

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-302222

(P2004-302222A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

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

G02B 6/32

F1

G02B 6/32

テーマコード(参考)

2H037

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-96197 (P2003-96197)  
(22) 出願日 平成15年3月31日(2003.3.31)(71) 出願人 000183266  
住友大阪セメント株式会社  
東京都千代田区六番町6番地28  
(71) 出願人 391023312  
株式会社応用光電研究室  
東京都杉並区和田1丁目13番23号  
(71) 出願人 000138200  
株式会社モリテックス  
東京都渋谷区神宮前3丁目1番14号  
(74) 代理人 100064908  
弁理士 志賀 正武  
(74) 代理人 100108578  
弁理士 高橋 詔男  
(74) 代理人 100089037  
弁理士 渡邊 隆

最終頁に続く

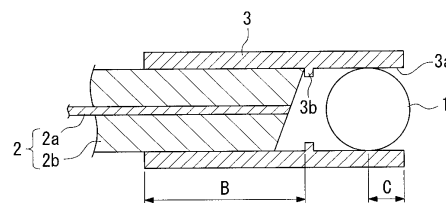
(54) 【発明の名称】 光ファイバコリメータおよびその製造方法

## (57) 【要約】

【課題】 光学的特性が良好で、信頼性が高く、製造コストの低減を実現することができる光ファイバコリメータを提供する。

【解決手段】 球状レンズ1と、光ファイバ支持部材2bに光ファイバ2aを保持させてなる光ファイバ支持体2と、断面円形の貫通孔3aを有する筐体3を備えてなり、貫通孔3aの一端部内に球状レンズ1が嵌装されるとともに、貫通孔3aの他端部内には光ファイバ支持体2の先端部が挿入されており、貫通孔3a内において、球面レンズ1と光ファイバ2aとが、間隙をはさんで略同軸状に対向配置されていることを特徴とする光ファイバコリメータ。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

球状レンズと、光ファイバ支持部材に光ファイバを保持させてなる光ファイバ支持体と、断面円形の貫通孔を有する筐体を備えてなり、前記貫通孔の一端部内に前記球状レンズが嵌装されるとともに、前記貫通孔の他端部内には前記光ファイバ支持体の先端部が挿入されており、前記貫通孔内において、前記球面レンズと前記光ファイバとが、間隙をはさんで略同軸状に対向配置されていることを特徴とする光ファイバコリメータ。

## 【請求項 2】

前記光ファイバの先端が斜め研磨されていることを特徴とする請求項 1 記載の光ファイバコリメータ。

10

## 【請求項 3】

前記球状レンズの屈折率が 1.7 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光ファイバコリメータ。

## 【請求項 4】

前記貫通孔の内壁に突起が設けられており、前記光ファイバ支持体の先端が前記突起に当接していることを特徴とする請求項 1 ~ 3 の光ファイバコリメータ。

## 【請求項 5】

断面円形の貫通孔を有し、該貫通孔の内壁に突起が設けられた筐体の一端部側から、前記貫通孔内に球状レンズを所定深さまで圧入する工程と、光ファイバ支持部材に光ファイバを保持させてなる光ファイバ支持体の先端部を、前記筐体の他端部側から前記貫通孔内に挿入して前記突起に当接する深さまで前進させる工程を有することを特徴とする光ファイバコリメータの製造方法。

20

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバと球状レンズを備えた光ファイバコリメータおよびその製造方法に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

光ファイバコリメータは光通信部品の中でも、基幹系からアクセス系まで幅広く使用される重要度の高い光部品である。

30

最近では、光通信市場が基幹系からメトロ系、アクセス系へと移行するに伴って低価格化の要求が高まっており、光ファイバコリメータに関しても大幅な製造コストの削減が要求されている。

また、特にメトロ系や、アクセス系ではアンプ等を用いた光増幅を行なわないため、光ファイバコリメータの挿入損失をできるだけ小さく抑える必要がある。

## 【0003】

図 4 は、下記特許文献 1 に記載されている従来の光ファイバコリメータの例を示した斜視図である。この例の光ファイバコリメータは、割スリーブ 25 内に球状レンズ 24 と光ファイバ 21 が同軸状に固定されて概略構成されている。この例において、光ファイバ 21 はフェルール 22 内に保持固定されており、フェルール 22 の先端にはガラススペーサ 23 が接着固定されている。割スリーブ 25 の内径は球状レンズ 24 の外径およびフェルール 22 の先端部の外径よりわずかに小さく形成されており、割スリーブ 25 の一端部内には球状レンズ 24 が、他端部にはフェルール 22 の先端部が挿入されている。

40

## 【0004】

## 【特許文献 1】

特開昭 62 - 293210 号公報

## 【0005】

## 【発明が解決しようとする課題】

球状レンズ 24 は非球面レンズに比べて非常に安価である。しかしながら、非球面レンズ

50

では問題にならない球面収差があるので、これによって挿入損失が大きくなってしまおうという問題があった。

また、図4の構成では、球状レンズ24と光ファイバ21との相対位置を決定するには、光学的測定装置を用いての微調整が必要であるため、作製に高度な技術を要し、製造コスト増大の原因となっていた。

また、球状レンズ24およびフェルール22の光軸方向における位置がずれ易く、それによってコマ収差が生じるおそれがある。また非球面レンズを用いる場合に比べて、球状レンズ24と光ファイバ21の入射面との間の距離が短くなるので球状レンズ24の表面で反射した光が光ファイバ21へ戻り易いという問題もあった。

さらには、光ファイバコリメータを組み立てるのに必要な部品点数が多いため、製造コストの削減を図るうえでは不利であった。 10

また、球状レンズ24と割スリーブ25との固定に接着剤が用いられる場合もあるが、接着剤の使用は温度特性の劣化など信頼性の低下を招く心配があった。

#### 【0006】

本発明は前記事情を鑑みてなされたもので、光学的特性が良好で、信頼性が高く、製造コストの低減を実現することができる光ファイバコリメータおよびその製造方法を提供することを目的とする。

#### 【0007】

##### 【課題を解決するための手段】

前記課題を解決するために、本発明の光ファイバコリメータは、球状レンズと、光ファイバ支持部材に光ファイバを保持させてなる光ファイバ支持体と、断面円形の貫通孔を有する筐体とを備えてなり、前記貫通孔の一端部内に前記球状レンズが嵌装されるとともに、前記貫通孔の他端部内には前記光ファイバ支持体の先端部が挿入されており、前記貫通孔内において、前記球面レンズと前記光ファイバとが、間隙をはさんで略同軸状に対向配置されていることを特徴とする。 20

前記光ファイバの先端が斜め研磨されていることが好ましい。

前記球状レンズの屈折率が1.7以上であることが好ましい。

前記貫通孔の内壁に突起が設けられており、前記光ファイバ支持体の先端が前記突起に当接している構成とすることもできる。

#### 【0008】

本発明の光ファイバコリメータの製造方法は、断面円形の貫通孔を有し、該貫通孔の内壁に突起が設けられた筐体の一端部側から、前記貫通孔内に球状レンズを所定深さまで圧入する工程と、前記筐体の他端部側から前記貫通孔内に、光ファイバ支持部材に光ファイバを保持させてなる光ファイバ支持体の先端部を挿入して前記突起に当接する深さまで前進させる工程を有することを特徴とする。 30

#### 【0009】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明を詳しく説明する。

図1は本発明の光ファイバコリメータの第1の実施形態を示した概略断面図である。本実施形態の光ファイバコリメータは、球状レンズ1と、光ファイバ支持体2と、筐体3とから概略構成されている。 40

球状レンズ1の大きさは特に限定されないが、外径が2～3.5mm程度のものが好ましく用いられる。球状レンズ1の屈折率が高いほど球面収差の影響を低減させることができるが、高すぎると焦点がレンズ内に入ってしまう。したがって、球状レンズ1の屈折率は1.7以上とすることが好ましく、より好ましくは1.7～1.8の範囲内である。

#### 【0010】

光ファイバ支持体2は、光ファイバ2aを円筒状のキャピラリ(光ファイバ支持部材)2b内に、同心状に保持させたもので、例えば既知の円筒型フェルールを用いることができる。キャピラリ2bの材質は特に限定されないが、具体例としては、樹脂、ガラス、セラミックス(ジルコニア)等が挙げられ、中でも樹脂は量産性の点で好ましい。キャピラリ 50

2 b の外径は、筐体 3 に挿入可能で、かつ挿入後のキャピラリの角度ずれを極力避けることが望ましく、したがって筐体 3 の内径と等しいか、若干小さく設定するのが好ましい。後者の場合、キャピラリ 2 b の外径と筐体 3 の内径との差が 5 ~ 10  $\mu\text{m}$  の範囲内であることが好ましい。

本実施形態において、光ファイバ 2 a の先端面を含む光ファイバ支持体 2 の先端面は、光ファイバ 2 a の光軸方向に対して、斜め研磨、すなわち斜めにカットされて鏡面研磨されている。光ファイバ 2 a の光軸に垂直な面を基準面としたときの、光ファイバ 2 a の研磨された先端面の角度（研磨角度）は、球状レンズ 1 の外径が上記の範囲内の場合 8 ~ 12 ° が好ましく、より好ましくは 10 ~ 12 ° である。

#### 【0011】

筐体 3 は、断面円形の貫通孔 3 a を有する円筒形で、内壁に突起 3 b が設けられている。突起 3 b は、好ましくは貫通孔 3 a の周方向に沿って、全周に連続して形成されている。本実施形態において、突起 3 b は筐体 3 の一端から所定距離だけ離れた位置に形成されている。

筐体 3 の貫通孔 3 a の一端部内、すなわち突起 3 b よりも一端部側には、所定の位置に球状レンズ 1 が嵌装されている。ここでの嵌装とは、球状レンズ 1 の外径と貫通孔 3 a の内径とが略同一で、球状レンズ 1 は貫通孔 3 a 内に圧入され、接着剤などの固定手段を用いなくても移動しないように嵌め込まれている状態をいう。

筐体 3 の貫通孔 3 a の他端部内には、光ファイバ支持体 2 の先端部が挿入され、光ファイバ支持体 2 の先端が突起 3 b に当接している。

#### 【0012】

本実施形態において、筐体 3 の内径は球状レンズ 1 の外径と略同一で、突起 3 b の部分を除き、長さ方向に沿って一様に形成されている。球状レンズ 1 の外径を A とするとき、筐体 3 の内径は  $(A \pm 0 \text{ mm}) \sim (A - 0.01 \text{ mm})$  の範囲内であることが好ましい。

筐体 3 の材質は特に限定されないが、具体例としては、ガラス、ステンレス等が挙げられる。特に、筐体 3 の少なくとも内壁面の表面粗さ (Ra) が 0.012  $\mu\text{m}$  ~ 2.5  $\mu\text{m}$  の範囲内であることが、レンズを圧入し、かつ保持するうえで好適である。

筐体 3 の厚さは任意に設定できる。薄すぎると強度が不十分になるおそれがあり、厚いほど光ファイバコーメータが大型化してしまうので、材質にもよるが、例えば 0.2 ~ 2.0 mm 程度に好ましく設定することができる。

#### 【0013】

突起 3 b は、光ファイバ支持体 2 がこれに当接することによって位置決めされるものであればよく、その断面形状や大きさは任意とすることができる。本実施形態では、突起 3 b として、筐体 3 の内壁から略垂直に立ち上がる凸条が形成されている。該凸条の高さは 0.1 ~ 0.5 mm 程度、幅は 0.1 ~ 0.5 mm 程度に好ましく設定される。

なお、球状レンズ 1 が貫通孔 3 a 内の所定の位置に嵌装されている状態で、球状レンズ 1 が突起 3 b に接していてもよく、接していなくてもよい。

#### 【0014】

筐体 3 の貫通孔 3 a 内において、球状レンズ 1 と光ファイバ支持体 2 とは間隙をはさんで同軸状に対向配置されている。光ファイバ支持体 2 と光ファイバ 2 a とは同軸であるので、光ファイバ 2 a と球状レンズ 1 とが同軸状に対向配置されている。

貫通孔 3 a 内における球状レンズ 1 と光ファイバ支持体 2 の位置は、光ファイバ 2 a の先端面から出射された光が、球面レンズ 1 を透過することによって平行光となるように、球状レンズ 1 の屈折率に応じて設定される。すなわち、球状レンズ 1 と光ファイバ 2 a とが同軸であるので、両者間の距離は該球状レンズ 1 の焦点距離と略等しくなるように設定するのが好ましい。

#### 【0015】

本実施形態の光ファイバコーメータを製造するには、まず、筐体 3 を用意し、その一端部側から、貫通孔 3 a 内に球状レンズ 1 を所定深さまで圧入して嵌装させる。この球状レンズを所定位置に嵌装させる方法は、例えば特公平 7 - 122687 号公報等に記載されて

10

20

30

40

50

いる周知の方法を用いて行なうことができる。

次いで、筐体 3 の他端部側から貫通孔 3 a 内に、光ファイバ支持体 2 の先端部を挿入して、光ファイバ支持体 2 の先端が突起 3 b に当接する深さまで前進させることにより、光ファイバコリメータが得られる。

【0016】

本実施形態によれば、球状レンズ 1 を筐体 3 内の所定位置に嵌装させ、かつ光ファイバ支持体 2 を筐体 3 内の突起に当接するまで挿入することにより、球状レンズ 1 と光ファイバ 2 a との相対位置が、光学的測定装置を用いての微調整を行わずに、容易かつ再現性良く決まる。したがって、光ファイバコリメータの製造が簡単になり、製造コストの削減に寄与するとともに、球状レンズ 1 と光ファイバ 2 a の光軸のずれも生じにくくなり、コマ収差の影響を小さくすることができる。また、光ファイバコリメータの構成部品点数も少ないので、これによっても製造コストを低減させることができる。

10

【0017】

また、球面レンズの屈折率を高くすることにより、球面収差の影響を低減させることができる。

また、球状レンズ 1 を、接着剤を用いずに所定位置に固定することができるので、温度特性が良好で、信頼性が高い。

さらに、光ファイバ 2 a の先端面が斜め研磨されているので、該光ファイバ 2 a の先端面から出射され、球状レンズ 1 で反射した光が、該光ファイバ 2 a に入射されにくくなり、リターンロスが良くなる。

20

本実施形態によれば、一般的に、光ファイバコリメータに要求されている挿入損失 0.6 dB 以下、リターンロス 50 dB 以上の要求水準を上回る光学特性に優れた光ファイバコリメータを得ることができる。より好ましくは、挿入損失 0.4 dB 以下、リターンロス 55 dB 以上を達成することが可能である。

【0018】

また、本実施形態の光ファイバコリメータの製造方法によれば、光学的測定装置を用いての微調整を行わずに、光学特性に優れた光ファイバコリメータを容易に、かつ安定して製造することができる。

【0019】

図 2 は本発明の光ファイバコリメータの第 2 の実施形態を示した概略断面図である。本実施形態の光ファイバコリメータが、前記第 1 の実施形態と大きく異なる点は、筐体 3 3 の一端部が幅広の突起部となっている点である。この図において、図 1 と同じ構成要素には同一の符号を付して、その説明を省略する。

30

【0020】

筐体 3 3 は、断面円形の貫通孔を有する円筒形で、長さ方向における一端部 3 3 a は、他端部 3 3 b よりも内径が小さい突起（段部）となっている。

筐体 1 3 の貫通孔の一端部 3 3 a 内には、所定の位置に球状レンズ 1 が嵌装されている。また、筐体 1 3 の貫通孔の他端部 3 3 b 内には、光ファイバ支持体 2 の先端部が挿入されている。本実施形態において、球面レンズ 1 の外径はキャピラリ 2 b の外径よりも小さいが、貫通孔内において球面レンズ 1 と光ファイバ 2 a とは間隙をはさんで同軸状に対向配置されている。

40

【0021】

本実施形態によっても、上記第 1 の実施形態と同様に、良好な光学特性を有する光ファイバコリメータが得られる。

ただし、同軸状に配置されるべき球状レンズ 1 と光ファイバ 2 a とが軸ずれを生じ難いという点では、第 1 の実施形態のように球状レンズ 1 と光ファイバ支持体 2 の外径が等しい構成の方が有利である。

【0022】

なお、上記第 1、第 2 の実施形態においては、球状レンズ 1 の光軸と光ファイバ 2 a の光軸とが一致するように構成したが、両者の光軸は略同軸状であればよく、必要に応じて意

50

図的に若干ずらすこともできる。

例えば、上記の各実施形態のように、光ファイバの先端面が斜め研磨されている場合には、図3に示すように、球状レンズ1の光軸と光ファイバ2aの光軸とが所定距離だけ離間するように構成した方が、球状レンズ1と光ファイバ2aとの結合特性が向上する点で好ましい。

#### 【0023】

図3において、光ファイバ2aの光軸に対して球レンズ1の光軸は、光ファイバ2aの光軸から、斜め研磨された先端面の最も前方まで延びている端縁の点Eに向かう方向に離間しており、両光軸間の距離  $x$  は次の値をとることが最適である。すなわち、光ファイバ2aの光軸に垂直な面を基準面としたときの、光ファイバ2aの研磨された先端面の角度（研磨角度）を  $\theta$ 、光ファイバ2aの光軸方向における、光ファイバ2aの先端面から球レンズ1の中心を通る面までの距離を  $L$ 、光ファイバ2aの先端面の中心（光軸の出射点）と球レンズ1の中心とを結ぶ直線と光ファイバ2aの光軸とがなす角度を  $\alpha$ 、光ファイバ2aのコアの屈折率を  $n_1$  とすると、前記  $x$  は下記数式（1）で表される。

10

#### 【0024】

$$x = L \cdot \tan \alpha \quad \dots (1)$$

ただし、 $\alpha = \sin^{-1} (n_1 \cdot \sin \theta)$  -

#### 【0025】

##### 【実施例】

##### （実施例1）

20

図2に示す構成の光ファイバコリメータを本発明にかかる製法で作製した。

球状レンズ1は外径2mm、屈折率1.78、焦点距離1.13mmのものを用いた。

光ファイバ支持体2としては、外径2.5mmの円筒型フェルールを用いた。光ファイバ2aは、裸線の外径が125 $\mu$ mの1.3~1.55 $\mu$ m帯用シングルモード石英系光ファイバを用いた。

光ファイバ支持体2の先端は斜めにカットして鏡面研磨した。光ファイバ2aの光軸に垂直な面を基準面としたときの、光ファイバ支持体2の研磨された先端面の角度（研磨角度）は12 $^{\circ}$ とした。

#### 【0026】

筐体33はステンレス（SUS304）からなっており、一端部33aをなす内径2mm、長さ（図中、Dで示す）1.97mm、厚さ1mmの円筒形と、他端部33bをなす内径2.5mm、長さ（図中、Bで示す）4.0mm、厚さ0.75mmの円筒形とが同軸状に連なった形状となっている。

30

また、筐体33の、球状レンズ1が嵌装される一端部33aにおいて、筐体33の先端面から球状レンズ1の中心までの距離Cは1mmとした。

#### 【0027】

得られた光ファイバコリメータの挿入損失は、測定波長1550nm、測定温度25 $^{\circ}$ Cにおいて、0.25dBであった。また測定温度を0~70 $^{\circ}$ Cの範囲で変化させたときの挿入損失の変動幅は0.02dBと小さかった。

また、測定波長1550nm、測定温度25 $^{\circ}$ Cにおけるリターンロスは、53dBであった。

40

#### 【0028】

##### （実施例2）

図1に示す構成の光ファイバコリメータを本発明にかかる製法で作製した。

球状レンズ1は前記実施例1と同一構成のものを用いた。

光ファイバ支持体2は外径2.5mmの円筒型フェルールを用いた。光ファイバ2aは上記実施例1と同じものを用いた。

光ファイバ支持体2の先端は実施例1と同様に斜めにカットして鏡面研磨した。光ファイバ2aの光軸に垂直な面を基準面としたときの、光ファイバ支持体2の研磨された先端面の角度（研磨角度）は12 $^{\circ}$ とした。

50

## 【 0 0 2 9 】

筐体 3 は、内径 2 . 5 mm、長さ 6 . 2 mm、厚さ 0 . 7 5 mm のステンレス ( S U S 3 0 4 ) からなる円筒形であり、内壁には、幅 0 . 2 mm、高さ 0 . 1 mm の断面四角形の突起 3 b が、周方向に沿ってリング状に設けられている。

筐体 3 の両端部のうち、光ファイバ支持体 2 が挿入される側の端部から突起 3 b までの距離 B は 3 . 8 mm とした。

また、筐体 3 の、球状レンズ 1 が嵌装される側の端部において、筐体 3 の先端面から球状レンズ 1 の中心までの距離 C は 1 . 2 5 mm とした。

## 【 0 0 3 0 】

前記実施例 1 と同様にして測定した、光ファイバコリメータの挿入損失は 0 . 3 d B であり、温度変動に伴う挿入損失の変動幅は 0 . 0 2 d B と小さかった。また、リターンロス

10

## 【 0 0 3 1 】

## 【 発明の効果 】

以上説明したように本発明によれば、光学的特性が良好で、信頼性が高い光ファイバコリメータを、低コストで製造することができる。

## 【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の光ファイバコリメータの一実施形態を示した概略断面図である。

【 図 2 】 本発明の光ファイバコリメータの他の一実施形態を示した概略断面図である。

【 図 3 】 本発明の光ファイバコリメータに係る変形例を示した概略断面図である

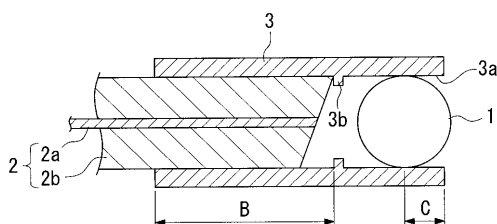
20

【 図 4 】 従来例の光ファイバコリメータの一例を示した斜視図である。

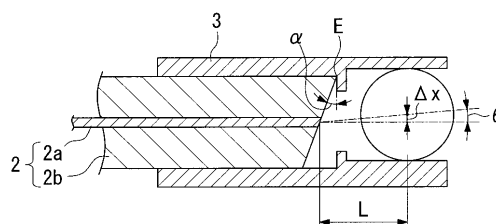
## 【 符号の説明 】

- 1 ... 球状レンズ、 2 ... 光ファイバ支持体、 2 a ... 光ファイバ、  
 2 b ... キャピラリ ( 光ファイバ支持部材 )、 3 , 3 3 ... 筐体、  
 3 a ... 貫通孔、 3 b ... 突起、 3 3 a ... 一端部、 3 3 b ... 他端部。

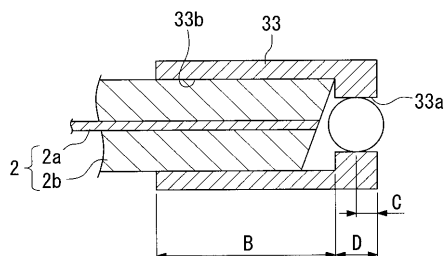
## 【 図 1 】



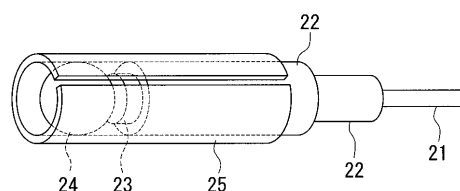
## 【 図 3 】



## 【 図 2 】



## 【 図 4 】



## フロントページの続き

- (74)代理人 100101465  
弁理士 青山 正和
- (74)代理人 100094400  
弁理士 鈴木 三義
- (74)代理人 100107836  
弁理士 西 和哉
- (74)代理人 100108453  
弁理士 村山 靖彦
- (72)発明者 金原 勇貴  
東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
- (72)発明者 坂井 猛  
東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
- (72)発明者 小栗 均  
東京都千代田区六番町6番地28 住友大阪セメント株式会社内
- (72)発明者 鈴木 幸司  
埼玉県戸田市新曽南3-1-23 株式会社応用光電研究室内
- (72)発明者 時田 宏典  
埼玉県戸田市新曽南3-1-23 株式会社応用光電研究室内
- (72)発明者 大森 和行  
栃木県矢板市中1052-2 株式会社モリテックス矢板事業所内
- (72)発明者 吉沢 繁樹  
栃木県矢板市中1052-2 株式会社モリテックス矢板事業所内
- Fターム(参考) 2H037 AA01 CA10 CA13 DA04 DA05 DA06