



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 699 24 247 T2** 2006.05.11

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 076 246 B1**

(51) Int Cl.⁸: **G02B 6/04** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **699 24 247.9**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP99/01446**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **99 909 305.7**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 99/056161**

(86) PCT-Anmeldetag: **23.03.1999**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **04.11.1999**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.02.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **16.03.2005**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **11.05.2006**

(30) Unionspriorität:
11749198 27.04.1998 JP

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE, DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
**Hamamatsu Photonics K.K., Hamamatsu,
Shizuoka, JP**

(72) Erfinder:
**SUGAWARA, Takeo, Hamamatsu-shi,
Shizuoka-ken 435-8558, JP**

(74) Vertreter:
**Rummler, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 81669
München**

(54) Bezeichnung: **OPTISCHES FASERBÜNDEL ZUR BILDÜBERTRAGUNG UND SEIN HERSTELLUNGSVERFAH-
REN**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

für das optische Bauelement.

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein optisches Bauelement, das mehrere angeordnete optische Fasern umfasst, und ein Herstellungsverfahren dafür.

ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

[0002] Als optisches Bauelement für das Übertragen eines optischen Bildes ist allgemein ein optisches Bauelement bekannt, das durch das Anordnen mehrerer optischer Fasern gebildet wird. Das optische Bauelement umfasst eine Eintrittsfläche und eine Austrittsfläche, wobei der Kern und die Umhüllung jeder optischen Faser freiliegen, damit die Übertragung des auf die Eintrittsfläche einfallenden optischen Bildes zur Austrittsfläche möglich ist.

[0003] Da das optische Bauelement zahlreiche Vorteile aufweist, wie beispielsweise eine hohe Übertragungsleistung und die Möglichkeit, eine im Vergleich zu einer Linse geringe Größe eines optischen Systems zu erzielen, wird es auf unterschiedlichen Gebieten wie beispielsweise bei einem Fingerabdruck-Erfassungssystem verwendet.

OFFENLEGUNG DER ERFINDUNG

[0004] Die Herstellung des optischen Bauelements erfolgt im Allgemeinen durch das Anordnen und Zusammenbinden mehrerer optischer Fasern mit einem runden oder quadratischen Querschnitt in einem Bündel zum integralen Formen. Daher wird aus dem Querschnitt des Kerns der optischen Fasern, aus denen das optische Bauelement besteht, entsprechend des Druckes beim integralen Formen ein Vieleck mit parallel zueinander verlaufenden Flächen, wie beispielsweise ein Quadrat oder ein Sechseck, so dass das nachfolgend angeführte Problem entsteht.

[0005] Das heißt, in einem bestimmten Einfallswinkel auf die Eintrittsfläche einfallendes Licht wiederholt die Reflexion an den einander parallel gegenüberliegenden Flächen, so dass es unter einem bestimmten Ausgangswinkel von der Austrittsebene ausgegeben wird. Infolgedessen entsteht in dem Ausgangsbild, das von der Austrittsfläche ausgegeben wird, ein Muster mit einer nur unter einem bestimmten Ausgangswinkel vorhandenen Intensität, und dieses Muster wird zu Rauschen, das die Auflösung des optischen Bauelements verschlechtert.

[0006] Um das Problem zu lösen, ist es dementsprechend eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein optisches Bauelement mit hoher Auflösung bereitzustellen, indem die Erzeugung des Rauschmusters verhindert wird, sowie ein Herstellungsverfahren

[0007] Um das oben genannte Problem zu lösen, umfasst ein optisches Bauelement gemäß der vorliegenden Erfindung mehrere angeordnete optische Fasern, die einen Kern und eine um den Kern herum gebildete Umhüllung aufweisen, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern jeder optischen Faser eine im Wesentlichen quadratische oder sechseckige Querschnittsform besitzt, über einen Abtrennteil aus einem Material mit einem Brechungsindex, der niedriger ist als der des Kerns, in mehrere Bereiche geteilt wird und sich bei mindestens einer der nebeneinander angeordneten optischen Fasern die Teilungsrichtung des geteilten Kerns von der der anderen optischen Fasern unterscheidet und die Teilungsrichtungen der geteilten Kerne in den optischen Fasern unregelmäßig orientiert sind.

[0008] Da der Kern jeder optischen Faser über einen Abtrennteil, der aus einem Material mit einem Brechungsindex besteht, der niedriger ist als der des Kerns, in mehrere Bereiche geteilt wird, breitet sich unter einem bestimmten Einfallswinkel auf den Kern jeder optischen Faser einfallendes Licht in dem Kern aus, wobei nicht nur die Reflexion durch den umgebenden Mantel, sondern auch die durch den Abtrennteil wiederholt wird. Da sich bei mindestens einer der nebeneinander angeordneten optischen Fasern die Teilungsrichtung des geteilten Kerns von der der anderen optischen Fasern unterscheidet, obwohl die Querschnittsform des Kerns im Wesentlichen ein Quadrat mit zueinander parallelen Dreieckseiten ist, lässt sich darüber hinaus die Bildung eines Musters mit einer nur unter einem bestimmten Einfallswinkel vorhandenen Intensität verhindern, das durch die Reflexion von sich in den Kernen in allen optischen Fasern, aus denen das optische Bauelement besteht, nur in einer bestimmten Richtung ausbreitendem Licht entsteht. Infolgedessen kann ein Rauschmuster verhindert werden, so dass man ein Ausgangsbild mit hoher Auflösung erhält.

[0009] Des Weiteren umfasst ein Herstellungsverfahren für ein optisches Bauelement gemäß der vorliegenden Erfindung einen Anordnungsschritt des Anordnens mehrerer optischer Fasern, die einen Kern und eine um den Kern gebildete Umhüllung aufweisen, zum Bilden eines Bündels und einen Formschritt des integralen Formens der in dem Anordnungsschritt angeordneten mehreren optischen Fasern durch eine Wärme- und Druckbehandlung, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern jeder optischen Faser über einen Abtrennteil, der aus einem Material mit einem Brechungsindex besteht, der niedriger ist als der des Kerns, in mehrere Bereiche geteilt wird, mindestens eine der nebeneinander angeordneten optischen Fasern im Anordnungsschritt so angeordnet wird, dass sich die Teilungsrichtung des geteilten Kerns von der der anderen optischen Fasern unter-

scheidet, und die Viskosität des Kerns unter der Temperatur der Wärme- und Druckbehandlung, die so gewählt ist, dass die mehreren optischen Fasern integral geformt werden, im Formschnitt geringer ist als die Viskosität des Mantels. Durch die Verwendung des Herstellungsverfahrens lässt sich das optische Bauelement auf einfache Weise herstellen.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0010] [Fig. 1A](#) ist eine Perspektivansicht eines optischen Bauelements gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0011] [Fig. 1B](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang Linie I-I in [Fig. 1A](#).

[0012] Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2F](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für eine optische Faser, aus der das optische Bauelement besteht.

[0013] Die [Fig. 2G](#) bis [Fig. 2J](#) sind Querschnittsansichten eines in jedem Schritt hergestellten Grundmaterials oder dergleichen.

[0014] [Fig. 3](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht der bei der Herstellung des optischen Bauelements verwendeten optischen Faser.

[0015] Die [Fig. 4A](#), [Fig. 4B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0016] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, das die Beziehung zwischen der Umgebungstemperatur und der Viskosität eines Kerns und eines Mantels zeigt.

[0017] Die [Fig. 6A](#), [Fig. 6B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0018] [Fig. 7](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht der bei der Herstellung des optischen Bauelements verwendeten optischen Faser.

[0019] Die [Fig. 8A](#), [Fig. 8B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0020] Die [Fig. 9A](#), [Fig. 9B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0021] [Fig. 10](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht der bei der Herstellung des optischen Bauelements verwendeten optischen Faser.

[0022] Die [Fig. 11A](#), [Fig. 11B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0023] Die [Fig. 12A](#), [Fig. 12B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0024] [Fig. 13](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht der bei der Herstellung des optischen Bauelements verwendeten optischen Faser.

[0025] Die [Fig. 14A](#), [Fig. 14B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0026] Die [Fig. 15A](#), [Fig. 15B](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0027] [Fig. 16](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht der bei der Herstellung des optischen Bauelements verwendeten optischen Faser.

[0028] Die [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für ein optisches Bauelement gemäß einer konventionellen Technik.

[0029] Die [Fig. 18A](#) bis [Fig. 18C](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der konventionellen Technik.

[0030] Die [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19C](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für das optische Bauelement gemäß der konventionellen Technik.

[0031] Die [Fig. 20A](#) bis [Fig. 20C](#) sind graphische Darstellungen, die die Art und Weise der Ausbreitung von Licht im Kern einer optischen Faser zeigen, aus der das optische Bauelement gemäß der konventionellen Technik besteht.

[0032] Die [Fig. 21A](#) bis [Fig. 21C](#) sind graphische Darstellungen, die die Art und Weise der Ausbreitung von Licht im Kern der optischen Faser zeigen, aus der das optische Bauelement gemäß der konventionellen Technik besteht.

BESTE ART DER AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

[0033] Ein optisches Bauelement gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Zunächst wird die Konfiguration des optischen Bauelements gemäß dieser Ausführungsform erläutert.

[Fig. 1A](#) ist eine Perspektivansicht des optischen Bauelements gemäß dieser Ausführungsform, und [Fig. 1B](#) ist eine vergrößerte Querschnittsansicht entlang Linie I-I (gerade Linie parallel zur x-Achse) in [Fig. 1A](#).

[0034] Das optische Bauelement **10** ist aus mehreren optischen Fasern mit einer quadratischen Querschnittsform des Kerns gebildet, die parallel zueinander angeordnet sind. Die Faserachse jeder optischen Faser ist parallel zur y-Achse in [Fig. 1A](#) angeordnet. Das optische Bauelement **10** besitzt eine in Bezug zur Faserachse schräg geschnittene Eintrittsfläche **10a** und eine in Bezug zur Faserachse senkrecht geschnittene Austrittsfläche **10b**, so dass ein auf die Eintrittsfläche **10a** fallendes Eingangsmuster reduziert und von der Austrittsfläche **10b** ausgegeben werden kann.

[0035] Wie in [Fig. 1B](#) gezeigt weist der Querschnitt des optischen Bauelements **10** eine Struktur auf, bei der die optischen Fasern mit dem Kern **12** mit einem quadratischen Querschnitt angeordnet sind. Hier ist der Kern **12** jeder optischen Faser über einen flachen, plattenartigen Mantelteil **14** (Abtrennteil), der auf der Mittelachse des Kerns **12** liegt, gleichmäßig in zwei Bereiche **12a** und **12b** geteilt. Bei mindestens einer der nebeneinander angeordneten optischen Fasern unterscheidet sich außerdem die Teilungsrichtung (Richtung B in [Fig. 1B](#)) des geteilten Kerns **12** von der der anderen optischen Fasern. Genauer ausgedrückt sind die Teilungsrichtungen (Richtung B in [Fig. 1B](#)) der geteilten Kerne **12** bei jeder optischen Faser unregelmäßig angeordnet. Die Peripherie jedes Kerns **12** ist mit einer Umhüllung **16** bedeckt. Hier wird die Umhüllung **16** jeder optischen Faser durch eine Wärme- und Druckbehandlung integriert, so dass der Spalt zwischen den nebeneinander liegenden optischen Fasern aufgefüllt wird.

[0036] Der Kern **12** jeder optischen Faser besteht beispielsweise aus Ba-La-Glas mit einem Brechungsindex von 1,82, und der Mantelteil **14** und die Umhüllung **16** bestehen beispielsweise aus Borsilicatglas mit einem Brechungsindex von 1,495. Somit ist der Brechungsindex des Mantelteils **14** kleiner als der des Kerns **12**. Eine Seite des Kerns **12** beträgt ungefähr 10 μm , und der Mantelteil **14** und die Umhüllung **16** haben eine Dicke von ungefähr 1 μm , was mindestens 1/3 der Wellenlänge (550 nm) entspricht, die für gewöhnlich bei dem optischen Bauelement **10** verwendet wird.

[0037] Ein Lichtabsorptionselement **17**, das sich in axialer Richtung jeder optischen Faser erstreckt, wird in den Teil der Umhüllung **16** eingeführt. Durch Einführen des Lichtabsorptionselements **17** in den Teil der Umhüllung **16** kann jegliches aus der Umhüllung **16** austretende Streulicht oder von der Seitenfläche (d.h. einer anderen Fläche als der Eintrittsfläche und

der Austrittsfläche) in das optische Bauelement **10** eingedrungenes Licht effektiv eliminiert werden, so dass die Auflösung des Ausgangsmusters verbessert werden kann.

[0038] Als nächstes wird ein Herstellungsverfahren für ein optisches Bauelement gemäß dieser Ausführungsform erläutert. Die [Fig. 2A](#) bis [Fig. 2F](#) sind graphische Darstellungen der Prozessschritte für eine optische Faser, aus der das optische Bauelement **10** besteht, und die [Fig. 2G](#) bis [Fig. 2J](#) sind Querschnittsansichten eines in jedem Schritt hergestellten Grundmaterials oder dergleichen.

[0039] Zum Herstellen der optischen Faser, aus der das optische Bauelement **10** besteht, wird zunächst ähnlich wie bei der Herstellung einer gewöhnlichen optischen Faser ein Kern-Grundmaterial **18** mit säulenartiger Form hergestellt ([Fig. 2A](#), [Fig. 2G](#)). Das Kern-Grundmaterial **18** besteht beispielsweise aus einem Ba-La-Glas mit einem Brechungsindex von 1,82, wobei seine Seitenfläche mittels eines Zeroxid-Poliervfahrens oder dergleichen poliert wird.

[0040] Als nächstes wird das in dem oben genannten Schritt hergestellte Kern-Grundmaterial **18** vertikal (in senkrechter Richtung in Bezug auf die untere Fläche der säulenartigen Form) mit einem Diamantschneider oder dergleichen geschnitten, so dass es in zwei Kern-Grundmaterialien **20** und **22** mit der Form einer halben Säule geteilt wird ([Fig. 2B](#), [Fig. 2H](#)). Zu diesem Zeitpunkt wird die geschnittene Oberfläche mithilfe eines Zeroxid-Poliervfahrens oder dergleichen poliert.

[0041] Als nächstes wird ein in [Fig. 2C](#) gezeigtes plattenartiges Mantel-Grundmaterial **24** zwischen den beiden Kern-Grundmaterialien **20** und **22** angeordnet ([Fig. 2D](#), [Fig. 2I](#)). Das Mantel-Grundmaterial **24** besteht beispielsweise aus Borsilicatglas mit einem Brechungsindex von 1,495.

[0042] Als nächstes wird das Produkt des oben genannten Schrittes (bei dem das plattenartige Mantel-Grundmaterial **24** zwischen den beiden Kern-Grundmaterialien **20** und **22** angeordnet ist) in ein in [Fig. 2E](#) gezeigtes rohrförmiges Grundmaterial **26** für die Umhüllung gegeben, so dass ein Grundmaterial **28** für die Herstellung optischer Fasern hergestellt wird ([Fig. 2F](#), [Fig. 2J](#)). Ähnlich wie das oben genannte Mantel-Grundmaterial **24** besteht das Mantel-Grundmaterial **26** beispielsweise aus Borsilicatglas mit einem Brechungsindex von 1,495. Ein unterer Teil **26a** des Mantel-Grundmaterials **26** wird durch ein Schmelzverfahren mit einem Brenner oder dergleichen verschlossen.

[0043] Danach wird durch Ziehen des Grundmaterials **28** eine optische Faser hergestellt. Ein vergrößerter Querschnitt der gemäß diesem Verfahren herge-

stellten optischen Faser ist in [Fig. 3](#) gezeigt. Die optische Faser **30** weist eine Struktur auf, bei der der Kern **12** mit dem runden Querschnitt über den flachen, plattenartigen Mantelteil **14**, der auf der Mittelachse des Kerns **12** liegt, gleichmäßig in die zwei Bereiche **12a** und **12b** mit halbkreisförmigem Querschnitt geteilt und die Peripherie davon von der Umhüllung **16** bedeckt ist.

[0044] Wie in [Fig. 4A](#) gezeigt sind mehrere durch den oben genannten Schritt hergestellte optische Fasern **30** in der vierseitigen Anordnung parallel zueinander angeordnet, wobei die stabartigen Lichtabsorptionselemente **17** optional so eingefügt sind, dass die Teilungsrichtung der Kerne **12** bei jeder optischen Faser unregelmäßig sein kann, so dass sie durch eine Wärme- und Druckbehandlung zur Herstellung des optischen Bauelements **10** integral geformt werden. Zur Verbesserung der Auflösung des optischen Bauelements **10** ist es auch möglich, die mehreren parallel angeordneten optischen Fasern (d.h. eine Multifaser) weiter zu ziehen und sie zum integralen Formen parallel anzuordnen oder den Schritt des Ziehens und den Schritt des parallelen Anordnens zum integralen Formen mehrmals zu wiederholen (Multi-Multifaser), damit das optische Bauelement **10** entsteht. Was die konkrete Form der optischen Faser betrifft, so beträgt die Dicke des Mantelteils **14** ungefähr $1\ \mu\text{m}$ und die der Umhüllung **16** ungefähr $0,5\ \mu\text{m}$, wenn der Durchmesser des Kerns **12** ungefähr $10\ \mu\text{m}$ beträgt und eine Wellenlänge von $550\ \text{nm}$ verwendet werden soll.

[0045] Da wie in [Fig. 5](#) gezeigt die Viskosität des Ba-La-Glases (des Materials, aus dem der Kern **12** besteht) bei dem nach dem oben genannten Herstellungsverfahren hergestellten optischen Bauelement **10** unter der Temperatur der Wärme- und Druckbehandlung (ungefähr 850°C) geringer ist als die Viskosität des Borsilicatglases (des Materials, aus dem die Umhüllung **16** besteht), verändert sich die Form des Kerns **12** zum Zeitpunkt der Wärme- und Druckbehandlung so, dass der Kern **12** wie in [Fig. 4B](#) gezeigt eine quadratische Querschnittsform erhält.

[0046] Als nächstes wird die Wirkung des optischen Bauelements gemäß dieser Ausführungsform erläutert. Hier soll zunächst das Problem des optischen Bauelements nach der konventionellen Technik aufgezeigt werden. Die Herstellung eines optischen Bauelements nach der konventionellen Technik erfolgt im Allgemeinen durch das Anordnen und Zusammenbinden mehrerer optischer Fasern mit einem runden oder quadratischen Querschnitt parallel zueinander in einem Bündel zum integralen Formen. Zur Verbesserung der Auflösung des optischen Bauelements ist es darüber hinaus auch möglich, ein optisches Bauelement durch paralleles Anordnen und Zusammenbinden der zusammengebundenen Gruppe optischer Fasern, die zum integralen Formen wei-

ter gezogen werden (Multifaser), oder durch deren integrales Formen nach der Wiederholung des Schritts des Ziehens und des Schritts des Zusammenbindens (Multi-Multifaser) herzustellen.

[0047] Bei der Herstellung des optischen Bauelements gemäß dem oben genannten Herstellungsverfahren verursachte Änderungen bei der Form der Querschnitts des Kerns jeder optischen Faser sind in den [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#), [Fig. 18A](#) bis [Fig. 18C](#) und [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19C](#) gezeigt. Die [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) zeigen die Änderung bei der Querschnittsform der Kerne **2**, wenn das optische Bauelement **6** dadurch gebildet wird, dass die optischen Fasern **4** mit den Kernen **2** mit rundem Querschnitt in einer vierseitigen Anordnung angeordnet werden. Wenn das optische Bauelement **6** wie in den [Fig. 17A](#) bis [Fig. 17C](#) gezeigt durch das Anordnen von Kernen **2** mit rundem Querschnitt in der vierseitigen Anordnung gebildet wird, wird nach dem Zusammenbinden der optischen Fasern **4** der Querschnitt des Kerns **2** jeder optischen Faser **4** der Wärme- und Druckbehandlung entsprechend zum Zeitpunkt des integralen Formens im Wesentlichen zu einem Quadrat umgeformt.

[0048] Das Ausmaß der Verformung ist von der Härte der Kerne **2** und der Umhüllung **8** der optischen Fasern **4** unter der Temperatureinwirkung bei der Wärme- und Druckbehandlung abhängig. Wenn die Kerne **2** wesentlich härter sind als die Umhüllung **8**, kann der Querschnitt der Kerne **2** in runder Form erhalten bleiben, will man jedoch einen Kontakt zwischen nebeneinander liegenden Kernen **2** vermeiden, dann ist es in der Praxis schwierig, die Kerne **2** wesentlich härter zu gestalten als die Umhüllung **8**.

[0049] Die [Fig. 18A](#) bis [Fig. 18C](#) zeigen die Änderung bei der Querschnittsform der Kerne **2**, wenn das optische Bauelement **6** dadurch gebildet wird, dass die optischen Fasern **4** mit den Kernen **2** mit rundem Querschnitt in einer sechseckigen Anordnung angeordnet werden. In diesem Fall wird der Querschnitt des Kerns **2** jeder optischen Faser **4** der Wärme- und Druckbehandlung entsprechend zum Zeitpunkt des integralen Formens nach dem Zusammenbinden der optischen Fasern **4** im Wesentlichen zu einem Sechseck verformt. Die [Fig. 19A](#) bis [Fig. 19C](#) zeigen die Änderung bei der Querschnittsform der Kerne **2**, wenn das optische Bauelement **6** dadurch gebildet wird, dass die optischen Fasern **4** mit den Kernen **2** mit quadratischem Querschnitt in einer vierseitigen Anordnung angeordnet werden. In diesem Fall bleibt der Querschnitt des Kerns **2** nach der Wärme- und Druckbehandlung zum Zeitpunkt des integralen Formens nach dem Zusammenbinden der optischen Fasern **4** quadratisch, da der Spalt zwischen den nebeneinander liegenden Mänteln **8** zum Zeitpunkt des Anordnens der optischen Fasern **4** eliminiert wird.

[0050] Da der Kern **2** jeder optischen Faser **4** bei den wie oben genannt hergestellten optischen Bauelementen **6** einen vieleckigen Querschnitt mit parallel zueinander verlaufenden Flächen aufweist, wie beispielsweise ein Quadrat oder ein Sechseck, entsteht das nachfolgend angeführte Problem. Und zwar kann es sich bei der Ausbreitung von Licht, das auf die Eintrittsfläche des optischen Bauelements **6** im Kern **2** einfällt, entweder um die in den [Fig. 20A](#) bis [Fig. 20C](#) gezeigte spiralförmige Ausbreitung oder die in den [Fig. 21A](#) bis [Fig. 21C](#) gezeigte bandartige Ausbreitung handeln. In den [Fig. 20A](#) bis [Fig. 20C](#) und den [Fig. 21A](#) bis [Fig. 21C](#) zeigen die weiße runde Markierung und die schwarze runde Markierung die Positionen des Lichteintritts.

[0051] [Fig. 20A](#) zeigt die Art und Weise der Ausbreitung von Licht, das auf die Eintrittsfläche **6a** (die Eintrittsfläche des Kerns **2**) des optischen Bauelements **6** im Kern **2** einfällt, und [Fig. 20B](#) ist eine Projektionsdarstellung des Verlaufs der Ausbreitung des Lichts auf einer parallel zur Eintrittsfläche **6a** liegenden Ebene. Wie in den [Fig. 20A](#) und [Fig. 20B](#) gezeigt breitet sich das mit einem zufälligen Einfallswinkel (abgesehen von einem unter Bezugnahme auf die [Fig. 21A](#) bis [Fig. 21C](#) noch zu erläuternden bestimmten Einfallswinkel) auf die Eintrittsfläche **6a** des optischen Bauelements **6** einfallende Licht spiralförmig im Kern **2** aus. Infolgedessen wird Licht, wenn es unter einem konstanten Einfallswinkel θ auf die Eintrittsfläche **6a** des optischen Bauelements **6** einfällt, wie in [Fig. 20](#) gezeigt abhängig vom Unterschied bei der Eintrittsposition von der Austrittsfläche **6b** des optischen Bauelements **6** mit verschiedenen Ausgangswinkeln ausgegeben.

[0052] Wie in den [Fig. 21A](#) und [Fig. 21B](#) gezeigt breitet sich mit einem bestimmten Einfallswinkel (einem solchen Einfallswinkel, dass Licht nur von den sich parallel gegenüber liegenden Flächen des Kerns **2** reflektiert/ausgebreitet wird) auf die Eintrittsfläche **6a** des optischen Bauelements **6** einfallendes Licht auf bandartige Weise im Kern **2** aus. Infolgedessen wird wie in [Fig. 21C](#) gezeigt Licht, wenn es unter einem konstanten Winkel θ auf die Eintrittsfläche **6a** des optischen Bauelements **6** einfällt, unabhängig vom Unterschied bei der Eintrittsposition von der Austrittsfläche **6b** des optischen Bauelements **6** auch mit dem Ausgangswinkel θ ausgegeben. Somit entsteht auf einem Ausgangsbild, das von der Austrittsebene **6b** des optischen Bauelements **6** ausgegeben wird, ein Muster mit einer nur unter einem bestimmten Einfallswinkel vorhandenen Intensität, und dieses Muster führt zu Rauschen, das die Auflösung des optischen Bauelements verschlechtert. Da sich insbesondere bei einem durch integrales Formen von Multifasern (Multi-Multifasern) hergestellten optischen Bauelement das Ausmaß der Verformung des Kerns **2** zwischen dem mittleren Teil und dem Randteil der Multifasern unterscheidet, wird gemäß der vom Un-

terschied beim Ausmaß der Verformung abgeleiteten Querschnittsformen der Multifasern ein Rauschmuster erzeugt, so dass sich die Auflösung des optischen Bauelements **6** erheblich verschlechtert.

[0053] Im Gegensatz dazu wird der Fall des optischen Bauelements **10** gemäß dieser Ausführungsform betrachtet. Bei dem optischen Bauelement **10** wird der Kern **12** jeder optischen Faser, aus der das optische Bauelement **10** besteht, über einen flachen, plattenartigen Umhüllungsteil **14**, der auf der Mittelachse des Kerns **12** liegt, gleichmäßig in mehrere Bereiche **12a** und **12b** geteilt. Daher breitet sich unter einem bestimmten Einfallswinkel auf den Kern **12** jeder optischen Faser einfallendes Licht in dem Kern aus, wobei es nicht nur wiederholt von der umgebenden Umhüllung **16**, sondern auch von dem Mantelteil **14** reflektiert wird. Dadurch kann sich das auf die Eintrittsfläche **10a** einfallende Licht, obwohl die Querschnittsform des Kerns **12** ein Quadrat mit zueinander parallelen Flächen ist, im Kern **12** nicht auf bandartige Weise ausbreiten, es sei denn, der Mantelteil **14** verläuft parallel zur Grenzfläche zwischen dem Kern **12** und dem Mantel **16**. Da die Teilungsrichtungen der geteilten Kerne **12** in dem optischen Bauelement **10** bei jeder optischen Faser unregelmäßig angeordnet sind, selbst wenn der Mantelteil **14** bei einem Teil der optischen Fasern, aus denen das optische Bauelement **10** besteht, parallel zur Grenzfläche zwischen dem Kern **12** und der Umhüllung **16** verläuft, gibt es gleichzeitig einige optische Fasern, bei denen der Mantelteil **14** nicht parallel zur Grenzfläche zwischen dem Kern **12** und der Umhüllung **16** verläuft, so dass ein Ausgangsmuster mit einer nur unter einem bestimmten Ausgangswinkel vorhandenen Intensität (durch wiederholte Reflexion von sich in den Kernen **12** in den optischen Fasern, aus denen das optische Bauelement **10** besteht, nur in einer bestimmten Richtung ausbreitendem Licht) vermieden werden kann.

[0054] Als nächstes werden die Wirkungen des optischen Bauelements gemäß der vorliegenden Ausführungsform erläutert. Da bei dem optischen Bauelement **10** der Kern **12** jeder optischen Faser, aus der das optische Bauelement **10** besteht, über den flachen, plattenartigen Mantelteil **14** gleichmäßig in mehrere Bereiche **12a** und **12b** geteilt wird und die Teilungsrichtungen der geteilten Kerne **12** in dem optischen Bauelement **10** bei jeder optischen Faser unregelmäßig angeordnet sind, kann die Bildung eines Ausgangsmusters mit einer nur unter einem bestimmten Ausgangswinkel vorhandenen Intensität (durch wiederholte Reflexion des gesamten Lichts, das sich in den Kernen **12** in den optischen Fasern, aus denen das optische Bauelement **10** besteht, nur in einer bestimmten Richtung ausbreitet) vermieden werden. Infolgedessen können Rauschmuster verhindert werden, so dass sich ein Ausgangsbild mit einer hohen Auflösung von der Austrittsebene **10b** des

optischen Bauelements **10** erhalten lässt.

[0055] Da der Kern **12** jeder optischen Faser gleichmäßig geteilt ist, erhält man weiterhin insgesamt von dem optischen Bauelement ein homogenes Ausgangsbild.

[0056] Die optischen Fasern **30** (oder die Multifaser bzw. Multi-Multifaser) bei der oben genannten Ausführungsform sind zwar für das integrale Formen zum Zeitpunkt des integralen Formens durch die Wärme- und Druckbehandlung mehrerer optischer Fasern **30** in einer vierseitigen, dichten Anordnung angeordnet, das integrale Formen kann aber auch erfolgen, wenn die optischen Fasern **30** in einer sechseckigen, dichten Anordnung wie in [Fig. 6A](#) gezeigt angeordnet sind. In diesem Fall werden die Kerne **12** zum Zeitpunkt der Wärme- und Druckbehandlung so verformt, dass der Querschnitt des optischen Bauelements **10** so aussieht wie in [Fig. 6B](#). Das heißt, der Kern **12** jeder optischen Faser weist eine gleichmäßige, sechseckige Querschnittsform auf und ist über den flachen, plattenartigen Mantelteil **14**, der auf der Mittelachse des Kerns liegt, gleichmäßig in die zwei Bereiche **12a** und **12b** geteilt, wobei die optischen Fasern so angeordnet sind, dass die Teilungsrichtungen der geteilten Kerne **12** bei jeder optischen Faser unregelmäßig sind. Um die Auflösung eines Ausgangsmusters zu verbessern, wird vorzugsweise ein Lichtabsorptionselement **17** in der Umhüllung **16** bereitgestellt, dies ist aber nicht unbedingt erforderlich.

[0057] Obwohl die optischen Fasern **30** mit den über die Mantelteile **14** gleichmäßig in die zwei Bereiche **12a** und **12b** geteilten Kernen **12** bei der oben genannten Ausführungsform zum integralen Formen angeordnet sind, kann das integrale Formen auch bei den optischen Fasern **30** erfolgen, deren Kerne **12** über die Mantelteile **14** gleichmäßig geteilt und die in mehrere Bereiche (d.h. drei, vier oder sechs) angeordnet sind. Durch das integrale Formen der in der vierseitigen, dichten Anordnung wie in [Fig. 8A](#) angeordneten optischen Fasern **30** mit gleichmäßig über den Mantelteil **14** (siehe [Fig. 7](#)) in die drei Bereiche **12a** bis **12c** geteiltem Kern **12** kann ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine quadratische Querschnittsform (wie in [Fig. 8B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in drei Bereiche **12a** bis **12c** geteilt ist. Alternativ dazu kann durch integrales Formen in der in [Fig. 9A](#) gezeigten sechseckigen, dichten Anordnung ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine im Wesentlichen sechseckige Querschnittsform (wie in [Fig. 9B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in drei Bereiche **12a** bis **12c** geteilt ist.

[0058] Durch das integrale Formen der in einer vierseitigen, dichten Anordnung wie in [Fig. 11A](#) gezeigt angeordneten optischen Fasern **30** mit gleichmäßig über den Mantelteil **14** (in [Fig. 10](#) gezeigt) in vier Be-

reiche **12a** bis **12d** geteiltem Kern **12** kann darüber hinaus ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine quadratische Querschnittsform (wie in [Fig. 11B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in vier Bereiche **12a** bis **12d** geteilt ist. Alternativ dazu kann durch integrales Formen in der sechseckigen, dichten Anordnung (wie in [Fig. 12A](#) gezeigt) ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine im Wesentlichen sechseckige Querschnittsform (wie in [Fig. 12B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in vier Bereiche **12a** bis **12d** geteilt ist.

[0059] Durch das integrale Formen der in einer vierseitigen, dichten Anordnung (wie in [Fig. 14A](#) gezeigt) angeordneten optischen Fasern **30** mit gleichmäßig über den Mantelteil **14** (in [Fig. 13](#) gezeigt) in sechs Bereiche **12a** bis **12f** geteiltem Kern **12** kann weiterhin ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine quadratische Querschnittsform (wie in [Fig. 14B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in sechs Bereiche **12a** bis **12f** geteilt ist. Alternativ dazu kann durch integrales Formen in der in [Fig. 15A](#) gezeigten sechseckigen, dichten Anordnung ein optisches Bauelement **10** bereitgestellt werden, bei dem jeder Kern **12** eine im Wesentlichen sechseckige Querschnittsform (wie in [Fig. 15B](#) gezeigt) aufweist und gleichmäßig in sechs Bereiche **12a** bis **12f** geteilt ist.

[0060] Obwohl der Kern **12** über den flachen, plattenartigen Mantelteil **14**, der bei der oben genannten Ausführungsform auf der Mittelachse des Kerns **12** liegt, gleichmäßig in mehrere Bereiche geteilt ist, ist die Erfindung darüber hinaus nicht auf die Teilung durch die auf der Mittelachse liegende flache Platte oder auf die gleichmäßige Teilung in mehrere Bereiche beschränkt. Das optische Bauelement **10** kann beispielsweise wie in [Fig. 16](#) gezeigt unter Verwendung von optischen Fasern **30** gebildet werden, deren Kerne **12** in eine T-Form geteilt sind.

[0061] Obwohl es sich bei den optischen Bauelementen **10** gemäß den oben genannten Ausführungsformen um optische Bauelemente mit mehreren parallel angeordneten optischen Fasern handelt, können dies weiterhin optische Bauelemente von konischer Form sein, die mehrere optische Fasern mit einem gekrümmten Teil aufweisen, die ein auf die Eintrittsfläche einfallendes optisches Bild mit einer Vergrößerung oder Verkleinerung ausgeben.

Gewerbliche Anwendbarkeit

[0062] Da die oben genannten optischen Bauelemente zahlreiche Vorteile aufweisen, wie beispielsweise eine hohe Übertragungsleistung und die Möglichkeit, die Größe eines optischen Systems im Vergleich zu einer Linse zu verringern, können sie in unterschiedlichen Bereichen wie beispielsweise bei Fin-

gerabdruck-Erfassungssystemen und Strahlungsnachweisgeräten verwendet werden.

Patentansprüche

1. Optisches Bauelement (**10**), das mehrere parallele, in einem Bündel angeordnete optische Fasern umfasst, die einen Kern (**12**) und eine um den Kern (**12**) herum gebildete Umhüllung (**16**) aufweisen, wobei der Kern (**12**) jeder optischen Faser eine im wesentlichen quadratische oder sechseckige Querschnittsform besitzt und über einen Abtrennteil (**14**), der eine Teilungsrichtung (B) definiert und aus einem Material mit einem Brechungsindex besteht, der niedriger ist als der des Kerns (**12**), in mehrere Bereiche (**12a**, **12b**) geteilt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass:

sich bei mindestens einer der nebeneinander angeordneten optischen Fasern die Teilungsrichtung (B) des geteilten Kerns (**12**, **12a**, **12b**) von der der anderen optischen Fasern unterscheidet und die Teilungsrichtungen der geteilten Kerne in den optischen Fasern unregelmäßig orientiert sind.

2. Optisches Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Kern jeder optischen Faser über einen flachen, plattenartigen Mantelteil, der auf der Mittelachse des Kerns liegt, im wesentlichen gleichmäßig in mehrere Bereiche geteilt wird.

3. Herstellungsverfahren für ein optisches Bauelement (**10**), das folgendes umfasst:

einen Anordnungsschritt des Anordnens mehrerer paralleler optischer Fasern, die einen Kern (**12**) und eine um den Kern (**12**) gebildete Umhüllung (**16**) aufweisen, zum Bilden eines Bündels und

einen Formschritt des integralen Formens der in dem Anordnungsschritt angeordneten mehreren optischen Fasern durch eine Wärme- und Druckbehandlung,

wobei der Kern (**12**) jeder optischen Faser über einen Abtrennteil, der aus einem Material mit einem Brechungsindex besteht, der niedriger ist als der des Kerns (**12**), in mehrere Bereiche geteilt wird,

dadurch gekennzeichnet, dass:

mindestens eine der nebeneinander angeordneten optischen Fasern im Anordnungsschritt so angeordnet wird, dass sich die Teilungsrichtung des geteilten Kerns (**12**, **12a**, **12b**) von der der anderen optischen Fasern unterscheidet, und

die Viskosität des Kerns (**12**) unter der Temperatur der Wärme- und Druckbehandlung, die so gewählt ist, dass die mehreren optischen Fasern integral geformt werden, im Formschritt geringer ist als die Viskosität der Umhüllung (**16**).

Es folgen 19 Blatt Zeichnungen

Fig.1A

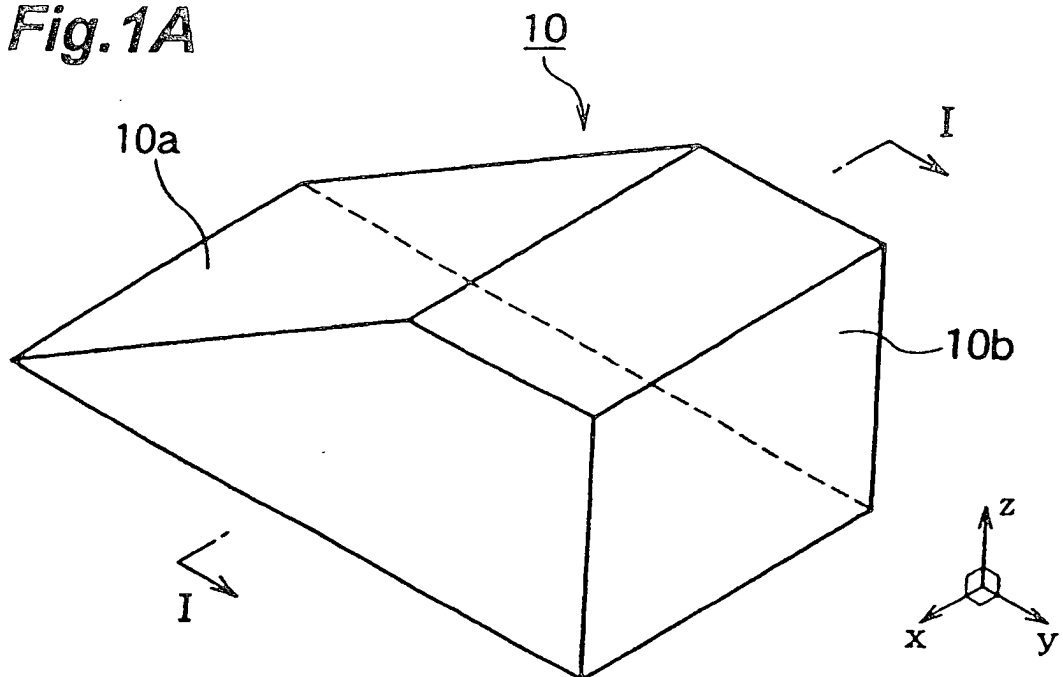
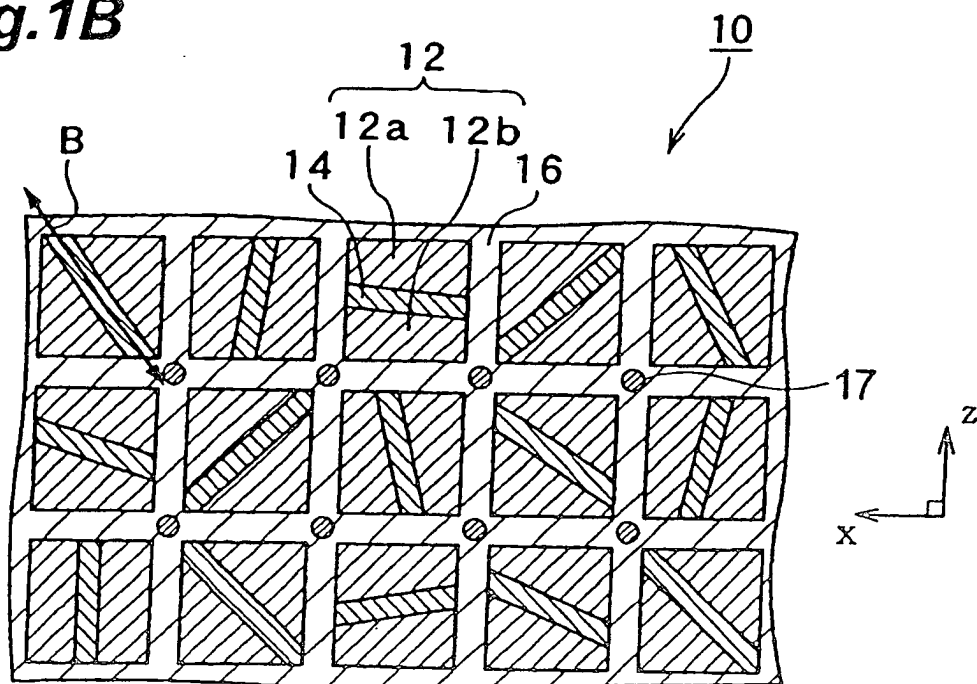


Fig.1B



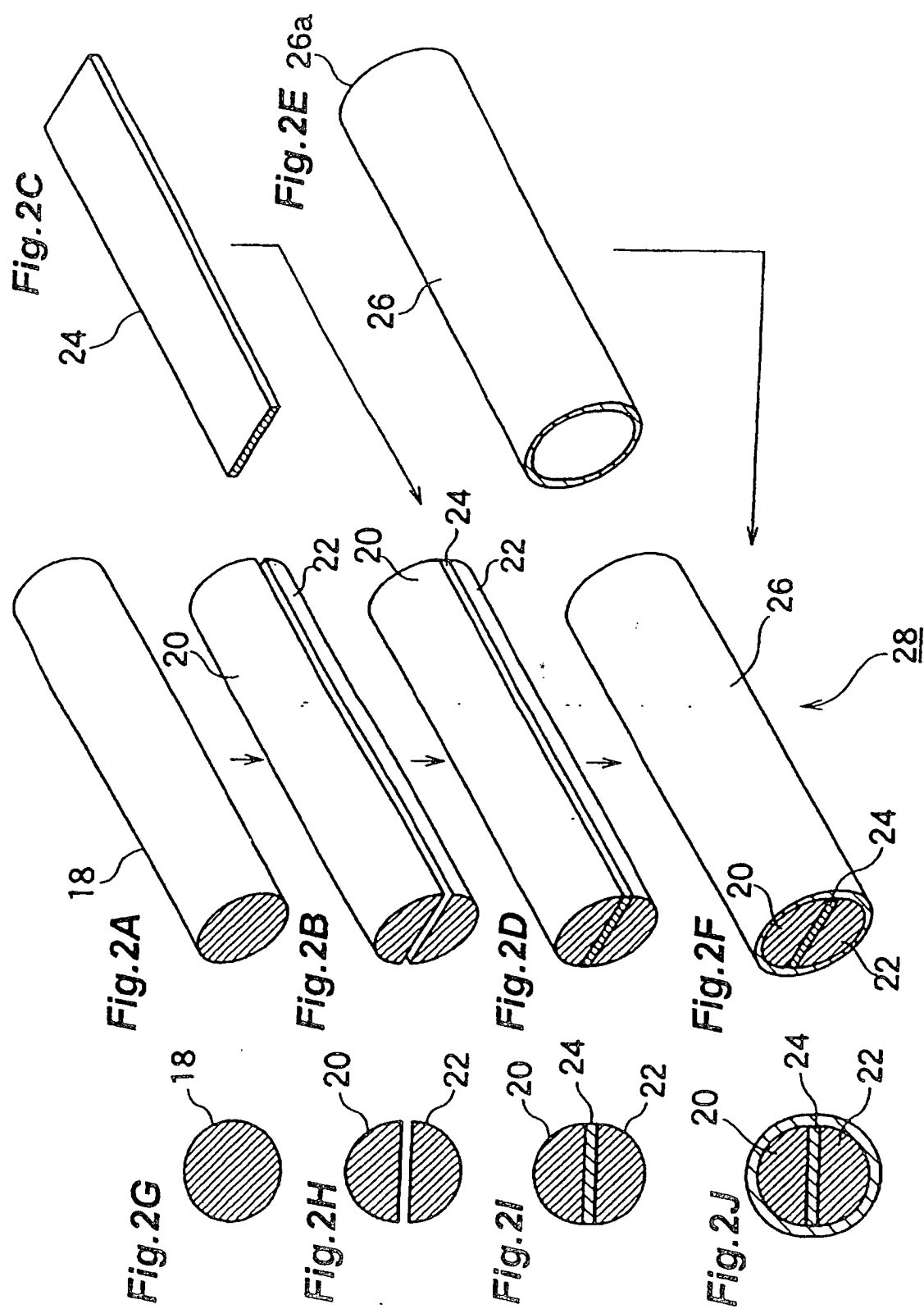


Fig.3

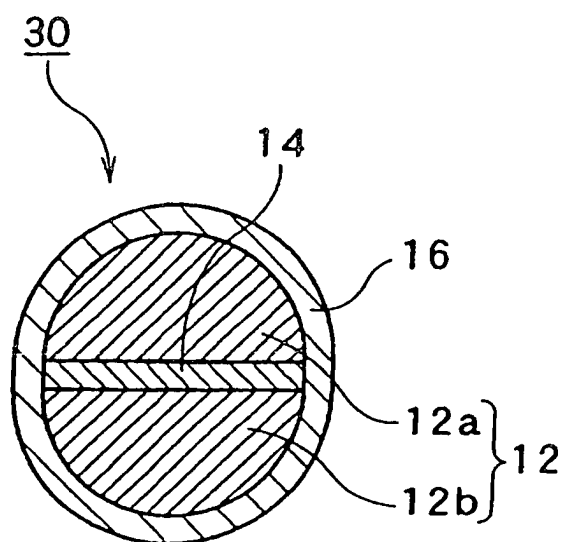


Fig.4A

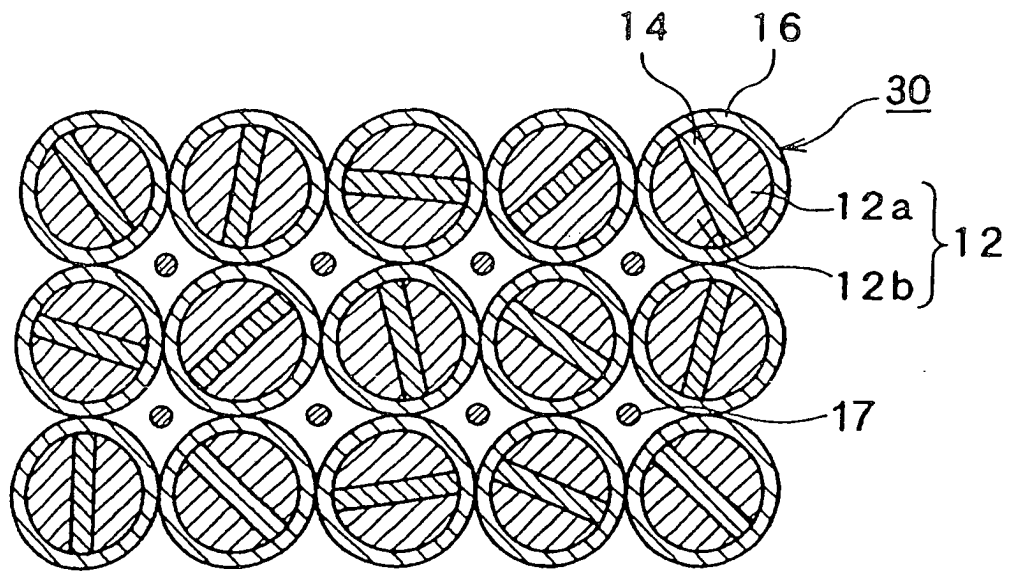


Fig.4B

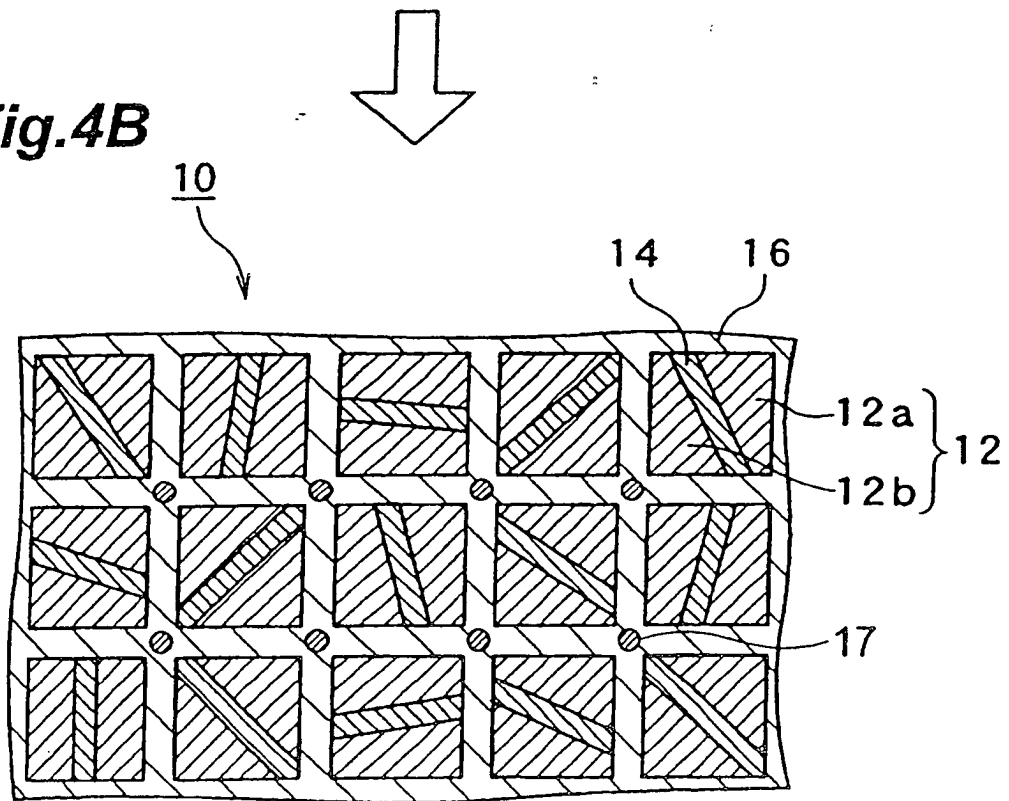


Fig.5

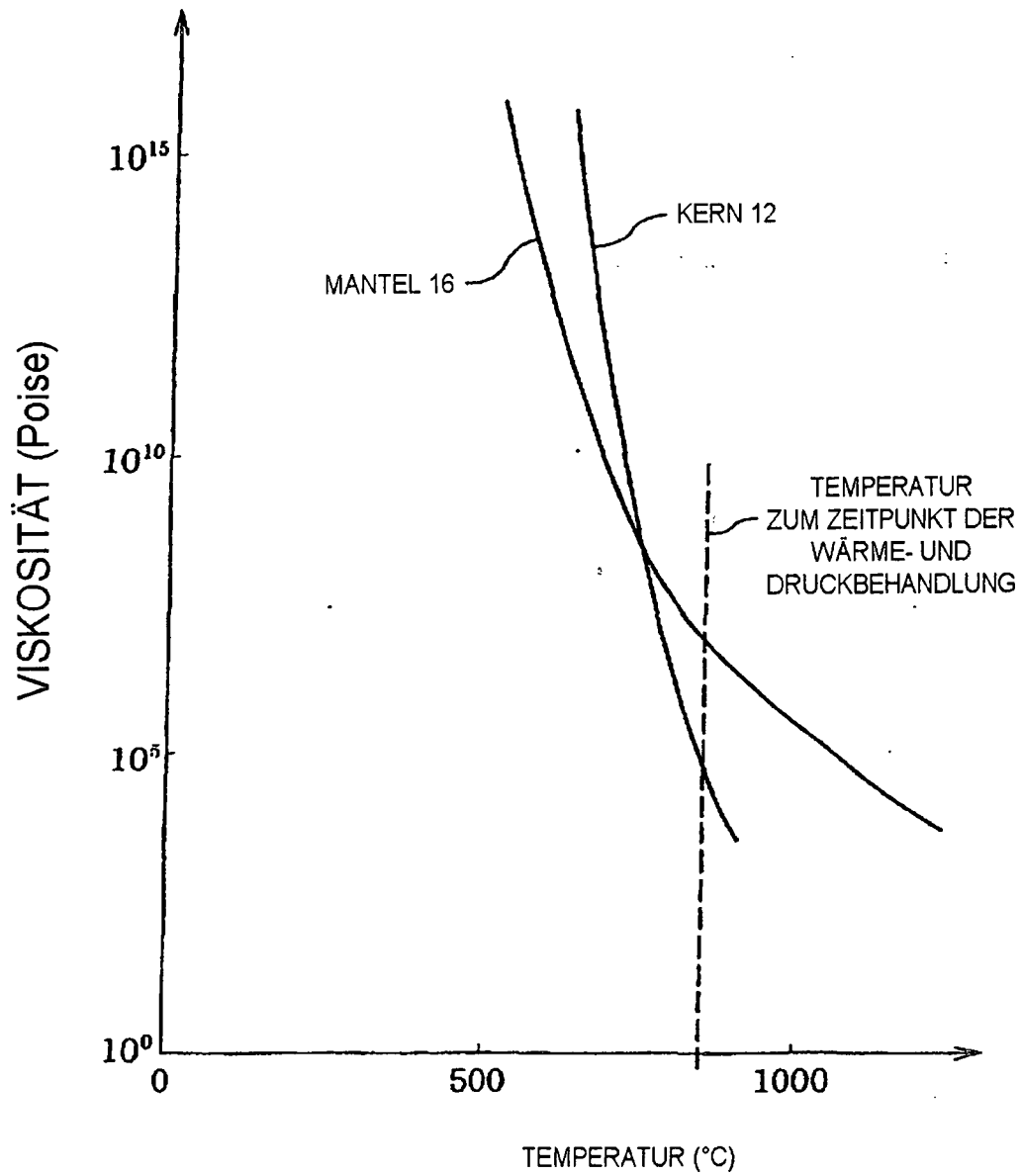


Fig. 6A

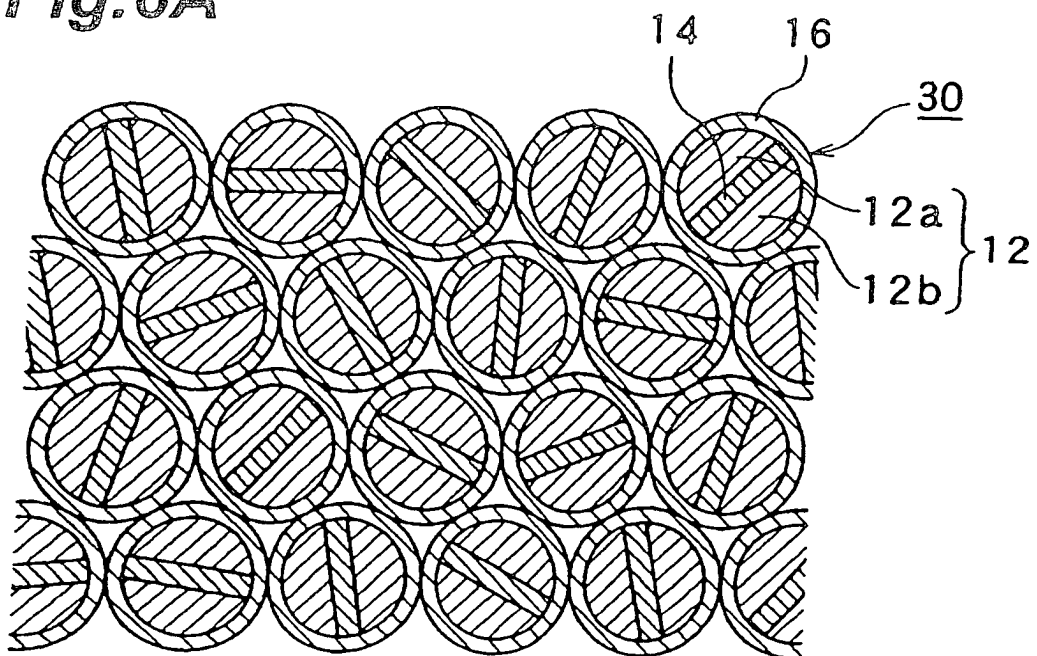


Fig. 6B

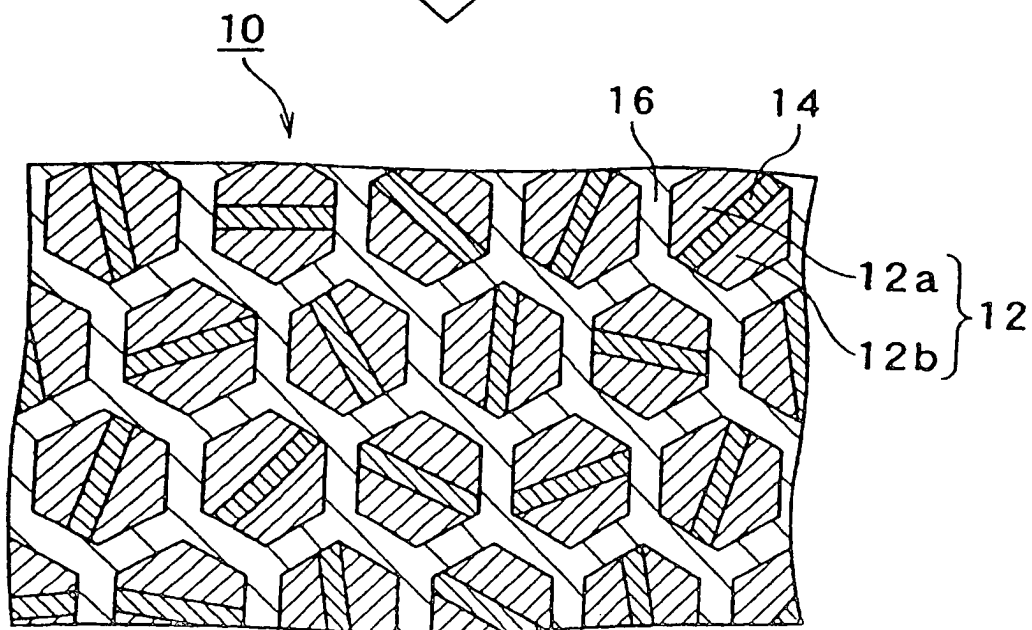
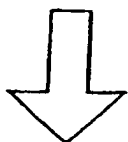


Fig.7

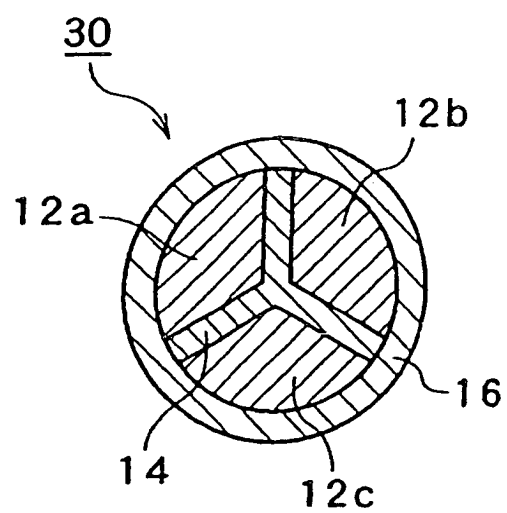


Fig.8A

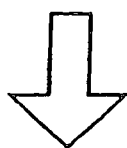
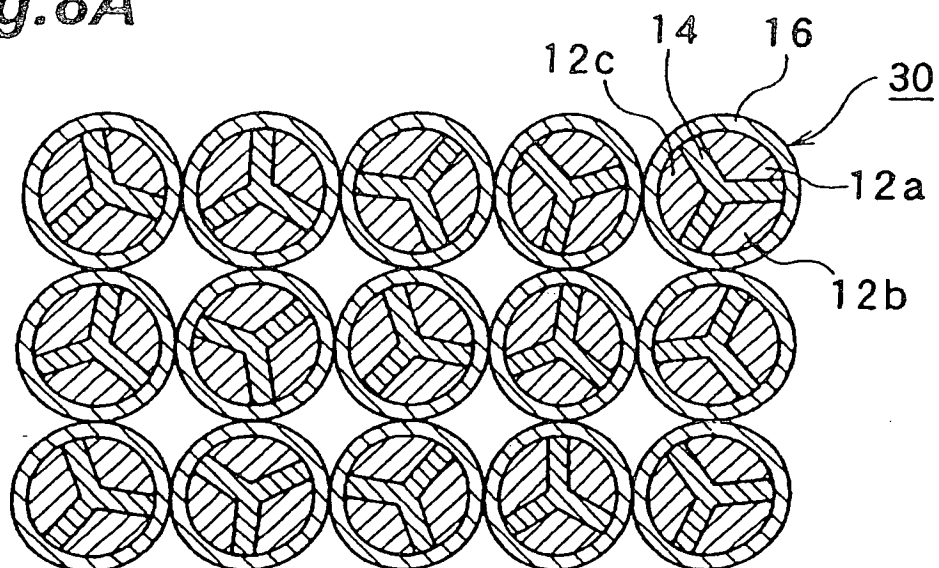


Fig.8B

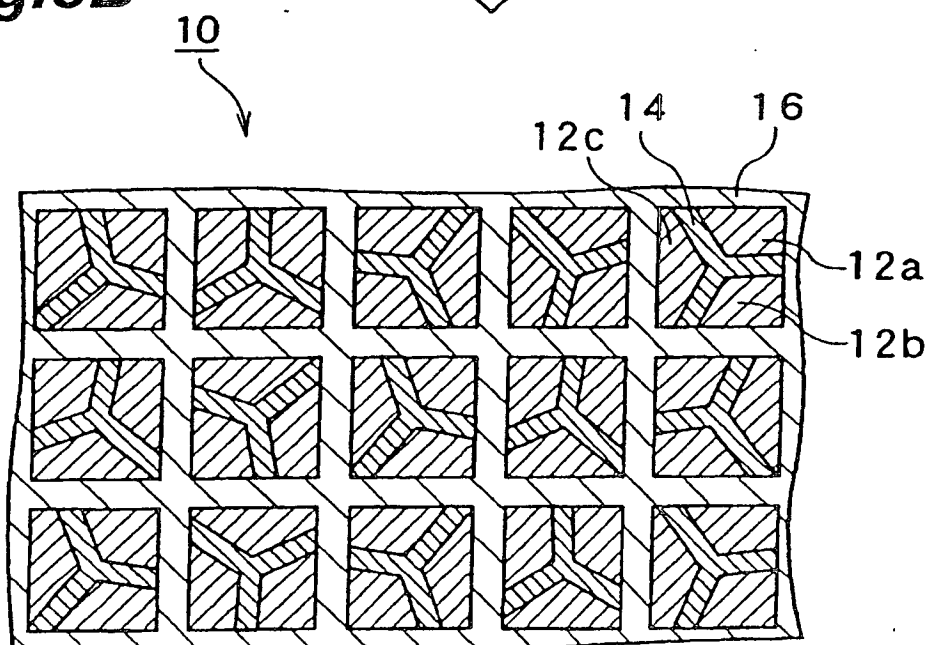


Fig.9A

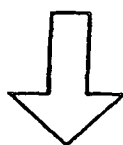
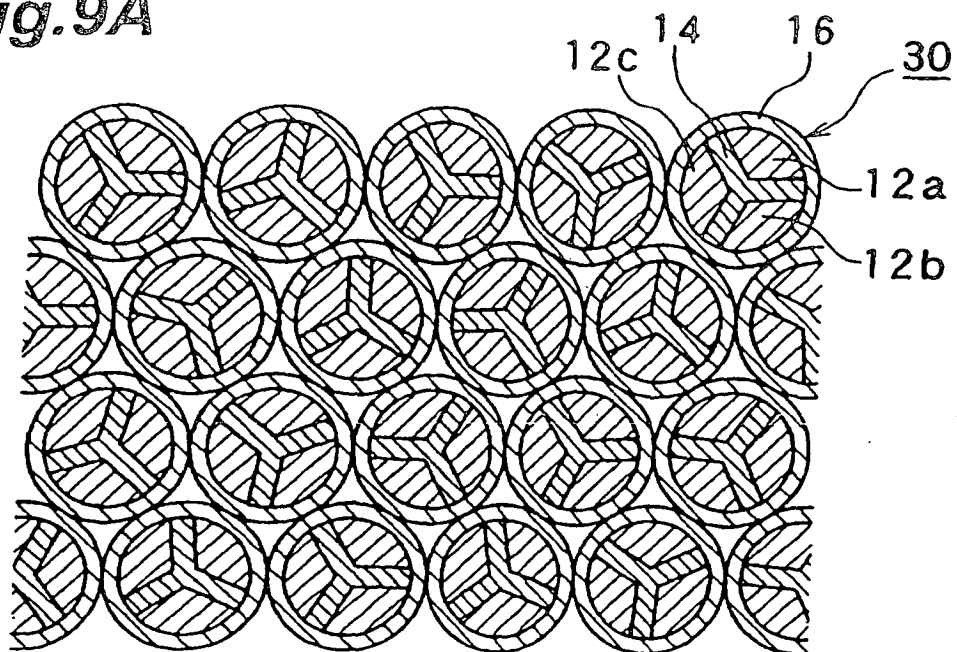


Fig.9B

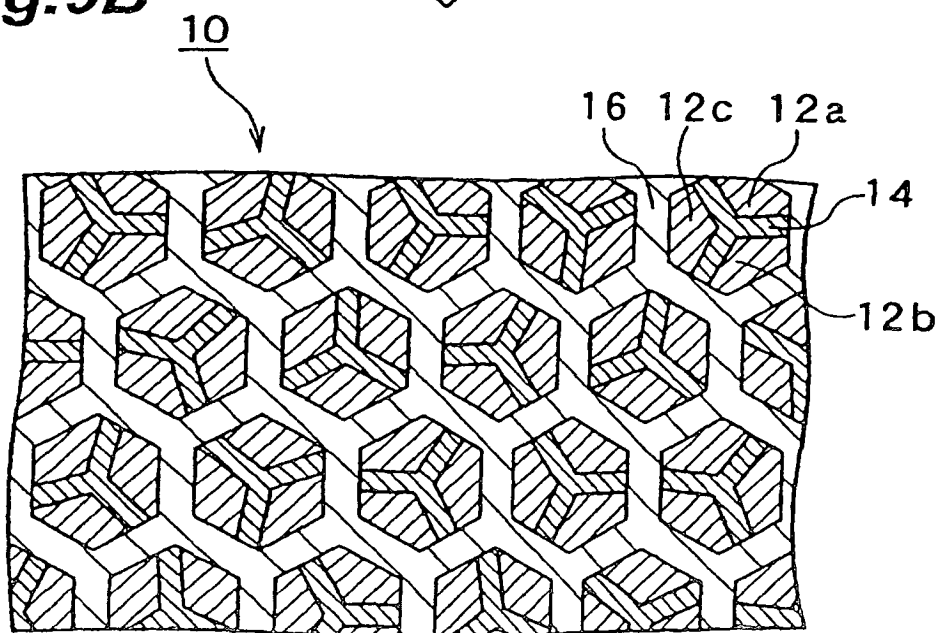


Fig.10

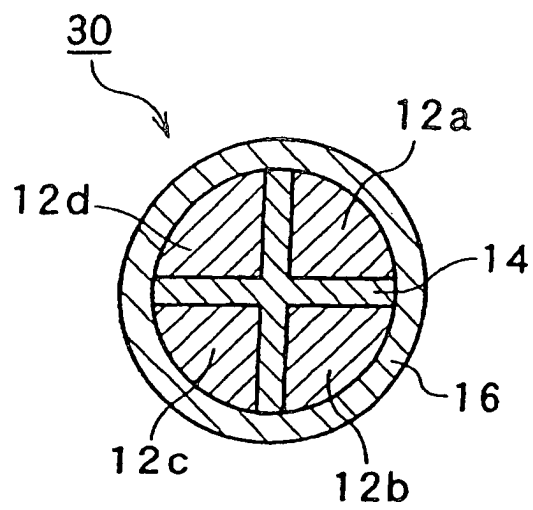


Fig.11A

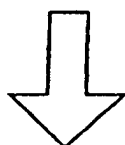
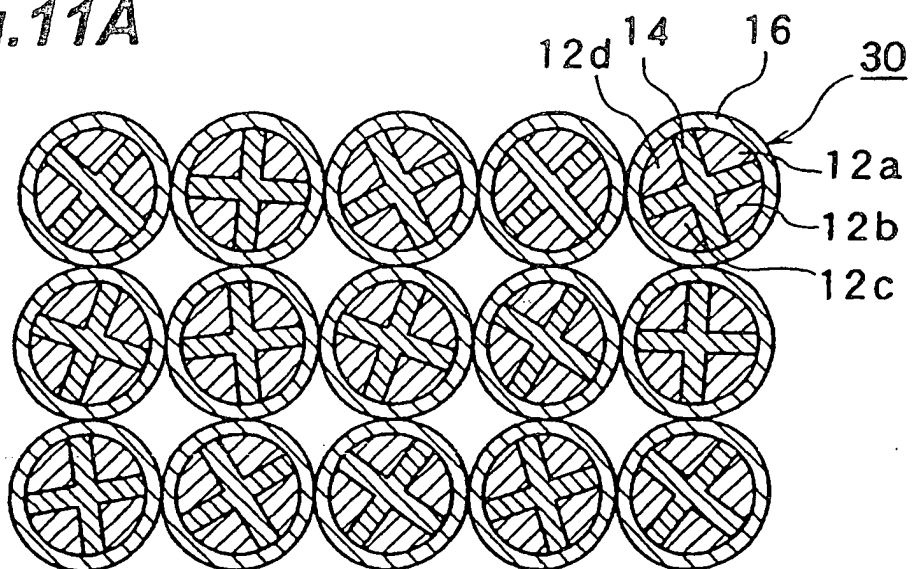


Fig.11B

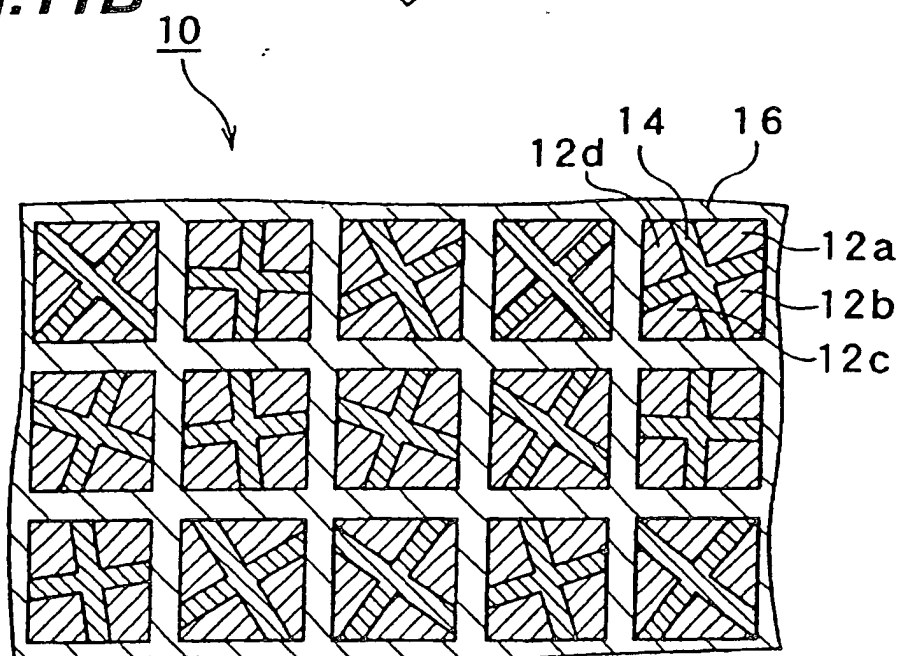


Fig.12A

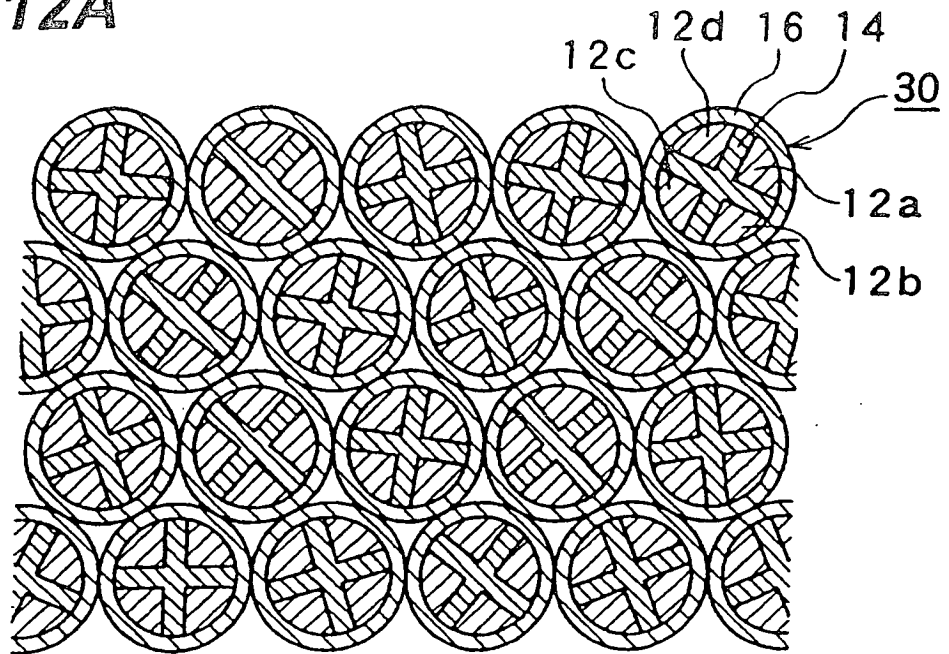


Fig.12B

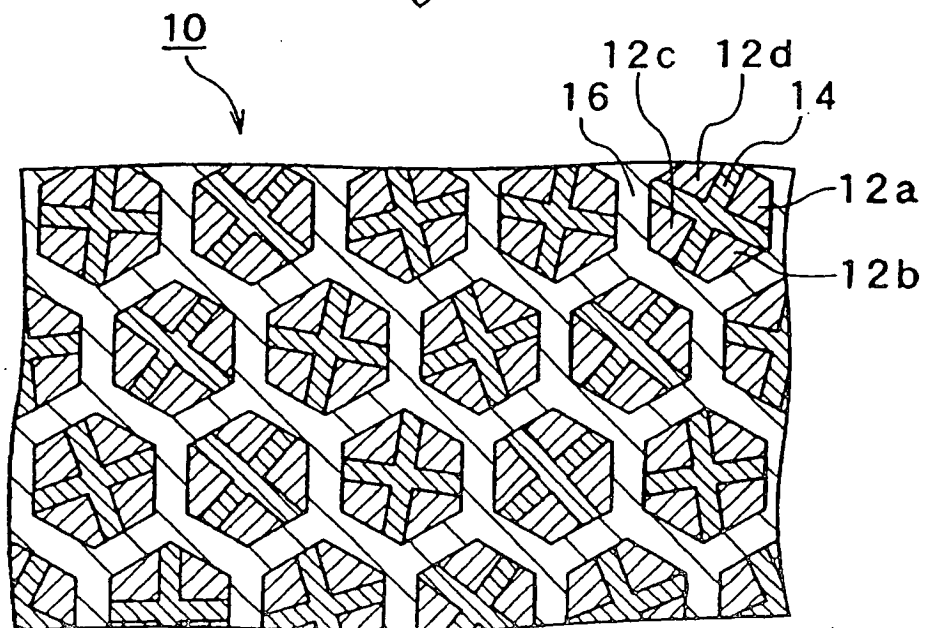


Fig. 13

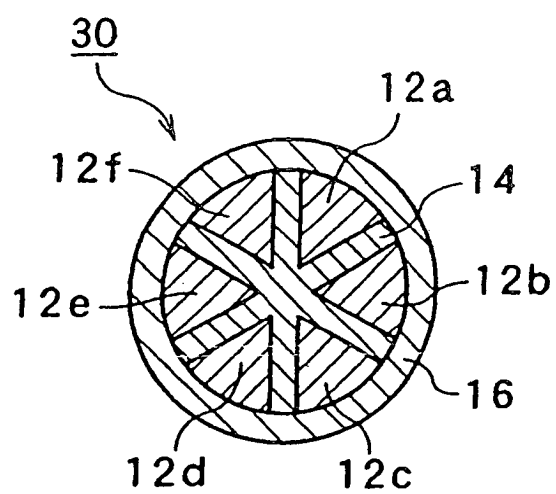


Fig.14A

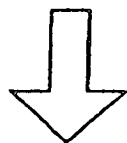
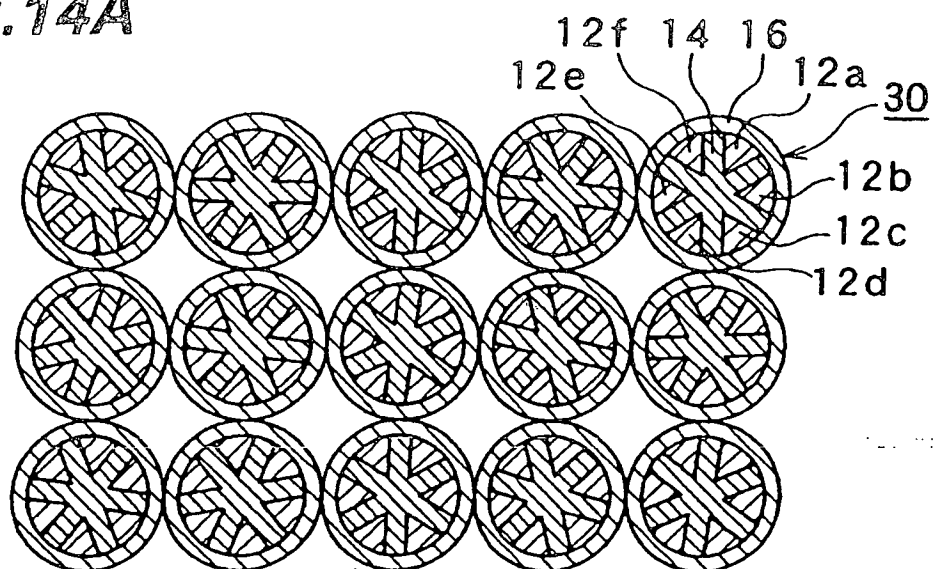


Fig.14B

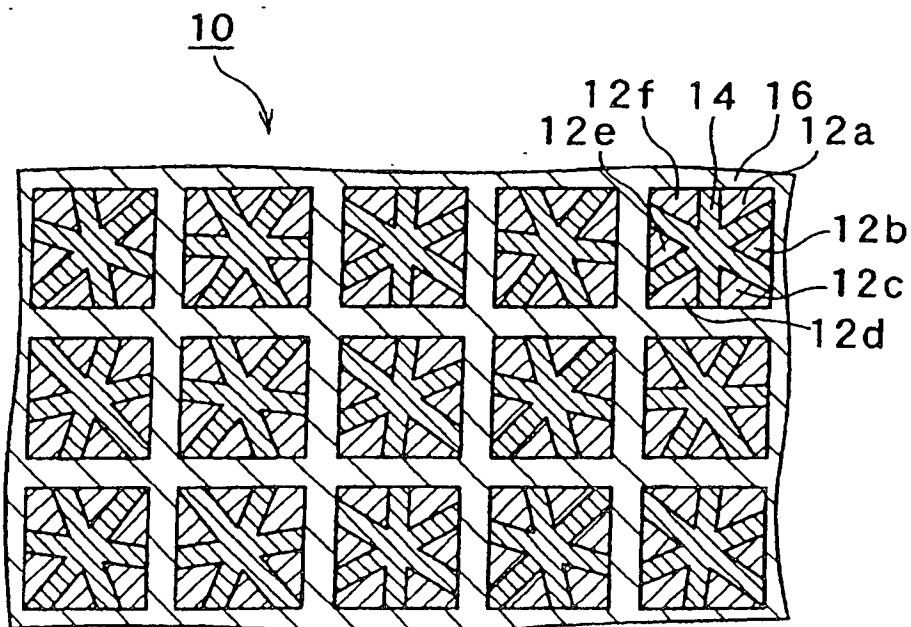


Fig.15A

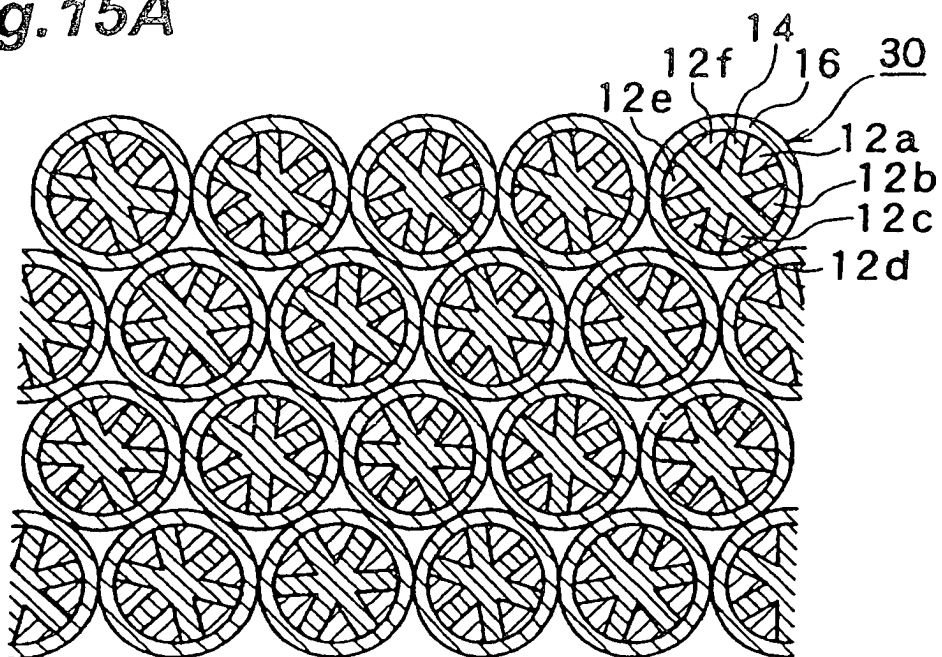


Fig.15B

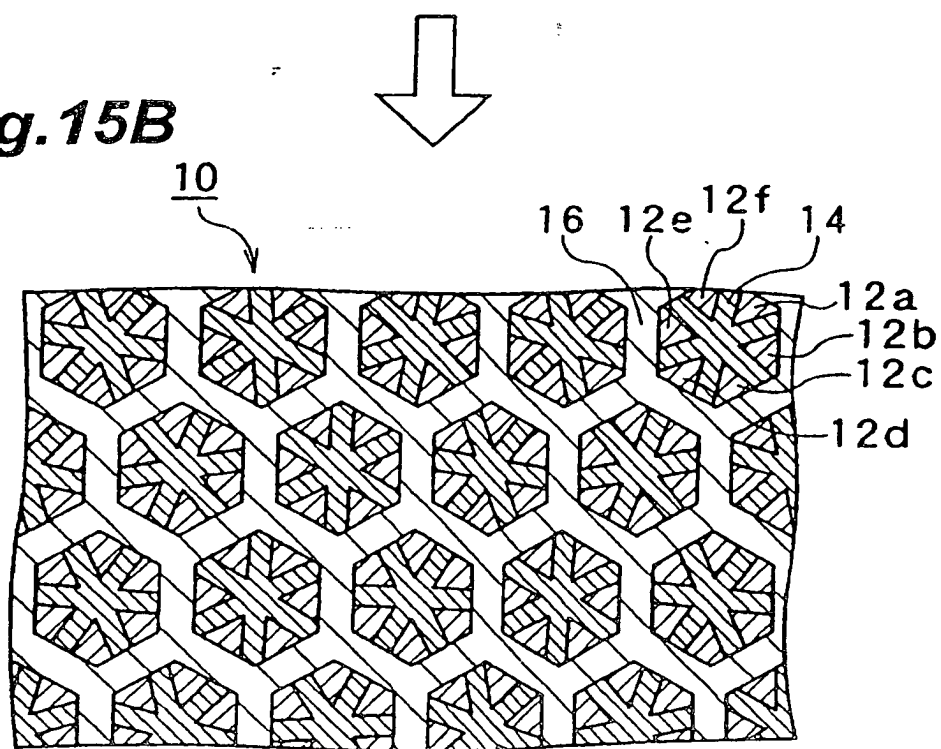
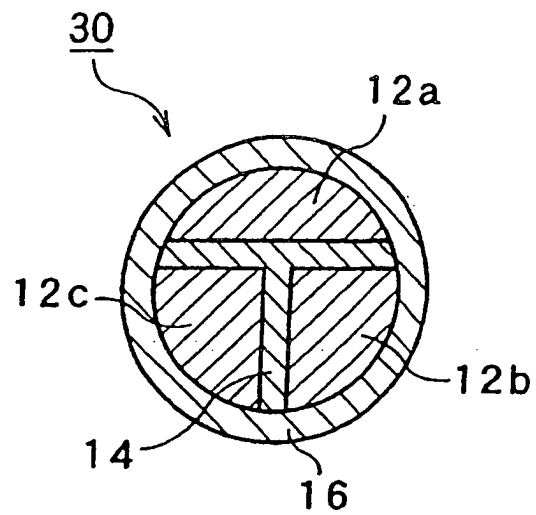


Fig.16



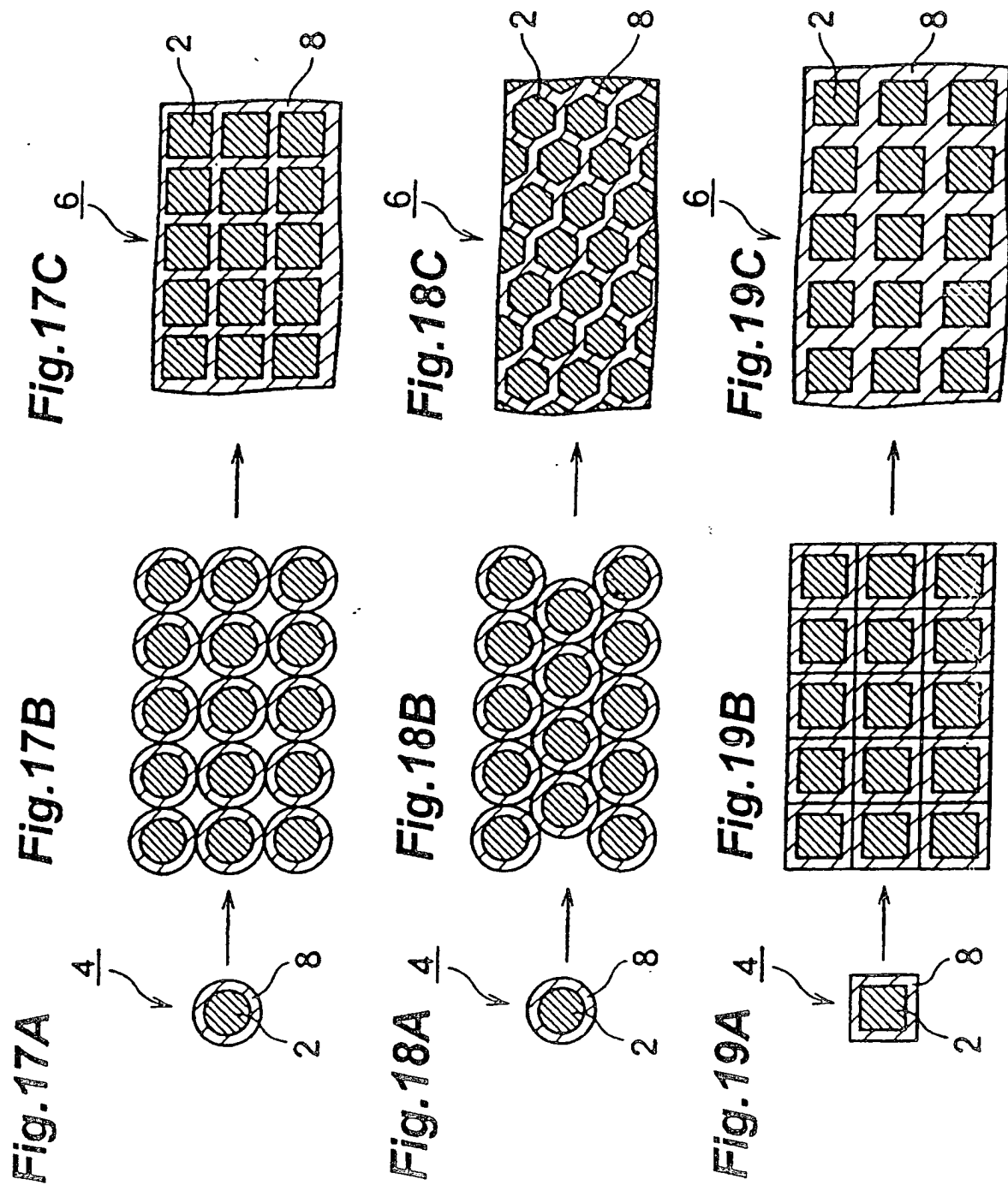


Fig.20A

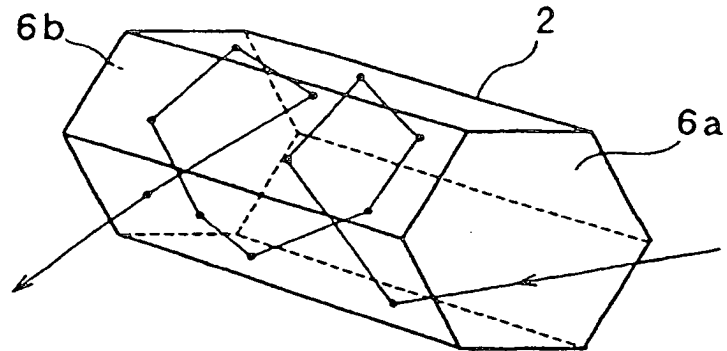


Fig.20B

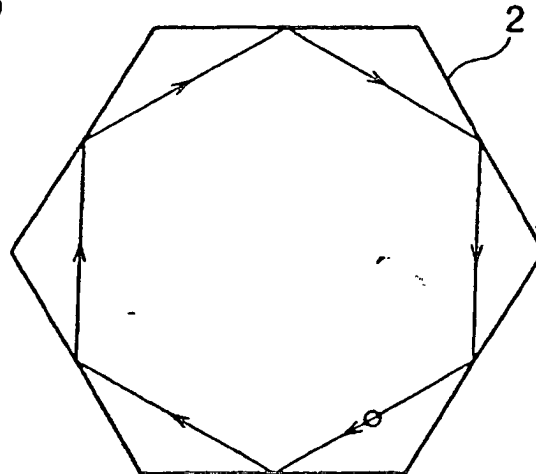


Fig.20C

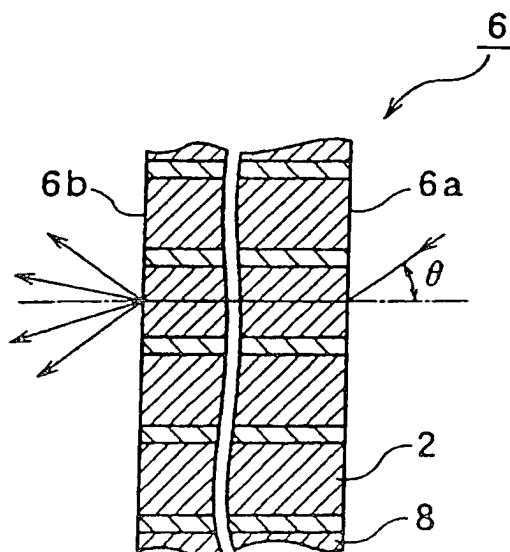


Fig.21A

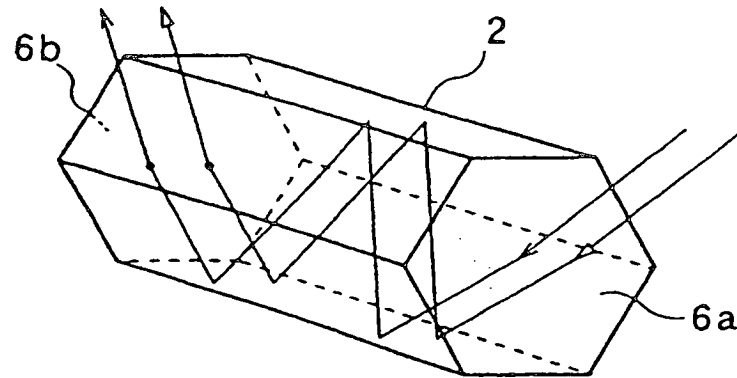


Fig.21B

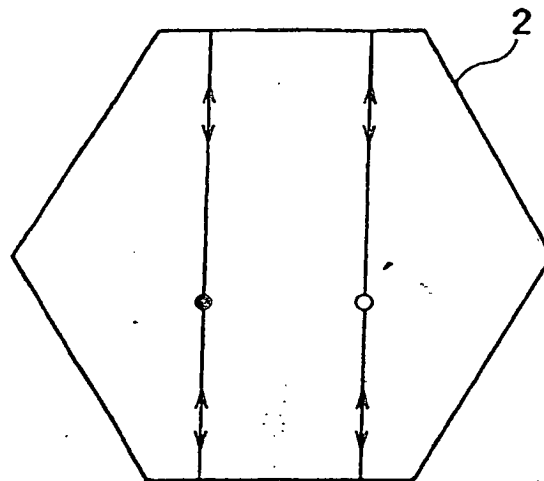


Fig.21C

