

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3842552号
(P3842552)

(45) 発行日 平成18年11月8日(2006.11.8)

(24) 登録日 平成18年8月18日(2006.8.18)

| | | | | | |
|---------------|-------------|------------------|------|------|---|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| GO2B | 6/04 | (2006.01) | GO2B | 6/04 | A |
| GO2B | 6/06 | (2006.01) | GO2B | 6/06 | A |

請求項の数 4 (全 16 頁)

| | | | |
|---------------|------------------------------|-----------|--------------------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2000-546266 (P2000-546266) | (73) 特許権者 | 000236436 |
| (86) (22) 出願日 | 平成11年3月23日(1999.3.23) | | 浜松ホトニクス株式会社 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/JP1999/001446 | | 静岡県浜松市市野町1126番地の1 |
| (87) 国際公開番号 | W01999/056161 | (74) 代理人 | 100088155 |
| (87) 国際公開日 | 平成11年11月4日(1999.11.4) | | 弁理士 長谷川 芳樹 |
| 審査請求日 | 平成18年3月20日(2006.3.20) | (74) 代理人 | 100089978 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願平10-117491 | | 弁理士 塩田 辰也 |
| (32) 優先日 | 平成10年4月27日(1998.4.27) | (74) 代理人 | 100092657 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 弁理士 寺崎 史朗 |
| | | (72) 発明者 | 菅原 武雄 |
| | | | 静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホトニクス株式会社内 |
| | | 審査官 | 牧 隆志 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学部品及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

コアと前記コアの周囲に形成されたクラッドを備えてなる複数の光ファイバを配列してなる光学部品において、
前記各光ファイバのコアは、
断面形状が略正方形であり、かつ、当該コアと比較して屈折率が小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割されており、
互いに隣接して配列される前記光ファイバのうち少なくとも1つは、分割された前記コアの分割方向が、他の光ファイバと異なっている、
ことを特徴とする光学部品。

【請求項2】

コアと前記コアの周囲に形成されたクラッドを備えてなる複数の光ファイバを配列してなる光学部品において、
前記各光ファイバのコアは、
断面形状が略正六角形であり、かつ、当該コアと比較して屈折率の小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割されており、
互いに隣接して配列される前記光ファイバのうち少なくとも1つは、分割された前記コアの分割方向が、他の光ファイバと異なっている、
ことを特徴とする光学部品。

【請求項3】

10

20

前記各光ファイバのコアは、
該コアの中心軸を通る平板状のクラッド部を介して複数の領域に略等分割されている、
ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学部品。

【請求項 4】

コアと前記コアの周囲に形成されたクラッドを備えてなる複数の光ファイバを配列する配列工程と、

前記配列工程において配列された複数の光ファイバを、加熱・加圧処理により一体成形する成形工程と、

を備え、

前記各光ファイバのコアは、

当該コアと比較して屈折率が小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割されており、

前記配列工程において、

互いに隣接して配列される前記光ファイバのうち少なくとも 1 つは、分割された前記コアの分割方向が、他の光ファイバと異なるように配列され、

前記成形工程において、

加熱・加圧処理時の温度下での前記コアの粘度は、前記クラッドの粘度よりも小さい、
ことを特徴とする光学部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

技術分野

本発明は、複数の光ファイバを配列してなる光学部品及びその製造方法に関するものである。

背景技術

光イメージを伝送させる光学部品として、複数の光ファイバを配列して形成した光学部品が広く知られている。上記光学部品は、各光ファイバのコアとクラッドが露出した入射面と出射面とを有し、入射面に入射した光イメージを出射面に伝送することを可能としている。

また、上記光学部品は、伝送効率が高い、レンズと比較して光学系の小型化が可能である、など種々の利点を有するため、指紋検出装置をはじめとして様々な分野に利用されている。

発明の開示

上記光学部品の製造は、通常、断面が円形または正方形の複数の光ファイバを配列して束ね、一体成形することにより行う。従って、一体成形の際の押圧により、上記光学部品を構成する光ファイバのコアの断面は、正方形、六角形などのように互いに平行となる対辺を有する多角形となり、以下に示すような問題が生ずる。

すなわち、特定の入射角をもって入射面に入射した光は、互いに平行となる対面で反射を繰り返す、特定の出射角をもって出射面から出射する。その結果、出射面から出射される出力イメージに、特定の出射角にのみ強度を有するパターンが形成され、このパターンがノイズとなって光学部品の解像度を低下させる。

そこで本発明は、かかる問題点を解決し、パターンノイズの発生を防止して解像度の高い光学部品及びその製造方法を提供することを課題とする。

上記課題を解決するために、本発明の光学部品は、コアと上記コアの周囲に形成されたクラッドを備えてなる複数の光ファイバを配列してなる光学部品であって、上記各光ファイバのコアは、断面形状が略正方形であり、かつ、当該コアと比較して屈折率が小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割されており、互いに隣接して配列される上記光ファイバのうち少なくとも 1 つは、分割された上記コアの分割方向が、他の光ファイバと異なっていることを特徴としている。

各光ファイバのコアを、当該コアと比較して屈折率の小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割していることから、各光ファイバのコアに特定の入射角をもって入射した光は、周囲のクラッドだけではなく上記仕切り部によっても反射を繰り返してコア内

10

20

30

40

50

を進行し、また、互いに隣接して配列される光ファイバのうち少なくとも1つは、分割されたコアの分割方向が、他の光ファイバと異なっていることから、コアの断面形状が互いに平行な対辺を有する略正方形であっても、光学部品を構成する全ての光ファイバのコア内を進行する光が、特定の方向にのみ反射を繰り返して特定の出射角にのみ強度を有するパターンが形成されることが無くなる。その結果、パターンノイズが防止され、解像度の高い出力イメージを得ることが可能となる。

また、本発明の光学部品の製造方法は、コアと上記コアの周囲に形成されたクラッドを備えてなる複数の光ファイバを配列する配列工程と、上記配列工程において配列された複数の光ファイバを、加熱・加圧処理により一体成形する成形工程とを備え、上記各光ファイバのコアは、当該コアと比較して屈折率が小さい材質からなる仕切り部を介して複数の領域に分割されており、上記配列工程において、互いに隣接して配列される上記光ファイバのうち少なくとも1つは、分割された上記コアの分割方向が、他の光ファイバと異なるように配列され、上記成形工程において、加熱・加圧処理時の温度下での上記コアの粘度は、上記クラッドの粘度よりも小さいことを特徴としている。かかる製造方法を用いることにより、上記光学部品を容易に製造することができる。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施形態にかかる光学部品を図面を用いて説明する。まず、本実施形態にかかる光学部品の構成について説明する。図1Aは、本実施形態にかかる光学部品の斜視図であり、図1Bは、図1AのI-I線(x軸に平行な直線)に沿った拡大断面図である。

光学部品10は、コアの断面形状が正方形である複数の光ファイバを互いに平行に配列して形成されている。各光ファイバは、ファイバ軸が図1Aのy軸と平行になるように配列されており、光学部品10は、ファイバ軸に対して斜めにカットされた入射面10aと、ファイバ軸に対して垂直にカットされた出射面10bとを有し、入射面10aに入射した入力パターンを縮小して出射面10bから出力させることができるようになっている。

光学部品10の断面は、図1Bに示すように、断面が正方形であるコア12を有する光ファイバを配列した構造となっている。ここで、各光ファイバのコア12は、コア12の中心軸を通る平板状のクラッド部14(仕切り部)を介して2つの領域12a及び12bに等分割されている。また、互いに隣接して配列される光ファイバのうち少なくとも1つは、分割されたコア12の分割方向(図1Bのt方向)が、他の光ファイバと異なっている。より具体的にいえば、分割されたコア12の分割方向(図1Bのt方向)が各光ファイバ毎に不規則となるように配列されている。さらに、各コア12の周囲は、クラッド16で覆われている。ここで各光ファイバのクラッド16は、加熱・加圧処理により一体化され、隣接する光ファイバ間の間隙を埋めている。

各光ファイバのコア12は例えば屈折率が1.82のBa-La系ガラスから形成されており、クラッド部14及びクラッド16は例えば屈折率が1.495のホウケイ酸ガラスから形成されている。従って、クラッド部14の屈折率は、コア12の屈折率と比較して小さくなっている。また、コア14の1辺は10 μ m程度となっており、クラッド部14及びクラッド16は、光学部品10において通常使用される波長(550nm)の1/3以上である1 μ m程度の厚みを有している。

また、クラッド16の部分には、各光ファイバの軸方向にのびる光吸収体17が挿入されている。クラッド16の部分に光吸収体17を挿入することにより、クラッド16内に漏れた迷光、若しくは、側面(入射面と出射面以外の面)から光学部品10内に侵入した光を効果的に除去することが可能となり、出力パターンの解像度を高めることができる。

続いて、本実施形態に係る光学部品の製造方法について説明する。図2A~Fは、光学部品10を構成する光ファイバの製造工程図、図2G~Jは、各工程で製造される母材等の断面図である。

光学部品10を構成する光ファイバを製造するには、まず、通常の光ファイバの製造と同様に、円柱形状を有するコア母材18を製造する(図2A、図2G)。コア母材18は、例えば屈折率が1.82のBa-La系ガラスから形成され、その側面はセリア研磨などの方法によって研磨される。

10

20

30

40

50

続いて、上記工程で製造されたコア母材 18 を、ダイヤモンドカッター等で縦（円柱形状の底面に垂直方向）に切断し、半円柱形状を有する 2 つのコア母材 20 及び 22 に分割する（図 2 B、図 2 H）。この際、切断面はセリア研磨などの方法によって研磨される。

続いて、図 2 C に示すような板状のクラッド母材 24 を、2 つのコア母材 22 及び 24 の間に挟む（図 2 D、図 2 I）。ここで、クラッド母材 24 は、例えば屈折率が 1.495 のホウケイ酸ガラスから形成される。

続いて、上記工程で製造された、板状のクラッド母材 24 を 2 つのコア母材 20 及び 22 の間に挟んだものを、図 2 E に示すようなパイプ形状を有するクラッド母材 26 に装填し、光ファイバ製造用の母材 28 を製造する（図 2 F、図 2 J）。ここで、クラッド母材 26 も、上記クラッド母材 24 と同様に、例えば屈折率が 1.495 のホウケイ酸ガラスから形成され、クラッド母材 26 の一方の底部 26 a は、パーナーによる溶融などの方法によって封止される。

10

その後、上記母材 28 を線引きして光ファイバを製造する。この方法によって製造された光ファイバの断面を拡大したものを図 3 に示す。当該光ファイバ 30 は、断面が円形であるコア 12 を、コア 12 の中心軸を通る平板状のクラッド部 14 を介して断面が半円形状 2 つの領域 12 a 及び 12 b に等分割し、その周囲をクラッド 16 で覆った構造となっている。

上記工程によって製造された複数本の光ファイバ 30 を、図 4 A に示すように、棒状の光吸収体 17 を適宜挿入しつつ、コア 12 の分割方向が各光ファイバ毎に不規則となるように、互いに平行に四方配置し、加熱・加圧処理により一体成形することで、光学部品 10 が製造される。ここで、光学部品 10 の解像度を向上させるために、上記平行に配列した複数の光ファイバをさらに線引きしたもの（マルチファイバ）を平行に配列して一体成形したり、上記の線引き工程と平行に配列する工程を複数回繰り返したもの（マルチマルチファイバ）を一体成形することにより光学部品 10 を製造しても良い。光ファイバの具体的形状は、コア 14 の直径が 10 μm 程度、また、使用波長が 550 nm であることを考慮して、クラッド部 14 の厚さが 1 μm 程度、クラッド 16 の厚さが 0.5 μm 程度となっている。

20

上記製造方法で製造した光学部品 10 は、図 5 に示すように、加熱・加圧処理時の温度（約 850 $^{\circ}\text{C}$ ）下において、コア 12 を構成する材質である Ba-La 系ガラスの粘度がクラッド 16 を構成する材質であるホウケイ酸ガラスの粘度と比較して小さいため、加熱・加圧処理時にコア 12 の形状が変形し、コア 12 が図 4 B に示すような正方形の断面形状を有するようになる。

30

続いて、本実施形態にかかる光学部品の作用について説明する。ここで、まず、従来技術にかかる光学部品の問題点について明らかにしておく。従来技術にかかる光学部品の製造は、通常、断面が円形または正方形の複数の光ファイバを互いに平行に配列して束ね、一体成形することにより行う。また、光学部品の解像度を向上させるために、上記束ねられた光ファイバ群をさらに線引きしたもの（マルチファイバ）を平行に配列して束ねて一体成形したり、上記の線引き工程と束ねる工程を複数回繰り返したもの（マルチマルチファイバ）を一体成形することにより光学部品を製造することもある。

上記製造方法により光学部品を製造する際の、各光ファイバのコアの断面形状の変化を図 17 A ~ C、図 18 A ~ C 及び図 19 A ~ C に示す。図 17 A ~ C は、コア 2 の断面が円形の光ファイバ 4 を四方配置して光学部品 6 を形成した場合の、コア 2 の断面形状の変化を示している。コア 2 の断面が円形の光ファイバ 4 を四方配置して光学部品 6 を形成した場合は、図 17 A ~ C に示すように、光ファイバ 4 を束ねて一体成形する際の加熱・加圧処理により、各光ファイバ 4 のコア 2 の断面が略正方形に変形する。

40

ここで、変形の度合いは、上記加熱・加圧処理時の温度下での光ファイバ 4 のコア 2 とクラッド 8 の硬さによって異なる。コア 2 がクラッド 8 と比較して極めて硬い場合は、コア 2 の断面を円形に維持できるが、隣接するコア 2 同士の接触を避けるため、コア 2 をクラッド 8 と比較して極端に硬くすることは実用上困難である。

図 18 A ~ C は、コア 2 の断面が円形の光ファイバ 4 を六方配置して光学部品 6 を形成し

50

た場合の、コア2の断面形状の変化を示している。この場合は光ファイバ4を束ねて一体成形する際の加熱・加圧処理により、各光ファイバ4のコア2の断面が略正六角形に変形する。また、図19A~Cは、コア2の断面が正方形の光ファイバ4を四方配置して光学部品6を形成した場合の、コア2の断面形状の変化を示している。この場合は、各光ファイバ4を配列した際に隣接するクラッド8間の隙間が無くなるため、光ファイバ4を束ねて一体成形する際の加熱・加圧処理後も、コア2の断面は正方形に維持される。

上記のように製造される光学部品6は、各光ファイバ4のコア2の断面が正方形、六角形などのような、互いに平行となる対辺を有する多角形となるため、以下に示すような問題がある。すなわち、光学部品6の入射面に入射した光のコア2内の進行は、図20A~Cに示すような螺旋状の進行と、図21A~Cに示すような帯状の進行の双方が発生しうる。ここで、図20A~C及び図21A~C中の白抜き丸印及び黒丸印は、光の入射位置を示している。

10

図20Aは、光学部品6の入射面(コア2の入射面)6aに入射した光のコア2内の進行の様子を示しており、図20Bは当該光の進行の軌跡を入射面6aと平行な平面に射影した図である。図20A及びBに示すように、光学部品6の入射面6aにランダムな入射角(図21A~Cを用いて説明する特定の入射角を除く)で入射した光は、コア2内を螺旋状に進行する。その結果、図20Cに示すように、光学部品6の入射面6aに一定の入射角で光が入射した場合であっても、その入射した位置の違いにより、光学部品6の出射面6bから様々な出射角で出射される。

一方、図21A及びBに示すように、光学部品6の入射面6aに特定の入射角(光がコア2の平行な対面によってのみ反射・進行するような入射角)で入射した光は、コア2内を帯状に進行する。その結果、図21Cに示すように、光学部品6の入射面6aに一定の入射角で光が入射した場合は、その入射した位置の違いによらず、光学部品6の出射面6bからも一定の出射角で出射されることになる。従って、光学部品6の出射面6bから出射される出力イメージに、特定の出射角にのみ強度を有するパターンが形成され、このパターンがノイズとなって光学部品6の解像度を低下させる。特に、マルチファイバ(マルチマルチファイバも同様)を一体成形することにより製造された光学部品は、当該マルチファイバの中央部と縁部とでコア2の変形の度合いが異なるため、この変形の度合いの相違に起因して、当該マルチファイバの断面形状に応じたパターンノイズが発生し、光学部品6の解像度が著しく低下する。

20

30

これに対して、本実施形態にかかる光学部品10の場合について考える。光学部品10は、光学部品10を構成する各光ファイバのコア12を、コア12の中心軸を通る平板状のクラッド部14を介して複数の領域12a及び12bに等分割している。従って、各光ファイバのコア12に特定の入射角をもって入射した光は、周囲のクラッド16だけではなくクラッド部14によっても反射を繰り返してコア12内を進行する。よって、コア12の断面形状が互いに平行な対辺を有する正方形であっても、クラッド部14がコア12とクラッド16との界面と平行になっていなければ、入射面10aから入射した光がコア12内を帯状に進行することが無くなる。ここで、光学部品10は分割されたコア12の分割方向が各光ファイバ毎に不規則となるように配列されていることから、光学部品10を構成する一部の光ファイバについて、クラッド部14がコア12とクラッド16との界面と平行となる場合があっても、クラッド部14がコア12とクラッド16との界面と平行とならない光ファイバも同時に存在し、光学部品10を構成する光ファイバのコア12内を進行する光の全てが、特定の方向にのみ反射を繰り返して特定の出射角にのみ強度を有するような出力パターンが形成されることが無くなる。

40

続いて、本実施形態にかかる光学部品の効果について説明する。光学部品10は、光学部品10を構成する各光ファイバのコア12を、コア12の中心軸を通る平板状のクラッド部14を介して複数の領域12a及び12bに等分割し、分割されたコア12の分割方向が各光ファイバ毎に不規則となるように配列しているため、光学部品10を構成する光ファイバのコア12内を進行する光の全てが、特定の方向にのみ反射を繰り返して特定の出射角にのみ強度を有するパターンが形成されることが無くなる。その結果、パターンノイ

50

ズを防止することが可能となり、光学部品10の出射面10bからは、解像度の高い出力イメージを得ることが可能となる。

さらに、各光ファイバのコア12が等分割されていることより、光学部品全体を通して均質な出力画像を得ることが可能となる。

上記実施形態においては、複数の光ファイバ30（又はマルチファイバ、マルチマルチファイバ）を加熱・加圧処理によって一体成形する際に、各光ファイバ30を四方稠密配置して一体成形を行っていたが、図6Aに示すように、各光ファイバ30を六方稠密配置して、一体成形を行っても良い。この場合は、加熱・加圧処理時にコア12の形状が変形し、光学部品10の断面は図6Bに示すようになる。すなわち、各光ファイバのコア12は、断面形状が正六角形であり、かつ、該コアの中心軸を通る平板状のクラッド部14を介して2つの領域12a及び12bに等分割されており、各光ファイバは、分割されたコア12の分割方向が各光ファイバ毎に不規則となるように配列されている。尚、出力パターンの解像度を高めるためには、クラッド16の内部に光吸収体17を設けることが望ましいが、必ずしも必須要件ではない。

10

さらに、上記実施形態においては、コア12がクラッド部14を介して2つの領域12a及び12bに等分割されている光ファイバ30を配列して一体成形していたが、これは、コア12がクラッド部14を介して3つ、4つあるいは6つなどの複数の領域に等分割されている光ファイバ30を配列して一体成形したものであってもよい。図7に示すようにコア12がクラッド部14を介して3つの領域12a～12cに等分割されている光ファイバ30を、図8Aに示すように四方稠密配置して一体成形を行うことで、図8Bに示すように各コア12が正方形の断面形状を有し、かつ、3つの領域12a～12cに等分割されている光学部品10が構成され、図9Aに示すように六方稠密配置して一体成形を行うことで、図9Bに示すように各コア12が正六角形の断面形状を有し、かつ、3つの領域12a～12cに等分割されている光学部品10が構成される。

20

また、図10に示すようにコア12がクラッド部14を介して4つの領域12a～12dに等分割されている光ファイバ30を、図11Aに示すように四方稠密配置して一体成形を行うことで、図11Bに示すように各コア12が正方形の断面形状を有し、かつ、4つの領域12a～12dに等分割されている光学部品10が構成され、図12Aに示すように六方稠密配置して一体成形を行うことで、図12Bに示すように各コア12が正六角形の断面形状を有し、かつ、4つの領域12a～12dに等分割されている光学部品10が

30

構成される。

さらに、図13に示すようにコア12がクラッド部14を介して6つの領域12a～12fに等分割されている光ファイバ30を、図14Aに示すように四方稠密配置して一体成形を行うことで、図14Bに示すように各コア12が正方形の断面形状を有し、かつ、6つの領域12a～12fに等分割されている光学部品10が構成され、図15Aに示すように六方稠密配置して一体成形を行うことで、図15Bに示すように各コア12が正六角形の断面形状を有し、かつ、6つの領域12a～12fに等分割されている光学部品10が構成される。

また、上記実施形態においては、コア12は、コア12の中心軸を通る平板状のクラッド部14を介して複数の領域に等分割されていたが、これは、中心軸を通る平板による分割、又は複数の領域への等分割に限定されるものではない。すなわち、例えば、図16に示すように、コア12がT字型に分割された光ファイバ30を用いて光学部品10を形成しても良い。

40

また、上記各実施形態にかかる光学部品10は、複数の光ファイバを平行に配列した光学部品であったが、これは、複数の光ファイバを湾曲部を持たせて配列し、入射面に入射した光イメージを拡大あるいは縮小して出力するテーパ形状の光学部品であってもよい。

産業上の利用可能性

上記光学部品は、伝送効率が高い、レンズと比較して光学系の小型化が可能である、など種々の利点を有するため、指紋検出装置、放射線検出器など、様々な分野に利用できる。

【図面の簡単な説明】

50

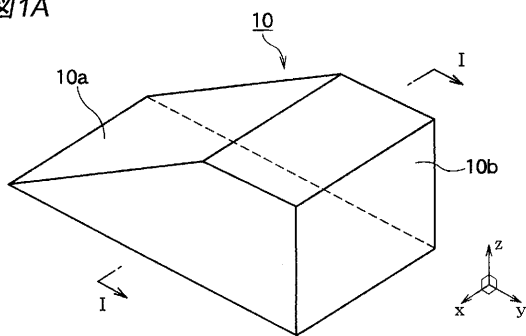
図 1 A は、本発明の実施形態にかかる光学部品の斜視図である。
 図 1 B は、図 1 A の I - I 線に沿った拡大断面図である。
 図 2 A ~ F は、光学部品を構成する光ファイバの製造工程図である。
 図 2 G ~ J は、各工程で製造される母材等の断面図である。
 図 3 は、光学部品の製造に用いる光ファイバの拡大断面図である。
 図 4 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 5 は、コア及びクラッドについての周囲温度と粘度との関係を示す図である。
 図 6 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 7 は、光学部品の製造に用いる光ファイバの拡大断面図である。
 図 8 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 9 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 0 は、光学部品の製造に用いる光ファイバの拡大断面図である。
 図 1 1 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 2 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 3 は、光学部品の製造に用いる光ファイバの拡大断面図である。
 図 1 4 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 5 A , B は、本発明の実施形態にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 6 は、光学部品の製造に用いる光ファイバの拡大断面図である。
 図 1 7 A ~ C は、従来技術にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 8 A ~ C は、従来技術にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 1 9 A ~ C は、従来技術にかかる光学部品の製造工程図である。
 図 2 0 A ~ C は、従来技術にかかる光学部品を構成する光ファイバのコア内における光の進行の様子を表す図である。
 図 2 1 A ~ C は、従来技術にかかる光学部品を構成する光ファイバのコア内における光の進行の様子を表す図である。

10

20

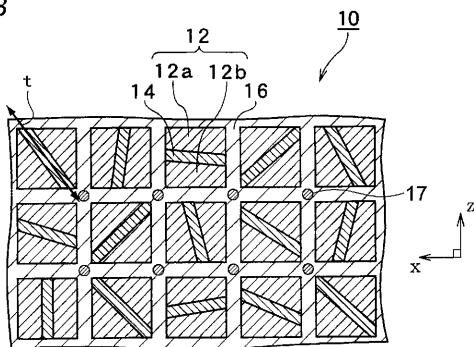
【 図 1 A 】

図1A

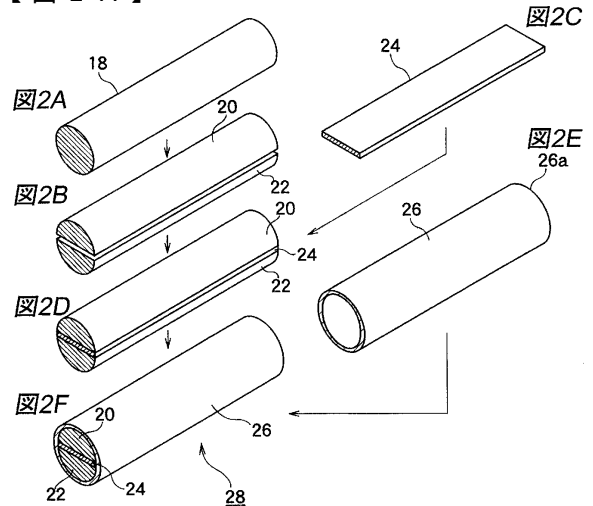


【 図 1 B 】

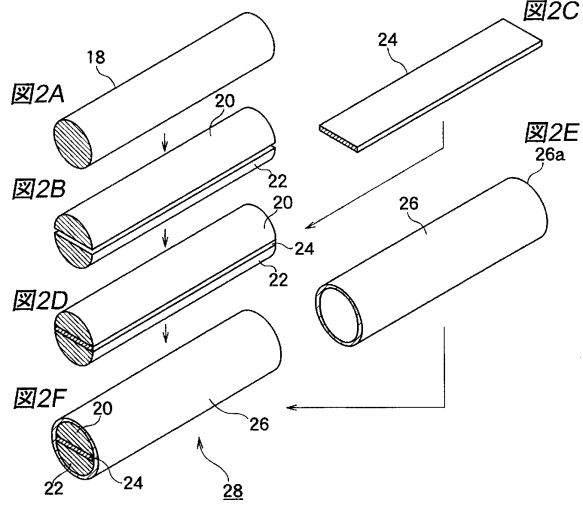
図1B



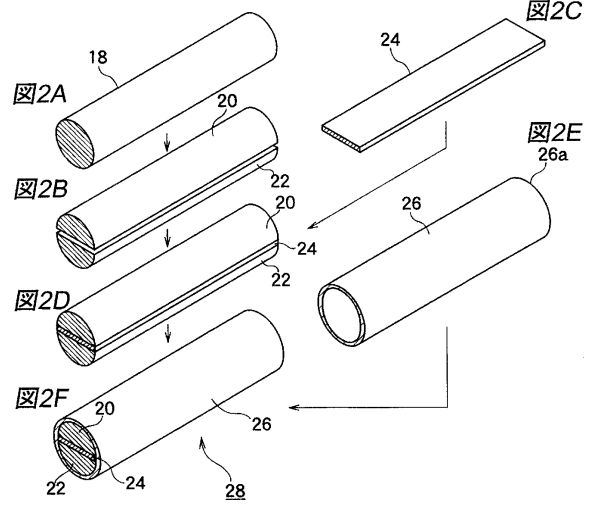
【 図 2 A 】



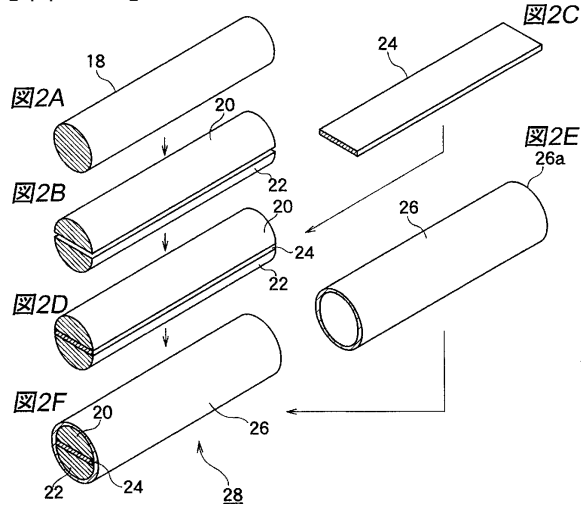
【 図 2 B 】



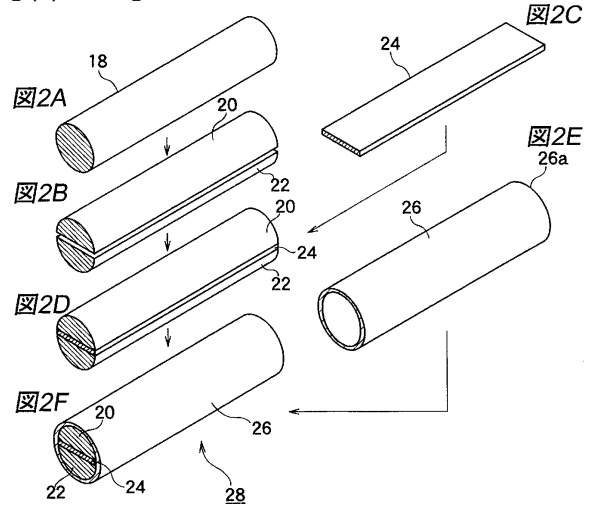
【 図 2 C 】



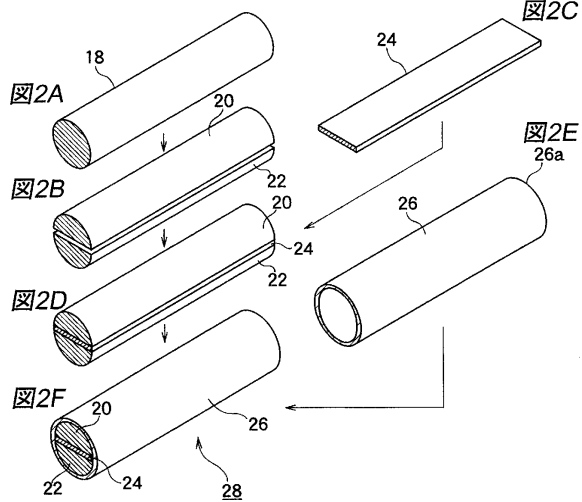
【 図 2 D 】



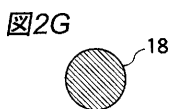
【 図 2 E 】



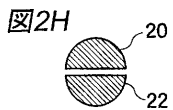
【 図 2 F 】



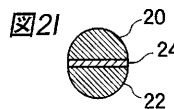
【 図 2 G 】



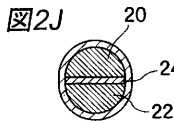
【 図 2 H 】



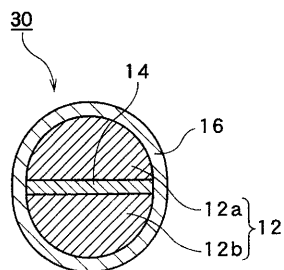
【 図 2 I 】



【 図 2 J 】



【 図 3 】



【 図 4 A 】

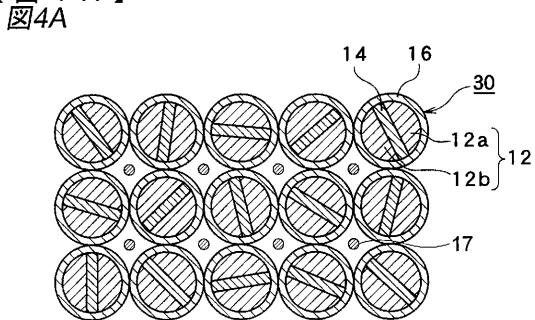
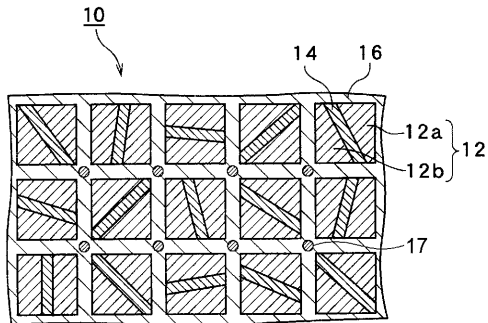


図4B



【 図 4 B 】

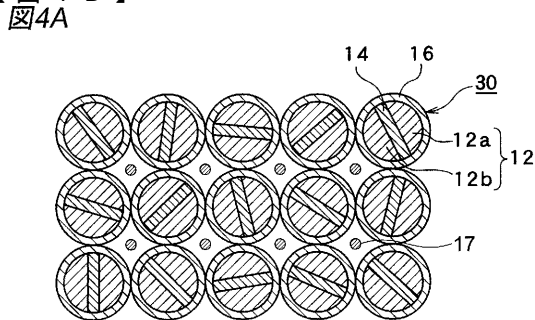
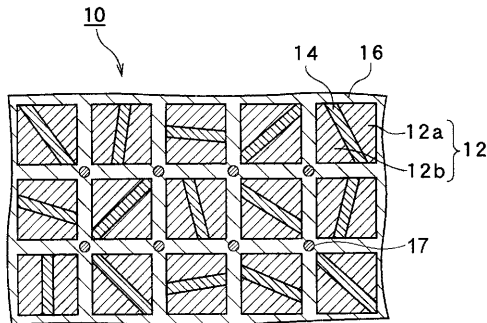
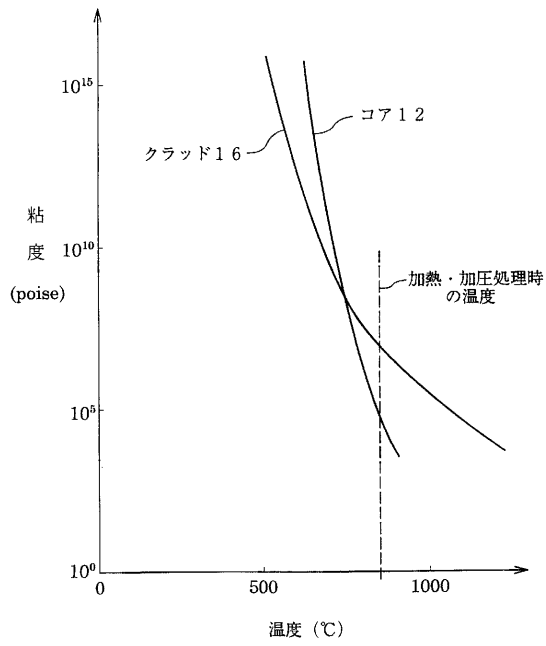


図4B



【図5】
図5



【図6A】
図6A

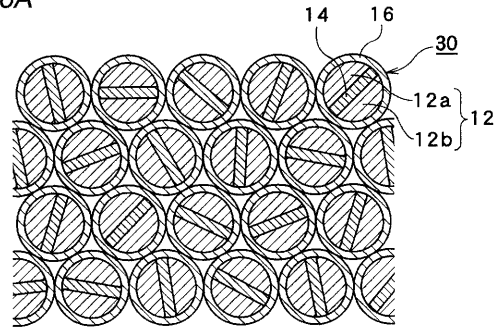
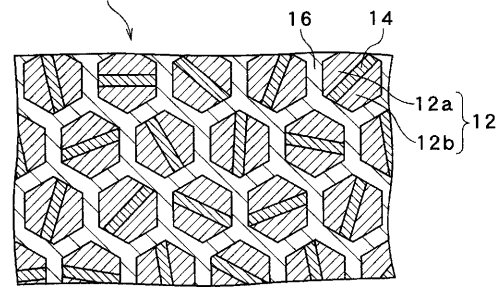


図6B



【図6B】
図6A

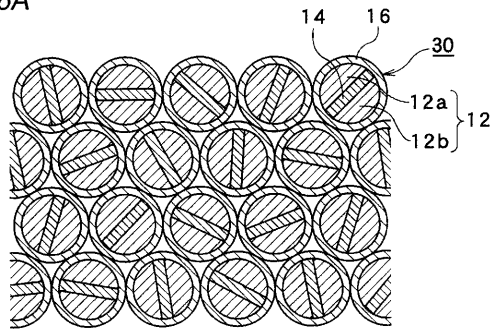
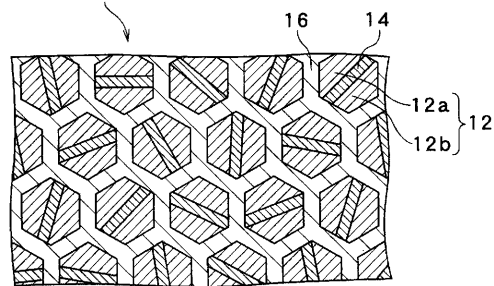
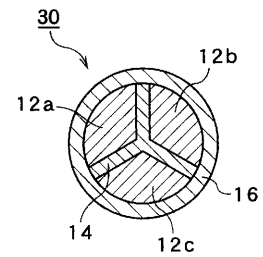


図6B



【図7】
図7



【 図 8 A 】
図8A

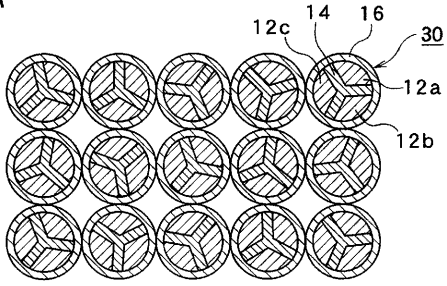
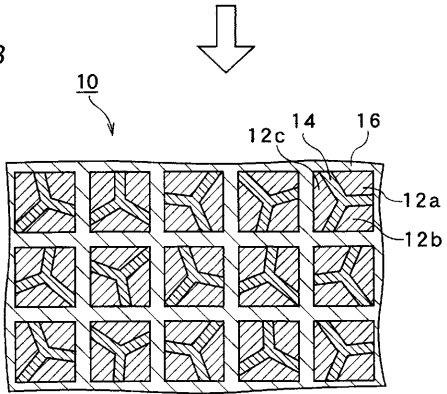


図8B



【 図 8 B 】
図8A

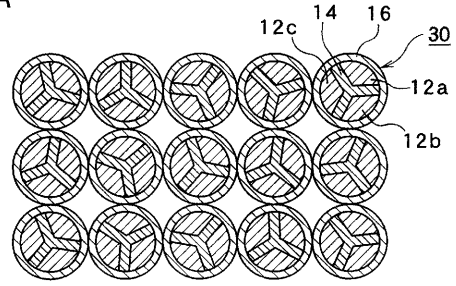
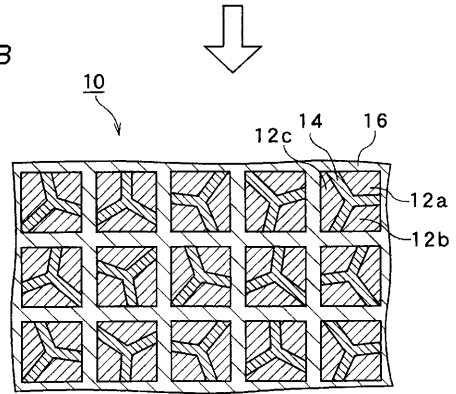


図8B



【 図 9 A 】
図9A

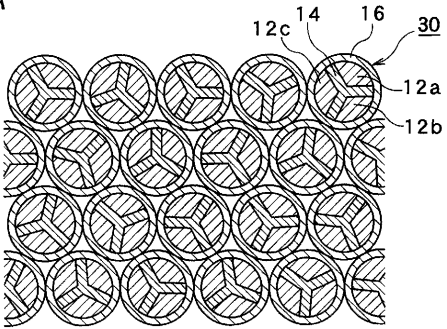
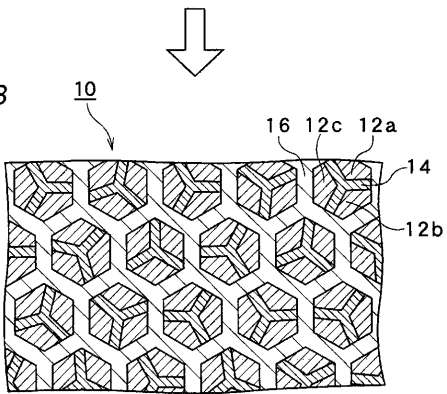


図9B



【 図 9 B 】
図9A

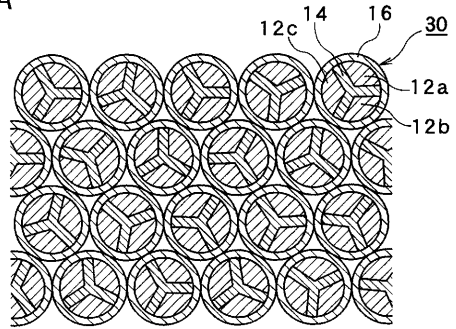
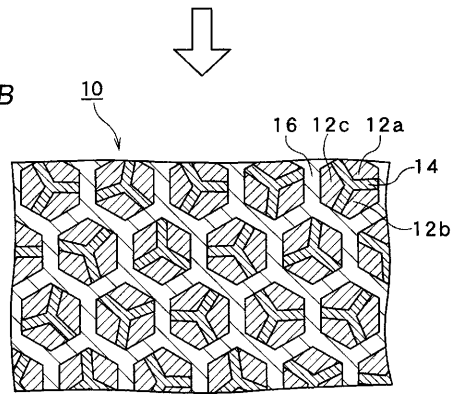
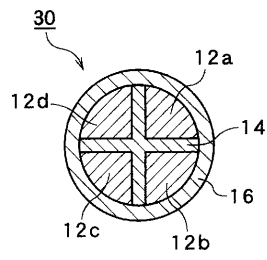


図9B



【 図 1 0 】
図 10



【 図 1 1 A 】
図 11A

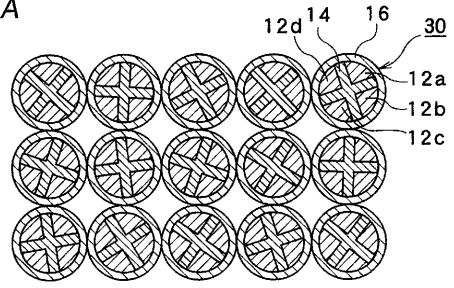
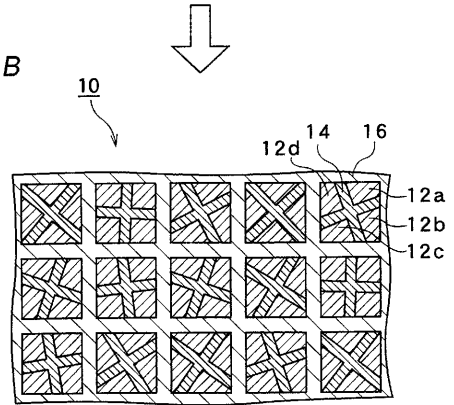


図 11B



【 図 1 1 B 】
図 11A

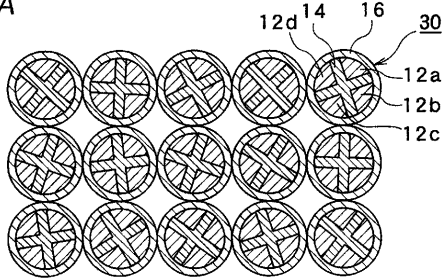
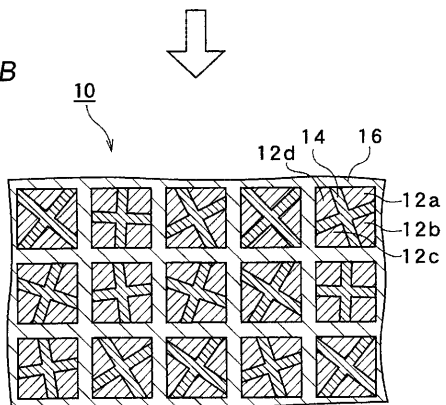


図 11B



【 図 1 2 A 】
図 12A

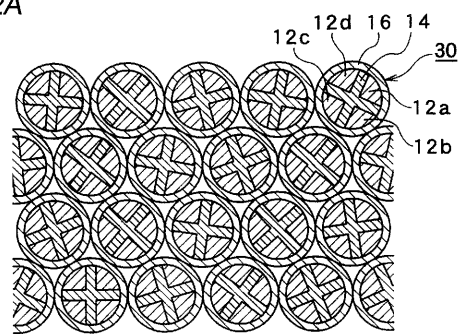
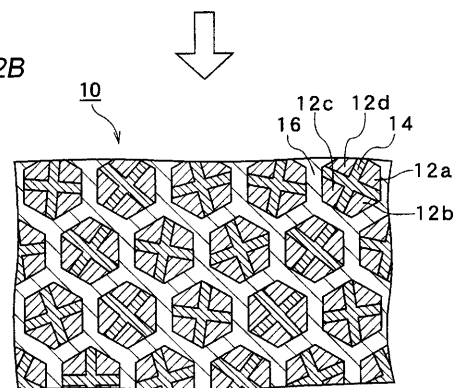


図 12B



【 図 1 2 B 】
図 12A

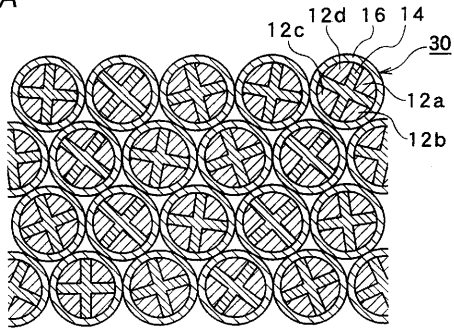
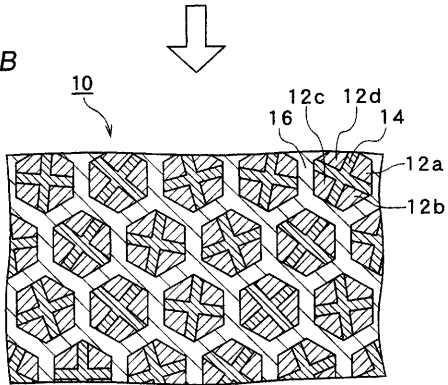
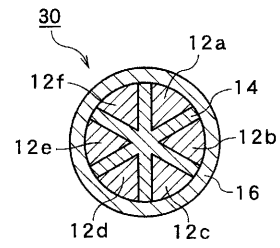


図 12B



【 図 1 3 】
図 13



【 図 1 4 A 】
図 14A

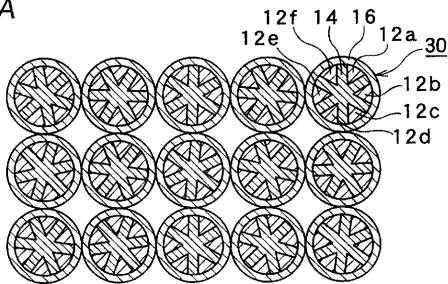
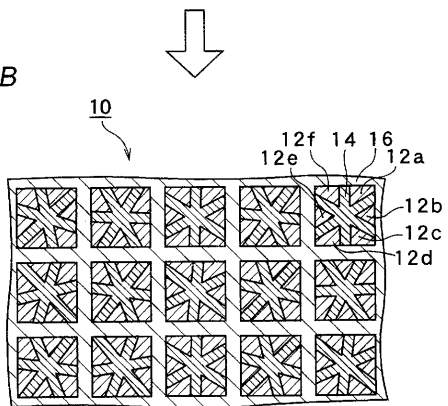


図 14B



【 図 1 4 B 】
図 14A

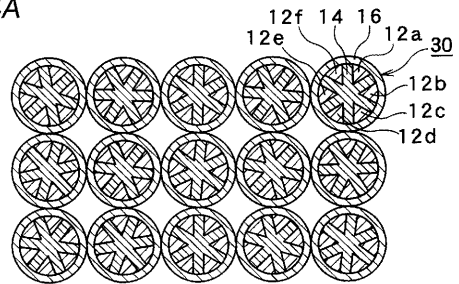
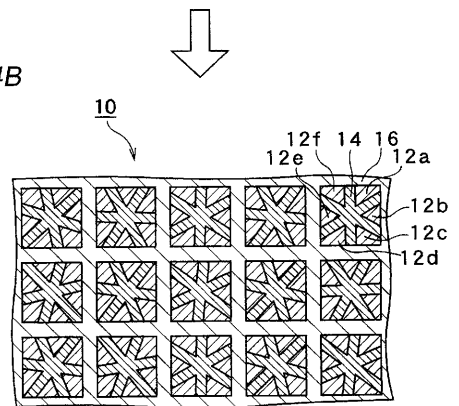
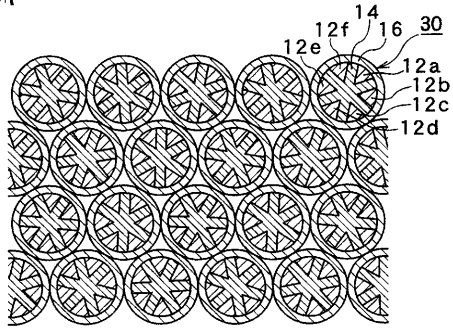


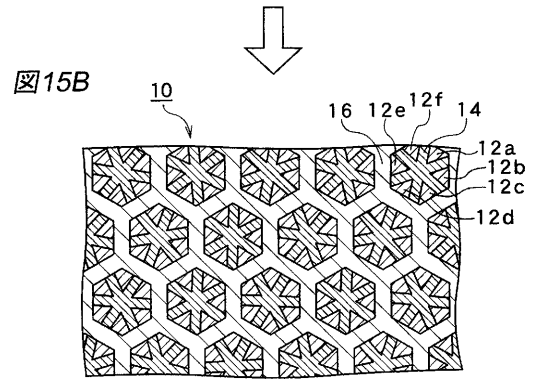
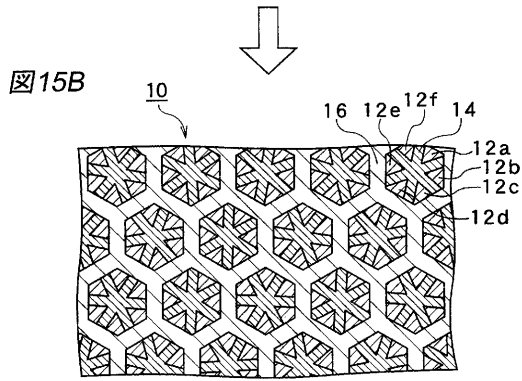
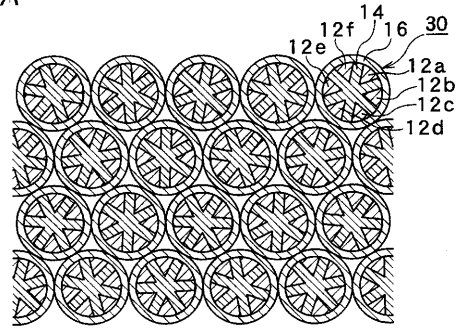
図 14B



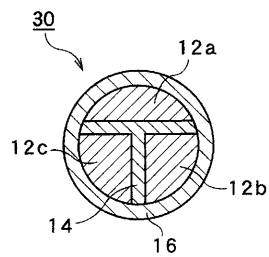
【 図 15 A 】
図 15A



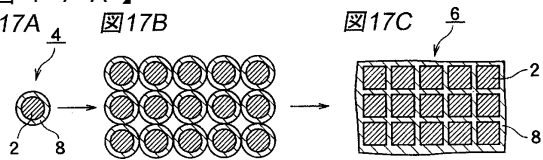
【 図 15 B 】
図 15A



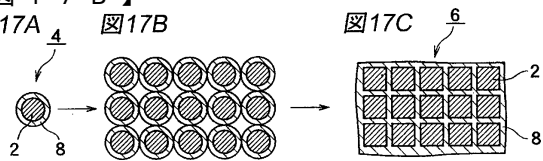
【 図 16 】
図 16



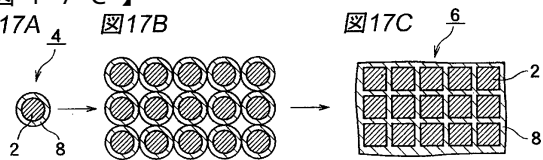
【 図 17 A 】
図 17A 図 17B 図 17C



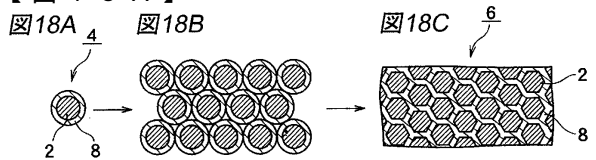
【 図 17 B 】
図 17A 図 17B 図 17C



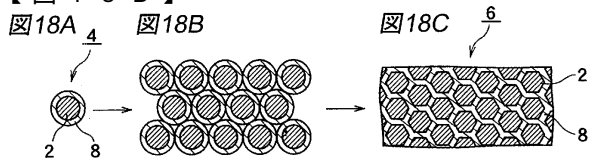
【 図 17 C 】
図 17A 図 17B 図 17C



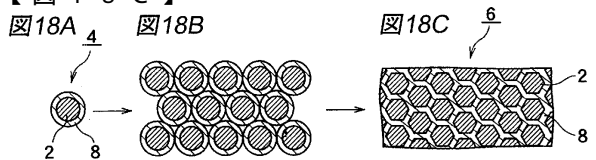
【 図 18 A 】
図 18A 図 18B 図 18C



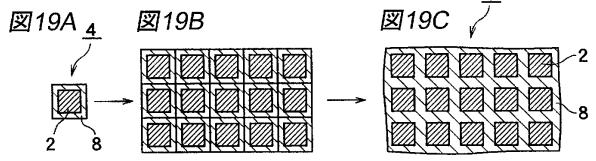
【 図 18 B 】
図 18A 図 18B 図 18C



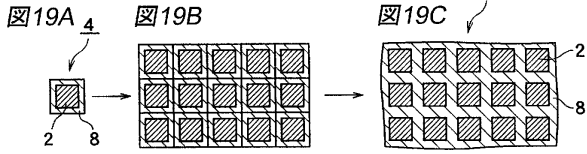
【 図 18 C 】
図 18A 図 18B 図 18C



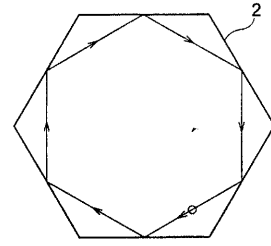
【 図 19 A 】
図 19A 図 19B 図 19C



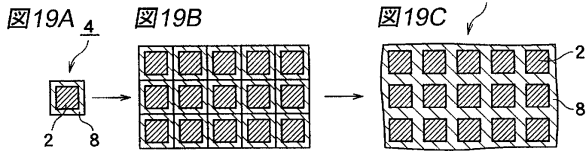
【図19B】



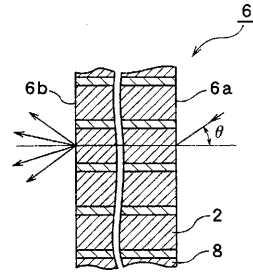
【図20B】



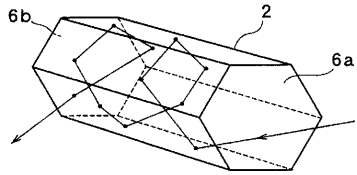
【図19C】



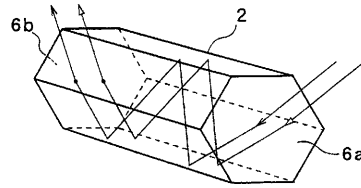
【図20C】



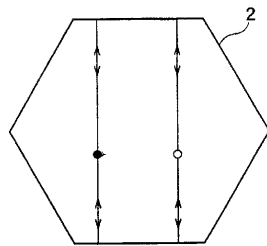
【図20A】



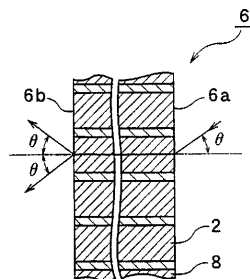
【図21A】



【図21B】



【図21C】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭41-18867(JP, B2)
特開昭61-137104(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/00

G02B 6/04-6/08

G09F 13/00-13/46