



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03142709.X

G02B 27/42 G02B 3/00
H01L 21/027

[43] 公开日 2004 年 2 月 11 日

[11] 公开号 CN 1474235A

[22] 申请日 2003.6.11 [21] 申请号 03142709.X
[30] 优先权

[32] 2002.6.11 [33] US [31] 10/166,062

[71] 申请人 ASML 控股股份有限公司

地址 荷兰费尔德霍芬

[72] 发明人 马克·奥斯考特斯凯

莱福·雷日科夫 斯高特·考斯坦

詹姆斯·察考印尼斯

沃特·奥格斯特茵

[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

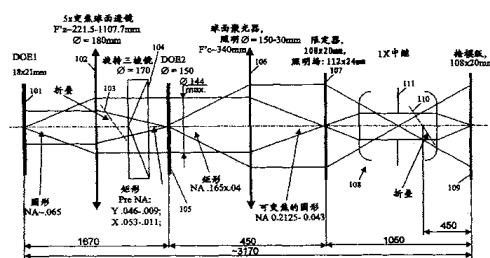
代理人 蒋世迅

权利要求书 8 页 说明书 13 页 附图 14 页

[54] 发明名称 用于微光刻法的先进的照明系统

[57] 摘要

一种用于微光刻的系统，包括：照明光源；照明光学系统；和投影光学系统，该照明光学系统包括，按从物镜侧开始的顺序，(a) 从照明光源接受照明的第一衍射光学单元，(b) 变焦透镜，(c) 第二衍射光学单元，(d) 聚光器透镜，(e) 中继透镜，(f) 掩模版，该投影光学系统用于把掩模版成像在基片上，其中，用于微光刻的本系统，提供可变焦的数值孔径。



1. 一种用于微光刻的系统，包括：

照明光源；

照明光学系统，包含，按从物镜侧开始的顺序：

- (a) 从所述照明光源接受照明的第一衍射光学单元；
- (b) 变焦透镜；
- (c) 第二衍射光学单元；
- (d) 聚光器透镜；
- (e) 中继透镜；
- (f) 掩模版；和

把所述掩模版成像在基片上的投影光学系统，

其中，所述用于微光刻的系统，能提供可变焦的数值孔径。

2. 按照权利要求 1 的系统，其中所述系统的场的大小，是离散地可变的。

3. 按照权利要求 1 的系统，其中所述系统的场的大小，是离散地可变的，且所述照明光学系统的数值孔径与所述投影光学系统的数值孔径之比，是连续地可变的。

4. 按照权利要求 1 的系统，其中所述系统的场的大小，是连续地可变的。

5. 按照权利要求 1 的系统，还包括在所述第二衍射光学单元与所述聚光器透镜之间的第三衍射光学单元。

6. 按照权利要求 5 的系统，其中所述第三衍射光学单元的位置，是可调整的，以便连续地调整所述系统的场的大小。

7. 按照权利要求 1 的系统，其中，所述照明系统的数值孔径与所述投影光学系统的数值孔径之比，是连续地可变的。

8. 按照权利要求 7 的系统，其中，所述比值是在约 0.2 和 1 之间连续地可变的。

9. 按照权利要求 1 的系统，其中所述照明光源，包括准分子激

光器。

10. 按照权利要求 1 的系统，其中所述第一衍射光学单元，包括微透镜阵列。

11. 按照权利要求 1 的系统，其中所述第一衍射光学单元，包括 Fresnel 透镜。

12. 按照权利要求 1 的系统，其中所述第一衍射光学单元，包括衍射光栅。

13. 按照权利要求 1 的系统，其中所述照明系统，还包括在所述变焦透镜与所述第二衍射单元之间的旋转三棱镜。

14. 按照权利要求 1 的系统，其中所述照明系统，还包括在所述第二衍射单元与所述聚光器透镜之间的旋转三棱镜。

15. 按照权利要求 1 的系统，其中所述第二衍射光学单元，有矩形的数值孔径。

16. 按照权利要求 1 的系统，其中所述第二衍射光学单元，包括微透镜阵列。

17. 按照权利要求 16 的系统，其中所述第二衍射光学单元所述微透镜阵列，包括柱面透镜阵列。

18. 按照权利要求 1 的系统，其中所述照明系统，还包括在所述聚光器透镜与所述中继透镜之间的限定器。

19. 按照权利要求 1 的系统，其中所述照明系统，还包括在所述中继透镜中心的远心光阑。

20. 一种用于微光刻的系统，包括：

 照明光源；

 从所述照明光源接受照明的照明光学系统；和

 从所述照明光学系统接受照明的投影光学系统，

 其中，所述照明系统的数值孔径与所述投影光学系统的数值孔径之比，是连续地可变的，而场的大小则是离散地可变的。

21. 按照权利要求 20 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述照明光源接受照明的第一衍射光学单元。

22. 按照权利要求 21 的系统，其中，所述第一衍射光学单元，包括微透镜阵列。

23. 按照权利要求 21 的系统，其中，所述第一衍射光学单元，包括 Fresnel 透镜。

24. 按照权利要求 21 的系统，其中，所述第一衍射光学单元，包括衍射光栅。

25. 按照权利要求 21 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述第一衍射单元接受照明的变焦透镜。

26. 按照权利要求 25 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述变焦透镜接受照明的旋转三棱镜。

27. 按照权利要求 26 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述旋转三棱镜接受照明的第二衍射光学单元。

28. 按照权利要求 27 的系统，其中，所述第二衍射光学单元有矩形的数值孔径。

29. 按照权利要求 27 的系统，其中，所述第二衍射光学单元包括微透镜阵列。

30. 按照权利要求 27 的系统，其中，所述第二衍射光学单元包括柱面透镜阵列。

31. 按照权利要求 27 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述第二衍射单元接受照明的聚光器透镜。

32. 按照权利要求 27 的系统，其中，所述照明系统，还包括从所述第二衍射单元接受照明的聚光器透镜，和从所述聚光器透镜接受照明的中继透镜。

33. 按照权利要求 31 的系统，其中，所述照明系统，还包括在所述聚光器透镜与所述中继透镜之间的限定器。

34. 一种用于微光刻的系统，包括，按从物镜侧开始的顺序：

第一衍射光学单元；

变焦透镜；

有矩形数值孔径的第二衍射光学单元；

聚光器透镜；和
中继透镜。

35. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述照明系统的场的大小，是离散地可变的。

36. 按照权利要求 34 的系统，还包括投影光学系统，其中所述系统的场的大小和部分相干性两者都是可变的。

37. 按照权利要求 36 的系统，其中，所述部分相干性是在约 0.2 和 1 之间连续地可变的。

38. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述照明系统，还包括在所述变焦透镜与所述第二衍射单元之间的旋转三棱镜。

39. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述照明系统，还包括在所述第二衍射光学单元与所述变焦透镜之间的旋转三棱镜。

40. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述第二衍射光学单元有矩形的数值孔径。

41. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述第二衍射光学单元包括微透镜阵列。

42. 按照权利要求 34 的系统，其中，所述第二衍射光学单元包括柱面透镜阵列。

43. 一种用于微光刻的系统，包括：

照明系统，它包含，按从物镜侧开始的顺序：

(a) 在第一侧有第一衍射单元和在第二侧有第二衍射单元的变焦透镜；

(b) 聚光器透镜；

(c) 中继透镜；和

投影光学系统，

其中，用于微光刻的所述系统的部分相干性，是连续地可变的。

44. 按照权利要求 43 的系统，其中，用于微光刻的所述系统的场的大小，是离散地可调整的。

45. 按照权利要求 43 的系统，其中，用于微光刻的所述系统的场的大小，是连续地可调整的。

46. 按照权利要求 43 的系统，其中所述部分相干性，是在 0.2 和 1 之间连续地可变的。

47. 按照权利要求 43 的系统，其中所述照明系统，还包括在所述变焦透镜与所述聚光器透镜之间的旋转三棱镜。

48. 按照权利要求 43 的系统，其中所述第二衍射光学单元有矩形的数值孔径。

49. 按照权利要求 43 的系统，其中所述第二衍射光学单元包括微透镜阵列。

50. 按照权利要求 43 的系统，其中所述第二衍射光学单元包括柱面透镜阵列。

51. 按照权利要求 43 的系统，其中，所述照明系统还包括，在所述聚光器透镜与所述中继透镜之间的限定器，它从所述中继透镜接受照明。

52. 一种用于基片曝光的方法，包括的步骤有：

把照明光学系统照明，该照明光学系统包含，按从物镜侧开始的顺序：

- (a) 从照明光源接受照明的第一衍射光学单元；
- (b) 变焦透镜；
- (c) 第二衍射光学单元；
- (d) 聚光器透镜；
- (e) 中继透镜；
- (f) 掩模版；

在掩模版的平面上形成可变焦数值孔径的光束；和

通过投影光学系统，把掩模版平面上形成的光束，投影到基片上。

53. 按照权利要求 52 的系统，还包括改变照明光学系统的场的大小的步骤。

54. 按照权利要求 52 的系统，还包括离散地改变照明光学系统的场的大小，和连续地改变投影光学系统的数值孔径的步骤。

55. 按照权利要求 52 的系统，还包括连续地改变照明光学系统的场的大小的步骤。

56. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于第二衍射光学单元与聚光器透镜之间的第三衍射光学单元的步骤。

57. 按照权利要求 52 的系统，还包括调整第三衍射光学单元位置，以便连续地调整系统的场的大小的步骤。

58. 按照权利要求 52 的系统，还包括在约 0.2 到 1 之间，改变照明系统数值孔径与投影光学系统数值孔径之比的步骤。

59. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含微透镜阵列的第一衍射光学单元的步骤。

60. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含 Fresnel 透镜的第一衍射光学单元的步骤。

61. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含衍射光栅的第一衍射光学单元的步骤。

62. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于变焦透镜与第二衍射单元之间的旋转三棱镜的步骤。

63. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于第二衍射单元与聚光器透镜之间的旋转三棱镜的步骤。

64. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明有矩形数值孔径的第二衍射光学单元的步骤。

65. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含微透镜阵列的第二衍射光学单元的步骤。

66. 按照权利要求 52 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含柱面透镜阵列的第二衍射光学单元的步骤。

67. 一种用于基片曝光的方法，包括的步骤有：

把照明光学系统照明，该照明光学系统包含，按从物镜侧开始

的顺序：

(a) 在第一侧有第一衍射单元和在第二侧有第二衍射单元的变焦透镜；

(b) 聚光器透镜；

(c) 中继透镜；和

用投影光学系统，把中继透镜形成的光束，投影到晶片上；和连续地改变柱面光学系统/投影光学系统组合的部分相干性。

68. 按照权利要求 67 的系统，还包括改变照明光学系统的场的大小的步骤。

69. 按照权利要求 67 的系统，还包括离散地改变照明光学系统的场的大小，和连续地改变投影光学系统的数值孔径的步骤。

70. 按照权利要求 67 的系统，还包括连续地改变照明光学系统的场的大小的步骤。

71. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于第二衍射单元与聚光器透镜之间的第三衍射光学单元的步骤。

72. 按照权利要求 71 的系统，还包括调整第三衍射光学单元位置，以便连续地调整系统的场的大小的步骤。

73. 按照权利要求 67 的系统，还包括在约 0.2 到 1 之间，改变照明系统数值孔径与投影光学系统数值孔径之比的步骤。

74. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含微透镜阵列的第一衍射光学单元的步骤。

75. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含 Fresnel 透镜的第一衍射光学单元的步骤。

76. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含衍射光栅的第一衍射光学单元的步骤。

77. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于变焦透镜与第二衍射单元之间的旋转三棱镜的步骤。

78. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明位于第二衍射单元与聚光器透镜之间的旋转三棱镜的步骤。

79. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明有矩形数值孔径的第二衍射光学单元的步骤。

80. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含微透镜阵列的第二衍射光学单元的步骤。

81. 按照权利要求 67 的系统，其中，所述照明步骤包括，照明包含柱面透镜阵列的第二衍射光学单元的步骤。

用于微光刻法的先进的照明系统

技术领域

本发明涉及微光刻法，更具体说，是涉及用于微光刻法设备的有高数值孔径的照明系统。

背景技术

光刻法（亦称微光刻法）用于制造半导体器件。光刻法使用电磁辐射，如紫外（UV）、深UV、或可见光，在半导体器件设计中产生精细的图。许多种半导体器件，如二极管、三极管、和集成电路，能够用光刻技术制作。在半导体制作中，用曝光系统或设备来实施如蚀刻的光刻技术。曝光系统通常包括照明系统、含有电路图的掩模版（亦称掩模）、投影系统、和用于对准涂覆了光致抗蚀剂的半导体晶片的晶片对准台。照明系统以优良的矩形长孔照明场照明掩模版上的区域。投影系统把掩模版电路图照明区域的像，投射到晶片上。

随着半导体器件制作技术的进步，对制作半导体器件的光刻系统每一部件，永远存在增长的要求。该要求包括用于照明掩模版的照明系统。例如，需要用均匀辐照度的照明场来照明掩模版（reticle）。在分步扫描光刻法中，还需要改变照明场的大小，使该照明场大小能够适应于不同的应用和半导体晶片尺寸。

某些照明系统包括置于掩模版之前的阵列的或衍射散射光学单元。该散射光学单元产生需要的光角分布，其后把该光角分布成像或中继至掩模版。

此外，一般使用的晶片尺寸有 26x5 mm、17x5 mm、和 11x5 mm。因此，标准的变焦透镜必须适应照明场大小的变化。然而，在微光刻领域中出现一特殊的问题，即在半导体基片上需要形成的不同特征，要求部分曝光光学部件有可变的部分相干性。具体说，部分相干性（ σ ），在微光刻法中一般定义为照明光学部件数值孔径与投影

系统数值孔径之比，必需随半导体基片上需要形成的不同特征的性质而变化，例如，用于生成沟槽的 σ 与用于生成线的 σ 不同。

因此，需要一种简单的微光刻系统，它能在大范围上改变部分相干性参数，同时又能适应不同的场的大小。

发明内容

本发明针对一种微光刻系统，它有可变的部分相干性和场的大小。

本发明的一个优点，是能提供一种微光刻系统，该系统具有连续地可调整的部分相干性及离散地可调整的场的大小。

本发明的另一个优点，是能提供一种微光刻系统，该系统的部分相干性及场的大小两者都能连续地改变。

本发明的另一个优点，是能提供一种微光刻系统，该系统能用简单的光学部件达到上述目标。

本发明另外的特征和优点，将在下面的说明中阐述，且部分在说明中是显而易见的，或者可从本发明的实现中学到。本发明的这些目的和其他优点的实现和取得，在于下面的说明及其权利要求书中以及附图中特别指出的结构。

如已经概括并广为说明了的，为获得这些和其他优点，并按照本发明的目的，是提供一种用于微光刻的系统，该系统包括照明光源、照明光学系统、和投影光学系统，该照明光学系统又包括，按从物镜侧开始的顺序：(a) 从照明光源接受照明的第一衍射光学单元，(b) 变焦透镜，(c) 第二衍射光学单元，(d) 聚光器透镜，(e) 中继透镜，和(f) 掩模版；该投影光学系统用于把掩模版成像在基片上，其中，该投影光学系统为微光刻提供可变焦的数值孔径。

按照本发明的另一方面，是提供一种用于微光刻的系统，该系统包括照明光源、照明光学系统、和投影光学系统，照明光学系统从照明光源接受照明，投影光学系统从照明系统接受照明，其中，照明系统的数值孔径与投影光学系统的数值孔径之比，是连续地可变的，而场的大小则是离散地可变的。

按照本发明的另一方面，是提供一种用于微光刻的照明系统，该系统包括，按从物镜侧开始的顺序：第一衍射光学单元、变焦透镜、有矩形数值孔径的第二衍射光学单元、聚光器透镜、和中继透镜。

按照本发明的另一方面，是提供一种用于微光刻的系统，该系统包括照明系统和投影光学系统，该照明系统又包括，按从物镜侧开始的顺序：(a) 在第一侧有第一衍射光学单元和在第二侧有第二衍射光学单元的变焦透镜，(b) 聚光器透镜，和(c) 中继透镜；其中，照明系统的数值孔径与投影光学系统的数值孔径之比，是连续地可变的。

应当指出，前述的一般说明与下面的详细说明两者，都是示例性和解释性的，并且如要求那样，旨在对本发明提供进一步的解释。

附图说明

各个附图，是为提供对本发明进一步的了解而被包括进来的，并被本说明书引用和构成本说明书的一部分，这些附图举出本发明各实施例，并与本说明一起，说明本发明的原理。附图中：

图 1 是本发明一个实施例的示意图；

图 2 是图 1 实施例的另一个图，表明透镜的排列；

图 3 是本发明另一个实施例的示意图；

图 4A - 4C 画出本发明一个实施例中使用的聚光器透镜的光线轨迹图；

图 5A - 5B 画出本发明一个实施例中使用的中继透镜的光线轨迹图；

图 6A - 6B 画出本发明一个实施例中使用的变焦透镜的光线轨迹图；

图 7 画出照明系统的整体设计，例如图 1 所示照明系统的整体设计；

图 8 是照片，表明用于衍射光学单元的变换器机构；

图 9 是照片，表明用于图 7 实施例的动态可调整狭缝；和

图 10 是照片，表明用于图 7 实施例的场成帧组件。

具体实施方式

现在详细参考本发明各优选实施例，实施例所举的例子，都在各附图中画出。

近年来，制造半导体器件使用的光刻法，已经逐渐移向更短的波长，因为装置特征在大小上收缩。借助特征大小收缩至亚微米、及亚 0.1 微米范围，半导体制造商不得不改变为使用紫外光，且在某些情况下使用软 X 射线光刻（或深 UV）。例如，在 248、193、和 157 nm 范围发射光的准分子激光器，在半导体器件制造中的使用正逐渐增长。现代微光刻设备中的照明光源，如上面所指出，通常是可见光激光器、准分子激光器、或可能是软 X 射线光源。（“光”与“照明”两词将在本文可交换地使用，指任何用于光致抗蚀剂的电磁辐射）。这些波长的使用，是对半导体制造设备的设计人员的一种挑战，特别是用于准分子激光器光束聚焦和整形的光学部件。在本发明中，对 248 和 193 nm 的光源，最好用熔融石英，而对 157 nm 光源，通常要求用氟化钙或氟化钡制成的光学单元，以便有效地对光束聚焦和整形。

说明的实施例既用衍射的，也用反射的光学单元。然而，本领域一般人员应当清楚，反射表面的使用，常常取决于有关的工程和设计，而不取决于本发明的基本原理。因此，应当指出，在下面的说明中，反射（折叠）光学单元的使用，严格地说，是由于工程设计选择的需要，而为了实现本发明并不要求使用它们。

图 1 画出本发明一个优选实施例的基本配置。应当明白，在随后各图中，情况合适，尺寸是以毫米为单位的。

如在图 1 可见，本发明的本实施例，包括衍射光学单元 101 (DOE1)，它是由照明光源（未画出）照明的。

第一衍射光学单元 101 可以是通常任何用于产生衍射的单元，如 2 维球面微透镜阵列、Fresnel 透镜、衍射光栅，等等。

从系统的透视图，如图 1 中所示，在第一衍射光学单元 101 之

后，光束的数值孔径接近 0.065。

还可以从图 1 看到，在通过第一衍射光学单元 101 之后，光束接着照明变焦透镜 102。在本实施例中，变焦透镜 102 是 5x 变焦球面透镜，焦距是 221.5 – 1107.7 mm。光束在该点的直径是 180 mm。该变焦透镜 102 还画在图 6。本领域普通人员应当清楚，变焦透镜 102 能够按需要使用或多或少的单元（片）。下面举出一个例子（六单元设计）加以说明（以 CODE V 输出格式）：

	RDY	THI	GLA
>OBJ:	INFINITY	INFINITY	
STO:	INFINITY	8.000000	
2:	-25.24705	5.000000	'CaF2'
3:	55.68759	16.548834	
4:	-48.92714	25.342815	'CaF2'
ASP:			
K :	1.779039	KC : 0	
IC:	YES	CUF: 0.000000	CCF: 100
A :0.146865E-05	B :0.705843E-08	C :-0.823569E-11	D :0.127469E-13
AC : 0	BC : 0	CC : 0	DC : 0
5:	-36.472	194.914260	
6:	170.18706	28.207990	'CaF2'
7:	510.72551	17.527333	
8:	141.82233	51.966932	'CaF2'
9:	-277.74471	12.376464	
ASP:			
K :	-3.017335	KC : 0	
IC:	YES	CUF: 0.000000	CCF: 100
A :0.913504E-07	B :-0.173047E-11	C :-0.291669E-15	D :0.148478E-19
AC : 0	BC : 0	CC : 0	DC : 0
10:	-297.59579	10.000000	'CaF2'

11: 143.26243 1101.010134
 12: -352.19780 11.373314 'CaF2'
 13: -154.19122 187.731924

ASP:

K : -500.000000 KC : 0
 IC: YES CUF: 0.000000 CCF: 100
 A :-125463E-05 B :0.451681E-09 C :-724157E-13 D :0.418162E-17
 AC : 0 BC : 0 CC : 0 DC : 0
 IMG: INFINITY 0.000000

SPECIFICATION DATA (规格数据)

EPD	27.66000		
DIM	MM		
WL	157.63		
XAN	0.00000	0.00000	0.00000
YAN	0.00000	1.85600	3.71900
WTF	3.00000	2.00000	2.00000
VUY	0.00000	0.00000	0.00000
VLY	0.00000	0.00000	0.00000

REFRACTIVE INDICES (折射率)

GLASS CODE 157.63
 'CaF2' 1.558739

ZOOM DATA (变焦数据)

	POS 1	POS 2	POS 3
VUY F1	0.00000	0.00000	0.00000
VLY F1	0.00000	0.00000	0.00000
VUY F2	0.00000	0.00000	0.00000
VLY F2	0.00000	0.00000	0.00000
VUX F1	0.00000	0.00000	0.00000
VLX F1	0.00000	0.00000	0.00000

VUX F2	0.00000	0.00000	0.00000
VLX F2	0.00000	0.00000	0.00000
THI S5	194.91426	1.00000	1.00000
THC S5	0	0	0
THI S7	17.52733	86.68062	1.45028
THC S7	0	0	0
THI S9	12.37646	137.13744	222.36778
THC S9	0	0	0
	POS 1	POS 2	POS 3

INFINITE CONJUGATES (无限共轭)

EFL	221.5400	664.6200	1107.7000
BFL	164.6663	35.0875	11.1078
FFL	115.3771	610.2350	1583.8486
FNO	8.0094	24.0282	40.0470
IMG DIS	187.7319	187.7319	187.7319
OAL	1482.2681	1482.2681	1482.2681

PARAXIAL IMAGE (近轴像)

HT	14.4001	43.2004	72.0006
ANG	3.7190	3.7190	3.7190

ENTRANCE PUPIL (入瞳)

DIA	27.6600	27.6600	27.6600
THI	0.0000	0.0000	0.0000

EXIT PUPIL (出瞳)

DIA	53.1110	30.1251	19.3446
THI	590.0538	758.9393	785.8026
STO DIA	27.6600	27.6600	27.6600

如图 1 中进一步指出的，在本实施例中可以用折叠（反射镜）103，通过折叠光路来控制并缩减整个设备的大小。如上面所指出，使用反射镜 103 是任选的，且一般取决于工程/设计的选择。

在被反射离开折叠反射镜 103 之后，光束接着照明旋转三棱镜 104（工作直径 170 mm）。通过该旋转三棱镜 104 之后，光束有矩形的数值孔径，在 Y 方向为 0.046 – 0.009，在 X 方向为 0.053 – 0.011。

通过旋转三棱镜 104 之后，光束接着通过第二衍射单元（DOE2）105。该第二衍射单元 105 最好是二元衍射阵列。一个例子是柱面微透镜阵列。对该第二衍射单元 105，规格如下：

相干长度，以 mm 为单位，X&Y：

248 nm，时间上 – 无说明，空间上 0.35x0.15

193 nm，时间上 – 3，空间上 0.6x0.085

X&Y 光束发散角，mrad

248 nm + / - 3.5x + / - 3.5

193 nm + / - 1x + / - 1.75

光束大小 (nm)，X&Y：6x16；20x20；12x32

在通过第二衍射阵列 105 之后，光束的数值孔径接近 0.165x0.04。

然后，光束通过球面聚光器透镜 106。在本实施例中，一种可用的聚光器透镜 106，可以有如下特性：

	RDY	THI	GLA
>OBJ	INFINITY	INFINITY	
STO	INFINITY	75.000000	
2:	323.84000	5.000000	'CaF2'
3:	INFINITY	491.500000	
4:	-145.94000	5.000000	'CaF2'
5:	106.10000	278.500000	
6:	-2090.20000	15.000000	'CaF2'
7:	-196.34000	50.000000	
IMG:	INFINITY	0.000000	

在本实施例中，聚光器透镜 106 焦距为 340 mm（一般希望聚光器透镜 106 有 300 – 400 mm 的焦距），而照明直径是 150 – 30 mm。

在通过球面聚光器透镜之后，光束有可变焦的圆形数值孔径 0.2125 – 0.043。然后，光束与限定器 107（即光阑）相遇，使 112x24 mm 的照明场变为 108x22 mm。限定器 107 在光学上，通过利用中继透镜 108（例如 1X 中继，或 3X – 4X 中继），与掩模版 109 共轭。为设计的目的，可以把折叠 110 放在中继透镜 108 之内。对远心照明系统，光栏 111 放在中继透镜 108 的中心。

中继透镜 108 用于产生与掩模版 109 平面共轭的限定器 107 平面。1X 中继透镜 108 的一个例子，在下面说明（注意，是 10 单元设计）：

	RDY	THI	GLA
>OBJ:	INFINITY	73.362171	AIR
1:	169.24669	15.000000	'NCaF2'
ASP:			
K :	-0.916442		
IC:	YES	CUF: 0.000000	
A:0.000000E+00 B :0.000000E+00 C :0.000000E+00 D :0.000000E+00			
2:	297.03762	280.000000	
3:	607.71047	32.530979	'NCaF2'
4:	-296.65731	1.000000	
CON:			
K :	-2.313366		
5:	172.28333	33.841572	'NCaF2'
6:	4765.41367	1.000000	AIR
7:	129.90270	40.919042	'NCaF2'
8:	103.26821	29.576441	
9:	-306.34576	8.000000	'NCaF2'
10:	162.90100	15.103930	
STO	INFINITY	15.104002	
12:	-162.90100	8.000000	'NCaF2'

13:	306.34576	29.576441				
14:	-103.26821	40.919042	'NCaF2'			
15:	-129.90270	1.000000				
16:	-4765.41367	33.841572	'NCaF2'			
17:	-172.28333	1.000000				
18:	296.65731	32.530979	'NCaF2'			
CON:						
K :	-2.313366					
19:	-607.71047	280.000000				
20:	-297.03762	15.000000	'NCaF2'			
21:	-169.24669	73.362171				
ASP:						
K :	-0.916442					
IC:	YES	CUF:	0.000000			
A:	0.000000E+00	B :0.000000E+00	C :0.000000E+00	D :0.000000E+00		
IMG:	INFINITY		0.000000	AIR		
XDE:	0.000000	YDE	0.000000	ZDE	0.000000	DAR
ADE:	0.000000	BDE	0.000000	CDE	0.000000	

投影光学系统（未画出）把掩模版向下成像在半导体晶片上（通常像的大小缩小 4x，成为 26x5 mm、17x5 mm、或 11x5 mm）。

本领域一般人员应当清楚，在该系统中使用旋转三棱镜 104，能改善系统的光学特性，但本发明不用它也可以工作。本领域一般人员同样应当清楚，旋转三棱镜 104 和第二衍射单元 105 的位置可以颠倒（即，旋转三棱镜 104 可以位于第二衍射单元 105 的下游），虽然目前确信，图 1 所示排列是较好的。

图 2 更详细地画出照明系统光学单元的排列。特别是，图 2 画出变焦透镜 102（按 5 单元设计画出）及其构成单元 102a、102b、102c、102d、和 102e。图 2 还画出聚光器透镜 106 的构成单元（这里

画出的是 4 单元透镜），及 1x 中继 108（这里画出的是 8 单元设计）。图上还画出 $\lambda/4$ 波片位置，还有掩模版（掩模）109，掩模版 109 通过中继透镜 108，在光学上与限定器 107 的平面共轭。

图 7 是图 1 实施例的另一个图，表明一般在现实的微光刻系统中看到的另外的单元。在图 1 中的所有单元，都画在图 7 中，并用相同的参考数字。此外，图 7 还画出用于第二衍射光学单元 105（也请参考图 8）的变换器单元 701。可以预料，为了获得不同的场的大小，必需使用有不同数值孔径的不同的衍射光学单元。因此，画在图 7 和图 8 中的变换器单元 107，能够用于该目的。同样明显的是，如有必要，第一衍射光学单元 101 也可以用类似的变换器单元。

图 7 还画出动态可调整狭缝 702，它是限定器 107 组件（亦见图 9）的一部分。可调整狭缝 702 在 U. S. Patent No. 5,966,202 中有进一步的说明，本文引用该专利，供参考。可调整狭缝 702 与场成帧组件 704 一起，保证在限定器平面有适当的光束大小，限定器平面与掩模版平面共轭。

图 7 还画出通光孔径组件 703，该组件用作中继透镜中心的远心光阑。（亦见图 10 及 U. S. Patent No. 6,307,619，本文引用该专利，供参考）。

图 7 还画出 $\lambda/4$ 波片 112 的位置，位于掩模版 108 平面之上和中继透镜 108 最后的光学单元（透镜）之下。

虽然本发明各优选实施例说明的系统，是用于离散的场大小曝光的（26x5 mm、17x5 mm、和 11x5 mm），但期望该系统能做到有连续可变的场的大小。通过在光路中增加类似于第二衍射光学单元 105 的其他衍射光学单元，可以实现这一点。借助增加一个或多个该种单元（如附加的二元衍射阵列，或柱面微透镜阵列），置于聚光器透镜和第二衍射光学单元之间，同时通过调整它沿光轴的位置，可以获得既有连续可变的部分相干性，又在晶片上有连续可变的场大小的微光刻系统。

投影光学系统（在各图中没有画出）的使用，本领域是熟知

的，且通常是 4x 透镜，把落在晶片上的掩模版图像缩小。

下面说明另一个实施例，与之对应的图，使用相同的参考数字标记在图 1 实施例中相同的单元。

图 3 画出本发明另一个优选实施例的基本配置。如在图 3 所见，本发明的本实施例，包括衍射光学单元 101，由照明光源（未画出）照明。

第一衍射光学单元（DOE1）101，可以是任何通常用于产生衍射的衍射或反射单元，如球面微透镜阵列、Fresnel 透镜、衍射光栅、等等。在第一衍射光学单元 101 之后，光束的数值孔径接近 0.065（圆形）。

从 102 还可以看到，通过 DOE1 101 之后的光，照明变焦透镜 102。在本实施例中，变焦透镜 102 是 5x 变焦球面透镜，焦距为 196 - 982 mm。光束在该点的直径是 135 mm。在本实施例中，该变焦透镜 102 是 5 单元透镜。

在通过变焦透镜 102 并被反射离开折叠反射镜 103 之后，光束接着照明旋转三棱镜 104。在通过旋转三棱镜 104 之后，光束有矩形的数值孔径，沿 Y 方向为 0.46 - 0.009，沿 X 方向为 0.053 - 0.011。

在通过旋转三棱镜 104 之后，光束接着通过第二衍射单元（DOE2）105（光束直径 135 mm）。第二衍射单元 105 最好是二元衍射阵列。一个例子是柱面微透镜阵列。通过第二衍射阵列 105 之后，光束的数值孔径变为 0.2x0.04。

然后，光束通过聚光器透镜 106。在本实施例中，聚光器透镜的焦距是 300 mm，而照明的直径是 120 - 25 mm。

在通过球面聚光器透镜之后，光束有可变焦圆形数值孔径 0.2125 - 0.043。然后，光束落在限定器 107（即光阑）上，使 120x24 mm 的照明场变为 108x20 mm。限定器 107 通过利用中继透镜 108，在光学上与掩模版 111 共轭。中继透镜 108 用于使限定器 107 的平面与掩模版的平面共轭。为设计的目的，可以把折叠 110 置于中继透镜 108 之内。对远心照明系统，光阑 109 放在中继透镜的中心。

投影光学系统（未画出）把掩模版 111 向下成像在半导体晶片上（通常像的大小缩小 4x）。

本领域普通人员应当清楚，中继透镜对实现本发明不一定是必需的，因为掩模版与限定器的光学平面是相互共轭的。但是，在大多数实际系统中，由于受机械的约束，所以用中继透镜来保证掩模版平面上场的适当大小。

此外，显而易见，通过使用附加的第二衍射单元，其性质类似于前述第二衍射单元 105，也可以使场的大小是连续的。另外，可以用更为复杂的变焦透镜，或使用第二变焦透镜，达到同一目的。

还有，显而易见，如果需要，本发明能提供甚至更低的部分相干性 σ ，如 0.001。要达到该目的，需要使用一种更为复杂的变焦透镜（或多个变焦透镜）。

本领域熟练人员清楚，在不违背本发明的精神和范围的情况下，可以对本发明作出各种修改和变化。因此，应当认为，只要这些对本发明的修改和变化，是在后面权利要求书及其等价叙述范围之内，则本发明覆盖这些修改和变化。

1

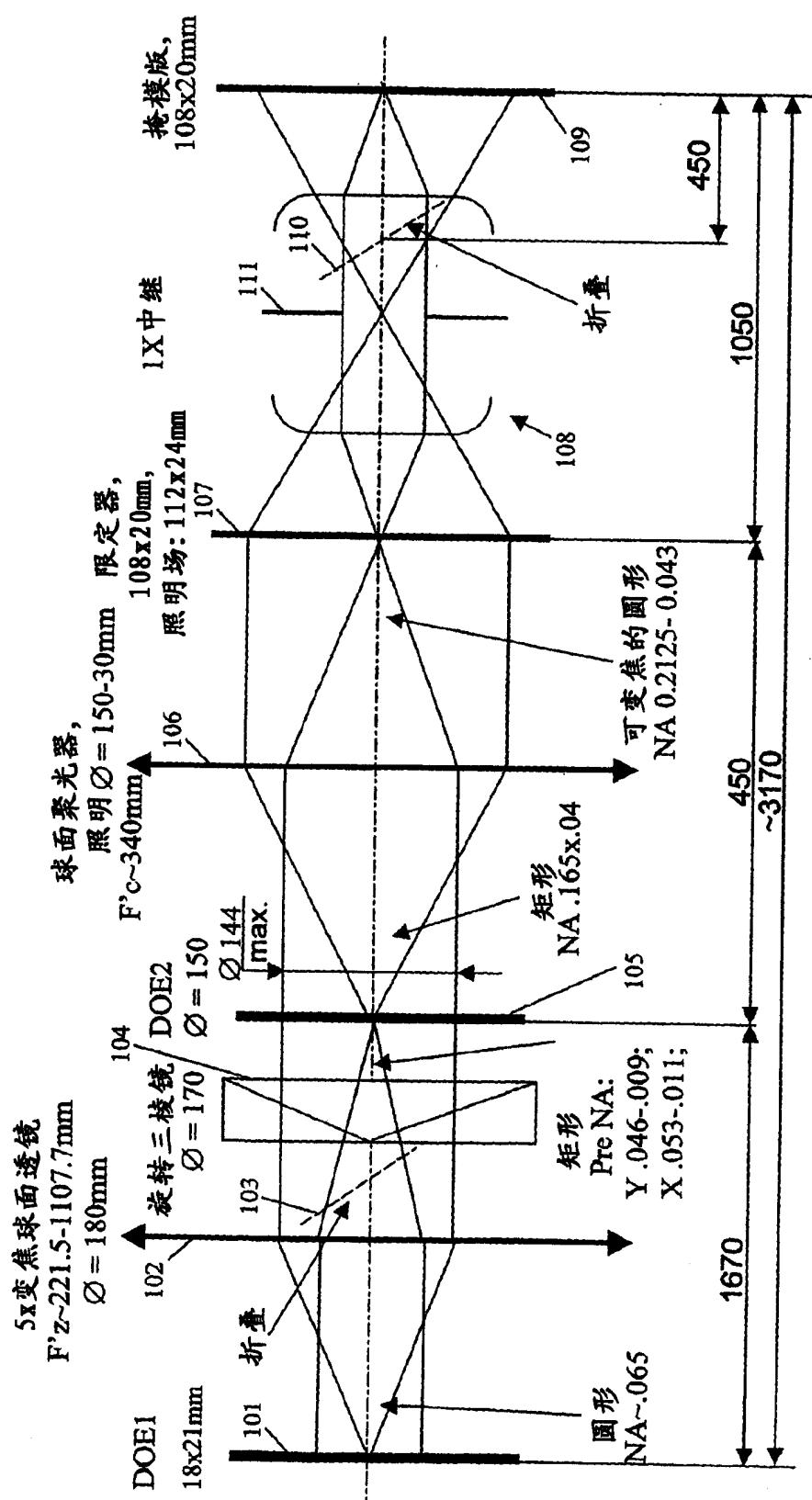
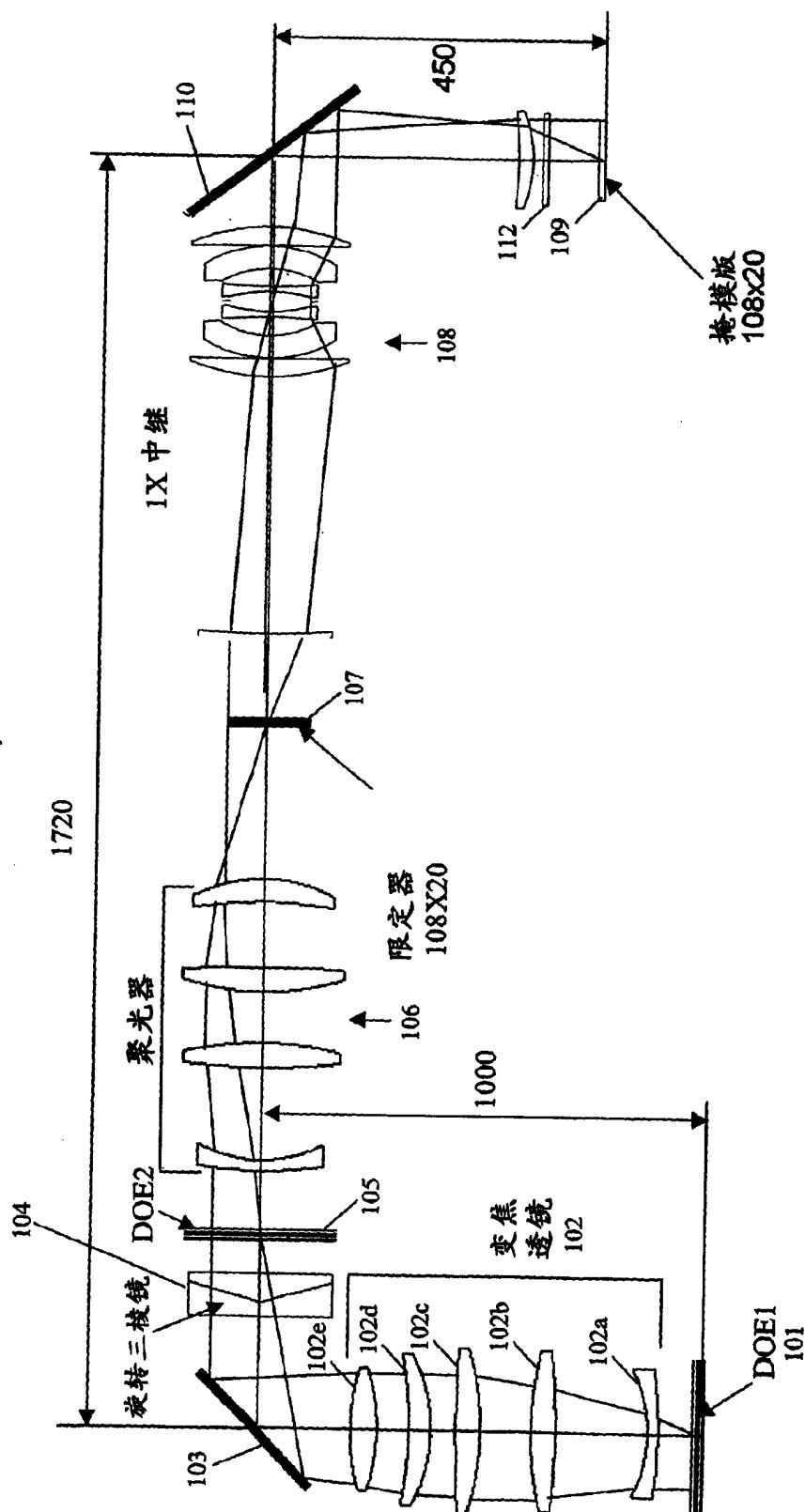


图 2



3

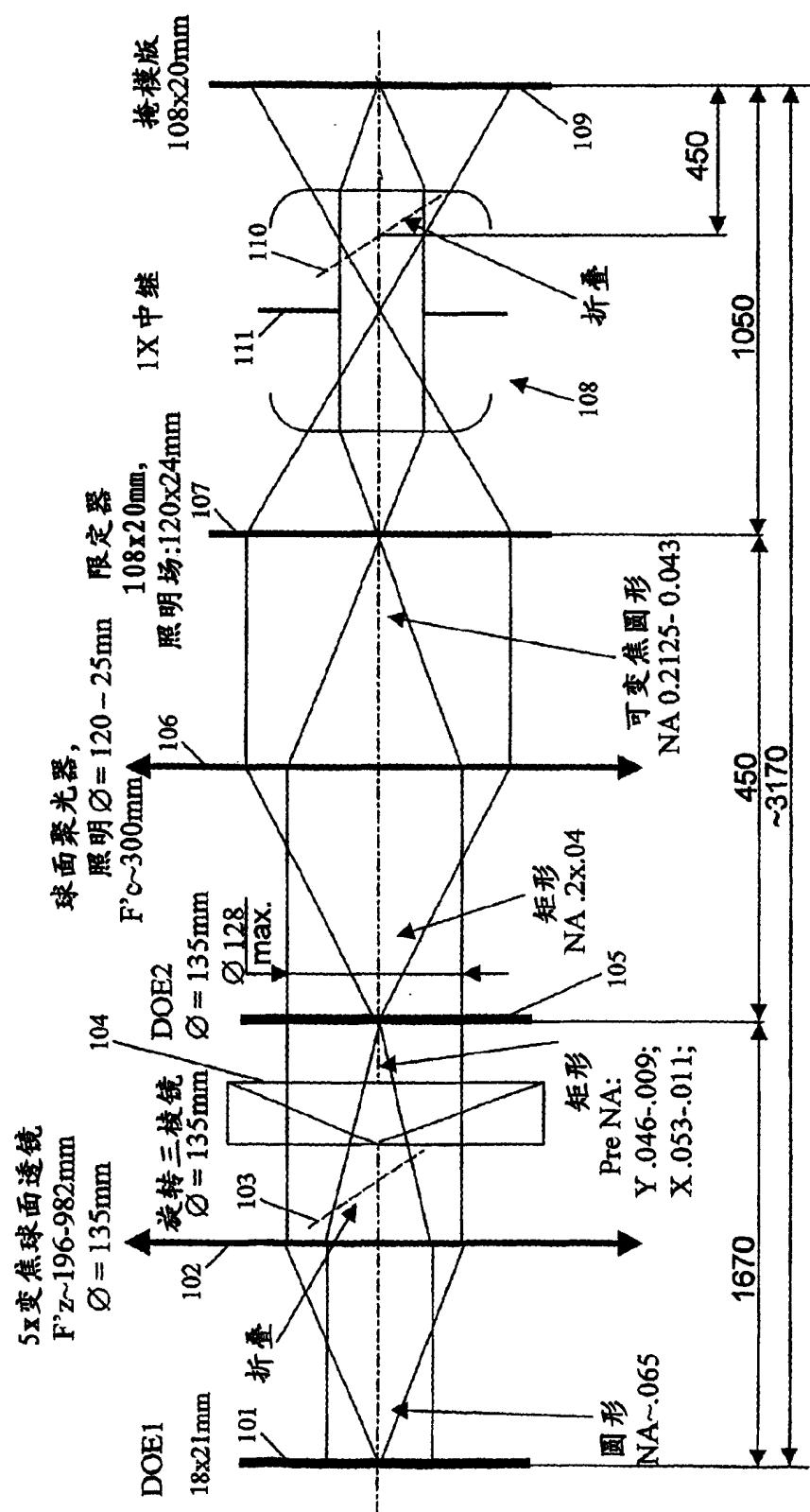
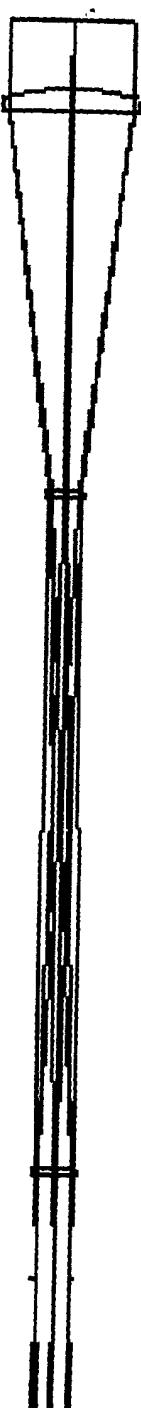


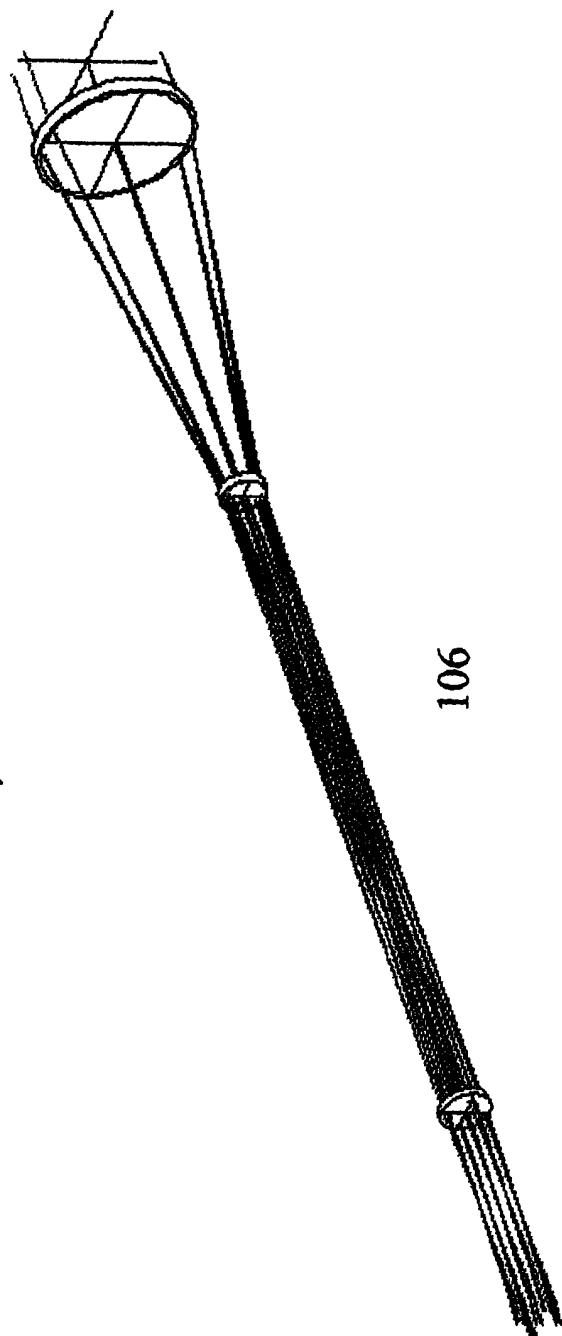
图 4A



球面聚光器

106

图 4B



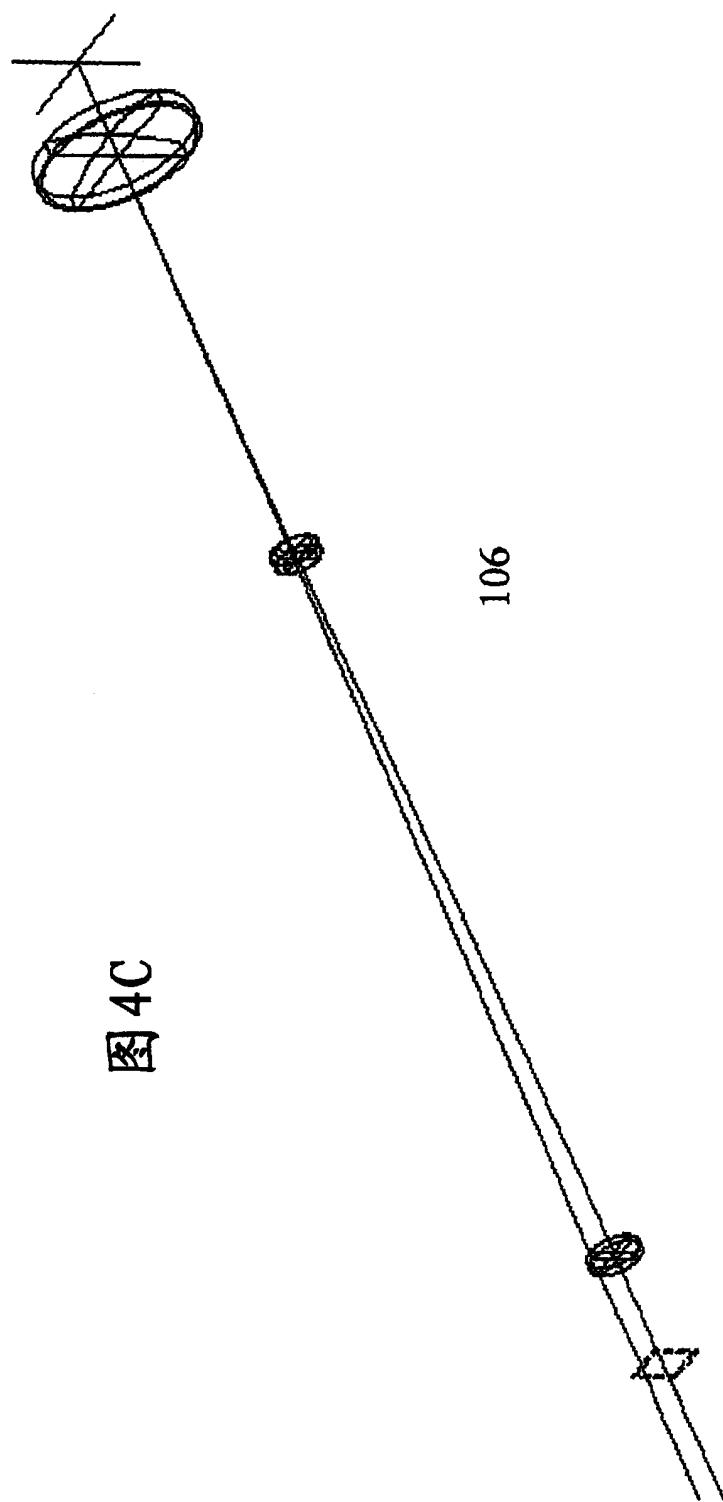


图 4C

图 5A

1x 中 络 108

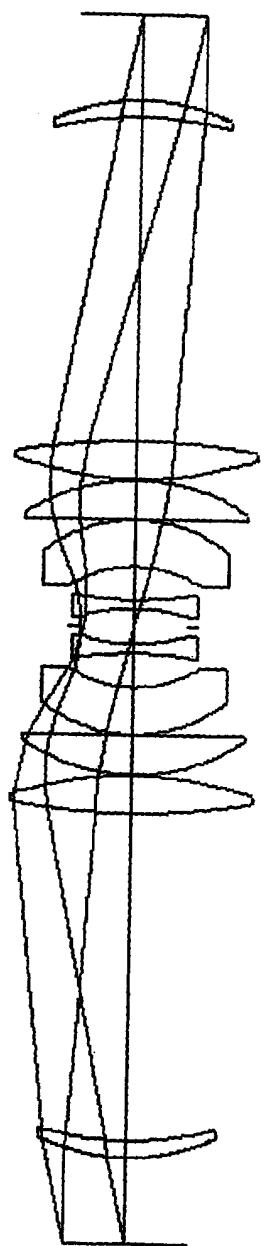
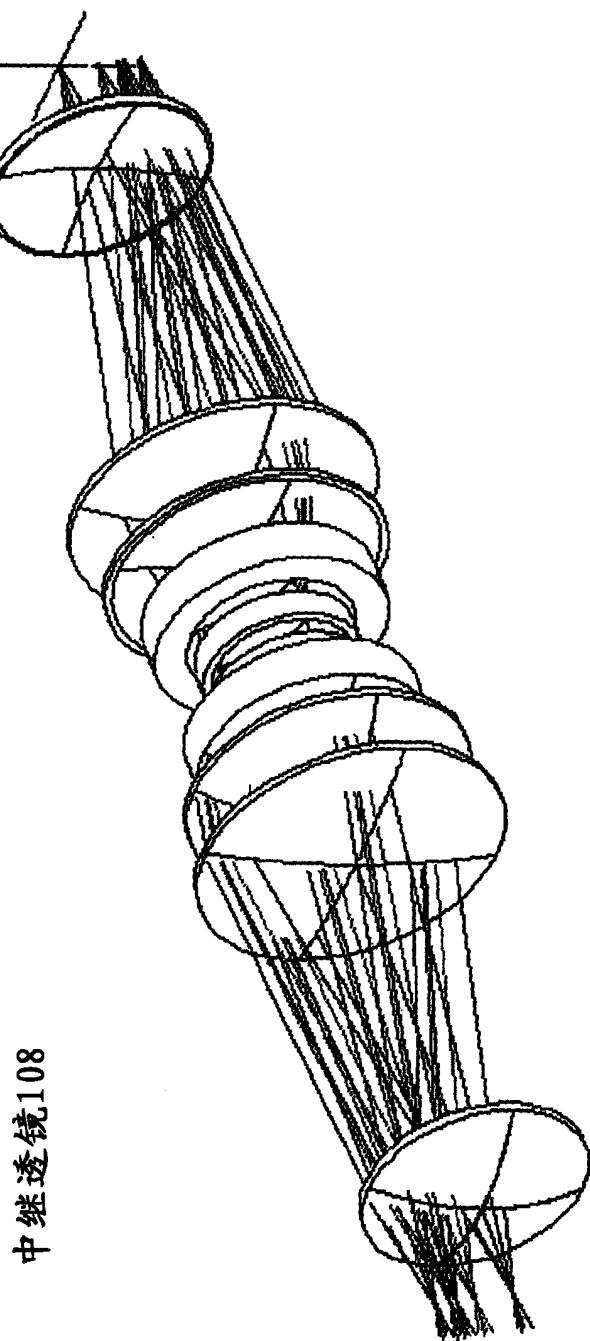
 $NA=0.2125$; 放大率=1X

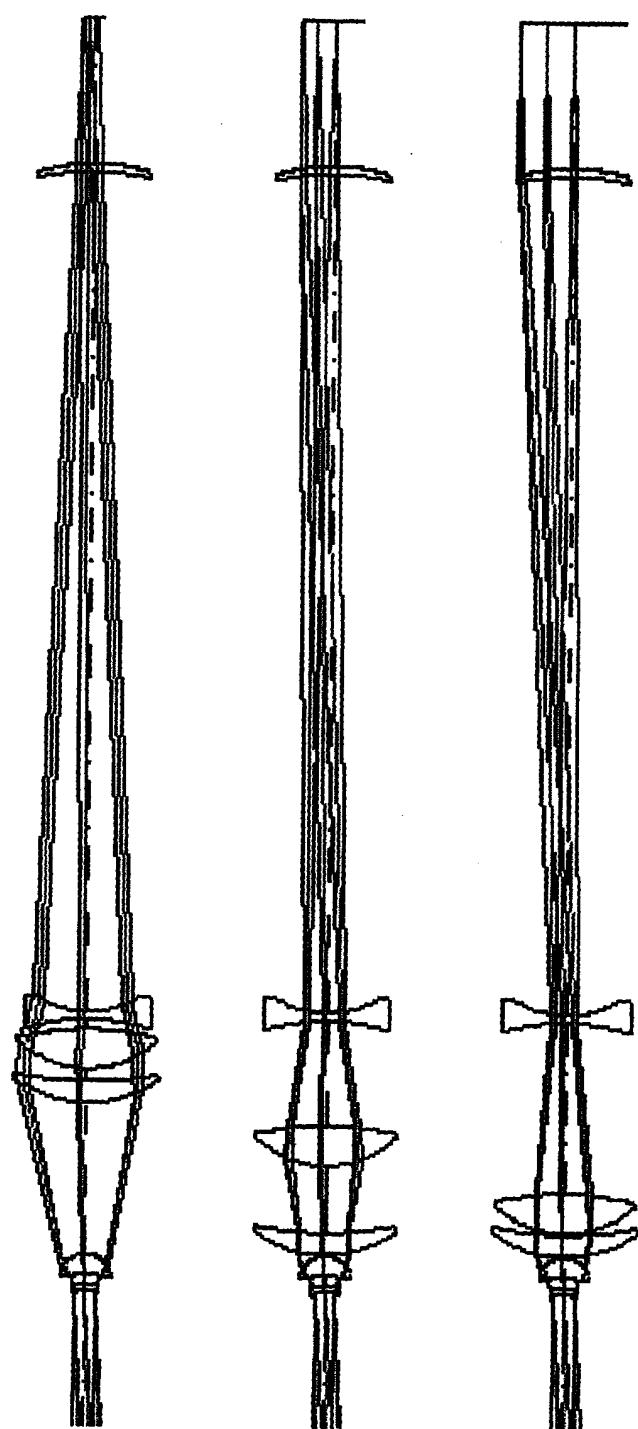
图 5B



中继透镜1108

图 6A

5X 变 焦 透 镜 102

 $F'_{\min}=221.5 \text{ mm}; F'_{\max}=1107.7 \text{ mm}.$

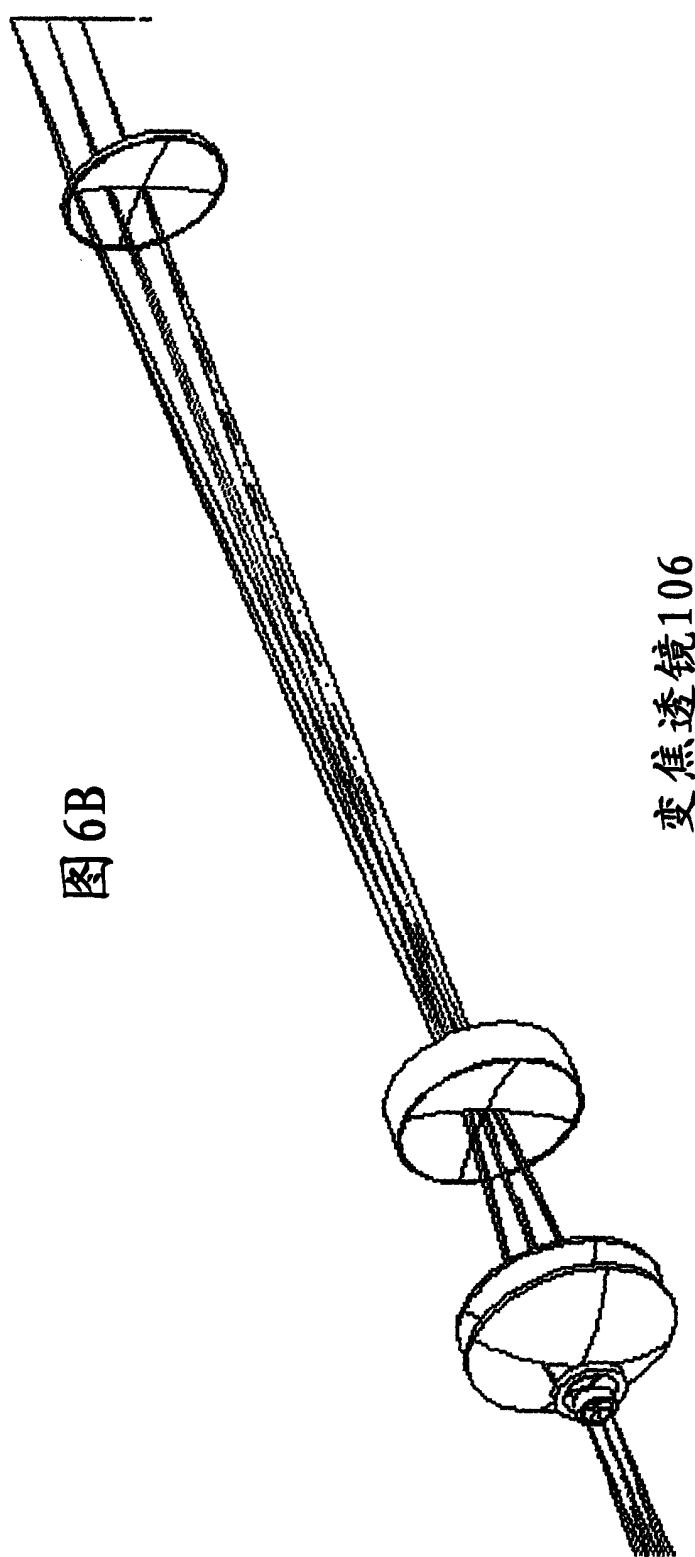


图 6B

图 7

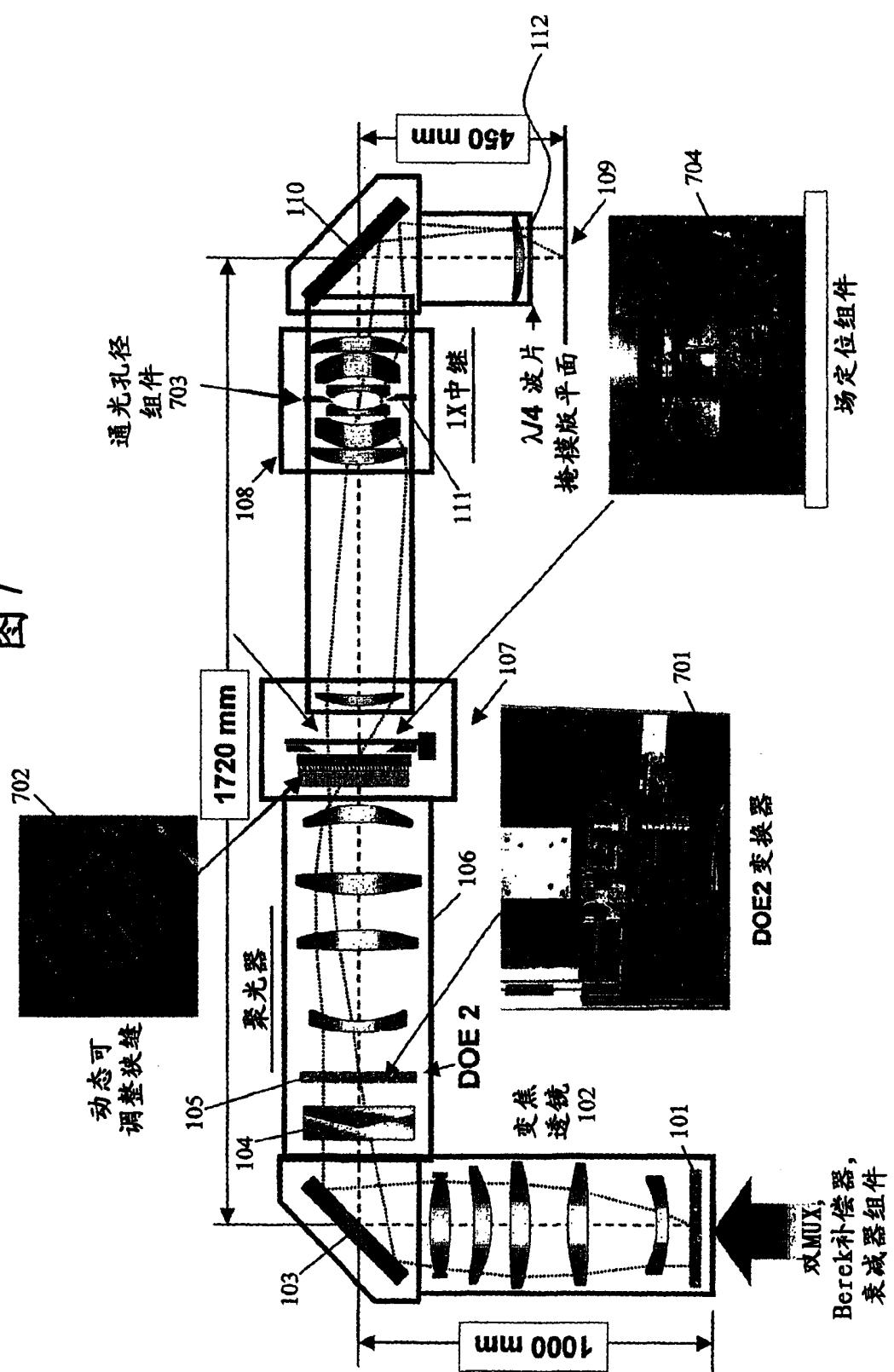
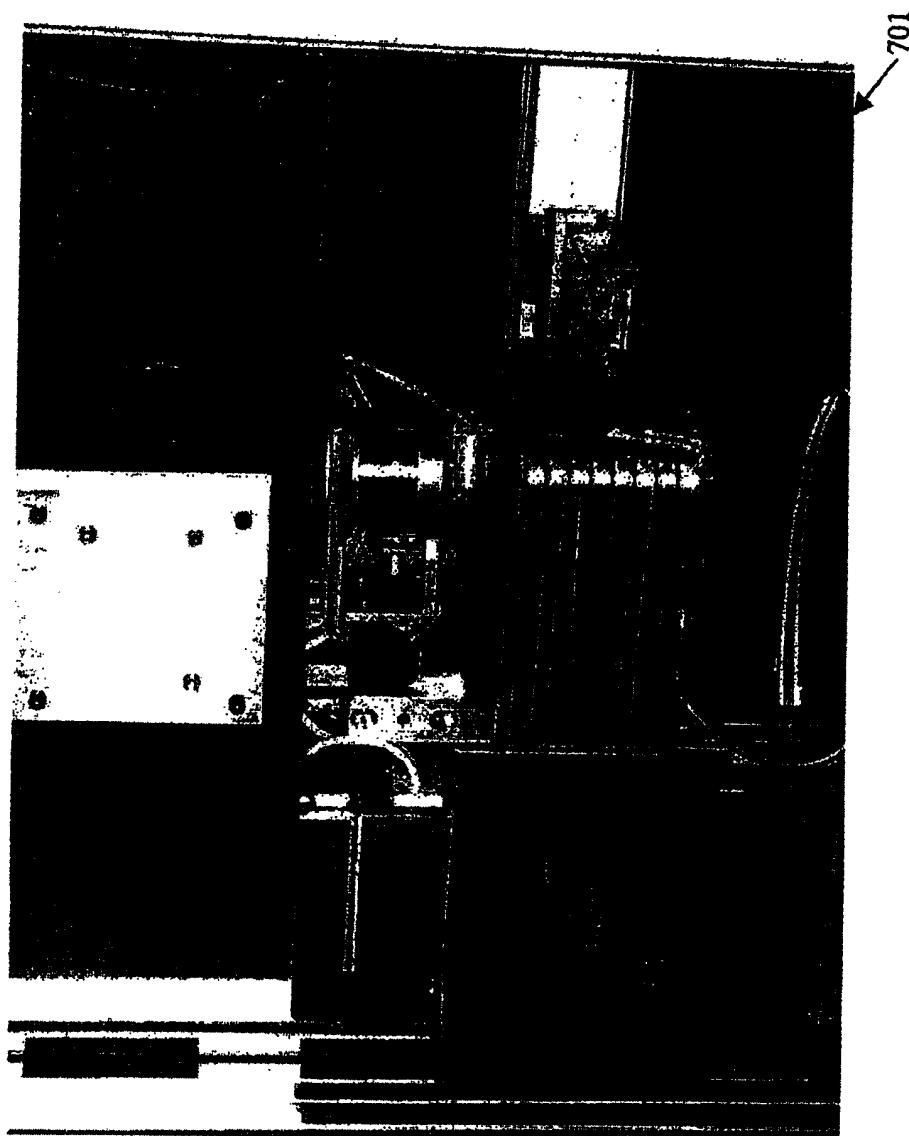


图 8



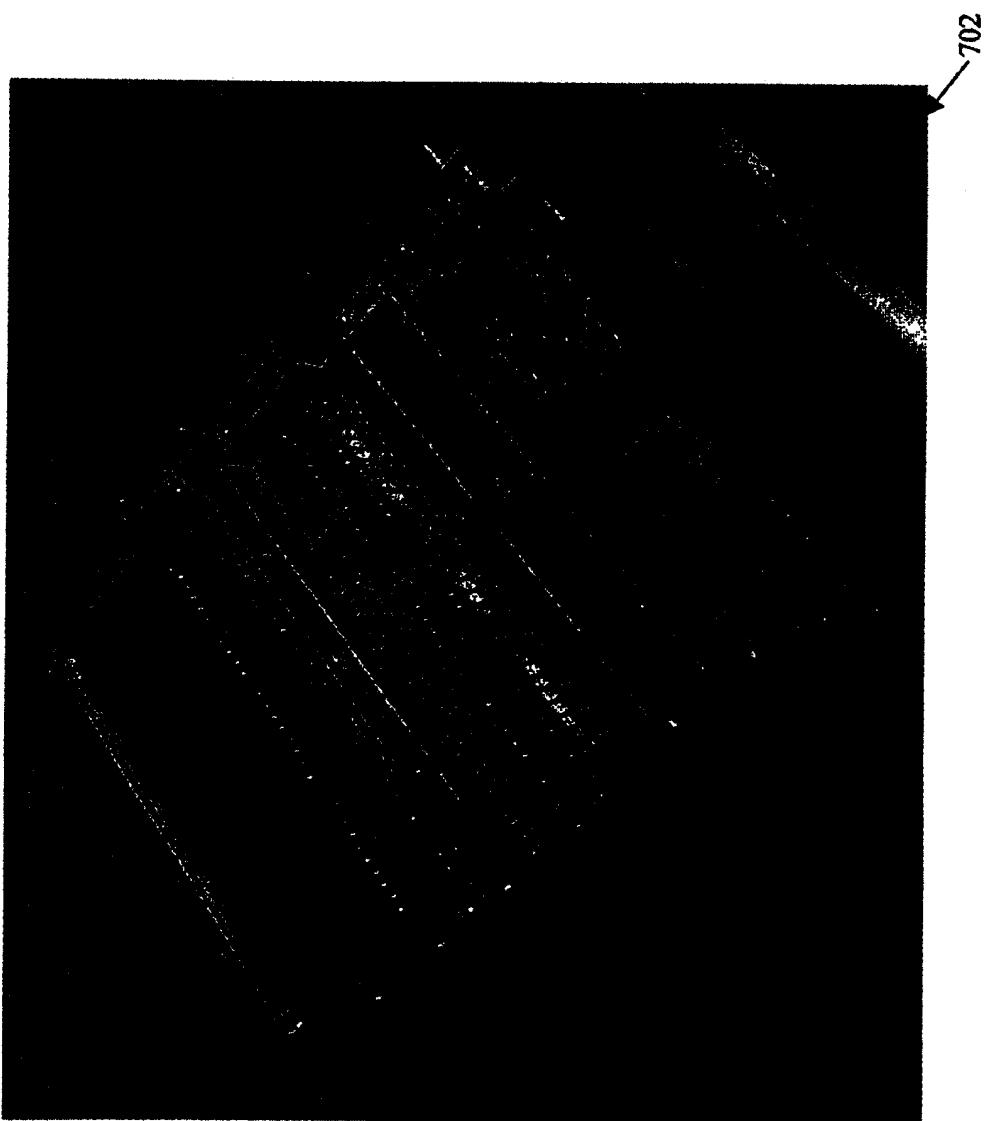


图9

图 10

