

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3553055号  
(P3553055)

(45) 発行日 平成16年8月11日(2004.8.11)

(24) 登録日 平成16年5月14日(2004.5.14)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/13

F I

G02B 6/12

M

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2003-124320 (P2003-124320)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成15年4月28日(2003.4.28)		富士通株式会社
(62) 分割の表示	特願平6-510891の分割		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
原出願日	平成5年10月28日(1993.10.28)	(74) 代理人	100077517
(65) 公開番号	特開2003-287640 (P2003-287640A)		弁理士 石田 敬
(43) 公開日	平成15年10月10日(2003.10.10)	(74) 代理人	100092624
審査請求日	平成15年5月16日(2003.5.16)		弁理士 鶴田 準一
(31) 優先権主張番号	特願平4-290020	(74) 代理人	100082898
(32) 優先日	平成4年10月28日(1992.10.28)		弁理士 西山 雅也
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100081330
前置審査			弁理士 樋口 外治
		(72) 発明者	箱木 浩尚
			神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路パターンを形成する光導波路デバイスの製造方法において、

前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に島状に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、島状の前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる長さとしたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

10

【請求項2】

焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスの製造方法において、

前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に沿って金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状としたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【請求項3】

20

焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスの製造方法において、

前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に平行に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状又は長さとしたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の製造方法において、該ダミーパターンの角部は丸く構成して有ることを特徴とする光導波路デバイスの製造方法。 10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、焦電効果を有する基板上に形成する光導波路デバイスの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

情報処理や情報伝達の分野において、近時、情報量の増大や機能の拡大を目的として、光通信システムを利用した情報処理システムが注目されている。それに伴って、光信号を制御するための光スイッチ、光変調器等の光制御デバイスに対する需要が高まり、更に高速化、高能率化、小型化、集積化を図った光制御デバイスが要求されるようになった。 20

【0003】

このような要求を満たす光通信用の光制御デバイスとして、結晶体の基板上に光導波路のパターンを形成し、このパターン上に電極等を配置して構成される光変調器や光スイッチ等が脚光を浴びている。特に高能率、高速性を得るために、強誘電体であり且つ電気光学効果、を有するニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 結晶体、或いはタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) 結晶体を基板に使用するものが注目されている。

【0004】

この  $\text{LiNbO}_3$  や  $\text{LiTaO}_3$  結晶の基板を使用する光導波路デバイスの場合、基板上に例えばチタン (Ti) 等の金属を用いて光導波路のパターンを、例えばフォトリソ工程等を用いて形成し、約 1000 ~ 1050 の高温処理することにより、基板上に Ti 等の金属を熱拡散させて、基板上に通常幅が数  $\mu\text{m}$  ~ 数十  $\mu\text{m}$  程度、長さが数 mm ~ 数十 mm 程度の光導波路のパターンを形成する。 30

【0005】

しかるに、上記のような  $\text{LiNbO}_3$  や  $\text{LiTaO}_3$  結晶から成る基板はかなり大きな焦電効果 (焦電性) を有しているため、温度変化により電荷が発生し、基板表面が帯電して大きな電位を生ずる。したがって、加熱して Ti 等の金属パターンを基板面上に拡散させる際に、多量に発生する焦電荷が金属パターン (光導波路パターン) に溜まり易く、その結果、その部分に放電が起き、光導波路パターンが破壊されるといった問題がある。

【0006】

基板を加熱する場合においても、温度変化を緩やかにするために昇温速度を極めて小さくすれば、余り大きな問題は起こらないが、約 1000 ~ 1050 まで加熱する場合において、ある程度の生産性を考慮して例えば 10 / 分以上で加熱するとすれば、焦電効果によって導波路パターン間で放電を起こすおそれがある。 40

【0007】

尚、温度変化を急激に与えないようにして発生する電荷を雰囲気中のイオンで中和させることにより、電荷が過剰に導波路パターンに溜まらないようにすることが考えられるが、イオン供給装置等設備が複雑になるという問題があるため、この解決策は実際上採り得ない。

【0008】

**【発明が解決しようとする課題】**

そこで、本発明においては、熱処理時の光導波路パターンの放電破壊を効果的に防止できる光導波路デバイス及びその製造方法を的することを目的とする。

**【0009】****【課題を解決するための手段】**

上記問題を解決するために、本発明によると、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路パターンを形成する光導波路デバイスの製造方法において、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に島状に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、島状の前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる長さとしたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法が提供される。

10

**【0010】**

また、本発明によると、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスの製造方法において、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に沿って金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状としたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法提供される。

20

**【0011】**

また、本発明によると、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスの製造方法において、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に平行に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、放電破壊を起きにくくする程度に前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状又は長さとしたことを特徴とする光導波路デバイスの製造方法提供される。これらの光導波路デバイスの製造方法において、該ダミーパターンの角部は丸く構成して有ることを特徴とする。

30

**【0012】**

本発明において、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路パターンを形成する光導波路デバイスにおいて、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に島状に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、島状の前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる長さとしたことを特徴とする光導波路デバイスが提供される。

40

**【0013】**

本発明によると、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスにおいて、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に沿って金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状としたことを特徴とする光導波路デバイスが提供される。

**【0014】**

50

また、本発明によると、焦電効果を有する基板上に金属の導体パターンを形成し、該基板を加熱して該導体パターンを熱拡散処理することによって光導波路を形成する光導波路デバイスにおいて、前記光導波路用の前記導体パターンと前記光導波路用の前記導体パターンの側に平行に金属の導体からなるダミーパターンとを形成した前記基板を熱拡散処理することで、前記導体パターンと前記金属の導体からなるダミーパターンとを同時に前記光導波路とダミーパターンとし、前記ダミーパターンを、前記光導波路用パターンに溜まる電荷を拡散することのできる形状としたことを特徴とする光導波路デバイスが提供される。これらのデバイスにおいて、該ダミーパターンの角部は丸く構成して有ることを特徴とする。

【0015】

10

【発明の実施の形態】

以下、本発明の複数の実施例を図面を参照して説明するが、それらに共通する説明は、最初に出てきた箇所でのみ行い、それ以降においてはこれを省略することにする。

【0016】

先ず、図1において、ニオブ酸リチウム ( $\text{LiNbO}_3$ ) 又はタンタル酸リチウム ( $\text{LiTaO}_3$ ) 結晶から成る基板2の上に光導波路パターン5が複数個並列に規則正しくパターン形成されたウェハ7が部分平面図で示される。

【0017】

ウェハ7は、直径が約75mmで、周知のように向きを特定するために一部が直線状に形成される以外は略円形であり、1つのウェハ7(基板2)の面上には、並列に配置された通常32個の光導波路パターン5が形成される。

20

【0018】

光導波路パターン5は、基板2上にパターン化したTi金属膜を例えばレジスト等を用いて周知の方法で付着させ、基板2を約1000～1050℃まで昇温して、熱処理によりこれらの金属膜を基板2の表面から内部に向けて拡散させ、基板表面近傍に高屈折率部(金属パターン)を形成したものである。

【0019】

このようにして基板2上に形成された各光導波路パターン5の形状は、図1から明らかなように、中央の平行な2本の部分(この部分の長さaは数mm～数十mm程度)と、両側の1本の部分から2本の部分へ分岐し或いは2本の部分から1本の部分へ結合する部分(この部分の長さbは数mm～10mm程度)であり、aの長さの両側のbの長さの部分全体の長さ部分lをチップ有効領域という。また、中央の平行な2本の部分の間隔tは数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ 程度である。

30

【0020】

そして、最終的には、チップの有効領域においてウェハ7が、例えばダイシングソー等を用いて、チップ有効領域lの範囲において切断され、更に通常並列に配置された光導波路パターンの各チップに切断される。

【0021】

$\text{LiNbO}_3$  又は  $\text{LiTaO}_3$  結晶から成る基板2は、上述したように焦電効果を有するために、このままでは、熱処理時(熱拡散時)に金属パターン(光導波路パターン)5自体又はその近傍に溜まった電荷により、金属パターン相互間で、あるいは金属パターンと雰囲気中の帯電分子との間で放電破壊してしまう危険性が極めて高い。

40

【0022】

しかしながら、本発明の各実施例においては、次のような特徴的な手法を採用することにより、それを見事に解決している。

【0023】

図1に示した第1実施例について説明すると、これらの各光導波路パターン5は、その両端部5a, 5b(例えば左側の入力部5a及び右側の出力部5b)が、熱処理後のウェハ7を所定チップ状に個々に分断して光導波路デバイスを製造する段階における個々のデバイスに必要な有効範囲(寸法l)を越える寸法位置(寸法L)において、両側の広い面積

50

の連結パターン9と一体化・導通するようにそれぞれパターン接続されている。第1実施例においては、これらの面積の広い連結パターン9は図示のようにウェハ7の縁部まで広がって形成されている。

【0024】

すなわち、本実施例においては、電荷が集中して溜まり易い光導波路パターン5の狭幅の両側部分5a, 5bが、連結パターン9にアース接続されているために、その部分5a, 5bの電荷がより面積の大きい外部(連結パターン9側)に有効に逃がされること、及び、個々のチップ単体(光導波路デバイス単体)に実質的に不要なウエハ部分において個々の金属パターン(光導波路パターン)5が相互に連結されるので、放電破壊の起き易いこれらの両側部分5a, 5bで放電破壊が起きても、出来上がった製品(光導波路デバイス)には無関係であって悪影響を及ぼすおそれが無いことから、光導波路パターン5の放電破壊によるダメージを実質的に消滅ないし軽減することができる。

10

【0025】

なお、面積の広い両側の導体パターン9から内側に矩形に突出するように設けた導体領域8は出来上がった製品(光導波路デバイス)をチップ有効領域1で切断する場合のマーカとしての機能を有すると共に、チップ有効範囲以外の領域にて放電破壊を誘発することにより、逆にチップ有効範囲内における電荷を逃す作用を行う。

【0026】

また、図1に示したような光導波路パターンを形成した後、この光導波路の電極(図示せず)が例えば金(Au)等の金属で周知の膜形成技術により光導波路パターン上に形成される。

20

【0027】

次いで、図2に示す第2実施例及び図3に示す第3実施例について説明する。

【0028】

両実施例は共に、光導波路パターン25, 35の両側部分25a, 25b, 35a, 35bの近傍の上下にダミーパターン26, 36を平行に配置したものであるが、前者の第2実施例は、ダミーパターン26を連結パターン29から一体的に延ばしてきたものであり、後者の第3実施例は、ダミーパターン36を独立した細長の島状に形成したものである。

【0029】

いずれの実施例においても、このように光導波路パターン近傍にダミーパターン26, 36を設けているので、その分、電荷の溜まる量がパターン全体に拡散・分散され、しかも、両者のダミーパターン26, 36の角部を丸くしているので、これらの角部において電荷が集中することが防止され、光導波路パターン25, 35の放電破壊が起きにくい。なお、ダミーパターン26, 36と光導波路パターン25, 35の両側部分25a, 25b, 35a, 35bとの間隔dは約60~80µm程度が適当である。

30

【0030】

次いで、図4に示す第4実施例について説明する。

【0031】

本実施例においては、上記第2及び第3実施例のように光導波路パターン近傍にダミーパターンが設けられていない。その代わりに、上記第1実施例におけるチップ有効範囲から外れるような位置、例えば、両側の連結パターン49の更に外側の位置に、連結パターン49から矩形状に突出するパターン部分47が設けられると共に、これらのパターン部分47に近接して矩形状の島状のダミーパターン48が複数個設けられる。したがって、両側の連結パターン49自体は、第1実施例のようにウェハ7の縁部まで広がってはならず、所定の幅を有した形状である。

40

【0032】

上記のように尖った角部から成るパターン部分47及び島状パターン48は、放電を誘発し易く(以下、このようなパターン47, 48を放電誘発パターンと呼ぶ)、このため、この放電誘発パターン47, 48が基板上に存在することにより、中央側の光導波路パタ

50

ーン45に帯電する電荷が放電誘発パターン47, 48の側に逃れ、中央側の光導波路パターン45における電荷量が減少し、その結果、光導波路パターン45の放電破壊が起きにくくなる。

【0033】

次に、図5に示す第5実施例及び図6に示す第6実施例について説明する。

【0034】

両実施例は共に、上記第4実施例のような構成に加えて、光導波路パターン55, 65の両側部分55a, 55b, 65a, 65bの近傍の上下にダミーパターン56, 66を平行に配置したようなものであって、前者の第5実施例は、第2実施例のようにダミーパターン56を連結パターン59から一体的に延ばしてきたものであり、後者の第6実施例は、第3実施例のようにダミーパターン66を独立して細長の島状に形成したものである。

10

【0035】

このように複合的にパターン構成したために、いずれの実施例においても、光導波路パターン55, 65の両側部分55a, 55b, 65a, 65bにおける電荷の溜まる量が著しく減少する結果、その放電破壊の発生を軽減乃至なくすることが可能となる。

【0036】

最後に、図7に示す第7実施例及び図8に示す第8実施例について説明する。

【0037】

両実施例は共に、上記第5(第2)実施例及び第6(第3)実施例と同様に、光導波路パターン75, 85の両側部分75a, 75b, 85a, 85bの近傍の上下にダミーパターン76, 86を平行に配置されている、即ち、前者の第7実施例は、第5実施例のようにダミーパターン76を連結パターン79から一体的に延ばし、後者の第8実施例は、第6実施例のようにダミーパターン86を独立して細長の島状に形成している。

20

【0038】

更に、第4実施例～第6実施例における、矩形の島状のダミーパターン48, 58, 68の代わりに、両側の連結パターン79, 89から矩形に突出する比較的細いパターン部分72, 82を間隔を密に多数配置していると共に、これらのパターン部分72, 82の先端に近接して、ウェハ7の縁部まで延びた比較的面積の広い導体パターン部71, 81を形成した。

【0039】

上記のように尖った角部を有するパターン部分72, 82が間隔を密に、しかも比較的面積の広い導体パターン部71, 81に近接して配置されているので、パターン部分72, 82相互間或いはパターン部分72, 82と導体パターン部71, 81との間、特にそれらの角部において、放電を誘発し易い状態となり、これらが放電誘発パターンとなって、基板上のチップ有効範囲の外側に存在することにより、中央側の光導波路パターン75, 85に帯電する電荷がこれらの放電誘発パターンの側に逃れ、中央側の光導波路パターン75, 85における電荷量が減少し、その結果、光導波路パターン75, 85においては放電破壊が起きにくくなる。

30

【0040】

以上、幾つかの好適な実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、請求の範囲を逸脱することなく様々の変更や応用ができることは言うまでもないことである。

40

【0041】

例えば、上述の実施例において、ダミーパターン26, 36, 46, 56, 66, 76, 86は、中央の光導波路パターンの分岐部ないし結合部において終結しているように図示されているが、光導波路パターンの中央部により接近する位置まで延びていてもよく、また逆に、チップ有効領域まで延びていなくてもよい。また、上述の実施例においては、光導波路パターンの両端部とも連結パターンに導通させたが、一方の端部のみを連結パターンに接続させた場合でも、ある程度の効果は期待できる。あるいは、ダミーパターンを光導波路パターンの両側に複数本ずつ設けてもよい。

50

【 0 0 4 2 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明によれば、光導波路パターンの放電破壊を実質的に消滅ないし軽減することができ、光導波路デバイス製造時の歩留まりが大幅に向上する。また、その分、熱処理（加熱処理）の温度勾配を大きくでき、従って、製造時間（昇温・降温に要する時間）の短縮を図ることができる。よって、本発明は光導波路デバイスに広く適用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明に係る光導波路デバイスの製造方法の第 1 の実施例の、光導波路パターンがパターン形成されたウエハの要部平面図である。

10

【 図 2 】 第 2 実施例の要部平面図である。

【 図 3 】 第 3 実施例の要部平面図である。

【 図 4 】 第 4 実施例の要部平面図である。

【 図 5 】 第 5 実施例の要部平面図である。

【 図 6 】 第 6 実施例の要部平面図である。

【 図 7 】 第 7 実施例の要部平面図である。

【 図 8 】 第 8 実施例の要部平面図である。

【 符号の説明 】

5 , 2 5 , 3 5 , 4 5 , 5 5 , 6 5 , 7 5 , 8 5 ... 光導波路パターン

9 , 2 9 , 3 9 , 4 9 , 5 9 , 6 9 , 7 9 , 8 9 ... 連結パターン

4 7 , 4 8 ... 放電誘発パターン

2 6 , 3 6 , 5 6 , 6 6 , 7 6 , 8 6 ... ダミーパターン

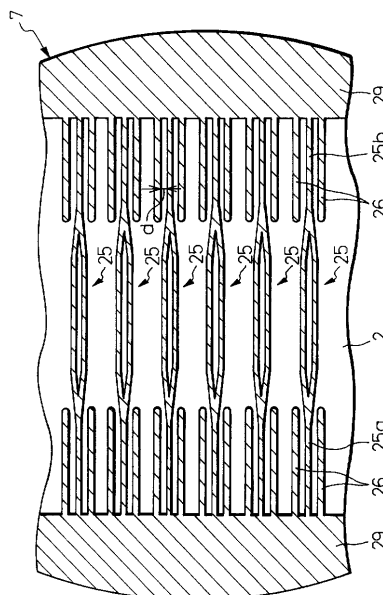
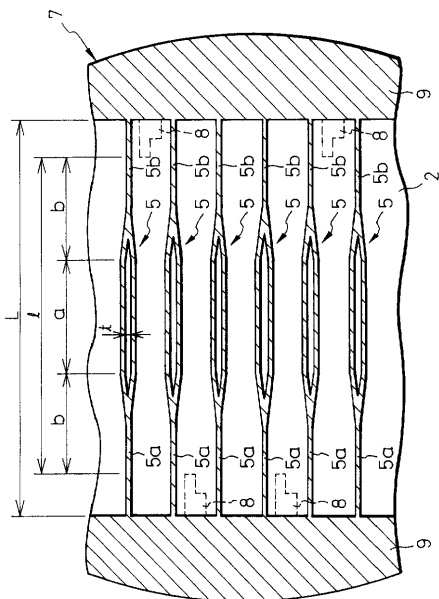
20

【 図 1 】

【 図 2 】

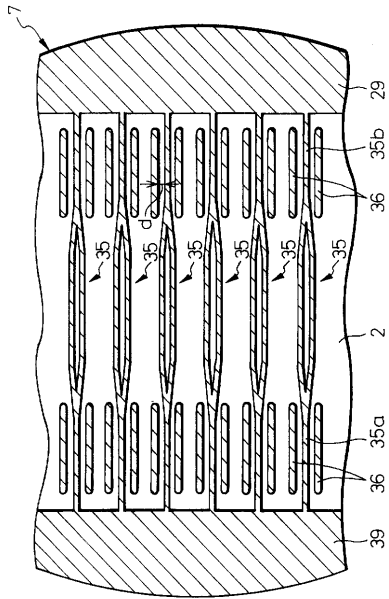
図 1

図 2



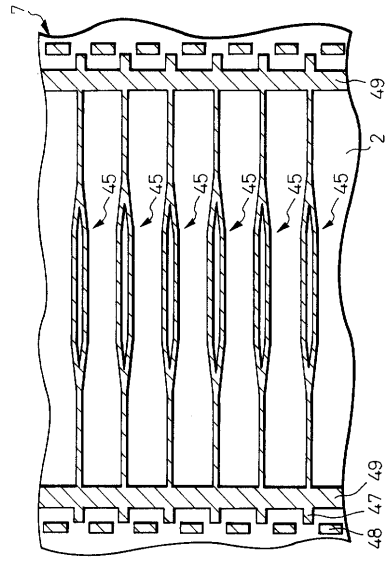
【 図 3 】

図 3



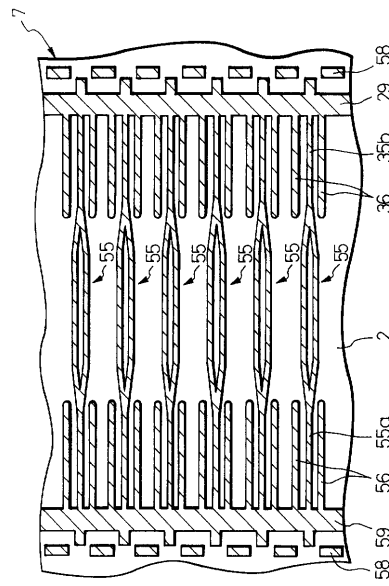
【 図 4 】

図 4



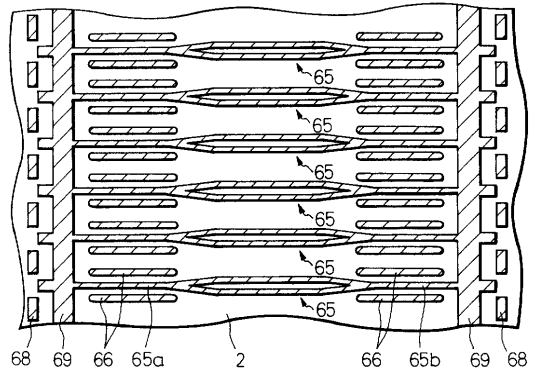
【 図 5 】

図 5



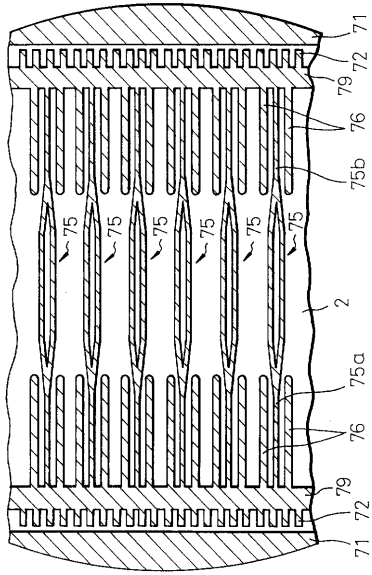
【 図 6 】

図 6



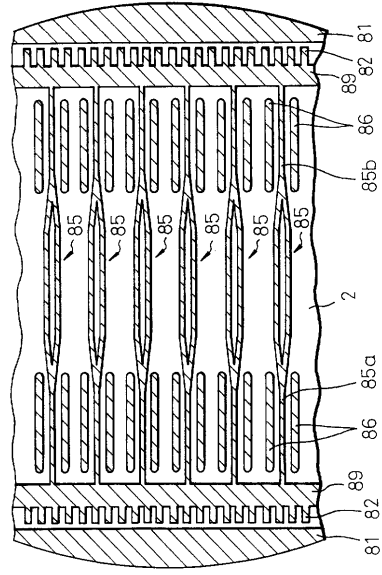
【 図 7 】

図 7



【 図 8 】

図 8



---

フロントページの続き

- (72)発明者 山根 隆志  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内
- (72)発明者 渡邊 順子  
神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地 富士通株式会社内

審査官 日夏 貴史

- (56)参考文献 特開平02-015245(JP,A)  
特開平03-202810(JP,A)  
特開平02-007019(JP,A)  
特開昭58-066916(JP,A)  
特開昭60-257325(JP,A)  
特開昭60-019128(JP,A)  
特開平06-011673(JP,A)  
特開平04-264408(JP,A)  
特開平05-232521(JP,A)  
特開平04-003128(JP,A)  
特開昭55-113002(JP,A)  
特開昭60-014222(JP,A)  
特開昭57-196166(JP,A)  
特開平04-214526(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 6/12 - 6/14  
G02F 1/00 - 7/00