

# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00809807.7

[43] 公开日 2002 年 7 月 17 日

[11] 公开号 CN 1359475A

[22] 申请日 2000.6.13 [21] 申请号 00809807.7

[30] 优先权

[32] 1999.7.2 [33] US [31] 09/347,490

[86] 国际申请 PCT/US00/16529 2000.6.13

[87] 国际公布 WO01/02887 英 2001.1.11

[85] 进入国家阶段日期 2001.12.29

[71] 申请人 布雷兹网络产品公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 埃里克·B·格兰

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事  
务所

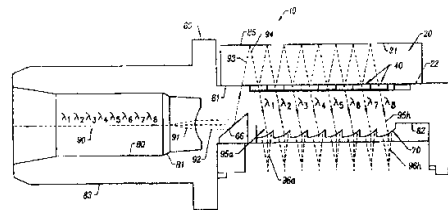
代理人 李德山

权利要求书 4 页 说明书 7 页 附图页数 7 页

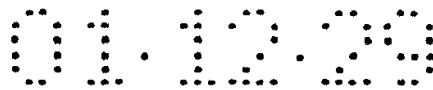
[54] 发明名称 在预制被动对准光学部件的光学波分多  
路复用器/去复用器

[57] 摘要

提供了一种用于单模或多模光纤通信系统的光学波分多路复用器和去复用器。在它的最佳实施例中该装置包括一预制的光学块(20),在其平坦的上表面(21)上有一反射涂层(85),在其平坦的下表面(22)上设置有多个n滤波器(40)。模制塑料耦合组件(60)具有一平坦上表面(61),光学块(20)和滤波器(40)粘接固定在该上表面(61)上,且此耦合组件(60)还包括一具有多个n非球面透镜(70)的下表面(62)。在最佳实施例中,与准直透镜(65)和光束反射器(66)一起,在耦合组件(60)中模制一纤维光缆插座(80),使得当元件被组装时,光路被动地对准,且不需要制造后的对准调节或调谐。



ISSN 1008-4274



## 权 利 要 求 书

1.一种用于单模或多模光纤通信系统的光学波分多路复用器和去复用器，其中通过单一光纤光缆传送具有  $n$  个不同波长的  $n$  个信道，其中通过形成和连接预制部分实现光耦合器、透镜和装置的对准，避免否则需要进行制造后的对准和光路的调节，其包括：

一具有一平坦上表面和一平坦下表面的光学块，

所述光学块的所述上表面上具有的一反射涂层，

所述光学块的所述平坦下表面上具有的多个  $n$  滤波器，所述滤波器适合于对所述  $n$  个不同波长进行分别滤波，

一具有一平坦上表面的模制的耦合组件，所述光学块的所述平坦下表面装在该平坦上表面上，

所述模制的耦合组件还具有一下表面，在该下表面上具有多个  $n$  非球面透镜表面，其中所述  $n$  个非球面透镜中的每一个与所述  $n$  个滤波器中的每一个光学对准，

一用于接纳所述单模或多模光纤光缆的端部的光纤光缆插座，

一与所述光纤光缆插座光学对准的准直透镜，以及

位于所述准直透镜与所述平坦上表面之间的光束反射装置，用于光学对准所述准直透镜与所述多个  $n$  滤波器，

从而通过所述光纤光缆引入的所述  $n$  个信道的光在所述光学块的上表面上的所述反射涂层与所述  $n$  个滤波器系列之间被反射，其中  $n$  个信道中的每一个通过其中一个所述滤波器，并且通过其中一个所述  $n$  个非球面透镜表面。

2.如权利要求 1 所述的装置，其中所述模制的耦合组件具有整体模制在其下表面上的所述  $n$  个非球面透镜表面。

3.如权利要求 1 所述的装置，其中所述光纤光缆插座整体模制在所述模制的耦合组件中。

4.如权利要求3所述的装置，其中所述准直透镜被整体模制在所述模制的耦合组件中。

5.如权利要求1所述的装置，其中所述多个 $n$ 滤波器包括 $n$ 个分立的法布里—珀罗滤波器。

6.如权利要求5所述的装置，其中所述模制的耦合组件还包括一形成在其上表面中的对准槽，其中所述 $n$ 个分立的法布里—珀罗滤波器被粘接固定在所述对准槽中。

7.如权利要求6所述的装置，其中所述模制的耦合组件还包括一垂直于所述对准槽延伸的滤波器定位表面，所述滤波器定位表面形成一底座，与该底座靠近设置所述多个滤波器。

8.如权利要求7所述的装置，还包括多个形成在所述模制的耦合组件的所述上表面中的间隙切口，所述间隙切口横向延伸至所述对准槽，所述间隙切口适于接纳粘合剂。

9.如权利要求8所述的装置，还包括折射率与所述模制的耦合组件相似的粘合剂，所述粘合剂覆盖所述模制的耦合组件的整个上表面、所述光学块的整个下表面、所述滤波器的下表面，并且完全填充所述对准槽与所述间隙切口。

10. 一种用于单模或多模光纤通信系统的光学波分多路复用器和去复用器，其中通过单一纤维光缆传送具有 $n$ 个不同波长的 $n$ 个信道，其中通过将两个预制部分连接在一起实现光耦合器、透镜与装置的对准，避免否则需要进行制造后的对准和光路的调节，其包括：

一具有一平坦上表面和一平坦下表面的光学块，

所述光学块的所述上表面上具有的一反射涂层，

固定在所述光学块的所述平坦下表面上的多个  $n$  分立法布里—珀罗滤波器，所述滤波器适于分别对所述  $n$  个不同波长进行滤波，

一具有一平坦上表面的整体模制的耦合组件，在该平坦上表面上固定所述光学块的所述平坦下表面，

所述模制的耦合组件具有一模制的纤维光缆插座，用于接纳所述单模或多模纤维光缆的端部，

所述模制的耦合组件具有一整体模制而成的准直透镜，其与所述纤维光缆插座光学对准，

所述模制的耦合组件还具有一下表面，在该下表面上整体模制多个  $n$  非球面透镜表面，其中所述  $n$  个非球面透镜中的每一个与所述  $n$  个法布里—珀罗滤波器中的每一个光学对准，以及

所述模制的耦合组件具有形成在其中所述准直透镜与所述平坦上表面之间的光束反射装置，以将所述准直透镜与所述多个  $n$  法布里—珀罗滤波器光学对准，

从而通过所述纤维光缆引入的所述  $n$  个信道的光在所述模制的耦合组件的上表面上的所述反射涂层与所述  $n$  个分立法布里—珀罗滤波器系列之间被反射，其中  $n$  个信道中的每一个通过其中一个所述滤波器，并且通过其中一个所述  $n$  个模制的非球面透镜表面。

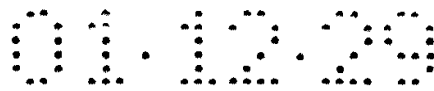
11. 如权利要求 10 所述的装置，其中所述模制的耦合组件还包括一形成在其上表面中的对准槽，其中所述  $n$  个分立的法布里—珀罗滤波器被粘接固定在所述对准槽中。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其中所述模制的耦合组件还包括一垂直于所述对准槽延伸的滤波器定位表面，所述滤波器定位表面形成一底座，与该底座靠近设置所述多个滤波器。

13. 如权利要求 10 所述的装置，还包括形成在所述模制的耦合组件

的所述上表面中的间隙切口，所述间隙切口横向延伸至所述对准槽，所述间隙切口适于接纳粘合剂。

14. 如权利要求 13 所述的装置，还包括折射滤与所述模制的耦合组件相似的粘合剂，所述粘合剂覆盖所述模制的耦合组件的整个上表面、所述光学块的整个下表面、所述滤波器的下表面，并且完全填充所述对准槽和所述间隙切口。



## 说 明 书

### 有预制被动对准光学部件的光学波分多路复用器/去复用器

#### 发明背景和概要

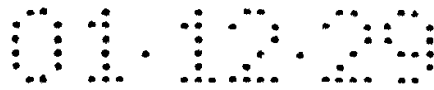
本发明关于光通信。更准确地说，本发明涉及一种具有被动对准的模制光学部件，以将来自光纤的准直的多波长光空间分散成单独波长带的光学复用装置。在某个最佳实施例中，本发明改进的多路复用装置特别适合于光纤数据通信和无线电通讯系统的波分多路复用系统。

在波分多路复用光通信系统中，许多不同的光波长载波在单一光纤中提供独立的通信信道。未来的计算和通信系统对通信链路带宽有不断增加的要求。通常知道，与传统的同轴线通信相比，光纤提供了更高的带宽；另外，纤维波导中单个光信道使用光纤可用带宽的极小的一部分（一般为几十 THz 中的几 GHz）。通过在光纤中以不同光波长传送几个信道[即波分多路复用（WDM）]，可以更加有效地利用该带宽。

现有技术的光学多路复用器和去复用器包括 Nosu 等人的美国专利 4,244,045。Nosu 利用了沿相对光束为预定斜角的之字形光路设置的一系列波长敏感光纤。Nosu 将光纤设置在基板 60 的两侧。很明显 Nosu 装置的制造是昂贵和费时的。如第 4 栏第 33-52 行所述，在基板上分别生长多层光纤，多层光纤有 10 层那样多。必须在一乏味而昂贵的后制造过程中对耦合器和透镜进行分别对准。

Scobey 的美国专利 5,583,683 和 5,786,915 提出了一种八信道多路复用装置，其中在光学块的表面上沉积一连续可变厚度干涉滤光片。这种设计具有固有的缺点。首先，每个光纤必须在其宽度上集成信号，由于在其宽度上它的厚度（和波长敏感性）发生变化，导致滤波精确度降低。第二，在不同装置之间干涉滤光片的厚度可能发生变化，也会降低其滤波性能。第三，在完成制造之后，必须对各个耦合器中的每一个，如图 3 的元件 62 进行分别对准。

Scobey 等人的美国专利 5,859,717 提出了精密光学块的使用，该光学



块是倾斜的（第 4 栏第 20-29 行），并且在其中机械加工或形成开槽或缝隙以提供一光路。所需要的任何机械加工都增加了凹槽、缝隙和开槽的制造费用。另外，在装置制造完成之后，必须分别对分离的准直器（6，24，46）和滤波器 32 进行对准，增加了制造时间和费用。

Jayaraman 的美国专利 5,835,517 提出了一种光学多路复用器，该光学多路复用器具有多个光学腔，在制造过程之后必须通过调节长度来“调谐”每个光腔。这种“调谐”增加了制造成本，很明确，本发明避免这种调谐。

Lemoff 等人的美国专利 5,894,535 提出了一种光学多路复用器，其中多个介电信道波导嵌在一个包层区域中，与本发明的整体形成部件相比这种方法贵得多。另外，在完成制造之后必须分别将滤波器对准信道波导。也许 Lemoff 等人的设计的最大的固有缺点是在信道 50 中安装反射镜 36 和正确地安装滤波器 45a 到 45d 是困难、昂贵和费时的。必须使用昂贵的准分子激光器或切片机对信道 50 和滤波器安装表面进行切割，产生相当粗糙的安装表面。该粗糙的安装表面产生了安装和对准问题。例如，滤波器是角度敏感的，必须精确地相互垂直或平行安装，如图 3 所示。另外，由于波导如此之宽，波导具有大角度容量，会导致“衰减”或可变滤波器响应。本发明避免了 Lemoff 等人的安装和对准问题以及可变滤波器响应问题。本发明使用预成型和/或预模制的极其平的表面来安装反射镜表面和滤波器，使得反射镜和滤波器被正确地安装和对准。本发明具有更小的发散度，与正确的滤波器对准一起，导致滤波器将  $n$  个波长光束更加完全地分开。

光学多路复用装置结合或分离具有不同光频率的多个光信号。该光学多路复用装置用于密集波分多路复用和稀疏波分多路复用（DWDM 和 CWDM），用于多模和单模光纤数据通信和无线电通讯。多波长光源合并到一个用来传输的单一光路中，或者在单一光路中传输的多波长光被分成多个窄光谱带，聚焦在各个光纤载体或探测器上。

当前的波分多路复用（WDM）装置设计成工作于单模光纤无线电通讯系统中，其长距离（>100km）特性是基本因素，成本和尺寸是次要的

因素。随着网络工业[局域网(LAN)和广域网(WAN)]中对带宽要求的增加,为了利用光纤的整个带宽,小型廉价的波分多路复用系统将成为必然需要。此处所描述的 WDM 装置利用塑料模注入和廉价的介电滤波器来产生能够多路复用或去复用多个光波长的小型化装置。

本发明的一个关键特性和主要目的在于提供一种小型和经济合算的光学多路复用器和去复用器,用于单模或多模光纤通信系统,其中该装置包括预制和预成型的被动对准光学部件。

本发明的另一个目的在于提供一种仅具有两个预成型部件和一系列滤波器的光学多路复用器/去复用器,滤波器夹在此预成型部件之间。

本发明的另一个特点在于使由于源耦合光学部件与光纤连接器耦合光学部件之间的光发散所导致的光损失最小化。

本发明的另一个特点在于将光纤连接器集成在光学组件中,以将光纤被动地对准耦合光学部件。

本发明的又一个特点在于允许去复用的多波长光直接耦合到光电探测器阵列,不需要任何插入光纤。

本发明包括单个塑料模制的耦合组件,一在其一侧具有一反射涂层的精密光学块,一在一个实施例中的分离的多波长法布里-珀罗(Fabry-Perot)透射滤波器列阵,以及将所述部件粘合在一起的折射率匹配光学粘合剂。

通过将一非球面离轴准直透镜阵列、滤波器机械对准装置、一可改变方向的反射镜、一耦合透镜、一光纤连接器和用于将光学部件与光源阵列,探测器阵列或光纤阵列被动对准的机械装置全部集成在一个部件中而形成该塑料模制的耦合组件。

可以由任何能够在所需光谱区域上透光,并且能够形成或抛光成适当厚度的光学材料来形成该精密光学块。可以通过多种技术在光学块上设置一反射表面,包括:介电干涉涂层,金属涂层等。

### 附图的简要说明

图 1 表示整个 WDM 光学多路复用器/去复用器的横截面侧视图;

图 2 表示整个 WDM 装置的剖面立体侧视图；

图 3 表示整个 WDM 的立体顶视图；

图 4 表示整个 WDM 的立体仰视图；

图 5 表示塑料模制耦合装置的立体顶视图；

图 6 表示多次反射精密光学块的立体仰视图；

图 7 表示多次反射光学块的剖面侧视图。

### 附图的详细描述

图 1-4 表示根据本发明组合而成的波分多路复用器/去复用器 10。图 5-7 表示组装之前多路复用器 10 的重要组成部分。本发明能够将独立的光信号结合到单一光路中，可以被引导向一光纤，和/或去复用该信号，输入单独的信道中。为了简化解释，详细描述去复用功能，因为本领域技术人员将很容易理解相关的多路复用功能。

图 1 表示组装好的基本组成部件，并且说明了光路 90-96，其中入射信号包括八个分离的波长（通常情况下为  $n$  个波长），被分割成八个分离的信道以便光电探测器（图中没有示出）进行读出。光学块 20 可以由玻璃形成或由塑料模制而成，在其下表面 22 上具有多个滤波器 40。该光学块 20 具有一个上平坦表面 21，表面 21 上镀有一种反射材料 85。

模制的耦合组件 60 具有一个平坦的上表面 61，该上表面 61 粘接到光学块 20 的平坦的下表面 22。

在图 1 所说明的实施例中该模制的耦合组件 60 包括一整体模制在其中的光纤光缆插座 80，用来容纳光纤光缆（图中没有示出）的一端，使得缆线的该端部与插座底座 81 相啮合。

如图 1 所示，多路复用的光束沿光路 90 传播，从光纤光缆（图中没有示出）的该端部出射，并开始发散如图中所示的 91。一整体模制而成的准直透镜 65 对发散光束 91 进行准直，并形成一准直光束 92。该准直光束 92 被模制的耦合组件 60 的整体形成的反射表面 66 反射而离开，并且被向上朝着光学块 20 的平坦上表面 21 上所设置的反射涂层 85 引导。当光束通过光路的部分 93 时，如本领域所知，光束以预定入射角入射到

反射涂层 85。如本领域中众所周知，所反射的光束 94 在光学块 20 中在  $n$  个大量滤波器 40 与反射表面 85 之间沿之字型图案反射。当所反射的光束进入  $n$  个滤波器中的每一个时， $n$  个不同波长的光其中的一个透过每个滤波器，并且该分离的波长沿着光路 95a 至 95h、朝着形成在模制的耦合组件 60 下表面 62 上的多个模制非球面表面 70 传播。如本领域众所周知的那样， $n$  个非球面模制表面中的每一个将分离的波长带或信道聚焦在分离的光电探测器（图中没有示出）上。

为了清楚起见，图 2-4 没有给出光路并将入射多路复用光束分离到单独的可读出波长带中的图解。如图 2 所示，光学块 20 通常为矩形的，具有平坦的上表面 21 和下表面 22，一平坦的近源端壁 23 和一平坦的远源壁 24。本发明最佳实施例中的光学块由高质量光学玻璃形成。或者，可以使用高质量光学塑料注入模制成光学块 20。将反射涂层 85 施加在装置 20 的上表面 21 上。反射涂层可以由本领域中传统所使用的材料形成，如介电干涉涂层或金属涂层。

模制的耦合组件 60 最好由注模而成，并具有一平坦的上表面 61（在图 5 中更好地表示）。重要的是该表面 61 要尽可能平坦，以便与光学块 20 的平坦的下表面 22 紧密配合。在模制的耦合组件 60 的上表面 61 中形成对准槽（alignment channel）63，对准槽形成一个切口。对准槽 63 的作用在于安装多个  $n$  滤波器 40。对准槽 63 是一个沿模制的耦合组件 60 的上表面 61 的中心纵向延伸地细长槽。

如图 2 所示，对准槽 63 的近侧端 68 形成一底座，靠近该底座设置多个滤波器 40，该近侧端作为滤波器定位表面。

如图 5 中更好表示的那样，在模制的耦合组件 60 的上表面 61 中模制成多个间隙切口（relief cut）64，且此间隙切口 64 从对准槽 63 向模制的耦合组件 60 的外表面横向延伸。间隙切口 64 的一个作用是当光学块 20 被粘接安装在模制的耦合组件 60 上时，间隙切口 64 与对准槽 63 相配合。当两个部分被挤压在一起时，间隙切口 64 和对准槽 63 填充有环氧树脂粘合剂，上表面 61 被涂有粘合剂，并粘合到光学块 20 以及多个  $n$  滤波器 40。

所使用的粘合剂的折射率应近可能与用于形成光学块 20 和模制的耦合组件 60 的材料的折射率接近。

在线套夹 83 中形成纤维光缆插座 80，能够容纳单模或多模纤维光缆的端部。将插座 80 的尺寸设计成可将光缆的端部坚固地固定在底座 81 中，并且支撑足够长的纤维光缆，使得从纤维光缆发射的光束 91 与准直透镜 65 光学对准。虽然图 1-4 中所示的实施例表示纤维光缆插座与模制的耦合组件 60 整体模制而成，也可以分别由金属，陶瓷，塑料，玻璃或任何其他适当的材料形成或模制成。不过，在图 1-4 所示的最佳实施例中，纤维光缆插座与模制的耦合组件 60 整体模制而成。

如图 2 中更好的表示，准直透镜 65 和反射表面 66 也与模制的耦合组件 60 整体模制而成。或者，反射表面 66 在权利要求中被称为“光束反射装置”，被形成为具有一角度，可导致被准直的光束 92 在反射表面 85 与多个滤波器 41-48 之间，以预定角度呈阶式或之字型被反射到光学块 20 的上表面 21 上，如本领域中众所周知。

形成在模制的耦合组件 60 的下表面上的被引做 70 的多个非球面模制表面包括八个单独的非球面透镜表面 71-78。在通常的情况下，有  $n$  个非球面表面与  $n$  个滤波器相互作用。非球面透镜表面直接形成在对准槽 63 和多个  $n$  滤波器 40 的下面。每个非球面透镜 71-78 具有本领域公知的表面设计，将图 1 中所示的单独的波长带聚焦在光电探测器元件的表面处或表面附近的一点处，这也是本领域技术人员众所周知的。

图 2 中所示的多个  $n$  滤波器 40 包括八个在光学块 20 的平坦的下表面 22 上彼此相邻安装的分离的法布里—珀罗滤波器 41-48，如图 6 中更好地表示。重要的是当滤波器被粘接到光学块 20 的底面 22 时，每个分离滤波器 41-48 被一个挨一个地设置。这种在已知平坦表面上彼此相邻设置分离的法布里—珀罗滤波器的方法避免现有技术波分多路复用器中存在的多种粘接和对准问题的发生。另外，滤波器 41 的近源端 41a 被设计成与底座 68 或模制的耦合组件 60 的对准槽 63 的近源表面接触，使得当完成该装置的组装时，滤波器部件将与非球面透镜阵列严格光学对准。

将滤波器阵列安装在光学块上，然后将光学块 20 粘合到模制的耦合

组件 60, 就得到了装置中关键光学元件的被动式光学对准。当如上所述进行组装时, 纤维光缆的输出光束 91 被直接耦合到波分多路复用器/去复用器 10, 并且自动地、被动地与装置的内部光学块对准, 内部光学块包括准直透镜 65, 光束反射装置, 光学块 20 的上表面上的反射涂层 85 以及多个滤波器 40 和多个非球面表面 70。与现有技术相比, 本发明中不需要对这些光学元件进行制造后的对准或调整或调节。

在不偏离本发明精神的条件下可以进行某种变型。例如, 作为一种可选择的方案, 使用分离的介电法布里—珀罗滤波器, 还可以如本领域中公知的那样将滤波器沉积在光学块 20 的下表面上。在附图所说明的最佳实施例中, 纤维光纤插座 80、准直透镜 65 和光束反射装置 66 在被模制的耦合组件 60 中整体形成, 那些光学元件还可以以分离的第三元件形成或者作为光学块 20 的一部分。不过, 在最佳实施例中光学块 20 由玻璃制成, 而纤维光缆插座、准直透镜和光束反射装置最好由塑料模制而成。

说明书附图

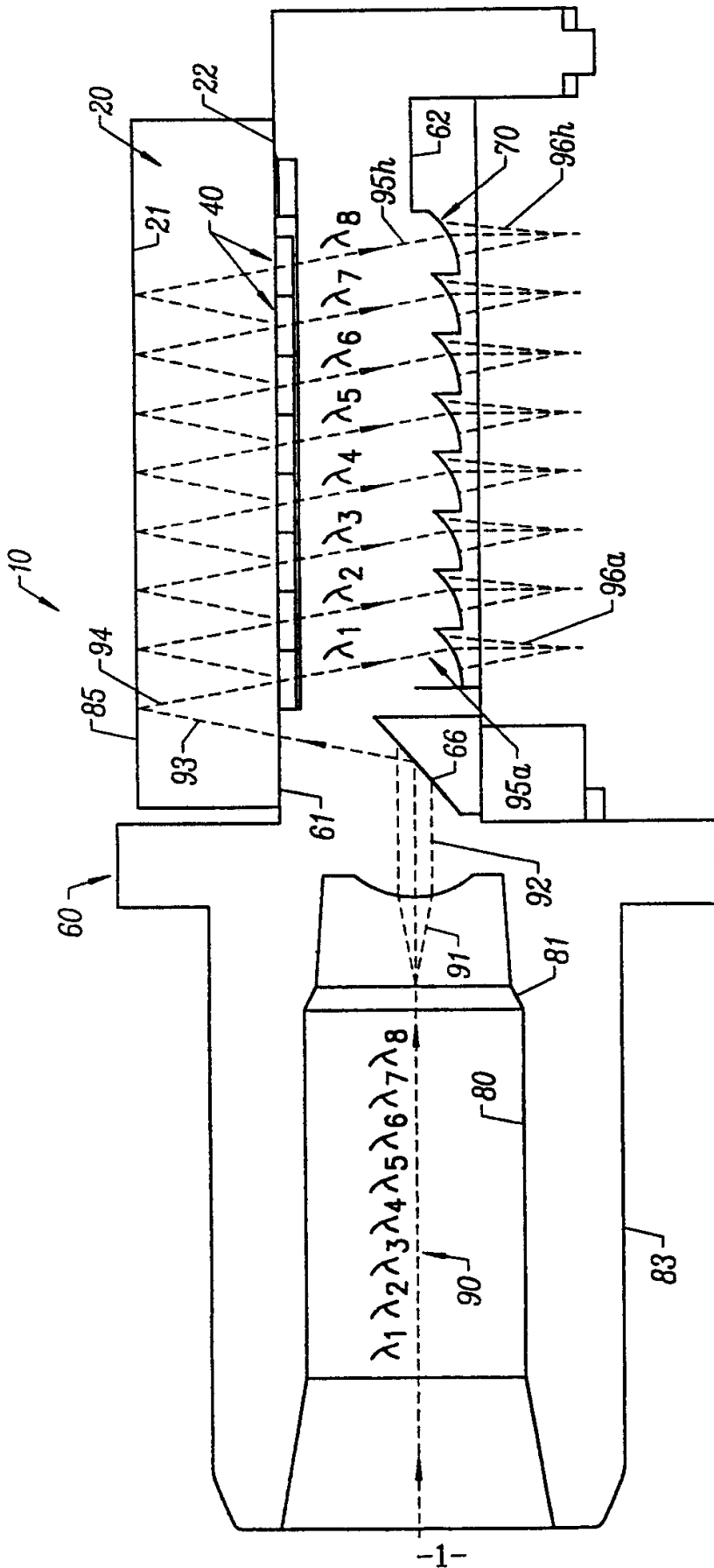


图 1

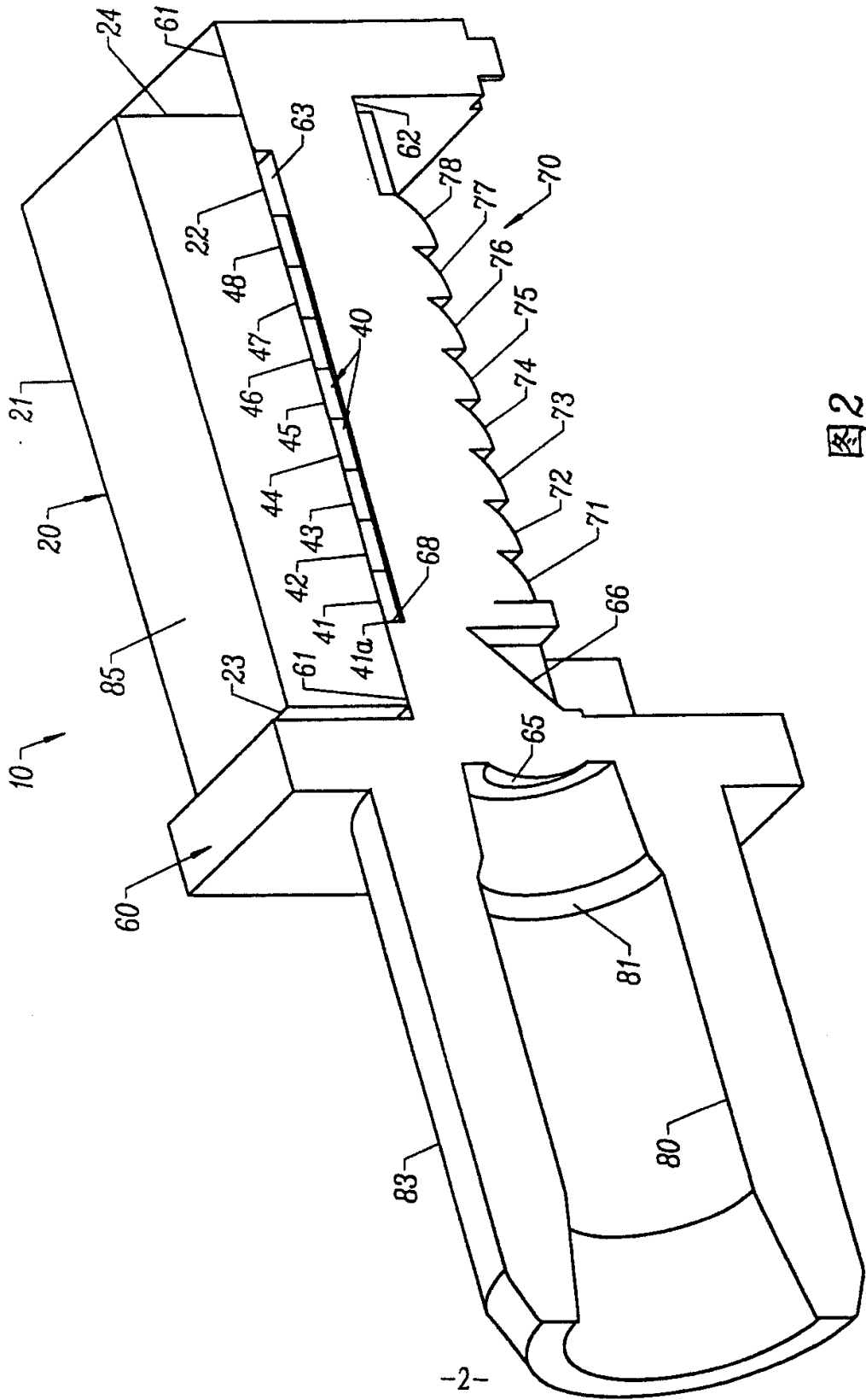


图2

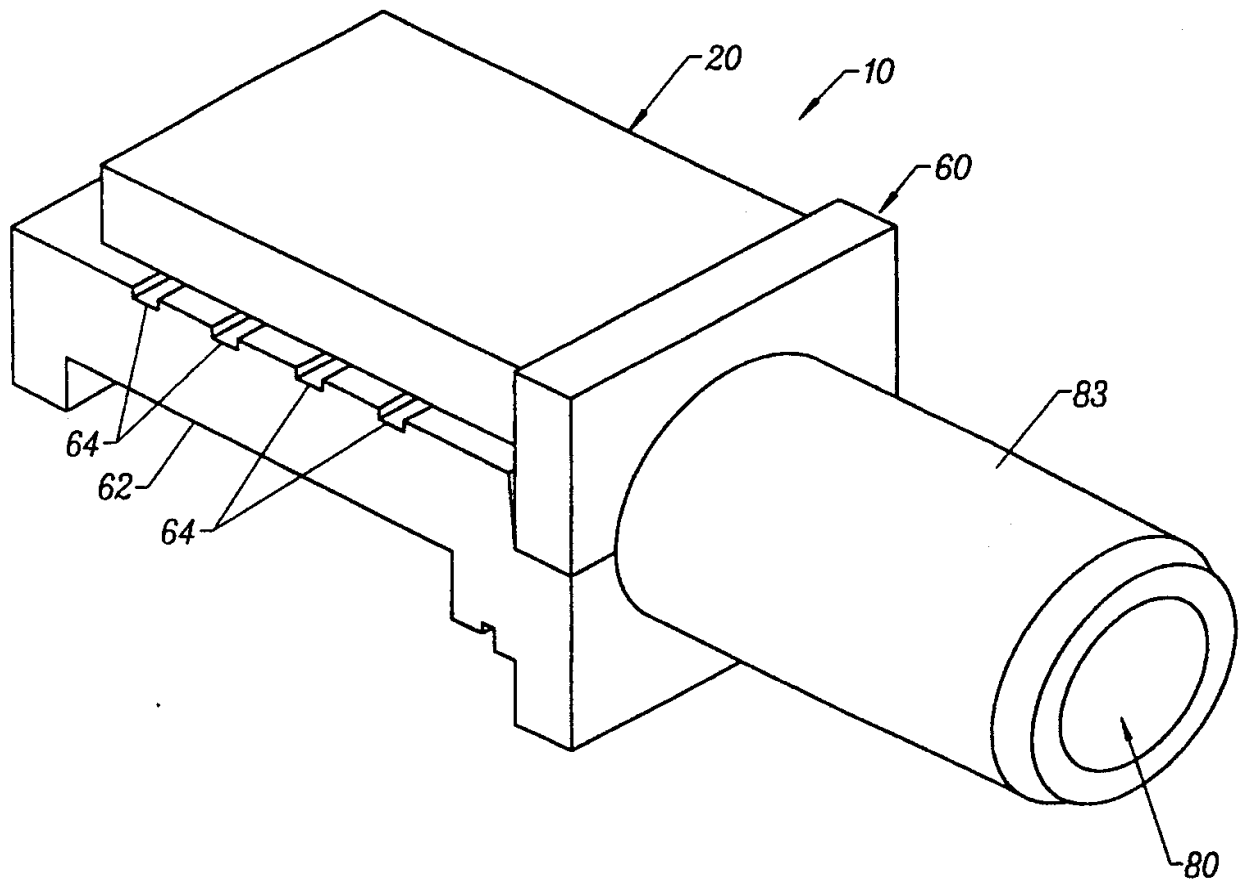


图 3

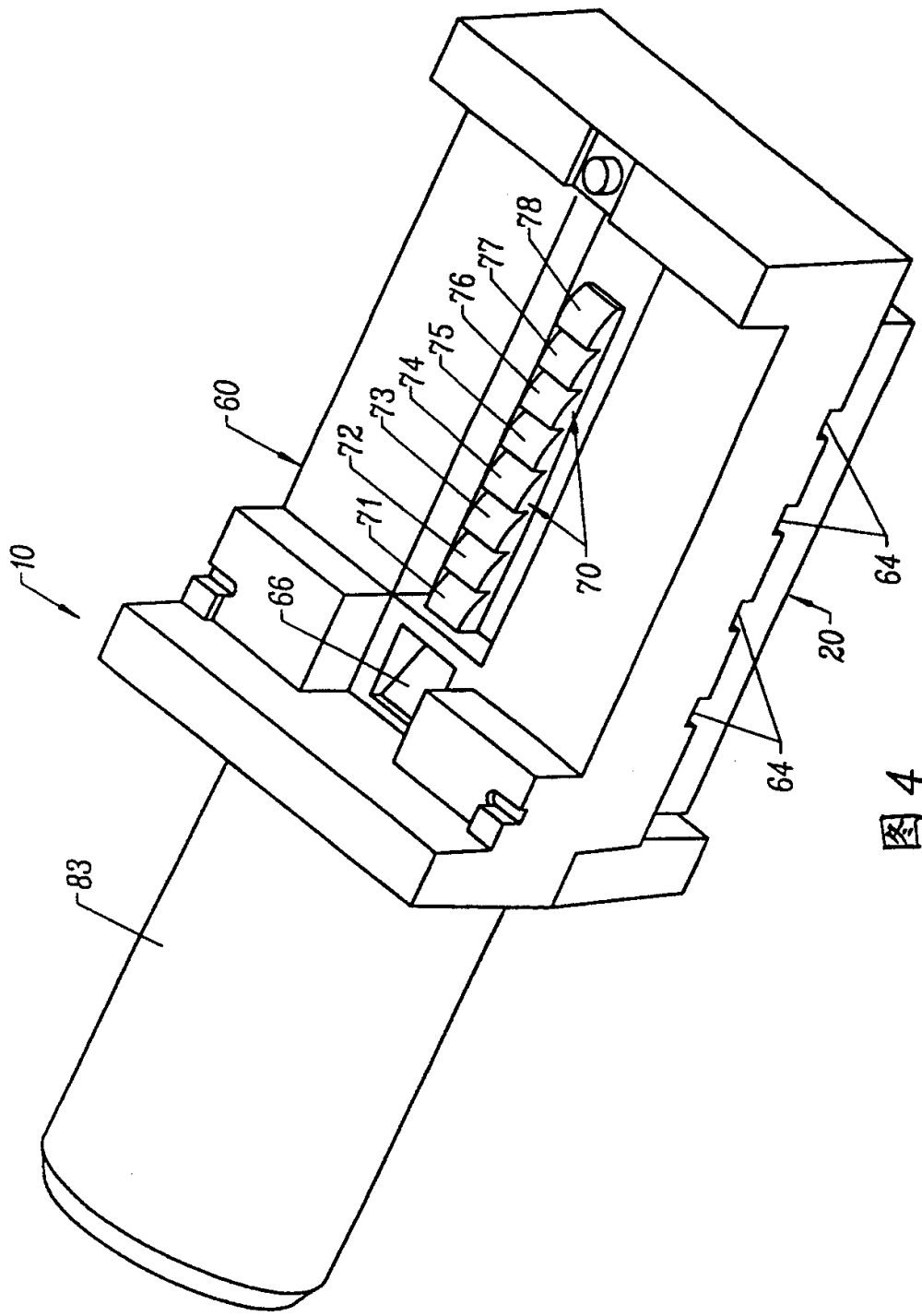


图 4

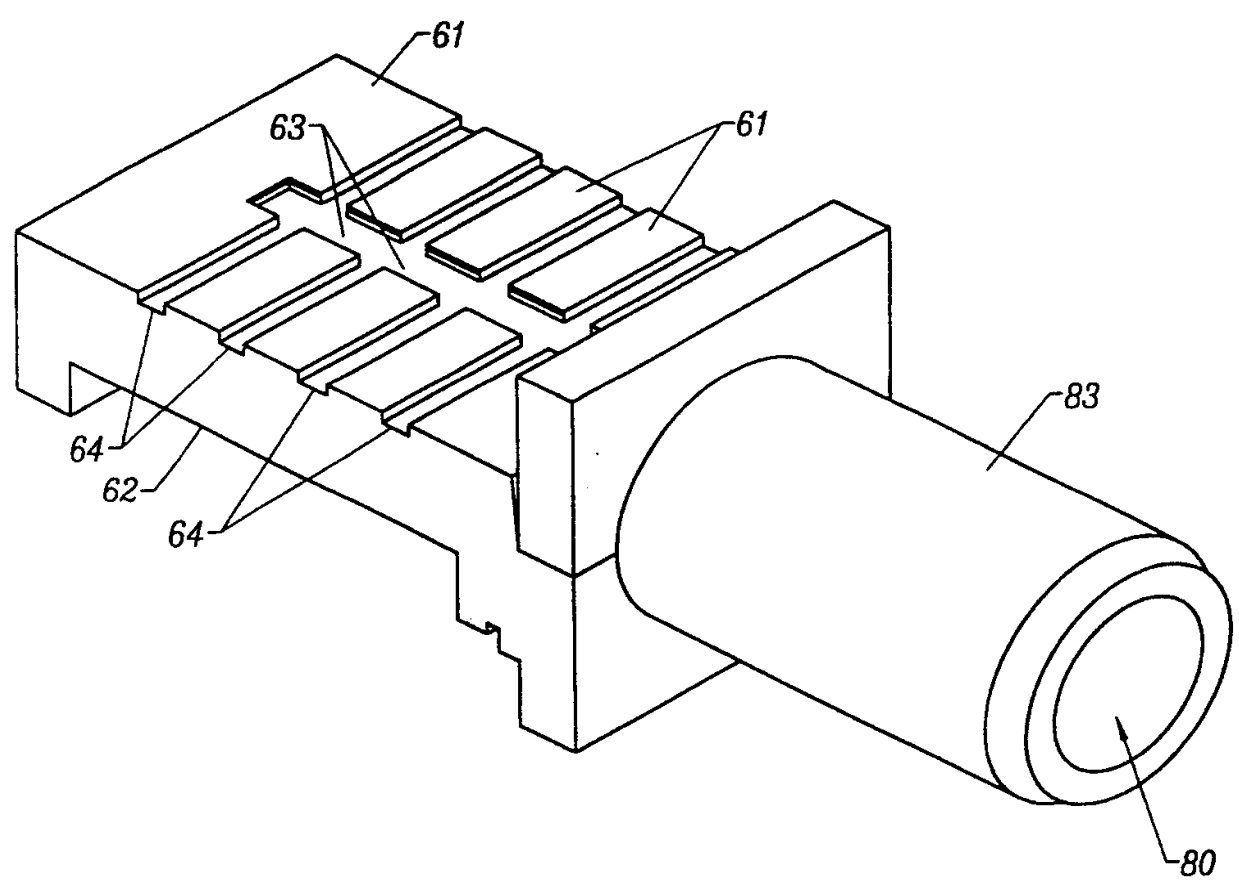


图5

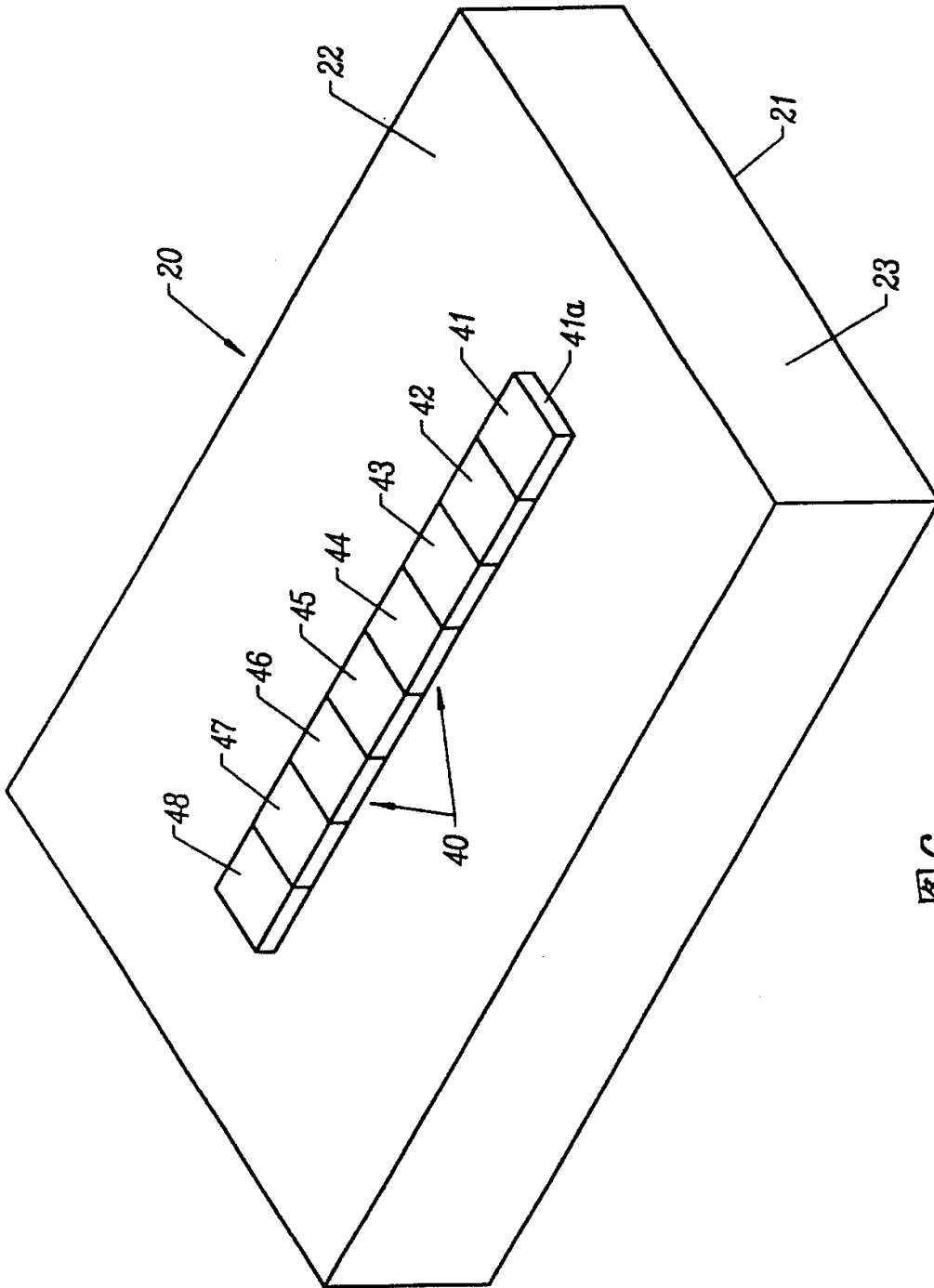


图6

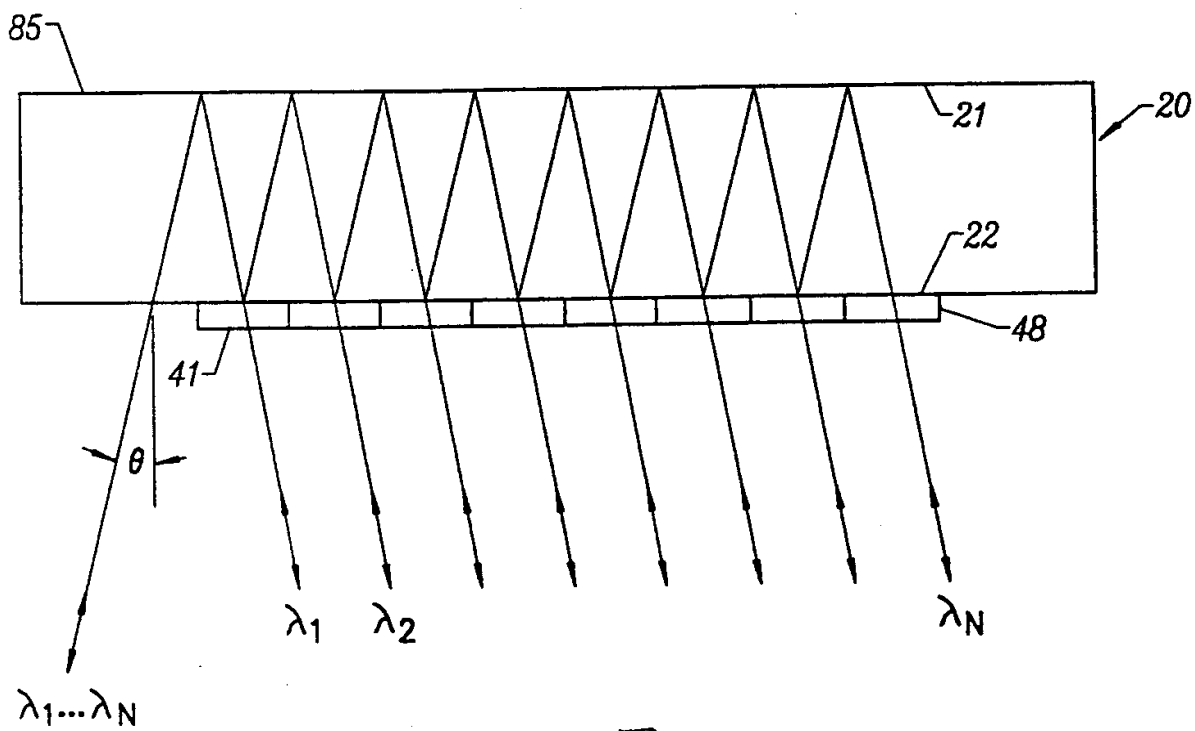


图7