

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 5/00 (2006.01)

G02B 3/08 (2006.01)

G02B 6/42 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380103127.6

[45] 授权公告日 2008年6月25日

[11] 授权公告号 CN 100397103C

[22] 申请日 2003.10.31

[21] 申请号 200380103127.6

[30] 优先权

[32] 2002.11.12 [33] US [31] 10/292,870

[86] 国际申请 PCT/US2003/034695 2003.10.31

[87] 国际公布 WO2004/044628 英 2004.5.27

[85] 进入国家阶段日期 2005.5.12

[73] 专利权人 安华高科技光纤 IP (新加坡) 私人有限公司

地址 新加坡新加坡市

[72] 发明人 阿德里安努·J.P.·范哈斯特恩

[56] 参考文献

WO0205004A2 2002.1.17

US4961622A 1990.10.9

GB2370653A 2002.7.3

审查员 张春伟

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 王怡

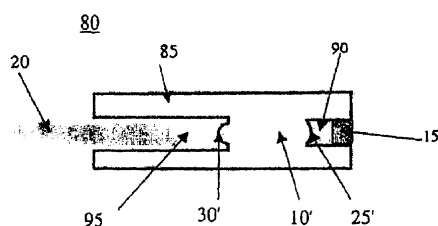
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 6 页

[54] 发明名称

光学透镜

[57] 摘要

描述了一种将激光耦合进光纤的光学透镜，其引入光以避免光纤的中心和芯-包层，防止了到激光光源的光反馈，并且可以以单个或阵列的形式经济地大量制造。透镜(10')具有至少一个以下端面(25')，端面(25')的形状为二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合(55)。二次曲线组分可以为双曲面、抛物面或球面形状的一种。另一端面(30')典型地是凸双曲面形状。透镜位于外封装中，或者可以与外封装集成，所述外封装的一端耦合到激光光源(15)，另一端耦合用来接收并保持光纤(20)的自由端。制造透镜的步骤如下：首先形成与透镜具有相反形状的模，所述模包括对应于透镜端面的模部分，并且所述模部分与二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合相反，然后将可流动材料放入所述模中，以产生所述透镜。



1. 一种光耦合器，包括：

一端耦合连接到激光光源，另一端连接用来接收并保持光纤的自由端的外封装；以及

集成在所述外封装内的光学透镜，所述光学透镜与所述激光光源和所述光纤自由端对齐，并且其中，所述透镜包括一种光透射材料的体部分，其中，至少激光器端表面的形状为二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合，并且所述透镜的光纤端表面为凸双曲面形状。

2. 如权利要求 1 所述的光耦合器，其中，所述二次曲线组分为双曲面、抛物面或球面的一种。

3. 如权利要求 2 所述的光耦合器，其中，由所述螺旋组分和所述圆锥组分引入的最大相移的比率为-3:2。

4. 如权利要求 2 所述的光耦合器，由适于模压的材料制造。

5. 如权利要求 1 所述的光耦合器，其中，二次曲线、螺旋和圆锥组分中每一种的数学特征在于垂度分量，并且所述垂度分量被选定为至少与光源的模式分布或数值孔径相匹配，其中所述透镜与所述光源一同使用。

6. 如权利要求 5 所述的光耦合器，其中，所述垂度分量还取决于所述透镜和光源、以及所述透镜和光纤之间的各自距离，其中所述透镜与所述光纤一同使用。

7. 如权利要求 1 所述的光耦合器，其中，所述激光器安装在印刷电路板和/或柔性电路带上。

8. 一种光耦合器，包括：

一端耦合连接到激光光源阵列，另一端连接用来接收并保持光纤阵列的自由端的外封装；以及

集成在所述外封装内的光学透镜阵列，所述光学透镜阵列与所述激光器阵列和所述光纤阵列的自由端对齐，并且其中，所述透镜阵列包括一种光透射材料的体部分，并且其中，阵列中透镜的至少激光器端表面的形状为二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合，并且所述透镜阵列中透镜

的光纤端表面具有凸双曲面形状。

9. 如权利要求 8 所述的光耦合器，其中，所述二次曲线组分为双曲面、抛物面或球面的一种。

10. 如权利要求 9 所述的光耦合器，其中，由所述螺旋组分和所述圆锥组分引入的最大相移的比率为-3:2。

11. 如权利要求 10 所述的光耦合器，由适于模压的材料制造。

12. 如权利要求 8 所述的光耦合器，其中，二次曲线、螺旋和圆锥组分中每一种的数学特征在于垂度分量，并且所述垂度分量被选定为至少与光源的模式分布或数值孔径相匹配，其中所述透镜阵列将与所述光源一同使用。

13. 如权利要求 12 所述的光耦合器，其中，所述垂度分量还取决于所述透镜阵列和所述激光器阵列、以及所述透镜阵列和所述光纤阵列之间的各自距离，其中所述透镜阵列将与所述光纤阵列一同使用。

14. 如权利要求 8 所述的光耦合器，其中，所述激光器阵列安装在印刷电路板和/或柔性电路带上。

## 光学透镜

### 技术领域

本发明涉及用在纤维光学数据通信系统中的单个或阵列式的微光学透镜的领域，具体地说，本发明涉及将激光引入高带宽光纤中同时减小或消除到激光器的反馈的廉价透镜。

### 背景技术

图 1 示出了一般公知的布置，其中光学透镜 10 插入在激光（即，相干）光源 15 和光纤 20 的前端之间。激光光源 15 例如安装在晶体管外壳（TO）头部或覆盖了腔 14 的开放端的电路板 12 上。透镜 10 具有物（或输入）面 25 和像（或输出）面 30。透镜 10 通过晶体管外壳（TO）容器或模 16 夹持，且与激光源 15 光对齐。图 1 以光线跟踪的方式示出了从激光光源 15 进入光纤 20 的前端 22 的光线的典型路径。光纤 20 还具有与接收机设备 35 相连接的后端 24。

关于这种透镜，有若干种不利的设计因素。这包括了以下情形，即在包含激光器、透镜和光纤末端的封装内，空间容积是非常小的。一般地说，在平行光通道应用中，在激光光源和透镜的输入面之间只有 300 $\mu\text{m}$ 。这对透镜设计提出了限制。此外，这种透镜耦合单元通常以阵列形式（一般为  $12\times 1$ ）制造。这种透镜设计中最重要的是避免后向反射。再参考图 1，传统的光纤面 22 部分地反射输入激光，然后输入激光会干涉光源 15（从而干扰调制光源所代表的的数据），导致在光纤远端的数据错误。在输出面 24 也可能发生部分反射，该部分反射光向后传播到激光光源 15，再次导致数据损坏。另外还要求透镜将激光引入到光纤中，同时避免光纤中心与芯-包层界面处的折射率异常，从而提高数据通信的带宽。

在英国专利公开 No. GB 2 354 839 A（安捷伦科技公司）中描述了在现有技术中对于部分反射问题的解决方法的一个示例。该现有技术文献描

述了环形透镜表面，作为对更早的双曲传输透镜的替换。

另外公知的是使用亚微米衍射图（例如，小脊）作为透镜表面，以减小后向反射。这些透镜利用昂贵的亚微米晶片技术来产生，并且这些透镜衰减激光光束。

通常希望能够对微透镜注塑成模，因为这种制造工艺适于大量、低成本的生产。因为激光发射器/收发器模块在通过焊点回流工艺或熔焊浴放置到 PCB 板上的期间，要暴露在高温下，所以要求透镜能在 200°C 或更高的温度下保持形状。由于这个原因，只能使用具有高的玻璃临界温度的聚合物。然而，使用这些类聚合物妨碍了衍射表面的应用。除了聚合物外，也可利用某些类型的玻璃，然而这会明显提高透镜或透镜阵列的价格。

### 发明内容

一种具有至少一个以下端面的光学透镜，所述端面的表面形状为二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合。

透镜可被布置为阵列形式。透镜或透镜阵列可以与外封装（housing）集成，所述外封装的一端耦合到一个或多个激光光源，另一端耦合到一根或多根光纤的自由端。

一种制造所述光学透镜的方法，涉及形成与透镜具有相反形状的模，所述模包括对应于透镜端面的模部分。模部分与二次曲线组分、螺旋组分和圆锥组分的组合是相反的。通过将可流动材料放入模中，产生所述透镜。

### 附图说明

在附图中：

图 1 示出了已知的通用光纤/光源耦合布置的示意图；

图 2 是透镜的二次曲线表面的透视图；

图 3 是透镜的圆锥表面的透视图；

图 4 是透镜端面的螺旋成分的透视图；

图 5 是具有二次曲线、圆锥和螺旋成分的透镜端面的透视图；

图 6 示出了与实施本发明的透镜集成在一起的光耦合器；  
 图 7 示出了发生在光纤近端面的引入分布（profile）；  
 图 8 示出了来自透镜的后向反射；  
 图 9a 和 9b 示出了透镜阵列；  
 图 10 示出了集成耦合器的示意形式；以及  
 图 11 示出了另一种形式的集成耦合器的示意形式。

### 具体实施方式

在一种实施方式中，输入透镜表面被制造成代表二次曲线、螺旋和圆锥的几何组合的形状。

下面的方程代表二次曲线组分：

$$z = \frac{c(x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 - (1+k)c^2(x^2 + y^2)}} \quad - (1)$$

其中：

z：表面的垂度或 z 坐标；

x,y：横向坐标；

k：二次曲线常数；

c：曲率（表面的弯曲半径的倒数）。

图 2 是由该方程实现的二次曲线形状 40 的实施例。

下面的方程代表圆锥：

$$z(x, y) = d\sqrt{x^2 + y^2} \quad - (2)$$

这里，z 表示表面的垂度或 z 坐标，x 和 y 还代表横向坐标，d 表示常数。

图 3 示出了由该方程实现的圆锥面形状 45 的实施例。

下面的段落代表螺旋组分：

$$z(x, y) = u \arctan\left(\frac{y}{x}\right) \quad - (3)$$

这里，z 表示表面的垂度或 z 坐标，x 和 y 代表横向坐标，u 表示常数。

图 4 示出了由该方程实现的螺旋面形状 50 的实施例。

图 5 示出了合成的端面形状 55，合成的端面形状 55 是二次曲线、螺旋和圆锥表面的组合。这种形状用于透镜的物面 25'，还可用在像面 30'。

这样的透镜 10'起两个作用。第一个作用是防止例如被光纤的前端面 22 反射回激光器的光到达激光器 15。必须防止这种后向反射，因为这会使激光器不稳定，并严重地干扰接收机侧的数据恢复。通过使用透镜 10'，对前光纤面上的光点进行“调节（condition）”。这种经过调节的引入减小了多膜光纤中的模色散，从而增大了光纤的数据带宽。电信工业协会的任务组已经将调节引入指定为使用“高带宽”光纤所必需的步骤。

圆锥、螺旋和二次曲线的理想垂度取决于激光器的特性，如模式分布和数值孔径。此外，还必须考虑最小耦合效率和已接受的后向反射。最后，也必须考虑激光器到透镜和透镜到光纤的距离。透镜 10'可应用于单模和多模应用中。例如，在多模 VCSEL 应用中，可利用具有螺旋组分加上圆锥组分的透镜表面，其中当从透镜的圆周移动时，螺旋组分经过 360°转动引入 6π的相变，圆锥组分引入-4π的相变。

#### 具体实施例

为了描述目的，可参考图 6，在图 6 中，实施了本发明并且与外封装集成在一起的透镜 10'被用来替换图 1 中的传统透镜 10。

在该实施例中，制造透镜 10'的材料为“Ultem”。Ultem 在 850nm 和 1300nm 处呈现出高的透射系数，使得其成为适用于发射器、接收器和收发器的合适材料。其玻璃临界温度较高，约为 215°C，从而允许模块回流。

下面的方程表示凸的输入端面 25'的形状，其直径为 250μm：

$$z(x, y) = \frac{4.53(x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 + 34.07(x^2 + y^2)}} + \left[ 6\pi \arctan\left[\frac{y}{x}\right] - \frac{4\pi\sqrt{(x^2 + y^2)}}{125 \cdot 10^{-3}} \right] \frac{850 \cdot 10^{-6}}{2\pi \cdot 0.632} \quad (4)$$

从以上的通用方程可识别出的组分形状为二次曲线、螺旋和圆锥。包括了最后的倍乘因子，以将‘相面’转化为波长 850nm 的 Ultem 形状，并且最后的倍乘因子在分母中包含校正参数，校正参数代表（折射率-1）。

在该具体实施例中，只选择将透镜的像（即，输出）端面 30'实现为凸双曲面。

$$z(x,y) = \frac{3.36(x^2 + y^2)}{1 + \sqrt{1 + 18.64(x^2 + y^2)}} \quad (5)$$

这里，曲率半径为 0.297mm，二次曲线常数为-2.65。第一和第二表面的顶点之间的距离被选定为 1.5mm。

图 7 示出了由上述透镜 10'实现的引入图案 60。如可观察到的，获得了光强的环形分布。

图 8 示出了来自透镜 10'和光纤 20 的组合的后向反射 65，后向反射 65 可由激光光源 15 看见。很显然，该部分反射不对光源产生影响，这意味着极大地减少了数据错误的发生。

### 制造方法

所描述的通用和具体形式的透镜可通过注模方法制造。可利用聚合物材料、各种类型的玻璃和具有合适的光学性质的其他材料。可利用金刚石转动工艺加工模腔的形状。

实施本发明的透镜可制造为阵列结构。图 9a 和图 9b 以示意图的形式示出了 12×1 的透镜 10'的阵列。

图 10 是光耦合器 80 的剖面图，光耦合器 80 具有与所述透镜 10'集成的模 85，其与输入孔径 90 和输出孔径 95 对齐。激光光源 15 牢固地安装在入口孔径 90 中。以类似的方式，在出口孔径 95 接收并固定光纤。激光器 15、透镜 10'和光纤 20 保持在适当的光对齐方式下。

图 11 以剖面图的形式示出了另一种形式的光耦合器 100。该耦合器与图 9 布置的不同之处在于晶体管外壳封装（通常称为 TO 盒）105 位于入口孔径 90'内部。在输出孔径 95 中接收光纤 20，输出孔径 95 面向出口室 98 开放，像面 30'凸出到出口室 98 中。透镜 10'的输入面 25'延伸到腔 102 中。在腔 102 的开口处安装有激光光源 15，激光光源 15 从 TO 头部 105 处安装。

### 应用领域

根据本发明概念构造的透镜和透镜阵列可应用于多模和单模光数据通信设备，如发射器、收发器和接收器。

### 总结

本发明涉及这样的实现，该实现直接对包括二次曲线、螺旋和圆锥形

状组合的基本形状模压成型，防止后向反射光到达激光光源，并将来自激光器的光聚焦为环形形状，使得光纤的芯层不被照射。与现有技术相比，增强了防止后向反射光到达激光器的能力，使得透镜的耦合效率更高，透镜成本更低且设计灵活性更高。

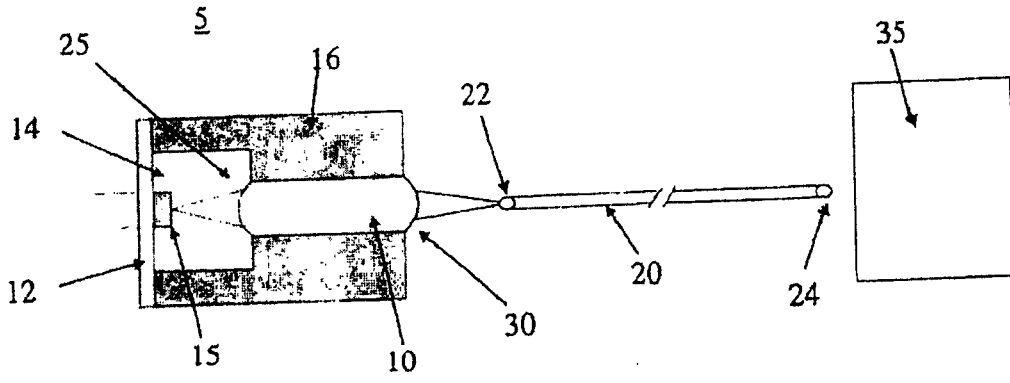


图1  
(现有技术)

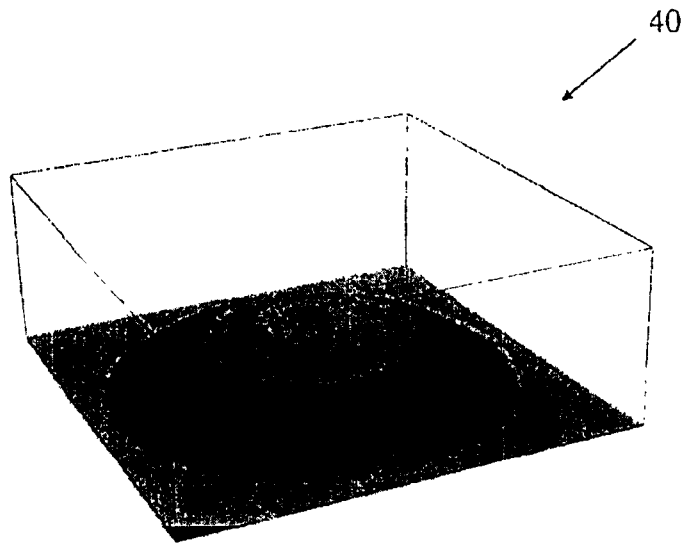


图2

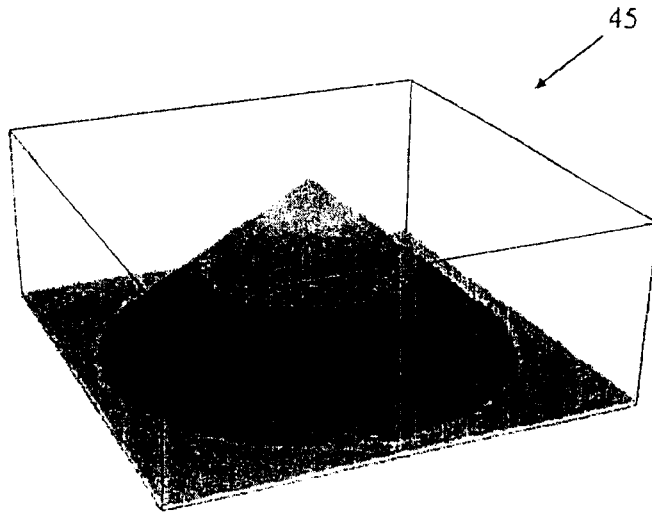


图3

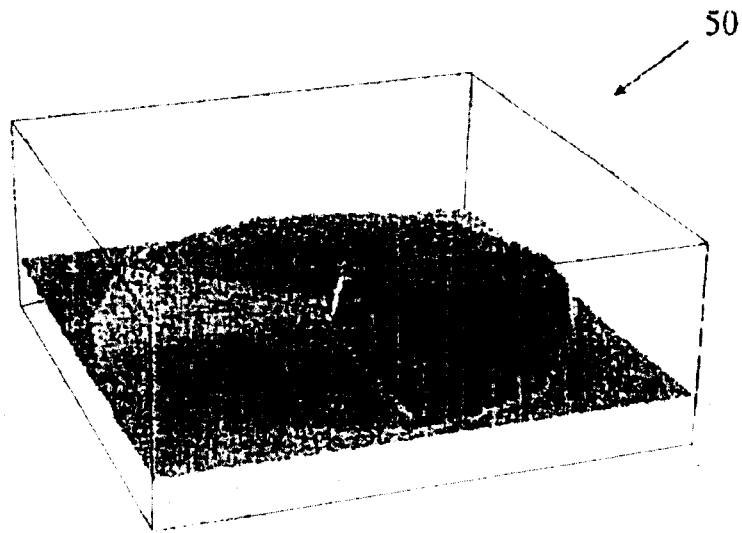


图4

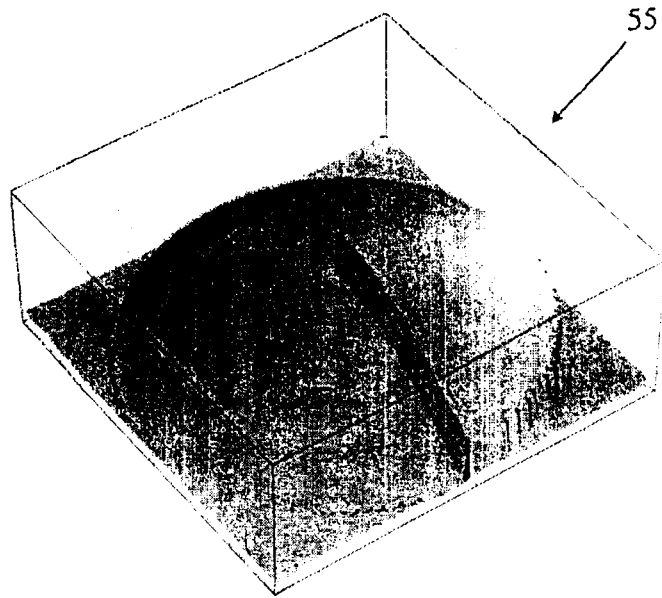


图5

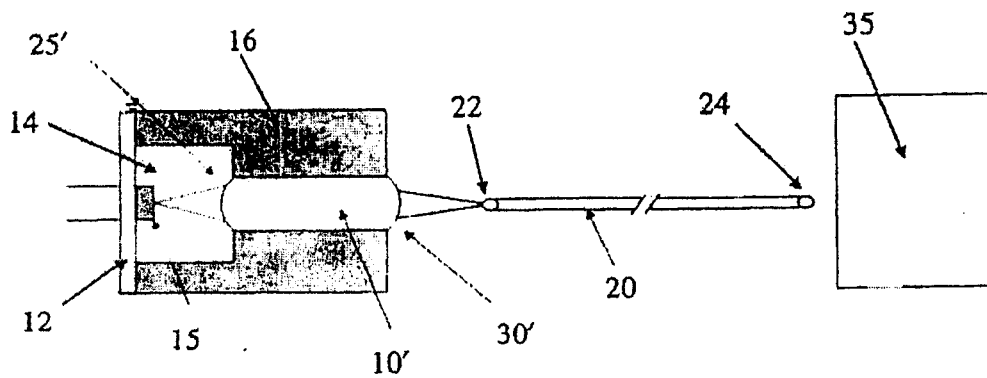


图6

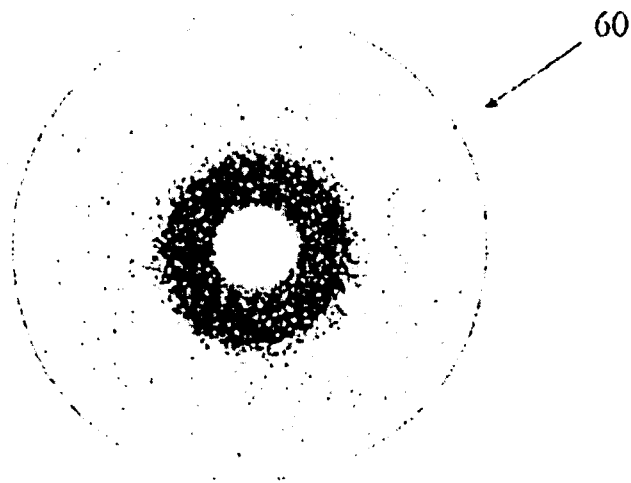


图7

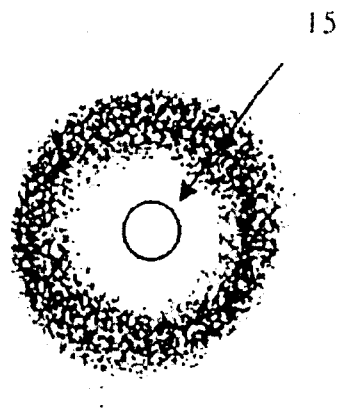


图8

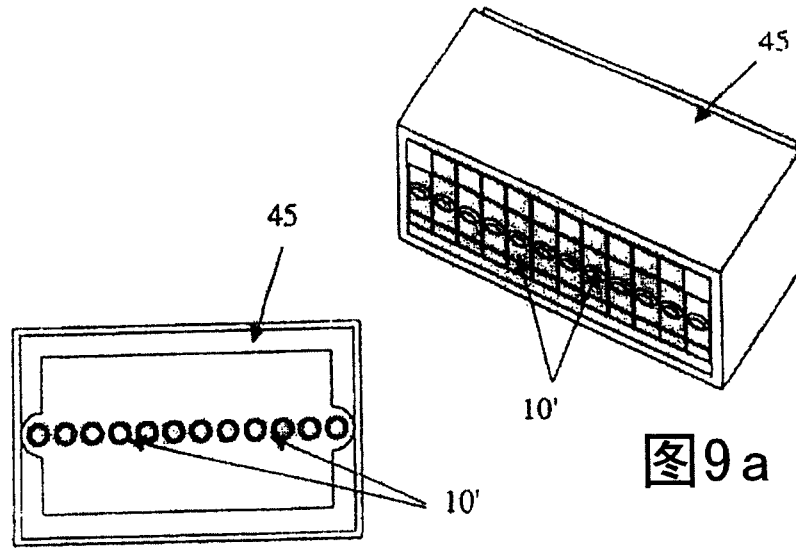


图9a

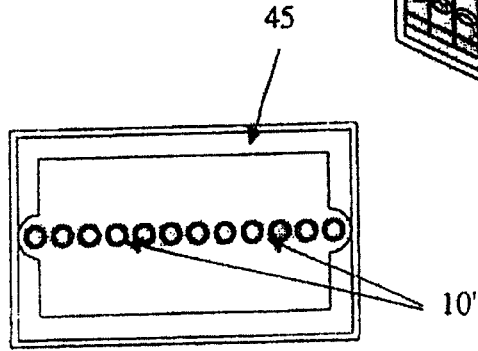


图9b

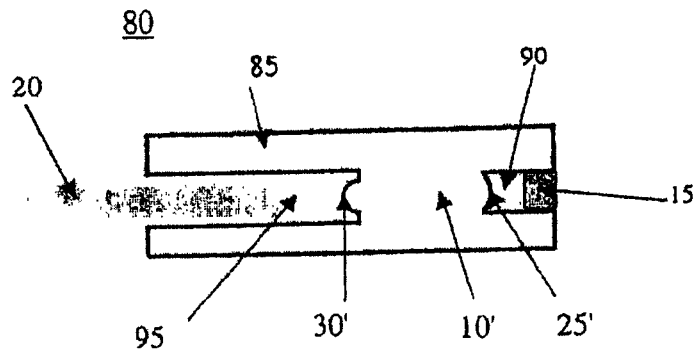


图10

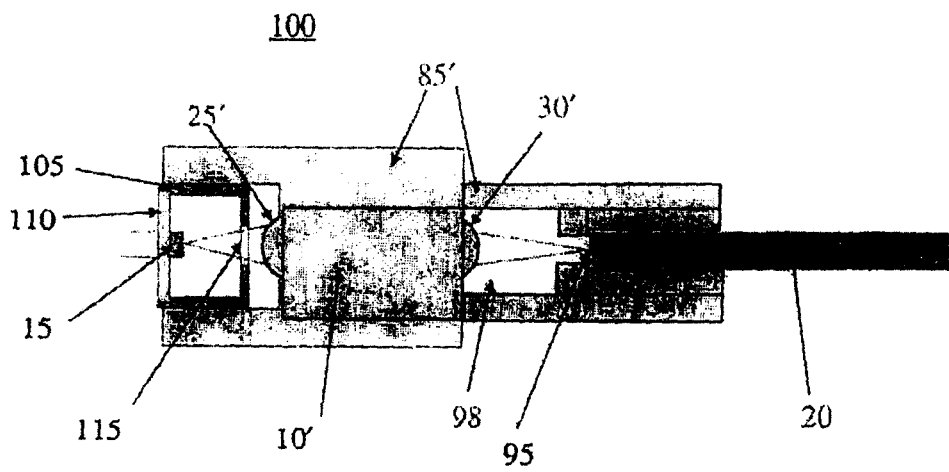


图 11