

(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 1
HO3H 9/19 (2006.01)	HO3H 9/19 D
HO1L 41/18 (2006.01)	HO1L 41/18 101A
HO1L 41/09 (2006.01)	HO1L 41/08 C
HO1L 41/22 (2013.01)	HO1L 41/08 L
	HO1L 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
 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、

$$1.5 \leq \frac{Z}{t} \leq 1.5 \leq 1.84, \quad 10$$

$$0.77 \leq \frac{Mz}{Z} \leq 0.82$$

 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、

$$7 < L / t < 2.1$$

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、不要モードの重畠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ると、再び不要モードの重畠(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は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つ

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。

【0007】

そこで本発明では、CI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】

【0008】

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。

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AT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AT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Mzとした場合に、15.68 Z/t 15.84、かつ、0.77 Mz/Z 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ATカット水晶振動片。

30

【0009】

このように圧電基板の短辺寸法Zを特定することにより、CI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ATカット水晶振動片。

40

【0010】

このような構成とすることにより、CI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ATカット水晶振動片は、適用例1または適用例2に記載のAT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ATカット水晶振動子。

【0011】

このような構成とすることにより、上記効果を奏するAT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A T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A T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、A T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によって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。このようにしてバ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Mz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Mz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=61.85μmの圧電基板を使用している。

10

20

30

40

50

【0020】

ここで振動部14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=61.85μm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12の短辺寸法Zに対する振動部14の短辺寸法Mzの比(Mz/Z)は、圧電基板12の短辺寸法Zを固定し、振動部14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A1～D4までのサンプルを作成し、各サンプルの温度とCI値の関係をグラフ化したものである。

【0021】

なお説明の便宜上、Mz/Z=0.71のとき、Z/t=15.60～15.84のグラフをA1～A4とし、Mz/Z=0.77のとき、Z/t=15.60～15.84のグラフをB1～B4とし、Mz/Z=0.82のとき、Z/t=15.60～15.84のグラフをC1～C4とし、Mz/Z=0.87のとき、Z/t=15.60～15.84のグラフをD1～D4とする。また各グラフの縦軸はCI値()を示し、横軸は温度()をそれぞれ示している。

【0022】

ここで本実施形態のCI値の良好な温度特性は、一例として、温度-40～+120におけるCI値が65以下で、かつ、-40～+120におけるCI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CI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、CI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。

【0023】

まずMz/Z=0.71のとき、グラフA1～A4に示すように、Z/tを変化させた場合、いずれもCI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CI値上昇が生じている。例えばグラフA3では50以上、特に90以上で著しいCI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。

【0024】

また、Mz/Z=0.87のとき、D1～D4に示すように、全体的にCI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D2では-10～+20において100以上のCI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D3とD4に見られる80付近のCI値上昇も不要モードの結合によるものである。

【0025】

次にMz/Z=0.77のとき、短辺寸法Zが小さいB1(Z/t=15.60)の場合、0以下の低温領域でCI値は高くなるが、0以上ではCI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CI値の最大値と最小値の差が20以下となる。またB2～B4(Z/t=15.68～15.84)の場合、CI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。

【0026】

またMz/Z=0.82のとき、短辺寸法Zが小さいC1(Z/t=15.60)の場合、CI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、C2～C4(Z/t=15.68～15.84)の場合、短辺寸法Zを変化させてもCI値は常温で略40、-40～+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。

【0027】

上述した傾向から推察すると、CI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B2～B4およびC2～C4の範囲、

10

20

30

40

50

すなわち 15.68 Z/t 15.84、かつ、
0.77 Mz/Z 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 CI 値の良好な温度特性の範囲である、-40～+120 における CI 値が 65 以下で、かつ、-40～+120 における CI 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、CI 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。

【0030】

次に、本発明の圧電振動片について、他の側面から CI 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 CI 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、CI 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 CI 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】

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 CI 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 CI 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 CI 値の上昇が目立っている。

【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 CI 値と温度との関係を示すグラフである。図 4 (B) からも読み取れるように、CI 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。

【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 CI 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 CI 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

10

20

30

40

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の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。

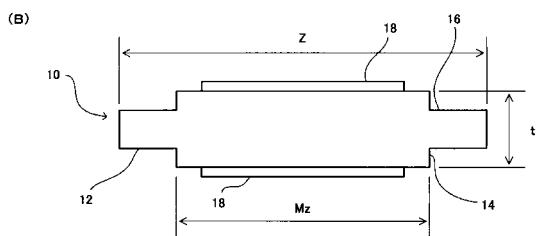
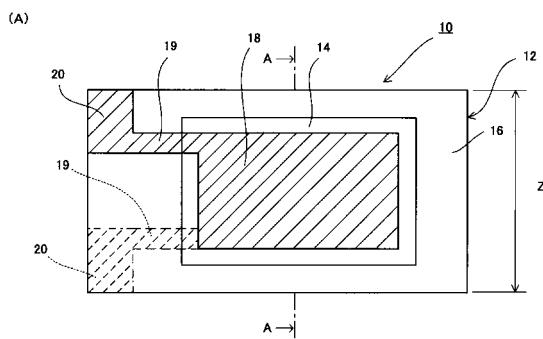
【符号の説明】

【0042】

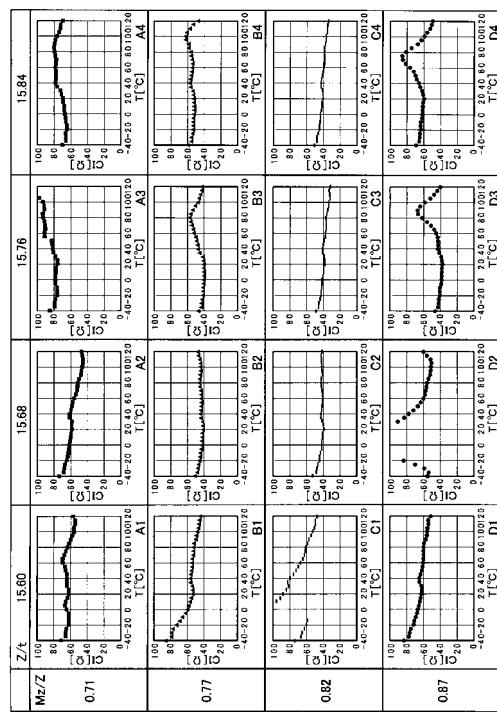
30

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。

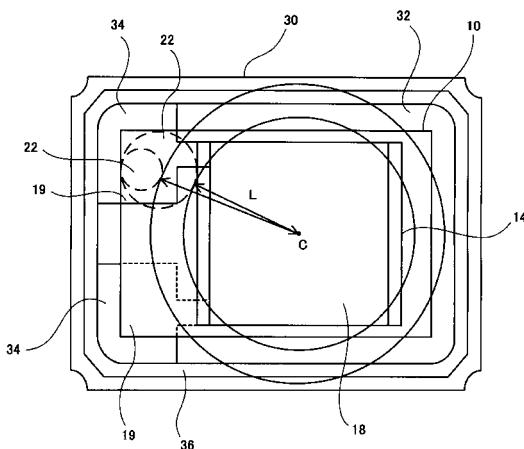
【図1】



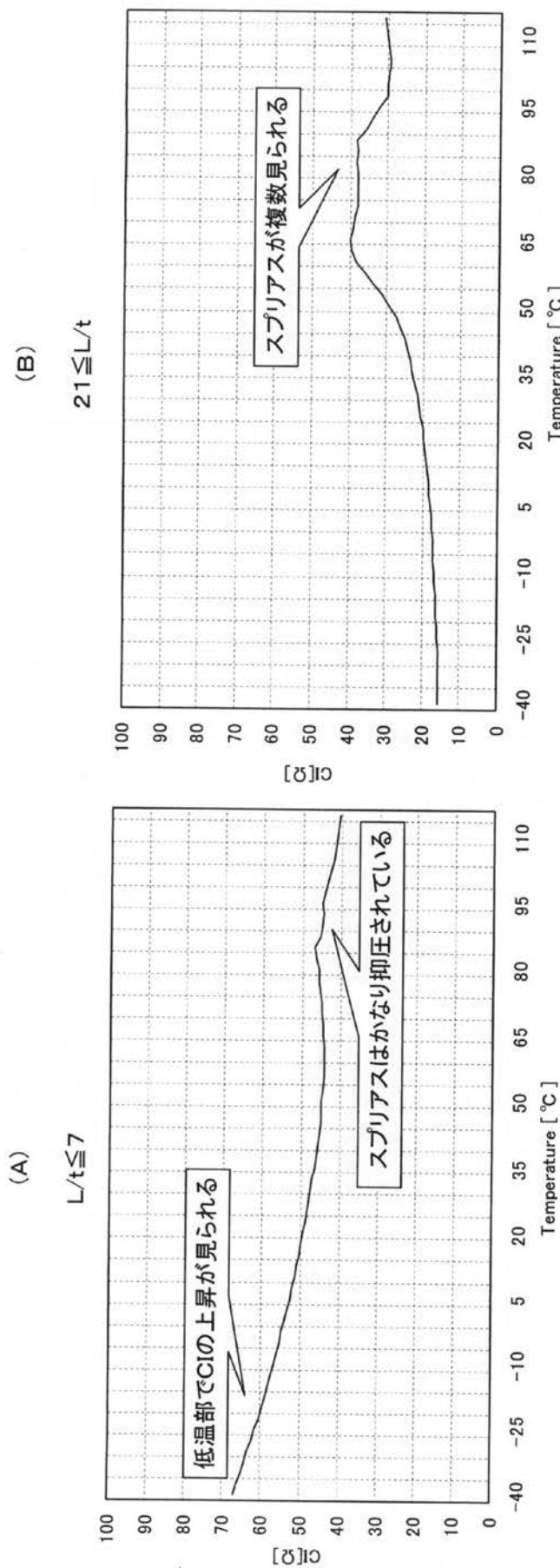
【図2】



【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)

H 03 H	9 / 19
H 01 L	41 / 09
H 01 L	41 / 18
H 01 L	41 / 22