

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4019788号

(P4019788)

(45) 発行日 平成19年12月12日(2007.12.12)

(24) 登録日 平成19年10月5日(2007.10.5)

(51) Int. Cl. F I  
G O 2 B 6/24 (2006.01) G O 2 B 6/24

請求項の数 17 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2002-137550 (P2002-137550)	(73) 特許権者	000002130
(22) 出願日	平成14年5月13日(2002.5.13)		住友電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2003-329871 (P2003-329871A)		大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(43) 公開日	平成15年11月19日(2003.11.19)	(74) 代理人	100088155
審査請求日	平成17年3月4日(2005.3.4)		弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100089978
			弁理士 塩田 辰也
		(74) 代理人	100092657
			弁理士 寺崎 史朗
		(74) 代理人	100110582
			弁理士 柴田 昌聰
		(72) 発明者	上田 知彦
			神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電 気工業株式会社横浜製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光ファイバ位置決めユニット、光ファイバアレイ及び光ファイバアレイ製造方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

それぞれが光ファイバの一端に設けられた素線部分の先端部を受け入れて位置決めし固定する複数の位置決め穴を有する第1サブユニットと、  
前記第1サブユニットに隣接配置される第2サブユニットであって、前記光ファイバの残りの素線部分と該素線部分に隣接する被覆部分とを受け入れて固定する、前記位置決め穴と同数の固定穴を有する前記第2サブユニットと  
を備え、

前記第1サブユニット及び前記第2サブユニットが互いに隣接配置された状態において、前記位置決め穴がそれぞれ対応の前記固定穴と連通し、  
前記位置決め穴の、前記第2サブユニット側となる開口部に、前記第2サブユニット側に断面積が大きくなる部分が形成されていることを特徴とする、光ファイバ位置決めユニット。

## 【請求項2】

前記固定穴の内面には、前記第1サブユニット側となる側に向かって断面積が小さくなる部分が形成されていることを特徴とする、請求項1に記載の光ファイバ位置決めユニット。

## 【請求項3】

前記第2サブユニットが隣合う前記光ファイバのピッチを変換する機能を有すべく、隣接する前記固定穴同士における、前記第1サブユニット側となる第1開口部のピッチが、他

側の第2開口部のピッチよりも大きくされていることを特徴とする、請求項1又は2に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項4】

前記固定穴が前記第1開口部と前記第2開口部との間に湾曲部分を有し、前記湾曲部分に前記光ファイバの前記被覆部分が配置されるようになっていていることを特徴とする、請求項3に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項5】

前記固定穴が前記第1開口部と前記湾曲部分との間に直線部分を有し、該直線部分の中心軸線が、前記第1開口部の中心を通り且つ前記第2サブユニットの中心軸線と平行な基準線に対して所定角度をなしていることを特徴とする、請求項3又は4に記載の光ファイバ位置決めユニット。

10

【請求項6】

前記固定穴が前記第2開口部と前記湾曲部分との間に直線部分を有し、該直線部分の中心軸線が、前記第2開口部の中心を通り且つ前記第2サブユニットの中心軸線と平行な基準線に対して所定角度をなしていることを特徴とする、請求項3又は4に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項7】

前記第2サブユニットが、一面に曲線状に形成された複数の溝を有するベースプレートと、前記溝を固定穴に形成すべく前記ベースプレートの前記一面を覆うカバープレートとを備えることを特徴とする、請求項3～6のいずれか1項に記載の光ファイバ位置決めユニット。

20

【請求項8】

前記第1サブユニット及び前記第2サブユニットを囲繞する外囲体を更に備えることを特徴とする、請求項1～7のいずれか1項に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項9】

前記外囲体が金属、プラスチック成形品及びプラスチック成形品の外面に樹脂メッキを施したもののよりなる群から選ばれた一つから構成されていることを特徴とする、請求項8に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項10】

前記第2サブユニットがプラスチック成形品であることを特徴とする、請求項1～9のいずれか1項に記載の光ファイバ位置決めユニット。

30

【請求項11】

前記位置決め穴及び前記固定穴がそれぞれm行n列の二次元配列されており、前記第2サブユニットが、前記固定穴が一次元配列で形成された部材を積層して構成されていることを特徴とする、請求項1～10のいずれか1項に記載の光ファイバ位置決めユニット。

【請求項12】

請求項1～11のいずれか1項に記載の光ファイバ位置決めユニットにおける前記第1サブユニット及び前記第2サブユニットを隣接配置し、互いに連通する前記位置決め穴と前記固定穴との対のそれぞれに光ファイバを挿入固定してなることを特徴とする、光ファイバアレイ。

40

【請求項13】

前記光ファイバがテープ状光ファイバ心線の端部を分離して形成されたものであり、前記第2サブユニットが前記テープ状光ファイバ心線の被覆を固定していることを特徴とする、請求項12に記載の光ファイバアレイ。

【請求項14】

請求項1又は2に記載の光ファイバ位置決めユニットにおける前記第1サブユニット及び前記第2サブユニットを隣接配置し、互いに連通する前記位置決め穴と前記固定穴との対のそれぞれに、複数本の光ファイバがシート上に固定され且つ該シートの両端でピッチが異なるよう配列されたピッチ変換ファイバシートを挿入固定してなることを特徴とする、

50

光ファイバアレイ。

【請求項 15】

請求項 11 に記載の光ファイバ位置決めユニットを用いて光ファイバアレイを製造する方法であって、

前記第 2 サブユニットを構成する各部材の前記固定穴に光ファイバを挿入し接着剤により固定する第 1 ステップと、

前記光ファイバが固定された前記部材を前記第 1 サブユニットに隣接配置すると共に、前記部材から突出する前記光ファイバの素線部分を前記第 1 サブユニットにおける対応の前記位置決め穴に挿入し接着剤により固定する第 2 ステップとを備え、

前記第 2 ステップにおける前記部材の配置及び前記光ファイバの前記素線部分の挿入、固定を前記部材単位で順次行うことを特徴とする光ファイバアレイ製造方法。

10

【請求項 16】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の光ファイバ位置決めユニットを用いて光ファイバアレイを製造する方法であって、

前記光ファイバの前記素線部分の先端に放電を与えてエッジ処理を施した後、前記第 2 サブユニットの前記固定穴及び前記第 1 サブユニットの前記位置決め穴への前記光ファイバの挿入を行うことを特徴とする光ファイバアレイ製造方法。

【請求項 17】

請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の光ファイバ位置決めユニットを用いて光ファイバアレイを製造する方法であって、

前記第 2 サブユニットに光ファイバを挿入し接着剤により固定する第 1 ステップと、前記光ファイバが固定された前記第 2 サブユニットを前記第 1 サブユニットに隣接配置すると共に、前記第 2 サブユニットから突出する前記光ファイバの素線部分を前記第 1 サブユニットにおける対応の前記位置決め穴に挿入し接着剤により固定する第 2 ステップとを備えることを特徴とする光ファイバアレイ製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数本の光ファイバを配列してなる光ファイバアレイ及びその製造方法、並びに光ファイバアレイを製造するために用いられる光ファイバ位置決めユニットに関する。

30

【0002】

【従来の技術】

複数本の光ファイバを一次元又は二次元に配列して構成された光ファイバアレイは従来から種々の型式がある。例えば、一次元配列型の光ファイバアレイとしては、特開平 8 - 286078 号公報や特開平 9 - 243850 号公報、特開 2000 - 155239 号公報等に記載されたものが知られている。また、二次元配列型の光ファイバアレイとしては、特開平 10 - 268145 号公報や特開 2001 - 30759 号公報等に記載のものがあ

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したような従来の光ファイバアレイには次のような問題点がある。

40

【0004】

まず、上記公報に記載の一次元配列型の光ファイバアレイについてはいずれも、V 溝プレートの V 溝に光ファイバを載せて接着剤を滴下し、更にその上方からカバープレートにより光ファイバを V 溝に押さえ付けることで製造される。しかし、この方法では、光ファイバを高精度に位置決めするためには V 溝プレートに V 溝を高精度に形成する必要があるが、V 溝プレートは石英等のガラス、シリコン、インパール材等の金属からなり、その全体を加工することは手間とコストがかかる。また、この方法で二次元配列型の光ファイバアレイを製造しようとした場合、多数の V 溝プレートと光ファイバとを積層しながら組み立てていく必要があり、作業性が悪く、積層時に精度が低下してしまう。

50

## 【 0 0 0 5 】

一方、二次元配列型の光ファイバアレイの製造方法は上記特開平10-268145号公報には明示されておらず、当該公報に記載のものは複雑な構成であるので、効率よく製造することは困難と考えられる。特開2001-30759号公報には前述したV溝プレートを用いた方法のみが示されている。従って、上記公報に記載の二次元配列型光ファイバアレイも、製造効率が悪く、且つ、精度が低いという問題がある。

## 【 0 0 0 6 】

ところで、二次元配列型光ファイバアレイは、マイクロマシンシステム(Micro Electro Mechanical System: MEMS)技術を応用した機械式の三次元光スイッチの入力部又は出力部に用いられることが考えられている。三次元光スイッチは、例えば特開2001-117025号公報等に記載されているものがある。これは、出力用の二次元配列型光ファイバアレイにおける一つの光ファイバから出射された光を機械的に動作するミラーにて反射させ、入力用の二次元配列型光ファイバアレイの光ファイバのいずれかに選択的に伝送するというものである。かかる三次元光スイッチでは、光の確実な空間伝送を達成するためには、光ファイバアレイにおける光ファイバの端面の位置精度を極めて高くする必要がある。

## 【 0 0 0 7 】

しかしながら、上述したような従来の二次元配列型光ファイバアレイでは、そのような高い位置精度を得るためには、製造に手間がかかると共に、製造コストも高くなるという問題がある。

## 【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の目的は、製造が容易であり且つ製造コストの低減を図ることのできる高精度の光ファイバアレイとその製造方法、並びに、そのような光ファイバアレイに用いられる光ファイバ位置決めユニットを提供することにある。

## 【 0 0 0 9 】

## 【 課題を解決するための手段 】

請求項1に係る発明は、光ファイバアレイを構成する光ファイバ位置決めユニットに係るものであり、それぞれが光ファイバの一端に設けられた素線部分の先端部を受け入れて位置決めし固定する複数の位置決め穴を有する第1サブユニットと、第1サブユニットに隣接配置される第2サブユニットであって、光ファイバの残りの素線部分と該素線部分に隣接する被覆部分とを受け入れて固定する、位置決め穴と同数の固定穴を有する第2サブユニットとを備え、第1サブユニット及び第2サブユニットが互いに隣接配置された状態において、位置決め穴がそれぞれ対応の固定穴と連通し、位置決め穴の、第2サブユニット側となる開口部に、第2サブユニット側に断面積が大きくなる部分が形成されていることを特徴としている。断面積が大きくなる態様としては、テーパや、位置決め穴の中心軸線に沿っての断面においてRがつけられたいわゆるフレア形状のものが考えられる。

## 【 0 0 1 0 】

ここで、本明細書において、「光ファイバ」と言った場合には、単心線型の光ファイバ心線を表し、いわゆる光ファイバ素線(一次被覆のない裸光ファイバを含む)にポリアミド、ポリエステルエラストマー、フッ素樹脂等の熱可塑性樹脂や、ウレタンアクリレート、エポキシアクリレート等の紫外線硬化型樹脂の被覆を施したものをいう。また、特に、光ファイバのうち被覆のある部分を被覆部分、被覆が除去された部分を素線部分と称する。

## 【 0 0 1 1 】

上記構成の光ファイバ位置決めユニットは、位置決め精度が特に重要となる第1サブユニットと、精度は比較的低くてもよい第2サブユニットに分割したものである。このため、第1サブユニットの位置決め穴を短くすることができ、これによって加工が容易となり、しかも加工精度がより向上する。また、精度を出すためには材料は高価なものとなるが、請求項10に記載の通り、第2サブユニットは廉価なプラスチック成型品から作ることができるので、光ファイバ位置決めユニット全体に高価な材料を使う必要がなくなる。

## 【 0 0 1 2 】

また、第1サブユニットの位置決め穴の挿入口となる開口部には、テーパ等の断面積が大きくなる部分が形成されているので、光ファイバの挿入も容易となる。

【0013】

第2サブユニットの固定穴の内面には、第1サブユニット側となる側に向かって断面積が小さくなる部分が形成されること、すなわち先細り形状とすることが好ましい。

【0014】

このような形状とすることで、固定穴の一側の開口部（第1サブユニットとは反対の側の開口部）を大きくして、光ファイバの挿入を容易にすることができる。また、第1サブユニット側の固定穴の開口部の径を光ファイバの素線部分の径よりも僅かに大きなものとし、第1サブユニットの位置決め穴の開口部よりも小さくすれば、位置決め穴と固定穴との軸線が多少ずれていても光ファイバの挿入が可能となる。すなわち、第1サブユニットと第2サブユニットとの間の相対的位置ずれを吸収することが可能となる。

10

【0015】

光ファイバをテーパ状光ファイバ心線（以下「テーパ心線」という）の端部を分離して形成した場合、第2サブユニットが隣合う光ファイバのピッチを変換する機能を有することが好ましく、隣接する固定穴同士における、第1サブユニット側となる第1開口部のピッチを、他側の第2開口部のピッチよりも大きくすることが好ましい。

【0016】

特に空間伝送型の三次元スイッチで用いられる二次元配列型の光ファイバアレイにおいては、クロストークを防止するために光ファイバ端面のピッチはテーパ心線における光ファイバのピッチよりも大きくすることが多く、かかる場合にテーパ心線から所望のピッチに変換できることは、製造を容易にするという観点からも有効である。

20

【0017】

第2サブユニットがピッチ変換機能を有する場合、固定穴の第1開口部と第2開口部との間に湾曲部分を有することになる。ここに光ファイバの素線部分が配置されると、破断確率が増すため、湾曲部分には被覆部分を配置することが好ましい。

【0018】

また、湾曲部分を通過した後、素線部分は湾曲部分の延びる方向、すなわち第2開口部から第1開口部に向かう方向にそのまま突出しようとするため、その向きを修正するために、固定穴の第1開口部に続く部分は直線部分とし、更に、当該直線部分の中心軸線が、第1開口部の中心を通り且つ第2サブユニットの中心軸線と平行な基準線に対して所定角度をなすよう傾斜させることがよい。

30

【0019】

光ファイバを第2サブユニットの固定穴に挿入する際には、円滑に湾曲部分に導かれるよう、固定穴の第2開口部に続く部分も直線部分とし、その直線部分の中心軸線が、第2開口部の中心を通り且つ第2サブユニットの中心軸線と平行な基準線に対して所定角度をなすようにすることが好ましい。

【0020】

第2サブユニットとしては、一面に曲線状に形成された複数の溝を有するベースプレートと、その溝を固定穴とすべくベースプレートの前記一面を覆うカバープレートとを備えるものが考えられ、二次元配列の場合には、このベースプレートとカバープレートとの対を積層することになる。かかる構成は、湾曲部分を有する固定穴を形成するのに適している。また、第2サブユニットであるので、積層による多少の位置ずれも許容することができる。

40

【0021】

光ファイバ位置決めユニットは、第1サブユニット及び第2サブユニットを囲繞する外囲体を更に備えてもよい。この外囲体は、光ファイバアレイを支持する支持体への取付けを容易にするよう適宜形作ることができる。

【0022】

外囲体としては、金属、プラスチック成形品、或いは、プラスチック成形品の外面に樹脂

50

メッキを施したものが考えられる。金属の場合、半田付けや溶接による取付けを可能とする。また、プラスチック成形品は安価という特徴がある。プラスチック成形品に樹脂メッキを施せば、安価であることに加え、半田付けが可能となるという利点がある。

【0023】

二次元配列型の光ファイバアレイを構成しようとする場合、位置決め穴及び固定穴がそれぞれm行n列の二次元配列されたものとなるが、その場合、第2サブユニットは、固定穴が一次元配列で形成された部材を積層してなるものとすることができる。

【0024】

請求項12に係る発明は光ファイバアレイに関し、上述したような光ファイバ位置決めユニットにおける第1サブユニット及び第2サブユニットを隣接配置し、互いに連通する位置決め穴と固定穴との対のそれぞれに光ファイバを挿入固定してなる。

10

【0025】

光ファイバとしてテープ心線の端部を分離して形成されたものを使用した場合、第2サブユニットはテープ心線の被覆を固定するようにしてもよい。

【0026】

また、複数本の光ファイバをピッチ変換したシート状のピッチ変換ファイバシートを用いてもよい。すなわち、複数本の光ファイバを、シートの両端でピッチが異なるよう、そのシート上に配列固定したものを用いれば、テープ心線から延びる光ファイバがピッチ変換された状態で位置決め穴と固定穴の対に容易に挿入固定することが可能となる。

【0027】

20

更に、本発明は、光ファイバアレイの製造方法にも係るものである。請求項15に記載の方法は、請求項11に記載の光ファイバ位置決めユニットを用いた方法であって、第2サブユニットを構成する各部材の固定穴に光ファイバを挿入し接着剤により固定する第1ステップと、光ファイバが固定された部材を第1サブユニットに隣接配置すると共に、前記部材から突出する光ファイバの素線部分を第1サブユニットにおける対応の位置決め穴に挿入し接着剤により固定する第2ステップとを備え、第2ステップにおける前記部材の配置及び光ファイバの素線部分の挿入、固定を前記部材単位で順次行うことを特徴としている。

【0028】

この方法では、光ファイバを1本ずつ固定穴及び位置決め穴に挿入する必要がなく、複数本の光ファイバの一括挿入、固定が可能となる。

30

【0029】

第2サブユニットが1個の部材から構成されている場合には、第2サブユニットに光ファイバを挿入し接着剤により固定した後、その第2サブユニットを第1サブユニットに隣接配置すると共に、第2サブユニットから突出する光ファイバの素線部分を第1サブユニットにおける対応の位置決め穴に挿入し接着剤により固定してもよい。

【0030】

また、本発明の光ファイバアレイの製造方法では、光ファイバの素線部分の先端に放電を与えてエッジ処理を施した後、第2サブユニットの固定穴及び第1サブユニットの位置決め穴への光ファイバの挿入を行うことを特徴としている。

40

【0031】

この方法では、光ファイバの先端が丸められるので、穴の内面や固定穴と位置決め穴との継ぎ目での引っ掛かりを低減することができ、挿入作業を円滑化することができる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。なお、図面は方法的に誇張して描いたものである。

【0033】

図1及び図2は、本発明の第1実施形態に係る光ファイバアレイ10を示している。この光ファイバアレイ10は、例えばマイクロマシンシステム(MEMS)技術を応用した機械

50

式の三次元光スイッチ（図示しない）において入力用又は出力用として用いられ得るものであり、光ファイバ12の端面がm行n列のマトリクス状（図示実施形態では8行8列）の2次元に配列されている。また、以下の説明において寸法の具体的数値を示した箇所があるが、これは光ファイバ12の先端に形成された素線部分14の外径が125 $\mu$ m、被覆部分16の外径が250 $\mu$ mである光ファイバ12の場合を想定したものであり、適用される光ファイバ12の寸法に応じて適宜変更され得るものである。

#### 【0034】

光ファイバアレイ10は、光ファイバ12を8行8列で位置決めし保持する光ファイバ位置決めユニット18を有している。このユニット18は、光ファイバ12の素線部分14を精密に位置決めし固定する第1サブユニット20と、第1サブユニット20に隣接して配置され、主として光ファイバ12の被覆部分16を固定する第2サブユニット22とから構成されている。

10

#### 【0035】

第1サブユニット20は、実質的に直方体部材であり、光ファイバ12の素線部分14が挿入される複数本の位置決め穴24が貫通形成されている。位置決め穴24は光ファイバ12と同数、すなわち本実施形態では64本であり、第2サブユニット22が隣接配置される側の第1サブユニット20の面26から、その面26の反対側の面28にかけて直線状に延びている。ここで、面28の側を前側と定め、面28を前端面と称し、面26を後端面と称することとする。図3に示すように、位置決め穴24の中心軸線C1は、前後の端面28、26に対して実質的に直交しており、前端面28の正面から見た場合、位置決め穴24は8行8列で正方マトリクス状に配列されている。

20

#### 【0036】

位置決め穴24の内径は光ファイバ12の素線部分14の外径よりも僅かに大きい値、126~127 $\mu$ m程度とされている。また、この光ファイバアレイ10が三次元光スイッチに適用される場合、光を光ファイバアレイ10に向かって或いは光ファイバアレイ10から数cm以上の空間を伝送させることがあり、光ビーム径や、必要に応じて配置されるレンズの径を考慮すると、クロストーク防止という観点とも相俟って、位置決め穴24のピッチは0.5mm以上とされることが好ましく、本実施形態では1mmとしている。

#### 【0037】

更に、光ファイバ12の素線部分14は第1サブユニット20の後端面26側の位置決め穴24の開口部30から挿入されるが、その挿入作業を容易化するために、開口部30は、図3に明示する通り、前方ほど断面積が小さくされること、言い換えるならば後端面26側に拡径するテーパが付けられていることが好ましい。本実施形態では、テーパ付き開口部30の最大径は300 $\mu$ m程度としているが、この最大径については以下で更に詳細に説明する。

30

#### 【0038】

また、第1サブユニット20の前端面28にはレンズアレイ、或いは、MEMSやPLC等の装置が接合される場合があるため、第1サブユニット20の材質は接合される装置や部材の材質と同等の線膨張係数のものであることが好適である。具体的には、レンズアレイが接合される場合には、第1サブユニット20は石英等のガラスやシリコン、インパール材、ジルコニアのような低線膨張係数の材料から作られるとよい。

40

#### 【0039】

第2サブユニット22は、図示の構成では、前後の端面32、34が第1サブユニット20の前後の端面28、26と同形、同寸法である略直方体部材から構成されている。第2サブユニット22は、その前端面32を第1サブユニット20の後端面26にその周縁が一致するように突き合わせた状態で配置される。また、第2サブユニット22には、第1サブユニット20における位置決め穴24と同じ配列で、前端面32と後端面34との間で直線状に延びる固定穴36が貫通形成されている。従って、第2サブユニット22と第1サブユニット20とを正対させ突き合わせると、第2サブユニット22の各固定穴36は第1サブユニット20の対応の位置決め穴24と連通する。

50

## 【0040】

第2サブユニット22における固定穴36の形状は、光ファイバ12の被覆部分16が挿入され得るよう形成された全長にわたり同一断面形状の円筒形状であってもよいが、図3に示すように、少なくとも素線部分14が位置する部分38と被覆部分16が位置する部分40とに区分し、前側の部分38の内径は素線部分14の外径よりも大きくし(200 $\mu$ m)、その後側の部分40の内径も被覆部分の外径よりも大きくする(300~350 $\mu$ m)ことが好ましい。また、前側部分38から後側部分40への境界部分42の内周面は、後方ほど断面積が大きくなるようテーパが付けられることが好ましい。図3に示す形状とすることにより、光ファイバアレイ10を製造する際、光ファイバ12を固定穴36から第1サブユニット20の位置決め穴24に挿入する場合に、光ファイバ12の前方移動に伴ってその素線部分14の中心軸線が固定穴36の中心軸線C2に整列することとなるので、素線部分14を位置決め穴24に円滑に誘導することが可能となる。なお、図示実施形態では、光ファイバ12の挿入をより容易とするために、固定穴36の後側開口部に近い部分44は部分40よりも更に拡張され、後側開口部46にはテーパが付けられている。

10

## 【0041】

このように第2サブユニット22の固定穴36の形状は比較的複雑な形状となる場合があるため、第2サブユニット22の材料は、加工性に優れたエポキシ樹脂、ポリエーテルイミド(PEI)、ポリフェニレンサルファイド(PPS)、ポリブチレンテレフタレート(PBT)のようなプラスチック材料や金属が有効である。プラスチック材料はそれ自体安価なものが多いため、光ファイバアレイ10の製造コスト低減にも寄与する。

20

## 【0042】

光ファイバアレイ10は更に、第1サブユニット20と第2サブユニット22とを突き合わせた状態で保持し一体化させるための外囲体48を備えている。この外囲体48は、第1サブユニット20及び第2サブユニット22の外周面を囲み、接着又は圧着等により両ユニット20,22に固着されるようになっている。外囲体48は、第1サブユニット20と第2サブユニット22の一体化という目的以外にも、光ファイバアレイ10を支持体(図示しない)に取り付けるため等の目的でも用いられる。支持体への取付けでは半田付けや溶接が要求されることが多いため、外囲体48は、ステンレス鋼のような金属や、外面が樹脂メッキされたプラスチック成形品から作られることが好ましい。また、外囲体48は、支持体の形状或いは取付手段に対応した形状に容易に加工することができるよう、またコストの面からも、プラスチック材料のみからなるものであってもよい。

30

## 【0043】

なお、図1及び図2において、符号50は、光ファイバ位置決めユニット18から露出する光ファイバ12を保護するために、第2サブユニット22の後部に脱着可能に嵌合されるブーツである。このブーツ50は弾性材料、例えばゴムやエラストマーから作られる。また、ブーツ50の脱落を防止するために、第2サブユニット22とブーツ50との間の接触部分には互いに嵌合状態となる凹凸52が形成されることが好適である。

## 【0044】

次に、以上のような構成の光ファイバアレイ10を製造する方法について説明する。

40

## 【0045】

まず、第1サブユニット20、第2サブユニット22、外囲体48、ブーツ50、及び光ファイバ12を用意する。第1サブユニット20は、光ファイバアレイ10において光ファイバ12の端面位置を定める最も重要な部品であるため、位置決め穴24を極めて高い精度で加工する必要がある。第1実施形態における第1サブユニット20は、光ファイバ12の素線部分14を保持することができる最小限の厚さを有すればよいので、位置決め穴24の加工精度も出しやすいという利点がある。一方、第2サブユニット22は、光ファイバ12の位置決めよりも確実な固定を主目的としたものであるため、安価なプラスチック成形品から作ることができ、加工精度は第1サブユニット20に比して低くてもよい。よって、第2サブユニット22は容易に製造することができる。また、光ファイバ12

50

は、本実施形態では、テープ心線 5 4 の端部の被覆 5 6 を裂いて単心線としたものである。各光ファイバ 1 2 の先端部分は、当該部分の被覆を除去することで、素線部分 1 4 とされたものである。この素線部分 1 4 の長さは、第 2 サブユニット 2 2 における固定穴 3 6 の前側部分 3 8 の長さ、第 1 サブユニット 2 0 における位置決め穴 2 4 の長さの合計よりも若干長くしてある。更に、光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 の先端に放電を与えてエッジ処理を施し、先を丸めておくことが、後述の穴 3 6 , 2 4 への挿入性を向上させるために好適である。

#### 【 0 0 4 6 】

光ファイバアレイ 1 0 の構成部品が用意されたならば、まず最初に、外囲体 4 8 に第 1 サブユニット 2 0 の後部を嵌合させて一体化する。この一体化は、外囲体 4 8 と第 1 サブユニット 2 0 との嵌合い関係を締め込みとした圧着によるものとしてもよいし、接着剤を用いた接着によるものとしてもよい。次いで、第 1 サブユニット 2 0 の後端面 2 6 の側から位置決め穴 2 4 に接着剤を注入する。そして、第 2 サブユニット 2 2 を、第 1 サブユニット 2 0 から突出している外囲体 4 8 の後部に嵌合し、圧着又は接着によって外囲体 4 8 と一体化させる。これによって、第 2 サブユニット 2 2 の前端面 3 2 が第 1 サブユニット 2 0 の後端面 2 6 と正対する位置関係が高精度に得られる。

#### 【 0 0 4 7 】

このようにして外囲体 4 8 により第 1 サブユニット 2 0 と第 2 サブユニット 2 2 とが保持され一体化されたならば、固定穴 3 6 に接着剤を注入する。そして、位置決め穴 2 4 及び固定穴 3 6 内の接着剤が硬化する前に、光ファイバ 1 2 を 1 本ずつ第 2 サブユニット 2 2 の後方より固定穴 3 6 に挿入する。固定穴 3 6 の開口部 4 6 はテーパ付きであり、十分に広い径となっているので、挿入は容易に行うことができる。光ファイバ 1 2 を第 2 サブユニット 2 2 の固定穴 3 6 に挿入していくと、図 3 に示すように、光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 が固定穴 3 6 の前側部分 3 8 へと導かれる。この際、光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 の軸線が固定穴 3 6 の中心軸線 C 2 とずれていても、素線部分 1 4 の先端は固定穴 3 6 のテーパ部分 4 2 の内面に接してそれにより小径の前側部分 3 8 に円滑に且つ確実に案内される。そして、光ファイバ 1 2 を更に押し進めると、光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 は第 1 サブユニット 2 0 の位置決め穴 2 4 内に挿入される。この場合も、位置決め穴 2 4 の入口開口部 3 0 にはテーパが付けられているので、光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 が位置決め穴 2 4 の中心軸線 C 1 と若干ずれていても、素線部分 1 4 は位置決め穴 2 4 の前方へと円滑に案内される。

#### 【 0 0 4 8 】

ここで、各部品の製造時や組付時の誤差等によって、第 1 サブユニット 2 0 の中心軸線と第 2 サブユニット 2 2 の中心軸線との間に、公差範囲で最大の  $a$  のずれが生じていると仮定する。また、第 2 サブユニット 2 2 における固定穴 3 6 のピッチにも、公差範囲で最大の  $p$  のバラツキがあるとする。かかる場合、位置決め穴 2 4 の中心軸線 C 1 と対応の固定穴 3 6 の中心軸線 C 2 とのずれの最大は  $a + p$  となる。このようなずれが極めて大きな場合には図 4 に示す如き状態となり、位置決め穴 2 4 と固定穴 3 6 との間に段差 5 8 が生じることも考えられる。このような段差 5 8 は光ファイバ 1 2 の挿入を妨げるものである。そこで、位置決め穴 2 4 のテーパ付き開口部 3 0 の最大径、すなわち第 1 サブユニット 2 0 の後端面 2 6 での位置決め穴 2 4 の内径を  $D$  とし、固定穴 3 6 の、第 2 サブユニット 2 2 の前端面 3 2 での内径を  $d$  とした場合、

#### 【 0 0 4 9 】

$$D / 2 > a + p + d / 2 \quad \dots \quad (式 1)$$

という関係が成り立てば、第 1 サブユニット 2 0 と第 2 サブユニット 2 2 との間に前述したような段差 5 8 は生じず、光ファイバ 1 2 を円滑に固定穴 3 6 から位置決め穴 2 4 に挿入することが可能となる。

#### 【 0 0 5 0 】

光ファイバ 1 2 の被覆部分 1 6 の外径は固定穴 3 6 の前側部分 3 8 の内径よりも大きいので、被覆部分 1 6 の先端がテーパ部分 4 2 に突き当たると、光ファイバ 1 2 をそれ以上挿

10

20

30

40

50

入することができなくなり、その時点で挿入を終了する。これによって、光ファイバ12の被覆部分16は第2サブユニット22に対して軸線方向においてほぼ一定の位置に配置される。この状態において、光ファイバ12の素線部分14の先端は第1サブユニット20の前端面28から突出する。

【0051】

この後、必要ならば接着剤を追加注入する。そして、接着剤が硬化して光ファイバ12の素線部分14及び被覆部分16が第1サブユニット20及び第2サブユニット22に対して固着されたならば、光ファイバ12の端面と第1サブユニット20の前端面28とが面一となるように、第1サブユニット20の前端面28及び光ファイバ12の先端を研磨加工する。最後に、ブーツ50を取り付けて光ファイバアレイ10が完成する。

10

【0052】

ところで、光ファイバアレイ10における接着剤が硬化すると、前述したように製造誤差等により位置決め穴24と固定穴36との間にずれが存在した場合には、光ファイバ12の素線部分14は、主として固定穴36の前側部分38において、湾曲した状態で固化されることになる。このように光ファイバ10が湾曲されている状態は好ましいことではないと考えられる。そこで、光ファイバ12における素線として、疲労指数（n値）の高いハーメチック層が外部クラッドの外周に被覆されたものを用いることが有効である。ハーメチック層は、アモルファスカーボンやシリコンカーバイトなどの遮水性を有する物質を主成分とする材料からなる。また、固定穴36の前側部分38の長さを比較的大きくとり、曲率半径の小さな湾曲部が素線部分14に生じないようにすることも有効である。

20

【0053】

光ファイバ12の素線部分14の曲げ歪みは、材料力学の梁の計算から、次式で表される。

【0054】

$$= r / R = 3 r / 2 L^2 \cdots \text{(式2)}$$

（r：光ファイバ素線の外径、R：湾曲部の曲率半径、 $\delta$ ：位置ずれ、L：素線部分の末端（被覆部分の先端）からテーパ付き開口部30の最小径部までの長さ）

【0055】

この $\delta$ の値が小さいほど好ましく、 $\delta$ は0.5%以下であるように、固定穴36の前側部分38の長さLを定めると共に、急激な湾曲が生じないように（式1）からも固定穴36の前側部分38の内径dを定めることが望ましいのである。

30

【0056】

なお、Lについては、一定となるように、先に説明し図3の二点鎖線で示すように、被覆部分14の先端をテーパ部分42に突き当てる等により制御することが好ましい。

【0057】

以上、本発明の第1実施形態について詳細に説明したが、第1実施形態は種々変更ないしは変形が可能であることは言うまでもない。

【0058】

例えば、上記の第1実施形態では、第2サブユニット20の固定穴36の形状は、径の異なる円筒形状を配列したものとなっているが、図5に示すように、前方ほど先細りとなるテーパ部分59を固定穴36の前部に形成してもよい。

40

【0059】

また、図6及び図7に示すように、第2サブユニット22の後部を、固定穴36のピッチと同ピッチで階段状に形成すると共に、階段状の各面に固定穴36と連通する溝60を形成してもよい。この場合、溝60に光ファイバ12の先端の素線部分14を上方から配置し、溝60に沿って前方にスライドさせることで、光ファイバ12を固定穴36に挿入することができる。光ファイバ12を溝60に配置してから固定穴36に挿入することは、固定穴36に直接挿入するよりも容易である。従って、かかる溝60を形成した場合には、図3における固定穴36のような後部拡径部分44、46を形成する必要はなくなる。

【0060】

50

更に、上記の第1サブユニット20は、直方体形状の部材に丸穴を位置決め穴24として形成したものであるが、他の形状としてもよい。例えば図8に示すように、互いに平行なV溝62が複数本、一面に形成されたベースプレート64とその面を覆うカバープレート66との対を積層したものを第1サブユニット20aとして用いることができる。この場合、位置決め穴24aの断面形状は三角形形状となる。

【0061】

第1サブユニット20や第2サブユニット22、外囲体48の外形状は直方体に限られず、円柱形状やその他の形状であってもよい。

【0062】

更にまた、光ファイバアレイ10の製造手順についても、上記実施形態のものに限られない。例えば、全ての光ファイバ12を第2サブユニット22に接着、固定した後、第2サブユニット22を第1サブユニット20に接近させて全ての光ファイバ12を一括して第1サブユニット20の位置決め穴24に挿入する手順を採ることもできる。

10

【0063】

また、上記実施形態では第1サブユニット20と第2サブユニット22とを接合する手段が外囲体48によっているが、図9に示すように、第2サブユニット22の前端面に凹部68を形成し、そこに第1サブユニット20を嵌着するような手段としてもよい。この場合、第2サブユニット22の外周部にフランジ部70を形成し、それを前述の外囲体48と同様に用いてもよい。

【0064】

20

図10はピッチ変換シート80、82を用いた変形例である。この変形例では、複数本の光ファイバ12を、一方のピッチ変換シート80の粘着面(上面)に配列し、更に光ファイバ12を挟み込むようにもう1枚のシート82を重ねたピッチ変換ファイバシートを用いている。この際、ピッチ変換シート80のテープ心線54側の端部における光ファイバ・ピッチは、テープ心線54における光ファイバ・ピッチと同一とし、他端では、光ファイバ・ピッチは固定穴36のピッチと同一となるように光ファイバ12を配置する。

【0065】

このようなピッチ変換シート80、82を用いれば、光ファイバ12のピッチが固定穴36のピッチと同一となるため、1行分(すなわち8本)の光ファイバ12を一括して容易に各段の固定穴36、そして位置決め穴24に挿入することができ、作業性が向上する。

30

【0066】

図11は、本発明の第2実施形態に係る光ファイバアレイ100を概略的に示す部分断面斜視図である。この光ファイバアレイ100は、光ファイバ位置決めユニット102における第2サブユニット104の構成が上述した第1実施形態における第2サブユニット22と異なっている点を除き、第1実施形態に係る光ファイバアレイ10と実質的に同様である。そこで、図11において第1実施形態に係る光ファイバアレイ10と同一又は相当部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0067】

第2実施形態に係る光ファイバアレイ100の第2サブユニット104は、テープ心線54の適用をより容易ならしめるために、狭いピッチで一次元に並べられた複数本の光ファイバ12を実質的に同時に受け入れ、挿入過程で第1サブユニット20における位置決め穴24のピッチと同等なピッチに変換するピッチ変換機能を有している。かかる第2サブユニット104は、図12及び図13に明示するように、ピッチ変換部材(ベースプレート)106を複数、積層して構成されたものである。

40

【0068】

各ピッチ変換部材106は、製造が容易であるプラスチック成形品が好ましく、図示実施形態では略矩形の平板状のものとなっている。ピッチ変換部材106は、その表面(図12において上側となる面)には光ファイバ12が案内される溝108が複数本(本実施形態では8本)形成されている。これらの溝108は、図12に明示するように、後端側から前端側にかけてピッチが徐々に拡大するよう形成されており、ピッチ変換部材106の

50

前後方向に延びる中心軸線 C 3 に対して線対称に配置されている。溝 1 0 8 の後端でのピッチは、用いられるテープ心線 5 4 における光ファイバ 1 2 のピッチ ( 2 5 0  $\mu\text{m}$  ) と同等であってもよいが、本実施形態では、そのピッチ ( 2 5 0  $\mu\text{m}$  ) に 2 0 ~ 5 0  $\mu\text{m}$  を加えた値とされている。これは、ピッチ変換部材 1 0 6 を成形加工する場合に、溝 1 0 8 を所望の形状に確実に形成するためである。溝 1 0 8 の前端でのピッチは、第 1 サブユニット 2 0 における位置決め穴 2 4 のピッチと実質的に同一である。

#### 【 0 0 6 9 】

また、溝 1 0 8 は、ピッチ変換部材 1 0 6 の後端側と前端側とに形成された直線部分 1 1 0 , 1 1 2 と、これらの直線部分 1 1 0 , 1 1 2 間を繋ぐ湾曲部分 1 1 4 とから構成されている。前後の直線部分 1 1 0 , 1 1 2 は、ピッチ変換部材 1 0 6 の中心軸線 C 3 に対して概ね平行とされている。このような形状としたのは、先端の被覆が除去された光ファイバ 1 2 をピッチ変換部材 1 0 6 の後端から溝 1 0 8 に沿って前方に押し進めた場合に、素線部分 1 4 が大きな曲率半径で湾曲しないようにするためである。仮に溝 1 0 8 の全体が直線状であるとすると、最も外側 ( 中心軸線 C 3 から離れる側 ) の溝 1 0 8 はピッチ変換部材 1 0 6 の中心軸線 C 3 に対して大きな角度をなすので、その溝 1 0 8 に光ファイバ 1 2 の先端の素線部分 1 4 を挿入した直後から素線部分 1 4 は溝 1 0 8 の後端で湾曲し、比較的大きな曲げ応力が素線部分 1 4 に発生してしまう。また、ピッチ変換部材 1 0 6 の前端から素線部分 1 4 が斜めに突出しようとするため、第 1 サブユニット 2 0 の位置決め穴 2 4 との継目部においても曲げ応力が生ずる。図 1 2 に示す溝 1 0 8 の形状は、そのような応力の発生を防止ないしは抑制することができる。

#### 【 0 0 7 0 】

勿論、光ファイバ 1 2 に発生する応力を小さくするためには、湾曲部分 1 1 4 自体の曲率半径を可能な限り小さくしておく必要もある。そのため、前記の式 ( 2 ) を用い、歪みの値が 0 . 5 % 以下、好ましくは 0 . 3 % 以下となるよう、湾曲部分 1 1 4 の長さ ( ピッチ変換部材 1 0 6 の中心軸線 C 3 と平行な方向に沿っての直線長さ ) を定めるのがよい。この場合、溝 1 0 8 の湾曲部分 1 1 4 の後端 ( 後側直線部分 1 1 2 との接合点 ) と前端 ( 前側直線部分 1 1 0 との接合点 ) との間の中心軸線 C 3 に直交する方向での位置ずれの大きさは分かっているので、湾曲が最も大きくなる最外側の溝 1 0 8 について検討すればよく、素線部分 1 4 の径が 1 2 5  $\mu\text{m}$  の場合には、湾曲部分 1 1 4 の直線長さは 1 9 mm 以上とすることが好ましい。

#### 【 0 0 7 1 】

溝 1 0 8 の断面形状は特に問わないが、矩形、円弧形又は V 字形が一般的であり、図示実施形態では後側直線部分 1 1 2 が V 字形、その他の部分 1 1 0 , 1 1 4 は矩形となっている。溝 1 0 8 の幅 W 1 は、後側の直線部分 1 1 2 及び湾曲部分 1 1 4 については、光ファイバ 1 2 の被覆部分 1 6 の直径よりも大きくされており、被覆部分 1 6 が 2 5 0  $\mu\text{m}$  の場合、3 0 0 ~ 3 5 0  $\mu\text{m}$ 、好ましくは 3 0 0  $\mu\text{m}$  とされている。溝 1 0 8 の幅 W 1 を大きくして、光ファイバ 1 2 の被覆部分 1 6 との間のクリアランスを大きくすることは、光ファイバ 1 2 の挿入性を向上させる観点からは好ましい。しかしながら、このクリアランスが大きすぎると、光ファイバ 1 2 に曲率半径の大きな部分を生じさせるという問題があるので、後側直線部分 1 1 2 から湾曲部分 1 1 4 の幅 W 1 に関しては、被覆部分 1 6 よりも僅かに大きな 3 0 0  $\mu\text{m}$  程度が好適となる。

#### 【 0 0 7 2 】

また、前側直線部分 1 1 0 の前部の幅 W 2 は光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 の直径よりも大きく被覆部分 1 6 よりも小さな値 ( 例えば 2 0 0  $\mu\text{m}$  ) とされている。前側直線部分 1 1 0 の後部の幅 W 3 は、光ファイバ 1 2 の被覆部分 1 6 の直径よりも大きく、例えば 3 5 0  $\mu\text{m}$  とされている。この値は、溝 1 0 8 の後側直線部分 1 1 2 及び湾曲部分 1 1 4 の幅 W 1 よりも大きい。これは、溝 1 0 8 の前端から突出した光ファイバ 1 2 の素線部分 1 4 を第 1 サブユニット 2 0 の位置決め穴 2 4 に挿入する際、位置決め穴 2 4 と溝 1 0 8 との間に生じ得る相対的な位置ずれを吸収するためにはある程度の余裕を持たせることが有効であるからである。なお、溝 1 0 8 の前側直線部分 1 1 0 における前部と後部との中間部

の側面は、前方ほど間隔が狭まるようテーパが付けられている。素線部分 14 を円滑に誘導するためである。

【0073】

溝 108 の深さは、ピッチ変換部材 106 を積層した場合に、溝 108 の上側に配置されカバープレートとして機能するピッチ変換部材 106 の裏面形状に応じて決定される。図示実施形態では、ピッチ変換部材 106 の裏面には、略矩形の凹部 116 が形成されている。この凹部 116 は、ピッチ変換部材 106 の後端から始まり、前端の手前にて終端している。図 14 から理解される通り、ピッチ変換部材 106 を重ね合わせた状態では、上側のピッチ変換部材 106 (U) における凹部 116 の前端は下側のピッチ変換部材 106 (L) における溝 108 の前側直線部分 110 の中間部に概ね位置する。凹部 116 よりも前側のピッチ変換部材 106 の裏面部分 118 は、下側のピッチ変換部材 106 (L) における前部表面と接し、溝 108 の前側直線部分 100 の前部を覆う。従って、光ファイバ 12 の素線部分 14 が溝 108 の前側直線部分 100 の前部に配置するためには、前側直線部分 100 の前部の深さ H2 は 200 μm 程度となる。そして、溝 108 の縦断面形状についても、幅 W1, W2, W3 について上述した寸法が適用されることが望ましいため、図 14 の如く溝 108 の深さと凹部 116 の深さが決定され、具体的には H1 は W1 と同じ、H3 は W3 と同じとされる。

10

【0074】

なお、かかる構成においては、各溝 108 の前側直線部分 110 については、ピッチ変換部材 106 を積層した場合に固定穴 120 を構成し、それは隣接の溝 108 の直線部分 110 が作る固定穴 120 とは独立したものとなる。しかし、それ以外の部分では隣接した溝 108 同士は完全には仕切られた状態とはならず、互いに連通した状態となるが、本明細書においては、そのような状態でも各溝 108 が独立した固定穴 120 を形成するものとみなす。これは、光ファイバ 12 が 1 本の溝 108 から外れ、他の溝 108 に移ることはないからである。

20

【0075】

また、図示しないが、ピッチ変換部材 106 の裏面には凹部 116 ではなく、表面の溝 108 と対をなす溝を形成し、ピッチ変換部材 106 を重ねた場合に表面の溝 108 と裏面の溝とで固定穴を形成するようにしてもよい。しかしながら、両者間の継ぎ目に段差が形成されると、光ファイバ 12 の挿入に支障を来すおそれがあるので、図示実施形態の如くピッチ変換部材 106 の裏面に 1 つの凹部 116 を形成する態様が有効であると考えられる。

30

【0076】

このようなピッチ変換部材 106 を積み重ねることにより、図 11 に示すような、第 2 サブユニット 104 が形成される。この積重ねを高精度に行うために、特に形成される第 2 サブユニット 104 の前端面 122 が平坦面となるようにするために、各ピッチ変換部材 106 の表面と裏面とは位置決め用として穴 124 とそこに嵌合する突起 126 とを形成することが好適である。また、図 11 に示すように、光ファイバ 12 の挿入をより容易化するために、ピッチ変換部材 106 の長さを下側のものほど大きくして、図 6 に示す構成と同様に、第 2 サブユニット 104 の後端面 128 を階段状とすることが好ましい。

40

【0077】

次に、以上のような構成を有する第 2 サブユニット 104 と、第 1 実施形態におけるものと同様な第 1 サブユニット 02 及び外囲体 48 とを用いて、第 2 実施形態に係る光ファイバレイ 10 を製造する方法について説明する。

【0078】

この第 2 実施形態の場合、8 心のテープ心線 54 から分離されて形成された単心線の光ファイバ 12 の長さ(被覆部分 16 と素線部分 14 との合計長さ)は、それらが挿入される溝 108 を有するピッチ変換部材 106 と第 1 サブユニット 20 とを合わせた全長よりも若干長い程度あればよい。

【0079】

50

まず、外囲体 48 に第 1 サブユニット 20 の後部を嵌合させて一体化し、位置決め穴 24 に接着剤を注入する。これは第 1 実施形態の場合と同様である。次いで、ピッチ変換部材 106 を積層して構成された第 2 サブユニット 104 を、第 1 サブユニット 20 から突出している外囲体 48 の後部部分に嵌合し、圧着又は接着によって外囲体 48 と一体化させる。この際、ピッチ変換部材 106 の幅にバラツキがあり、第 2 サブユニット 104 の側面に凹凸が生じて外囲体 48 との位置決め精度が低くなるおそれが考えられるので、図 15 に示すように、外囲体 48 の下部部分に第 2 サブユニット 104 の最下部のピッチ変換部材 108 を受け入れる凹部 130 を形成しておけば、より一層、第 1 サブユニット 20 の位置決め穴 24 と第 2 サブユニット 104 の固定穴 120 との位置決め精度を上げることができる。

10

#### 【0080】

次に、ピッチ変換部材 106 の固定穴 120 に接着剤を注入し、位置決め穴 24 及び固定穴 120 内の接着剤が硬化する前に、光ファイバ 12 を第 2 サブユニット 104 の後端面 128 側の開口部（第 2 開口部）129 から固定穴 120 に挿入する。この挿入作業は、下段のピッチ変換部材 106 から上段のピッチ変換部材 108 へと順次行っていく。また、テープ心線 54 から延びる単心の光ファイバ 12 を、個別に扱うのではなく、一括して、後方に露出しているピッチ変換部材 106 の溝 108 内に配置する。溝 108 の後端のピッチはテープ心線 54 における光ファイバピッチと同等であるので、光ファイバ 12 を広げる必要はなく、比較的纏まった状態で扱うことができる。この後、光ファイバ 12 を前方に押し進めると、光ファイバ 12 の先端の素線部分 14 は溝 108 ないしは固定穴 120 に沿って前進し、隣接の溝 108 との間隔を広げていき、前側直線部分 110 の幅狭の前部に侵入する。そして、光ファイバ 12 を更に押し進めると、光ファイバ 12 の素線部分 14 は第 1 サブユニット 20 の位置決め穴 24 内に挿入される。溝 108 は、前述したように、光ファイバ 12 に大きな歪みが生じないように形作られているので、挿入過程で素線部分 14 に大きな応力が生ずることはない。

20

#### 【0081】

やがて光ファイバ 12 の被覆部分 16 が溝 108 の前側直線部分 110 における中間のテーパ面に突き当たり、光ファイバ 12 をそれ以上挿入することができなくなるので、挿入を終了する。

#### 【0082】

ここで、必要に応じて接着剤を追加注入する。そして、接着剤が硬化して光ファイバ 12 の素線部分 14 及び被覆部分 16 が第 1 サブユニット 20 及び第 2 サブユニット 104 に対して固着されたならば、第 1 サブユニット 20 の前端面 28 及び光ファイバ 12 の先端を研磨加工する。最後に、ブーツ 50 を取り付けて光ファイバアレイ 100 が完成するのである。

30

#### 【0083】

ところで、第 2 実施形態においては、溝 108 の湾曲部分 114 から光ファイバ 12 に作用する力によって、第 2 サブユニット 104 の前端面 122 における固定穴 120 の開口部（第 1 開口部）132 から突出する光ファイバ 12 の素線部分 14 は外側に向こうとする。これは、最も外側の溝 108 において、その前側直線部分 110 が短い場合であって、ピッチ変換部材 106 の中心軸線 C3 と平行に延びている場合に顕著となると考えられる（図 16 の二点鎖線を参照）。そこで、図 16 の実線で示すように、溝 108 の前側直線部分 110 の中心軸線を、溝の前端（開口部 132）の中心を通り且つ中心軸線 C3 と平行な基準線 R1 に対して所定の角度にて内側に向け、素線部分 14 がピッチ変換部材 106 の中心軸線 C3 とほぼ平行に進むよう調整してもよい。なお、この傾斜角度は、一律に定めることはできず、内側のものほど小さくなる（ $\theta_1 > \theta_2$ ）。

40

#### 【0084】

また、上記第 2 実施形態では、溝 108 の後側直線部分 112 のピッチがテープ心線 54 における光ファイバピッチよりも若干大きくしているため、テープ心線 54 の被覆から延びている単心の光ファイバ 12 を溝 108 の後側直線部分 112 に嵌合した際、光ファイ

50

バ12はやや扇状に広がる。そこで、図17に示すように、後側直線部分112から光ファイバ12に無用な力が作用しないように、後側直線部分112を前方ほど外側となるように僅かに傾斜させてもよい。言い換えるならば、後側直線部分112の中心軸線をそれぞれ、溝108の後端（開口部129）の中心から延び且つピッチ変換部材106の中心軸線C3と平行な基準線R2に対して所定の角度にて内側に向けることが好ましい。この場合も、傾斜角度は溝毎に定められる。

【0085】

以上、本発明の第2実施形態について説明したが、この第2実施形態も種々変更ないしは変形が可能である。

【0086】

例えば、第2サブユニット104の後端面128は階段状とする必要はなく、平坦面としてもよい。

【0087】

また、上記の第2サブユニット104では、上側のピッチ変換部材106（U）が下側のピッチ変換部材106（L）をカバーするカバープレートとしても機能しているが、ベースプレートとしてのピッチ変換部材の上に別個に用意したカバープレートを配したものを、複数段に積層した形態も考えられる。

【0088】

かかる構成においては、対をなすピッチ変換部材とカバープレートとの間で光ファイバを接着固定した後、下段から第1サブユニット20の位置決め穴24に一括挿入して光ファイバアレイ100を作ることが可能となる。

【0089】

この方法は、図1に示す光ファイバアレイ10の第2サブユニット22をベースプレートとカバープレートとの対を積層して構成したものにも適用可能であることは言うまでもない。

【0090】

更に、上記の第2実施形態では、テープ心線54から分離形成した光ファイバ12の被覆部分16と素線部分14の一部とを第2サブユニット104にて固定することとしているが、第2サブユニット104におけるピッチ変換部材106の溝108の形状を変更することで、テープ心線54の被覆を固定するような形態とすることができる。図18はその一例であり、このピッチ変換部材150は、溝152の後側直線部分154がテープ心線54の被覆56の端部を受け入れることができるように形成されている。また、後側直線部分154から前方の部分158は、素線部分14の直径よりやや大きな幅とされている。すなわち、このピッチ変換部材150で適用される光ファイバ12は、被覆部分を持たず、全体が素線部分14のみからなるものとなっている。図18のピッチ変換部材150から構成した第2サブユニットの場合、テープ心線54における被覆56を固定するため、固定の確実性が向上するという利点がある。なお、溝152の形状は、被覆部分16を有する光ファイバ12を受け入れることができるように変更することもできる。なお、図18のピッチ変換部材150は、簡単のために、4心のテープ心線54に対するものとした。

【0091】

また、第1実施形態の変形例の場合と同様に、第2サブユニット104に光ファイバ12を固着した後、一括して光ファイバ12を第1サブユニット20に挿入することも可能である。ここで、第2サブユニット104から突出する光ファイバ12の素線部分14の位置精度が、光ファイバ12が湾曲した溝108を通るため低くなっているおそれがある。例えば、素線部分14が傾斜した状態で突出することが考えられる（図16の二点鎖線参照）。従って、光ファイバ12を第1サブユニット20の位置決め穴24に対して一括挿入しようとする場合には、挿入を容易化すると共に、素線部分14の急激な湾曲を防止すべく、図19に示すように第1サブユニット20と第2サブユニット104との間に、位置精度の低い光ファイバ12の素線部分14でさえも確実に導くことができるガイド穴1

10

20

30

40

50

60を有するガイド部材162を介在させることが好ましい。このガイド穴160は、その後端側開口部の径を第2サブユニット104における固定穴120の前端側の開口部132の径よりも相当に大きくすると共に、前方ほど先細りの形状とするとよい。このようなガイド部材162は、外囲体48に嵌合される型式としてもよいし、図示のように第1サブユニット20と第2サブユニット104とが嵌合される凹部164, 166を前面及び後面に形成したものであってもよい。勿論、このガイド部材162については第1実施形態にも適用可能である。

【0092】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、光ファイバアレイを構成する光ファイバ位置決めユニットを第1サブユニットと第2サブユニットとから構成し、第1サブユニットは光ファイバの端面の位置決め精度向上を図るものとし、第2サブユニットは光ファイバの固定強度を向上させるものとしている。

【0093】

その結果、第1サブユニットについては、光ファイバの素線部分を受け入れるに十分な長さの位置決め穴を形成するだけでよく、加工が容易であり、その精度も上げることが可能となる。よって、本発明により得られる光ファイバアレイは、極めて高い精度が要求されるMEMS技術を応用した空間伝送型三次元スイッチにおいても有効に適用され得るものとなる。

【0094】

一方、第2サブユニットについては高い精度は要求されないので、プラスチック材料等から作ることができ、加工が容易である。しかも、プラスチック材料は安価であるので、光ファイバアレイ全体として製造コストを低減する効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光ファイバアレイを示す一部断面斜視図である。

【図2】図1の光ファイバアレイの分解斜視図である。

【図3】図1の光ファイバアレイにおける第1サブユニットと第2サブユニットを示す断面部分図である。

【図4】第1サブユニットの位置決め穴と第2サブユニットの固定穴とが大きく位置がれを生じた状態を示す参考図である。

【図5】第2サブユニットの固定穴の変形例を示す断面部分図である。

【図6】第2サブユニットの変形例を部分的に示す斜視図である。

【図7】図6の第2サブユニットにおける固定穴の形状を示す断面部分図である。

【図8】第1サブユニットの変形例を示す正面図である。

【図9】光ファイバアレイにおける光ファイバ位置決めユニットの変形例を示す断面図である。

【図10】ピッチ変換シートを用いた光ファイバアレイを示す、図1と同様な分解斜視図である。

【図11】本発明の第2実施形態に係る光ファイバアレイを示す一部断面斜視図である。

【図12】図11の光ファイバアレイにおける第2サブユニットのピッチ変換部材の表面を示す斜視図である。

【図13】図11の光ファイバアレイにおける第2サブユニットのピッチ変換部材の裏面を示す斜視図である。

【図14】第2サブユニットを示す、溝に沿っての断面部分図である。

【図15】外囲体と第2サブユニットとの位置関係を示す説明図である。

【図16】第2サブユニットにおけるピッチ変換部材に形成された溝の前側直線部分を示す部分図である。

【図17】第2サブユニットにおけるピッチ変換部材に形成された溝の後側直線部分を示す部分図である。

【図18】ピッチ変換部材の変形例を示す斜視図である。

10

20

30

40

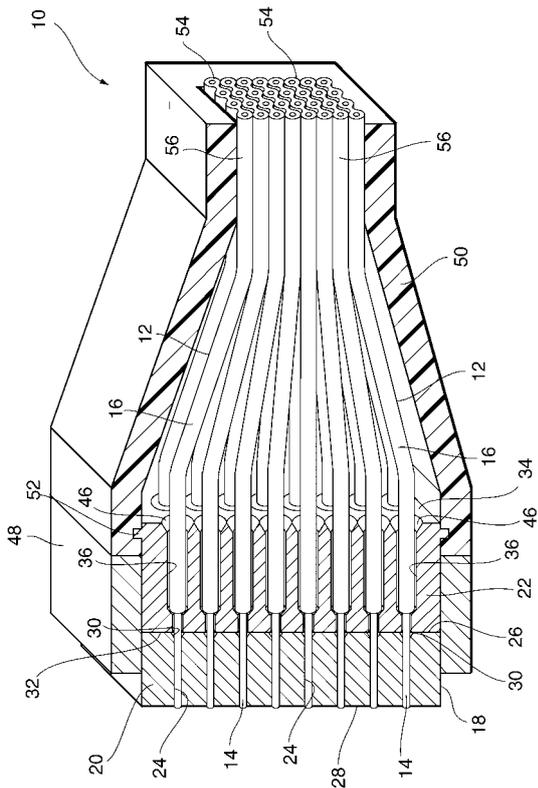
50

【図19】第2実施形態に係る光ファイバアレイにおける光ファイバ位置決めユニットの変形例を示す断面図である。

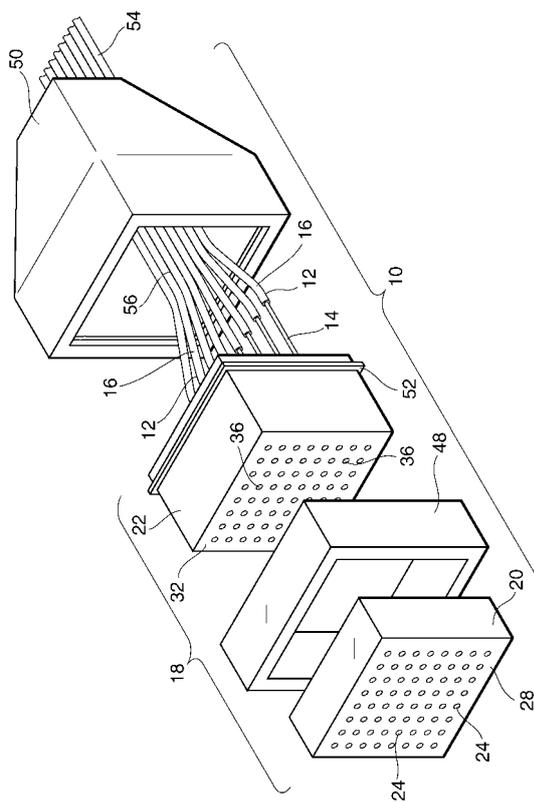
【符号の説明】

10, 100 ... 光ファイバアレイ、12 ... 光ファイバ、14 ... 素線部分、16 ... 被覆部分、18, 102 ... 光ファイバ位置決めユニット、20 ... 第1サブユニット、22, 104 ... 第2サブユニット、24 ... 位置決め穴、30 ... 位置決め穴のテーパ付き開口部、36, 120 ... 固定穴、38 ... 前側部分、40 ... 後側部分、42 ... テーパ部分、46 ... テーパ付き開口部、48 ... 外圍体、50 ... ブーツ、54 ... テープ心線、56 ... 被覆、62 ... V溝、70 ... フランジ部、80, 82 ... ピッチ変換シート、106, 150 ... ピッチ変換部材、108 ... 溝、110 ... 前側直線部分、112 ... 後側直線部分、114 ... 湾曲部分、116 ... 凹部、120 ... 固定穴、129 ... 開口部（第2開口部）、132 ... 開口部（第1開口部）、160 ... ガイド穴、162 ... ガイド部材。

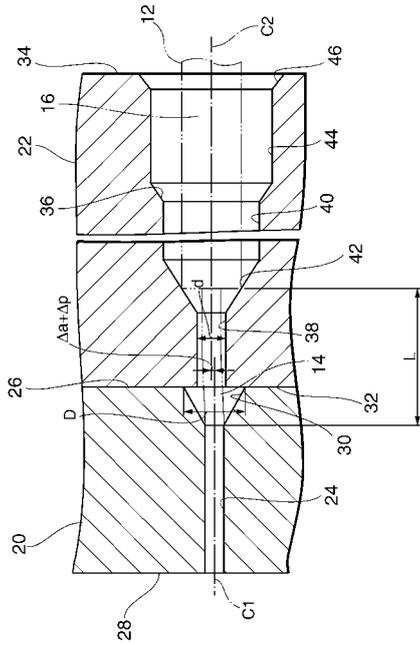
【図1】



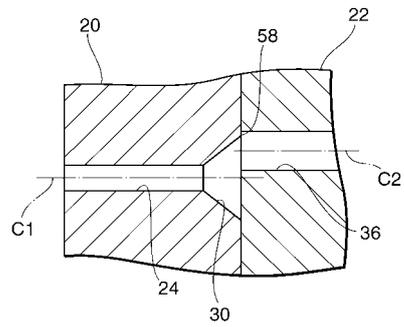
【図2】



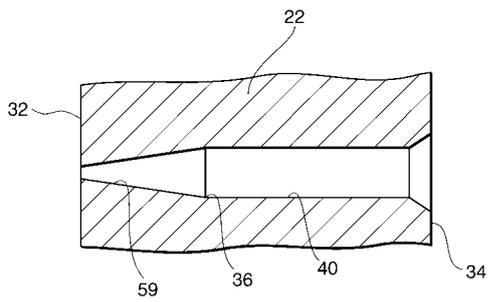
【 図 3 】



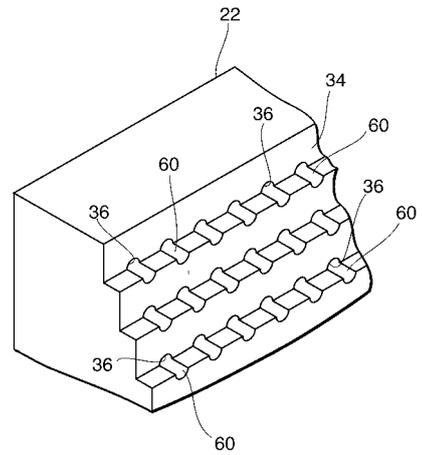
【 図 4 】



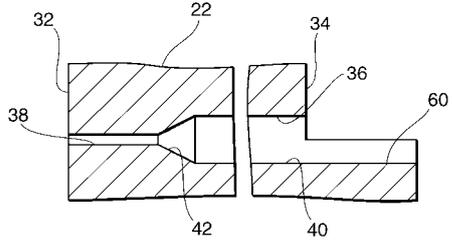
【 図 5 】



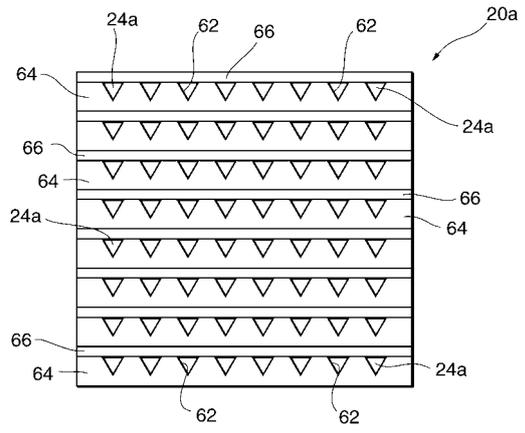
【 図 6 】



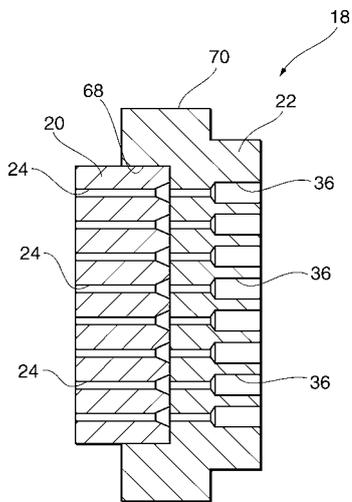
【 図 7 】



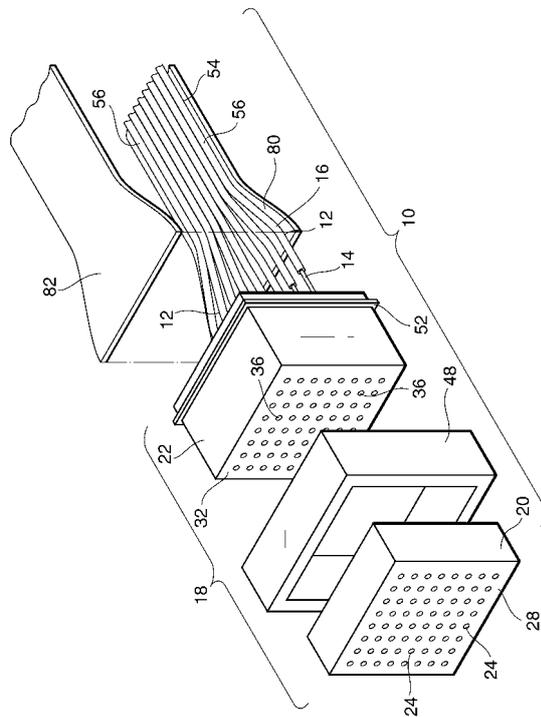
【 図 8 】



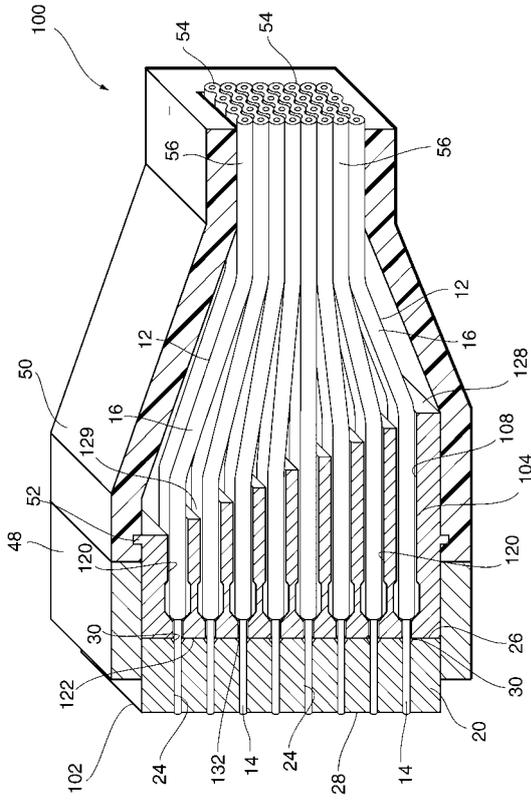
【 図 9 】



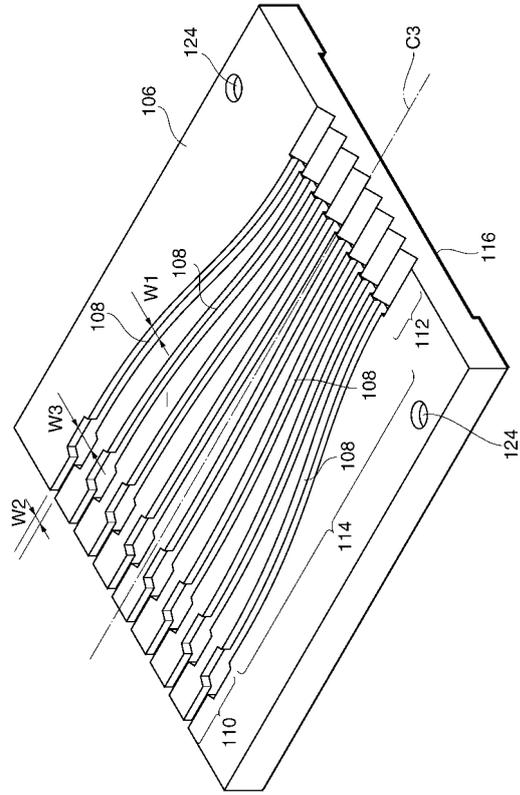
【 図 10 】



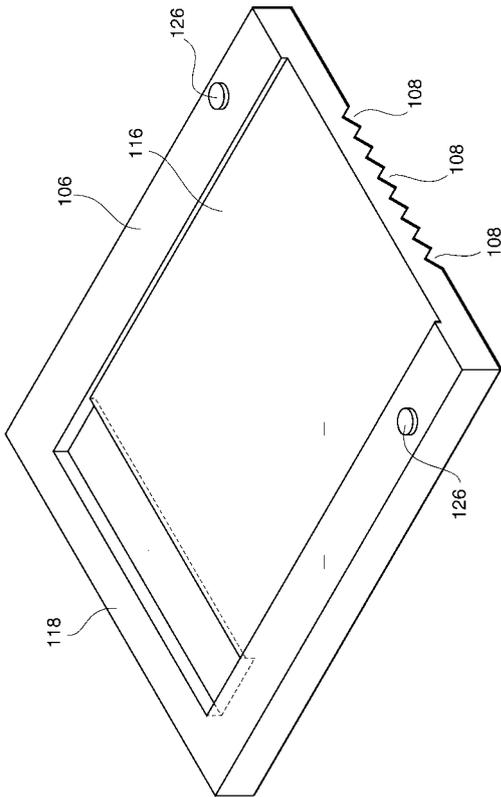
【 図 1 1 】



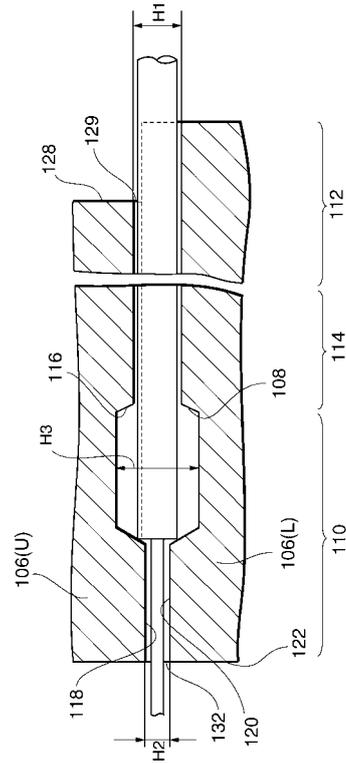
【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

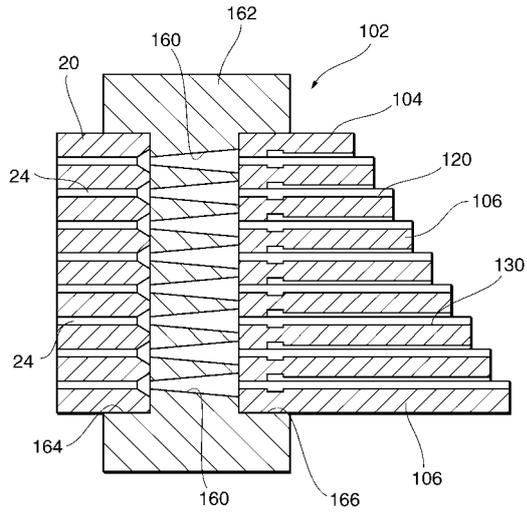


【 図 1 4 】





【 図 1 9 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 細谷 俊史  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内
- (72)発明者 横町 之裕  
神奈川県横浜市栄区田谷町1番地 住友電気工業株式会社横浜製作所内

審査官 井口 猶二

- (56)参考文献 特開平05-127047(JP,A)  
特開平06-059161(JP,A)  
特開昭61-252508(JP,A)  
特開平10-268145(JP,A)  
特開平09-203822(JP,A)  
国際公開第98/040772(WO,A1)  
特開平06-324237(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G02B 6/00-6/54