

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01104616.3

[43]公开日 2001 年 8 月 22 日

[11]公开号 CN 1309311A

[22]申请日 2001.2.16 [21]申请号 01104616.3
[30]优先权
[32]2000.2.17 [33]US [31]09/505,868
[71]申请人 JDS 尤尼费斯公司
地址 加拿大安大略
[72]发明人 詹姆斯·阿瑟·奥尼尔 范晨君(音译)
斯蒂芬·哈罗德·莫法特
雷·罗伯特·拉皮埃尔

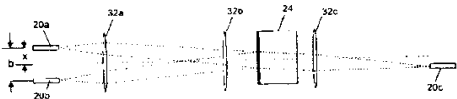
[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事
务所
代理人 马 浩

权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图页数 3 页

[54]发明名称 光学耦合装置

[57]摘要

一种光学耦合器和制造光学滤光器的方法被公开，其中一具有两块分开的可移动透镜的复合透镜被配置在输入/输出部分和一滤光器元件例如二向色滤光器元件之间。该滤光器在组装过程中通过改变可移动透镜之间的间隙而被调谐。一旦证实优化的耦合已经达到，并且所需要的波长响应已被实现，便将两透镜固定就位。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种光学滤光器，包括：
 - 第一光波导；
 - 被设置来接收来自该第一光学波导的光的光学滤光器元件；
 - 配置在该第一光学波导和光学滤光器之间的第一透镜和第二透镜，以使射出为该光学滤光器指定的该第一光波导的光束通过该第一和第二透镜，并且实质上准直在该光学滤光器上；以及
 - 第二光学波导，用于接收在其照射在该光学滤光器元件上之后的光束的至少一部分。
2. 如权利要求 1 所限定的光学滤光器，其中第一和第二透镜之间不存在光学元件。
3. 如权利要求 1 所限定的光学滤光器，其中第一和第二光学波导具有以固定的间隔配置的端部，其中该第一和第二光学波导为光纤，每根光纤均被配置在一套管中的不同开口中。
4. 如权利要求 3 所限定的光学滤光器，进一步包括一与第一和第二光纤之一光学耦合的第三光纤，用于接收来自上述第一和第二光纤之一的被聚焦的滤过光的至少一部分。
5. 如权利要求 4 所限定的光学滤光器，进一步包括一被配置在该滤光器元件和第三光纤之间的第三透镜，实质上用来将光聚焦及耦合到第三光纤中。
6. 如权利要求 4 所限定的光学滤光器，其中第一和第二透镜被如此配置，以使从第一和第二光纤之一发射的通过第一和第二透镜传播的光，随后当其射在滤光器元件上时实质上被准直；且被配置来提供一与所需滤光波长对应的入射角。
7. 如权利要求 3 所限定的光学滤光器，其中相应地具有焦距 f_1 和 f_2 并分开一距离 d 的第一和第二透镜的等效焦距 f_{eff} ，实质上等于 $f_1 \cdot f_2 / (f_1 + f_2 - d)$ ，而且第一和第二透镜之间的空间不存另外的光学元件。
8. 一种制造光学滤光器的方法，该光学滤光器具有一以固定的

相对关系放置两根光纤的端部的光学滤光器管，该方法包括以下步骤：

- a) 将此光纤端部与一光学滤光器元件光学耦合；
- b) 提供一包括至少两块分开的透镜的复合透镜，并将此复合透镜配置在该光纤端部和光学滤光器元件之间；
- c) 改变两分开的透镜之间的间隙，直至对于从两光纤端部之一通过该滤光器传播的光达到所需要的波长响应为止。

9. 如权利要求 8 所限定的光学滤光器制造方法，进一步包括如下步骤：

改变复合透镜的位置，同时监控被反射给第二光纤的光学信号。

10. 如权利要求 8 所限定的光学滤光器制造方法，进一步包括以下步骤，将一包含光纤的透射光纤管定位，以便与此固定的透镜优化耦合及将此光纤管固定，同时监控测试信号。

11. 如权利要求 4 所限定的光学滤光器，其包括另一个包括一第三和第四透镜的复合透镜，被配置在该滤光器元件和第三光纤之间，实质上用于将光聚焦及耦合到第三光纤中。

光学耦合装置

本发明总体上涉及具有一种随着光在其上入射角度变化的响应的光学元件的组件，例如二向色滤光器元件，更准确地说，本发明涉及一种在其制造过程中构成和调谐 WDM 滤光器的方法以及 WDM 本身。

将光纤与多层薄膜光学干涉滤色器之类具有取决于光的入射角的波长响应的光学元件（例如二向色滤光器）精确地对准，通常是需操作者高精度操作的费时间的工作。近来已经被使用的一种实现光纤和滤光器元件间所需要的对准的方法，是提供许多有时被称之为光纤管的光纤箍或者套管，每个带有两个其中紧密地收容两根光纤的隔开的孔。这些套管被用于测试光纤的响应，并且每个套管在其所包含的该对光纤端部之间具有不同的间隔“b”。从而，具有一对光纤的若干个套管，其中一对光纤的端部的横向距离以增加的量变化，被用于此测试作业。

因此，各种套管之间的最小差异，提供以给出可调谐性的最小差距（step）或者增量。为了在此组装成耦合器之前对二向色光学滤光器元件进行测试，选择不同的管用来进行测试。宽带的光从这些管之一中的光纤之一发射向该角度敏感的光学滤光器；在输出端的检测器对于透过该滤光器元件的光的波长进行检测，从而识别光由其发生的管。不同的管被用来改变输入角度，随着入射角度变化，所检测的光的波长也变化，由此而产生该滤光器的输出响应。当在该输出中测得的光的波长相应于所期望的波长时，此管的尺寸被记录下来，而且相应该尺寸的管被采用或者供应商定制，以使此滤光器可被进行组装。遗憾的是，这种方法需要备置多种规格的光纤管，或者换一种说明，需要等待供给具有所期望间隔的开口的光纤管交货。尽管所期望尺寸的管能够得到，但由于其制造公差管的尺寸有时不同于所予期的尺寸，

就会不适当地影响该滤光器的响应。调谐分辨率事实上也要受到管孔间隔不连续变化的局限。作为对比，本发明的优势在于提供用以提供连续调谐的装置。

通过在测试过程中提供一种调谐滤光器的装置以避免高成本和费时的光学滤光器制造过程，是所需要的，而且一旦所需要的响应达到，便将该元件固定就位。

本发明的目的在于提供这样一种在制造过程中可避免要求使用如此大量的各种套管的方法和滤光器。

本发明的另一个目的在于提供一种在测试滤光器过程中使用的光纤套管，其中在该滤光器的制造过程中使用同样的套管，从而避免要求提供与该测试套管“一模一样的”(facsimile)套管。

本发明的又一目的在于提供一种可调谐的滤光器组件，其在测试过程中可被调谐，且在该组件的元件被相对调谐以达到所需要的响应之后即便固定就位。

本发明的再一个目的是提供一种可被连续调谐的耦合器，避免已有技术的不连续调谐增量方法的局限性。

按照本发明，提供一种光学滤光器，其包括：

一第一光学波导；

一被设置来接收来自该第一光学波导的光的光学滤光器元件；

一配置在该第一光学波导和光学滤光器之间的第一透镜和第二透镜，以使射出为该光学滤光器指定的该第一光波导的光束通过该第一和第二透镜，并且实质上准直在该光学滤光器上；以及

一第二光学波导，用于接收在其照射在该光学滤光器元件上之后的光束的至少一部分。

按照本发明的另一方面，提供一种制造光学耦合器的方法，该光学耦合器具有两根以其一端设置在一光纤管中的光纤，以将两根光纤的端部按照其间具有一固定的横向距离的固定的相对关系放置，该方法包括以下步骤：

(a) 提供一光学滤光器元件，并将光纤的端部配置来接收光或

将光提供给该光学滤光器元件；

(b) 提供一包括至少两个分开的透镜的复合透镜，并将此复合透镜配置在光纤端部和光学滤光器元件之间；以及

(c) 改变两分开的透镜之间的间隙，以对从两光纤的端部之一传播的通过该滤光器的光提供所希望的波长响应。

图 1 为具有用于将两根光纤收容其中的孔的一光纤套管的轴测图；

图 2 为表示一 WDM 滤光器一侧视图的示意图，具有两根分开的光纤，为便于理解在其一端被表示为越出该套管，一滤光器元件，两块透镜，以及在其另一端的一接收/透射光纤；

图 3 为表示按照本发明一实施例的 WDM 滤光器一侧视图的示意图；

图 4 及 5 为表示图 3 中 WDM 滤光器一侧视图的示意图，其中的复合透镜装置被进行了差动调整；以及

图 6 为表示由于出射光纤上 MFD 失调而引起的插入损耗的高斯耦合损耗与透镜间隔的关系曲线。

现在参见图 1，一光纤管 10 被表示为其中配置有两根光纤端部 12a 和 12b，且被进行抛光，以使管的端面与光纤端部形成一平的表面。这种类型的套管或者箍通常由玻璃或者陶瓷材料制成，且被加工成在若干 μm 范围内非常严格的公差。两个光纤端部 12a 和 12b 被配置为距离光纤管 10 的中心纵轴 CA 为相同的距离 “ $b/2$ ”。套管被加工成带有与此中心轴分开不同距离的开口，且其中对于两口开口距离中心轴的偏离是相同的。为便于理解，图 2 所示的两根光纤被表示为缺少收容它们的光纤套管 10。光纤 20a 和 20b 的光纤芯的中心彼此分开的距离为 “ b ”。包含透明的基片 24b 支承一多层薄膜镀层 24a 的多层薄膜二向色光学滤光器 24，按照这样一种方式被配置在两块透镜 22a 和 22b 之间，以便拦截从光纤端部之一 12a 或 12b 发射的光束。透镜 22a 的焦距和位置，确保从光纤端部 20a 发射的光当其射到滤光器 24 上时实质上将被准直。透镜 22b 则确保透过该滤光器 24 的光束被聚焦在光纤

端部 20c。透镜 22a 沿虚线 OA 的位置，决定了通过它的光束会不会相对于滤光器的镀层 24a 被准直。对于给定的光纤 20a 和滤光器 24a 之间的间隔来说，存在一种透镜 22a 沿 OA 的唯一位置，以使射在滤光器 24a 上的光实质上被准直。

现在转向图 3 至 5，表示三个类似的光学滤光器组件，其中的复合透镜包括被配置在光纤 20a 和滤光器 24 之间的两个透镜 32a 和 32b。如在已有技术的电路中那样，一单透镜 32c 被设置在该滤光器和单光纤 20c 之间。

图 3、4 和 5 表示，当使透镜 32a 和 32b 靠近时，射在该滤光器上的光束的入射角的增加变得较陡；另外，当透镜被分开而且其间的距离 “d” 增大时，在滤光器上的入射角减小。按照这种方式，在制造过程中该滤光器可被调谐，以保证该滤光器以所需的波长响应。

此外，这提供使用标准的光纤管来收容两根光纤 20a 及 20b，或者选择少量标准的光纤管之一，随后通过相对移动透镜 32a 及 32b 以改变其间间隙来调谐该滤光器；按照这种方式，可提供一大的调谐范围。

复合透镜组合 32a 和 32b 的等效焦距 f_{eff} 为：

$$f_{eff} = \frac{f_1 f_2}{f_1 + f_2 - d}$$

式中 f_1 为第一透镜 32a 的焦距， f_2 为第二透镜 32b 的焦距，而且 d 为透镜 32a 和 32b 的相反主面之间的距离，并且如果该透镜为“薄”透镜，则 d 为两透镜 32a 和 32b 之间的距离。

通过改变该复合透镜两元件之间的间隔，此等效焦距可在最大与最小值之间变化，即 $f_{min} < f_{eff} < f_{max}$ 。将透射光聚焦在输出光纤中的单透镜 32c 的焦距，选择被选择在 f_{eff} 范围的中间。

多种因素影响光的耦合是否最佳，或者换一种说法是否产生耦合损耗。当透过滤光器元件 24 的某些光未被耦合进它的预定输出光纤时，便产生耦合损耗。图 6 中的曲线，表示在感兴趣的调谐范围内作为透镜 32a 及 32b 之间间隔函数的耦合；此高斯耦合损耗是由输出光纤的模式场直径 MFD 和在输出光纤 20c 入口处聚焦的光斑尺寸之间

的失谐引起的。如图 6 所示，存在一种以最低损耗耦合入光纤 20c 的最佳的焦距光斑尺寸。当透镜 32a 和 32b 之间的间隔如此之大以致于其等效焦距 f_{eff} 等于单透镜 32c 的焦距时，此最小损耗点产生。如果 f_{eff} 的焦距与透镜 32c 不同，则光斑尺寸太大或者太小，而且招致某些损耗。

在本发明的一个实施例中（未表示），一复合透镜被配置在滤光器 24 的两侧。按照这种方式，此等效焦距被调整为相同的。由于本实施例附加的成本和复杂性，更为实际和成本上更经济的实施例表示在图至 5 中，其中提供一单透镜 32c 以将光聚焦在光纤 20c 中。

图 3 至 5 所示的装置被滤光器分成两侧。被称之为输入的一侧，具有输入和反射部分。透射侧只具有透射部分。因此，图 3 至 5 描述一三部分构成的装置。

另外，在透射侧可提一附加部分，以产生一四部分构成的装置。还有另一个实施例（未表示）是类似图 3 至 5 的两部分构成的装置，除了透镜 32c 和透射光纤 20c 不存在之外。此优选实施例由输入一侧的复合透镜和透射一侧的单一透镜组成。

在光学滤光器的制造过程中，对于复合透镜元件 32a 和 32b 之间的间隔进行调整，同时测量透过滤光器 24 的光的波长。改变透镜之间的间隔便改变在滤光器上的入射角，因而改变所透射光的波长。当所期望的波长达到时，该透镜间隔便被固定。

随后，此反射信号被最优化。这就要求同时调整被称之为前工作距离 FWD 的输入光纤 20a 和第一透镜 32a 之间的距离，以及被称之为后工作距 BWD 的滤光器和复合透镜的第二元件 32b 之间的距离，即通过调整输入光纤 20a 和合成透镜 32a 和 32b 相对固定的复合透镜的位置，同时监控该反射信号。当优化的相应位置达到时，此透镜对和光纤管被固定就位。

最后，收容光纤 20c 的透射光纤管被定位于优化耦合，同时监控所透过的测试信号。

当然，其它许多实施例可能也是所想象的，而不偏离本发明的精神和范围。

说明书附图

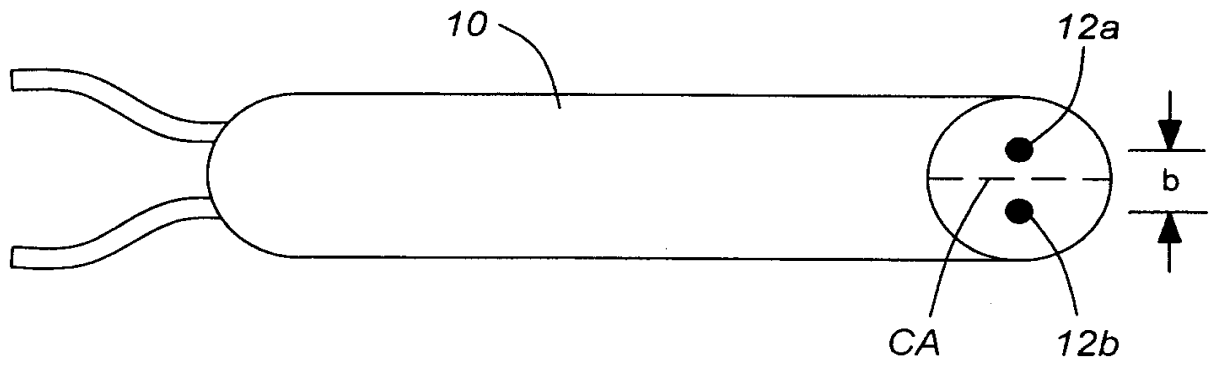


图1

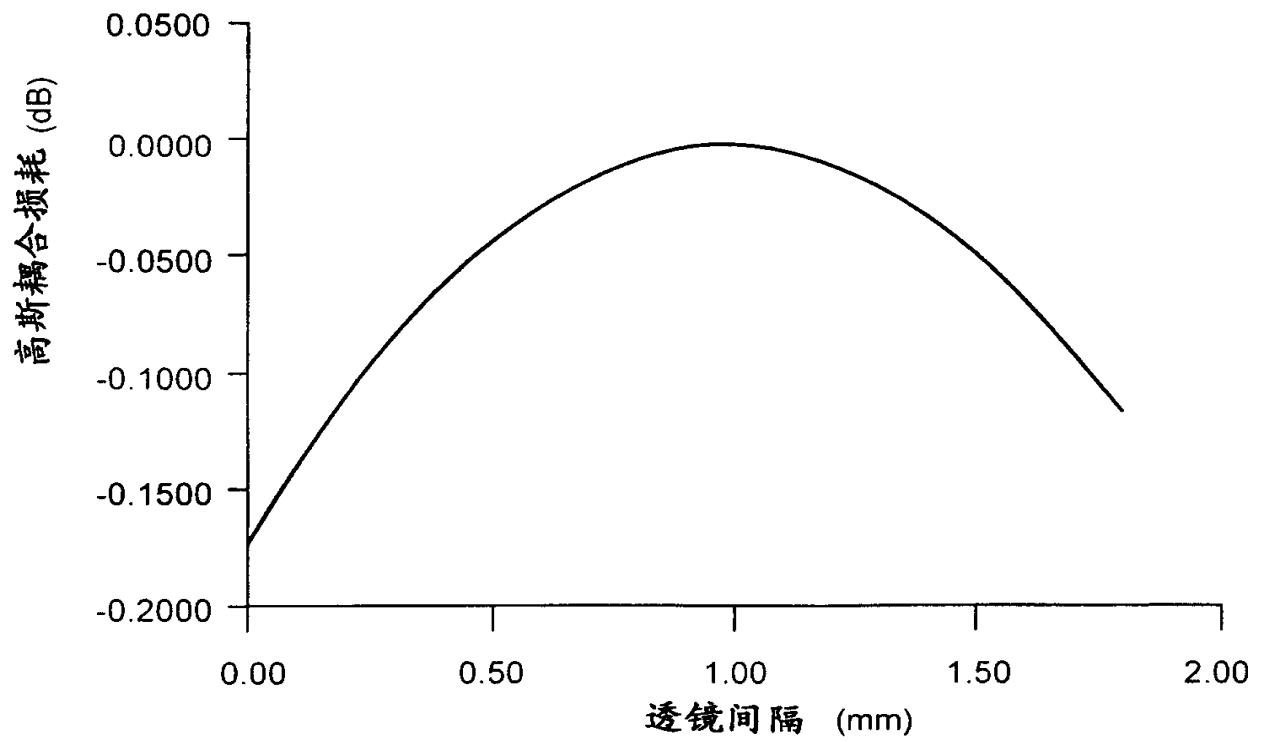


图6

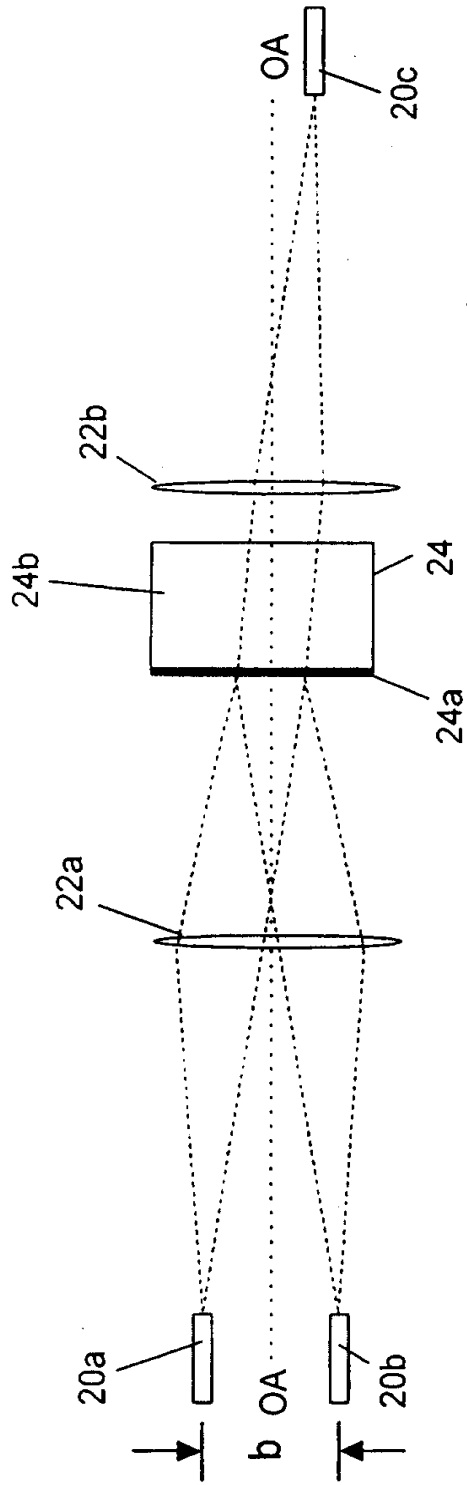


图2

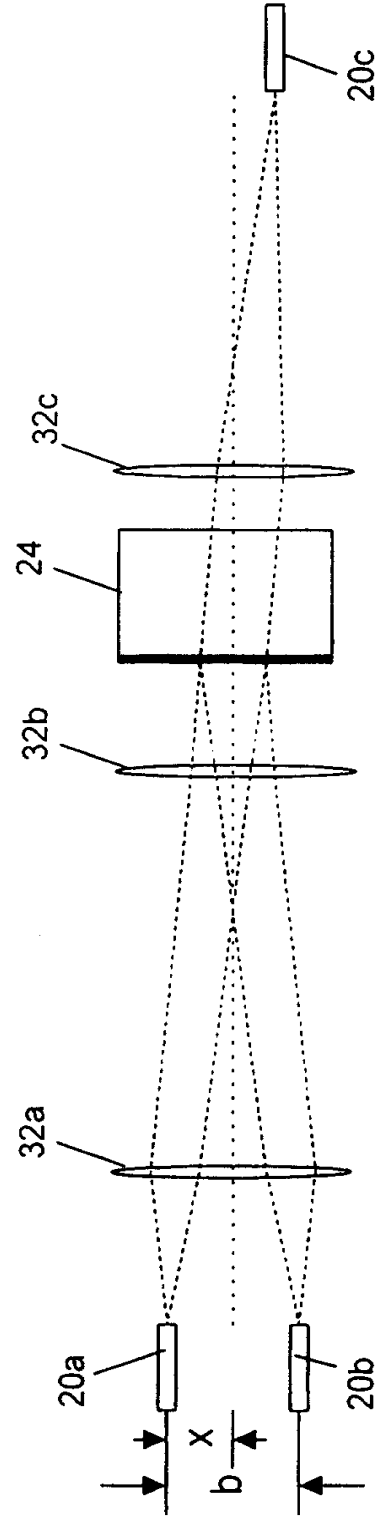


图3

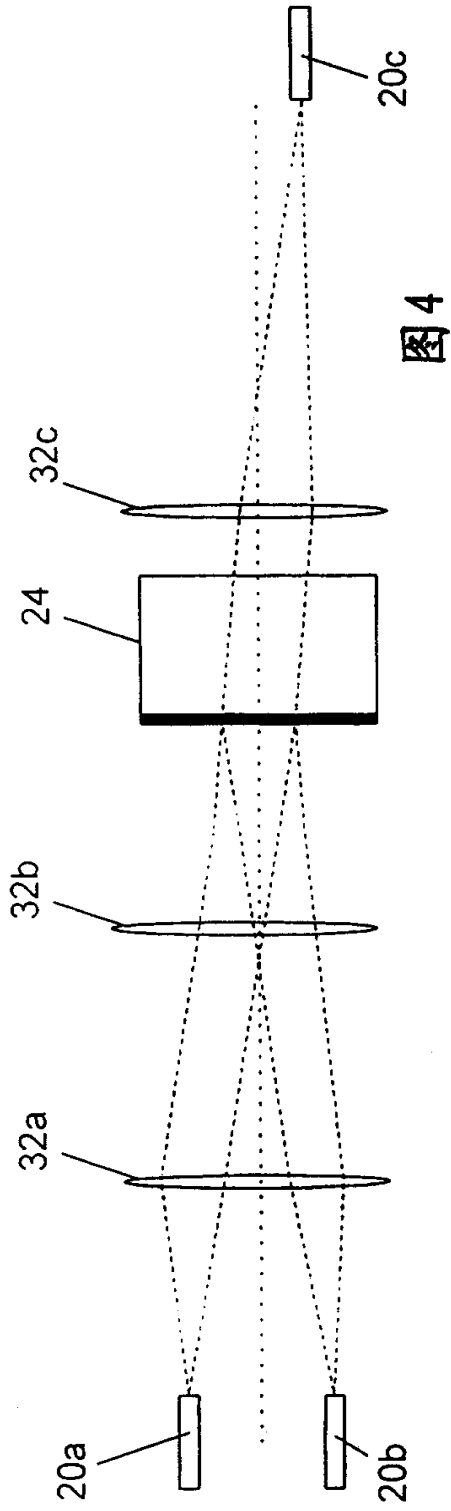


图 4

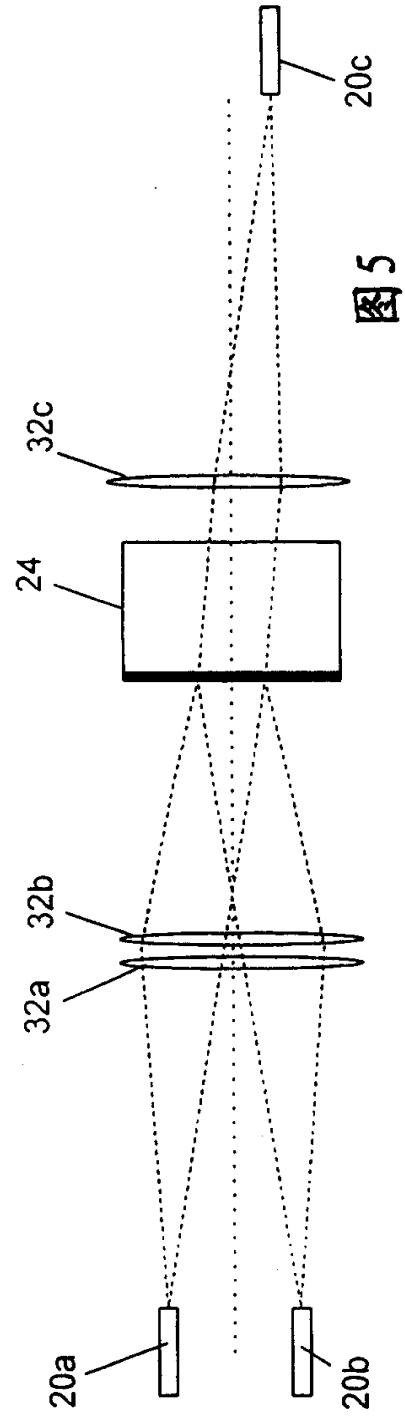


图 5