[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int.Cl[7]
G02B 27/09
H01S 3/025 G02B 6/42
G11B 7/125

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 98809733.8

[43]公开日 2000年12月6日

[11]公开号 CN 1276064A

[22]申请日 1998.8.21 [21]申请号 98809733.8
[30]优先权
[32]1997.8.27 [33]US [31]08/917,865
[86]国际申请 PCT/US98/17295 1998.8.21
[87]国际公布 WO99/10765 英 1999.3.4
[85]进入国家阶段日期 2000.3.30
[71]申请人 数字光学公司
地址 美国北卡罗来纳州
[72]发明人 迈克尔·R·费尔德曼
艾伦·D·卡斯曼 W·赫德森·韦尔奇
罗伯特·W·泰克尔斯特

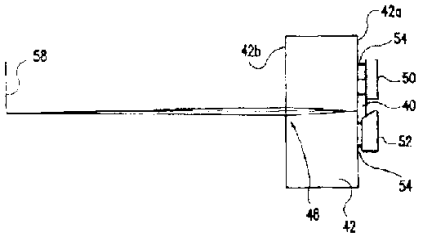
[74]专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司
代理人 武玉琴 朱登河

权利要求书6页 说明书21页 附图页数6页

[54]发明名称 集成光束整形器及其应用

[57]摘要

一种在其入射面上具有光学元件的基片接收不具备理想形状的光束并将光束整 形成预定的强度分布。基片还可包括一个第二光学元件,用于对第一光学元件 提供的光束提供一个预定的相位图形。第一光学元件可以比如说利用不同功率 衰减的软孔径或改变光束沿不同光轴的发散来圆化椭圆光束。当改变发散角并 在输出面上设置准直光学元件时,根据发射的合成差和/或光束沿每个轴的初 始差及所需的圆形度的最终差异决定透明基片不同光轴的不同发散量。光学元 件可以是衍射、折射或复合元件,最好通过在基片本身上光刻制作。光源可以 利用基准标记安置,形成光学元件的光刻过程也可以利用基准标记。集成光束 整形器的所有元件可以形成有一个平面的晶片水平上。



ISSN1008-4274

00.03.30

权 利 要 求 书

1. 一种光束整形器，包括：

一个有一入射表面和输出表面的透明基片；

一个位于所述透明基片的所述入射表面上的第一光学元件，该第一光学元件接收一入射光，在所述透明基片的所述输出表面处提供具有所需强度图形的光束；以及

一个位于所述透明基片的所述输出表面上的第二光学元件，接收具有所需强度图形的所述光束，并在其上提供所需的相位轮廓。

2. 如权利要求 1 所述的光束整形器，其中，所述第一光学元件是一衍射光学元件。

3. 一种衍射光学元件，包括：

增大所述光束沿着所述光束的慢轴的发散角的装置；以及

与所述增大发散角的装置处于同一表面上，减小所述光束沿着所述光束的快轴的发散角的装置。

4. 如权利要求 3 所述的衍射光学元件，其中，所述增大发散角的装置和减小发散角的装置沿着所述慢轴和快轴以相同的幅度分别改变发散角。

5. 如权利要求 3 所述的衍射光学元件，其中，所述增大发散角的装置和减小发散角的装置沿着所述慢轴和快轴分别改变发散角，使得所述衍射光学元件输出的光束沿着所述慢轴的发散角基本等于所述衍射光学元件输出的光束沿着所述快轴的发散角。

6. 如权利要求 3 所述的衍射光学元件，其中，所述增大发散角的装置和减小发散角的装置沿着所述慢轴和快轴分别改变发散角，使得所述衍射光学元件输出的光束沿着所述慢轴的发散角大于所述衍射光学元件

输出的光束沿着所述快轴的发散角。

7. 一种集成光束整形器，包括：

一个输出光束的光源；

一个临近所述光源安装的透明基片；和

一个位于所述透明基片的一个表面上的第一光学元件，该第一光学元件接收所述光束，并把所述光源输出的一个光束整形为一个具有所需强度图形的光束。

8. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述第一光学元件位于所述透明基片的第一表面上，离所述光源最近。

9. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述第一光学元件把具有所需强度图形的所述光束提供给与所述第一表面对置的第二表面。

10. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源直接安装在所述透明基片上。

11. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源输出的所述光束是椭圆形的，所述第一光学元件减小所述光束的椭圆度。

12. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源输出的所述光束是椭圆形的，所述第一光学元件把一圆形的光束提供给一个第二光学元件。

13. 如权利要求 12 所述的集成光束整形器，其中，所述第二光学元件位于所述透明基片上。

14. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源是一个

取自包含多个光源的晶片的光源小片。

15. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源是一个产生椭圆性光束的边缘发光激光器，所述第一光学元件圆化所述椭圆形光束。

16. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括一面镜子，它将来自所述光源的光束导向所述第一光学元件。

17. 如权利要求 16 所述的集成光束整形器，还包括一位于所述透明基片上的软孔径。

18. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括一位于所述透明基片上的软孔径。

19. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述所需强度图形是十字形、圆形、长方形以及非高斯强度分布中的至少一种。

20. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述所需强度图形是平顶形、多点图形以及灰度图象中的至少一种。

21. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括安装在一个第一表面上用于所述透明基片的隔开块以及安装在一对置表面上用于所述光源的隔开块。

22. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述光源包括一散热片及一安装在所述散热片上的激光器小片。

23. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，其中，所述散热片比所述透明基片长。

24. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括另一个粘结到所述透明基片上的透明基片。

25. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括一个壳体，所述透明基片和所述光源设置在其中。

26. 如权利要求 25 所述的集成光束整形器，还包括一个第二光学元件，它为所述光束提供预定的相位图形，所述第二光学元件装在所述壳体上。

27. 如权利要求 7 所述的集成光束整形器，还包括一个第二光学元件，它为所述光束提供预定的相位图形。

28. 如权利要求 27 所述的集成光束整形器，其中，所述第二光学元件位于所述透明基片上与所述第一光学元件相反的一个表面上。

29. 如权利要求 27 所述的集成光束整形器，其中，所述第二光学元件提供的所述第二预定相位图形以一设定距离使所述所需预定强度分布聚焦。

30. 如权利要求 14 所述的集成光束整形器，其中，所述光源小片安装在一用作所述透明基片的晶片上。

31. 如权利要求 22 所述的集成光束整形器，其中，多个所述光源粘结到所述散热片上，在与用作所述透明基片的一晶片粘结在一起之前切割成光源-散热片小片，所述晶片包含多个第一光学元件，切割其上粘结有所述光源-散热片小片的晶片，使之形成集成光束整形器。

32. 如权利要求 22 所述的集成光束整形器，其中，多个所述第一光

学元件粘结到所述透明基片上，在与用作所述散热片的一晶片粘结在一起之前切割成第一光学元件-基片小片，所述晶片包含多个粘结在其上的所述光源，切割其上粘结有所述第一光学元件-基片小片的晶片，使之形成集成光束整形器。

33. 如权利要求 31 所述的集成光束整形器，其中，所述多个光源包括其上平版印刷形成的对准标记，所述散热片包括其上对应的平版印刷形成的对准标记，所述晶片包括其上平版印刷形成的对准标记，这些对准标记用于各粘结过程中待粘结部分的对准。

34. 如权利要求 32 所述的集成光束整形器，其中，所述多个光源包括其上平版印刷形成的对准标记，所述散热片包括其上对应的平版印刷形成的对准标记，所述晶片包括其上平版印刷形成的对准标记，这些对准标记用于各粘结过程中待粘结部分的对准。

35. 一种制作集成光束整形器的方法，包括下列步骤：

在一透明基片晶片上提供多个光学元件；

靠近所述多个光学元件安装多个光源，形成多个集成元件；

把所述多个集成元件切割成一集成光束整形器；以及

用一相应的光学元件把来自一个光源的一个光束整形为所需的预定强度分布。

36. 如权利要求 35 所述的方法，还包括在所述安装之前，把所述光源粘结到一散热片上。

37. 如权利要求 36 所述的方法，还包括在所述安装之前，切割粘结到所述散热片上的所述光源。

38. 如权利要求 36 所述的方法，还包括在所述安装之前，把所述透明基片晶片切割成单个光学元件。

39. 如权利要求 35 所述的方法，其中，所述安装包括直接把所述光源安装到所述透明基片晶片上。

40. 如权利要求 35 所述的方法，其中，所述安装包括通过隔离元件把所述光源安装到所述透明基片晶片上。

41. 如权利要求 36 所述的方法，其中，所述安装包括直接把所述粘结的光源安装到所述透明基片晶片上。

42. 如权利要求 36 所述的方法，其中，所述安装包括通过隔离元件把所述粘结的光源安装到所述透明基片晶片上。

43. 如权利要求 35 所述的方法，还包括在所述安装之前，在与设置所述光学元件的一个表面对置的一个透明基片的表面上设多个附加光学元件。

44. 如权利要求 35 所述的方法，还包括在所述切割之前，提供多个镜子，用于把来自一相应光源的光束引导至一相应的光学元件。

45. 如权利要求 35 所述的方法，还包括：

在所述透明基片上为每一个所述多个光学元件平版印刷形成对准特征；

在所述多个光源上平版印刷形成相应的对准特征；以及

在所述安装过程中应用所述对准特征。

00.03.30

说　明　书

集成光束整形器及其应用

与相关申请的相互关系

本申请参考下列尚处于审查阶段的一般转让了的美国专利申请：1997 年 4 月 14 日提交的申请号为 08/833，220 的美国申请，题目为“Optical Soft Aperture and Use Thereof”；1996 年 9 月 27 日提交的申请号为 08/727,837 的美国申请，题目为“Integrated Optical Head for Disk Drives and Method of Forming the Same”；1996 年 6 月 24 日提交的申请号为 08/668，976 的美国申请，题目为“Improved Projection Pointer”。这里引用以上申请作为参考。

发明背景

发明领域

本发明涉及使用安装在透明基片上的光学元件来校正、圆化、准直输入光束或对其进行光束整形。具体而言，本发明涉及在一个无源校直的批量生产系统中提供尽可能地接近待整形光束的光学元件。本发明还涉及提供装在透明基片的两侧的光学元件，以分别圆化及准直非圆的、非准直的输入光束。

相关技术说明

激光二极管小型、高效、廉价且可以批量生产，这导致了它的不断增长的应用。但是，激光二极管的有源区非常小且不对称，这就造成了小而不对称的光束光腰。结果是，光束发散严重且不对称。

没有减小或消除光束的椭圆度有时并不重要，但是，许多应用场合要求光学像差小的准直输出。如果光束用常规透镜准直后用于某一特定场合，则在两个方向上远场光束方向特性就不同，得到的便是一椭圆形的光束。因此，光束的椭圆度必须由一后边的光学系统来减小。

像散是激光二极管的另一个特点，在许多应用场合表现为另一个潜在的缺点。没经校正的像散激光束不能由单个的径向对称透镜使之准直化。对于像散激光，每一个轴线都似乎是从一个不同的点发散。因此，用单个元件同时校正两个轴线时需要一个对每一轴线具有不同焦距的合成元件。这种像散最好由一后序的光学系统来校正。

已经有多种用来准直、圆化及校正二极管激光的波前的设计方案。一种这样的方案包括使用常规的柱面透镜来分别使每一个轴准直。但是，对于很不对称的光束而言，因为歪扭的光线不能被校正且难于对准，这种柱面透镜的性能会下降。举例来讲，在 Snyder 的美国专利 5，581，414 中公开了一种解决难于准直的尝试，其题目为“Microlens Assemblies and Couplers”，它在一对微透镜之间机械地建立了一种固定的关系。放置在这对显微透镜之间的隔离件包括一个孔，该孔起允许光线在透镜之间穿过的硬孔的作用。该隔离件提供了相应于其厚度的一个固定的间距。

另一种解决方案是使用柱面透镜及一个非球面准直仪，见 Snyder 的美国专利 5，553，174，其题目为“Monolithic Cylindrical Optic”。此处，’414 专利的解决方案的问题表述为包括在激光二极管的附近安装透镜，因而要求放置激光二极管的盒打开或提供无盒激光二极管。在’174 专利中，这个问题是通过在放有激光二极管的盒的窗口前放置一个非球面准直仪来使光束在快轴上准直而解决的。然后用下一个透镜来准直及放大慢轴，以提供近似圆形的准直光束。

另一种结构如 Jackson 等的美国专利 5，229，883 所示。如其图 2 和 3 所示，柱面透镜 22 与一二元光学元件 28 一起使用。二元光学元件 28 的设计使得离开发散输出光源的每一条光线经过同样的光程长度，或者，光程长度的不同为从光源到离开二元光学元件的前表面的出口的光线波长的离散倍数。低的水平发散度通常可以由柱面光学

元件几乎没有像差地进行准直，但快的垂直发散的准直需要在极低的 f 数值具有更大光能的光学元件，这通常导致准直的输出具有更大的光学像差。

柱面透镜 22 用来准直激光二极管在快轴上的输出。二元光学元件 28 包括一个基片，其上蚀刻有二元的光学衍射图形。该二元光学衍射图形一般为八相位结构，它校正发散光线固有的光程差。该二元光学元件准直慢轴的发散度，并校正既不在快轴又不在慢轴上的光线的歪扭光线像差。这些附加的校正是二元光学元件固有的，其衍射图形的选择使得每一条光线经过相同的光程长度，或者使得其经过的光程长度与该相同的光程长度的不同为其间经过的光线的波长的整数倍。

为了提供对激光二极管 10 输出的光束适当的校正，在 Jackson 等的专利中，柱面透镜 22 和衍射光学元件 28 的结构必须既要沿着光轴适当放置，又要互相旋转对齐。这一旋转对齐是很重要的，这是因为不同的光轴要不同地对待。这种旋转对齐是很困难的，而且很敏感，要求昂贵的连续旋转校准。

当两个都提供光能的元件需要对齐时，通常需要有源校准。有源校准通过打开一个光束，连续地调整光学元件来进行，直到得到想要的光束。这样的有源调整困难且昂贵。当光能由两个元件提供时，光是单个元件的最佳校准可能并不提供与另一个光学元件的满意对齐从而为系统作为一个整体提供最佳结果。

确实，产生理想的圆形光束出现了这样一些问题，即当使用椭圆形的光束时，一个解决方案只是补偿了椭圆度而不是减小了椭圆度。这样的解决方案如 Opheij 的美国专利 5,204,516 所示，其题目为“Planar Optical Scanning Head Having Deficiency-Correcting Grating”。其中，输入光栅 7 用来将椭圆输入光束 6 偶合进波导管 9 中，但光束本身的

椭圆度在进入波导管之前并没有减小。

发明概述

本发明的一个目的是提供安装在一透明基片上的光学元件，该光学元件对输入光束进行整形，使之更接近于所要光束轮廓，同时被适当地校准。

本发明的另一个目的是提供一种减小椭圆度的装置和方法，或者说利用单个的光学元件对非圆形的光束进行光束整形的装置和方法。

本发明的又一个目的是用不需要有源校准的光学元件提供光学整形。

本发明的再一个目的是在包括激光二极管的盒中提供光束整形元件。

本发明还有一个目的是在一个小型、无源校准及批量生产的系统中提供光束整形。

本发明的这些及其他目的将从以下给出的详细说明中变得更明显。但是，应该理解，以下的详细说明以及具体例子尽管表示了本发明的优选实施例，但它们仅仅以举例的方式给出，因为在本发明的精神和范围内，本领域的技术人员依据下面的详细说明可以作出各种改变和改进。

附图简述

下面结合附图进行详细说明，以充分理解本发明，其中，附图仅仅以示例的方式给出，因此并不限制本发明。附图中：

图 1a 表示一离开激光器没经任何光束整形的输出光束；

图 1b 表示图 1a 中 b-b' 处光束的形状；

图 1c 表示图 1a 中 c-c' 处光束的形状；

图 2 是本发明的一衍射光学元件(DOE)的示意图；

图 3a 是经过发散快轴的光线的示意图，改变了集成在一基片上的 DOE；

图 3b 是经过发散慢轴的光线的示意图，改变了集成在一基片上的 DOE；

图 4a 是本发明的一种结构的侧视图；

图 4b 是图 4a 所示结构的另一个实施例；

图 5 是本发明的另一种结构的侧视图；

图 6 是本发明使用了一个以上光学元件基片的一种结构的侧视图；

图 7 是在一个带光源的盒中本发明的集成光束整形器的局部剖视图；

图 8a 是含有多个光学元件的一个晶片的俯视图；

图 8b 是本发明的集成光束整形器的晶片生产的一般形式的立面图；

图 9 是本发明的集成光束整形器的晶片生产的流程图。

优选实施例详述

如图 1a 所示，激光二极管 10 沿光轴 12 输出一光束。从图 1b 和 1c 可见，光束轮廓 16 呈椭圆形，并逐渐增大，结果使光束离开激光二极管 10 传播时，光束尺寸的差异沿着光轴增加。具体而言，沿着快轴 18 光束更宽或者说发散程度大，而沿着慢轴 19 的光束更窄或者说发散程度小。在以上的背景技术中讨论了用于解决椭圆度问题的传统结构。如上所述，人们常常希望对这样的光束进行整形，以得到更圆的轮廓。此外，还可以得到其他所需的轮廓。

软孔径

由图 2 可见，本发明的一个实施例的总的构思涉及提供光学元件 20，它朝着其外边缘增加能量衰减。当与本发明的衍射实施例一起使

用时，增加能量衰减意味着衍射进入某一所需衍射级的能量的量的减小。一般而言，所需衍射级将是第一级，但元件 20 可以设计得利用任意级，包括零级及高于一级的级。

在衍射元件中，一般地，光束中的所有能量都会通过它传递，该衍射元件通过引导光束的各部分进入不同的衍射级而对该光束进行整形。因此，与本发明相关，术语“能量衰减”的意思是在想要的输出光束中的能量减少。

如图 2 所示，衰减的径向增加量产生了一个“软（soft）”孔径。这与一般由传统的光学元件提供的硬孔径相反，硬孔径具有尖锐的边界，边界外光线不能通过。这种硬孔径会导致爱里(Airy)碟型图形或衍射环。

图 2 所示的软孔径在快轴上以比高斯（Gaussian）光束快的速度使能量衰减。在该软孔径中的传递从中心内的一逐渐减小至边缘处的零。因此，不是成为一完全型或零型硬孔径，软孔径在光束从其中央部位散开时，用于衰减能量。

光束通过元件 20 的路径在图 2 中用虚线椭圆表示。内虚线椭圆 30 表示由一激光二极管输出的高斯光束的半强度点，在此点，光束的强度为其中心处峰值强度的一半。外虚线椭圆 32 表示该激光二极管输出的高斯光束的 $1/e^2$ 点，$1/e^2$ 点确定了光束半径，在此点光束的强度下降到中心最大强度的 13.5%。

虚线椭圆 30 表示，对于光束强度大于峰值的一半的区域，也即，半最大值的整个宽度，光束沿慢轴 19 将会只遇到内区域 22，而沿着快轴 18 将遇到内区域 22 及第一中间区域 24。类似地，虚线椭圆 32 表示，对于光束强度处于最大强度的 13.5%和最大强度的一半之间的区域，光束沿着慢轴将只遇到第一中间区域 24，而沿着快轴 18 将遇

到第二中间区域 26 和外区域 28。因此，能量沿着快轴 18 比沿着慢轴 19 具有更大的衰减，而在具有峰值强度的区域没有衰减。

这些不同程度的能量衰减可以按多种方式实现。例如，离开软孔径中心的能量衰减可通过提供下列方式实现：离开中心减少相位数，离开中心增加相位数，离开中心增加散射部分，如金属贴片的强度以及离开中心高度和/或占空因素不同的蚀刻。

在上述的结构中，在慢轴方向，几乎没有能量入射到较远的外区域，因此，在慢轴方向几乎没有或完全没有衰减。相反，在快轴方向，许多能量将入射到元件的外部区域，因撞击这些外部区域而引起的能量减少将圆化输出。

改变发散角的元件

作为另外一种如软孔径所能达到的从系统中转移能量，从而圆化光束的选择，可在基片 42 的第一个表面 42a 上放置衍射光学元件（DOE）40，它沿不同轴线不同地改变输入光束的发散度。对某一特定的输入及所需的输出光束，DOE40 包括一计算机合成全息图，使用计算机运算设计，并使用 Swanson 的美国专利 5，161，019 中教导的平版印刷工艺制造，此处引入 Swanson 的专利作为参考。

照射到基片 42 上的入射光束由于在基片界面处的折射而折曲。这种折射改变了光束传播的角度。如图 3a 所示，沿着快轴光束的角度θF 在进入基片 42 时减小为θF′。同样地，如图 3b 所示，沿着慢轴光束的角度θs 在进入基片 42 时减小为θs′。

基片 42 的入射表面 42a 上的 DOE 40 用来进一步地减小沿着快轴入射光束的发散角，如图 3a 所示，从θF′变为θF″，其中，θF′>θF″。虚线表示没有 DOE40 时沿着快轴入射光束的发散角θF′，而实线表示经由 DOE 40 而输出的光束的发散角θF″。

DOE 40 还增大沿着慢轴入射光束的发散角，如图 3b 所示，使之从θs′变为θs″，其中，θs′<θs″。虚线表示没有 DOE40 时沿着慢轴入射光束的发散角θF′，而实线表示经由 DOE 40 而输出的光束的发散角θs″。

沿着各轴线的发散角可按各种方式改变。折射元件可以在几乎不影响其效率的同时将输入角变为多个输出角，与折射元件不同，输入角偏向得越大，能量在衍射元件中的损失越大。例如，在背景技术中提到的解决方案中，折射元件用于沿着一个轴线准直化光束，也即将发散度减小至零。但是，这种减小并不是 DOE 的最高效率的用途。因此，确定光束离开衍射元件的精确形状涉及到考虑沿着每一个轴线所需的光能量。

按照本发明有两个原理性的有用方案，可用来使用按本发明的 DOE 实现圆化光束的理想结果。第一个方案涉及设计 DOE 40 来使沿着每一个轴线以相同的发散角输出光束，也即，DOE 40 的输出中，角θs′=θF′。这个近似等式通过使慢轴的发散角增大的值近似等于快轴的发散角减小的值而最大效率地实现。对第一级近似，这些角是相等的。换句话说，θs″-θs′=θF′-θF″。

因为从 DOE 40 出来时快轴和慢轴的发散角相等，所以显然，当照射到 DOE 40 上的光束不被校正时，沿着快轴和慢轴光束尺寸呈现差异，尽管该差异在光束离开 DOE 40 而传播时不会增加。因此，在本实施例中，通过使离开 DOE 40 的光束传播得足够远，以致光束的尺寸比原始的差异大得多，例如大几个数量级，使得原始的差异可忽略，这样得到了圆度。光束尺寸足够大的那一点主要取决于所需圆度的值。

例如，如果输入 DOE 40 时沿着快轴的光束比沿着慢轴的光束大

40 微米，一旦整个光束扩展到 1mm 的光点尺寸，则在沿着快轴和慢轴的光束之间仍然存在的 40 微米的差异就可忽略不计，也即，光束就基本上是圆形的了。

为了将 DOE 上慢轴和快轴上的光束尺寸间的差异保持在很小，DOE 必须放得离光源，一般是激光很近。例如，如果激光器快轴和慢轴的发散角分别为 11°和 33°，为了将 DOE40 上光束尺寸的差异保持为小于 40 微米，则 DOE40 必须放在离激光大约 100 微米的范围内。为了将光束尺寸的差异保持为小于 200 微米，DOE40 必须放在离激光大约 500 微米的范围内。

一般地，激光二极管安装在一个称作盒的圆柱形壳体中。该盒一般约 2mm 长。因此，如果要把激光二极管放在盒内，则 DOE40 必须也放入盒内。

因为该第一方案使得从 DOE40 输出的光束沿着每个轴线具有相同的发散角，所以在 DOE40 之后，可以在任意位置用常规的光学元件来准直化光束。这样的常规元件放在什么位置取决于所需的光束尺寸。假定所需的光束尺寸是 1mm，而从 DOE40 出来的光束的发散角在每一个方向上都是 22°，那么，DOE40 和准直透镜之间的距离就大约为 2.5mm。把盒做得比常规的盒稍大，把准直透镜放在基片的输出表面 42a 上，并使基片的厚度为从 DOE40 到准直元件间的距离，此处为 2.5mm，这样，所有用于为光束整形的光学元件就和激光本身一起集成在了盒内。

如果需要加大 DOE40 和准直元件之间所需的距离，则准直元件可以放在盒外。例如，假定使用的激光参数同上，如果需要光束具有 1 cm 的直径，则离开 DOE40 的距离就是 25mm。对于这样的一个距离，准直元件最好放在盒外。而且，如果距离确定，准直元件可以放在盒顶上。当准直元件没有放在基片的外表面 42b 上时，离开 DOE

的输出的发散角和／或准直元件与基片之间的距离可以按照基片的折射率而改变，以得到所需的光束。

另外，用于圆化光束的 DOE40 可以做在折射元件上，使得入射表面上的元件是一个混合体。

如果空间极其有限，为了更快地提供足够的圆度，可以使光束沿着慢轴发散得更厉害，也即，减小入射光束的原始尺寸差异，进而减小基片 42 的厚度。因为这种形状的光束不会很圆，在每一个表面 42a 和 42b 上与其上的其他元件集成在一起的软孔径的使用可以进一步协助圆化。此外，用软孔径协助圆化及整形光束，还可以用来减小基片 42 的厚度 d。

所述的第二个方案涉及改变快轴和慢轴的发散角，使得在 DOE40 的输出中，慢轴的发散角大于快轴的发散角。换句话说，θs″>θF″。而且，如第一方案一样，沿着各轴线输入角和输出角之间的差异的绝对值最好近似相等，也即θs″-θs′=θF′-θF″。

这样的形状允许沿着两个轴线上的尺寸在某个传播点上相等。但是，接收所要光束形状的第二个元件，在此例中指准直元件，必需精确定位。一定距离之后，沿着各轴线，两个发散角将产生尺寸大体相同的光束。这个距离将决定基片 42 的厚度。考虑到角度改变越大，基片 42 可越薄，但 DOE40 的效率越低，这种形状的设计表现为一种折中解决办法。

距离 d 由下列方程支配：

$XF = 2s \tan(\theta F/2)$

$Xs = 2s \tan(\theta s/2)$

$Ds = \Delta Xs + Xs$

$DF = \Delta XF + XF$

$\Delta XF = 2d \tan(\theta F''/2)$

$\Delta Xs = 2d \tan(\theta s''/2)$

上式中，D 是有 DOE40 时，沿着各轴线基片 42 的输出表面 42b 上的光点的直径，s 是从激光器到输入表面 42a 的距离，X 是输入表面上光点的直径，而ΔX 是有 DOE40 时，沿着各轴线从输入表面 42a 到输出表面 42b 光束尺寸的改变量。

对多数激光器，发散角θF 和θs 是固定的。距离 s 的值能确定，一般，激光器放得尽可能地离基片 42 近。因此，对大多数系统而言，X 的值是确定的。所以，按照该第二方案设计图 3a 和 3b 所示的形状时，得出所要的直径 D 的自由度是 d，θF″及θs″。

距离 d 的值愈小，基片愈易于制造，表面之间的间距可更精确地控制，而且，因为透过基片进行观察一般就可以校准，所以基片的校准也就更容易。但是，距离 d 的值愈小，要求发散角的改变就愈大，这就导致低效率的 DOE。此外，距离 d 的值愈大，在第二个表面 42b 处光束就越大，使得放在此表面上的光学元件的操作就愈容易。

一般地，D 的值根据应用场合来选择。选择的 d 值为制造工艺允许的最大值。这样就决定了发散角的改变值。

例如，假定把发散角为 11°（θs）×33°（θF）的激光器放到离 DOE 40 的距离为 200 微米的地方。那么，DOE 40 上光点的尺寸就会近似为 60 微米（Xs）×120 微米(XF)。如果制造工艺允许的最大厚度 d 是 1mm，而沿着两个轴线所需的准直光束的光点直径 D 是 400 微米，那么，离开 DOE 40 时，沿着快轴发散角应该近似为 16°（θF″），或者说减小了 17°，沿着慢轴发散角为 20°(θs″)，或者说增加了 9°。这将在表面 42b 上得到大约 400 微米的圆形光束。

在表面 42b 上设置一准直元件来提供由基片 42 输出的理想的 400 微米准直光束。需注意，因为沿着两个轴线光束的发散角不同，准直元件需要是变形的。换句话说，沿着两个轴线，准直元件有不同的有效焦距。该准直元件 DOE 40 还可以用来校正其他像差的像散。如果使用该校正，则该元件需要是非球面的。变形的非球面折射元件难于加工，因此，最好把这个功能集成到 DOE 40 中，在表面 42b 上使用衍射材料制作准直元件，或者，在表面 42 上把校正衍射元件和准直折射元件集成到一起。

最后，软孔径和每一种类型的发散角改变的 DOE 结合使用极其有用。即使来自于同一制造商，光源的发散角参数可以有很大不同。发散角改变的 DOE 的适当操作取决于已知待整形入射光束的发散角。针对每一个光源单独设计和制造 DOE 显然不现实。但是，通过在透明基片上制出软孔径，优选在其入射表面 42a 上制出软孔径，可实现发散角的均一化。具体而言，对于以上讨论的具体例子，可使用快速衰减发散角 11°之外的光线 11°的软孔径。因此，即使离开光源的发散角大于这些值，第二个光学元件为之设计的圆形的光束形状及其发散角仍然提供给第二个光学元件。

集成的光束整形器

在上述形状中，在基片的第一个表面 42a 上的第一个元件用来为在第二个表面 42b 上的第二个元件提供所要的光强图形。在以上讨论的例子中，该所要的光强度图形是圆形的。第二个元件用来提供所要的相位曲线，在上述例子中，是一准直光束。一般而言，本发明可用来得到任意的强度和相位曲线，用第一个元件 DOE 40 得到所要的在第二个元件上的强度图形，而用第二个元件来得到所要的相位曲线。

例如，在许多应用场合，圆形的光束需要在某一特定的距离处聚焦而不是准直。这可以通过使用聚焦元件而不是准直元件作为第二个元件 48 而实现。另外，DOE 40 可用来在第二表面 42b 上创制各种强

度图形或光束形状，比如平顶形，方形，圆形，长方形，椭圆形，三棱锥形，十字线，多点图形，灰度成像，其他非高斯强度分布等。可以使用任何折射、衍射或混合元件来产生所要的相位透射率。

当进入入射表面 42a 的光束的尺寸较小时，对光束的整形就最有效，也即，光束还没有从其光源移动得很远，这样轴线尺寸的差异就最小。图 4a 所示是实现这一点的一个例子，其中，一个光源 50，一般是激光器，如激光二极管，所示为边缘发光激光器，靠近一个精密镜子 52 安装，它们两都安装在基片 42 的下面。在激光器 50 的顶和底或入射表面 42a 之间有足够的空间，用于为传统的电路提供必要的导线，图中没有表示。

精密镜子 52 接收来自激光器 50 的输出光线，并将光线导向基片 42。如果用一垂直空腔表面发光激光器代替边缘发光激光器 50，显然，则不再需要精密镜子 52。激光器 50 和镜子 52 可以通过另外的导电垫安装在基片 56 上，该基片起散热片的作用。有源元件 50、52 在散热片上的粘结和对准允许在它们与光学元件集成在一起之前对它们进行测试。

从这种配置上可以看出，因为激光器 50 的输出光束非常发散，尤其是沿着快轴，并不是所有的光束都会照射到镜子 52 上。相反，部分光束将直接照射到基片 42 上。并非所有光束都由镜子 52 反射，这导致削波，使得输入到的 DOE 40 中的光束不是高斯光束。削波使该界面起到一个硬孔径的作用，在远场形成环。

通过把软孔径 20 与 DOE 40 集成在一起可以补偿所述削波。当用在这种场合时，软孔径 20 不必要用于圆化光束，但把光束整形得更加光滑地衰减，从而减少在远场中的环。根据需要，软孔径可以通过一衍射元件或用制有图形的金属贴片来提供。当批量生产本发明的集成光束整形器时，得到软孔径的这两种技术非常有用，这是因为它

们允许软孔径在一晶片水平上高效地生产，下面讨论这一点。

图 4b 表示了图 4a 所示配置的一种替代配置，如图 4b 所示，当把激光器 50 安装到散热片 56 上时，可把镜子 52 集成到散热片 56 上，从而省去了安装步骤。最好，散热片 56 是硅晶片，镜子可以通过沿着硅的晶体表面进行蚀刻而制作出来。

图 4b 所示还显示出了一个监视二极管（monitor diode）51，它安在激光器 50 后面，接受来自激光器 50 的后面的输出光线。一个用来引导来自激光器 50 的后面的输出光线的表面也集成到散热片 56 中。监视二极管 51 用来表示激光器 50 正在正常参数值内工作。或者，监视二极管 51 可以集成到散热片 56 中。

焊料球 53 是对准特征，用来方便基片 42 和散热片 56 之间的对准。焊料球的放置确保待校正的光束提供给 DOE 40。焊料球 53 还提供基片 42 和散热片 56 之间的偏移，以允许至有源元件如激光器 50 和监视二极管 51 所需的电连接。

另一种方案是，在图 4a 和 4b 所示的配置中，当激光器 50 就要安到散热片 56 上，而基片 42 在安到散热片 56 上之前被切割时，装有光学元件的基片 42 只需要设在镜子 52 上方，以接受来自激光器 50 的光线。这样安装基片简化了与激光器 50 的连接，如散热片和电导线。

图 4a 和 4b 所示的配置允许来自激光器 50 的光线在仅仅移动了一短距离，如 100 微米后就从激光器的发光区输入到 DOE 40 或软孔径 20。先前的配置因为其中所用的光学元件不能装配进容纳激光器的盒中，所以不允许这种靠近激光器的放置。包裹激光器的壳体或盒配合在一个管的后部，在此管中光学元件对准。对齐这些宏观光学元件所需的误差为 1-2 mil。相反，本发明的集成化解决方案的误差为 1-2

微米，例如，如图 7 所示，激光器和基片 42 集成在一起，之后，集成后的元件安装进一个盒中。

激光器 50 离本发明的光束整形器愈近，在快轴和慢轴上光线的光点尺寸的差异就愈小。当本发明的光束整形器使用发散度改变 DOE 40 时，基片 42 可以更薄。因此，这种靠近布置允许激光器 50 输出的光束的快轴和慢轴之间的发散度作不同的改变，以更有效地对其进行整形。此外，基片 42 可以更薄，因此包含本发明的光束整形器的整个设备就更薄。

图 5 是另一种配置的侧视图，更好地表示了生产任何配置时可能使用的无源对准。在基片 42 的底表面 42a 上设有基准标记。这些基准标记用来把安装对准特征 54 安到底表面 42a 上，以在其上安装电元件，如激光器 50 和镜子 52。对有源元件，导电垫很好地起到了对准特征的作用。

使用与放置对准特征，如与导电垫 54 相同的基准标记，很好地用照相平版印刷术形成光学元件 42 和 48。或者，可使用其他已经与第一基准标记对齐了的附加基准标记来对齐掩模，形成所述光学元件。因为所有晶片都薄而透明，基准标记的使用很容易实现。

这样，当光源 50 和镜子 52 装在各自的导电垫 54 上时，设备之间及通过所述光学元件的光路处于光学校准。安装光源和镜子时，导电垫上的焊料软熔后固化，把光源和镜子放到了适当的位置，把它们装在了基片 42 上。如图 5 所见，从包含本发明的光束整形器的基片 42 输出的光束会恰当地聚焦于指定的物体 58。在图 5 所示的具体配置中，光学元件 48 是一衍射元件，它把来自 DOE 40 的整形光束分成多个如 3 个光束，分别聚焦到指定的物体 58 上。

比较图 4a,4b 和图 5 可见，图 5 所示的配置更简单，也即，所有

元件处于同一基片上。但是，与图 4a 和 4b 所示的元件 50，52 安装在单独的散热片 56 上相比，图 5 所示的配置更难于充分散热。

集成光束整形器的批量生产

除了有效地整形一输出光束例如减小椭圆度外，图 4a，4b 和图 5 所示的配置都可以大量生产。DOE 40 可以用例如 Swanson 的美国专利 5,161,059 中教导的照相平版印刷术直接大量生产。此处引入 Swanson 的专利作为参考，或者也可以使用照相平版印刷术来形成一个掩模，用于注射成型或压刻入一聚合物中。这些生产技术应用于晶片生产线上，以同时制造多个 DOE，以及把相对应的多个光源安装在其附近。在晶片生产线上，生产的多个元件为几十个到几千个。

图 8a 表示了上有多个元件 82 的晶片 80 的俯视图。该晶片 80 可以是透明基片 42，而元件 82 可以是设在其各侧的光学元件，或者，晶片 80 可以是散热片，而元件 82 可以是设在其上的有源元件。最好，透明基片晶片是玻璃，如石英玻璃，而散热片晶片是硅。

图 8b 表示多个集成光束整形器在它们切割成本发明的各个集成光束整形器前的侧视图。在图 8b 所示的配置中，含有光学元件的透明基片被切割后靠近有源元件装在散热片上的适当位置上，其间有隔离元件或隔开件 84。片 42 可以包括槽口 85，用来接受隔开件 84，用机械结构保证对齐。虚线 86 表示散热片将沿着此线被切开。

以前，激光器就已经被装在散热片上并设在具有一光学元件的壳体中，例如，参见 Ito 等的题目为“Reflective Photosensor and Semiconductor Light Emitting Apparatus Each Using Micro Fresnel Lens”的美国专利 5，130，531 及 Lee 的题目为“Semiconductor Laser and Detector Device”的美国专利 4，757，197。但是，这些专利没有涉及提供一集成光束整形器，或使激光器离光学元件尽可能近地设置。这种近距离设置提出了严格的对齐要求，而这只能用下面讨论的

制造方法达到。

图 9 表示了按本发明的制造工艺的总体概要。在步骤 90，在透明基片 42 上形成了晶片级别的光学元件。在步骤 92，根据是使用晶片级别的散热片，如图 4a 和 4b 所示，或者不使用散热片，如图 5 所示，该工艺分叉。如果不使用散热片，在步骤 94 把有源元件安装在透明基片晶片上。然后，在步骤 96 将透明基片晶片切割成各集成的光束整形器。一般而言，之后在步骤 97 上把该小片装到散热片上，用于给有源元件散热。

如果使用晶片级别的散热片，则在步骤 98 把有源元件安装在散热片晶片上。在步骤 100 切割透明基片晶片或者散热片。在步骤 102，步骤 100 得到的小片安装到剩余的整体晶片上。然后在步骤 104 把整体晶片切成个集成光束整形器。

或者，使用散热片时，在切割每个基片前，透明基片就可以与散热片一次全装在一起。但是，为了简化有源元件与各电路的连接，如图 8b 所示，最好是由一个晶片得到的小片比由另一个晶片得到的小片细长。这种尺寸要求上的不同使得晶片之间的安装缺乏吸引力，除非可以只在粘结对准的一个晶片上进行切割。以下讨论的对准特征的使用使得在图 9 所示的流程图中安装在另一个晶片上之前的切割成为更加有实用意义的一种选择。以上讨论的与图 5 相关的对准特征的设置简化了在基片的每侧光学元件的设置以及在上述所有不同生产方法中激光器和镜子的安装，还有小片与另一晶片的粘结。无源对准省略了元件与开动的激光器对准的要求。在与其他光学元件集成在一起之前，可以容易地测试激光器。使用无源对准特征使得生产晶片级别的成套设备可以实现。按照本发明，仅仅通过使用无源对准技术而省略有源对准，就可以实现集成光束整形器的晶片级别的生产。

一般地，本发明的集成光束整形器所需的对准精度大约是 DOE

焦距的六十分之一。因此，如果 DOE 放在离激光器大约 200 微米的地方，在横向激光器至 DOE 的对准精度大约为±3 微米。用传统的安装技术，甚至是使用背景技术中所述的昂贵而困难的有源对准，要达到好于千分之一英寸或约 25 微米的对准精度是很困难的。由于小于等于 25 微米的对准精度很困难，所以，用传统的机械定位就很昂贵。但是，用以上讨论的晶片级别的批量照相平版印刷工艺，使用对准特征，可以很经济地达到小至±1 微米的很好的对准精度。

首先，需要把激光器精确地定位放置到散热片晶片上。这一定位可以通过在本身含有激光器的晶片上在精确的位置上构出导电图形而实现。之后，在相应的位置上把散热片晶片构出导电图形。焊料放置在散热片晶片上的每一个导电垫上。然后可以切割激光器晶片，把每一个激光器小片分别放到散热片晶片上的每一个位置上。用低对准精度可以很快地把激光器放到晶片上。之后，焊料软熔时，表面张力将会很快自动地校准所有的激光器。

当激光器安装在作为整体晶片的散热片晶片上时，光学元件小片可以直接固定到散热片晶片或其上放置的隔离元件上。

接着，当放置光学小片时，也需要高精确放置。因为激光器与散热片晶片精确对准，光学小片也可与散热片晶片对准。如果在光学小片或散热片晶片上放有导电垫，则可如上所述用焊料和软熔来做到。但是，这样做时，光学元件必须是平面晶片状，以便可使用金属化的平版印刷技术来同时在许多小片上进行导电图形的制作。或者，对于激光器或光学小片的粘结，可使用隔开件或槽口之类的机械特征，如图 8b 所示，其他的这类对准特征在 1996 年 9 月 27 日提交的题目为“Integrated Optical Head for Disk Drives and Method of Forming the Same”的美国申请 08/727,837 中公开，本文引入该申请作为参考。

另外，可以用粘结剂或环氧树脂而不是焊料来粘结光学小片。在

许多应用场合优选焊料，因为它比环氧树脂光滑、平整，粘结前易于移动，可使用自对准性能。对许多应用场合，环氧树脂具有廉价的优点，加热或不加热都可以粘结，不会氧化，而且可以是透明的。如果使用粘结剂，如 UV 硬化环氧树脂，在环氧树脂硬化前（当其是液态时），在光学小片上放上突脊类物来固定它是有用的。如果使用环氧树脂，在每一个光学小片上放上对准标记且在硅晶片上放上相应的对准标记是有用的。之后，可以用取-放机放置每一个光学小片，取-放机会把小片上的对准标记对准晶片上的对准标记而放置小片。这些对准标记的图形化仍然指的是它们仅仅是实用的，如果光学元件和散热片晶片都是用平面晶片形式制作，便于用在量大、成本低的场合。

类似地，对准用上述其他制造工艺来完成。例如，可用焊料和软熔，在激光器底部和镜子上放上导电垫，如图 5 所示，直接把这些元件安装到透明基片上相应的导电垫上。

而且，因为上述批量生产是在平面基准上，重要的是所述激光器具有平整的轮廓。用端或表面发光激光器小片会产生这样的形状。但是，当使用边缘发光激光器时，常规安装它，使其发光边缘面对光学元件。这不会得到所需的平整轮廓。因此，如图 4a、4b 和 5 所示的配置所示，按照本发明，为了恰当地将来自激光器的光线导向光学元件，同时使轮廓平整，在边缘激光器上设置了一面镜子。

如果激光器 50 输出的光束发散严重，或者不能在一合理的横向距离范围上有效地实现所需光束整形，可使用一个以上的基片，其上包含用于整形的一个以上的 DOE。图 6 所示是这种配置的一例，其中，在光束的路径上，附设了一个附加基片 42’ 。基片 42’ 仍然用导垫 54 粘到基片 42 上，并与基片 42 对准。另外的方案是，因为没有要求对设在这些基片上的元件进行点连接，可以用 UV 硬化环氧树脂，既做对准特征，又把基片 42 和 42’ 粘结到一起。DOE 40’ 可设在入射表面 42a’ ，而把准直仪设在附加基片 42’ 的输出表面上。在输出表面

42b 上还可设另一个光学元件，图 5 的配置中设的是准直仪 48。

用基准标记和/或对准特征把激光器安装在一基片上，并用平版印刷技术形成用于产生适当整形光束的标记、对准特征和光学元件，可把系统的所有这些元件放入盒 60 中，使它们免受环境作用，如图 7 所示。在图 7 中表示一个折射元件的准直元件 62，离开基片 42 而放置，以得到盒 60 输出的理想的光点尺寸。导线 64 用于连接盒 60 中的激光器 52 和适当的电子设备。用这类盒也便于与放有激光器的其他系统对准。

而且，如果使用这样的盒 60，可在其一端放透明盖 66，以进行额外的光束修改。例如，可把准直元件包括在其上，其他衍射元件可以集成在其上。可拆下所述盖，以便更换。另外，因为盒中的元件已经精确对准，盖 66 可以包括一参考对象，以协助盒 60 外的其他元件的校准。

如果使用附加基片，例如，用一个基片 56 来支承光源 50 和镜子 52，或者需要另一个来得到满意的光束整形，把这些基片彼此连接在一起的连接区域设在基片的相邻面的至少一个上。

结论

尽管在上述说明和图示的许多配置中，其中所有的元件都彼此紧邻定位。但是，显然，所有的元件，不管是基片、散热片还是电元件，都可以在其间设置隔开块。

需注意，如果想把折射元件用作准直光学元件 48，可用平版印刷技术形成该折射元件。用熔化光刻胶来形成球面折射元件是已知技术，这在 O. Wada 的“Ion-Beam Etching of InP and its Application to the Fabrication of High Radiance InGASP/InP Light Emitting Diodes”中有说明，见 General Electric Chemical Society, Solid State Science and

Technology, 第 131 卷，第 10 期，1984 年 10 月，第 2373-2380 页。如果所用的掩模是灰度掩模，如高能束敏感(HEBS)或吸收灰度掩模，可以用制作 DOE 的照相平版印刷技术制作任意形状的折射元件，见 1997 年 4 月 11 日提交的题目为“Gray Mask Made of Absorptive Materials and for Fabricating Optical Elements Using a Photoresist Formed from Contact Printing of a Gray Mask”的临时申请 60/041，042。

正如本领域的技术人员所了解的，按照本发明设计的衍射元件也可以是深度衍射元件。深度衍射元件指的是相位高度大于 2n 的衍射元件。

此外，正如本领域的技术人员所了解的，本发明的衍射光学元件可以用任何已知的常规方法制造，如用照相平版印刷法，金刚石调谐法等。适宜方法的选择取决于基片材料，按本发明的具体设计参数，用途，所要求的精度，花费以及时间的分配等等。

至此，本发明就说明完了，但显然，本发明可以有多种改变。这些改变不应认为是偏离了本发明的精神和范围，显然，对本领域的技术人员，这些改变应认为是包括在所附权利要求的范围内。

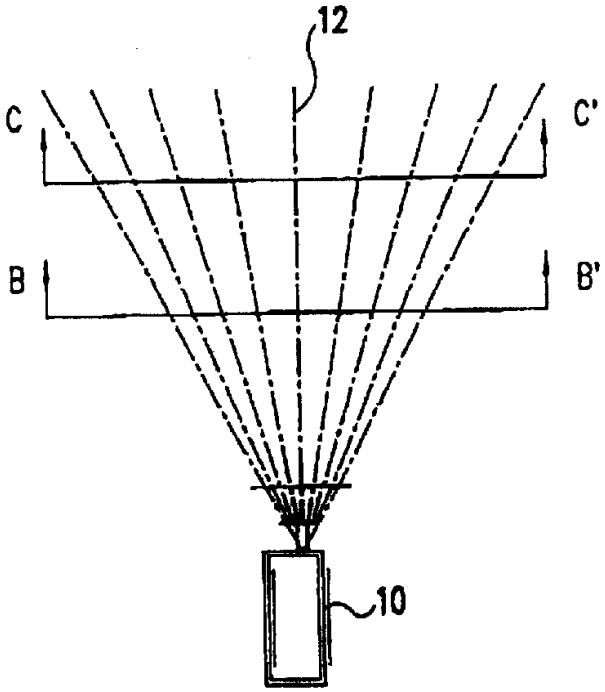


图 1A

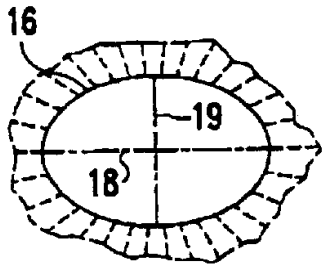


图 1B

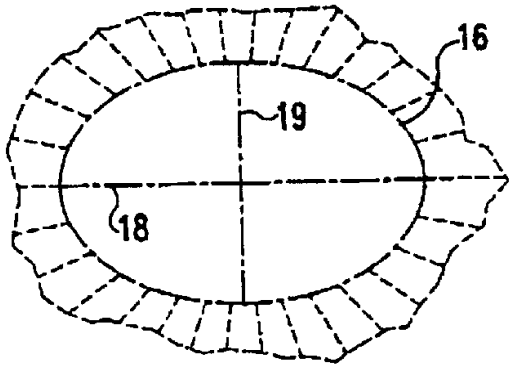


图 1C

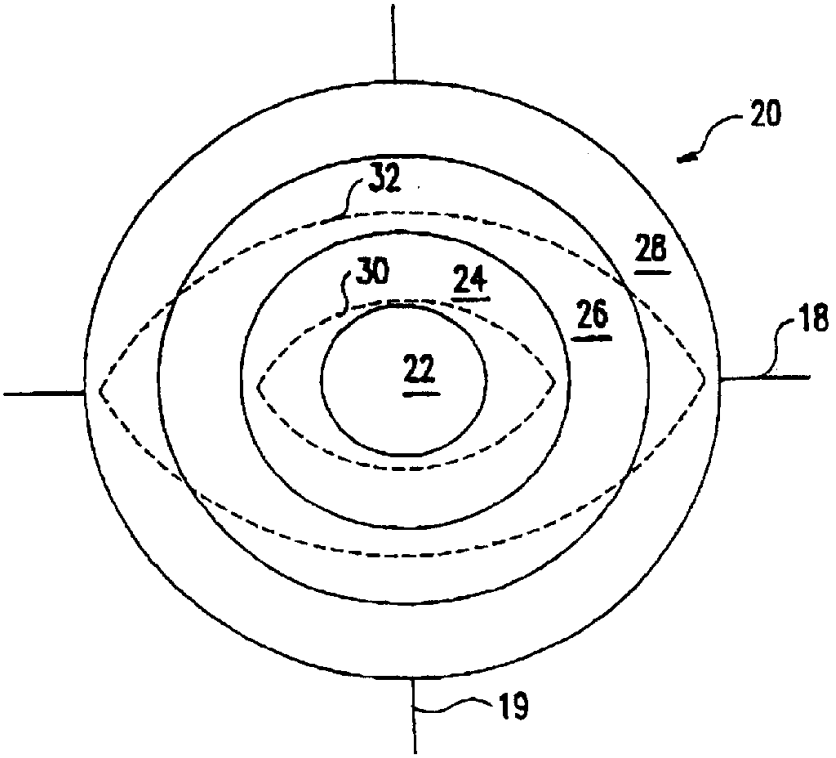


图 2

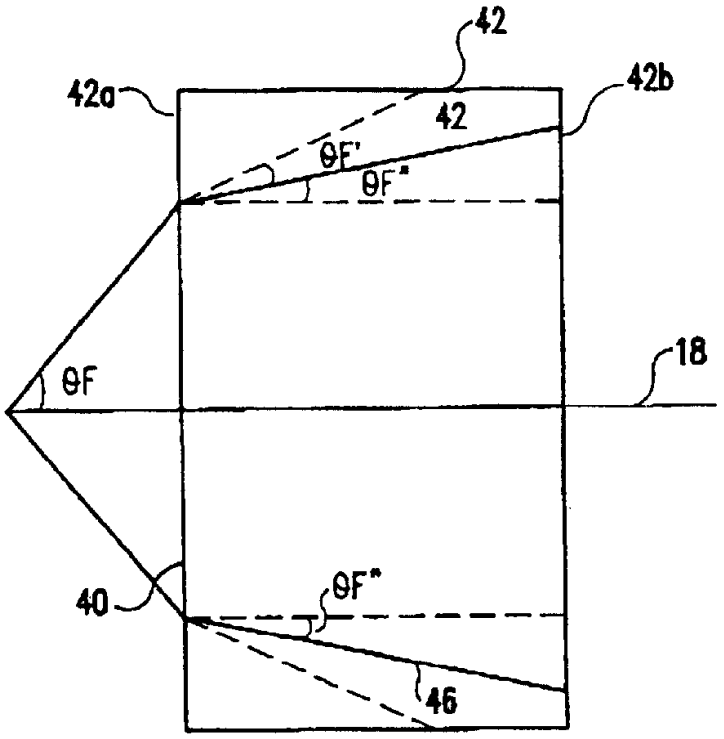


图 3A

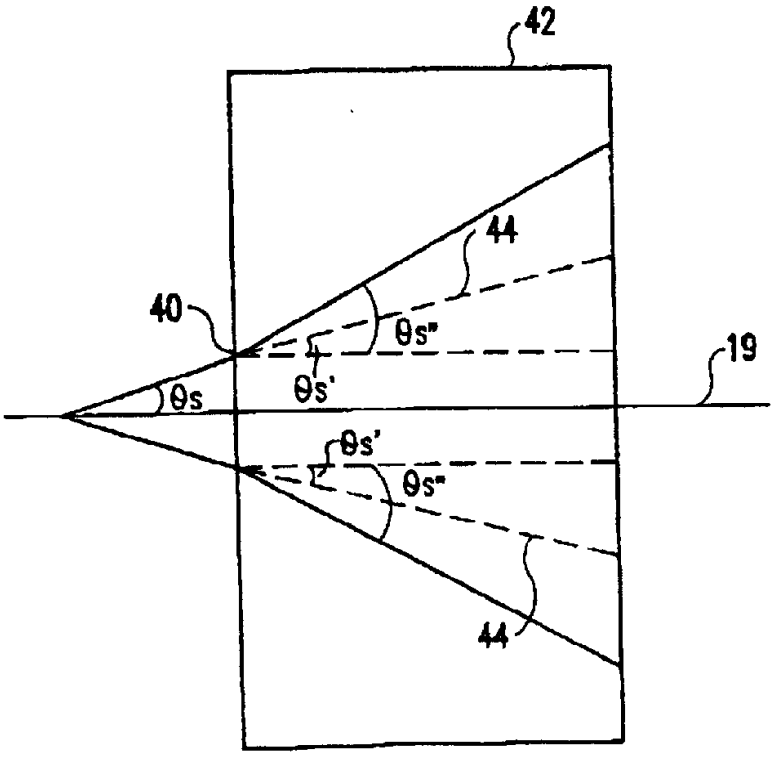


图 3B

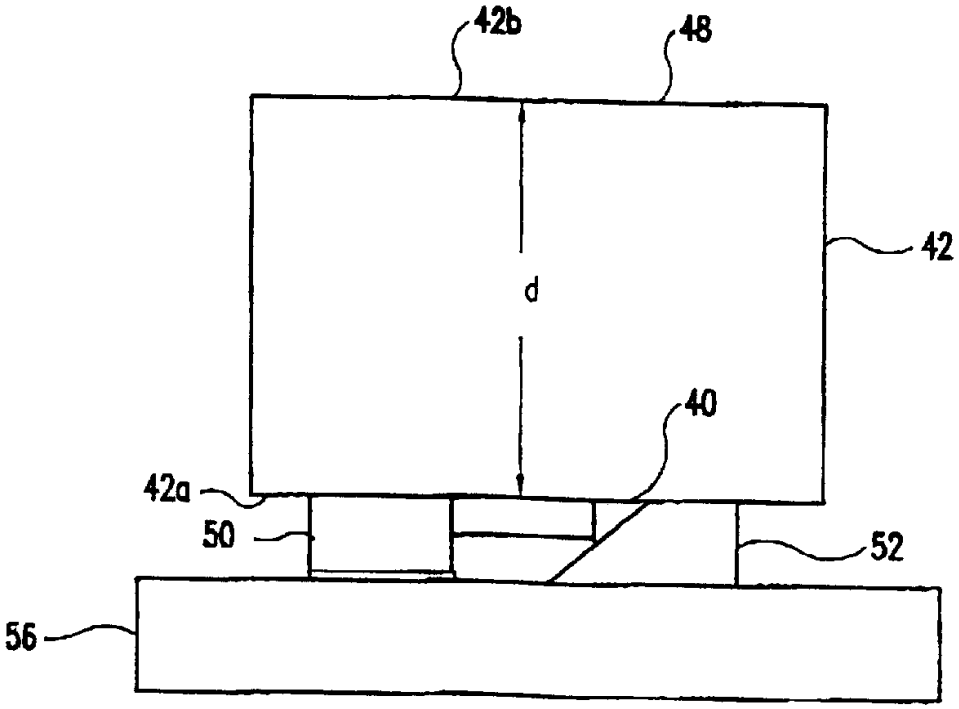


图 4A

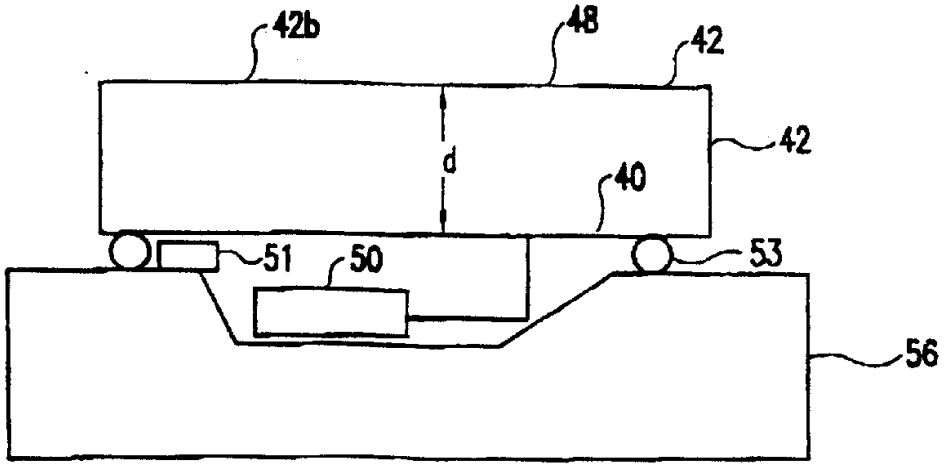


图 4B

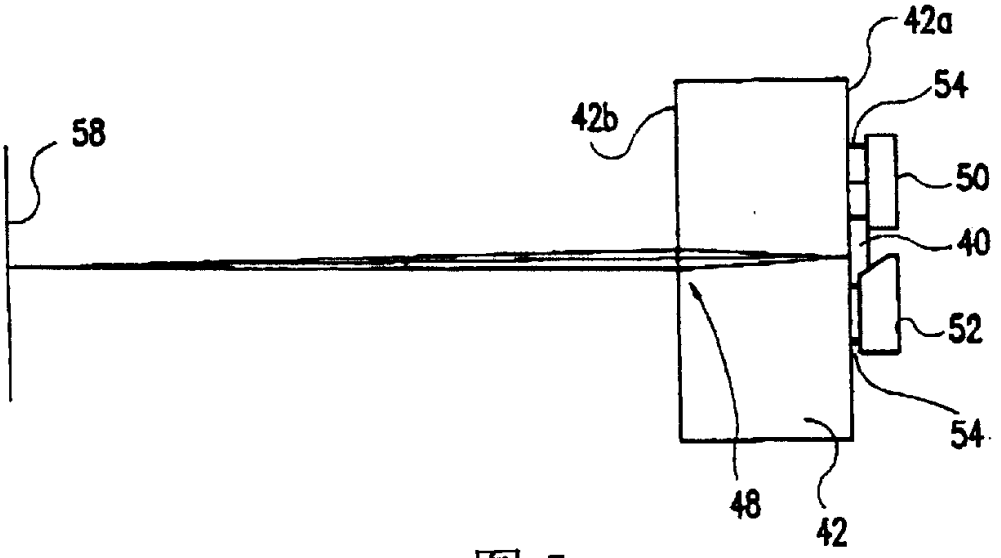

42a
54
42b
58
50
40
52
54
48
42

图 5

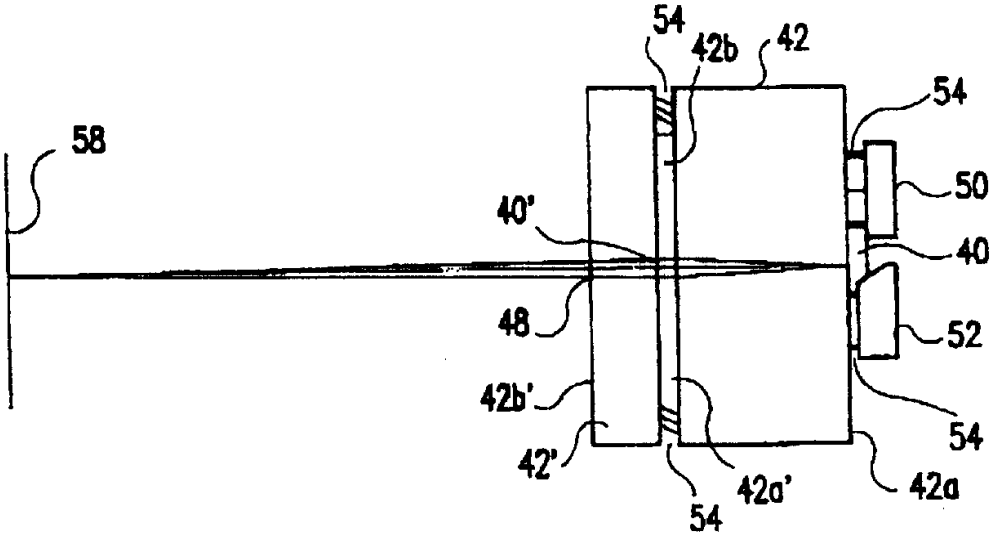

54
42b
42
54
58
50
40'
40
48
52
42b'
54
42'
42a'
42a
54

图 6

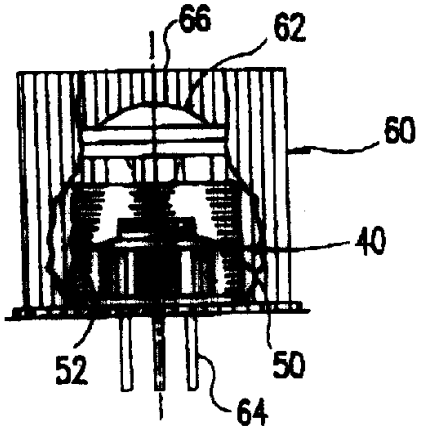

66
62
60
40
52
50
64

图 7

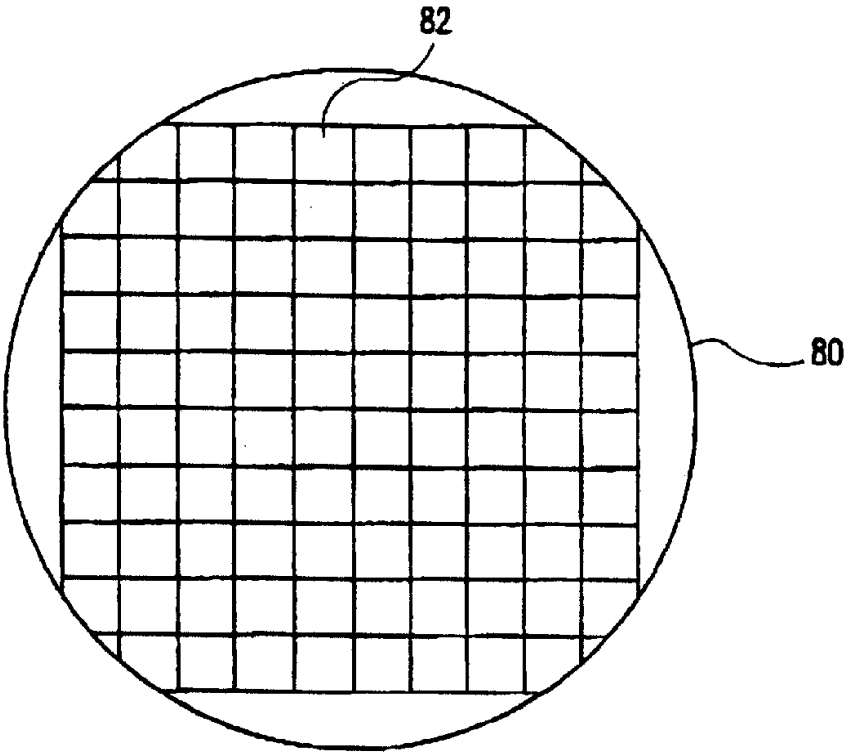


图 8A

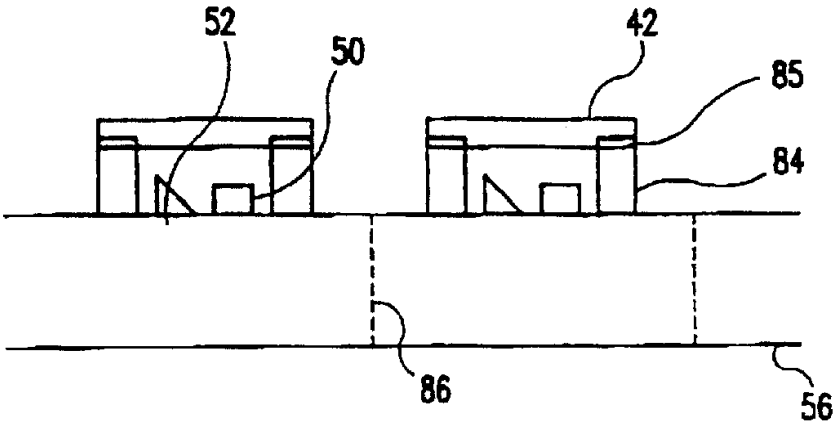


图 8B

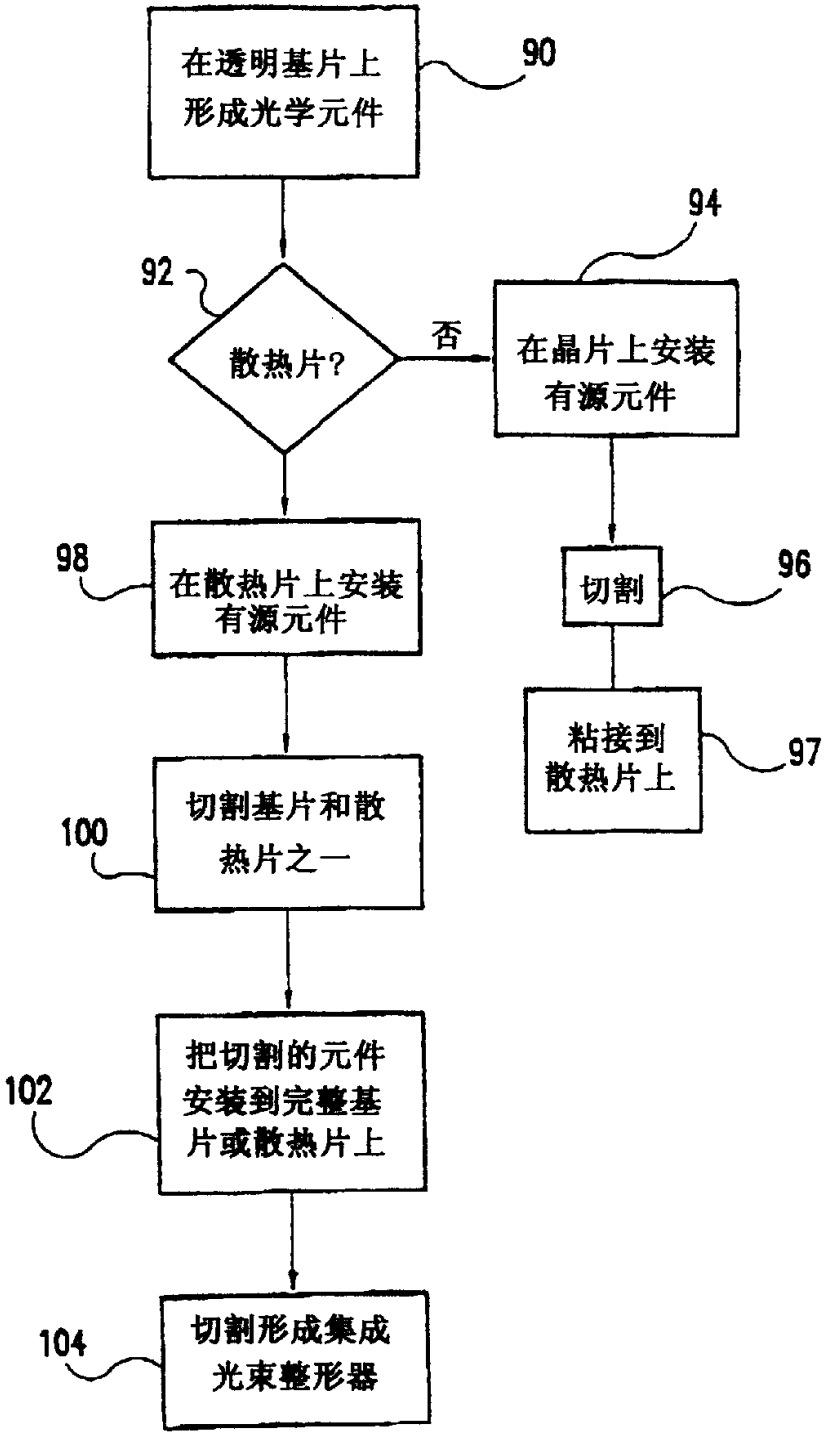

在透明基片上形成光学元件
90
92
散热片?
否
94
在晶片上安装有源元件
切割
96
粘接到散热片上
97
98
在散热片上安装有源元件
100
切割基片和散热片之一
102
把切割的元件安装到完整基片或散热片上
104
切割形成集成光束整形器

图9