

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-101569

(P2005-101569A)

(43) 公開日 平成17年4月14日(2005.4.14)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 41/24	HO 1 L 41/22 A	4 K O 2 9
C 2 3 C 14/08	C 2 3 C 14/08 C	4 K O 3 0
C 2 3 C 16/40	C 2 3 C 16/40	5 F O 5 8
HO 1 L 21/316	HO 1 L 21/316 A	5 J 1 0 8
HO 1 L 41/09	HO 3 H 3/02 B	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-242886 (P2004-242886)  
 (22) 出願日 平成16年8月23日 (2004. 8. 23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2003-299897 (P2003-299897)  
 (32) 優先日 平成15年8月25日 (2003. 8. 25)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000006231  
 株式会社村田製作所  
 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号  
 (72) 発明者 牛見 義光  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
 株式会社村田製作所内  
 (72) 発明者 山田 一  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
 株式会社村田製作所内  
 (72) 発明者 河村 秀樹  
 京都府長岡京市天神二丁目26番10号  
 株式会社村田製作所内  
 Fターム(参考) 4K029 AA06 AA24 BA49 BD00 CA04  
 EA03 EA05

最終頁に続く

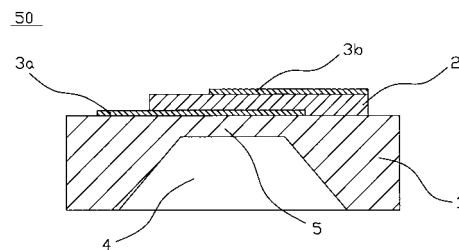
(54) 【発明の名称】 圧電薄膜の製造方法および圧電共振子

(57) 【要約】

【課題】優れた圧電特性を有する圧電薄膜の製造方法を提供するとともに、それを用いた優れた圧電特性を備える高周波に対応した圧電共振子を提供する。

【解決手段】圧電共振子50は、基板1と、真空成膜装置3bとを備える。圧電薄膜2と励振用電極3a、3bにより圧電素子を構成する。基板1は、裏面側に空洞部4を備え、その上面に基板の一部から構成される薄膜支持部5を有する。圧電薄膜2は、真空成膜装置の成膜中の水分圧が $2 \times 10^{-5}$  Pa以上で形成する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

真空成膜装置を用い、圧電酸化物を主成分とする圧電薄膜の製造方法において、前記圧電薄膜は、前記真空成膜装置の成膜中の水分圧が  $2 \times 10^{-5}$  Pa 以上で形成されることを特徴とする圧電薄膜の製造方法。

## 【請求項 2】

前記成膜中の水分圧が  $3 \times 10^{-5}$  Pa より大きく  $3 \times 10^{-3}$  Pa より小さいことを特徴とする、請求項 1 に記載の圧電薄膜の製造方法。

## 【請求項 3】

真空成膜装置を用い、圧電酸化物を主成分とする圧電薄膜の製造方法において、前記圧電薄膜は、前記真空成膜装置の成膜中の窒素分圧が  $1 \times 10^{-4}$  Pa より小さい範囲で形成されることを特徴とする、請求項 2 に記載の圧電薄膜の製造方法。

10

## 【請求項 4】

前記圧電薄膜は、ZnO を主成分とすることを特徴とする、前記請求項 1 乃至 3 に記載の圧電薄膜の製造方法。

## 【請求項 5】

前記請求項 1 乃至 4 のいずれか一項により形成された圧電薄膜を用いることを特徴とする圧電共振子。

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の圧電共振子を少なくとも一つ用いることを特徴とする圧電フィルタ。

20

## 【請求項 7】

請求項 6 に記載の圧電フィルタを用いることを特徴とするデュプレクサ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、高周波領域で用いるダイヤフラム型圧電共振子に関し、特に圧電共振子に用いる圧電薄膜の製造方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

圧電基板の厚み縦振動を利用した圧電共振子の共振周波数は、圧電基板の厚さに反比例する。このため、高周波領域で用いる時には、その周波数に対応させ、圧電基板をきわめて薄く加工する必要がある。しかしながら、圧電基板自身の厚みを薄くすることは、その機械的強度の問題から、基本モードでは、数 100 MHz が実用上の高周波領域の限界とされてきた。

30

## 【0003】

そこで、このような課題を解決するために、次のような圧電共振子が提案されている。この方法によれば、絶縁材料からなる基板の一部を裏面側からエッチングすることによって、基板の表面の一部に薄膜支持部を形成する。薄膜支持部上に一層もしくは複数の圧電薄膜層と電極層を形成してなる圧電共振子である。

## 【0004】

薄膜支持部は、微細加工技術を用いて薄くすることができる。また、圧電薄膜層も真空成膜装置を用いて薄く形成することができるので、数 100 MHz ~ 数 1000 MHz まで高周波特性を延ばし得る圧電共振子である（例えば特許文献 1 参照）。

40

【特許文献 1】特開昭 58 - 121817 号公報

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、上記に説明した従来技術による圧電共振子には、以下の問題が存在する。

## 【0006】

50

特許文献 1 においては、圧電薄膜としては、スパッタリング法、イオンプレーティング法または CVD 法等の真空薄膜形成方法により、ZnO 膜が形成される。

【0007】

この圧電薄膜における圧電特性は、その形成された圧電薄膜の配向性や結晶性等により顕著な影響を受ける。真空薄膜形成法においては、形成する膜の配向性や結晶性等を精度高くコントロールすることが困難であり、そのため、形成された圧電薄膜の圧電特性がばらつくとの課題を有していた。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記問題を解決すべく本発明の圧電薄膜の製造方法および圧電共振子は、真空成膜装置を用い、圧電酸化物を主成分とする圧電薄膜の製造方法において、圧電薄膜は、真空成膜装置の成膜中の水分圧が  $2 \times 10^{-5}$  Pa 以上で形成されることを特徴とする圧電薄膜の製造方法である。また、成膜中の水分圧が  $3 \times 10^{-5}$  Pa より大きく  $3 \times 10^{-3}$  Pa より小さいことを特徴とする。また、成膜中の窒素分圧が  $1 \times 10^{-4}$  Pa より小さいことを特徴とする。また、圧電薄膜は、ZnO を主成分とすることを特徴とする。

10

【0009】

更に、上記に記載の製造方法により形成された圧電薄膜を用いることを特徴とする圧電共振子である。また、該圧電共振子を少なくとも一つ用いることを特徴とする圧電フィルタである。また、該圧電フィルタを用いることを特徴とするデュプレクサである。

【発明の効果】

20

【0010】

以上のような本発明の圧電薄膜の製造方法によれば、圧電薄膜の配向性および結晶性のばらつきが小さい圧電薄膜の形成ができ、圧電特性の向上した圧電特性ばらつきが小さい圧電薄膜の形成が可能となる。

【0011】

また、本発明の圧電薄膜の製造方法で形成された圧電薄膜を圧電共振子に、またこの圧電共振子を圧電フィルタに、更にこの圧電フィルタをデュプレクサに用いることで、高周波に対応した圧電特性が優れ、圧電特性ばらつきが小さい圧電共振子、圧電フィルタおよびデュプレクサを提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0012】

【実施例 1】

【0013】

以下、本発明の実施例について添付図に基づいて詳細に説明する。

【0014】

図 1 は、本発明の圧電共振子の一実施例における概略断面図を示す。

【0015】

図 1 において、圧電共振子 50 は、基板 1 と、圧電薄膜 2 と、圧電薄膜 2 の一方主面側に励振用電極 3a と、圧電薄膜 2 の他方主面に励振用電極 3b とを備える。圧電薄膜 2 と励振用電極 3a、3b により圧電素子を構成する。基板 1 は、裏面側に空洞部 4 を有し、その上面に基板の一部から構成される薄膜支持部 5 を備える。

40

【0016】

上記した本発明の圧電共振子の製造方法の詳細を図 2 に示す概略プロセスフローを用いて説明する。

【0017】

まず、図 2 (a) に示すように基板 1、例えば Si 基板の上面にフォトリソ技術を用いて、レジストパターン 6 を形成する。具体的には、レジストをスピコート等により、所定の膜厚に塗布する。次に、所望するパターンが形成されたフォトリソマスクを介して、レジストを露光し、現像処理することによりレジストパターン 6 が形成される。

【0018】

50

次に、図2(b)に示すように基板1上に励振用電極3aを形成する。具体的には、レジストパターン6が形成された基板1上に電極用金属膜を蒸着法等により形成する。次に、レジストパターン6およびレジストパターン6上の不要な金属膜を同時に剥離するリフトオフ法により、励振用電極3aが形成される。

【0019】

次に、図2(c)に示すように励振用電極3aが形成された基板1上に、所望する周波数に対応した所定の膜厚の圧電薄膜2を形成する。圧電薄膜2は、例えばZnOを用いる。圧電薄膜2は、所望する圧電特性に対応し、BaTiO<sub>3</sub>、BaTiO<sub>3</sub>-SrTiO<sub>3</sub>、PbTiO<sub>3</sub>-PbZrO<sub>3</sub>、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>等を用いることもある。

【0020】

また、圧電薄膜2は、メタルマスク等を用い、スパッタリング法やCVD法等の真空薄膜形成法により形成される。この際、圧電薄膜2は、成膜中の真空成膜装置内の水分圧が $2 \times 10^{-5}$  Pa以上で形成される。すなわち水分圧が $3 \times 10^{-5}$  Pa以上の場合には圧電特性 $K^2$ (電気機械結合係数)が2%以上確保できるので、広帯域フィルタを作製することができる。また水分圧が $3 \times 10^{-3}$  Pa以上の場合には、ZnO膜にクラックがはいり、ZnO膜の不良率が高くなる。このため水分圧は、 $3 \times 10^{-5}$ より大きく $3 \times 10^{-3}$  Paより小さいことが好ましい。また、成膜中の真空成膜装置内の水分圧は、背圧の水分圧による制御でも構わないが、より好ましくは成膜中の真空成膜装置内の水分圧を制御することである。成膜中における真空成膜装置内の水分圧を分圧計、質量分析計等でモニターし、上記した所望する水分圧になるように、所定の経路から水成分を導入することで制御される。さらに、成膜中の真空装置内の窒素分圧は、圧電特性の劣化を防ぐために、 $1 \times 10^{-4}$  Paより小さいことが好ましい。

10

20

【0021】

次に、図2(d)に示すように圧電薄膜2上に励振用電極3bを形成する。励振用電極3bは、励振電極3aと同様の方法により形成されることから詳細な説明は省略する。

【0022】

次に、基板1に、空洞部4を形成することで図1に示す圧電共振子50が形成される。空洞部4は、マスク等を用いてウェットエッチング、またはリアクティブイオンエッチング(RIE)により、基板1の裏面側から部分的にエッチングすることにより形成される。それにより、圧電基板1の一部に薄膜支持部5が形成される。

30

【0023】

ここで図3に、成膜中の真空成膜装置内の水分圧と形成された圧電薄膜2の圧電特性 $K^2$ との関係を示す。図3より、真空成膜装置内の水分圧が上昇することにより圧電特性 $K^2$ の良好になる傾向が明確に確認できる。真空成膜装置内の水分圧が $2 \times 10^{-5}$  Paで圧電特性 $K^2$ は、1%以上の値を示す。また、真空成膜装置内の水分圧が $3 \times 10^{-3}$  Paより大きくなると、圧電特性 $K^2$ は、2%以上の値を示す。また、図3には図示しないが、その再現性も確認されており、圧電特性のばらつきが低減されている。さらに、真空成膜装置内の水分圧が $2 \times 10^{-3}$  Paのとき、窒素分圧が $2.8 \times 10^{-7}$  Paでは圧電特性 $K^2$ は4.5%と大きい値を示す。しかし同じ水分圧において、窒素分圧を $1 \times 10^{-4}$  Paにすると、圧電特性 $K^2$ は0.4%と小さくなる。このように真空成膜装置内の窒素分圧を低くすることにより、圧電特性の劣化を防ぐことができる。この圧電特性 $K^2$ の値は、通信システム用の高い周波数帯にも対応が可能な圧電特性の値である。

40

【0024】

また、圧電酸化物を主成分とする圧電薄膜における成膜中の水分圧による効果は、例えば、成膜中の水分圧が $1 \times 10^{-5}$  Paでは認められず、本発明の条件により認められる膜中のOH基の存在であることから確認されている。

【0025】

以上のような本発明の圧電薄膜の製造方法によれば、圧電薄膜の配向性および結晶性のばらつきが小さい圧電薄膜の形成ができ、圧電特性の向上したばらつきの小さい圧電薄膜の形成が可能となる。

50

## 【0026】

また、本発明の圧電薄膜の製造方法で形成された圧電薄膜を圧電共振子に用いることで、高周波に対応した圧電特性が優れ、圧電特性ばらつきの小さい圧電共振子を提供すること可能となる。

## 【実施例2】

## 【0027】

図4は、本発明の圧電共振子の別の実施例における概略断面図を示す。

## 【0028】

図4において、圧電共振子60は、基板1と、絶縁性薄膜7と、圧電薄膜2と、圧電薄膜2の一方主面側に励振用電極3aと、圧電薄膜2の他方主面に励振用電極3bとを備える。圧電薄膜2と励振用電極3a、3bにより圧電素子を構成する。基板1は、裏面側に空洞部4を備え、その上面に絶縁性薄膜7の一部から構成される薄膜支持部8を有する。

10

## 【0029】

上記した本発明の圧電共振子の製造方法の詳細を図5に示す概略プロセスフローを用いて説明する。

## 【0030】

まず、図5(a)に示すように基板1、例えばSi基板の上面に絶縁性薄膜7を形成する。絶縁性薄膜7は、例えばスパッタリング法や熱酸化法等を用いてSiO<sub>2</sub>薄膜を形成すればよい。絶縁性薄膜7は、SiO<sub>2</sub>薄膜に限定するものではなく、電子ビーム法やスパッタリング法で形成された酸化アルミニウム薄膜または窒化アルミニウム薄膜を用いても構わない。また、絶縁性薄膜7は、単層に限定するものではなく、SiO<sub>2</sub>薄膜、酸化アルミニウム薄膜および窒化アルミニウム薄膜のうち、少なくとも2つ以上で、その順序を任意とした積層構造としても構わない。

20

## 【0031】

次に図5(b)に示すように、絶縁性薄膜7上に、励振用電極3b、圧電薄膜2、励振用電極3aを形成する。これは、図2(a)~(d)に示した内容と同様であることから詳細の記載を省略する。次に、基板1に空洞部4を形成することで、図4に示す圧電共振子60が形成される。空洞部4は、マスク等を用いてウェットエッチング、またはリアクティブイオンエッチング(RIE)により、基板1の裏面側から部分的にエッチングすることにより形成される。それにより、絶縁性薄膜7の一部に薄膜支持部8が形成される。

30

## 【0032】

圧電薄膜2は、成膜中の真空成膜装置内の水分圧を $2 \times 10^{-5}$  Pa以上で形成される。すなわち水分圧が $3 \times 10^{-5}$  Pa以上の場合には圧電特性 $K^2$ が2%以上確保できるので、広帯域フィルタを作製することができる。また水分圧が $3 \times 10^{-3}$  Pa以上の場合には、ZnO膜にクラックがはいり、ZnO膜の不良率が高くなる。このため水分圧は、 $3 \times 10^{-5}$  Paより大きく $3 \times 10^{-3}$  Paより小さいことが好ましい。成膜中の真空成膜装置内の水分圧は、背圧の水分圧による制御でも構わないが、より好ましくは成膜中の真空成膜装置内の水分圧を制御することである。成膜中における真空成膜装置内の水分圧を分圧計、質量分析計等でモニターし、上記した所望する水分圧になるように、所定の経路から水分を導入することで制御される。さらに、成膜中の真空装置内の窒素分圧は、圧電特性の劣化をなくすために $1 \times 10^{-4}$  Paより小さいことが好ましい。

40

## 【0033】

よって、圧電薄膜2の圧電特性が向上した、圧電特性ばらつきの小さい圧電薄膜の形成される。

## 【0034】

本発明の圧電薄膜の製造方法によれば、圧電薄膜の配向性および結晶性のばらつきが小さい圧電薄膜の形成ができ、圧電特性の向上したばらつきの小さい圧電薄膜の形成が可能となる。また、本発明の圧電薄膜の製造方法で形成された圧電薄膜を圧電共振子に用いることで、高周波に対応した圧電特性が優れ、圧電特性ばらつきの小さい圧電共振子を提供

50

すること可能となる。

【実施例 3】

【0035】

また、本発明の圧電共振子を用いて圧電フィルタを構成してもよい。

【0036】

図 6 は、本発明の圧電共振子をラダー接続した圧電フィルタの概略等価回路図を示す。

【0037】

図 6 ( a ) に T 型ラダーフィルタ、図 6 ( b )、図 6 ( c ) に L 型ラダーフィルタの等価回路図を示す。

【0038】

図 6 ( a ) に示すように、T 型ラダーフィルタは、3 つの圧電共振子 8 を含む。3 つの圧電共振子 8 は、それらの一端が互いに接続される。また、そのうち 1 つの圧電共振子 8 の他端が入力端子 I N に接続され、他の 1 つの圧電共振子 8 の他端は接地され、残りの 1 つの圧電共振子 8 の他端が出力端子 O U T に接続される。また、L 型ラダーフィルタを構成しても構わない。

【0039】

次に、図 6 ( b ) に示すように、L 型ラダーフィルタは、4 つの圧電共振子 8 を含む。2 つの直列側の圧電共振子 8 と、2 つの圧電共振子 8 の並列接続から構成されている。また、図 6 ( c ) に示すように、2 つの圧電共振子 8 で構成されることもある。よって、本発明の圧電特性が優れ、圧電特性ばらつきの小さい圧電共振子をラダー型フィルタに用いることで、フィルタ特性に優れ、フィルタ特性ばらつきの小さいラダーフィルタを提供すること可能となる。

【実施例 4】

【0040】

また、本発明の圧電フィルタを用いてデュプレクサを構成してもよい。

図 7 は、本発明の圧電フィルタを用いたデュプレクサの一実施例における概略ブロック図を示す。図 7 に示すように、デュプレクサ 8 0 は、送信機用フィルタおよび受信用フィルタを含む。送信側フィルタには、圧電フィルタとして、図 6 ( a ) で示した T 型ラダーフィルタ 7 0 が用いられる。また、同様に受信側フィルタにも T 型ラダーフィルタ 7 0 が用いられる。よって、本発明のフィルタ特性に優れ、フィルタ特性ばらつきの小さいラダーフィルタをデュプレクサに用いることで、デュプレクサ特性に優れ、デュプレクサ特性ばらつきの小さいデュプレクサを提供すること可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図 1】本発明の圧電共振子の一実施例における概略断面図である。(実施例 1)

【図 2】本発明の圧電共振子の製造方法の一実施例における概略製造プロセスフローである。(実施例 1)

【図 3】本発明の効果を示すグラフである。(実施例 1)

【図 4】本発明の圧電共振子の別の実施例における概略断面図である。(実施例 2)

【図 5】本発明の圧電共振子の製造方法の別の実施例における概略製造プロセスフローである。(実施例 2)

【図 6】本発明の圧電共振子を用いた圧電フィルタの一実施例における概略回路図である。(実施例 3)

【図 7】本発明の圧電フィルタを用いたデュプレクサの一実施例における概略ブロック図である。(実施例 4)

【符号の説明】

【0042】

- 1 基板
- 2 圧電薄膜
- 3 a、3 b 励振用電極

10

20

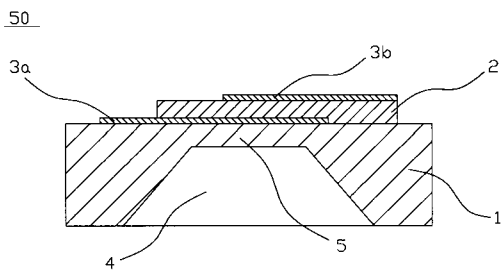
30

40

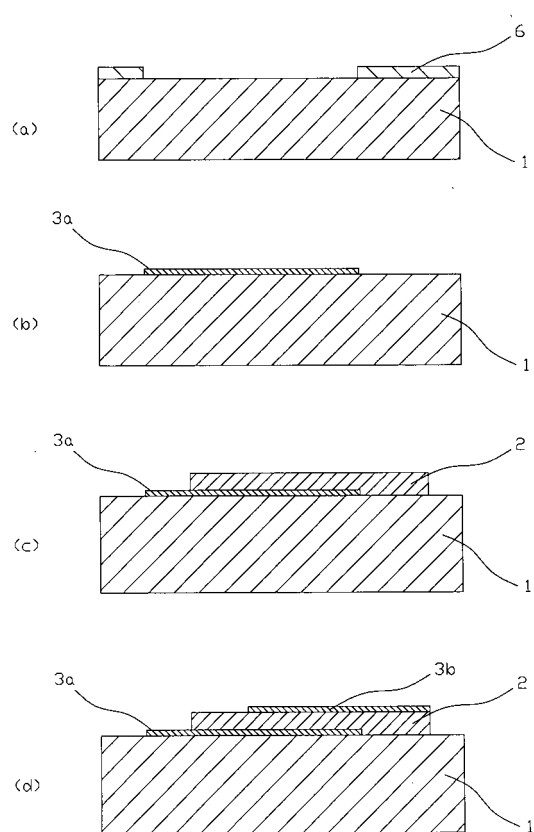
50

- 4 空洞部
- 5、8 圧電薄膜支持部
- 6 レジストパターン
- 7 絶縁性薄膜
- 8、50、60 圧電共振子
- 70 T型ラダーフィルタ
- 80 デュプレクサ

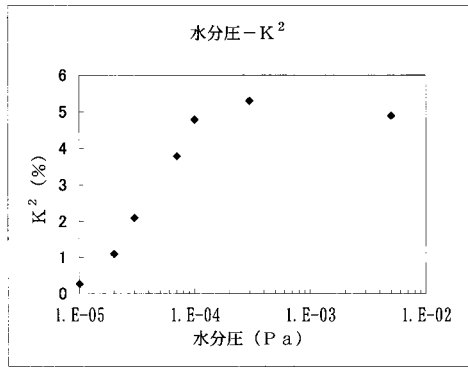
【図1】



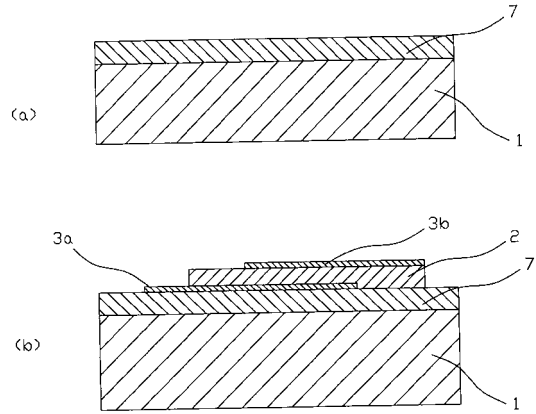
【図2】



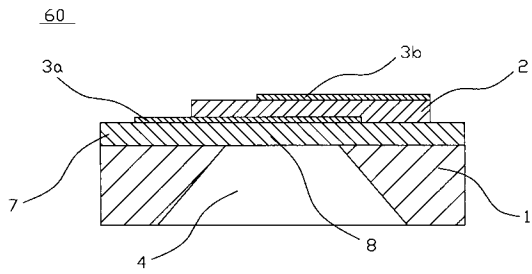
【 図 3 】



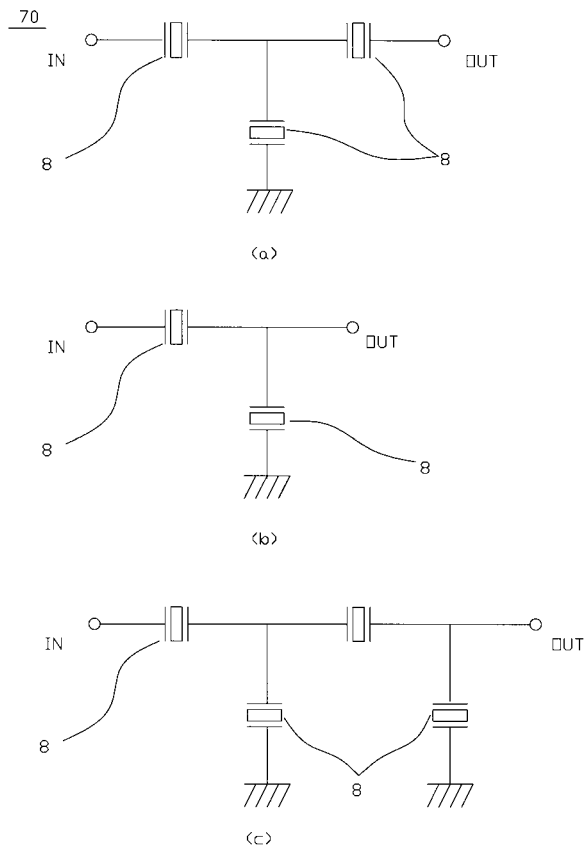
【 図 5 】



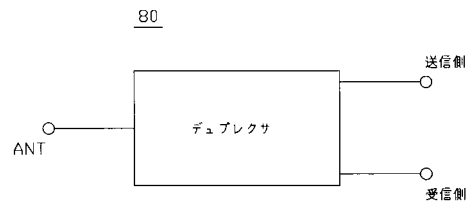
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 7 】





## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 41/18	H 0 3 H 9/17	F
H 0 3 H 3/02	H 0 1 L 41/18	1 0 1 Z
H 0 3 H 9/17	H 0 1 L 41/08	C

Fターム(参考) 4K030 BA47 CA04 CA12 JA06 JA09 LA11  
5F058 BA20 BC03 BD05 BF02 BF12 BF18 BF36 BJ04  
5J108 AA07 BB07 CC11 KK01 MM08 MM11