

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97104841. X

[45]授权公告日 2002年3月27日

[11]授权公告号 CN 1081800C

[22]申请日 1997.3.21 [24]颁证日 2002.3.27

[21]申请号 97104841. X

[30]优先权

[32]1996.3.22 [33]JP [31]066718/96

[73]专利权人 富士通株式会社

地址 日本神奈川县

[72]发明人 白崎正孝

审查员 宫维京

[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

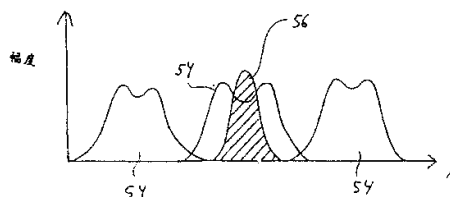
代理人 蒋世迅

权利要求书4页 说明书21页 附图页数13页

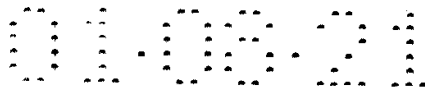
[54]发明名称 光学组件

[57]摘要

一个光波导,它有一光接收端和在使光进入光波导的光接收端上有一双峰形状光场分布的传播模式。入射到光接收端上的光通常具有单峰形状光场分布。入射光的光场分布和光波导传播模式的光场分布二者的重叠使光被光波导接收。或者是,光波导在光接收端可以有单峰形状光场分布的传播模式,而入射光在光接收端可以有双峰形状的光场分布。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4



权 利 要 求 书

1. 一种光波导，包括一个具有分裂的芯的光接收端，使光进入到光波导的光接收端上具有双峰形状光场分布的传播模式。

2. 根据权利要求 1 的光波导，其中所述分裂的芯渐渐地合在一起，使光在光波导中传播时，传播模式转换成非双峰形状的光场分布。

3. 根据权利要求 1 的光波导，其中双峰形状的光场分布最好具有恒定的相位。

4. 根据权利要求 1 的光波导，其中光波导包括在光接收端上互相分开的第一和第二光路，此接收端使光通过第一和第二光路进入光波导，在光波导中第一和第二光路结合成单一光路，并且在光接收端上提供双峰形状的光场分布。

5. 根据权利要求 1 的光波导，其中光波导是一根含有分裂成第一和第二臂的端口的光纤，在使光进入光纤的光接收端上，第一臂和第二臂分别地提供分开的第一光路和第二光路，第一光路和第二光路在光纤中结合成单一光路，并在光接收端上一起提供双峰形状的光场分布。

6. 根据权利要求 1 的光波导，其中光波导是一光纤，它包括纤芯和包层。

7. 一种装置，包括：

角色散元件，它接收输入光和产生输出光，此输出光的输出角对应于输入光的波长；及

光波导，它包含具有分裂的芯的光接收端，使光接收端上有双峰形状光场分布的传播模式，角色散元件的输出光入射到光波导的光接收端，被光波导接收。

8. 根据权利要求 7 的装置，还包括：

把角色散元件的输出光聚焦到光波导的光接收端上的透镜。

9. 根据权利要求 7 的装置，其中，当输出光在光波导中传播时，

传播模式转换成非双峰形状的光场分布。

10. 根据权利要求 7 的装置，其中双峰形状光场分布最好具有恒定的相位。

11. 根据权利要求 7 的装置，其中光波导包括在光接收端上互相分开的第一光路和第二光路，此接收端使角色散元件的输出光通过第一和第二光路进入光波导，在光波导中第一光路和第二光路结合成单一光路，并且在光接收端提供双峰形状的光场分布。

12. 根据权利要求 7 的装置，其中光波导是一根含有分裂成第一臂和第二臂的端口的光纤，在使角色散元件的输出光进入光纤的光接收端上，第一臂和第二臂分别地提供分开的第一光路和第二光路，并在光纤中结合成单一光路，第一光路和第二光路在光接收端一起提供双峰形状的光场分布。

13. 根据权利要求 7 的装置，其中光波导是一光纤。

14. 一种变换器件，包括一个掩模，光穿过此器件后到达一接收面，其中光具有光强分布，变换器件对光强分布进行变换，使得在光接收面上光具有双峰形状的光强分布。

15. 根据权利要求 14 的变换器件，其中变换器件包括一个对光强分布进行变换的滤光器。

16. 根据权利要求 14 的变换器件，其中变换器件包括一个改变光相位的相位掩模，从而对光场强度分布进行变换。

17. 根据权利要求 14 的变换器件，其中变换器件包括一相位掩膜和一透镜，二者合起来改变光的相位，从而对光场强度的分布进行变换。

18. 根据权利要求 14 的变换器件，其中变换器件包括一强度掩膜，它在光通过的平面上有透射率分布，从而对光场强度的分布进行变换。

19. 根据权利要求 14 的变换器件，其中双峰形状光场分布具有恒定的相位

20. 一种装置，包括：

角色散元件，它接收输入光和产生输出光，此输出光的输出角对应于输入光的波长，输出光具有光强分布，并提供给一光路的接收面；以及

变换器件，它包括一个掩模，对输出光的光强分布进行变换，使得输出光在光路的光接收面上具有双峰形状光强分布。

21. 根据权利要求 20 的装置，其中变换器件包括一个对输出光的光强分布进行变换的滤光器。

22. 根据权利要求 20 的装置，其中变换器件包括一个改变输出光相位的相位掩模，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

23. 根据权利要求 20 的装置，其中变换器件包括一相位掩模和一透镜，二者一起来改变输出光的相位，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

24. 根据权利要求 20 的装置，其中变换器件包括一强度掩模，它在输出光通过的一个平面上有透射率分布，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

25. 根据权利要求 20 的装置，还包括：

一根光纤，其中有光路，光路的接收面是在光纤的一端口上。

26. 根据权利要求 20 的装置，还包括：

一个光波导，其中有光路，光路的接收面是在光波导的一端口上。

27. 根据权利要求 20 的装置，还包括：

一个透镜，它接收角色散元件的输出光，并将输出光引入变换器件，使变换器件对被引入的输出光的光强分布进行变换。

28. 根据权利要求 20 的装置，还包括：

一个透镜，它接收变换器件变换后的输出光的光强分布，并将变换后的输出光的光强分布引入到光路的接收面。

29. 根据权利要求 28 的装置，其中变换器件包括一个改变输出光相位的相位掩模，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

30. 根据权利要求 28 的装置，其中变换器件包括一个相位掩模

和一个透镜，二者一起来改变输出光的相位，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

31. 根据权利要求 28 的装置，其中变换器件包括一个强度掩模，它在输出光通过的一个平面上有透射率分布，从而对输出光的光场强度分布进行变换。

32. 根据权利要求 20 的装置，其中双峰形状的光场分布具有恒定的相位。

光学组件

此申请是基于作为参考并要求优先权的 1996 年 3 月 22 日提出的日本申请 08 - 66718。

本发明涉及到一光学组件，诸如光学多路复用器或光学多路分解器，它包括一光波导，其中被光波导接收的光场分布或光波导传播模式的光场分布具有双峰形状，为的是扩展光传送到光波导的传输频带。

波分复用技术被用于高速传送大量数据的光纤通讯系统中。

图 1 说明一常规的光纤通讯系统，它利用波分复用传送技术，例如通过单根光纤传输四个信道。现参照图 1，传送单元 20 - 1、20 - 2、20 - 3 和 20 - 4 分别传输波长 $\lambda_1 - \lambda_4$ 单独的载波。每个载波被信息调制并表示一个单独的信道。不同的载波藉助一个光学多路复用器 22 复用为一个波分复用的光。波分复用的光通过一根光纤 24 传送到光学多路分解器 26 中。光学多路分解器 26 将波分复用的光分别分路成具有波长 $\lambda_1 - \lambda_4$ 的四个分开的光信号。然后，这四个已分路的分路光信号各自由接收单元 28 - 1，28 - 2，28 - 3 和 28 - 4 所检测。

虽然以上光纤通讯系统将四个载波多路合成在一起，通常的复用多于四个载波。更具体的是，许多不同的载波可以复用，其中多个载波的频率在一个窄的频带内相对地靠近在一起。在这种方式下，相当大量的数据可以通过一根光纤传送。

将许多不同的载波复用在一起，就需要有一个极其精确的光学多路复用器。同样地，将波分复用的光分路或分离成单独的光信号，就需要一个极其精确的光学多路分解器。具有输出角与波长有关的角色散元件通常用做这种光学多路复用器或光学多路分解器的部件。

图 2 说明一常规的光学多路分解器，它利用一个角色散元件。现参照图 2，输入光纤 30 接收一个通过光纤 24（图 2 中未表示，见图 1）传送的光信号。此光信号由准直透镜 32 调整成平行光。平行光包括如四个不同载波波长的光信号。然后将平行光提供给角色散元件 34。

角色散元件 34 产生沿着与波长有关的不同方向传播的光信号。所以，若角色散元件 34 接收的平行光包含四个波长，则角色散元件 34 产生四个沿不同方向传播的分开的光信号。即，每个光信号有一个不同的来自角色散元件 34 的输出角。

来自角色散元件 34 散开的输出信号，由会聚透镜 36 收集并聚焦到多个输出光纤 38 - 1 至 38 - N，以接收不同波长的光信号。举例，来自角色散元件 34 沿方向 42 的输出光有一特定的波长并由会聚透镜 36 聚焦到输出光纤 38 - 1。类似地，来自角色散元件 34 沿方向 44 的输出光由会聚透镜 36 聚焦到输出光纤 38 - N。因此，具有不同波长，来自角色散元件 34 沿不同方向输出的光信号提供给不同的输出光纤。在这种工作方式下，各个单独的载波可以从波分复用的光中分离出来。

虽然图 2 说明利用角色散元件作光学多路分解器的工作方式，利用角色散元件的光学多路复用器的工作方式除了反过来运行以外是类似的，更具体地说，多个不同载波由角色散元件 34 合成一准直光，此准直光由准直透镜 32 聚焦进入光纤。

图 3 说明由会聚透镜 32 会聚光和由光纤 38 - 1 至 38 - N 接收光。更具体的是，图 3 表示由会聚透镜 32 会聚的光场分布 44 和输出光纤 38 - 1 至 38 - N 传播模式的光场分布 46。输出光纤传播模式的光场分布下面就简单地称之为输出光纤的光场分布。

现参照图 3，从角色散元件 34（图 3 中未表示，见图 2）输出光的输出角随光波长的变化而改变。所以，具有不同波长的光就聚焦到不同的输出光纤 38 - 1 至 38 - N。当会聚透镜 32 会聚的光波长改变时，光的聚焦点就会在方向 48 上移动。当会聚光的光场分布 44 与相应输出光纤的光场分布 46 之间有重叠时，光就被相应

的输出光纤 38 - 1 至 38 - N 所接收。

图 4 说明会聚光的光场分布 44 与相应的输出光纤的光场分布 46 之间是如何重叠的。在图 4 中，水平轴表示沿方向 48 的距离 X（见图 3）。现参照图 4，输出光纤 38 - 1 至 38 - N 中每一个光纤的光场分布 46 的位置在方向 48 上是固定的。然而，会聚光的光场分布 44 的位置在方向 48 上是随光的波长而变化的。这种位置上的变化在图 4 中用箭头 50 表示。当会聚光的光场分布 44 与相应输出光纤的光场分布 46 有重叠时，光就被相应的输出光纤 38 - 1 至 38 - N 所接收。所以，当会聚光的光场分布 44 如箭头 50 所示移位时，它与相应输出光纤的光场分布 46 的重叠部分就会改变。会聚光到输出光纤的透射率随重叠部分的增加而增加。

图 5 表示相应输出光纤的光透射率与光波长的关系图。如图 5 中所示，会聚光到相应输出光纤的高透射率只在一个相当窄的波长传输频带 52 内。

而且，在载波被信息调制时，如采用频率调制，被调制载波信号的峰值就偏离开载波的中心频率。所以，如图 5 中所见到的，被调制的载波信号透射率很遗憾地减小了。另外，由于进入输出光纤的光有非均匀透射率，输出光纤 38 - 1 至 38 - N 接收的光，可能会产生畸变。

此外，实际上很难精确地设定载波的波长或被调制载波信号的波长。所以，图 5 中所述相当窄的波长传输频带 52 在光的传输中，特别是当光的波长有一点偏移时，带来了严重的困难。

因而，本发明的一个目的是提供一个具有相当宽传输频带的光纤通讯系统，其中光纤通讯系统在光学多路复用器或光学多路分解器中使用角色散元件。

本发明的另一个目的是扩展光传送到光纤中的传输频带。尤其是光从角色散元件传送到光纤中的传输频带。

本发明其他目的和优点的一部分内容将在以下的叙述中阐明，另一部分内容在叙述中是显而易见的，或者可以在本发明的实践中理解。

本发明的上述目的可以从提供一光波导而达到，此光波导有一光接收端，并且在光进入该光波导的光接收端上有双峰形状光场分布的传播模式。

本发明的目的还可以从提供一装置而达到，此装置包括角色散元件和光波导。角色散元件接收输入光并产生输出光，此输出光的输出角对应于输入光的波长。光波导有一光接收端和在光接收端上具有双峰形状光场分布的传播模式。角色散元件的输出光入射到光波导的光接收端被光波导接收。

本发明的目的还可以从提供一变换器件而达到，光穿过此变换器件到达接收面。变换器件对光强分布进行变换，使此光在光接收面上具有双峰形状的光强分布。

另外，本发明的目的可以从提供一个包括角色散元件和变换器件的装置而达到。角色散元件接收输入光并产生输出光，此输出光的输出角对应于输入光的波长。输出光具有光强分布并提供给一光路的接收面。变换器件对输出光的光强分布进行变换，使得输出光在光路的光接收面上具有双峰形状的光强分布。

本发明以上这些和其他的目的及优点可以从以下优选实施例的描述并结合附图中变得显而易见且更容易理解，其中

图1（现有技术）说明一常规光纤通讯系统，它利用波长分割多路复用技术通过单个光纤传送多个信道。

图2（现有技术）说明一常规光学多路分解器，它利用一角色散元件。

图3（现有技术）说明透镜对光的聚焦以及图2中所述光学多路分解器中光纤的光接收。

图4是一曲线图，它说明会聚光的光场分布与图2中所述光学多路分解器的输出光纤中光场分布之间是如何重叠的。

图5是一曲线图，它说明图2中所述光学多路分解器相应输出光纤的光透射率与光波长关系。

图6是根据本发明一个实施例的曲线图，它表示会聚透镜会聚光的光场分布与光纤中光场分布之间的重叠。

图 7 是根据本发明一个实施例的曲线图，它说明当输出光纤的光场分布具有双峰形状时，相应的输出光纤的光透射率与光波长的关系。

图 8 是根据本发明一个实施例的曲线图，说明会聚光的光场分布具有双峰形状时的情况。

图 9 是根据本发明一个实施例的示意图，表示利用角色散元件的光学多路分解器。

图 10 是根据本发明一个实施例的示意图，表示图 9 中所述光学多路分解器中的一部分。

图 11 是根据本发明另外一个实施例的示意图，表示利用角色散元件的光学多路分解器。

图 12 是根据本发明的一个实施例的示意图，表示图 11 中所述光学多路分解器的运行方式。

图 13 和图 14 是根据本发明实施例表示的相位掩模示意图。

图 15 是根据本发明另一个实施例，表示利用角色散元件的光学多路分解器示意图。

图 16 是根据本发明一个实施例表示的模压相位掩模示意图。

图 17 是根据本发明一个实施例的示意图，表示图 15 中所述光学多路分解器的运行方式。

图 18 是根据本发明一个实施例，表示光学多路分解器的示意图。

图 19 是根据本发明一个实施例表示的模压相位掩模示意图。

图 20 是根据本发明一个实施例，表示图 18 中所述光学多路分解器的运行方式示意图。

图 21 是根据本发明一个实施例，说明相位掩模系统的细节的示意图。

图 22 是一曲线图，它说明图 21 中所述本发明实施例在聚光面上光学振幅和相位的模拟结果。

图 23 是一曲线图，表示没有利用本发明实施例的耦合效率。

图 24 是一曲线图，说明用一个输出光纤或波导来评价本发明

的效果。

图 25 是一曲线图，表示会聚光进入输出光纤的耦合效率，此输出光纤有一分裂端口。

图 26，27 和 28 是根据本发明实施例表示的各种相位掩模系统的示意图。

图 29，30 和 31 是根据本发明实施例的曲线图，表明当虚像相位阵列（VIPA）用作角色散元件和输出光纤的光场分布有双峰形状时，光学多路分解器的运行方式。

图 32 是根据本发明附加的实施例的示意图，表示利用角色散元件的光学多路分解器。

现在详细地讨论本发明的优选实施例，这些范例用附图加以阐述，其中相同的参照数字全都表示相同的部分。

根据本发明各个实施例，光学多路分解器包括多个输出光纤，其中每个输出光纤具有双峰形状光场分布的传播模式。此外，具有双峰形状光场分布传播模式的输出光纤此后可以称之为具有双峰形状光场分布的输出光纤。另外，“双峰形状”“双峰形式”和“双峰轮廓”术语可以互换使用。

图 6 是根据本发明一个实施例的曲线图，说明光学多路分解器中会聚透镜（如图 2 中的会聚透镜 36）会聚光的光场分布 54 与光学多路分解器中每个输出光纤的光场分布 56 是如何重叠的。如图 6 中所示，例如从光的入射方向（即，如图 2 中，沿角色散元件 34 角色散方向从会聚透镜 32）观察时，每个输出光纤中的光场分布 56 具有“双峰形状”。光场分布定义成具有“双峰形状”是指，参照图 6，光场分布的第一峰和第二峰分别有第一峰值和第二峰值。第一峰值和第二峰值对于中心点是对称分布的。第一峰和第二峰有重叠，且第一峰值与第二峰值之间重叠部分的最小幅度位于中心点。虽然不是必需的，但光场分布最好基本上具有恒定的相位。

如图 6 中箭头 58 所示，光学多路分解器中会聚光的光场分布 54 随光波长的改变而移位，因为会聚光是从角色散元件（如图 2 中的角色散元件 34）输出的，此角色散元件使输出角对应于光波

长而产生变化。由于会聚光的光场分布 54 移位，它与相应输出光纤的光场分布 56 就会重叠。这种重叠就使会聚光进入输出光纤。

图 7 是根据本发明一个实施例的曲线图，表示当输出光纤的光场分布具有双峰形状时，对相应输出光纤的光透射率与波长的关系。更具体的是，图 7 表示图 6 中所示会聚光光场分布 54 与输出光纤光场分布 56 重叠积分平方的曲线图。在此情况中，如图 7 中所示，透射率与频率的依从关系相对平坦且有宽的范围 60，这是与图 5 中所示常规光学多路分解器窄波长传输频带 52 相比较而言的。即，图 7 中透射率对频率的特性曲线形状接近矩形。从而对偏离中心频率的光进入光纤提供了相对高的透射率。

在图 6 所示的情况中，输出光纤的有效光场分布 56 表示在会聚光随波长变化而改变的方向上的双峰形状。然而，把会聚光的光场分布 54 变换成具有双峰形状，也能够得到类似的效果。

更具体的说，图 8 表示会聚光的光场分布 54 具有双峰形状，而每个输出光纤的光场分布 56 为单峰形状的情况。现参照图 8，根据输出光纤光场分布 56 与会聚光光场分布 54 之间的重叠，由于会聚光的光场分布 54 具有双峰形状，会聚光对于输出光纤的透射率在宽的范围保持恒定，如图 7 中所示。所以，图 8 中所示本发明一个实施例的效果类似于图 6 中所述本发明一个实施例的效果。

图 9 根据本发明一个实施例，表示利用角色散元件的光学多路分解器。现参照图 9，一个光学信号穿过输入光纤 204，并被准直透镜 205 转变成平行光。然后角色散元件 201 使此光学信号散开成不同角度。更具体的是，角色散元件 201 接收光学信号并对光学信号的每个波长形成一输出光，其中每个输出光依照输出光的波长沿着不同的方向传播。角色散元件 201 形成的输出光由会聚透镜 202 会聚并聚焦到相应的输出光纤 203 - 1，203 - 2 或 203 - 3。所以，由于角色散元件 201 形成的每个输出光沿着与其他输出光不同的方向传播，被会聚透镜 202 聚焦的输出光会聚在不同的点，使得每个输出光被不同的输出光纤 203 - 1 至 203 - 3 所接收。203 - 1 至 203 - 3 中每个输出光纤连到一接收器（未表示出）以检测被

相应输出光纤接收的光。

图 9 中所示光学多路分解器通常用于波长分割多路复用光，它包括三个信道。所以，把三个输出光纤放在会聚透镜 201 不同的聚焦点上。然而，本发明的意图不局限于用三个输出光纤。根据波长分割多路复用光中的信道数，实际上可用于任意多个输出光纤。一般，输出光纤的数目应该等于波长分割多路复用光中信道的数目，其中每个输出光纤用来接收一个信道。

图 10 表示图 9 中光学多路分解器中一个部分，但更详细地说明输出光纤 203 - 1 的光接收端。图 10 设有表示输出光纤 203 - 2 和 203 - 3，但这些输出光纤是存在的，且有与所示输出光纤 203 - 1 同样的光接收端。

现参照图 10，会聚透镜 202 的会聚光具有单峰形状的光场分布 208。另外，203 - 1 至 203 - 3 中每个输出光纤在光纤的顶部，即光接收端有一分裂的芯子以提供双峰形状的光场分布 210。更具体的说，例如，输出光纤 203 - 1 的光接收端有一分裂成为分开的顶部 204 和 205 的芯子，所以当沿角色散元件 201 的光色散方向从会聚透镜 202 来观察，输出光纤 203 - 1 的光场分布呈双峰形状。

每个顶部 204 和 205 提供一“单峰”，两个单峰合在一起成为双峰形状。若顶部 204 和 205 相距太远，光场分布成为并不需要的两个分开的单峰而不是一个双峰形状。两个分开的单峰光场分布不能使传送到输出光纤的光具有图 7 所示平坦的、宽传输范围 60。所以，顶部 204 和 205 应该分开适当距离，使两个单峰之间有重叠部分。顶部 204 和 205 分开的距离通常取决于光纤芯子的折射率。

例如，若输出光纤 203 - 1 的芯子具有相对高的折射率，每个顶部 204 和 205 产生一个相对幅度高、宽度窄的“单峰”。所以，在此情况中，顶部 204 和 205 应该相对地靠近以提供一个双峰形状的光场分布。相反，若输出光纤 203 - 1 的芯子具有相对低的折射率，每个顶部 204 和 205 产生一个相对幅度低的、宽的“单峰”。所以，在此情况中，顶部 204 和 205 可以相对地远些，仍能提供双峰形状的光场分布。

例如，与输出光纤 203 - 1 芯子的折射率有关，通常，图 10 中所示宽度 A 约为 $5 \mu\text{m}$ ，图 10 中所示宽度 B 约为 $4 \mu\text{m}$ 。然而，专业人员能够容易地决定顶部 204 和 205 的精确宽度以及顶部 204 与 205 之间精确的分开距离，以提供一个所需双峰形状的光场分布。

另外，顶部 204 和 205 最好不是两个不同的光纤所形成，而是好像输出光纤的光接收端实际上分裂成两个部分。分裂成的两个顶部 204 和 205 一般会使顶部 204 和 205 足够靠近，使得两个单峰适当重叠，合成的光场分布呈双峰形状。

当来自会聚透镜 202 的会聚光进入输出光纤 203 - 1，输出光纤 203 - 1 的光场分布 210 与会聚光的光场分布 208 之间的重叠使光进入到输出光纤 203 - 1。另外，由于输出光纤 203 - 1 的光场分布 210 具有双峰形状，进入输出光纤 203 - 1 的光透射率特性曲线就有平坦的、宽的传输范围 60，如图 7 中所示，从而对输出光纤 203 - 1 提供了相对高的透射率，偏离中心波长的各波长光仍然会进入输出光纤 203 - 1。

顶部 204 和 205 渐渐地合成一个输出光纤 203 - 1，当光在光接收端之外的输出光纤传播时，输出光纤的光场分布便具有单峰形状。

所以，根据本发明的上述实施例，光纤有一分裂成第一臂和第二臂的端口，在光纤的光接收端口，第一臂和第二臂分别地提供第一光路和第二光路，使光进入光纤，第一光路和第二光路在光纤中合成单一的光路，并共同地在光接收端提供双峰形状的光场分布。

图 11 是根据本发明的另外一个实施例，表示一个利用角色散元件的光学多路分解器。现参照图 11，每个输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 是一单端光纤。更具体的说，输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 并不分裂成两个端部。而是用一相位掩模 302 将被角色散元件 201 散开的光场分布进行变换，使得在光接收端上光场分布具有双峰形状。

现参照图 11，一光学信号穿过输入光纤 204，并被准直透镜

205 转换成平行光。然后角色散元件 201 将每种波长的光学信号变成输出光，其中每个输出光沿不同的方向传播。角色散元件 201 生成的输出光穿过相位掩模 302，使相位掩模 302 改变输出光的相位和传播方向。输出光在穿过相位掩模 302 后，由会聚透镜 302 会聚并聚焦到输出光纤 301 - 1 至 301 - 3。所以，不同波长的光学信号就被会聚透镜 202 会聚到不同的点，从而被不同的输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 所接收。

当沿角色散元件 201 色散方向从会聚透镜 202 观察时，相位掩模 302 使得在输出光纤 301 - 1 至 3 - 1 - 3 端口上会聚光的光场分布具有双峰形状。所以，不用分裂输出光纤的端口以使输出光纤具有双峰形状的光场分布，本发明的此实施例利用相位掩模对光场分布进行变换，使光场分布具有双峰形状。另外，相位掩模或相位掩模系统可以插入在准直透镜 205 与角色散元件 201 之间。

根据本发明的一个实施例，图 12 表示图 11 所示一部分光学多路分解器的运行情况，为了简化此图，图 12 只表示输出光纤 301 - 1，而没有表示输出光纤 301 - 2 和 301 - 3。

现参照图 12，相位掩模 302 放在角色散元件 201 与会聚透镜 202 之间，只改变从角色散元件 201 输出的光学信号相位。改变了相位的光学信号然后由会聚透镜 202 会聚，并聚焦到输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 中的一个。当沿会聚透镜 302 聚焦的光学信号传播方向从角色散元件 201 观察时，会聚光的光场分布 305 呈双峰形状。在此情况中，输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 中每一个的光场分布 307 呈单峰形状。

更具体的是，从角色散元件 201 输出的光被相位掩模 302 的上部所折射，如箭头 306 所示，稍稍偏向下传播进入会聚透镜 202。此光被会聚透镜 202 会聚，然后沿箭头 308 所示方向传播到会聚透镜 202 的焦点。类似地，从角色散元件 201 输出的光被相位掩模 302 的下部所折射，如箭头 310 所示，稍稍偏向上传播进入会聚透镜 202。此光被会聚透镜 202 会聚，然后沿箭头 312 所示方向传播到会聚透镜 202 的焦点。所以，从会聚透镜 202 传播来的光在会聚透

镜 202 的焦点处形成双峰形状的光场分布。

因此，就出现图 7 中所示的宽带透射率分布。更具体的是，图 12 中会聚光的光场分布 305 呈双峰形状。此外，透射率取决于会聚光的光场分布 305 与输出光纤接收的光场分布 307 之间重叠的多少。所以，会聚光光场分布 305 的双峰形状给出了宽波长范围内相对高的透射率。

所以，如上所述，角色散元件 201 对每种波长的光在角度上分散开，通过改变此光的光场分布和相位分布，会聚透镜 202 会聚光的光场分布 305 在角色散元件 201 的光色散方向上呈双峰形状。因此，可以扩展传送到输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 中光的传输频带。

相位掩模 302 可以是任何形式的，只要会聚透镜 202 会聚光的光场分布 305 呈双峰形状。例如，图 12 表示相位掩模 302 的侧视图。另外，沿垂直于图 12 平面的一直线所作的断面图有相同的形状。如图 12 中所示，相位掩模 302 是在一个面上中心突起的板。这样一种相位掩模的中心比板的边缘部分厚，例如厚 $1 - 2 \mu\text{m}$ 。

图 13 表示替代相位掩模 302 的相位掩模 314。图 13 表示相位掩模 314 的侧视图。另外，沿垂直于图 13 平面的一直线所作的断面图有相同的形状。现参照图 13，相位掩模 314 设计成相位掩模厚、薄部分之间的相位差为 π 。一般，相位掩模是透明的，通过改变透明材料的厚度使光学相位变化。

此外，可以使用强度掩模来取代相位掩模 302 或 314，使会聚光具有双峰形状光场分布 305。

更具体的是，图 14 表示代替图 12 中相位掩模 302 的强度掩模 316 的侧视图。现参照图 14，强度掩模 316 是由透明材料制成，但其中有光不能通过的部分，使得会聚透镜 302 会聚光的干涉效应导致会聚光呈双峰形状的光场分布。强度掩模 316 可以设计成有一光不能通过的切口部分。诸如强度掩模 316 那样的强度掩模的作用是隔断一部分待通过的光，从而有光的损失。在这一方面，使用相位掩模（诸如相位掩模 302 或相位掩模 314）优于使用强度掩模。

图 15 是根据本发明的另一个实施例，表示利用角色散元件的

光学多路分解器。现参照图 15，相位掩模 601 - 1，601 - 2 和 601 - 3 分别对应于输出光纤 301 - 1，301 - 2 和 301 - 3。此外，相位掩模 601 - 1，601 - 2 和 601 - 3 放在会聚透镜 202 与输出光纤 301 - 1 至 301 - 3 之间。这可以与图 12 中所示本发明的实施例相对照，在图 12 中单个相位掩模放在角色散元件 201 与会聚透镜 202 之间。虽然图 15 中所示只有三个相位掩模和三个输出光纤，相位掩模和输出光纤的实际数目应该等于多路分配光信号中多路复用波长的数目。

在图 15 中，波长分割多路复用的光从输入光纤 204 传送到准直透镜 205。准直透镜 205 将光学信号转换成平行光，然后把平行光提供给角色散元件 201。角色散元件 201 按照波长形成在角度上分散开的输出光。角度上分散开的输出光被会聚透镜 202 会聚，并引向取决于波长的不同点。

相位掩模 601 - 1 至 601 - 3 分别对应于输出光纤 301 - 1，301 - 2 和 301 - 3，并放在会聚透镜 202 所导向的光路中。更具体的是，导向输出光纤 301 - 1 的光首先被导向相位掩模 601 - 1。相位掩模 601 - 1 改变通过此相位掩模光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 1。类似地，导向输出光纤 301 - 2 的光首先被导向相位掩模 601 - 2。相位掩模 601 - 2 改变通过此相位掩模光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 2。还有，导向输出光纤 301 - 3 的光首先被导向相位掩模 601 - 3。相位掩模 601 - 3 改变通过此相位掩模光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 3。

所以，图 15 表示的相位掩模 601 - 1，601 - 2 和 601 - 3 是分开的单元。这种分开的相位掩模可能要求相位掩模之间进行精确的调准。然而，可以使用单块相位掩模，这样就不需要在分开的相位掩模之间作精确的调准。

例如，图 16 表示一个模压的单块相位掩模 604，它可以用来替代分开的相位掩模 601 - 1，601 - 2 和 601 - 3。由于相位掩模 604 是一个单元，使用相位掩模 604 便不需要对多个不同相位掩

模进行调准。

图 17 是根据本发明的一个实施例，表示图 15 中一部分光学多路分解器的运行方式。为了简化描述，图 17 只表示相位掩模 601 - 1 以及相应的输出光纤 301 - 1，省略了相位掩模 601 - 2 和 601 - 3 以及对应的输出光纤 301 - 2 和 301 - 3。然而，这些省略的相位掩模和输出光纤的运行方式与所示相位掩模 601 - 1 和输出光纤 301 - 1 是相同的。

现参照图 17，从角色散元件 201 输出的光被会聚透镜 202 会聚后穿过相位掩模 601 - 1。相位掩模 601 - 1 改变穿过此相位掩模的光的相位和方向。更具体的是，穿过相位掩模 601 - 1 上部的光按箭头 606 所指出的方向行进，而穿过相位掩模 601 - 1 下部的光按箭头 608 所指出的方向行进。当沿角色散元件 201 色散的方向观察时，穿过相位掩模 601 - 1 的光在输出光纤 301 - 1 的光接收端上有双峰形状的光场分布。此外，输出光纤 301 - 1 的光场分布 612 具有单峰形状。在此情况中，如前所述，由于会聚光的光场分布 610 和输出光纤的光场分布 612 重叠，进入输出光纤 301 - 1 波长范围宽广的光就会有相对高的透射率。更具体的说，透射率如图 7 中所示。

如图 17 中所示，相位掩模 601 - 1 放在这一点上，在此点上来自会聚透镜 202 的光波前近似不弯曲，且变成平行于会聚透镜 202 的光轴，如像一个平面波的波前。由于具有平行波前的光学信号输入相位掩模 601 - 1，相位掩模 601 - 1 的效果接近于所估计值，从而得到所需双峰形状的会聚光光场分布。

图 18 表示根据本发明一个实施例的光学多路分解器。现参照图 18，波分复用的光从输入光纤 204 传送到准直透镜 205。准直透镜 205 将光学信号转换成平行光，此平行光然后提供给角色散元件 201。角色散元件 201 按照光学信号的波长产生在角度上散开的输出光。角度上散开的输出光光通量被会聚透镜 202 会聚，指向与波长有关的不同点。

另外，使用多个相位掩模系统，在输出光纤 301 - 1， 301 -

2 和 301 - 3 的光接收端提供合适的会聚光光场分布。更具体的是，相位掩模系统 801 - 1 至 801 - 3 分别对应于输出光纤 301 - 1，301 - 2 和 301 - 3，并放在会聚透镜 202 所导向的光路中。例如，导向输出光纤 301 - 1 的光首先被导向相位掩模系统 801 - 1。相位掩模系统 801 - 1 改变穿过此相位掩模系统的光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 1。类似地，导向输出光纤 301 - 2 的光首先被导向相位掩模系统 801 - 2。相位掩模系统 801 - 2 改变穿过此相位掩模系统的光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 2。还有，导向输出光纤 301 - 3 的光首先被导向相位掩模系统 801 - 3。相位掩模系统 801 - 3 改变穿过此相位掩模系统的光的相位和方向，然后将此光提供给输出光纤 301 - 3。

所以，图 18 表示的相位掩模系统 801 - 1，801 - 2 和 801 - 3 为分开的单元。这种分开的相位掩模系统可能需要在相位掩模系统之间做精确的调准。然而，可以使用单个相位掩模系统，就不需要在分开的相位掩模之间做精确的调准。

例如，图 19 表示模压的单个相位掩模系统 804，它可以用来替代分开的相位掩模系统 801 - 1，801 - 2 和 801 - 3。由于相位掩模系统 804 是一个单元，相位掩模系统 804 不需要对多个不同的相位掩模系统作调准。

图 20 是根据本发明的一个实施例，表示图 18 中所示一部分光学多路分解器的运行方式。为了简化表示，图 20 只表示相位掩模系统 801 - 1 以及对应的输出光纤 301 - 1，省略了相位掩模系统 801 - 2 和 801 - 3 以及对应的输出光纤 301 - 2 和 301 - 3。然而，这些省略的相位掩模系统和输出光纤的运行方式与所示相位掩模系统 801 - 1 和输出光纤 301 - 1 的相同。

现参照图 20，相位掩模系统 801 - 1 是放在会聚透镜 202 与输出光纤 301 - 1 之间。所示的相位掩模系统 801 - 1 包括会聚透镜 810 和 820 及相位掩模 830。会聚透镜 810 和 820 及相位掩模 830 组合在一起成为一个单元。然而，相位掩模系统并不设计成局限于使用两个透镜和一个相位掩模。有许多不同的相位掩模系统的设计

可供采用。例如，相位掩模系统可以仅仅包括一个单透镜和一个相位掩模。最好是，相位掩模系统中全部不同的元件应该连在一起成为一个单独单元。将诸如一个相位掩模系统这样的光学部件称之为“单独单元”，意指光学部件中不同的元件组合并连成一个单元，这样，光学部件可以与其他单元分开而单独制作和测试。

所以，相位掩模系统 801 - 1 至少包括一个透镜（如会聚透镜 810）和一个相位掩模（如相位掩模 830）。透镜会聚光，相位掩模改变光的相位和光的方向。参照图 20，当沿角色散元件 201 的色散方向从会聚透镜 202 观察时，相位掩模系统 801 - 1 使输出光纤 301 - 1 的光场分布 840 在相位掩模系统 801 - 1 之前的会聚面 860 处实际上呈双峰形状。此外，当沿角色散元件 201 的色散方向从会聚透镜 202 观察时，被会聚透镜 202 会聚的光场分布 850 在会聚透镜 202 的焦点（它位于会聚面 860）处具有单峰形状。

藉助这种配置，（a）来自会聚透镜 202 入射到相位掩模系统 801 上的光场分布 850，与（b）通过相位掩模系统 801 - 1 后实际上转换成输出光纤 301 - 1 光场分布的光场分布 840（它是输出光纤 301 - 1 的虚光场分布）之间的重叠就提供一个平坦形状的透射率峰值，如图 7 中所示。相应地，从会聚透镜 202 光学耦合到相位掩模系统 801 - 1 的传输频带相对较宽。由于来自会聚透镜 202 并被相位掩模系统 801 - 1 接收的光在以后提供给输出光纤 301 - 1，输出光纤与来自会聚透镜 202 会聚的光之间的耦合呈现一宽的频带。

相位掩模系统 801 - 1 之前的，输出光纤 301 - 1 的有效双峰光场分布 840 是指光从输出光纤 301 - 1 出来并将此光穿过相位掩模系统 801 - 1 而得到的双峰光场分布。因此，利用相位掩模系统 801 - 1，就不必要使用带有分裂端口（例如图 9 中所示）的输出光纤以获得宽传输频带。

图 21 是根据本发明的一个实施例，表示类似于图 18 中所示相位掩模系统更多的细节。更具体的是，图 21 表示包括会聚透镜 810 和 820 的相位掩模系统，但凹的相位掩模 830 已替代凸的相位掩模

835。不管怎样，相位掩模系统中可以使用凹的或凸的相位掩模。

现参照图 21，来自会聚透镜 202（图 21 中未表示）的光被与会聚面 860 相距 f_1 处的会聚透镜 810 所会聚。会聚透镜 810 将此光提供给相位掩模 835，此相位掩模改变了光的相位和方向。改变了相位和方向的光然后被会聚透镜 820 会聚，提供给输出光纤 301 - 1。会聚透镜 820 与输出光纤 301 - 1 的端面相距 f_2 。距离 f_1 是会聚透镜 810 的焦距，距离 f_2 是会聚透镜 820 的焦距。如图 21 中所示，来自会聚透镜 810 会聚光的中心线与从相位掩模 835 输出光的中心线构成的夹角称之为“偏转角”。即，相位掩模 835 是两块棱镜的组合，相位掩模的棱镜效果是改变来自会聚透镜 810 输出光的方向。由相位掩模 835 引起光方向的变化用偏转角表示。

当从会聚透镜 810 观察时，输出光纤 301 - 1 的有效光场分布 840 在会聚面 860 上呈双峰形状，且最好具有恒定相位。另外，会聚面 860 的位置对应于输出光纤 301 - 1 的光接收端。所以，如图 21 中所示本发明的实施例具有与图 10 中所示本发明实施例中输出光纤有一分裂端口同样的效果。

图 22 是一曲线图，表示图 21 中所示本发明实施例的会聚面 860 上光学振幅和相位的模拟结果。在此模拟中， $f_1 = 200 \mu m$ ， $f_2 = 500 \mu m$ ，偏转角为 3.8° 。

图 22 中垂直轴表示振幅和相位。振幅以相对值表示，相位用弧度表示。水平轴指出会聚面 860 上的位置，用 μm 表示。在实际的模拟中，光穿过输出光纤 301 - 1，在会聚面 860 上验算光的振幅和相位。

会聚面 860 上相位的变化在图 22 中用虚线表示。当位置偏离中心时，在光强区域中相位的改变小于 0.3 弧度。图 22 中所示实线表示会聚面 860 上的光振幅分布。如上所述，本实施例中的光振幅分布呈双峰形状。因此，使用相位掩模 835，光的相位在光场分布形状的底部变化很大。然而，如光振幅分布曲线所示，在相位显著变化的那些点上，光场很弱足以忽略不计。所以，光场分布曲线的底部并不显著地影响对输出光纤的耦合。在双峰形状的光场分

布中心附近，相位并不显著地改变。

图 23，24 和 25 表示模拟本发明的曲线图。在图 23 和 25 中，水平轴表示会聚光位置与输出光纤位置之间的偏差，垂直轴表示耦合效率（等同于透射率）。

更具体的说，图 23 表示不利用本发明实施例的耦合效率。因此，会聚光的光场分布或输出光纤的光场分布都不具有双峰形状。如图 23 中所示，耦合效率呈现出宽底和尖顶的高山形状。由于这个尖顶形状的耦合效率，会聚光位置与输出光纤位置之间微小的偏差就使耦合效率大大地下降。另外，当光谱因光学调制而扩展时，所有信号不能有效地输入到输出光纤。

由于图 23 中所示范例的分布曲线形状的底部宽，就有可能使待接收的光被邻近输出光纤误接收，从而引起信道之间的串扰。

图 24 表示为一输出光纤或波导而设的试验，用来评价本发明的效果。在此模拟中，利用图 10 中所示本发明的一个实施例，其中输出光纤有一分裂的端口。更具体的是，参照图 24，一输出光纤或波导 1450 有一分裂成两部分的端口。顶部厚 $5\ \mu\text{m}$ ，两个分裂部分之间的间隙为 $4\ \mu\text{m}$ 。输出光纤或波导 1450 的光传输部分折射率为 1.5，传输部分与周围部分折射率之间的差为 0.004。如图 24 中所示，假定输入光的相位在输出光纤或波导 1450 的端口为恒定值。按照上述的试验条件，图 24 表示输出光纤或波导 1450 的折射率分布和光场分布。位置表示为角色散元件光学角色散方向上与输出光纤或波导 1450 中心的距离。

如图 24 中所示，光场分布在角色散元件的角式散方向上呈双峰形状，且与图 10 中所示本发明实施例中光场分布有相同的形状。

图 25 是一曲线图，表示会聚光对输出光纤的耦合效率，此输出光纤有一分裂的端部，如图 25 中所示，耦合效率的峰值呈现出平坦部分。因此，由于有了耦合效率峰值的平坦部分，即使光的频谱因调制而扩展，被调制的光信号仍能高效率地耦合进输出光纤。

在图 25 中，曲线的底部有一窄的山状模样，当会聚光相当程

度地偏离开输出光纤的位置而使耦合效率显著下降时，没有光输入。所以，在波分复用的通讯系统中，具有多个波长的光同时传输且被角色散元件在不同的角度上散开时，各路光不会耦合到偏离输出光纤的附近位置的光通量中。所以，输入的光被输入到邻近的输出光纤中产生串扰，几乎是不可能的。因此，实现了极好的光接收。

图 26，27 和 28 表示根据本发明实施例的各种相位掩模系统。例如，图 26 表示一相位掩模系统，它包括透镜 1001 和带透镜作用的相位掩模 1002，组成在一起成为一个单元。透镜 1001 仅起透镜的作用。带透镜作用的相位掩模 1002 具有能使相应输出光纤中的光场分布呈双峰形状的相位掩模作用，也能在相应输出光纤的顶部会聚光。

图 27 表示只包括带透镜作用的相位掩模 1002 的相位掩模系统。这样一种一个单元的构造形态是容易制造的，且可以用作光学多路分解器，无需对相位掩模系统内各光学元件作细致的调准。

图 28 表示一带透镜作用的相位掩模 1004，它包括有透镜功能的透镜作用部分 1006 和 1008。由于经过透镜作用部分 1003 的光和经过透镜作用部分 1004 的光传播时，好像相位掩模系统被分割成两个分开的相位掩模系统，输出光纤的光场分布实际上呈双峰形状。如图 27 中所示的情况一样，透镜作用和相位掩模作用结合成一个单元。从而得到一个简单的结构配置，而不需要细致调准。

根据本发明以上实施例，光学多路复用器或光学多路分解器使用一个角式散元件。例如，参见图 2 中的角式散元件 34 或图 9、10、11、12、15、17、18 和 20 中的角色散元件 201。这样一种角色散元件通常是一普通的衍射光栅。或者是，例如美国专利申请中披露的虚像相位阵列（VIPA），标题是“用作波长多路分解器的虚像相位阵列”，No.08/685,362,1996 年 7 月 24 日申请（以下就用“用作波长多路分解器的虚像相位阵列”），将它放在此处供作参考，虚像相位阵列可用于本发明以上任一个实施例中作为光学多路复用器或光学多路分解器的角色散元件。

许多不同的 VIPA 结构配置在“用作波长多路分解器的虚像相

位阵列”一文中披露，不打算将 VIPA 限制于任何一个特定的实施例。然而，VIPA 一般包括一透明隔板，在隔板的相对两侧有第一反射膜和第二反射膜。透明窗上有入射窗。光被线状聚焦通过入射窗进入透明隔板，使被接收的光经历第一反射膜与第二反射膜之间多次反射。第一反射膜的反射率通常为 100%，而第二反射膜的反射率小于 100%，通常为 95%。由于第二反射膜的反射率小于 100%，第一反射膜与第二反射膜之间多次反射导致多束光穿过第二反射膜。多束光之间互相干涉形成具有相应于输入光波长的光通量，并沿着与光通量中光波长有关的方向传播。所以，若被接收的光是包括多个波长的波分复用的光，VIPA 就产生分别对应于多个波长的多束光通量。从 VIPA 中输出的每束光通量分别按光通量中的光波长输出在不同的角度上。所以，每束光通量沿着与其他束光通量不同的方向传播。

然而，若 VIPA 是用作多路分解器或多路复用器，其配置可能稍稍不同于图 9，10，11，12，15，17，18 和 20 中所示的配置。更具体的说，VIPA 应接收线状聚焦光，与应接收准直光的衍射光栅不同。所以，应该使用线状聚焦光的透镜替代准直透镜，给 VIPA 提供光。更具体的是，例如参照图 9，假定角色散元件是一 VIPA。在此情况中，线状聚焦光的透镜应该用来替代准直透镜 205。

图 29，30 和 31 是根据本发明的多个实施例，表示当 VIPA 用作角色散元件和输出光纤的光场分布具有双峰形状时，一个光学多路分解器的运行状况。

更具体的是，图 29 是一曲线图，表示由 VIPA 形成光通量的光场分布 1100。现参照图 29，光场分布 1100 具有单峰形状，而光学相位 1110 在单峰形状曲线底部附近快速地轮换。即，在单峰形状曲线底部附近，光学相位 1110 随着位置的微小变化而改变很大。

此外，假定 VIPA 产生具有图 29 中所示光场分布 1100 的光，且此光要传送到第一输出光纤，而不是传送到第一输出光纤附近的

第二输出光纤。若第二输出光纤有单峰形状的光场分布，则由 VIPA 形成且在光场分布 1100 的单峰形状曲线底部附近的光有相同相位，那么就会多余地被传送到第二输出光纤。

然而，若每个输出光纤的光场分布具有双峰形状，则来自 VIPA 光场分布 1100 曲线底部更大量的光会传送到第二光纤。由于这个更大量的光包含有不同相位的光，这些不同相位的光互相削弱，从而实际上减少了第一与第二输出光纤之间的串扰量。

图 30 是一曲线图，表示输出光纤的光场分布 1120 与来自 VIPA 的光场分布 1100 之间重叠的情况，这种情况造成不同相位的光包含在此重叠中。这些不同相位的光穿过输出光纤，然后一起多路传输。这些不同相位光的多路传输就使不同相位的光互相削弱或互相抵消。

图 31 是根据本发明一个实施例的曲线图，表示当 VIPA 用作角色散元件时，来自角色散元件的光进入多路分解器中输出光纤的透射率。如图 31 中所示，透射率可以接近一个矩形，这是透射率的理想形状。当 VIPA 用作本发明上述任一个实施例中的角色散元件时，可以获得这样一种透射率。

根据本发明以上各个实施例，或被光纤接收的光场分布或光纤的光场分布具有双峰形状且最好具有恒定的相位，就可以增加光传送到光纤的传输频带。所以，即使待耦合到光纤的光波长经受了微小的波长偏移，此光仍然能以相对高的透射率传送到光纤中。此外，即使光纤的位置有微小的偏移，具有传送到该光纤中波长的光仍以相对高的透射率传送到光纤中。另外，即使光被调制后频谱扩展了，全部扩展了的频谱能以高的透射率传送到光纤中。

根据本发明的以上各个实施例，相位掩模或强度掩模可用于变换光场强度。然而，也可以利用滤光片达到此目的。

例如，图 32 是根据本发明的一个附加实施例，表示利用滤光片变换光场强度的光学多路分解器。图 32 与图 11 相同，除了图 11 中的相位掩模 302 已被滤光片 1140 取代。滤光片 1140 在光进入会聚透镜 202 之前改变了来自角色散元件 201 输出光的光场分布形

状。一般，滤光片 1140 按照光穿过滤光片表面区域的特征改变光场分布的形状。这种滤光片是熟知的。

所以，根据本发明的以上各个实施例，与滤光片表面的区域有关，滤光片改变光的传播方向。此滤光片是放在角色散元件与光会聚系统之间，使得来自角色散元件的会聚光的光场分布，在输出的光路端口呈双峰形状。

根据本发明的以上各个实施例，通过使光路具有双峰形状的实光场分布或虚光场分布，来自角色散元件的输出光可以高效率的传送到此光路上。换句话说，光可以变换成具有双峰形状的光场分布。

根据本发明的以上各个实施例，光场分布具有实的或虚的双峰形状。所以，本发明的各个实施例并不打算限制于“实的”或“虚的”光场分布。换言之，不管双峰形状是实的还是虚的，我们都认为光纤或光有双峰形状的光场分布。

本发明以上各个实施例的描述涉及光到光纤中的传送。然而，本发明的各个实施例并不打算限制于对光纤的传输，它可以应用于光传输到诸如其他类型的光波导中，或是只是传送到光路上。

本发明以上各个实施例的描述涉及到光学多路分解器或光学多路复用器。然而，本发明的各个实施例并不打算限制用于光学多路分解器或光学多路复用器，它可以用于许多其他的光学器件，诸如将光耦合到光纤、光波导或光路上的光学器件。

虽然已经示出和描述了本发明少量优选实施例，那些熟知本专业的人员知道，在不偏离此发明的原理和精神实质条件下可以对这些实施例作些改动，此发明的范围在权利要求书及其相应的材料中被确定。

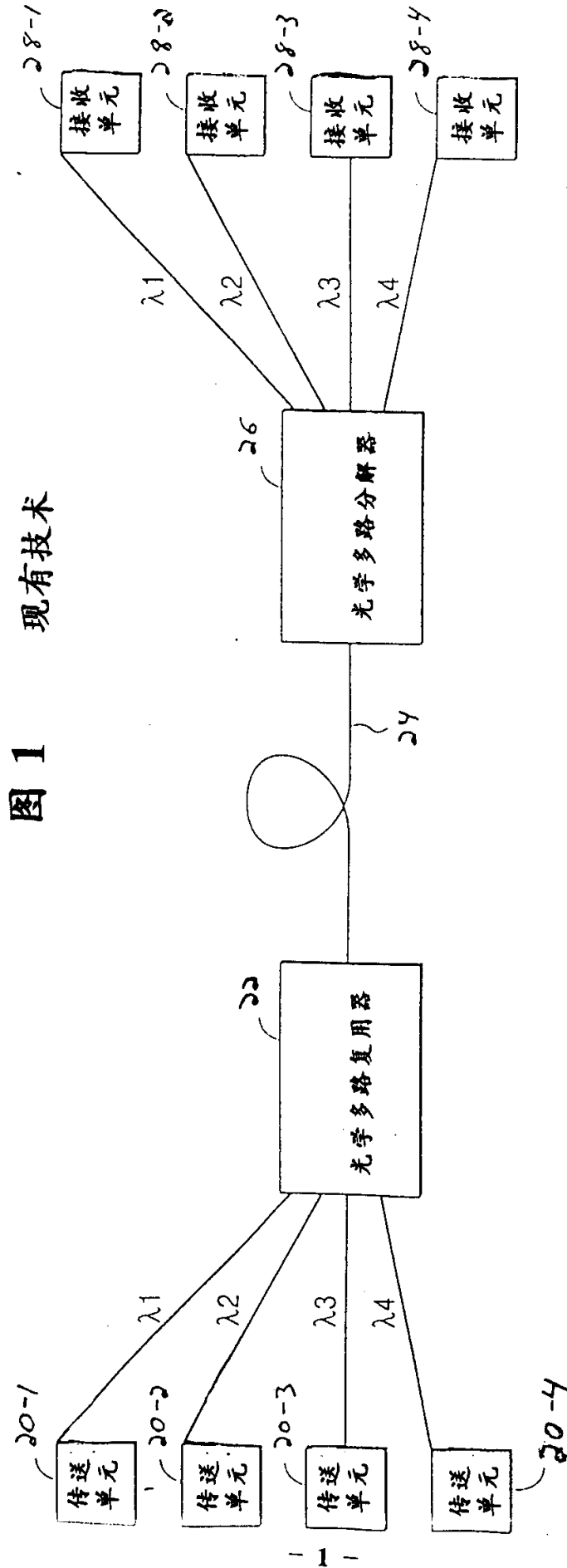


图1 现有技术

图 2 现有技术

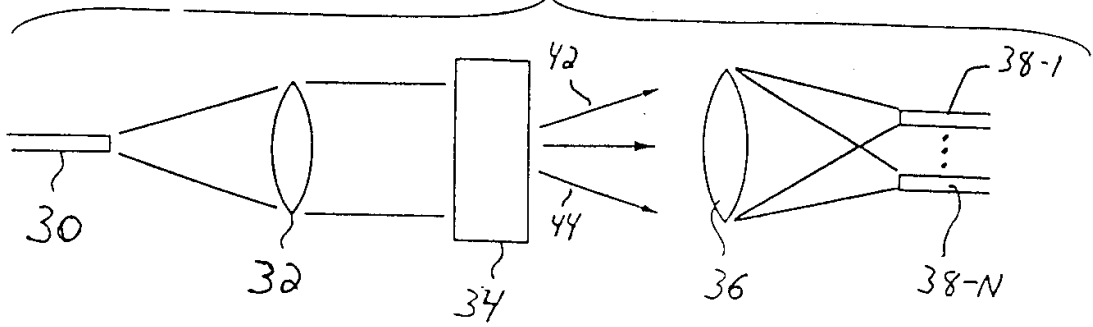


图 3 现有技术

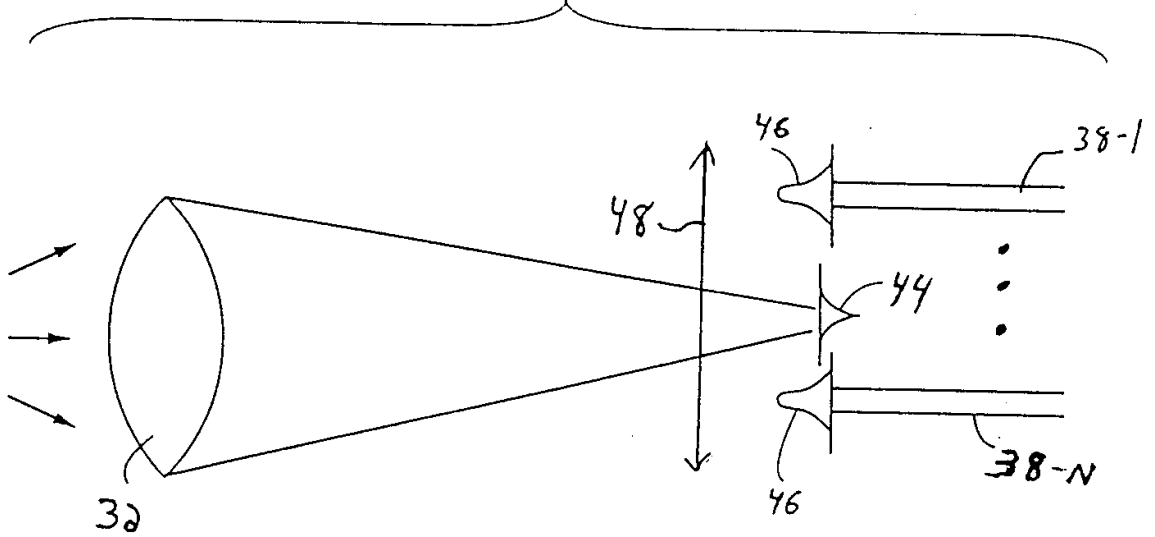


图 4

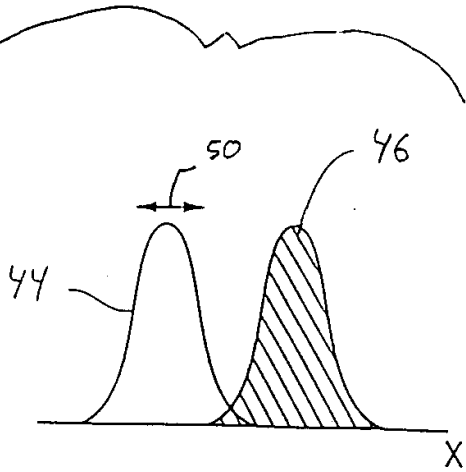


图 5

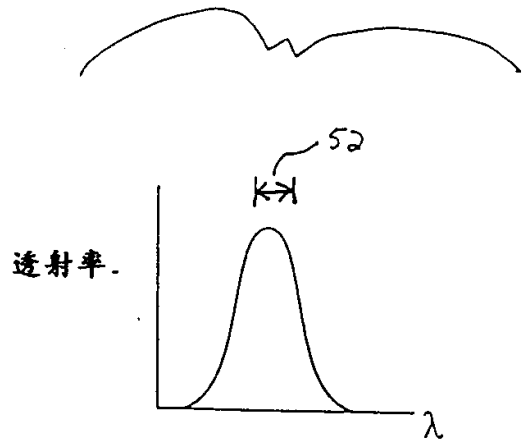


图 6

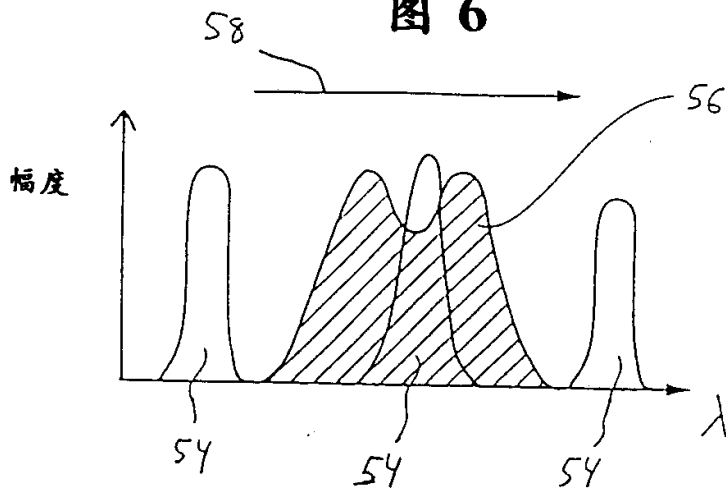


图 7

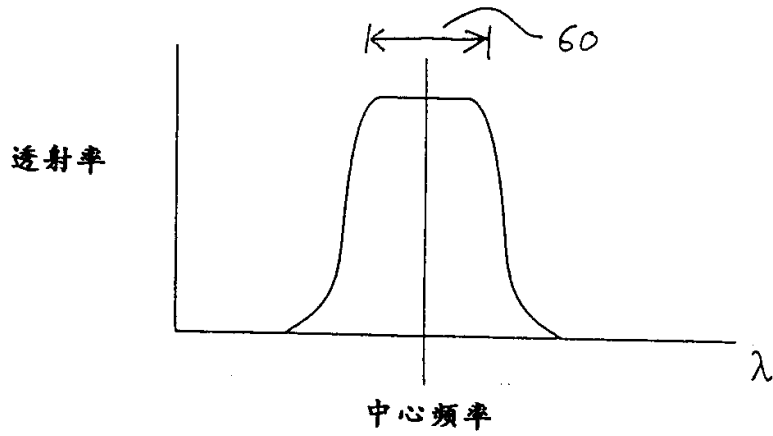


图 8

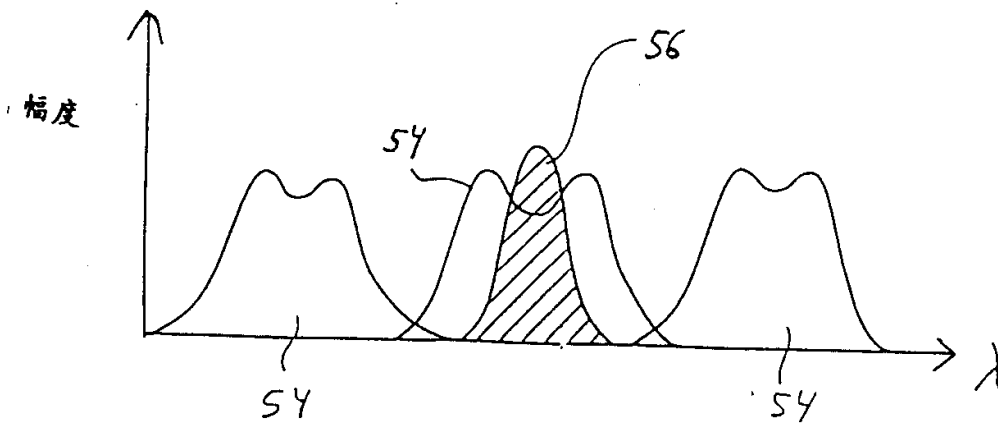


图 9

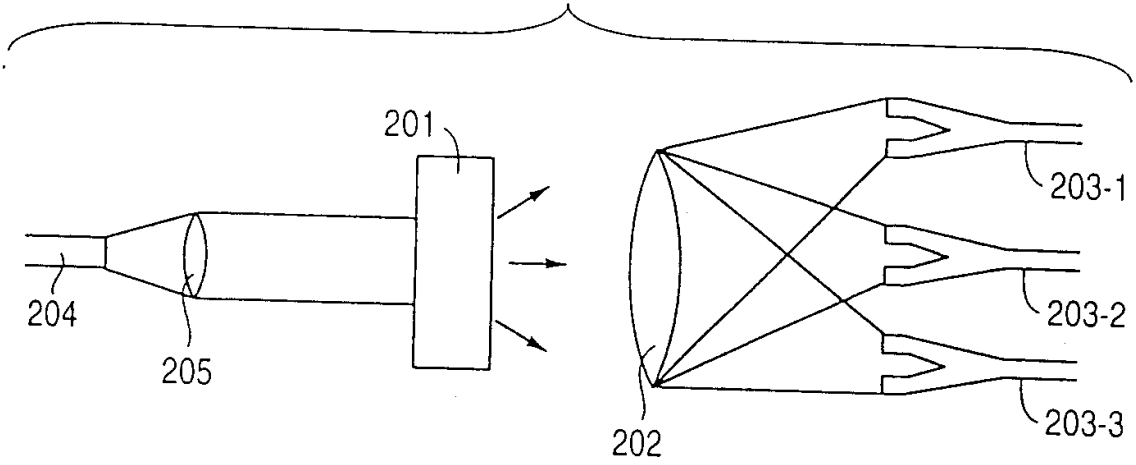


图 10

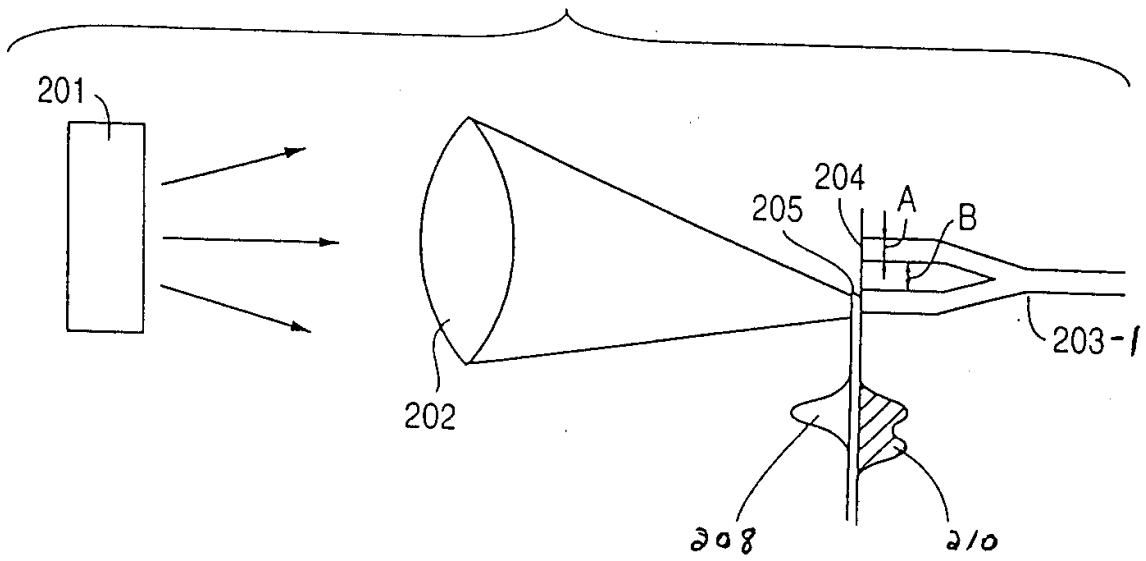


图 11

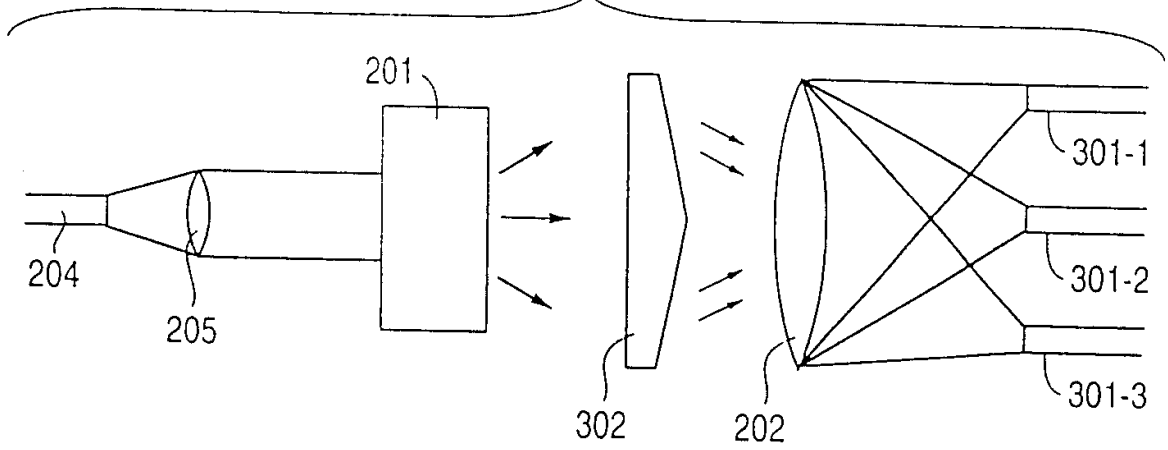


图 13

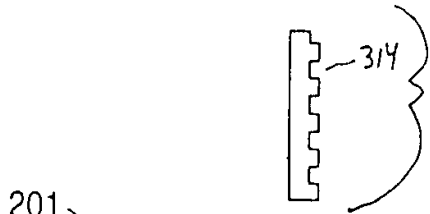


图 14

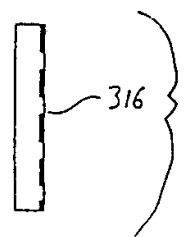
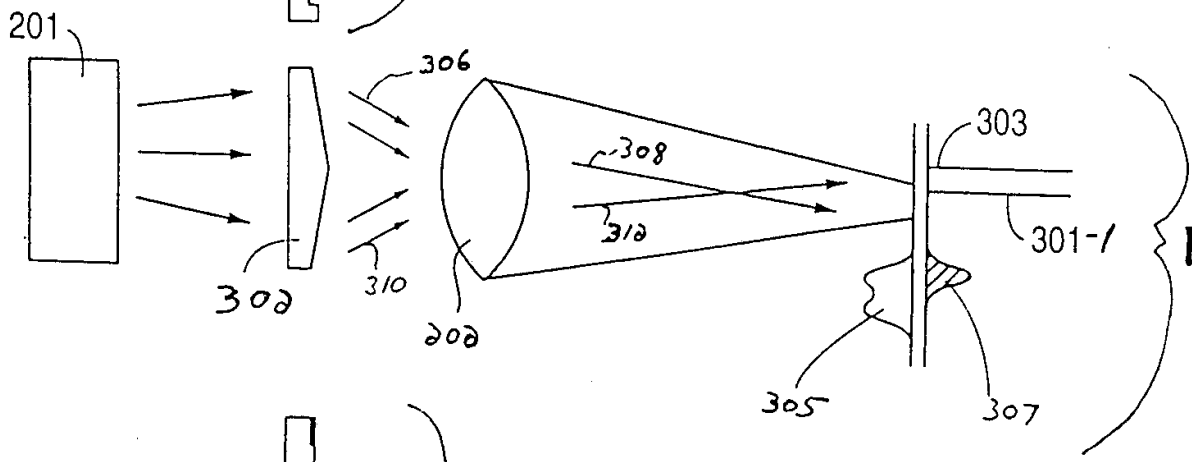


图 12



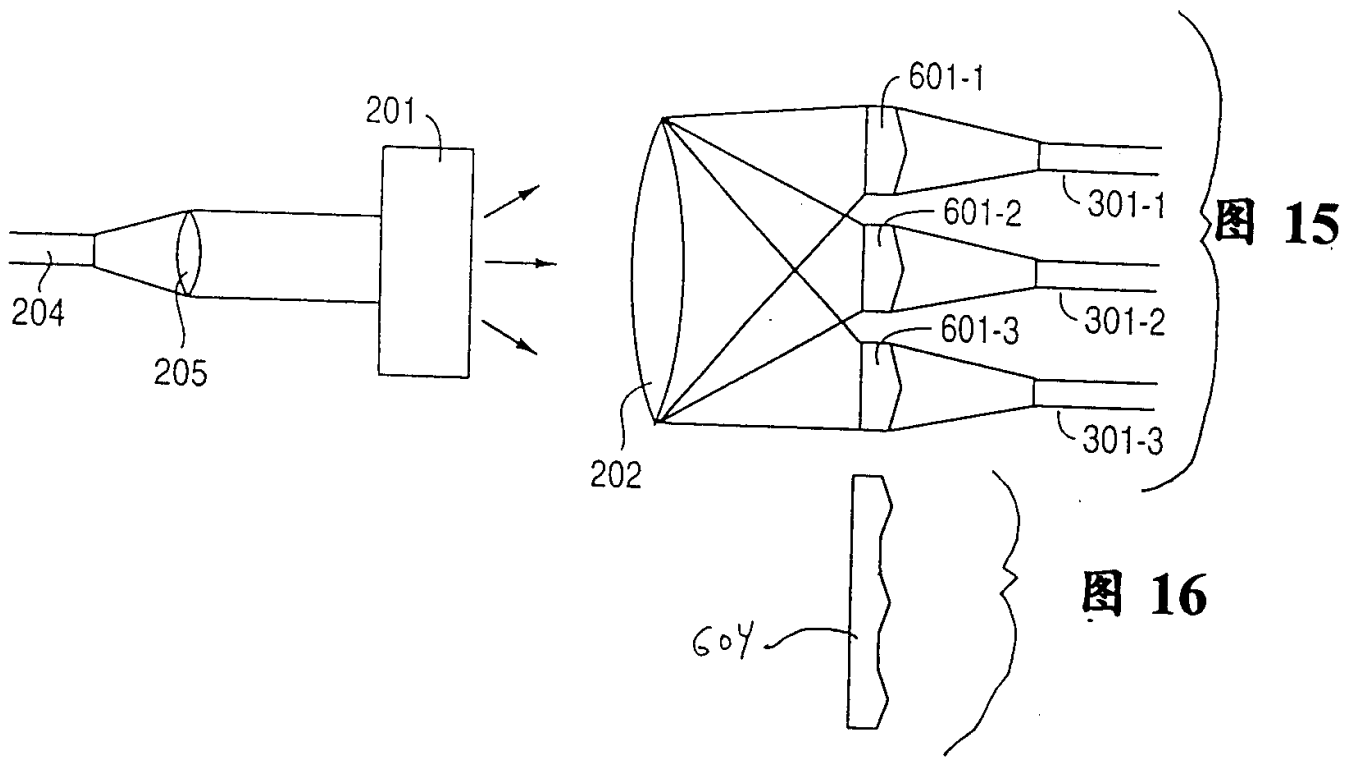


图 17

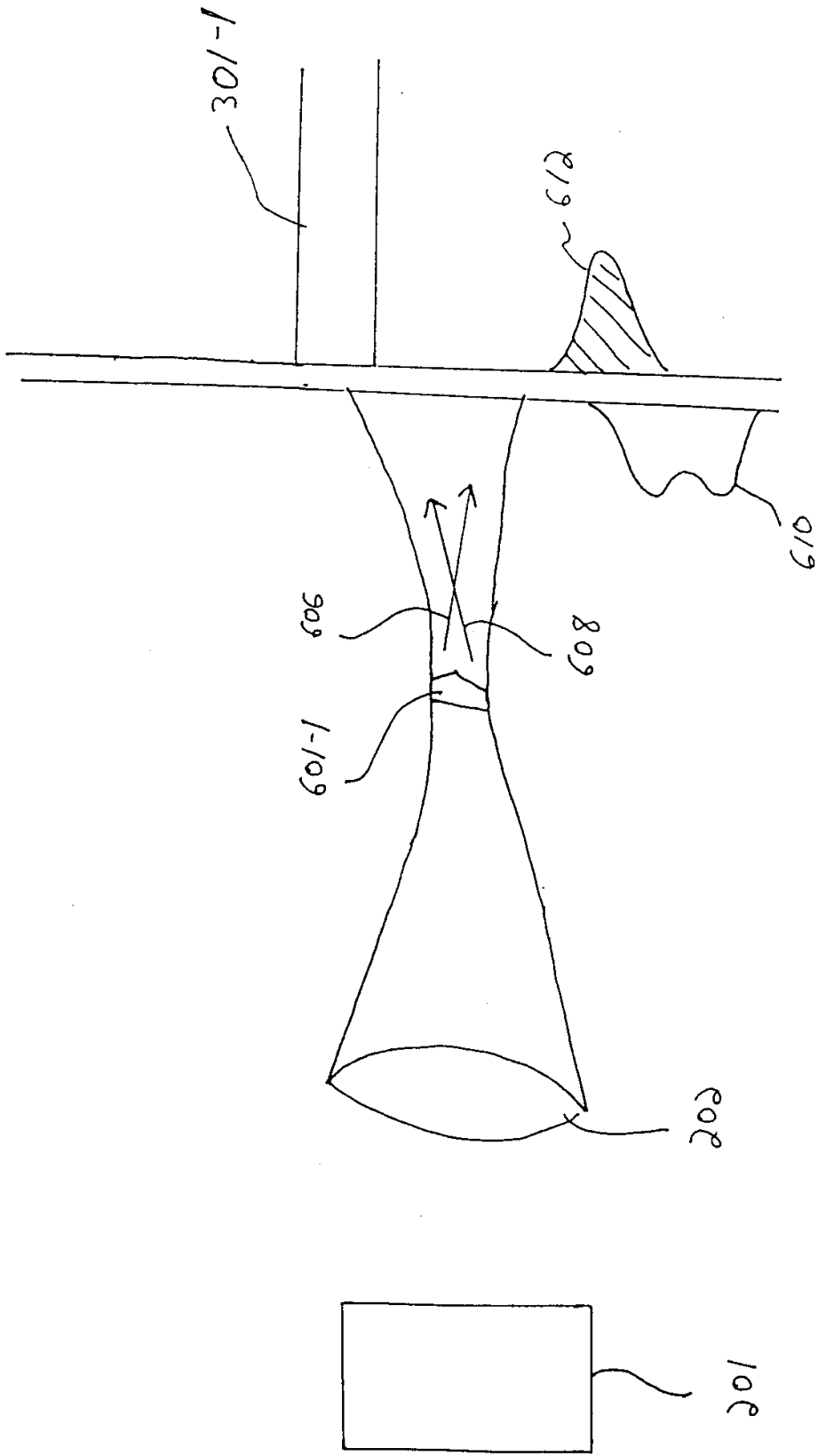


图 18

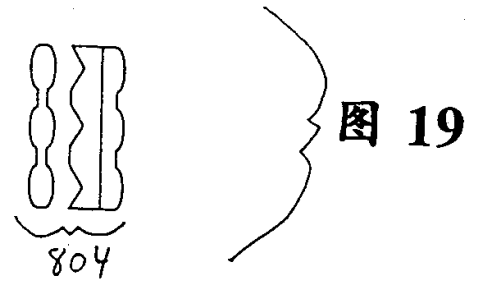
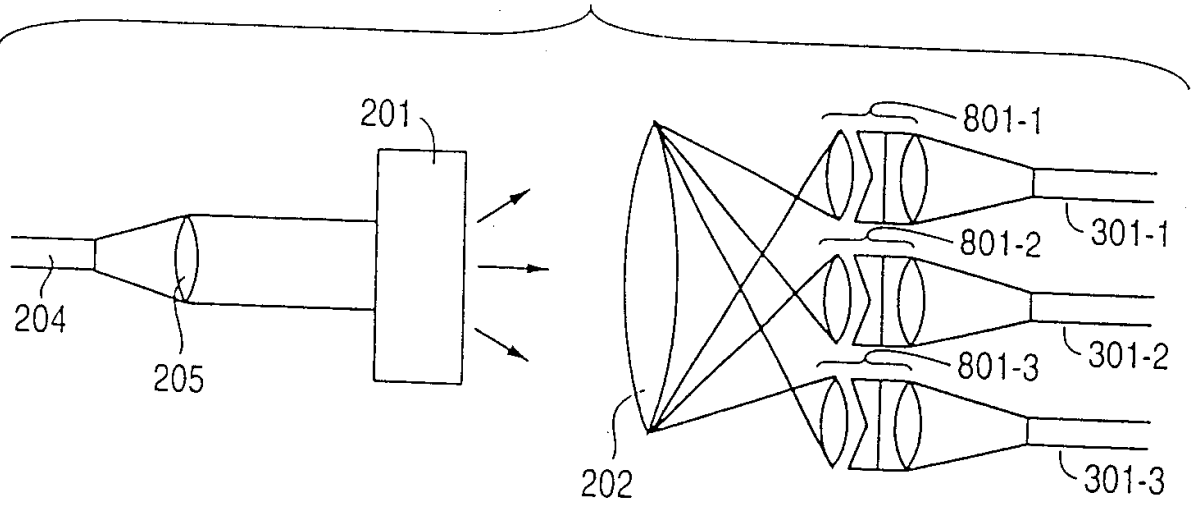


图 20

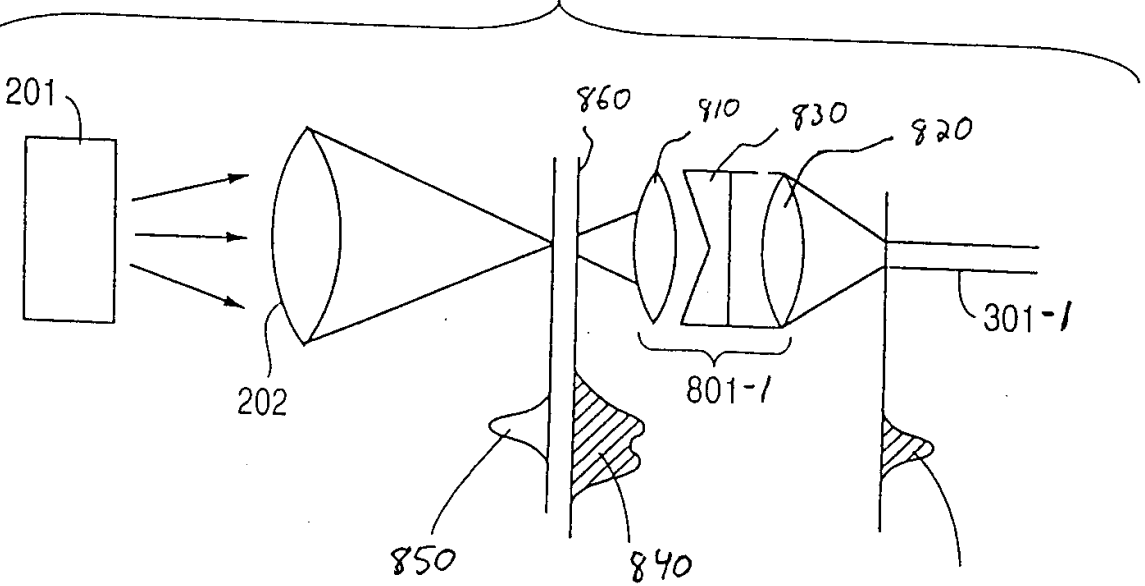


图 21

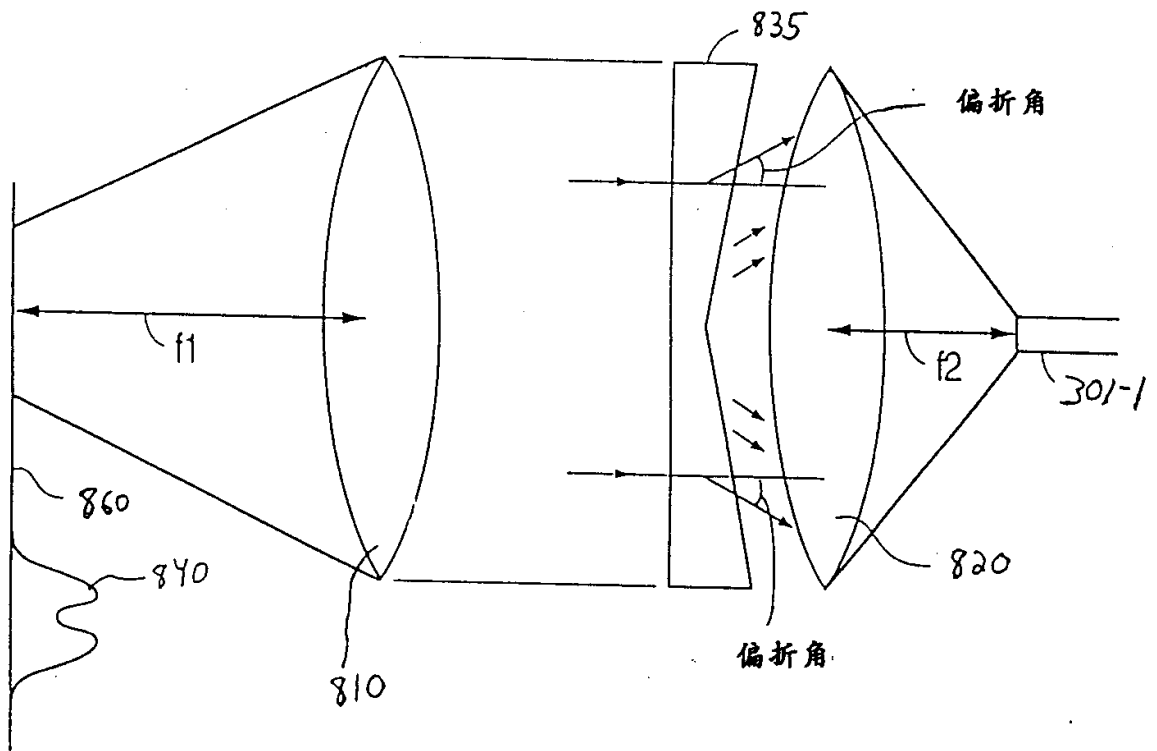


图 22

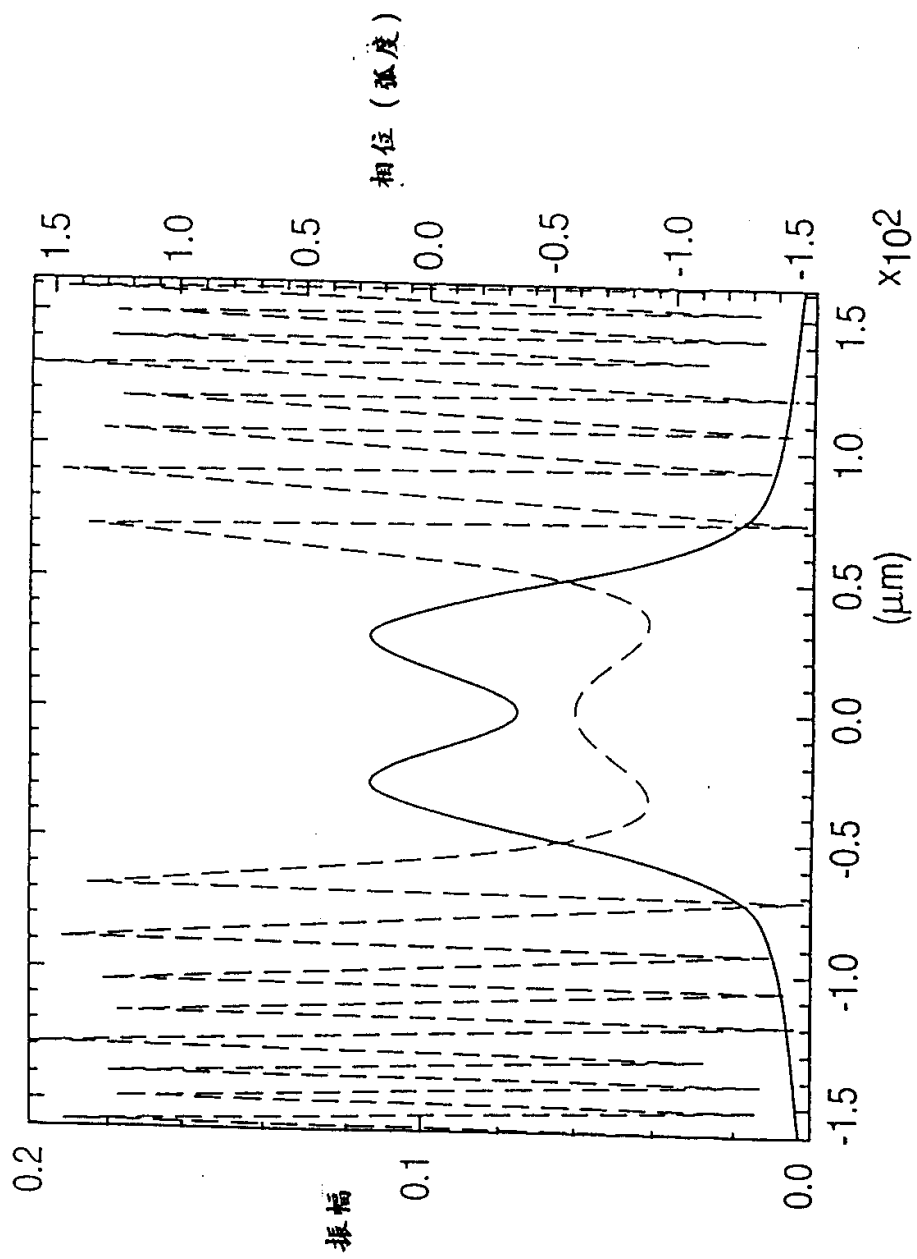


图 23

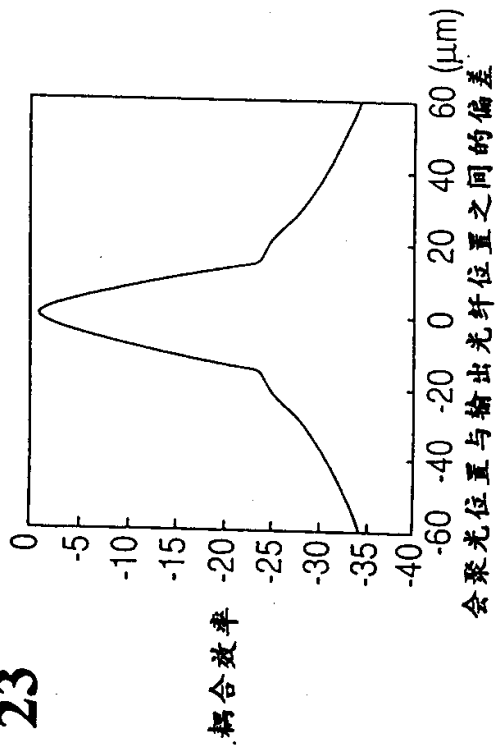


图 25

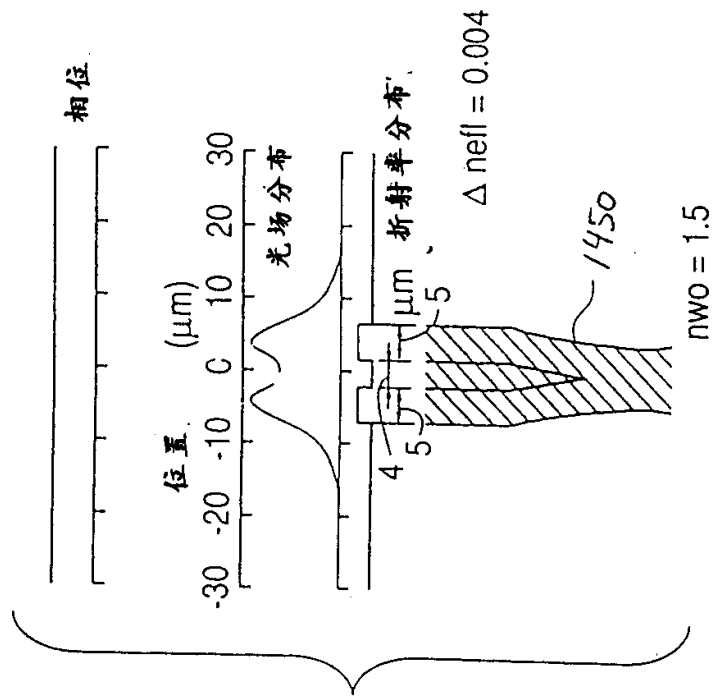
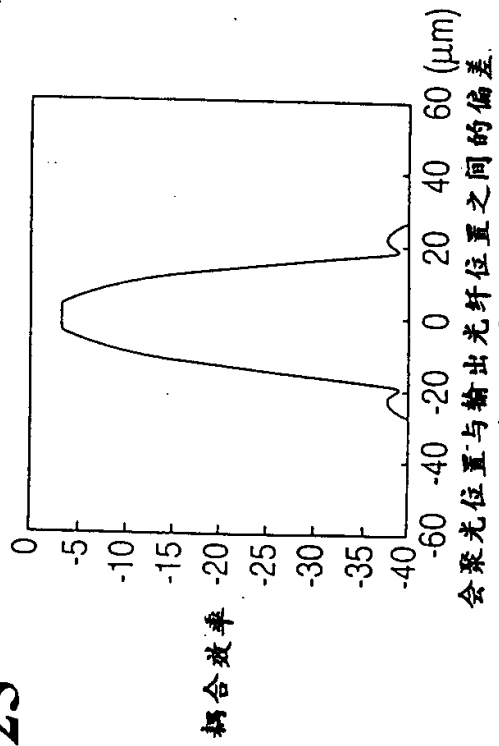


图 24

图 29

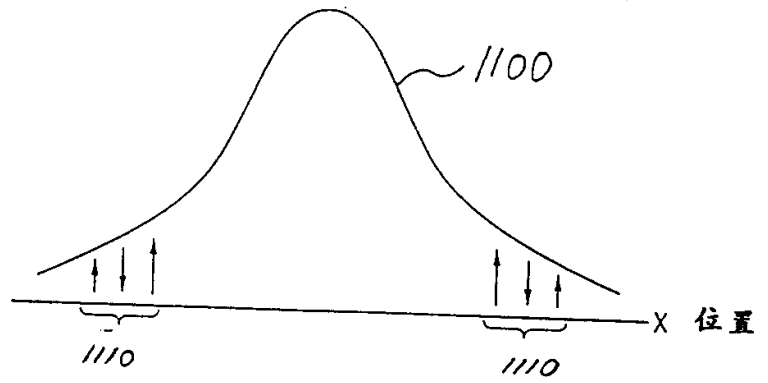


图 26

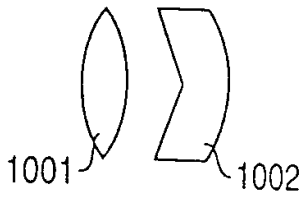


图 27

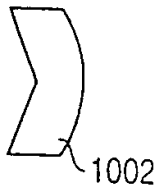


图 28

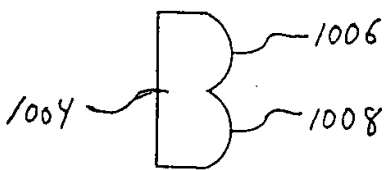


图 30

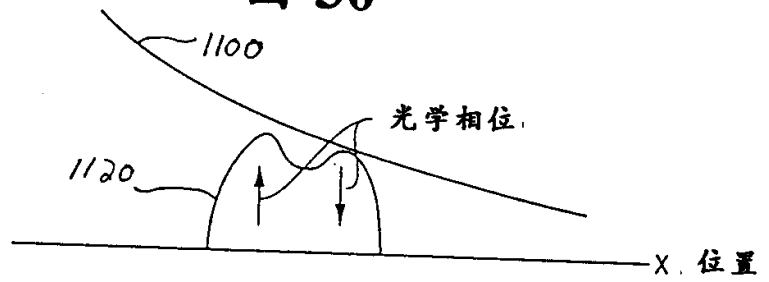


图 31

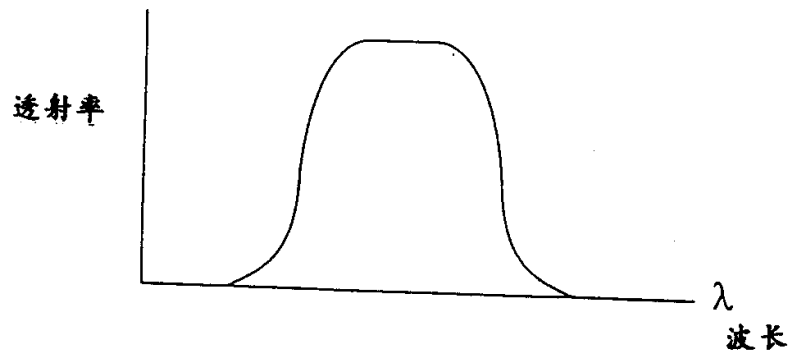


图 32

