

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5151823号
(P5151823)

(45) 発行日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012. 12. 14)

(51) Int. Cl.

F I

H03H 9/19 (2006.01)

H03H 9/19 D

H01L 41/18 (2006.01)

H01L 41/18 I O 1 A

H01L 41/09 (2006.01)

H01L 41/08 C

H01L 41/22 (2013.01)

H01L 41/08 L

H01L 41/22 Z

請求項の数 6 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2008-224731 (P2008-224731)

(22) 出願日 平成20年9月2日 (2008. 9. 2)

(65) 公開番号 特開2010-62723 (P2010-62723A)

(43) 公開日 平成22年3月18日 (2010. 3. 18)

審査請求日 平成23年8月8日 (2011. 8. 8)

(73) 特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(74) 代理人 100091306

弁理士 村上 友一

(72) 発明者 内藤 松太郎

東京都日野市日野421-8 エプソント

ヨコム株式会社内

審査官 ▲徳▼田 賢二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電振動片、圧電振動子及び発振器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電基板に周辺部よりも厚みが厚く、厚み滑り振動が励振する振動部を配置し、

前記圧電基板の長辺は水晶基板のX軸方向に沿い、

前記圧電基板の短辺は前記X軸方向に対して直交する方向に沿い、

前記圧電基板の短辺の長さをZ、

前記振動部の厚みをt、

前記振動部の短辺の長さをMz、

としたとき、

15.68 Z / t 15.84、

0.77 Mz / Z 0.82

を満足することを特徴とする圧電振動片。

【請求項 2】

導電性接着材を塗布することにより前記圧電基板を実装基板に実装する際に、前記振動部の中心から前記導電性接着剤の外周までの最短距離をLとしたとき、

7 < L / t < 21

を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の圧電振動片。

【請求項 3】

前記圧電基板がATカット水晶基板であることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の圧電振動片。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のうち何れか一項に記載の圧電振動片をパッケージに実装したことを特徴とする圧電振動子。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 3 のうち何れか一項に記載の圧電振動片と、
集積回路素子と、
をパッケージに実装したことを特徴とする発振器。

【請求項 6】

請求項 4 に記載の圧電振動子と、
集積回路素子と、
を備えたことを特徴とする発振器。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、特に振動部の厚み寸法を周辺部よりも大きくした圧電振動片、圧電振動子及び発振器に関する。

【背景技術】

【0002】

小型化、薄型化の傾向にある近年の圧電振動片において、振動エネルギーの閉じ込め、
C I (クリスタルインピーダンス) 値の低減を目的として、メサ構造を採るものが知られて
いる。

20

【0003】

ここで、メサ構造とは、その特性が適正に作用した場合には上記のように振動エネルギーの閉じ込め、C I 値の低減といった効果を奏するほか、不要モードの重畳を低減することを可能とする。しかし、メサ構造を得るための基板の掘り量が適正範囲を超えてしまうと、再び不要モードの重畳（結合）が多くなるとともに、基板表面にはエッチング喰われ（結晶欠陥の進行）等による孔などが形成されるほか、オーバーエッチングなどにより外形形状にばらつきが生じることもあり、振動特性にも悪影響を及ぼすこととなる。そこで、メサ構造を得るための基板の掘り量の最適値を定めた圧電振動片の提供が提案されてきている。例えば特許文献 1、2 に開示されている技術などがそれである。

30

【0004】

特許文献 1 には、水晶基板の長片寸法を基板の厚み寸法の 20 倍以上とし、メサ構造を得るための基板の掘り量を厚み寸法の 10% ~ 30% 程度とすることが記載されている。特許文献 1 のようにメサ掘り量、辺比（水晶基板の長辺寸法 / 厚み寸法）を定めると、確かに C I 値の低減、不要モード結合の抑制効果を期待することができる。しかし、C I 値の低減、不要モードの結合抑制といった効果は、上記要件に合致していれば一律に奏することができる訳ではなく、辺比とメサ掘り量との関係により多寡が生じることが知られてきている。

【0005】

そこで本願発明者等は特許文献 2 のように、メサ構造を得るための基板の掘り量 y の最適値を圧電基板の長辺の寸法 x 、振動部における圧電基板の厚み寸法 t に基づいて定めたメサ型圧電振動片を提案している。

40

【特許文献 1】特開 2006 - 340023 号公報

【特許文献 2】特願 2007 - 104281 号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献 2 では、メサ掘り量 y の最適値を圧電基板の長辺寸法 x 等により規定し、不要モードのうち特に屈曲振動を抑圧することができる。しかしながら、圧電基板の長辺寸法 x を特定するのみでは、C I の温度特性を抑制し、かつフラット化することが困難だっ

50

た。また不要モードのうち一例として輪郭振動を抑圧することは困難であると考えられる。

【 0 0 0 7 】

そこで本発明では、C I 値の低減、不要モードを抑制して特に優位な効果を奏する構成を備えた圧電振動片、圧電振動子及び発振器を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

本発明は、上記の課題の少なくとも一部を解決するためになされたものであり、以下の形態又は適用例として実現することが可能である。

上記課題を解決するために本発明の第 1 の形態に係る圧電振動片は、圧電基板に周辺部よりも厚みが厚く、厚み滑り振動が励振する振動部を配置し、前記圧電基板の長辺は水晶基板の X 軸方向に沿い、前記圧電基板の短辺は前記 X 軸方向に対して直交する方向に沿い、前記圧電基板の短辺の長さを Z、前記振動部の厚みを t、前記振動部の短辺の長さを M z、としたとき、 $15.68 \leq Z/t \leq 15.84$ 、 $0.77 \leq Mz/Z \leq 0.82$ を満足することを特徴とする。

10

本発明の第 2 の形態に係る圧電振動片は、導電性接着材を塗布することにより前記圧電基板を実装基板に実装する際に、前記振動部の中心から前記導電性接着剤の外周までの最短距離を L としたとき、 $7 < L/t < 21$ を満足することを特徴とする。

本発明の第 3 の形態に係る圧電振動片は、前記圧電基板が A T カット水晶基板であることを特徴とする。

20

本発明の第 4 の形態に係る圧電振動子は、第 1 乃至 3 のうち何れかの形態に係る圧電振動片をパッケージに実装したことを特徴とする。

本発明の第 5 の形態に係る発振器は、第 1 乃至 3 のうち何れかの形態に係る圧電振動片と、集積回路素子と、をパッケージに実装したことを特徴とする。

本発明の第 6 の形態に係る発振器は、第 4 の形態に係る圧電振動子と、集積回路素子と、を備えたことを特徴とする。

〔適用例 1〕本発明の A T カット水晶振動片は、厚み滑り振動を主振動とする圧電基板の板面に、周辺部よりも厚み寸法の大きい振動部を形成し、前記圧電基板および前記振動部の長辺を水晶結晶の X 軸方向とし、前記圧電基板および前記振動部の短辺が前記 X 軸方向に対して直交する方向に沿ったメサ型の圧電振動片であって、前記圧電基板の短辺の寸法を Z とし、前記振動部における前記圧電基板の厚み寸法を t とし、前記振動部における短辺の寸法を M z とした場合に、 $15.68 \leq Z/t \leq 15.84$ 、かつ、 $0.77 \leq Mz/Z \leq 0.82$ の関係を満足するように定められていることを特徴とする A T カット水晶振動片。

30

【 0 0 0 9 】

このように圧電基板の短辺寸法 Z を特定する構成とすることにより、C I 値を低減して温度特性をフラット化することができる。また、特定温度における不要モードのうち特に輪郭振動を効果的に抑制することができる。

〔適用例 2〕前記振動部の中心から振動片を実装基板に実装する際に塗布される導電性接着剤の外周までの最短距離を L とした場合に、 $7 < L/t < 21$ の関係を満足するように定め、かつ、前記導電性接着剤が前記振動部に接触していないことを特徴とする適用例 1 に記載の A T カット水晶振動片。

40

【 0 0 1 0 】

このような構成とすることにより、C I 値を全体的に低減して、特定温度領域における不要モードを抑制することができる。

〔適用例 3〕本発明の A T カット水晶振動片は、適用例 1 または適用例 2 に記載の A T カット水晶振動片をパッケージの内部に実装し封止したことを特徴とする A T カット水晶振動子。

【 0 0 1 1 】

このような構成とすることにより、上記効果を奏する A T カット水晶振動子を提供する

50

ことができる。

〔適用例４〕本発明の発振器は、適用例３に記載のＡＴカット水晶振動子と、集積回路素子とにより発振回路を形成したことを特徴とする発振器。

このような構成とすることにより、上記効果を奏する発振器を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１２】

以下、本発明の圧電振動片、圧電振動子及び発振器に係る実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、以下に示す実施の形態は、本発明の一部の実施形態に過ぎない。

【００１３】

図１は本発明のＡＴカット水晶振動片（以下、単に圧電振動片という）１０の形状を示す図である。なお図１（Ａ）は、圧電振動片の平面形状を示す図であり、図１（Ｂ）は同図（Ａ）のＡ－Ａ断面を示す図である。

【００１４】

本実施形態の圧電振動片１０は、厚み滑り振動を主振動とする圧電基板１２の板面に、周辺部１６よりも板厚の厚い振動部１４を形成したメサ型のものである。具体的には、本実施形態に係る圧電振動片１０を構成する圧電基板１２は、ＡＴカットと呼ばれるカット角で切り出された水晶片であり、その外形形状は、および振動部１４の形状は矩形に形成されている。また振動部１４の各辺部は、外形形状を成す圧電基板１２の各辺部と並行に形成されている。なお上記圧電振動片１０は、圧電基板１２および振動部１４の長辺を水晶結晶のＸ軸方向とし、圧電基板１２および振動部１４の短辺をＸ軸方向に対して直交する方向に沿って形成している。

【００１５】

ここで振動部１４は、周辺部１６に伝搬する不要モード（例えば屈曲モード）の振幅の腹の部分に、周辺部１６との境界を成す段差部が位置するように形成するとよい。このような構成とすることにより不要モードを抑圧することができ、振動特性を良好に保つことができるからである。

【００１６】

このような形状の圧電基板１２の振動部１４には、励振電極１８が形成されており、周辺部１６における一方の端部には支持部２０が形成されている。そして前記励振電極１８と支持部２０との間には、接続電極１９が引き回されている。

【００１７】

次に図１に示すような圧電振動片の形成方法について説明する。まず、ウェハ（不図示）の主面上にレジスト膜等の保護膜を形成し、露光・現像を施すことで複数の個片領域を形成したマスクを形成する。このマスクを利用してウェハをエッチングすることで、ウェハ上に複数の圧電基板の外形形状を形成する。なお、メサ部（振動部）は、マスクの形成、エッチングの工程を段階的に行うことで形成することができる。個片単位の圧電基板の外形形状を形成した後、蒸着やスパッタ等の技術を利用してウェハ主面に電極膜を形成する金属膜（例えばクロムを下地とした金）を形成する。その後、金属膜上に保護膜を形成し、電極形状を形成し、外形形状の形成と同様にエッチングを施し、所望する電極パターンを得る。このようにしてパッチ処理された圧電基板は、ウェハから切り離されることで個片化される。

【００１８】

このような構成の圧電振動片１０について、本願発明者等は、圧電基板１２の短辺寸法Ｚおよび振動部１４の短辺寸法Ｍ_ｚを変化させてＣＩ値および温度との関係について図２に示すような知見を得た。

【００１９】

図２は圧電基板の短辺寸法Ｚと振動部の短辺寸法Ｍ_ｚを変化させた場合におけるＣＩ値と温度との関係を示すグラフである。なお本実施形態の圧電基板１２は、振動部１４の板厚寸法ｔが $t = 61.85 \mu m$ の圧電基板を使用している。

【 0 0 2 0 】

ここで振動部 1 4 の板厚寸法 t に対する短辺寸法 Z の比 (Z/t) は、板厚寸法 $t = 61.85 \mu\text{m}$ で固定し、短辺寸法 Z を変えて $Z/t = 15.60, 15.68, 15.76, 15.84$ とした。また圧電基板 1 2 の短辺寸法 Z に対する振動部 1 4 の短辺寸法 Mz の比 (Mz/Z) は、圧電基板 1 2 の短辺寸法 Z を固定し、振動部 1 4 の短辺寸法 Mz を変えて $Mz/Z = 0.71, 0.77, 0.82, 0.87$ とした。図 2 はこのような Z/t と Mz/Z の各 4 種の辺比をそれぞれ組み合わせた A 1 ~ D 4 までのサンプルを作成し、各サンプルの温度と C I 値の関係をグラフ化したものである。

【 0 0 2 1 】

なお説明の便宜上、 $Mz/Z = 0.71$ のとき、 $Z/t = 15.60 \sim 15.84$ のグラフを A 1 ~ A 4 とし、 $Mz/Z = 0.77$ のとき、 $Z/t = 15.60 \sim 15.84$ のグラフを B 1 ~ B 4 とし、 $Mz/Z = 0.82$ のとき、 $Z/t = 15.60 \sim 15.84$ のグラフを C 1 ~ C 4 とし、 $Mz/Z = 0.87$ のとき、 $Z/t = 15.60 \sim 15.84$ のグラフを D 1 ~ D 4 とする。また各グラフの縦軸は C I 値 () を示し、横軸は温度 () をそれぞれ示している。

【 0 0 2 2 】

ここで本実施形態の C I 値の良好な温度特性は、一例として、温度 $-40 \sim +120$ における C I 値が 65 以下で、かつ、 $-40 \sim +120$ における C I 値の最大値と最小値の差が 20 以下の範囲に設定している。これは C I 値が小さいほど振動片として安定しているためである。また、C I 値の最大値と最小値の差が 20 以下の範囲であればバラツキが少なく、一定の特性を得ることができるためである。

【 0 0 2 3 】

まず $Mz/Z = 0.71$ のとき、グラフ A 1 ~ A 4 に示すように、 Z/t を変化させた場合、いずれも C I 値は常温で 60 以上となる高い傾向にあり、かつ主振動モードの厚み滑り振動に対する不要モードの結合によって、ある温度での局所的な C I 値上昇が生じている。例えばグラフ A 3 では 50 以上、特に 90 以上で著しい C I 値上昇が見られるが、これは、主振動モードに対する不要モードの結合によるものである。

【 0 0 2 4 】

また、 $Mz/Z = 0.87$ のとき、D 1 ~ D 4 に示すように、全体的に C I 値が高い傾向にあるか、または不要モードの著しい結合が生じている。例えばグラフ D 2 では $-10 \sim +20$ において 100 以上の C I 値となっているが、これは主振動モードに対する不要モードの結合によるものである。グラフ D 3 と D 4 に見られる 80 付近の C I 値上昇も不要モードの結合によるものである。

【 0 0 2 5 】

次に $Mz/Z = 0.77$ のとき、短辺寸法 Z が小さい B 1 ($Z/t = 15.60$) の場合、0 以下の低温領域で C I 値は高くなるが、0 以上では C I 値が 60 以下となり低下するとともに、特性変化も略フラット、すなわち C I 値の最大値と最小値の差が 20 以下となる。また B 2 ~ B 4 ($Z/t = 15.68 \sim 15.84$) の場合、C I 値はいずれも 65 以下となり、高温域でわずかながらの不要モードの結合が生じているが、特性変化は略フラットとなる。

【 0 0 2 6 】

また $Mz/Z = 0.82$ のとき、短辺寸法 Z が小さい C 1 ($Z/t = 15.60$) の場合、C I 値は全体的に高い傾向にあり、かつ 0 付近で不要モードの結合が生じている。一方、C 2 ~ C 4 ($Z/t = 15.68 \sim 15.84$) の場合、短辺寸法 Z を変化させても C I 値は常温で略 40、 $-40 \sim +120$ で 60 以下となっており、低温領域から高温領域に亘って全体的に低減かつ特性変化は略フラットとなる。

【 0 0 2 7 】

上述した傾向から推察すると、C I 値を低減化して温度特性をフラットな状態とし、かつ不要モードを抑圧可能な圧電基板の短辺寸法 Z および振動部の短辺寸法 Mz の範囲は、グラフ B 2 ~ B 4 および C 2 ~ C 4 の範囲、

すなわち $15.68 \text{ } Z/t \text{ } 15.84$ 、かつ、
 $0.77 \text{ } Mz/Z \text{ } 0.82$ に設定するとよい。

【0028】

またグラフ B2 ~ B4 および C2 ~ C4 の範囲は、いずれも C I 値の良好な温度特性の範囲である、 $-40 \sim +120$ における C I 値が 65 以下で、かつ、 $-40 \sim +120$ における C I 値の最大値と最小値の差が 20 以下の範囲を満たしている。

【0029】

このような範囲に設定することにより、C I 値を低減化して、かつ特性変化がフラットとなる範囲を選択することができる。さらに不要モードの結合を抑えることができ、良好な振動特性を持った圧電振動片を得ることができる。

10

【0030】

次に、本発明の圧電振動片について、他の側面から C I 値の低減、不要モードの抑制を図った場合について説明する。本願発明者等は、メサ型圧電振動片についての C I 値の低減、不要モードの抑制といった効果は、圧電振動片 10 を実装基板等へマウントする際の形態によっても変化することを見出した。つまり、実装基板等に対する圧電振動片 10 の固定状態が弱い場合には、C I 値の低下は良好であるが不要モードが乗り易くなるという傾向がある。このような傾向の中、本願発明者等は固定状態を所定の範囲に定めた場合には、使用範囲（常温）の C I 値の低下といった効果を得つつ、不要モードの抑制といった効果も得ることができる範囲を見出したのである。

【0031】

20

そこで本実施形態では、図 3 に示すように圧電基板を平面視した振動部 14 の中心 C から導電性接着剤 22 の外周までの最短距離を L と規定する。そして振動部 14 の板厚寸法 t に対して、振動部 14 の中心 C から導電性接着剤 22 の外周までの最短距離 L の比 L/t の適正範囲について定めることとする。

【0032】

図 4 は振動部の板厚寸法 t に対する振動部の中心 C から導電性接着剤の外周までの最短距離 L の比 L/t を変化させた場合における C I 値と温度の関係を示すグラフである。

【0033】

図 4 (A) は、 L/t を 7 よりも小さく設定した場合における C I 値と温度との関係を示すグラフである。これによると不要モードの結合についてはかなり抑制されているものの、実装基板等に対する圧電振動片の固定状態の影響を強く受け、低温領域において C I 値の上昇が目立っている。

30

【0034】

一方、図 4 (B) は、 L/t を 21 よりも大きく設定した場合における C I 値と温度との関係を示すグラフである。図 4 (B) から読み取れるように、C I 値は 40 以下と非常に低く抑えることができるが使用範囲の温度領域において不要モードの結合が目立つ。

【0035】

ここで導電性接着剤 22 は振動部 14 と接触していないことが望ましい。導電性接着剤 22 が振動部 14 と接触した場合、振動部 14 における主要モード（厚み滑り振動）を抑制してしまうからである。

40

【0036】

このように、 L/t の値を 7 よりも小さい、あるいは 21 よりも大きいといった極端な範囲に設定した場合には、不要モードの結合や C I 値の上昇といった好ましくない特性が生ずる場合がある。これに対し、 L/t を

$$7 < L/t < 21$$

の範囲の場合、温度領域の変化に伴う C I 値の上昇、不要モードの結合が抑制されることを確認した。

【0037】

よって、振動部の板厚寸法 t と振動部の中心 C から導電性接着剤の外周までの最短距離

50

Lの比 L/t は、 $7 < L/t < 21$ の範囲であり、かつ導電性接着剤が振動部に接触していないことが望ましい。このような範囲で定めることにより、不要モードの結合を抑制しつつ、CI値の低下も促すことができる。

【0038】

上記 Z/t 、 M_z/Z 、 L/t はそれぞれCI値、不要モードに相互的に作用するものであるため、これらを併せて定めることにより、CI値の低減、不要モードの抑制についてより高い効果を得ることが可能となる。

【0039】

上記のように形成したATカット水晶振動片10は、パッケージの内部に実装して封止することにより、ATカット水晶振動子として使用することができる。具体的には図3に示すように、パッケージ30はセラミック材料等で形成することができ、キャビティ32の底面には実装電極34を形成してある。そして、実装電極34の上に導電性接着剤22を塗布し、圧電振動片10の接続電極19を配置して固定する。なお、パッケージ30の上部には蓋体36を装着してパッケージ30内部を窒素雰囲気等に保持している。

10

【0040】

また上記のように形成したATカット水晶振動子は集積回路素子と組み合わせることにより発振器として使用することができる。一例として図3に示すATカット水晶振動子と集積回路素子（不図示）とを、配線パターンを形成した基板上に実装することにより、発振器を形成することができる。また図3に示すパッケージ内部に圧電振動片10とともに集積回路素子を封入することにより、発振器パッケージを形成することもできる。

20

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明のATカット水晶振動片の形状を示す図である。

【図2】圧電基板の短辺寸法および振動部の短辺寸法を変化させた場合におけるCI値と温度との関係を示すグラフである。

【図3】本発明のATカット水晶振動子の説明図である。

【図4】振動部の板厚寸法 t に対する振動部の中心Cから導電性接着剤の外周までの最短距離Lの比 L/t を変化させた場合におけるCI値と温度の関係を示すグラフである。

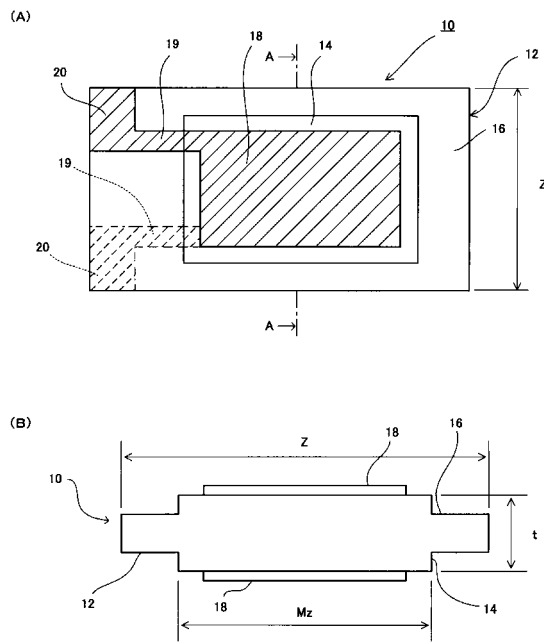
【符号の説明】

【0042】

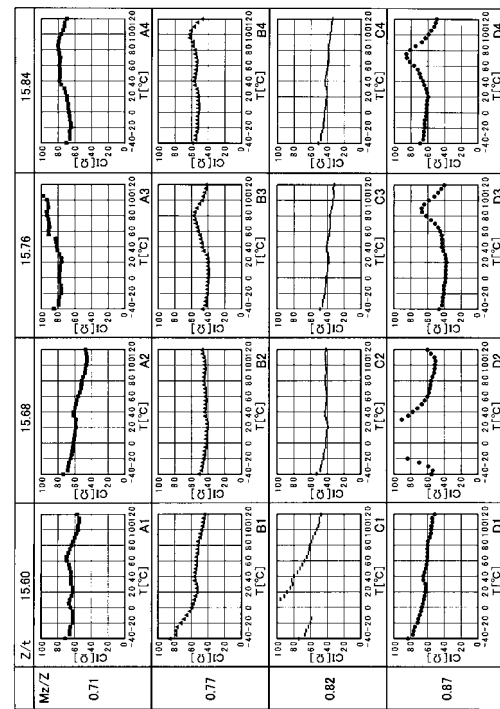
10.....圧電振動片、12.....圧電基板、14.....振動部、16.....周辺部、18.....励振電極、19.....接続電極、20.....支持部、22.....導電性接着剤、30.....パッケージ、32.....キャビティ、34.....実装電極、36.....蓋体。

30

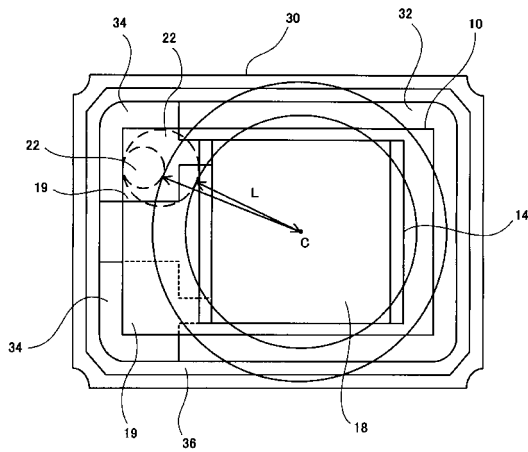
【図 1】



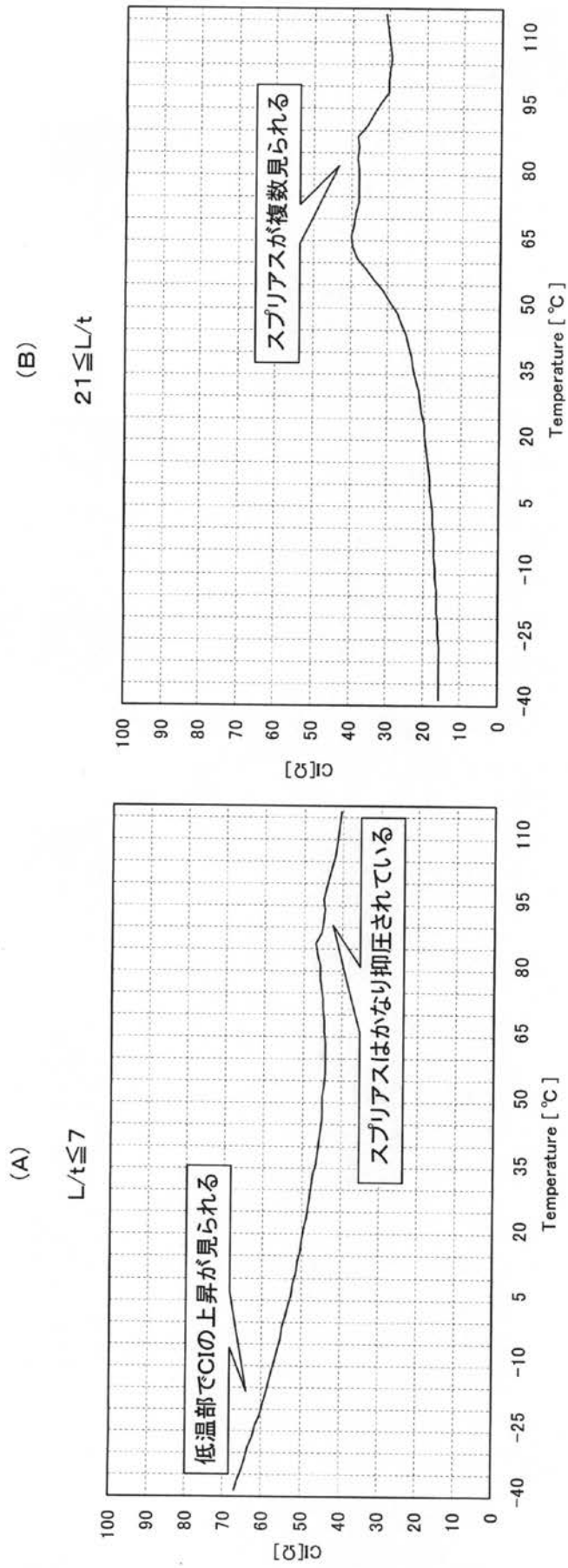
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2007-124441(JP,A)
特開2007-053820(JP,A)
特開2006-340023(JP,A)
特開2003-133890(JP,A)
特開2003-017978(JP,A)
特開2001-230655(JP,A)
特開2001-230654(JP,A)
特開昭56-069918(JP,A)
特開昭54-151389(JP,A)
特開2007-189491(JP,A)
特開2008-187579(JP,A)
特開2005-094410(JP,A)
特開平05-243889(JP,A)
特開平02-013007(JP,A)
特開昭58-047316(JP,A)
特開2008-263387(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

| | |
|------|-------|
| H03H | 9/19 |
| H01L | 41/09 |
| H01L | 41/18 |
| H01L | 41/22 |