



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03815026.3

[43] 公开日 2005 年 8 月 31 日

[11] 公开号 CN 1662835A

[22] 申请日 2003.5.29 [21] 申请号 03815026.3
 [30] 优先权
 [32] 2002. 5. 30 [33] US [31] 10/158,025
 [86] 国际申请 PCT/US2003/017183 2003. 5. 29
 [87] 国际公布 WO2003/102652 英 2003. 12. 11
 [85] 进入国家阶段日期 2004. 12. 27
 [71] 申请人 纳诺普托公司
 地址 美国新泽西州
 [72] 发明人 安格·尼科洛夫 斯蒂芬·Y·周

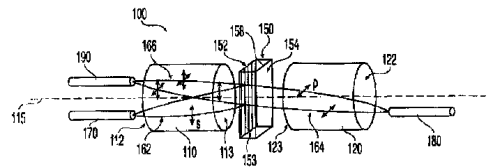
[74] 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限责任
 公司
 代理人 王允方 刘国伟

权利要求书 7 页 说明书 16 页 附图 14 页

[54] 发明名称 光学偏振光束组合器/分束器

[57] 摘要

本发明揭示一种用于组合两个正交偏振的光束 (162, 164) 或将一光束 (166) 分成两个正交偏振的光束 (162, 164) 的光学装置 (100), 其利用两个准直/聚焦透镜 (110, 120) 及一薄膜栅网偏振器 (150)。由于该薄膜栅网偏振器可制成非常薄的外形, 因而通过设置一薄膜栅网偏振器, 可使光学偏振光束组合器/分束器能够高度集成, 且同时可实现薄膜栅网偏振器优于现有技术偏振光束组合器/分束器中所用其他类型偏振器的众多性能优点。



- 1、一种光学偏振光束组合/分束装置，其包括：
 - 一用于载送一第一偏振光束的第一光束载体；
 - 一用于载送一第二偏振光束的第二光束载体，所述第二偏振光束的偏振与所述第一偏振光束的偏振正交；
 - 一第一及一第二准直/聚焦透镜，其均具有一朝内表面、一朝外表面及一光轴，所述两个准直/聚焦透镜同轴定向，以使其光轴共线对准从而界定所述装置的一光轴，并使其朝内表面相互面对；
 - 所述两个准直/聚焦透镜定位于所述第一与第二光束载体之间，且所述光束载体定位于与所述装置的光轴等距的位置上且相互同轴定向；
 - 一用于载送一非偏振光束的一第三光束载体，其与所述第一光束载体定位于所述两个准直/聚焦透镜的同一侧，且定位于相对于所述装置的光轴与所述第一光束载体等距的位置上；及
 - 一薄膜栅网偏振器，其位于所述第一与第二准直/聚焦透镜之间。
- 2、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述第一及第二光束载体为保偏光纤。
- 3、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述第三光束载体为一光纤。
- 4、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其进一步包括一第一套管及一第二套管；
 - 所述第一及第二光束载体为保偏光纤，而所述第三光束载体为一光纤，其中所述第一及第三光束载体固定于所述第一套管内，而所述第二光束载体则固定于所述第二套管内。
- 5、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网偏

振器设置于其中一个所述准直/聚焦透镜的朝内表面上。

6、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器包含纳米规模的薄膜栅网结构。

7、如权利要求6所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网具有一约为150 nm至250 nm的栅周期及一介于20%-50%之间的填充比。

8、如权利要求6所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网具有一约为50 nm至150 nm的栅周期及一介于25%-75%之间的填充比。

9、如权利要求6所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网具有一不大于300 nm的周期及一不大于50%的填充比。

10、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器所界定的一平面与所述装置的光轴正交。

11、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器所界定的一平面相对于所述装置的光轴以一非正交角度定向，从而使所述第一与第二光束载体无需与所述装置的光轴等距。

12、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其进一步包括：
至少另一组光束载体，其设置用于处理另一组光束。

13、如权利要求1所述的光学偏振光束组合/分束装置，其进一步包括：

一用于载送一非偏振光束的第四光束载体，其与所述第二光束载体定位于所述两个准直/聚焦透镜的同一侧且定位于相对于所述装置的光轴与所述第二光束载体等距的位置处，从而当通过所述第一及第二光束载体分别接受到两个正交偏振的入射光束时，所述薄膜栅网偏振器将所述两个偏振入射光束组合成一

可导向至所述第三及第四光束载体中至少之一的复合消偏振输出光束。

14、如权利要求 13 所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中通过围绕所述装置的光轴在一第一位置与一第二位置之间旋转所述薄膜栅网偏振器可使所述复合消偏振输出光束导向所述第三及所述第四光束载体中的至少之一；

所述第一位置由所述薄膜栅网偏振器的一取向界定，在所述第一位置上，所述薄膜栅网偏振器将会反射通过所述第一光束载体接收到的所述第一偏振入射光束并透射通过所述第二光束载体接收到的所述第二偏振入射光束，以将所述复合消偏振输出光束导向所述第三光束载体；及

所述第二位置由所述薄膜栅网偏振器的一取向界定，在所述第二位置上，所述薄膜栅网偏振器将会透射通过所述第一光束载体接收到的所述第一偏振入射光束并反射通过所述第二光束载体接收到的所述第二偏振入射光束，以将所述复合消偏振输出光束导向所述第四光束载体。

15、如权利要求 14 所述的光学偏振光束组合/分束装置，其中通过在所述第一与所述第二位置之间定位所述薄膜栅网偏振器，可在所述第三与所述第四光束载体之间分配所述复合消偏振输出光束。

16、如权利要求 13 所述的光学偏振光束组合/分束装置，其进一步包括一第一套管及一第二套管；

所述第一及第二光束载体为保偏光纤，而所述第三及第四光束载体为光纤，其中所述第一及第三光束载体固定于所述第一套管内，而所述第二及第四光束载体则固定于所述第二套管内。

17、一种光学偏振光束组合装置，其包括：

一用于提供一第一偏振入射光束的第一光源；

一用于提供一第二偏振入射光束的第二光源，所述第二偏振入射光束的偏振态与所述第一偏振入射光束的偏振态正交；

一第一及第二准直/聚焦透镜，其均具有一朝内表面、一朝外表面及一光轴，

所述两个准直/聚焦透镜同轴定向，以使其光轴共线对准从而界定所述装置的一光轴，并使其朝内表面相互面对；

所述两个准直/聚焦透镜定位于所述第一与第二光源之间，以使所述第一及第二偏振入射光束平行于所述装置的光轴导向；

一用于载送一非偏振光束的光束载体，其与所述第一光源定位于所述两个准直/聚焦透镜的同一侧；及

一薄膜栅网偏振器，其设置于所述第一与第二准直/聚焦透镜之间，以使所述第一偏振入射光来自所述薄膜栅网偏振器反射作为一反射光束并沿一相对于所述装置的光轴成一第一角度的第一路径传播穿过所述第一准直/聚焦透镜，而所述第二偏振入射光束则透射过所述薄膜栅网偏振器且沿所述第一路径传播穿过所述第一准直/聚焦透镜，从而与所述反射光束组合形成一复合输出光束，其中

所述光束载体设置于一使所述第一准直/聚焦透镜将所述复合输出光束聚焦入所述光束载体的位置处。

18、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述第一及第二光源为保偏光纤。

19、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述光束载体为一光纤。

20、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网偏振器设置于其中一个所述准直/聚焦透镜的所述朝内表面上。

21、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网偏振器包含纳米规模的薄膜栅网结构。

22、如权利要求 21 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网具有一约为 150 nm 至 250 nm 的栅周期及一介于 20 %-50 % 之间的填充比。

23、如权利要求 21 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网具有一约为 50 nm 至 150 nm 的栅周期及一介于 25% -75% 之间的填充比。

24、如权利要求 21 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网具有一不大于 300 nm 的栅周期及一不大于 50% 的填充比。

25、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述薄膜栅网偏振器相对于所述装置的光轴以一非正交角度定位，以使所述第一及第二光源无需与所述装置的光轴等距。

26、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述第一及第二光源为保偏光纤。

27、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其中所述光束载体为一用于载送一非偏振光束的光纤。

28、如权利要求 17 所述的光学偏振光束组合装置，其进一步包括：
至少另外一组光源及一光束载体，其设置用于处理另一组光束。

29、一种光学偏振光束分束装置，其包括：

一第一光束载体，其用于载送一具有一第一偏振态的第一分量输出光束；

一第二光束载体，其用于载送一第二分量输出光束，所述第二分量输出光束具有一与所述第一偏振态正交的偏振态；

一第一及第二准直/聚焦透镜，其均具有一朝内表面、一朝外表面及一光轴，所述两个准直/聚焦透镜同轴定向，以使其光轴共线对准从而界定所述装置的一光轴，并使其朝内表面相互面对；

所述两个准直/聚焦透镜定位于所述第一与第二光束载体之间；

一用于提供一非偏振入射光束的光束源，其与所述第一光束载体定位于所述两个准直/聚焦透镜的同一侧；

一薄膜栅网偏振器，其设置于所述第一与第二准直/聚焦透镜之间，以使所述入射光束的一第一分量输出光束自所述薄膜栅网偏振器反射并沿一相对于所述装置的光轴成一第一角度的第一路径传播穿过所述第一准直/聚焦透镜，且所述入射光束的一第二分量输出光束透射过所述薄膜栅网偏振器并沿一相对于所述装置的光轴成一第二角度的第二路径传播穿过所述第二准直/聚焦透镜；

所述第一及第二角度以所述装置的光轴为中心基本对称；

所述第一光束载体设置于一使所述第一准直/聚焦透镜将所述第一分量输出光束聚焦入所述第一光束载体内的位置处；以及

所述第二光束载体设置于一使所述第二准直/聚焦透镜将所述第二分量输出光束聚焦入所述第二光束载体内的位置处。

30、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述第一及第二光束载体为保偏光纤。

31、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述光源为一用于载送一非偏振光束的光纤。

32、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器设置于其中一个所述准直/聚焦透镜的所述朝内表面上。

33、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器包含纳米规模的薄膜栅网结构。

34、如权利要求 33 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网具有一约为 150 nm 至 250 nm 的栅周期及一介于 20 %-50 %之间的填充比。

35、如权利要求 33 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网具有一约为 50 nm 至 150 nm 的栅周期及一介于 25 %-75 %之间的填充比。

36、如权利要求 33 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网具有一不大于 300 nm 的栅周期及一不大于 50% 的填充比。

37、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其中所述薄膜栅网偏振器相对于所述装置的光轴以一非正交角度定位，从而使所述第一及第二光束载体无需与所述装置的光轴等距。

38、如权利要求 29 所述的光学偏振光束分束装置，其进一步包括：
至少另外一组光束载体及一光束源，其设置用于处理另一组光束。

光学偏振光束组合器/分束器

技术领域

本发明总体而言涉及光学偏振光束组合器/分束器，更具体而言，涉及利用一薄膜栅网偏振器的封装式光纤偏振光束组合器/分束器。

背景技术

光学偏振光束组合器/分束器可用于许多光通讯应用中，包括那些需要放大光学信号、较好分布偏振态、或将该二者相组合、或分离光束偏振的应用中。

图 1a 及 1b 显示一利用一偏振光束分束器立方体 7 的现有技术偏振光束组合器/分束器 (“PBC/S”) 装置的例子。在图 1a 所示的偏振光束分束器中，一入射光束从一第一光源（如位于图中左侧的光纤 1）进入。在经一第一准直/聚焦透镜 4 准直后，来自该第一光纤 1 的入射光束进入偏振分束器立方体 7。该偏振分束器立方体 7 能够将一具有任意偏振的光束分为两个具有正交偏振方向的单独光束。这些分裂光束中的一第一分裂光束从右侧射出且通过一第二准直/聚焦透镜 5 聚焦入（例如）一第二光纤 2。这些分裂光束中的一第二分裂光束则沿向上的方向射出且通过一第三准直/聚焦透镜 6 聚焦入（例如）一第三光纤 3。

在图 1b 所示的偏振光束组合器中，各光束的传播方向与图 1a 中相反，因而，此时第二及第三光纤 2' 及 3' 为光束输入光纤且其载有的偏振光束的偏振态界定分明而且彼此正交。此外，由于该第二及第三光纤 2' 及 3' 必须载有规定偏振态的偏振入射光束，因而其必须为保偏光纤。这两个入射光束在通过偏振分束器 7' 组合后，通过该第一光纤 1' 射出。图 1a 及 1b 所示的现有技术装置具有若干缺陷，比如因需要采用正交设置的光束而使整体装置尺寸偏大，且作为偏振分束器立方体之一特征，其消光率偏低。

图 2a 及 2b 显示一第二现有技术 PBC/S 装置，其中由一双折射晶体 17 作为偏振器来提供光束组合及分束功能。在图 2a 所示光偏振分束器中，来自一第一光源（例如光纤 11）的具有任意偏振的入射光在通过一第一准直/聚焦透镜 14

聚焦后，被分为两个具有正交偏振的光束。每一偏振光束分别通过（例如）第二及第三准直/聚焦透镜 15 及 16 聚焦入第二及第三光纤 12 及 13。

在图 2b 所示偏振光束组合器中，由第二及第三光纤 12' 及 13' 分别载送两个偏振入射光束。这两个偏振入射光束必须具有正交偏振态且其分别通过第二及第三准直/聚焦透镜 15' 及 16' 聚焦于双折射晶体 17' 上。然后，双折射晶体 17' 将这两个入射光束组合成一个输出光束，并由第一准直/聚焦透镜 14' 将该输出光束聚焦入第一光纤 11'。

但是，图 2a 及 2b 所示装置往往体积庞大。由于第二及第三光纤 12 及 13 位于双折射晶体 17 的同一侧，因而双折射晶体 17 之长度必须足以使该两个光束充分分离以接纳透镜 15 及 16。通常，此类用途的透镜直径约为 1.8 mm，此要求这两个光束之间的距离最少为 1.8 mm。此即要求双折射晶体的长度约为 18 mm。利用双折射晶体的光学 PBC/S 装置的另一缺陷在于双折射晶体可包容的入射角范围相对较窄。

图 3 显示另一现有技术偏振光束组合器，其中在准直/聚焦透镜 24 及 25 之间设置有一沃拉斯顿棱镜 30。该沃拉斯顿棱镜 30 用作偏振器来提供光束组合及分束功能。如同图 2a 及 2b 所示的现有技术装置一般，第二及第三光纤 22 及 23 均位于偏振滤光片的同一侧。来自第一光源（例如光纤 21）的一任意偏振入射光束在通过沃拉斯顿棱镜 30 成分光束 27 及 28 后聚焦入第二及第三光纤 22 及 23。第一光纤 21 界定该装置、透镜 24 及 25、以及沃拉斯顿棱镜 30 的光轴 29，且第二及第三光纤 22 及 23 之取向均使分光束 27 及 28 射出沃拉斯顿棱镜 30 的角度以光轴 29 为中心对称。因此，透镜 25 会将分光束 27 及 28 分别聚焦入以光轴 29 为中心对称设置的光纤 22 及 23 中。

通过使第二及第三光纤 22 及 23 使用保偏光纤，图 3 中的现有技术装置也可用作偏振光束组合器，以将通过第二及第三光纤 22 及 23 传输的两个正交取向的偏振光束组合为一个复合输出光束。

另一现有技术 PBC/S 装置是利用棱镜与一介电薄膜的组合。该种设计往往很庞大，从而会造成更高的插入损耗。此种类型装置的另一缺点是该介电薄膜需要一具有匹配折射率的涂层。该涂层通常使用一有机化合物来实现，这会限制装置所能处理的总功率。

又一现有技术偏振光束组合器为一熔接光纤波导。熔接光纤波导可提供最小的总体插入损耗，但在大多数设计中这两个通道具有不同的插入损耗，因而很难使其相匹配。熔接光纤波导偏振光束组合器的另一明显缺点是其工作波长范围极窄。通常，该范围为数纳米范围，而且增大该装置的带宽将导致插入损耗随之增大。

因此，需要一种具有相对较宽的工作波长范围、能够处理高功率光束、且能够使用一组准直光学元件来处理多于一组入射/输出光束的紧凑 PBC/S 装置。

发明内容

本发明提供一种采用一子波长栅网偏振元件且可封装于一高度集成的光学模块中的紧凑的光学 PBC/S 装置。更具体而言，本发明提供一种使用一薄膜栅网偏振器的紧凑的光学 PBC/S 装置。

在一该光学装置为一光束组合器的实施例，该光学 PBC/S 装置包括：一用于载送一第一偏振入射光束的第一光束载体（例如光纤）；一用于载送一第二偏振入射光束的第二光束载体，该第二偏振入射光束的偏振方向与该第一偏振入射光束正交；及一用于载送该装置的消偏振输出光束的第三光束载体，该消偏振输出光束为该第一及该第二偏振入射光束的复合光束。如在该技术领域众所周知，该第一及第二光束载体必须能够保持入射光束的偏振，以保证其中一入射光束具有 S 偏振态而另一入射光束具有 P 偏振态。保偏光纤便为此种光束载体的实例。该第三光束载体由于是用于载送复合消偏振输出光束，因而可为一标准光纤。

两个均具有一向内表面、一向外表面及一光轴的准直/聚焦透镜同轴定向，以使其光轴共线对准（由此界定该装置的光轴）并使其向内表面相互面对。这两个准直/聚焦透镜位于该第一及第二光束载体之间，且这些光束载体的取向使射入或射出这些光束载体的光束平行于该光学 PBC/S 装置的光轴传播。例如，当这些光束载体为光纤时，光纤的构造方式应使其光轴与该光学 PBC/S 装置的光轴平行。用于载送复合输出光束的该第三光束载体与该第一光束载体定位于这两个准直/聚焦透镜的同一侧，且其取向亦使射入或射出光束载体的光束平行于该光学 PBC/S 装置的光轴传播。

在这两个准直/聚焦透镜之间为一用于提供光束组合/分裂功能的薄膜栅网偏振器。当这两个偏振入射光束通过这些准直/聚焦透镜准直并到达该薄膜栅网偏振器后,在这些栅网相对这些入射偏振光为某一取向时,S偏振入射光束将受到该偏振器反射,而P偏振入射光束将透射过该偏振器。受到反射的S偏振光束及所透射的P偏振光束将组合成一复合消偏振输出光束并通过该第三光束载体射出。如果将该薄膜栅网偏振器的取向旋转90度,则P偏振光束将受到反射,而S偏振光束则会透射。

在该光束组合器实施例的一典型应用中,具有S及P偏振的两个入射光束由该第一及第二光束载体接收至该装置中。如果由该第一及第二光束载体分别接收S及P偏振光,则将该薄膜栅网偏振器适当定向,以使S偏振入射光束受到薄膜栅网偏振器反射并导向该第三光束载体。另一方面,P偏振入射光束将透射过该薄膜栅网偏振器且亦导向该第三光束载体,从而使所透射光束与所反射的S偏振光束组合形成一复合输出光束。

在本发明光束组合器的又一实施例中,该光学PBC/S装置设置有一第四光束载体,其与第二光束载体位于这两个准直/聚焦透镜的同一侧。该第四光束载体位于一关于该薄膜栅网偏振器所界定平面与第三光束载体互成镜像的位置上。在此实施例中,通过在两个可控制使两个S及P偏振入射光束中哪一入射光束受到反射、哪一入射光束发生透射的位置之间改变薄膜栅网偏振器取向,即可根据需要将经过组合的消偏振输出光束导向第三光束载体或第四光束载体。根据栅网偏振器所涉及的众所周知的光学原理,此处所涉及的薄膜栅网偏振器的两个位置相差90度旋转角度:以该光学PBC/S装置的光轴为中心使该薄膜栅网偏振器旋转90度。此外,通过在上述两个位置之间定位该薄膜栅网偏振器,可在第三及第四光束载体之间有控制地分配消偏振输出光束。

另外,可通过颠倒光束的传播方向而将本发明光学PBC/S装置用作偏振光分束器而非组合器。在此种应用中,将一具有任意偏振的入射光束输入第三光束载体中并由该薄膜栅网偏振器分解为两个正交偏振的光束。然后,将这两个输出光束将引导通过第一及第二光束载体。

由于薄膜栅网偏振器为一非常薄的光学元件,因而使用薄膜栅网偏振器可使整个光学装置非常紧凑且比现有技术装置简单。该种简化的设计可减少通过

该装置的插入损耗、缩小脚印、简化装配、提高制造成品率，并由此降低整个光学封装的成本。

另外，由于薄膜栅网偏振器具有优异的性能特性，因而本发明光学 PBC/S 装置还可提供优于现有技术光学 PBC/S 装置的光学性能。薄膜栅网偏振器可提供的优点中包括工作波长范围更宽及入射角范围更宽。

该薄膜栅网偏振器一般是通过在一光学透明的基底材料（例如 SiO_2 ）上制造薄膜栅网结构、作为一分立器件形成。但如果需要，亦可将薄膜栅网结构直接制造于其中一个准直/聚焦透镜的向内表面上，从而对光学 PBC/S 装置进行进一步集成。偏振器上的薄膜栅网结构较佳具有纳米规模的尺寸，由此可获得间距极其微小的子波长栅网以供用于高频应用中，例如用于组合或分裂红外线、可见光或紫外线范围内的光束。

附图说明

为更佳地了解本发明，应参阅在下文中结合附图所作的详尽说明，在附图中相同元件均具有相同编号，附图中：

图 1a 及 1b 显示一现有技术光学 PBC/S 装置的例子；

图 2a 及 2b 显示一现有技术光学 PBC/S 装置的第二例子；

图 3 显示一现有技术光学 PBC/S 装置的另一例子；

图 4 显示一包含有一薄膜栅网偏振器的本发明光学 PBC/S 装置实施例的示意性透视图；

图 5 为图 4 中薄膜栅网偏振器的单独视图；

图 6 为图 5 中薄膜栅网偏振器的俯视图，其描述在光束组合器应用中入射光束的入射角度；

图 7 为图 4 中装置的侧视图，其中光束方向表明该装置作光束组合器用；

图 8 显示图 4 中装置的另一实施例的侧视图，其中光束方向表明该装置作分束器用；

图 9 显示本发明的一实施例，其中已将两个光学 PBC/S 装置集成进一单一装置中；

图 10 显示本发明的另一实施例；

图 11a 至 11c 显示本发明的一实施例，其中薄膜栅网偏振器受到旋转致动；

图 12 为所计算出的穿过一金属栅网偏振器的偏振光的透射率及反射率的曲线图；及

图 13 显示一本发明的实施例，其中将光纤设置于套管中，由套管将光纤固定在预定位置及取向上。

这些图示仅为示意图并非按比例绘示。

具体实施方式

下文对本发明的详细说明仅作例解说明用，而不应视为将本发明限定为这些实例。

图 4 显示一根据本发明一实施例的光学 PBC/S 装置 100 的透视图。该本发明光学 PBC/S 装置可对等地用作偏振光束组合器及偏振分束器。本文将首先根据光学 PBC/S 装置 100 的光束组合工作模式进行阐述。该装置 100 包括一设置于一对准直/聚焦透镜 110 与 120 之间的薄膜栅网偏振器 150。在此例中，将薄膜栅网偏振器 150 显示为包括覆于一基底材料 158 上的薄膜栅网结构 153。

准直/聚焦透镜 110 及 120 可使用缓变折射率透镜。准直/聚焦透镜 110 及 120 设置为同轴结构以使其光轴相对准，从而界定该光学 PBC/S 装置的光轴 115。在此种结构中，缓变折射率透镜的向内表面 113 及 123 彼此相向而其向外表面 112 及 122 彼此相背。在缓变折射率透镜 110 的向外表面 112 侧上具有两个与该装置光轴 115 平行定向的光纤：一第一输入光纤 170 及一输出光纤 190。在准直/聚焦透镜 120 的向外表面 122 侧上具有一第二输入光纤 180。在光学 PBC/S 装置 100 拟用作光束组合器时，该第一及第二输入光纤 170 及 180 必须为保偏光纤。

图 5 及 6 显示图 4 所示光学 PBC/S 装置 100 中薄膜栅网偏振器 150 的光束组合/分束特性。覆于光学透明基底材料 158 的一侧上的薄膜栅网结构 153 构成一用于进行光束组合及分束的有效区域。该基底 158 是由玻璃或任何可透射所涉及的特定波长光束的材料制成。薄膜栅网结构 153 将始终反射其偏振方向平行于栅网的光束而透射其偏振方向与栅网正交的光束。偏振方向平行于栅网的光将会激发栅网中的电子振荡。这些振荡的电子将相干辐射，来自这些振荡电

子的组合电磁场即形成反射光束。具有此偏振方向的入射光束及反射光束二者都遵守自一固体金属表面发生反射的定律。

如果入射光束的偏振方向垂直于栅网方向且这些栅网足够薄，从而使入射光束的入射电磁场无法激发电子振动，则该入射光束将毫无改变地透射过这些栅网传输。对于此种偏振，该栅网的作用如同一介电质。因此，该栅网结构 153 的透射光轴垂直于这些栅网的方向。

为图解说明起见，图中将第一及第二偏振入射光束 162、164 及一复合消偏振输出光束 166 绘示为准直的单一光束。在此实施例中，薄膜栅网结构 153 的透射光轴 155 的定向方式使其反射来自第一输入光纤 170 的第一偏振入射光束 162。换言之，第一输入光纤 170 的慢轴（在图 5 中标识为 S）设置为与薄膜栅网结构 153 的透射光轴 155 正交。另一方面，第二保偏输入光纤 180 的慢轴（在图 5 中标识为 P）设置为与透射光轴 155 平行，以使第二偏振入射光束 164（其偏振态与第一偏振入射光束 162 正交）透射过薄膜栅网偏振器 150。其结果是，经反射的入射光束 162 及经透射的入射光束 164 组合形成一具有两种偏振态的复合消偏振输出光束 166。

图 6 为薄膜栅网偏振器 150 的俯视图，其显示入射及输出光束与 PBC/S 装置 100 的光轴 115 的角度关系。在此实施例中，薄膜栅网偏振器 150 所界定的平面与光轴 115 正交。具有 S 偏振态的第一偏振入射光束 162 受到薄膜栅网结构 153 反射，因而相对于光轴 115 的入射角 θ_1 与反射角 θ_3 相等。具有 P 偏振态的第二偏振入射光束 164 则在透射过该薄膜栅网偏振器的基底材料 158 及该薄膜栅网结构 153 后继续传播。通过将第二入射光束的入射角 θ_2 设置为与第一入射光束的入射角 θ_1 相等，经透射的第二入射光束将以 θ_3 角度射出薄膜栅网结构 153，从而与经反射的第一偏振入射光束 162 组合形成复合消偏振输出光束 166。薄膜栅网偏振器的一典型特征是其可在一宽广的入射角度范围内使用并保持最佳性能。

因为薄膜栅网结构 153 设置于基底材料 158 的其中一侧上，所以该栅网结构并非真正对称地位于两个准直/聚焦透镜 110 与 120 之间。但是，由于该薄膜栅网偏振器可制作地非常薄（一般小于 0.5 mm 厚），因而可显著地最大限度降低可能会由基底材料 158 引入的任何像差。

正如任何金属栅网偏振器一般，在该技术领域众所周知，薄膜栅网反射或透射一给定波长的光束的能力取决于该栅网的尺寸及基底材料的选择。对于一既定应用，可通过选择合适的栅网尺寸及材料来对栅网偏振器的透射及反射进行优化。

可在红外至紫外范围内最佳化工作的子波长薄膜栅网偏振器应为纳米规模结构，即其结构应为纳米尺寸。例如，为在红外光范围内最佳工作，薄膜栅网的周期较佳为 150 nm 至 250 nm，且金属光栅填充比为 20% - 40%。而为在可见光范围最佳工作，薄膜栅网的周期较佳为 150 nm 或更小，且填充比为 50% 或更小。美国专利第 6,288,840 号中即阐述了一可最佳地用于可见光应用的此一栅网偏振器的例子。

子波长薄膜栅网偏振器自身的制造已广为人知，无需在此再作赘述。金属栅网及金属栅网基底材料的材料选择亦为重要的考虑因素。应选择能够最大限度降低对特定工作波长的吸收的适合材料。例如，在 UV 范围中，大多数光学材料均会吸收大量光线，所以可能需要在低紫外线吸收性材料（例如熔融硅）上制成该薄膜栅网结构。但所属技术领域的技术人员应了解，在考虑上述因素之后，薄膜栅网偏振器即可最佳地用于红外线至 UV 范围。

图 7 为该光学 PBC/S 装置 100 的截面图，且下文将借助此图示对该装置用作一光束组合器进行阐述。在光束组合工作模式下，两个其偏振态互相正交的偏振入射光束 162 及 164 通过两个输入光纤 170 及 180 分别输入。如上文所述，这些输入光纤必须为保偏光纤。来自第一输入光纤 170 的第一偏振入射光束 162 在经过准直/聚焦透镜 110 准直后，从准直/聚焦透镜 110 的向内表面 113 射出。如上文参照图 5 及 6 所述，第一输入光纤 170 的取向必须使该光纤的慢轴与薄膜栅网偏振器 150 的透射光轴 155 正交。由此得到的第一偏振入射光束 162 在受到薄膜栅网偏振器 150 反射后重新进入准直/聚焦透镜 110，然后聚焦入输出光纤 190。

来自第二保偏光纤 180 的第二偏振入射光束 164 在通过准直/聚焦透镜 120 的准直后从准直/聚焦透镜 120 的向内表面 123 射出。该第二偏振入射光束 164 传播穿过准直/聚焦透镜 120 及薄膜栅网偏振器 150，并与经反射的第一偏振入射光束 162 耦合形成复合消偏振输出光束 166。但是，如同上文参照图 5 及 6 所

述, 为使第二偏振入射光束 164 透射过该薄膜栅网偏振器 150, 第二输入光纤 180 的取向必须使光纤的慢轴与薄膜栅网偏振器 150 的透射光轴 155 平行。

如上文参照图 6 所述, 为使这两个偏振入射光束 162 及 164 正确地耦合形成复合消偏振输出光束 166, 输入光纤 170 及 180 的位置必须使第一与第二入射光束 162 与 164 具有相等的入射角 θ_1 及 θ_2 , 且在该薄膜栅网结构 153 上的相同位置上交汇。

入射角 θ_1 及 θ_2 分别取决于入射光束 162 及 164 在准直/聚焦透镜 110 及 120 的向内表面 113 及 123 处的出射角。由于准直/聚焦透镜 110 及 120 为缓变折射率透镜, 因而这些出射角分别取决于输入光纤 170 及 180 偏离准直/聚焦透镜 110 及 120 的光轴 115 的距离 172 及 182。偏移距离越大, 则出射角度也越大, 而且入射角 θ_1 及 θ_2 也将相应的增大。因此, 为使输入光纤 170 与输出光纤 190 之间正确对准, 如果输入光纤 170 的偏移距离 172 设置得较大, 则输出光纤 190 的偏移距离 192 必须相应地设置为相同的较大值, 其原因在于由此形成的入射光束 162 的入射角 θ_1 及经反射的输出光束 166 的反射角 θ_3 都将较大。此时, 为实现结构内的对称性, 需要将第二输入光纤 180 的偏移距离 182 亦设置为与偏移距离 172 相一致, 以便将来适当地调整第二入射光束 164 的入射角 θ_2 使两个入射光束 162 及 164 在薄膜栅网偏振器 150 处正确耦合。

所属技术领域的技术人员应了解, 通过转换光纤 170、180 及 190 的输入/输出角色并颠倒所涉及光束的传播方向, 可将光学 PBC/S 装置 100 的同一构造用作一光束分束器。

图 8 即显示此一光学 PBC/S 装置 200, 其绘示在分束器工作模式下所涉及输入及输出光束的传播方向。通过一输入光纤 290 提供一具有任意偏振方向的入射光束 266。该入射光束 266 在通过一第一准直/聚焦透镜 210 进行准直后从该准直/聚焦透镜 210 的向内表面 213 射出。当该入射光束 266 遇到薄膜栅网偏振器 250 时, 根据参照图 5 及 6 所述的光学原理, 入射光束 266 中具有 S 偏振态的一分量将受到薄膜栅网偏振器 250 反射作为一输出光束 262。该偏振输出光束 262 传播穿过第一准直/聚焦透镜 210 并聚焦入一第一输出光纤 270, 该第一输出光纤 270 相对于光轴 215 适当定位, 以与经聚焦的输出光束 262 对准。入射光束 266 中具有 P 偏振态的一分量将透射过该薄膜栅网偏振器 250 作为一输

出光束 264。该偏振输出光束将传播穿过一第二准直/聚焦透镜 220 且聚焦入一输出光纤 280 中，该输出光纤 280 相对于光轴 215 适当定位，以与经聚焦的输出光束 264 对准。在分束器工作模式下，输出光纤 270 及 280 无需为保偏型光纤。

与在某些现有技术光学 PBC/S 装置中所用的诸如分束器立方体及沃拉斯顿棱镜等大体积光学元件不同，薄膜栅网偏振器通常可包容更广泛范围的入射角 θ_1 及 θ_2 。此又使输入及输出光纤可以相对较大的偏移距离 172、182 及 192 来定位。在一所制作尺寸最适用于红外应用的薄膜栅网偏振器中，在入射角高达约 20 度时，使用者也未能测量到该偏振器的性能出现明显降低。本发明该方面的一个优点是：多于一组输入及输出光纤可仅配备一组光学元件，从而能够使用一组光学元件来多工复用若干光学信号。

图 9 表示一具有两组输入及输出光纤的本发明实施例。光纤 370、380 及 390 代表一组输入/输出光纤，且光纤 370a、380a、及 390a 代表一第二组输入/输出光纤。根据上文参照图 4-8 所述，每一组光纤均可单独用来组合两个正交偏振的光束或将一任意偏振的光束分裂为两个正交偏振的分光束。例如，通过光纤 390a 接收到的一任意偏振的入射光束将被薄膜栅网偏振器 350 分裂为两个偏振的分光束并通过光纤 380a 及 370a 射出。同时，通过光纤 370 及 380 接收到两个正交偏振入射光束，这两个正交偏振入射光束将在经过薄膜栅网偏振器 350 组合成一复合光束后通过光纤 390 射出。如上所述，对于光束组合工作模式，所涉及的该两个输入光纤必须为保偏光纤。实际上，可将两个在功能上独立的光学 PBC/S 装置集成于一个封装内。所属技术领域的技术人员应了解，可根据准直/聚焦透镜 310 及 320 的直径来提供多组输入及输出光纤，由此使所封装的光学装置具有更高的功能集成度。

图 10 显示图 9 所示光学 PBC/S 装置的又一构造。图 10 所示的光学 PBC/S 装置 400 也配备有两组输入/输出光纤。但在此实施例中，光纤的配置方式使装置两侧上的光纤数量相同。光纤 470、480、及 490 代表一第一组输入/输出光纤，且光纤 470a、480a、及 490a 代表一第二组输入/输出光纤。如同图 9 中的光学 PBC/S 装置一般，每一组光纤均可单独用来组合两个正交偏振的光束或将一任意偏振的光束分裂为两个正交偏振的分光束。

图 11a 及 11b 所示光学 PBC/S 装置 500 显示了本发明光学 PBC/S 装置所实现的另一优点。该光学 PBC/S 装置 500 具有一位于两个准直/聚焦透镜 510 与 520 之间的薄膜栅网偏振器 550。设置有三条输入/输出光纤 570、580 及 590，其配置方式使该装置可分别根据上文参照图 7 及 8 所示光学 PBC/S 装置 100 及 200 所述原理来用作一分束器或光束组合器。但在光学 PBC/S 装置 500 中，增加了一第四光纤 593。该光学 PBC/S 装置 500 的配置方式使该第四光纤 593 的位置与光纤 590 关于由薄膜栅网偏振器 550 上薄膜栅网所界定的平面互成镜像。

通过提供第四光纤 593，该 PBC/S 装置 500 可实现其他功能。在此图例中，该光学 PBC/S 装置 500 设置为一基本的光束组合器，其中通过输入光纤 570 及 580 分别接收两个正交偏振的入射光束 562 及 564（分别为 S 及 P 偏振）。该薄膜栅网偏振器 550 定向于其第一位置上，在该位置上，其将反射 S 偏振的入射光束 562 并透射 P 偏振的入射光束 564。结果，如图 11a 所示，经反射的入射光束及经透射的入射光束组合形成一复合的消偏振输出光束 566a，该复合的消偏振输出光束 566a 传播穿过准直/聚焦透镜 510 并聚焦入输出光纤 590。

根据本发明，通过以光学 PBC/S 装置 500 的光轴 515 为中心相对于基本的光束组合器构造旋转该薄膜栅网偏振器 550，可使该复合消偏振输出光束的一部分或全部改向至第四光纤 593。图 11b 显示的 PBC/S 装置 500 中，薄膜栅网偏振器 550 已以光轴 515 为中心相对于图 11a 所示的基本光束组合器构造旋转了 90 度而进入其第二位置，因而薄膜栅网偏振器 550 的透射光轴此时旋转了 90 度。根据参照图 4-6 所描述的原理，此将转换薄膜栅网偏振器反射及透射这两个偏振入射光束的能力，因而此时其将透射来自输入光纤 570 的 S 偏振入射光束而反射来自输入光纤 580 的 P 偏振入射光束。此时，所得到的复合消偏振输出光束 566b 将通过第四光纤 593 射出该光学 PBC/S 装置 500。因此，用户可通过在第一与第二位置之间旋转该薄膜栅网偏振器来选择性地将该复合的消偏振输出光束导向两个光纤 590 及 593 之一。当需要时，可通过使用一可以该装置的光轴 515 为中心自动旋转薄膜栅网偏振器 550 的适当致动机构来配置该光学 PBC/S 装置，从而自动完成该作业。

另外，在本实施例中，可通过在上述两个位置之间定位薄膜栅网偏振器 550，在输出光纤 590 与 593 之间选择性地分配该输出光束。与其他类型的偏振器不

同，当栅网的透射光轴相对于入射光束偏振态定向于 0 至 90 度之间的某一角度时，金属栅网偏振器，例如本文所述的薄膜栅网偏振器，可部分地反射并透射偏振光束的其余部分。换言之，该薄膜栅网偏振器的透射光轴介于在上文所述的界定 S 及 P 偏振态的最佳反射及透射的第一及第二位置之间。图 11c 所显示的 PBC/S 装置 500 中，薄膜栅网偏振器 550 相对于图 11a 所示的基本光束组合器构造旋转了一 δ 角度，该旋转角度 δ 为 0 至 90 度之间的某一角度。由于在基本的光束组合器构造中，薄膜栅网偏振器 550 的取向会使 S 偏振光束最大程度地受到反射并使 P 偏振光束最大程度地透射，因而偏移一介于 0 至 90 度之间的 δ 角将造成该入射光束部分地反射及透射。

随着角度 δ 在 0 至 90 度之间改变，一既定的偏振入射光束中受到反射的部分与透射部分的比例也随之连续改变。当薄膜栅网偏振器 550 以光学 PBC/S 装置 500 的光轴 515 为中心的旋转角度 δ 介于 0 至 90 度之间时，栅网偏振器 550 的透射光轴将不再与这两个入射光束的任何偏振态对准。此会使栅网偏振器 550 的透射光轴偏离用于反射来自光纤 570 的 S 偏振入射光束及透射来自光纤 580 的 P 偏振光束的最佳条件。结果是，每一入射光束均受到薄膜栅网偏振器 550 部分反射及透射，并耦合至输出光纤 590 及 593。

为同时实现从输入光纤 570 及 580 至两个输出光纤 590 及 593 的最有效光耦合，该薄膜栅网偏振器的栅网结构在理想情况下必须关于两个准直/聚焦透镜 510 及 520 对称设置，而且这两个准直/聚焦透镜之间的间隙必须保持最小。如上文结合图 4 至 6 所述，由于薄膜栅网偏振器可在非常薄（一般小于 0.5 mm）的基底材料上制成，所以本发明的光学 PBC/S 装置可基本满足这些条件。

图 12 所示曲线图表示此种部分反射/透射效应。在该曲线图中，将所计算的通过一薄膜栅网偏振器反射及透射的光束的功率水平绘示为旋转角 δ 的函数。其中，Y 轴表示输出光束的归一化功率水平，X 轴表示入射光束的偏振取向与栅网方向之间的角度（对于一 S 偏振入射光束为 δ ；对于 P 偏振入射光束为 $(90 - \delta)$ ）。如该曲线图所示，对于一既定角度 δ ，P 及 S 偏振的入射光束分别由一金属栅网偏振器成反比例地分裂为两个分输出光束（一反射光束及一透射光束）。反射输出光束的功率水平遵循基本的 \cos^2 函数，而透射输出光束的功率水平则遵循基本的 \sin^2 函数。因此，尽管在穿过该薄膜栅网偏振器时存在一定的可忽

略的功率损失，对于任一既定角度 δ ，这两个分输出光束的功率水平在归一化刻度上的和总为1。而且，只要这两个入射光束具有相等的功率水平，光纤590及593内的复合消偏振输出光束将始终在S及P偏振之间处于均等平衡状态。

该种部分反射/透射效应的又一实际寓意在于，通过使薄膜栅网偏振器550的旋转角度 δ 保持较小，可将第四光纤593用作一抽取端口，以抽取出该光束组合器的输出光束的一小部分来监测功率水平。当旋转角度 δ 较小时，在来自光纤570的S偏振入射光束的大部分受到反射的同时，其一小部分将透射穿过薄膜栅网偏振器550并聚焦入第四光纤593中。同样，在来自光纤580的P偏振入射光束的大部分透射的同时，相同的一小部分P偏振入射光束将受到薄膜栅网偏振器550反射并亦聚焦入第四光纤593中。因此，聚焦入第四光纤593中的输出光束也为一复合光束，其由与在输出光纤590处所观测到的主输出光束具有相同比例的S及P偏振分光束构成，且根据图12所示曲线图，在第四光纤593处观测到的组合输出光束的功率水平与主输出光束的功率水平成正比。因此，第四光纤593可用于抽取出组合输出光束的一小部分，以监测其功率水平。可将所抽取出的输出光束转移至一光探测器来实现此目的。尽管现有技术光束组合器中通常抽取输出光束来监测输出光束的功率水平，但是其需要使用附加的分束硬件来抽取输出光束。因此，本发明的光学PBC/S装置由于无需使用附加硬件来抽取输出光束，因而可显著提高所封装光学PBC/S装置的集成度。

所属技术领域的技术人员应了解，光学PBC/S装置500中的薄膜栅网偏振器550可永久性地构造为提供一用于抽出一主组合输出光束的一固定部分的抽取端口，或者，可构造有一旋转的致动机构。通过将薄膜栅网偏振器550附装至一旋转的致动机构，即可将输出光纤590及593之一处输出光束的功率水平微调到一期望水平。此种能够提供可变输出功率的能力使人们在期望对组合光束输出功率进行控制的情况下无需使用附加的可变光衰减器。

如图12所示曲线图所示，当该薄膜栅网偏振器的旋转角度 δ 为45度时，偏振入射光束会对等地分为两个分输出光束。因此，通过输入两个具有相等功率水平的正交偏振的入射光束562及564，即可得到两个具有相同输出功率的消偏振的输出光束。此尤其适用于光学放大器应用。在例如分布式增益拉曼放大器等光学放大器中，一具有两个相等功率的消偏振光的抽运方案对于减少噪声及

优化放大而言非常重要。

在本发明光学 PBC/S 装置的又一应用中，可将该光学 PBC/S 装置与一光纤布拉格光栅一同用来同时锁定两个抽运激光器。使用本发明的光学 PBC/S 装置 500，可将来自两个抽运激光器的正交偏振光束组合为一消偏振光束。在此种应用中，光学 PBC/S 装置 500 构造用于抽取出一小部分穿过第四光纤 593 的输出光束并与一光线布拉格光栅耦合。然后，该光纤布拉格光栅将该频谱中的一窄频带反射回该光学 PBC/S 装置内，并由该光学 PBC/S 装置投送回至这两个抽运激光器。此种光学反馈用于将这两个抽运激光器的波长锁定为该光纤布拉格光栅的中心波长。

当图 11a-11c 中的光学 PBC/S 装置 500 用于分束器模式时，会实现提供第四光纤 593 的另一优点。在此种模式下，输入光束可通过光纤 590 或 593 之一接收到，且可通过在两个相隔 90 度的位置之间旋转薄膜栅网偏振器 550 来选择这两个光纤 570 及 580 中哪一光纤应输出 S 或 P 偏振输出光束。例如，如果该输入光束是通过光纤 590 接收到，则通过使薄膜栅网偏振器 550 定向为其透射光轴与一 S 偏振光束的偏振取向正交，则薄膜栅网偏振器 550 将反射该入射光束中的 S 偏振分量并将其导向光纤 570。同时，薄膜栅网偏振器 550 将透射该入射光束中的 P 偏振分量并将其导向光纤 580。通过将薄膜栅网偏振器 550 旋转 90 度，可使 S 及 P 偏振光束的输出位置在光纤 570 与 580 之间转换。

图 13 显示本发明的又一实施例，其中光学 PBC/S 装置 600 利用了薄膜栅网偏振器具有可包容一更宽广入射角范围的能力此一优点。光学 PBC/S 装置 600 构造为可适应输入及输出光纤的非对称定位。装置 600 设置有一基本光纤组 670、680 及 690。当装置 600 用作一光束组合器时，光纤 670 及 680 用作输入光纤而光纤 690 则用作输出光纤。当装置 600 用作一分束器时，该三条光纤会交换其输入/输出角色。在上文所述的各本发明实施例中，该薄膜栅网偏振器始终相对于该光学 PBC/S 装置的光轴正交定位，且各光纤以该光学 PBC/S 装置的光轴为中心对称定位，以保证该些光束对准且正确聚焦入相应的光纤。该薄膜栅网偏振器的正交取向也保证了其所在的这两个准直/聚焦透镜之间的间距尽可能小，以使该光学 PBC/S 装置获得最紧凑的结构。但是在此实施例中，容许该薄膜栅网偏振器相对该光学 PBC/S 装置的光轴偏离正交取向，以包容光纤 670、680 及

690 的非对称布置。

如图 13 所示, 光纤 670、680 及 690 未以光轴 615 为中心对称定位。光纤 670 及 690 各自的偏移距离 672 与 692 也不相等。然而, 各光纤的此种非对称定位可通过将薄膜栅网偏振器 650 倾斜一倾斜角度 α 来进行补偿。由于薄膜栅网偏振器 650 相对薄(一般小于 1.0 mm), 因而在倾斜偏振器时可不必显著增加这两个准直/聚焦透镜 610 与 620 之间的距离。所属技术领域的技术人员应了解, 该薄膜栅网偏振器及准直/聚焦透镜的实际尺寸将决定为容纳一既定倾斜角度 α 而需要的两个准直/聚焦透镜之间的间距。但是, 由于该薄膜栅网偏振器远薄于现有光学 PBC/S 装置所使用的偏振器, 因而本发明的光学 PBC/S 装置可更佳地包容输入/输出光纤的非对称定位且不会牺牲该光学 PBC/S 装置的总体紧凑性。

由于偏移距离 672 小于偏移距离 692, 因而假若薄膜栅网偏振器 650 正交定位, 则入射光束 662 在准直/聚焦透镜 610 向内表面 613 处的出射角将过小, 因而经反射的输出光束 666 将不会聚焦入输出光纤 690 中。但是, 通过对薄膜栅网偏振器 650 的倾斜角度 α 进行调整, 可使入射光束 662 以一正确角度反射回准直/聚焦透镜 610 内并聚焦入输出光纤 690 中。本发明的此一方面提供了在可能不容许各光纤对称设置的应用中使用该光学 PBC/S 装置的灵活性。

在所述技术领域中众所周知, 在光学 PBC/S 装置中, 可将光纤固定于具有预定构造的套管中以易于操作光纤。通过将光纤固定于套管中, 会简化使光纤相对光学 PBC/S 装置的光轴正确对准的操作。本文所述的本发明 PCB/S 装置各实施例也可容易地配置有此种用套管安装的光纤作为输入/输出光束载体。每一套管均可构造用于固定至少一对光纤, 其中一条光纤为保偏光纤而另外一条为标准光纤。此会使在该 PBC/S 装置的每一端均有至少一条保偏光纤可用作输入/输出光束载体(此取决于该 PBC/S 装置是用作光束组合器还是分束器)。该保偏光纤可以预定取向固定于其各自的套管中以易于使用, 从而在其安装至 PBC/S 装置上时其光轴互相正交。

与使用体积庞大的光学元件的现有技术光学 PBC/S 装置相比, 本发明光学 PBC/S 装置的一主要优点是可在一紧凑尺寸中提供偏振功能, 其原因是该薄膜栅网偏振器可容易地制成为具有亚毫米范围的厚度而非体积庞大的光学元件所具有的毫米尺寸。另外, 利用例如纳米转印显影等此类最近开发出的技术, 可

以较其他显影技术更成本有效的方式制成具有亚微米尺寸的薄膜栅网结构。关于此种亚微米规模栅网结构的制造，阐述于由 ZHAONING YU, PARU DESHPANDE, WEI WU, JIAN WANG, 及 STEPHEN Y. CHOU 所著的“基于一使用纳米转印显影技术制造的堆叠式双层子波长金属光栅结构的反射偏振器 (Reflective Polarizer Based on a Stacked Double-Layer Subwavelength Metal Grating Structure Fabricated Using Nanoimprint Lithography)” (APPL. PHYS. LETT. Vol.77, No.7,927 (2000年8月14日)) 中。

使用纳米转印显影技术，可轻松地在厚度范围约为 200 至 1000 μm 的基底上制成薄膜栅网偏振器。因此，本发明光学 PBC/S 装置中两个准直/聚焦透镜之间所需要的间距远小于使用毫米尺寸的庞大光学元件的现有技术装置。对于一厚度为 500 μm 的薄膜栅网偏振器而言，其准直/聚焦透镜之间的间隙可小达 500 μm 。因此，根据本发明，可提供一种远小于现有技术封装式光学 PBC/S 装置的极其紧凑的光学 PBC/S 装置。

另外，也可实现一性能优点：准直/聚焦透镜之间的间隙变小会降低由准直/聚焦透镜之间的衍射所造成的该装置的插入损耗。就此而言，甚至还可通过直接将薄膜栅网结构设置于其中一个准直/聚焦透镜的向内表面上，来作进一步改良。由此即无需为薄膜栅网结构使用一单独的基底材料，且可将准直/聚焦透镜之间的间距减少至该薄膜栅网结构的厚度，即 1 μm 或更小。

可根据上文的教示内容作出众多种修改及改动。本文所选择及描述的实施例旨在对本发明的原理及其实际应用进行最佳阐述，从而使所属技术领域的其他技术人员能够最佳地利用本发明、其各种实施例及适用于所涵盖具体应用的各种修改形式。本发明的范围欲由随附权利要求书及其等价范围来界定。

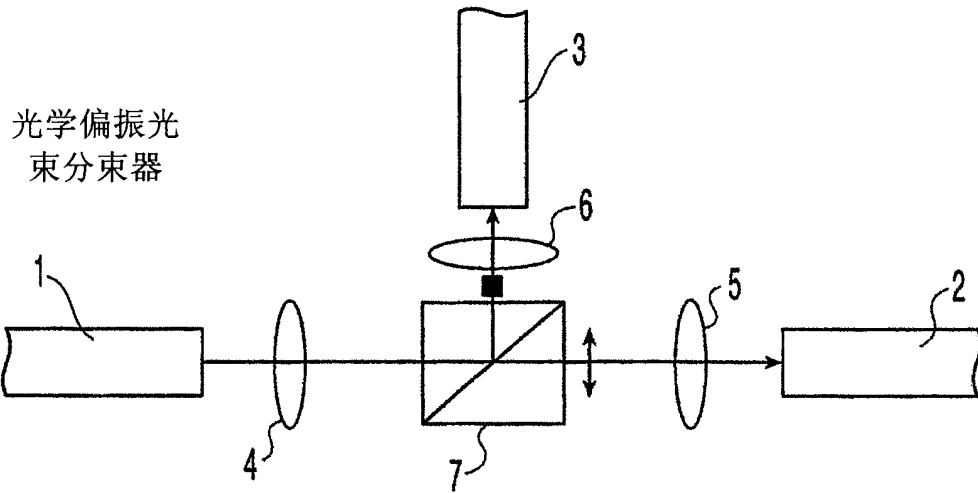


图 1a
(现有技术)

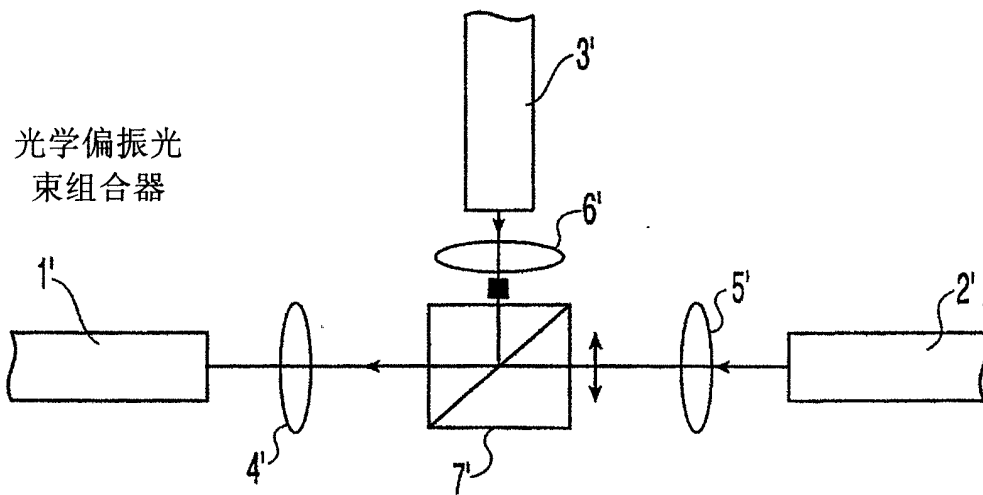


图 1b
(现有技术)

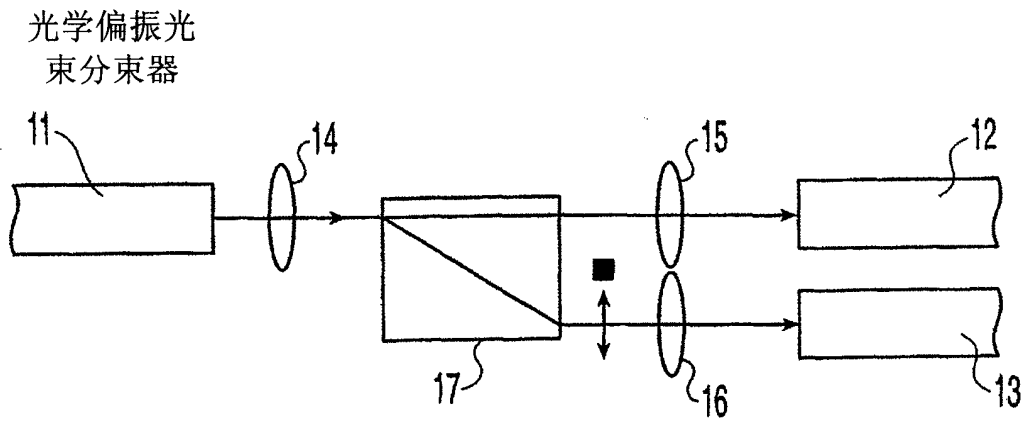


图 2a
(现有技术)

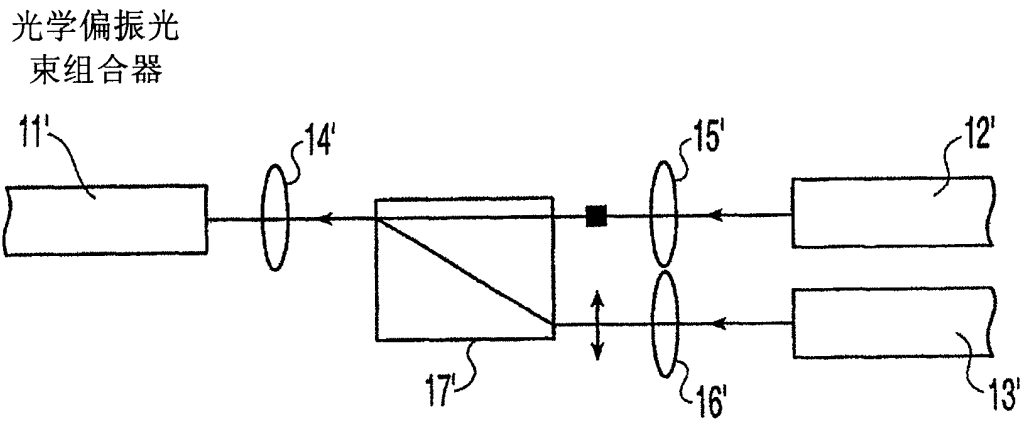


图 2b
(现有技术)

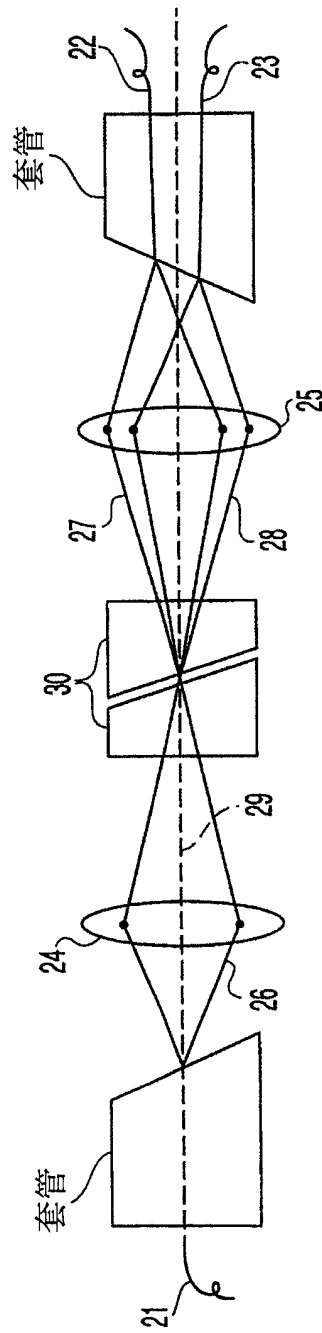


图 3
(现有技术)

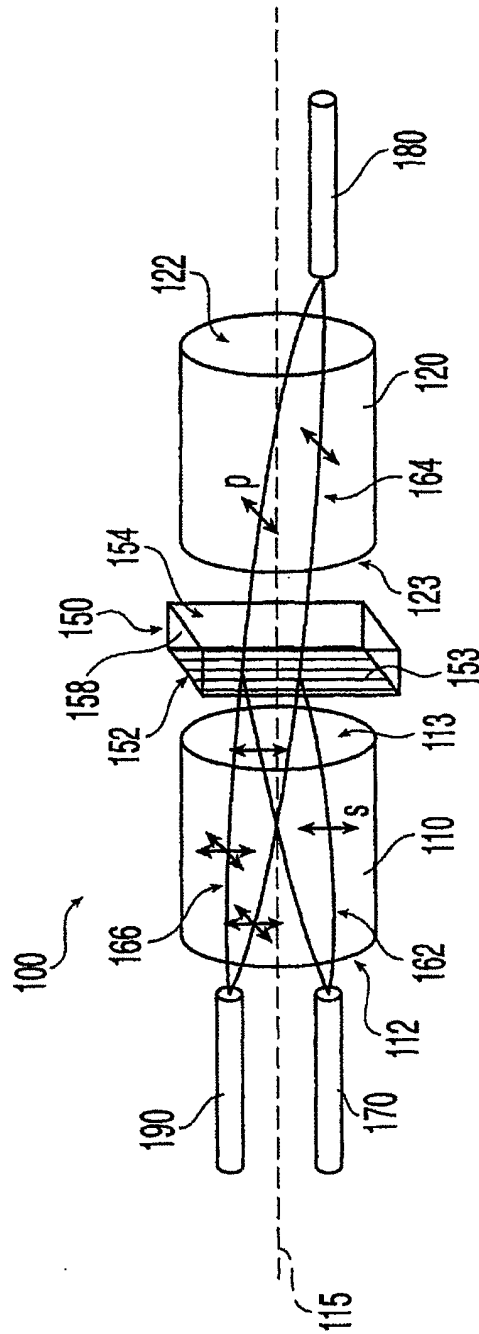


图 4

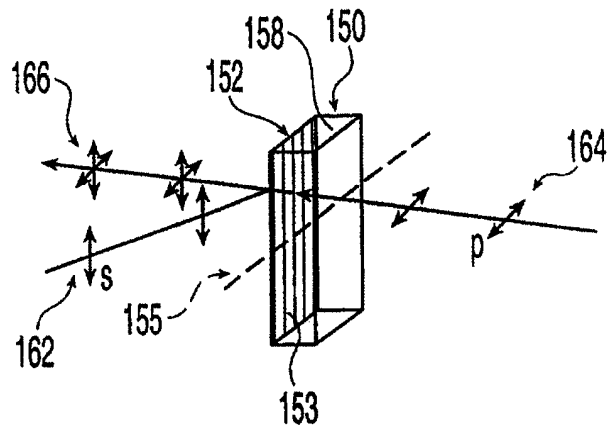


图 5

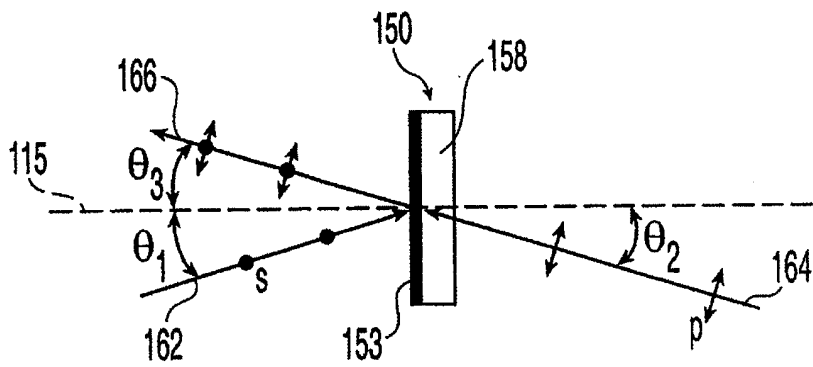


图 6

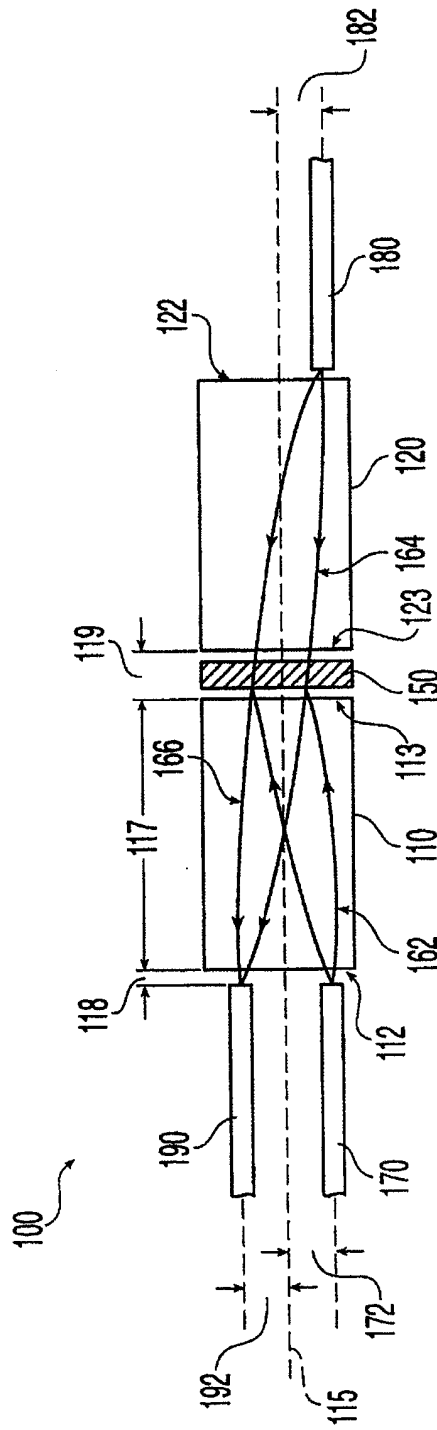


图 7

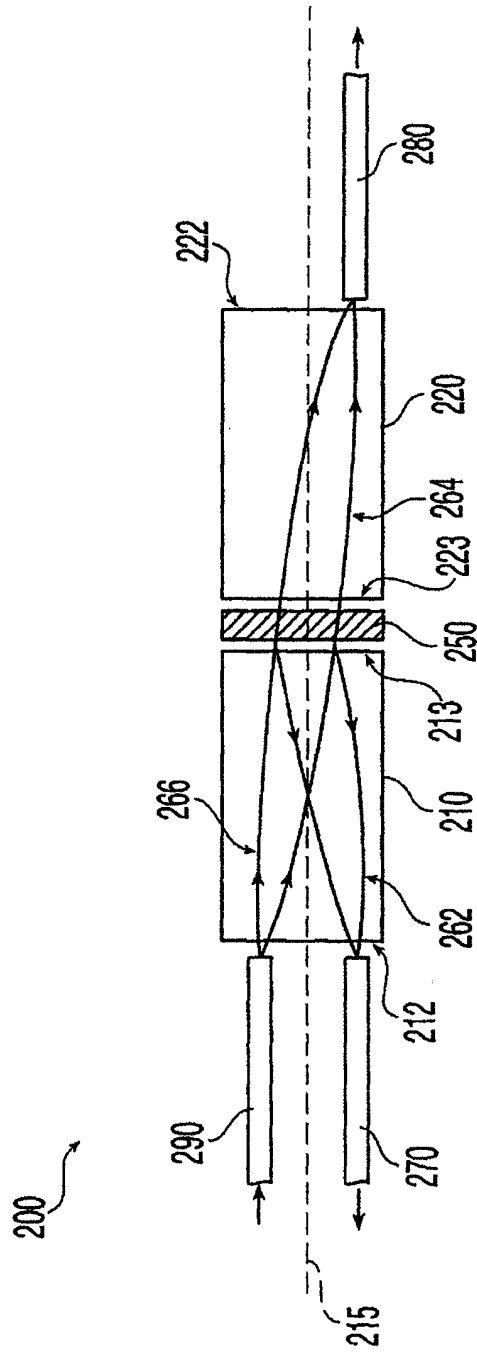


图 8

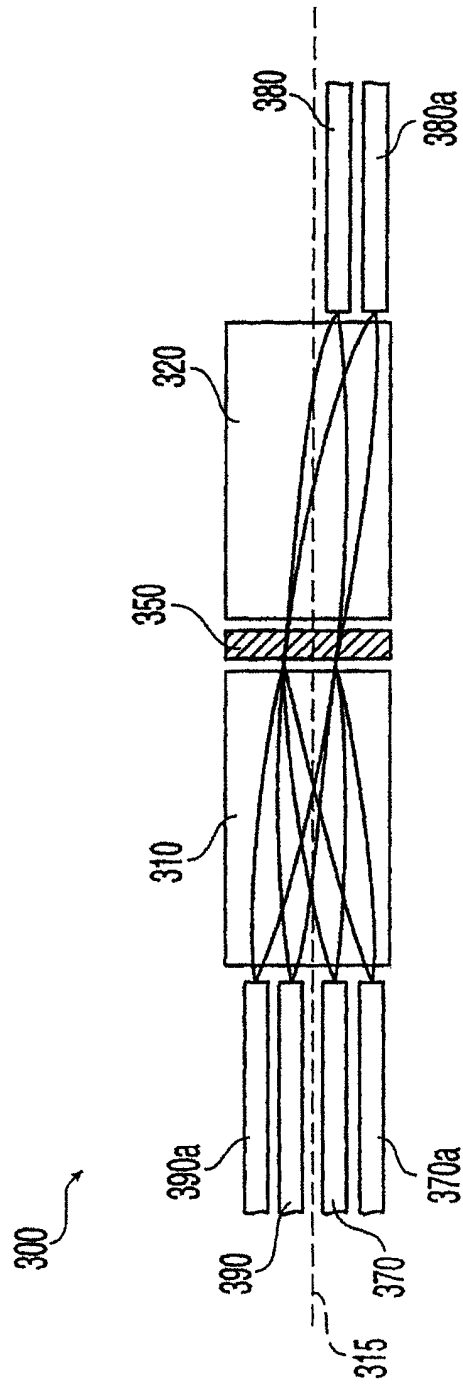


图 9

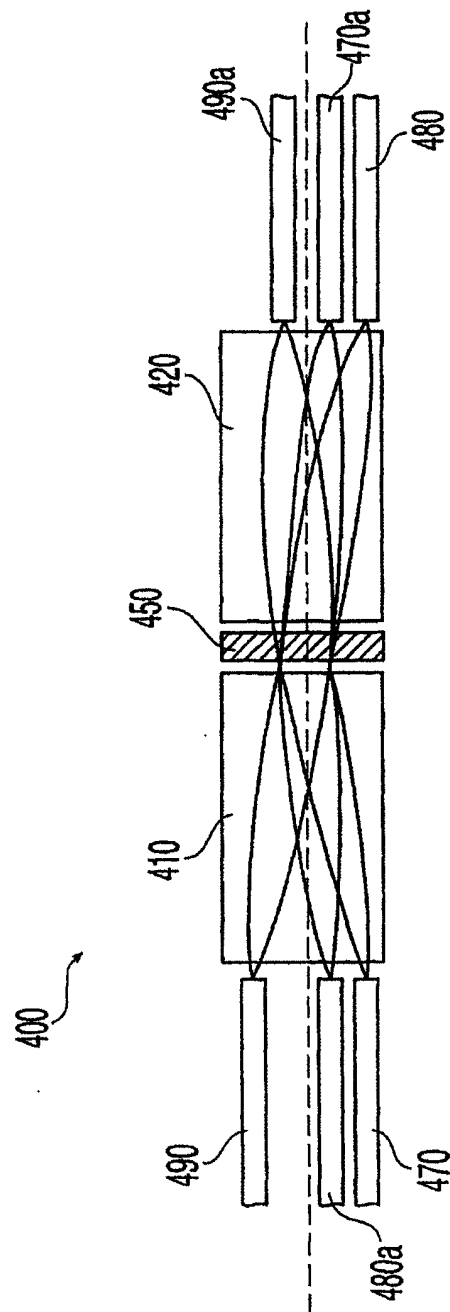


图 10

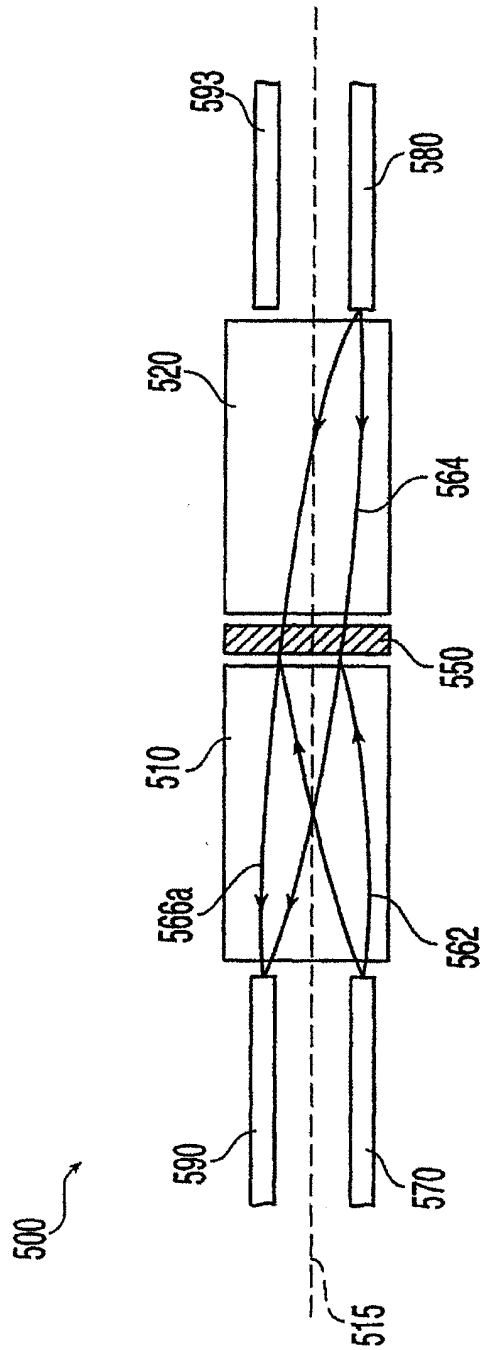


图 11a

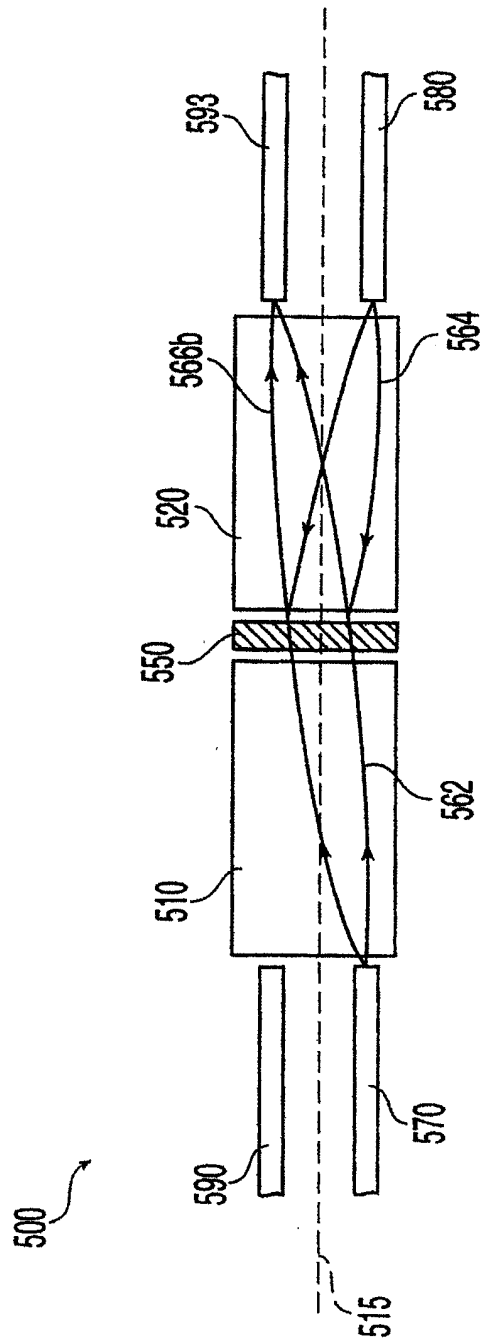


图 11b

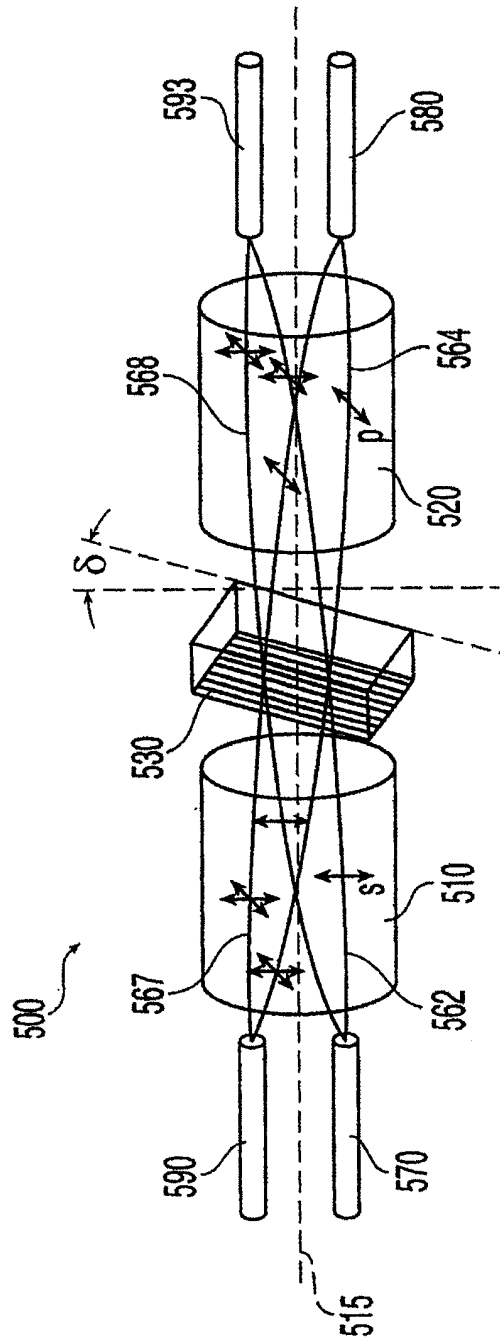


图 11c

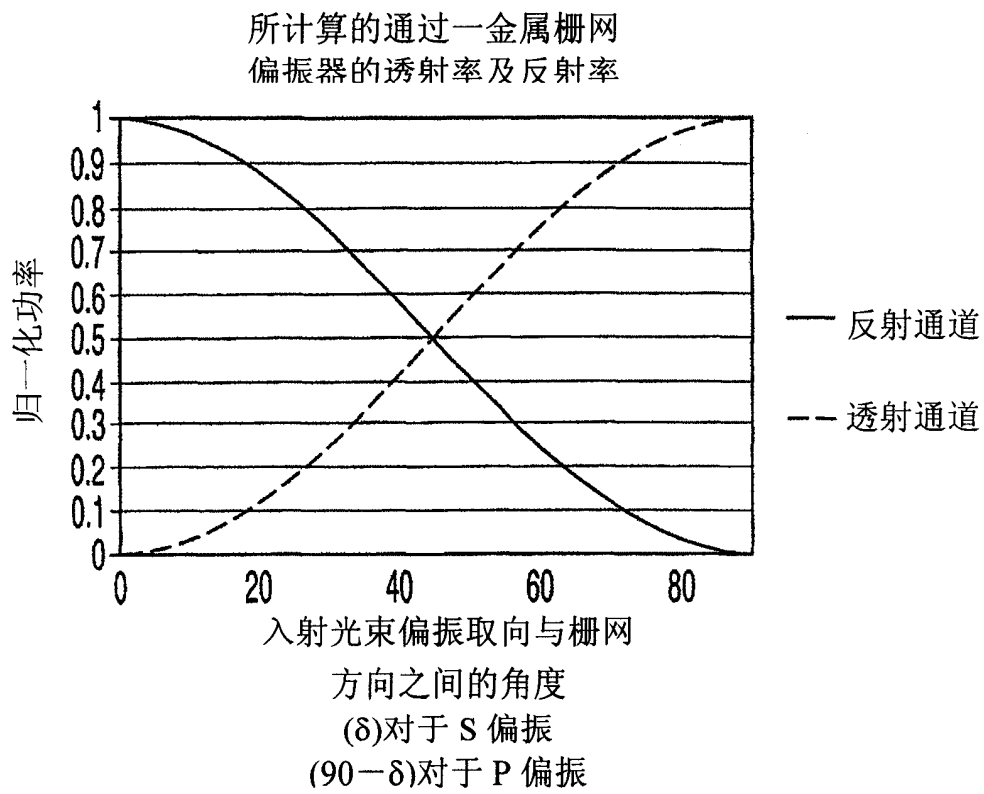


图 12

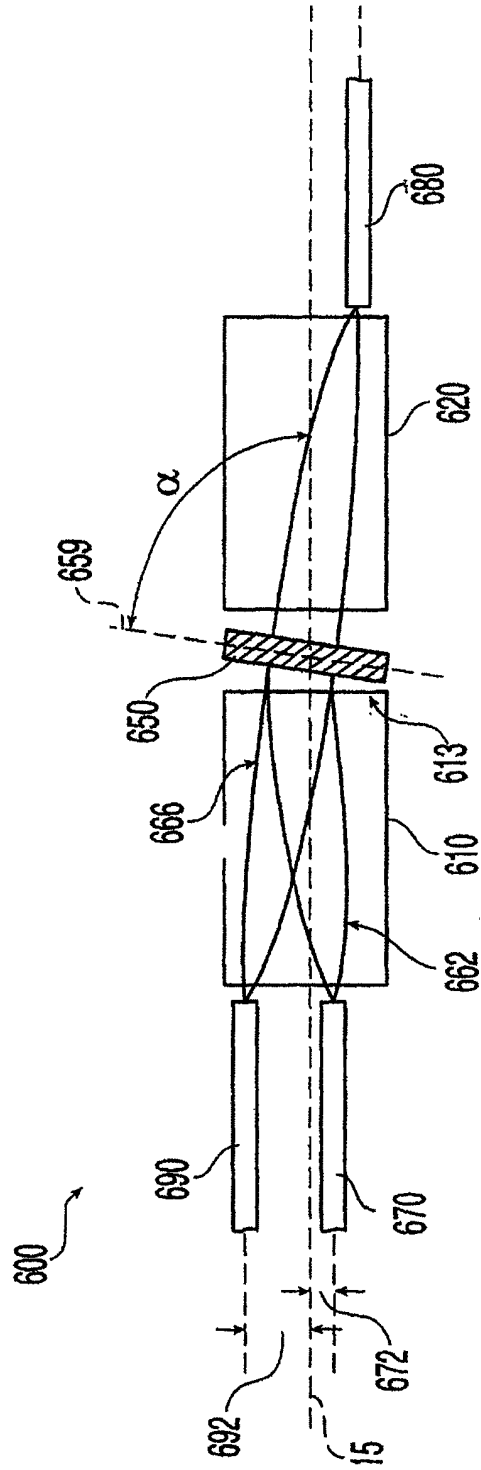


图 13