

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7459936号
(P7459936)

(45)発行日 令和6年4月2日(2024.4.2)

(24)登録日 令和6年3月25日(2024.3.25)

(51)国際特許分類 F I
H 0 3 H 9/25 (2006.01) H 0 3 H 9/25 A
H 0 3 H 9/25 C

請求項の数 8 (全10頁)

(21)出願番号	特願2022-514061(P2022-514061)	(73)特許権者	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
(86)(22)出願日	令和3年4月5日(2021.4.5)	(74)代理人	110001195 弁理士法人深見特許事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2021/014486	(72)発明者	渡辺 宗久 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開番号	WO2021/206050	(72)発明者	谷口 康政 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
(87)国際公開日	令和3年10月14日(2021.10.14)	(72)発明者	大門 克也 京都府長岡京市東神足1丁目10番1号 株式会社村田製作所内
審査請求日	令和4年8月24日(2022.8.24)	審査官	志津木 康
(31)優先権主張番号	特願2020-71025(P2020-71025)		
(32)優先日	令和2年4月10日(2020.4.10)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 圧電デバイス

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

支持基板と、
前記支持基板上に配置された中間層と、
前記中間層上に配置された圧電層と、
前記圧電層上に形成された機能素子と、
前記支持基板上において、前記中間層および前記圧電層で形成される積層体の側面に接するように配置された絶縁層と、
前記絶縁層上から前記圧電層上にわたって形成され、前記機能素子に接続される配線電極とを備え、
前記絶縁層は、
前記積層体の厚みよりも薄く形成された第1領域と、
前記第1領域と前記積層体とをつなぎ、前記第1領域から前記圧電層の上面に向かって傾斜した部分を有する第2領域とを含み、
前記絶縁層の前記第2領域は、前記圧電層上に至っておらず、
前記絶縁層は、前記圧電層の側面に接するように配置されている、圧電デバイス。

【請求項2】

前記絶縁層は、前記支持基板における、前記積層体が形成されていない領域に形成されている、請求項1に記載の圧電デバイス。

【請求項3】

前記積層体の側面は、前記支持基板に対して傾斜している、請求項 1 または 2 に記載の圧電デバイス。

【請求項 4】

前記第 2 領域の前記絶縁層の上面は、前記積層体の側面の先端よりも前記支持基板に近い位置で前記積層体に接している、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイス。

【請求項 5】

前記第 2 領域の前記絶縁層の上面は、前記積層体の側面の先端で前記積層体に接している、請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイス。

【請求項 6】

前記中間層は、

前記支持基板上に配置され、前記圧電層に伝搬する弾性波の速度よりも高速の弾性バルク波を伝搬する高音速層と、

前記高音速層と前記圧電層との間に配置され、前記圧電層に伝搬する弾性波の速度よりも低速の弾性バルク波を伝搬する低音速層とを含む、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の圧電デバイス。

【請求項 7】

支持基板と、

前記支持基板上に配置された中間層と、

前記中間層上に配置された圧電層と、

前記圧電層上に形成された機能素子と、

前記支持基板上において、前記中間層および前記圧電層で形成される積層体の側面に接するように配置された絶縁層と、

前記絶縁層上から前記圧電層上にわたって形成され、前記機能素子に接続される配線電極とを備え、

前記絶縁層は、

前記積層体の厚みよりも薄く形成された第 1 領域と、

前記第 1 領域と前記積層体とをつなぎ、前記第 1 領域から前記圧電層の上面に向かって傾斜した部分を有する第 2 領域とを含み、

前記絶縁層の前記第 2 領域は、前記圧電層上に至っておらず、

前記第 2 領域の前記絶縁層の上面は、前記積層体の側面の先端よりも前記支持基板に近い位置で前記積層体に接している、圧電デバイス。

【請求項 8】

支持基板と、

前記支持基板上に配置された中間層と、

前記中間層上に配置された圧電層と、

前記圧電層上に形成された機能素子と、

前記支持基板上において、前記中間層および前記圧電層で形成される積層体の側面に接するように配置された絶縁層と、

前記絶縁層上から前記圧電層上にわたって形成され、前記機能素子に接続される配線電極とを備え、

前記絶縁層は、

前記積層体の厚みよりも薄く形成された第 1 領域と、

前記第 1 領域と前記積層体とをつなぎ、前記第 1 領域から前記圧電層の上面に向かって傾斜した部分を有する第 2 領域とを含み、

前記絶縁層の前記第 2 領域は、前記圧電層上に至っておらず、

前記第 2 領域の前記絶縁層の上面は、前記積層体の側面の先端で前記積層体に接している、圧電デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本開示は圧電デバイスに関し、より特定的には、圧電デバイスにおける配線電極の断線を抑制するための技術に関する。

【背景技術】

【0002】

圧電薄膜上に機能素子が形成された圧電デバイスが知られている。たとえば、国際公開第2016/208427号明細書(特許文献1)には、低音速膜と高音速膜とによって形成される積層膜上に圧電薄膜が積層され、当該圧電薄膜上に 歯状のIDT(Interdigital Transducer)電極が形成された弾性波装置が開示されている。

【0003】

国際公開第2016/208427号明細書(特許文献1)に開示された弾性波装置においては、支持基板上において上記の積層膜が形成されていない領域に絶縁層が形成されており、当該絶縁層は圧電薄膜の上方に至っている。そして、当該絶縁層上に配線電極が形成されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】国際公開第2016/208427号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

国際公開第2016/208427号明細書(特許文献1)に開示された弾性波装置(圧電デバイス)においては、絶縁層上に配置された配線電極は、絶縁層の形状に沿った形状となっている。そのため、支持基板上の絶縁層の高さと圧電薄膜の高さとが異なる場合には、配線電極に段差が生じてしまう。この段差が大きき場合には、配線電極の屈曲部分に応力が集中してしまい、当該屈曲部分においてクラックが生じることによって、配線電極が断線する可能性がある。

20

【0006】

本開示は、上記のような課題を解決するためになされたものであって、その目的は、圧電デバイスに形成される配線電極の断線を抑制することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本開示に係る圧電デバイスは、支持基板と、支持基板上に配置された中間層と、中間層上に配置された圧電層と、圧電層上に形成された機能素子と、絶縁層と、配線電極とを備える。絶縁層は、支持基板上において、中間層および圧電層で形成される積層体の側面に接するように配置されている。配線電極は、絶縁層上から圧電層上にわたって形成され、機能素子に接続されている。絶縁層は、第1領域および第2領域を含む。第1領域は、積層体の厚みよりも薄く形成されている。第2領域は、第1領域と積層体とをつなぎ、第1領域から圧電層の上面に向かって傾斜した部分を有している。絶縁層の第2領域は、圧電層上に至っていない。

【発明の効果】

【0008】

本開示による圧電デバイスによれば、第2領域の絶縁層は、積層体における圧電層の上面には至っていない。すなわち、絶縁層の上面の端部は、積層体の側面に接するように形成されている。そのため、絶縁層が圧電層上に至る場合よりも、第2領域の傾斜角度を小さくすることができる。これにより、絶縁層上に形成される配線電極の屈曲角度が小さくなるため、屈曲に伴う配線電極の断線を抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】実施の形態1に係る圧電デバイスの断面図である。

【図2】図1の圧電デバイスの部分断面図である。

50

【図3】比較例の圧電デバイスの部分断面図である。

【図4】実施の形態2に係る圧電デバイスの部分断面図である。

【図5】実施の形態3に係る圧電デバイスの部分断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本開示の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、図中同一または相当部分には同一符号を付してその説明は繰り返さない。

【0011】

[実施の形態1]

図1は、実施の形態1に係る圧電デバイス100の断面図である。また、図2は、図1の圧電デバイス100の断面の一部の拡大図である。図1および図2を参照して、圧電デバイス100は、支持基板110と、機能素子120と、圧電層130と、中間層140と、絶縁層150と、カバー層175とを備える。なお、以降の説明において、各図におけるZ軸の正方向を上側、負方向を下側と称する場合がある。

10

【0012】

支持基板110は、たとえば、タンタル酸リチウム(LiTaO_3)、ニオブ酸リチウム(LiNbO_3)、水晶等の圧電体、アルミナ(Al_2O_3)、マグネシア、窒化ケイ素(SiN)、窒化アルミニウム(AlN)、炭化ケイ素(SiC)、ジルコニア(ZrO_2)、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、ガラス等の誘電体またはシリコン(Si)、サファイア、窒化ガリウム(GaN)等の半

20

【0013】

支持基板110の上面111の一部には、圧電層130および中間層140からなる積層体105が形成されており、当該圧電層130の上面131に少なくとも一つの機能素子120が形成されている。

【0014】

圧電層130は、たとえば、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、酸化亜鉛(ZnO)、窒化アルミニウム、またはチタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電単結晶材料、あるいはそれらの圧電積層材料によって形成される。

【0015】

機能素子120は、歯状のIDT電極からなる弾性波共振子を含む。圧電層130と機能素子120とによって、弾性表面波(SAW: Surface Acoustic Wave)共振子が形成される。機能素子120は、アルミニウム(Al)、銅(Cu)、銀(Ag)、金(Au)、チタン(Ti)、タングステン(W)、白金(Pt)、クロム(Cr)、ニッケル(Ni)、モリブデン(Mo)のうちの少なくとも一種からなる単体金属、またはこれらを主成分とする合金などの金属材料を用いて形成することができる。また、機能素子120は、これらの金属もしくは合金からなる複数の金属膜を積層した構造を有していてもよい。

30

【0016】

中間層140は、支持基板110の上面111に配置された高音速層142と、当該高音速層142上に配置された低音速層141とを含む。高音速層142は、圧電層130に伝搬する弾性波の速度よりも高速の弾性バルク波を伝搬するように構成される。高音速層142としては、たとえばDL C(Diamond-like Carbon)膜、窒化アルミニウム、酸化アルミニウム、炭化ケイ素、窒化ケイ素、シリコン、サファイア、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、水晶等の圧電体、アルミナ、ジルコニア、コージライト、ムライト、ステアタイト、フォルステライト等の各種セラミック、マグネシアダイヤモンド、または、上記各材料を主成分とする材料、上記各材料の混合物を主成分とする材料のいずれかを用いることができる。

40

【0017】

低音速層141は、圧電層130に伝搬する弾性波の速度よりも低速の弾性バルク波を

50

伝搬するように構成される。低音速層 141 は、たとえば、酸化ケイ素、ガラス、酸化ケイ素、酸化タンタル、酸化ケイ素にフッ素または炭素またはホウ素を加えた化合物、または、上記各材料を主成分とする材料のいずれかを用いることができる。低音速層 141 と高音速層 142 との境界で生じる音速差によって、機能素子 120 から圧電層 130 に励振された弾性波を反射させることによって、弾性波のエネルギーを圧電層 130 内に効果的に閉じ込めることができる。

【0018】

なお、実施の形態 1 における圧電デバイス 100 においては、中間層 140 が低音速層 141 および高音速層 142 をそれぞれ 1 層ずつ含む構成の例について説明したが、中間層 140 は、複数の低音速層 141 および高音速層 142 が交互に積層された構成であってもよい。また、低音速層 141 と高音速層 142 との間に接着層が設けられていてもよい。

10

【0019】

支持基板 110 の上面 111 において、積層体 105 が形成されていない領域には絶縁層 150 が形成されている。絶縁層 150 は、支持基板 110 上において、積層体 105 の側面に接するように配置されている。具体的には、絶縁層 150 は、積層体 105 における、機能素子 120 が形成されている面（上面）と支持基板 110 に接する面（下面）とを結ぶ面（側面）に接するように配置されている。絶縁層 150 は、たとえば、エポキシ、ポリイミド、アクリル、ウレタン等を主成分とした樹脂により形成されている。

20

【0020】

図 2 に示されるように、絶縁層 150 は、積層体 105 の厚み（Z 方向の寸法）よりも薄く形成された第 1 領域 AR1 と、第 1 領域 AR1 と積層体 105 とをつなぐ第 2 領域 AR2 とを含んで形成される。第 2 領域 AR2 の上面は、第 1 領域 AR1 から積層体 105 の上面（すなわち、圧電層 130 の上面 131）に向かって傾斜している（傾斜部 155）。絶縁層 150 における積層体 105 との接触面の先端は、圧電層 130 の上面 131 と同じレベルとなっている。すなわち、絶縁層 150 の第 2 領域 AR2 は、圧電層 130 において機能素子が形成された面上に重なっていない。

【0021】

再び図 1 を参照して、カバー層 175 は、支持層 170 によって機能素子 120 から離間した位置に支持されている。カバー層 175 は、たとえば、エポキシ、ポリイミド、アクリル、ウレタン等を主成分とした樹脂により形成されている。

30

【0022】

支持層 170 は、絶縁層 150 の上面に積層体 105 の周囲を囲むように配置されている。支持層 170 は、たとえば、ポリイミド、エポキシ系樹脂、環オレフィン系樹脂、ベンゾシクロブテン、ポリベンゾオキサゾール、フェノール系樹脂、シリコン、あるいはアクリル樹脂などの有機材料を含む樹脂で形成されている。支持層 170 およびカバー層 175 によって、積層体 105 とカバー層 175 との間に中空空間 190 が形成される。この中空空間 190 の内部に、機能素子 120 が形成される。

【0023】

支持層 170 およびカバー層 175 を貫通して、柱状電極 180 が形成されている。柱状電極 180 のカバー層 175 側の第 1 端部 181 は、外部機器に接続するための接続電極 185 に接続されている。柱状電極 180 の第 2 端部 182 は、絶縁層 150 の上面に形成された配線電極 160 に電氣的に接続されている。配線電極 160 は、絶縁層 150 の上面から圧電層 130 の上面にわたって形成されており、圧電層 130 に形成された機能素子 120 に接続されている。配線電極 160 および柱状電極 180 によって、機能素子 120 と接続電極 185 とが電氣的に接続される。また、圧電層 130 の上面 131 には、配線電極 161 が形成されている。配線電極 161 によって、機能素子 120 同士が電氣的に接続される。

40

【0024】

図 3 は、比較例の圧電デバイス 100 # の部分断面図である。圧電デバイス 100 # に

50

おいては、実施の形態 1 の圧電デバイス 100 と比較すると、絶縁層 150 # の一部が圧電層 130 の上面 131 にまで至っており、すなわち、絶縁層 150 # の第 2 領域 AR2 が圧電層 130 と重なっている点が異なっている。そして、配線電極 160 # が、絶縁層 150 # の上面から圧電層 130 の上面にわたって形成されている。

【0025】

実施の形態 1 および比較例において、第 1 領域 AR1 と第 2 領域 AR2 との境界が積層体から同じ距離にある場合、圧電デバイス 100 # における第 2 領域 AR2 の傾斜部 155 # についての X 軸方向からの傾斜角度 θ_2 は、圧電デバイス 100 における傾斜部 155 の傾斜角度 θ_1 よりも大きくなる ($\theta_1 < \theta_2$)。これにより、第 1 領域 AR1 と第 2 領域 AR2 との境界部分における配線電極 160 # の屈曲角度も、比較例の方が大きくなってしまふ。そうすると、当該屈曲部分に応力が集中してしまい、屈曲部分において配線電極 160 # にクラックが発生し、配線電極 160 # の断線が生じる可能性がある。

10

【0026】

一方で、実施の形態 1 の圧電デバイス 100 においては、比較例よりも傾斜部 155 の傾斜角度が小さいため、配線電極 160 の屈曲部分への応力集中が比較例の場合に比べて緩和される。したがって、実施の形態 1 の圧電デバイス 100 においては、屈曲に伴う配線電極 160 の断線を抑制することが可能となる。なお、傾斜部 155 の傾斜角度 θ_1 は、 $0^\circ < \theta_1 < 45^\circ$ の範囲とすることが好ましい。

【0027】

[実施の形態 2]

実施の形態 1 の圧電デバイスにおいては、圧電層および中間層によって形成される積層体の側面が支持基板に対して垂直となるように形成されていた。実施の形態 2 においては、積層体の側面が支持基板に対して傾斜するように形成される構成について説明する。

20

【0028】

図 4 は、実施の形態 2 に係る圧電デバイス 100 A の部分断面図である。圧電デバイス 100 A においては、積層体 105 A を形成する圧電層 130 A および中間層 140 A (低音速層 141 A , 高音速層 142 A) における、絶縁層 150 と接触する側面が、支持基板 110 に対して傾斜した構成となっている。より具体的には、圧電層 130 A および中間層 140 A の X 軸方向ならびに Y 軸方向の寸法が、圧電層 130 A の上面 131 A から支持基板 110 に向かって大きくなるように形成されている。なお、絶縁層 150 にお

30

【0029】

圧電デバイスにおいて、絶縁層が積層体から剥離してしまうと、絶縁層から圧電層にわたって形成されている配線電極に対して引っ張り応力が作用して、断線の要因となり得る。

【0030】

しかしながら、圧電デバイス 100 A のように、積層体 105 A の側面を傾斜させる構成にすることによって、積層体 105 A と絶縁層 150 との接触面積が大きくなるため、絶縁層 150 が積層体 105 A から剥離しにくくなる。

【0031】

また、積層体の側面が支持基板に対して垂直な場合、支持基板 110 上に絶縁層 150 を形成する際に、積層体の側面と支持基板とが接する部分 (図 4 の領域 RG1) に絶縁体が十分に充填されずに気泡が残る場合がある。そうすると、絶縁層 150 の接着強度が弱まって剥離しやすくなる可能性がある。一方、実施の形態 2 の圧電デバイス 100 A のように、積層体 105 A の側面を傾斜させることによって、領域 RG1 の部分にも絶縁体が流入しやすくなり、気泡の発生が抑制されるため、絶縁層 150 の接着強度の低下を抑制することができる。

40

【0032】

したがって、実施の形態 2 の圧電デバイス 100 A においては、絶縁層 150 と積層体 105 A との接触面積の拡大および絶縁体内の気泡の抑制によって、絶縁層 150 の剥離

50

が抑制されるため、その結果、絶縁層 150 の剥離によって生じる配線電極 160 の断線を抑制することができる。

【0033】

[実施の形態3]

絶縁層を形成する絶縁体には、周囲環境に含まれる水分を吸湿しやすい性質を有するものがある。このような絶縁層が圧電層に接触すると、絶縁層内の水分によって圧電層の特性が劣化してしまい、弾性波共振子の特性が低下するおそれがある。

【0034】

実施の形態3においては、絶縁層と圧電層との接触部分を低減することによって、絶縁層の吸湿に伴う弾性波共振子の特性劣化を抑制する構成について説明する。

10

【0035】

図5は、実施の形態3に係る圧電デバイス100Bの部分断面図である。圧電デバイス100Bにおいては、実施の形態2の圧電デバイス100Aと同様に、積層体105Bを形成する圧電層130Bおよび中間層140B（低音速層141B，高音速層142B）における、絶縁層150Bと接触する側面が、支持基板110に対して傾斜した構成となっている。そして、絶縁層150Bにおける積層体105Bとの接触面の上端は、圧電層130Bの上面131Bよりも支持基板110に近い位置で積層体105Bに接している。具体的には、図5の領域RG2に示されるように、絶縁層150Bにおける接触面の上端は、圧電層130Bの上面131Bと下面132Bとの間で、圧電層130Bに接している。なお、上記の絶縁層150Bにおける接触面の上端の上面131Bからの距離は、

20

【0036】

このような構成とすることによって、絶縁層と圧電層との間の接触面積を低減することができるため、絶縁層が吸湿した場合であっても、圧電層の特性劣化を抑制することができる。したがって、絶縁層の吸湿に伴う弾性波共振子の特性劣化を抑制することができる。

【0037】

今回開示された実施の形態は、すべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本開示の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

30

【符号の説明】

【0038】

100, 100A, 100B, 100# 圧電デバイス、105, 105A, 105B 積層体、110 支持基板、120 機能素子、130, 130A, 130B 圧電層、140, 140A, 140B 中間層、141, 141A, 141B 低音速層、142, 142A, 142B 高音速層、150, 150B, 150# 絶縁層、155, 155# 傾斜部、160, 160#, 161 配線電極、170 支持層、175 カバー層、180 柱状電極、181 第1端部、182 第2端部、185 接続電極、190 中空空間。

40

50

【図面】
【図 1】

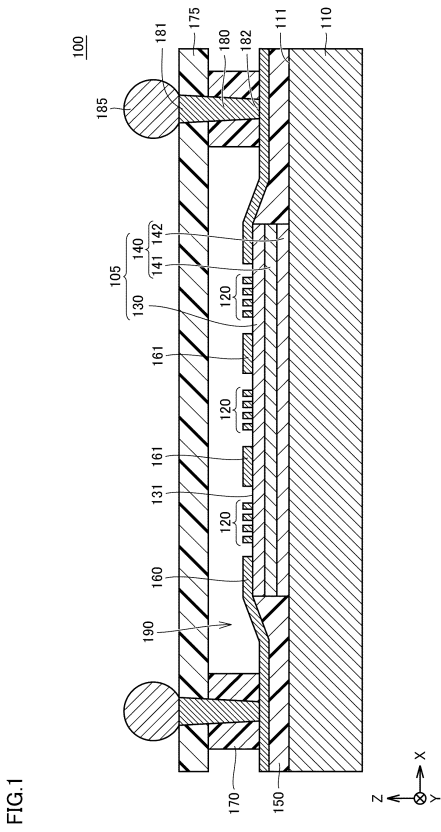
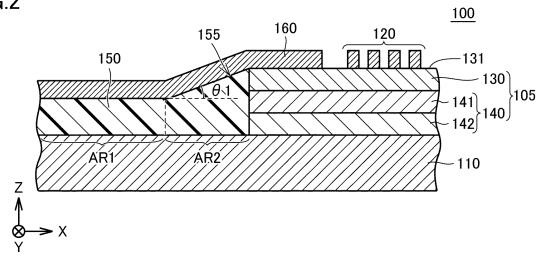


FIG.1

【図 2】

FIG.2

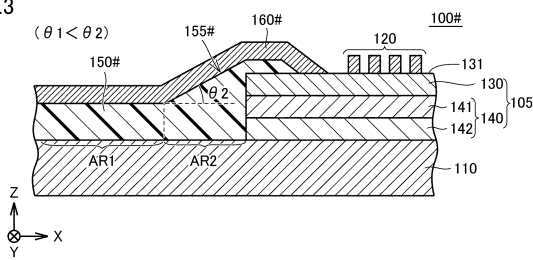


10

20

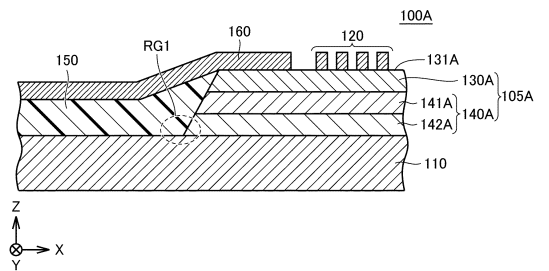
【図 3】

FIG.3



【図 4】

FIG.4



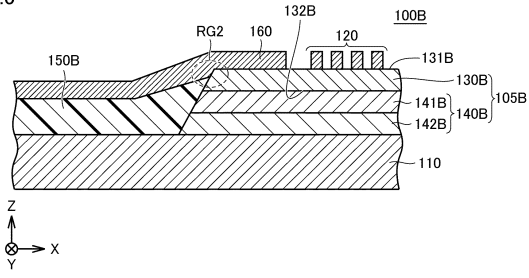
30

40

50

【 5 】

FIG.5



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2015/098678(WO, A1)
特開2019-179961(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H03H3/007-3/10
H03H9/00-9/76