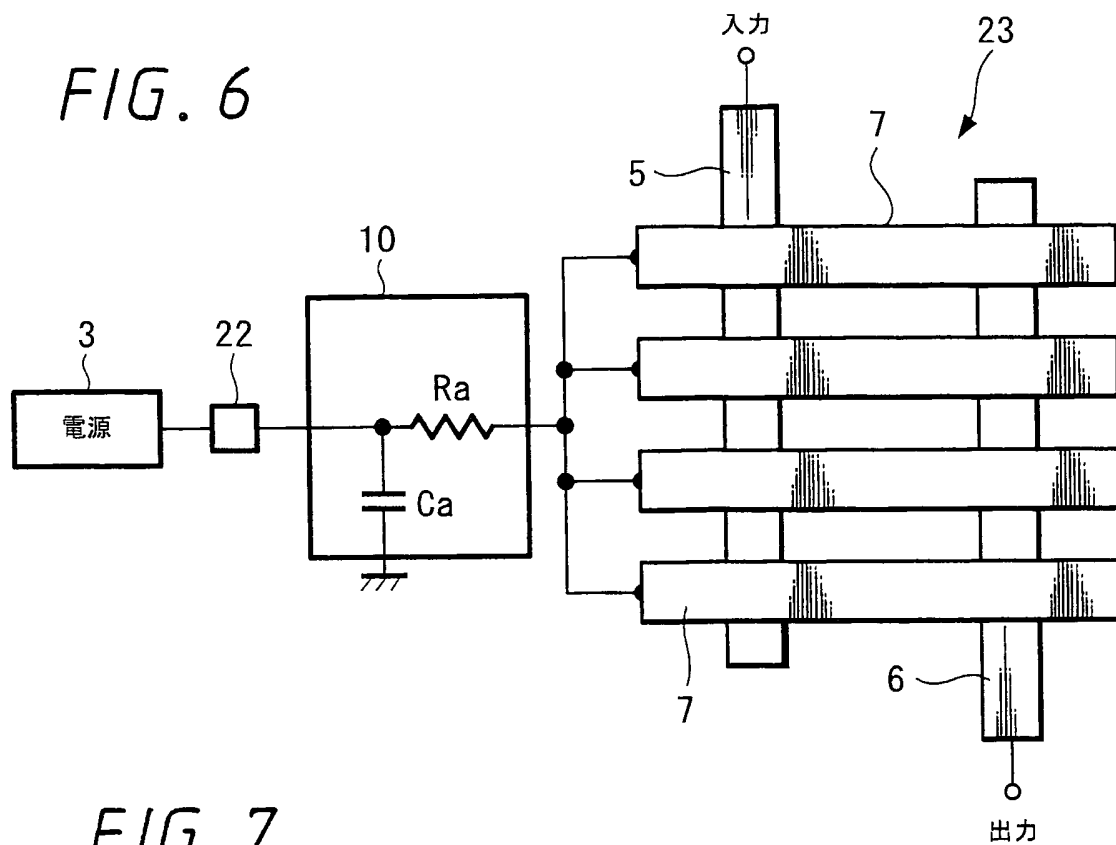


FIG. 7

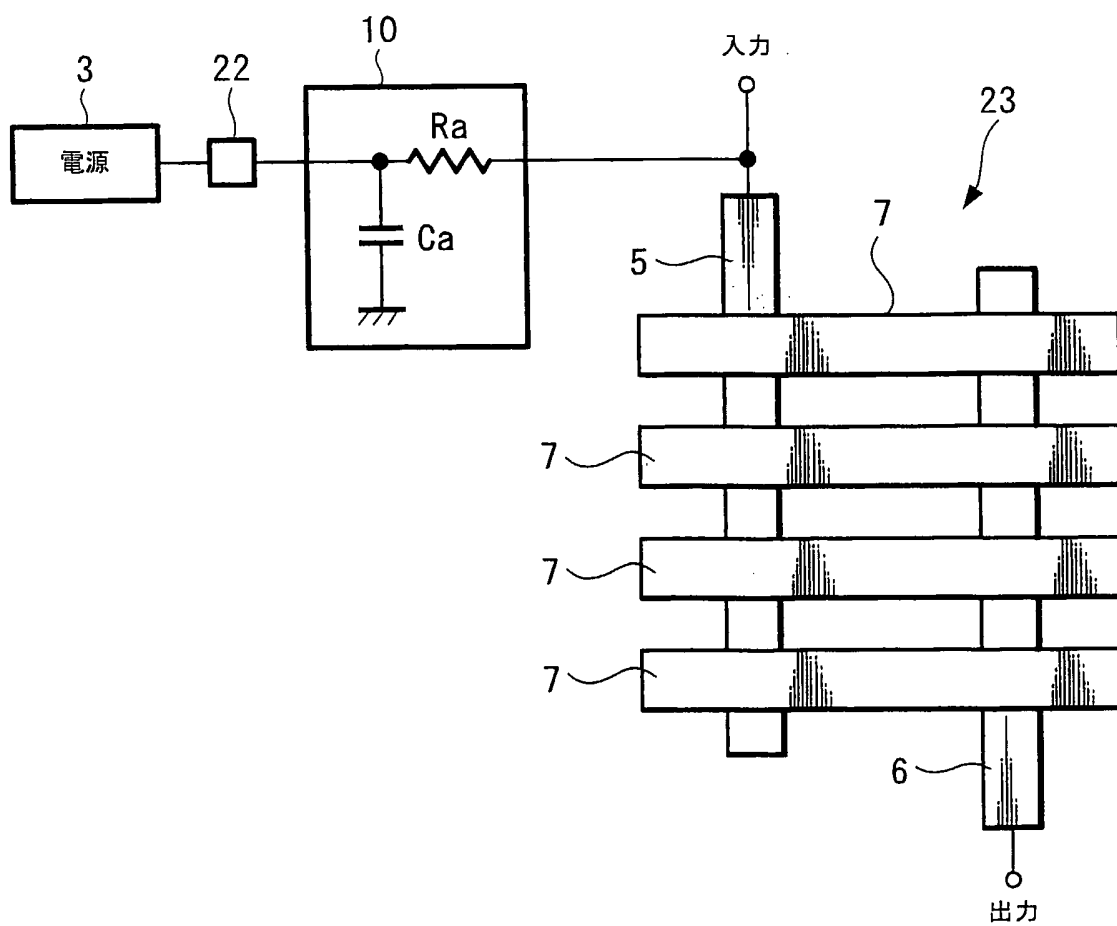


FIG. 8A

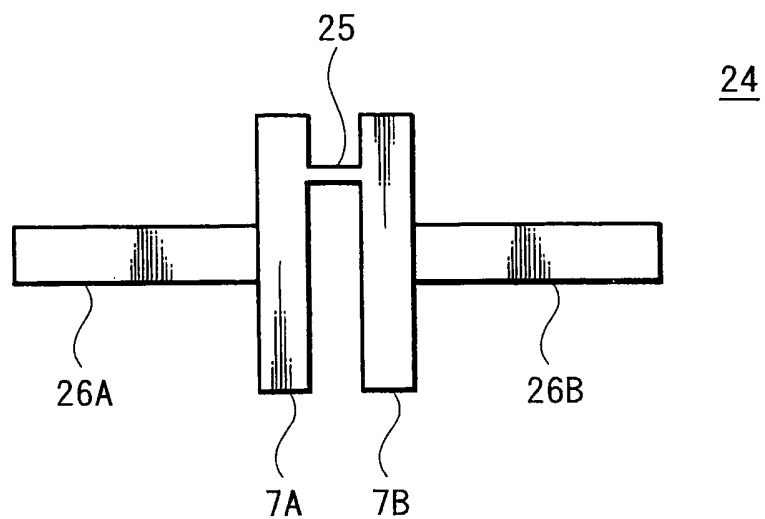


FIG. 8B

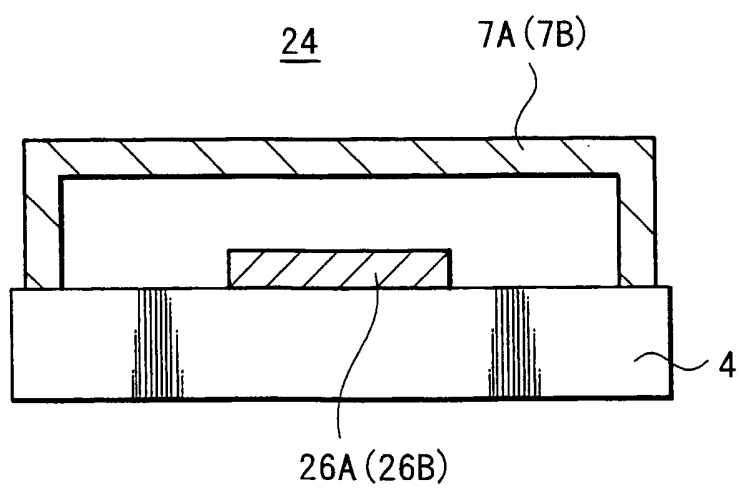


FIG. 9

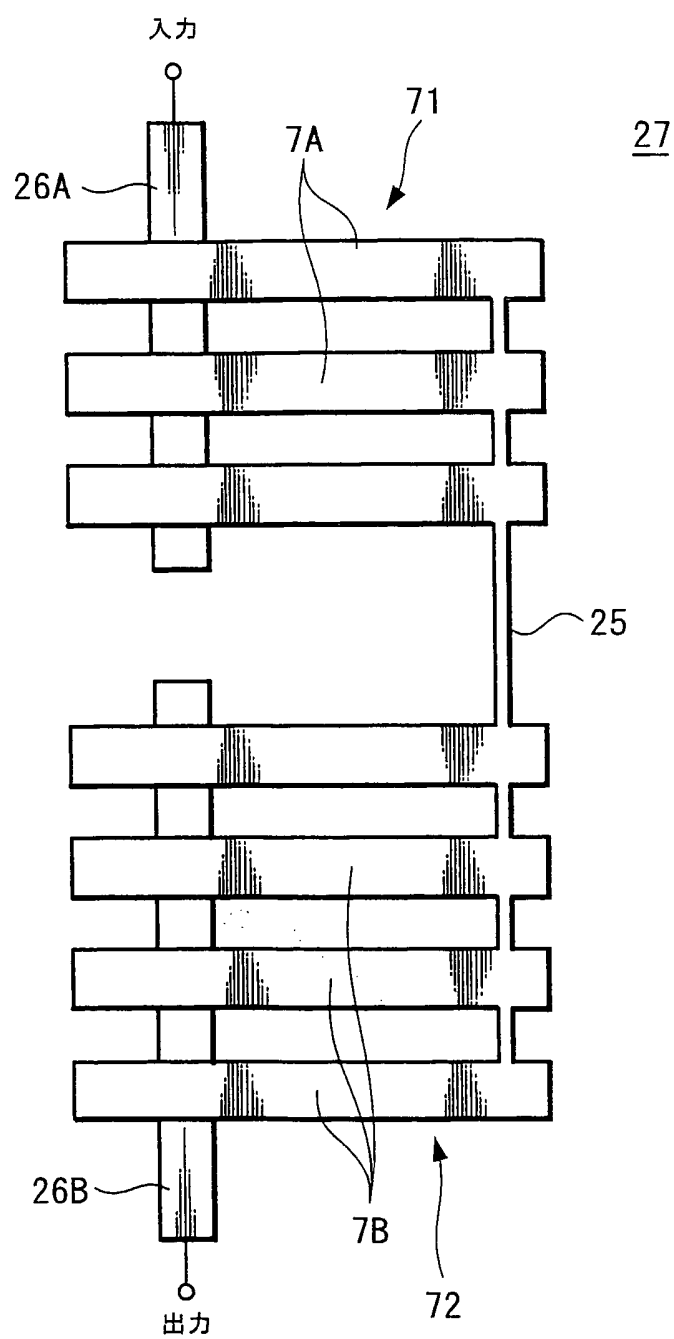


FIG. 10

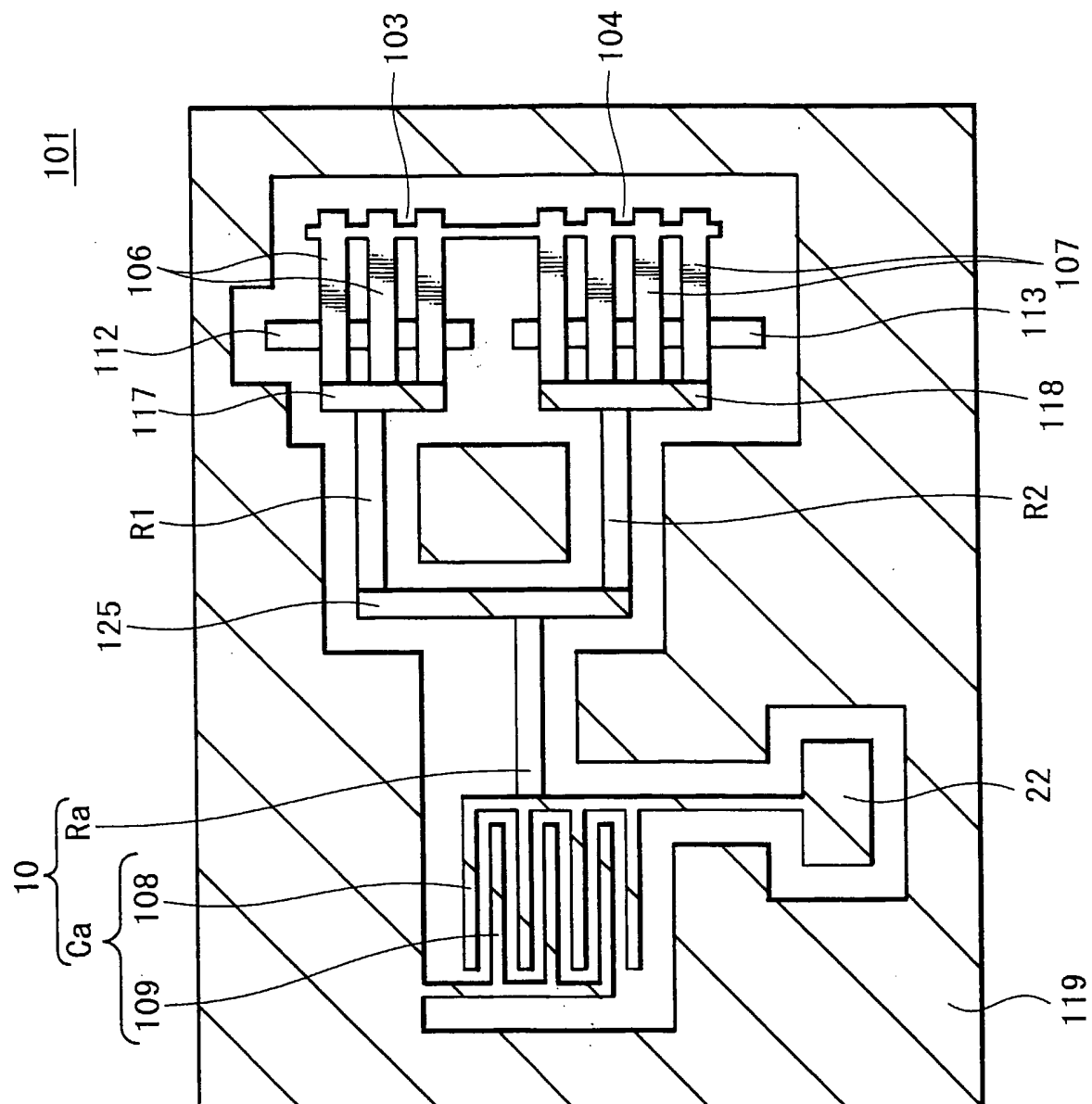


FIG. 11

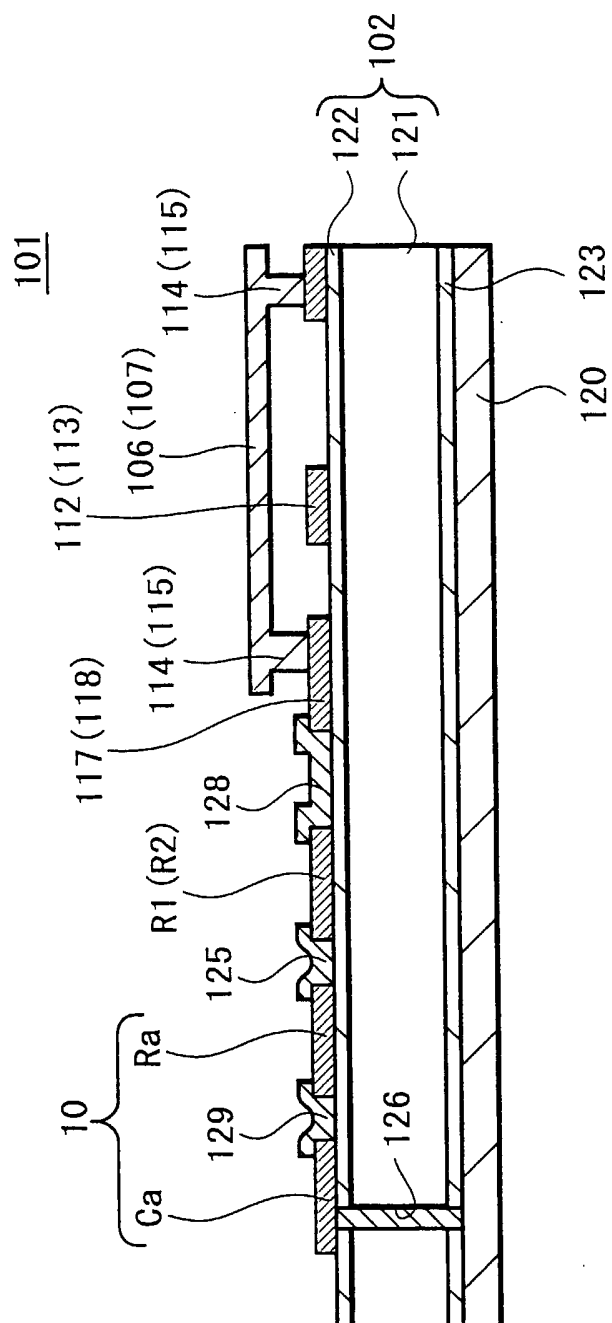


FIG. 12A

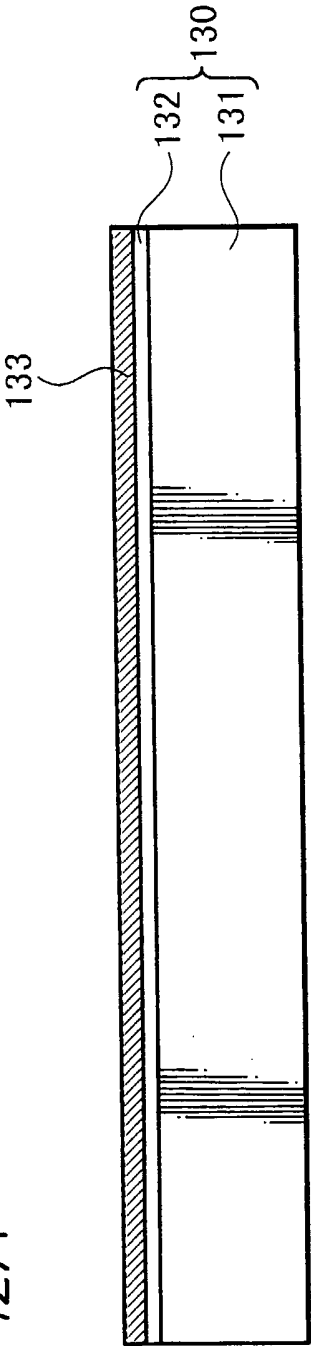
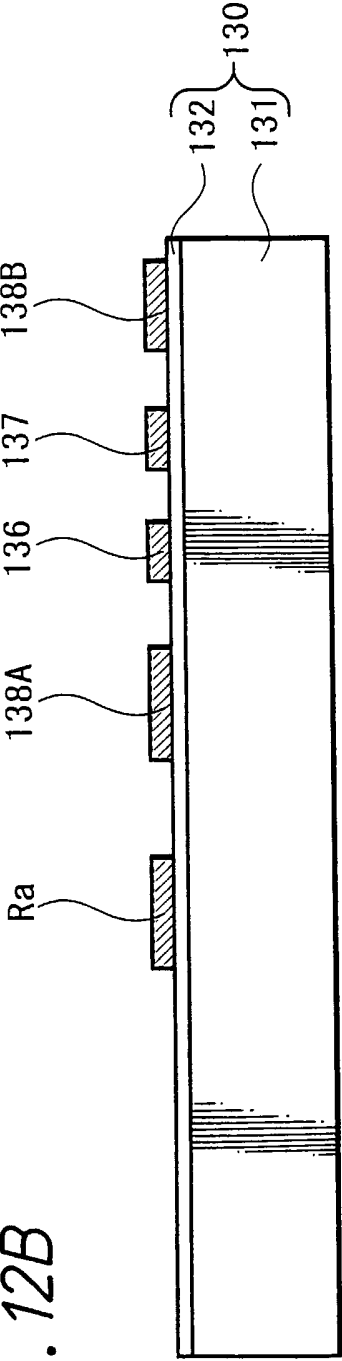


FIG. 12B



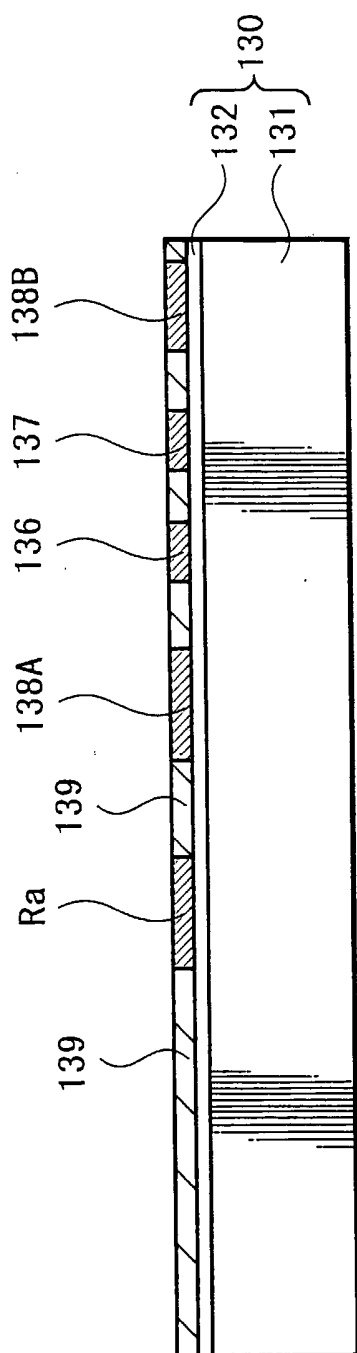


FIG. 13A

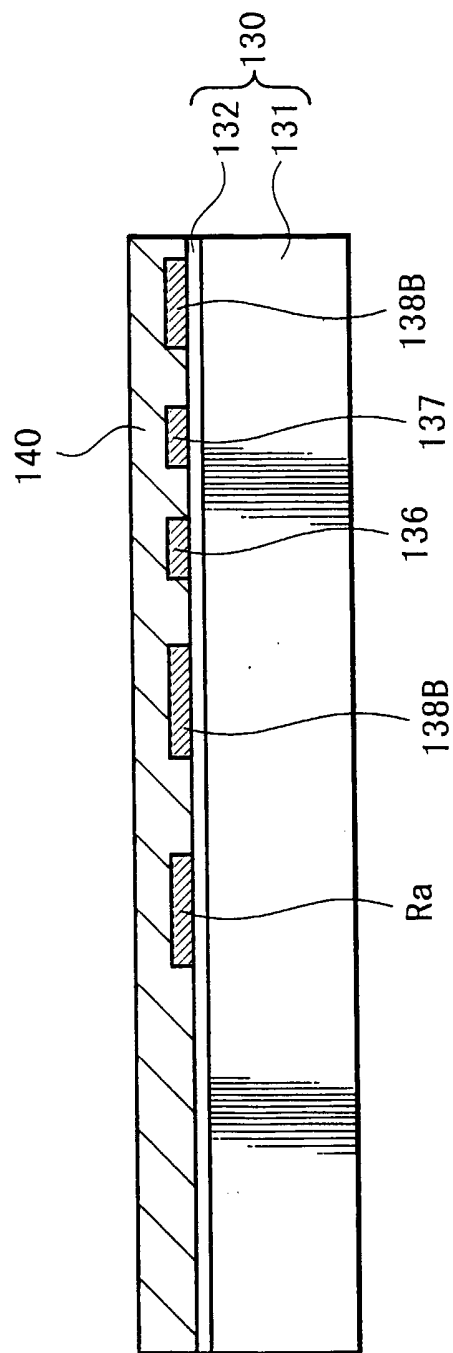


FIG. 13B

FIG. 14A

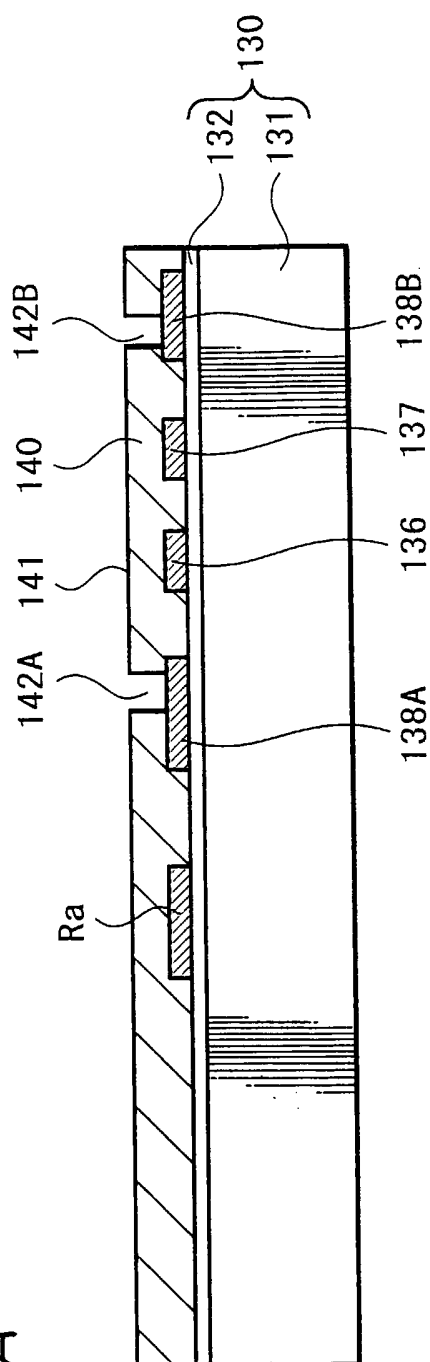


FIG. 14B

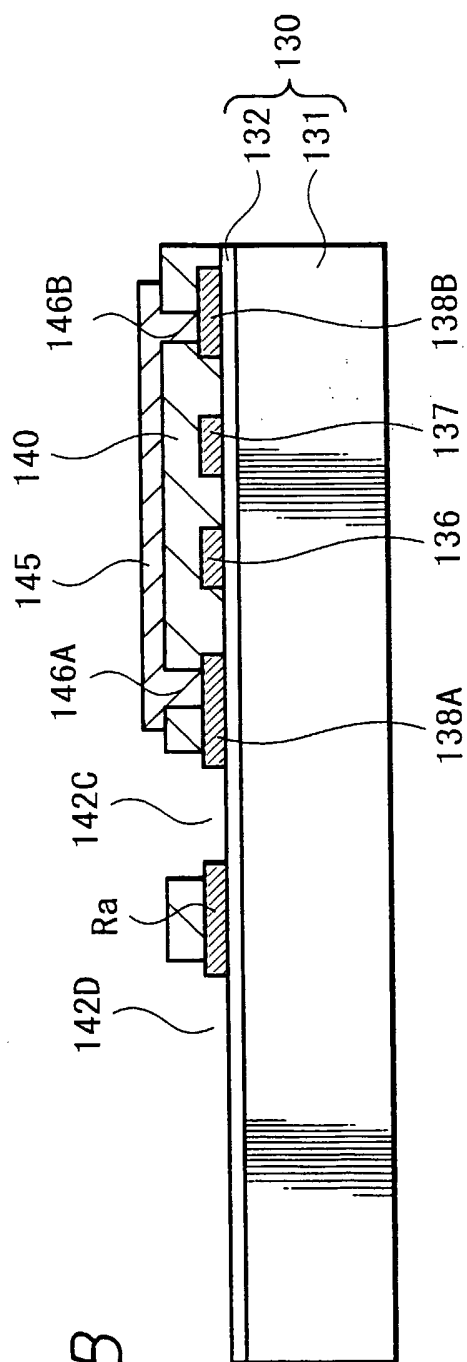


FIG. 16

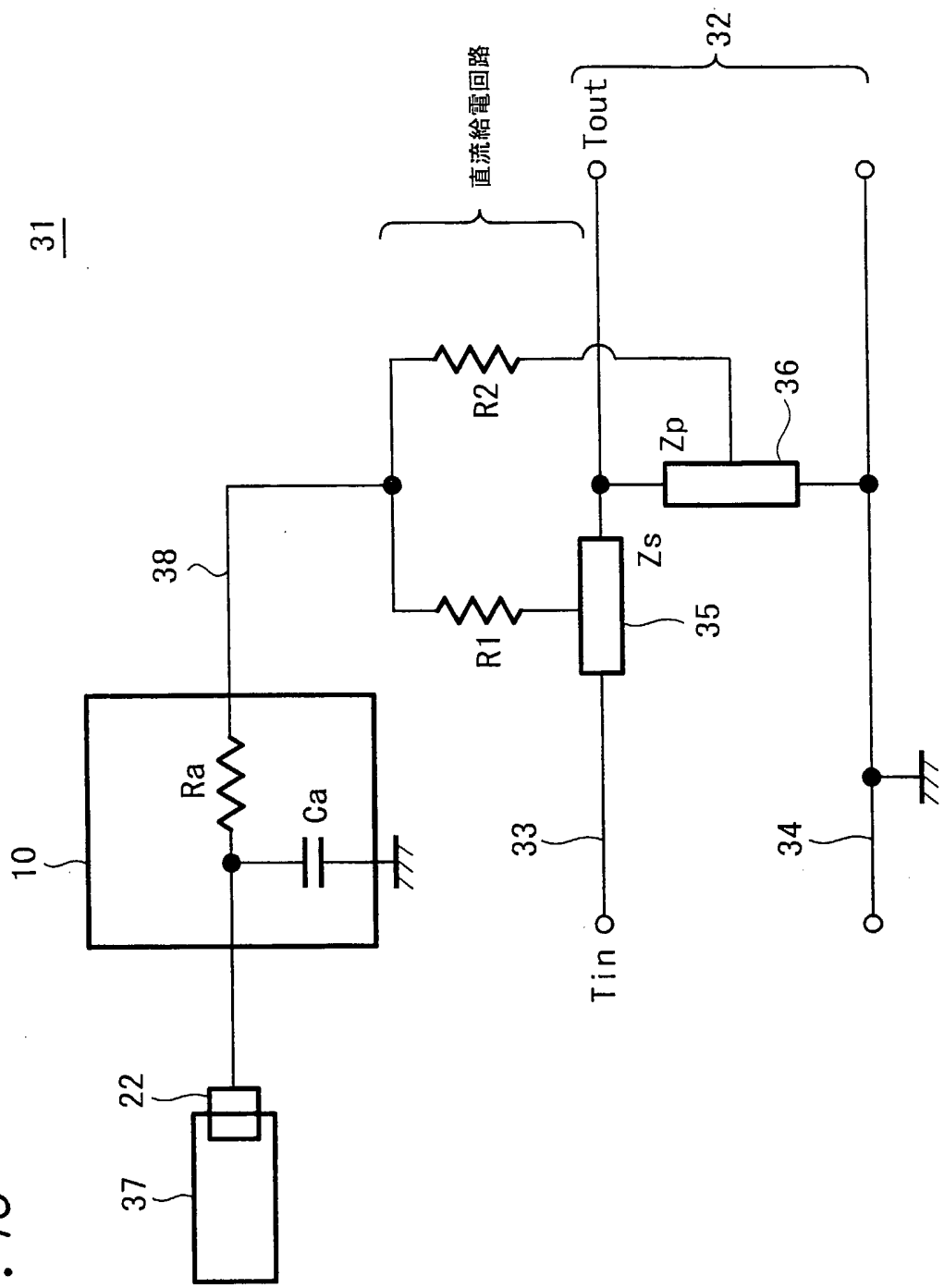


FIG. 17

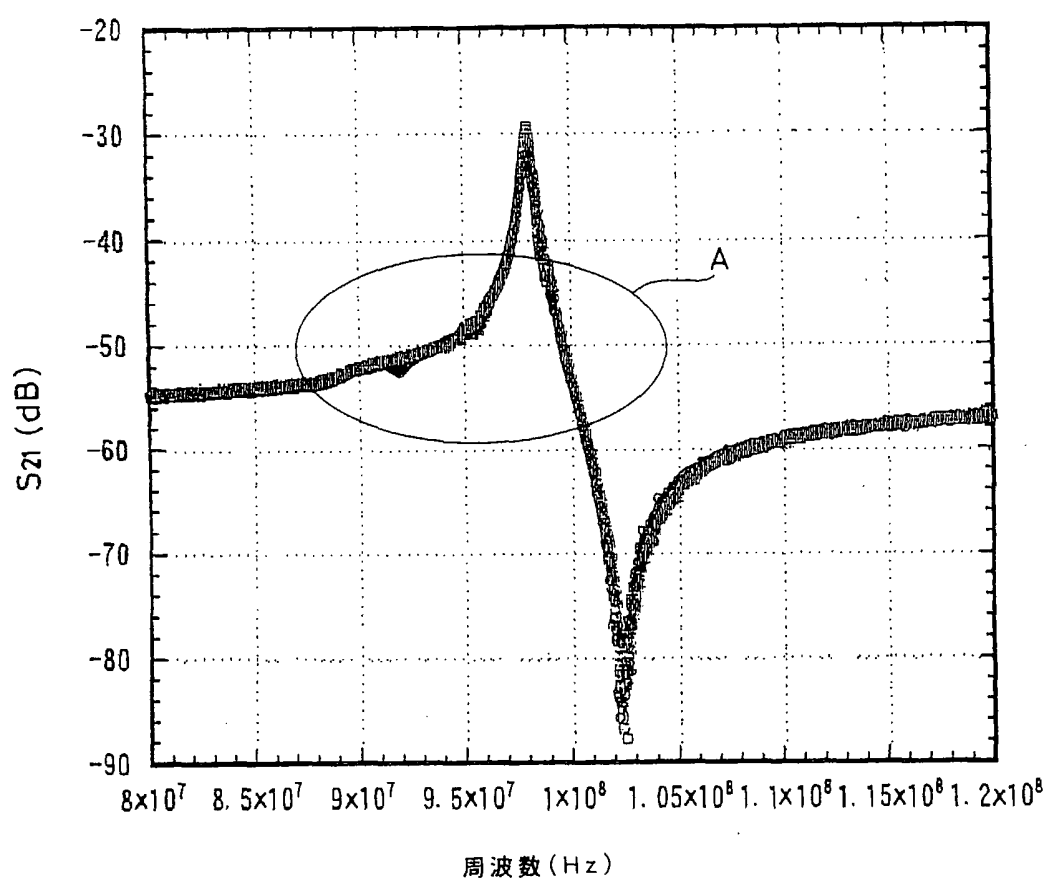


FIG. 18

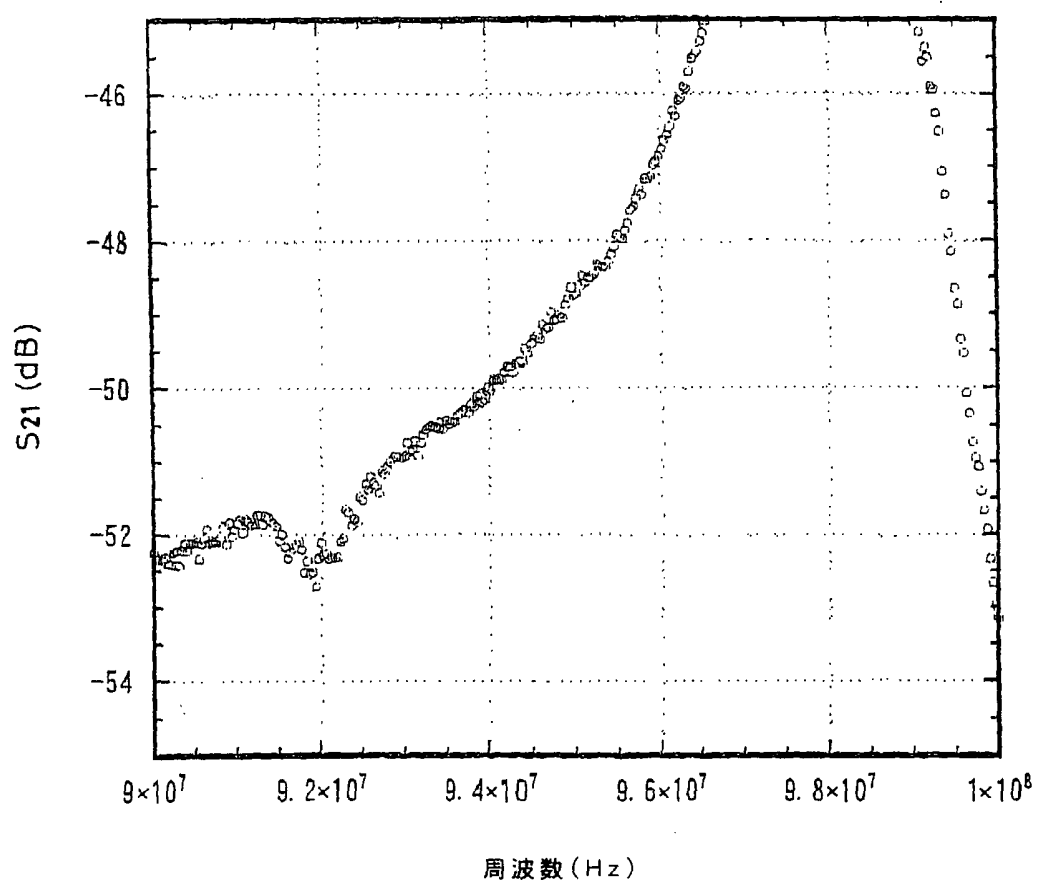


FIG. 19

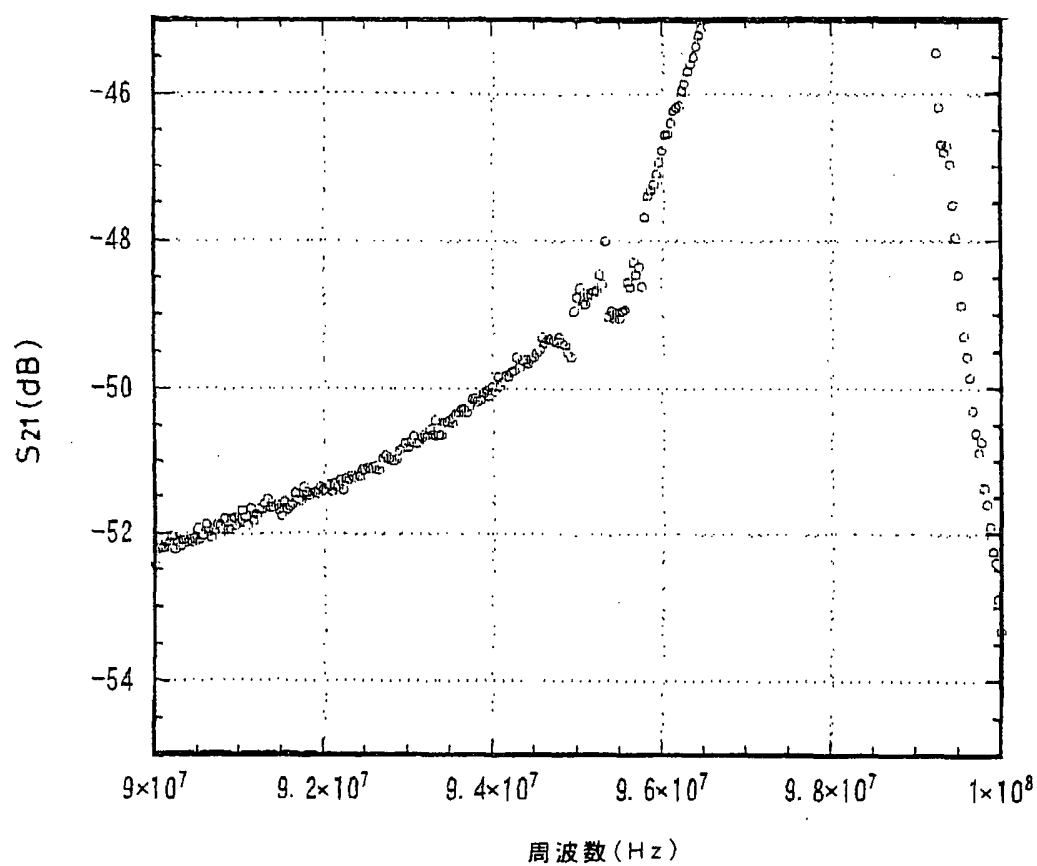


FIG. 20

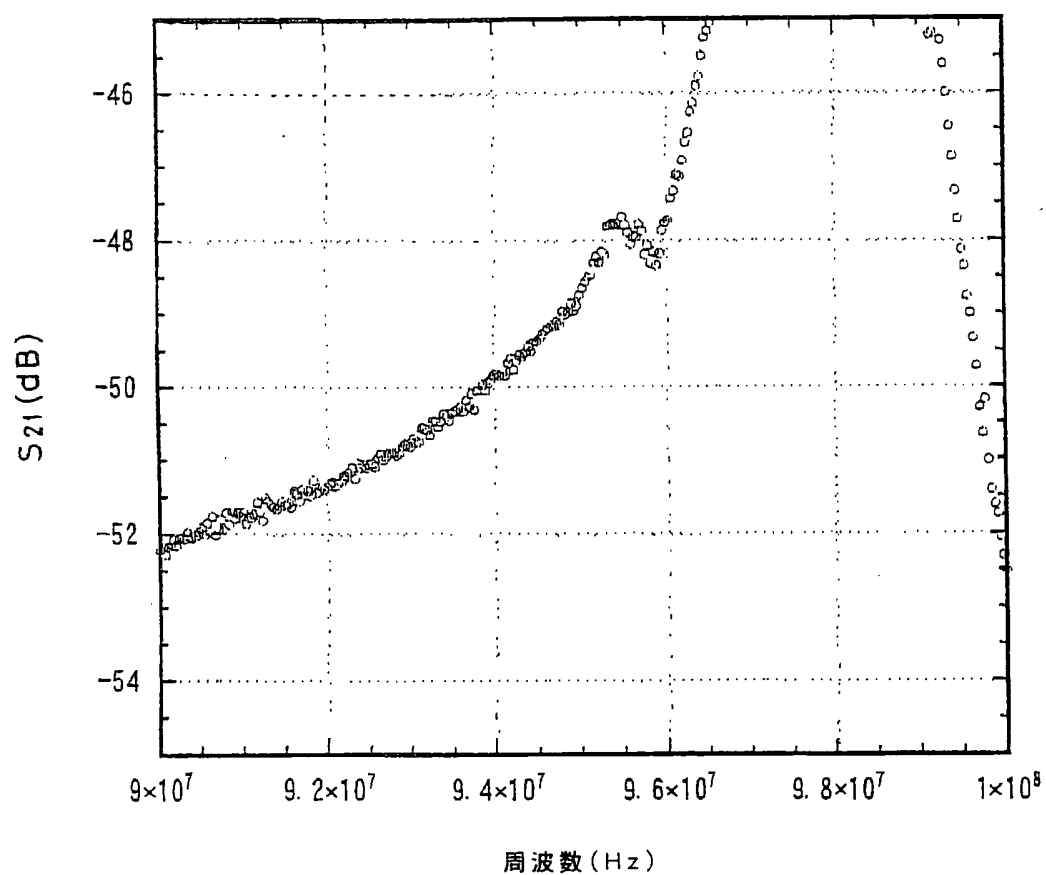


FIG. 21

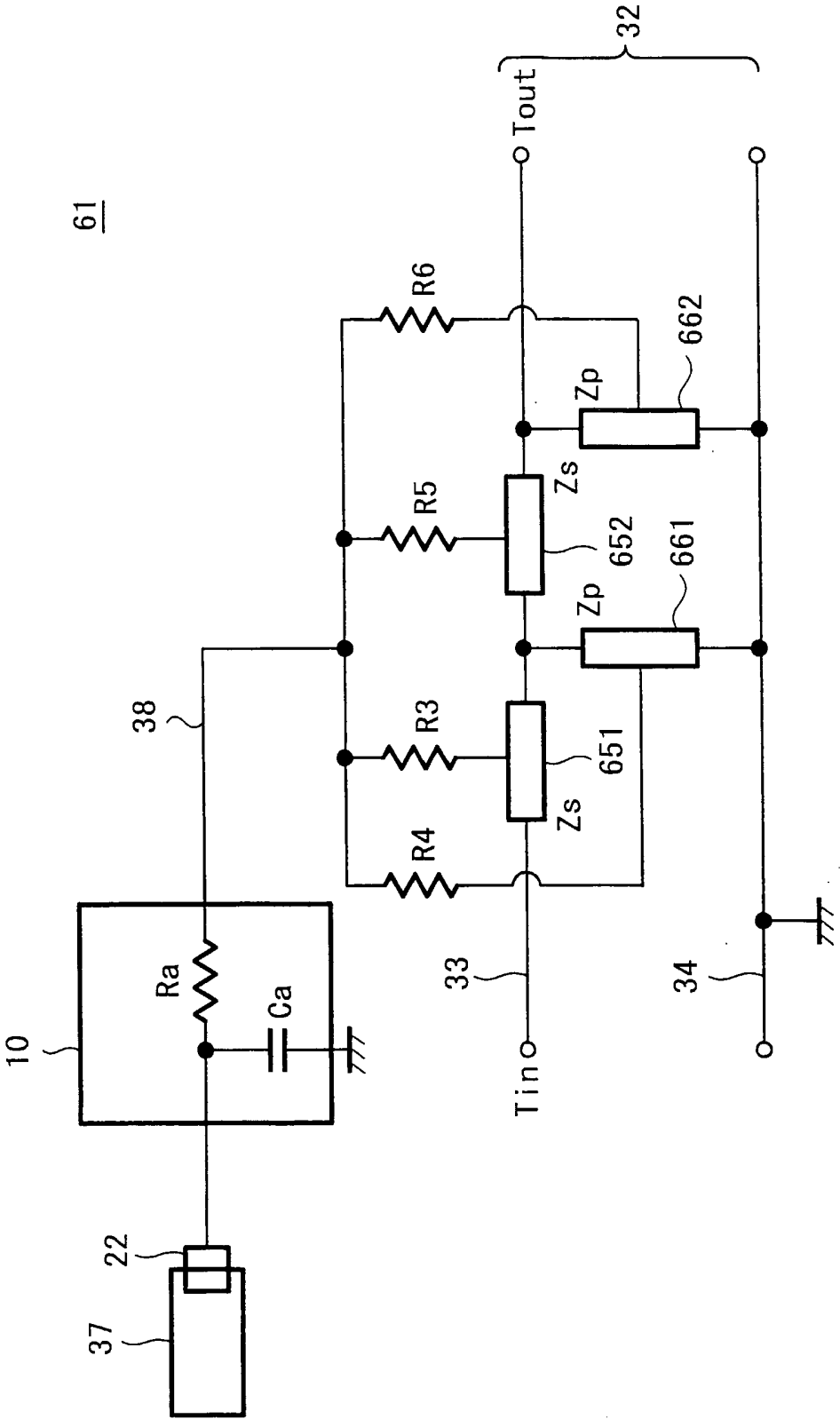


FIG. 22

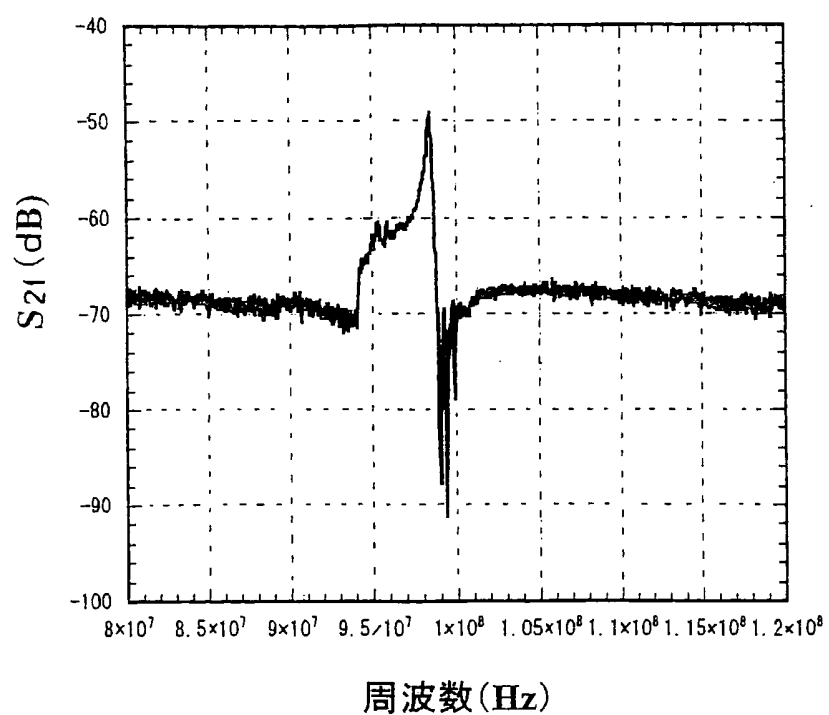


FIG. 23

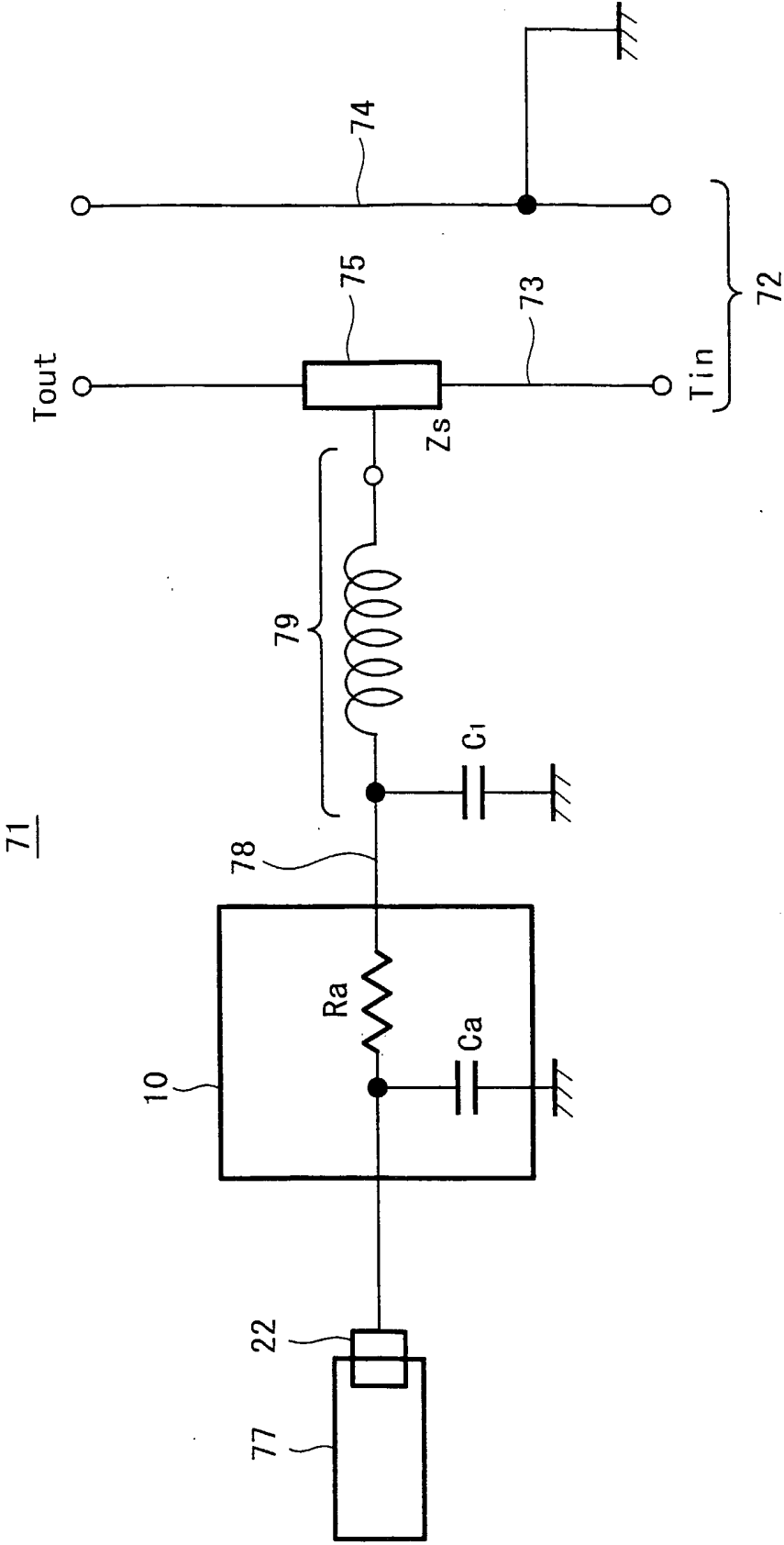
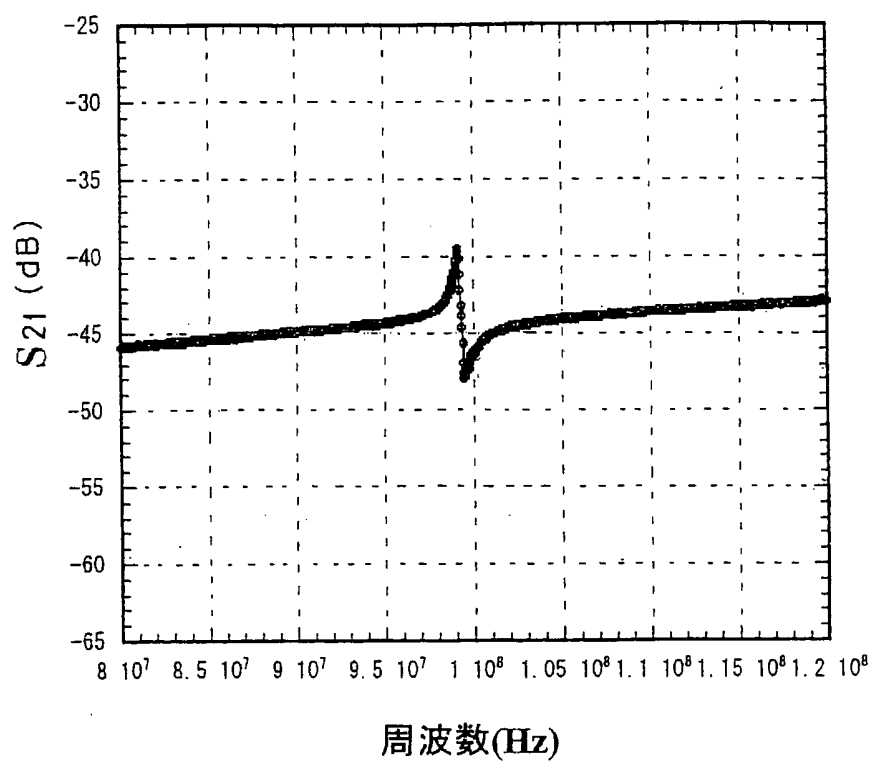
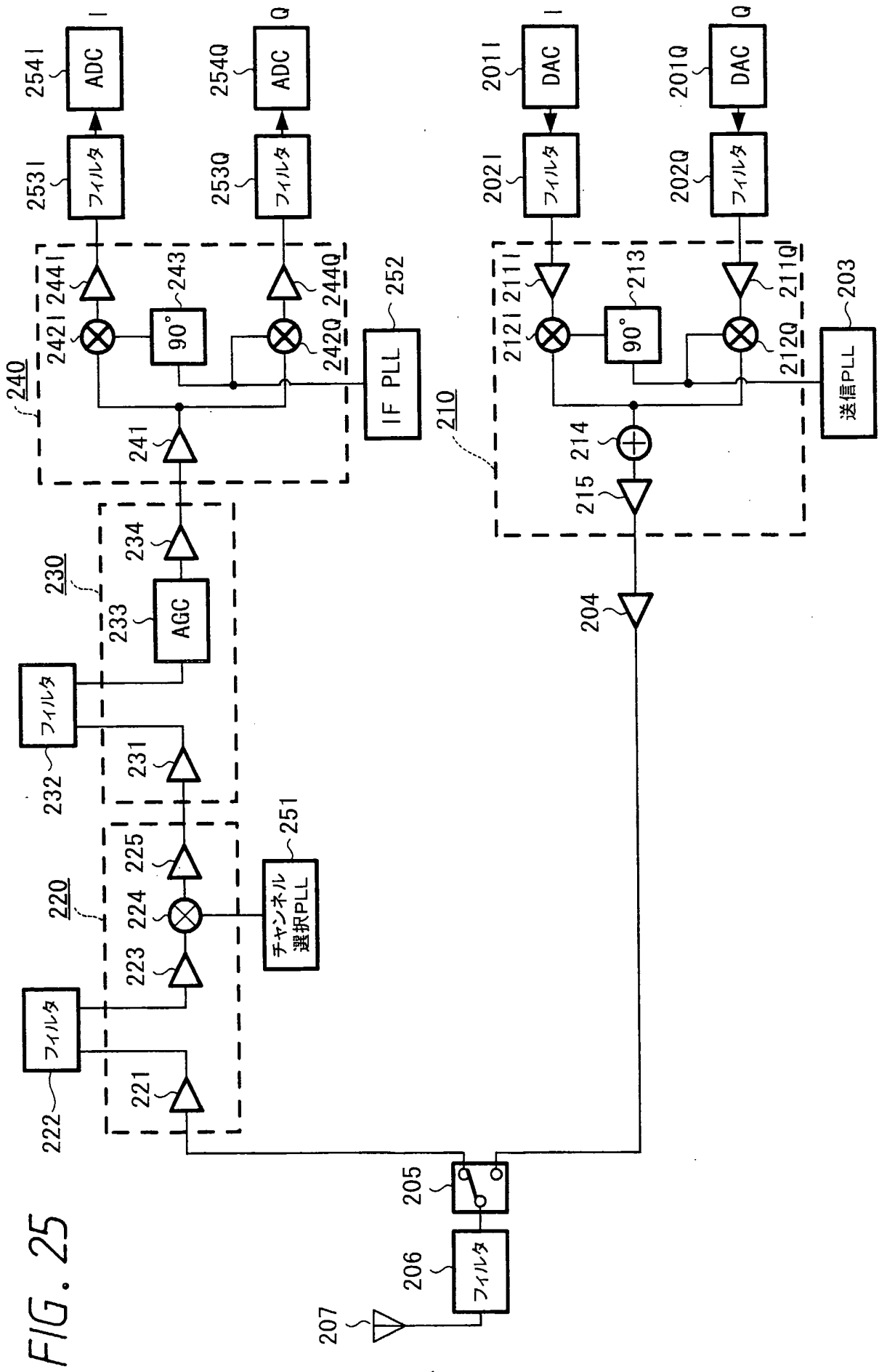


FIG. 24





引用符号の説明

- 1、11、12・・・高周波素子
- 2、13、21、23・・・静電駆動型の振動子
- 3・・・直流電源
- 4・・・基板
- 5・・・入力電極
- 6・・・出力電極
- 7、7A、7B・・・ビーム
- 8・・・接地面
- 9・・・給電線路
- 10・・・直流電圧安定化回路
- 14・・・基板
- 15・・・下部電極
- 16・・・ビーム
- 17・・・接地面
- Ra・・・抵抗
- Ca・・・容量
- 22・・・直流電源入力パッド
- 24・・・複合振動子
- 25・・・連結部
- 26〔26A、26B〕・・・下部電極
- 31・・・1段構成のラダー型フィルタ
- 32・・・高周波信号線路
- 33・・・信号線路
- 34・・・グランド線路
- 35・・・直列振動子
- 36・・・シャント振動子
- 37・・・直流電源回路

3 8 . . 直 流 給 電 線 路
6 1 . . 2 段 構 成 の ラ ダ ー 型 フ ィ ル タ
6 5 1 、 6 5 2 . . 直 列 振 動 子
6 6 1 、 6 6 2 . . シ ャ ン ト 振 動 子
R 1 ~ R 6 . . 抵 抗 素 子
7 1 . . 高 周 波 共 振 器
7 2 . . 高 周 波 信 号 線 路
7 3 . . 信 号 線 路
7 4 . . グ ラ ン ド 線 路
7 5 . . 振 動 子
7 7 . . 直 流 電 源 回 路
7 8 . . 直 流 給 電 線 路
7 9 . . ロ ー パ ス フ ィ ル タ
C 1 . . 浮 遊 容 量
1 0 1 . . 複 合 振 動 子 型 フ ィ ル タ
1 0 2 . . 基 板
1 0 3 、 1 0 4 . . 複 合 振 動 子
1 0 6 、 1 0 7 . . ビ ー ム
R 1 、 R 2 . . 抵 抗 素 子
1 0 8 、 1 0 9 . . 櫛 歯 型 電 極
1 1 2 . . 入 力 電 極
1 1 3 . . 出 力 電 極
1 1 4 , 1 1 5 . . 支 持 部
1 1 7 , 1 1 8 . . 配 線 部
1 1 9 . . 導 電 層
1 2 0 . . 接 地 電 極
1 2 1 . . 半 導 体 基 板
1 2 2 . . 絶 縁 膜

1 2 3 ・ ・ 絶縁膜
1 2 5 ・ ・ 配線部
1 2 6 ・ ・ スルーホール
1 2 8、1 2 9 ・ ・ 配線部
1 3 0 ・ ・ 基板
1 3 1 ・ ・ S i ウェハ
1 3 2 ・ ・ 複合絶縁膜
1 3 3 ・ ・ リンドープ多結晶シリコン薄膜
1 3 6 ・ ・ 入力電極
1 3 7 ・ ・ 出力電極
1 3 8 [1 3 8 A、1 3 8 B] ・ ・ 配線部
R a ・ ・ 抵抗
1 3 9、1 4 0 ・ ・ 犠牲層
1 4 1 ・ ・ リンドープ多結晶シリコン薄膜
1 4 2 A、1 4 2 B ・ ・ 貫通孔
1 4 2 C、1 4 2 D ・ ・ 開口
1 4 5 ・ ・ ビーム
1 4 6 A、1 4 6 B ・ ・ 支持部
1 4 8 [1 4 8 a、1 4 8 b] ・ ・ 接続配線
1 5 0 ・ ・ 直流電源入力パッド
1 5 1 ・ ・ 空間
1 5 2 ・ ・ 振動子
1 5 3 ・ ・ 高周波素子
2 0 1 I、2 0 1 Q ・ ・ デジタル／アナログ変換器
2 0 2 I、2 0 2 Q、2 1 1 I、2 1 1 Q ・ ・ バンド・パス・フ
ィルタ
2 1 0 ・ ・ 変調器
2 1 2 I、2 1 2 Q ・ ・ ミキサ

2 0 3 . . . P L L 回路
2 1 3 . . . 移相器
2 1 4 . . . 加算器
2 1 5 . . . バッファアンプ
2 0 4 . . . 電力増幅器
2 0 5 . . . 送受信切換器
2 0 6 . . . 高周波フィルタ
2 0 7 . . . アンテナ
2 2 0 . . . 高周波部
2 2 1 . . . 低ノイズアンプ
2 4 4 I、2 4 4 Q . . . バッファアンプ
2 2 2、2 3 2 . . . バンド・パス・フィルタ
2 2 3、2 2 5、2 3 1、2 3 4 . . . バッファアンプ
2 2 4 . . . ミキサ
2 5 1 . . . チャンネル選択用 P L L 回路
2 3 3 . . . A G C 回路
2 4 0 . . . 復調器
2 5 2 . . . 中間周波用 P L L 回路
2 4 2 I . . . ミキサ
2 4 3 . . . 移相器
2 5 3 I、2 5 3 Q . . . バンド・パス・フィルタ
2 5 4 I、2 5 4 Q . . . アナログ／デジタル変換器

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H03H9/24, H03H9/46, B81B3/00, H01H59/00, H01L21/822,
H01L27/04

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.⁷ H03H9/24, H03H9/46, B81B3/00, H01H59/00, H01L21/822,
H01L27/04

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

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

IEEE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-532320 A (The Regents of the University of Michigan), 28 October, 2003 (28.10.03), Par. Nos. [0039] to [0105]; Figs. 3, 5a, 10 & WO 2001/082467 A2	1-11
Y	JP 5-111150 A (Mitsubishi Electric Corp.), 30 April, 1993 (30.04.93), Par. Nos. [0002] to [0004]; Fig. 2 (Family: none)	1-11
Y	JP 2003-71798 A (Toshiba Corp.), 12 March, 2003 (12.03.03), Par. No. [0015] & US 2003-0042561 A1	2, 9

☒ 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

"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
05 September, 2005 (05.09.05)

Date of mailing of the international search report
20 September, 2005 (20.09.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/010756

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 2004-112944 A (Ricoh Co., Ltd.), 08 April, 2004 (08.04.04), Par. Nos. [0033] to [0035], [0071]; Fig. 1 (Family: none)	1-11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H03H9/24, H03H9/46, B81B3/00, H01H59/00, H01L21/822, H01L27/04

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.⁷ H03H9/24, H03H9/46, B81B3/00, H01H59/00, H01L21/822, H01L27/04

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

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005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

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-532320 A (ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシティ オブ ミシガン) 2003. 10. 28, 段落【0039】～【0105】、【図3】、【図5a】、【図10】 & WO 2001/082467 A2	1-11
Y	JP 5-111150 A (三菱電機株式会社) 1993. 04. 30, 段落【0002】～【0004】、【図2】 (ファミリーなし)	1-11

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05. 09. 2005

国際調査報告の発送日

20. 9. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

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 昌秋

電話番号 03-3581-1101 内線 3576

5W

3139

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-71798 A (株式会社東芝) 2003. 03. 12, 段落【0015】 & US 2003-0042561 A1	2, 9
A	JP 2004-112944 A (株式会社リコー) 2004. 04. 08, 段落【0033】～【0035】, 【0071】, 【図1】 (ファミリーなし)	1-11