

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02808317.2

[51] Int. Cl.

B44C 1/00 (2006.01)

B44C 1/22 (2006.01)

C04B 41/00 (2006.01)

B28D 5/00 (2006.01)

B23K 26/03 (2006.01)

C04B 41/53 (2006.01)

[45] 授权公告日 2006 年 3 月 29 日

[11] 授权公告号 CN 1247387C

[51] Int. Cl. (续)

B23K 26/06 (2006.01)

[22] 申请日 2002.2.18 [21] 申请号 02808317.2

[30] 优先权

[32] 2001.2.16 [33] GB [31] 0103881.9

[86] 国际申请 PCT/GB2002/000709 2002.2.18

[87] 国际公布 WO2002/066262 英 2002.8.29

[85] 进入国家阶段日期 2003.10.16

[71] 专利权人 杰桑企业

地址 列支敦士登瓦杜兹

[72] 发明人 J·G·C·史密斯 K·B·盖伊

审查员 曹赞华

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 崔幼平 黄力行

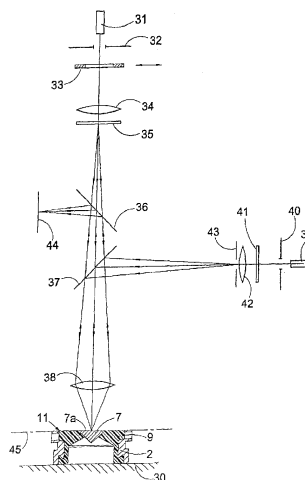
权利要求书 5 页 说明书 10 页 附图 2 页

[54] 发明名称

在宝石或工业钻石上形成标记

[57] 摘要

为了在钻石(7)的顶切面(7a)上形成微小的标记,保持器或宝石夹(11)与钻石(7)一起旋转,光致抗蚀剂施加在该顶切面(7a)上,该抗蚀剂通过加热该宝石夹(11)的基部从而进行烘焙,并且宝石夹(11)转移到设备的工作台(30)以便使抗蚀剂暴光。抗蚀剂通过暴光辐射被暴光成具有图案,该图案是掩膜(35)经物镜(38)形成的缩小图象。暴光辐射通过辐射源(31)进行投射,并且在 350—450nm 之间。为了定位、定向和聚焦该图象,辐射源(31)配置成投射 500—550nm 的光,其不影响抗蚀剂并在顶切面(7a)上形成构图图象。该构图图象经物镜(38)和光束分离器(36)在观察面(44)处观察。在暴光之后,抗蚀剂显影并且该顶切面(7a)的暴光区域随后通过等离子进行磨蚀。



1. 一种在宝石或工业钻石上形成标记的方法，其包括：使曝光辐射投射到该宝石或钻石上，以在其上形成曝光图象，该方法还包括通过将不同于该曝光辐射的构图辐射投射到该宝石或钻石上以便在该宝石或钻石上形成该构图图象，从而对该曝光辐射进行定位、定向、和/或聚焦，在形成或将要形成一标记的方面中该构图辐射不影响该宝石或钻石，该构图辐射在该宝石或钻石上在光路径外侧被感测，在该构图辐射到达该宝石或钻石之前该构图辐射跟随该光路径，并且在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位、和/或定向、和/或聚焦，由此调节该曝光图象的定位、和/或定向、和/或聚焦。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长。

4. 如权利要求 2 所述的方法，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长。

5. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测，并且该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长，并且该物镜或透镜系统对于该构图辐射和曝光辐射进行校正。

6. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有相同的波长或波长段，但是该构图辐射的强度低于该曝光辐射的强度。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该标记由蚀刻形成，并且抗蚀剂施加到该宝石或钻石上，该抗蚀剂对于所述构图辐射是不敏感的。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图辐射在可见范围内。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，该构图图象由肉眼观察。

10. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，该构图图象由电子式图象检测器感测。

11. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过使该构图辐射经掩膜投射从而形成该构图图象, 并且通过使该曝光辐射经掩膜投射从而形成该曝光图象。

5 12. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 该构图掩膜至少部分地与该曝光掩膜相同, 该构图辐射和该曝光辐射经该掩膜投射, 并且该光学系统对于该构图辐射和该曝光辐射进行校正。

13. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

10 14. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过使得该构图辐射和该曝光辐射投射经过包括至少一个构图区域和至少一个曝光区域的掩膜, 从而形成该构图图象和曝光图象, 该构图区域对于曝光辐射是不透明而对于构图辐射是透明的, 该曝光区域对于曝光辐射是透明的, 该构图区域限定一用于在该宝石或钻石上定位、和/或定向、和/或聚焦该曝光图象的形状, 该方法包括经该掩膜投射该构图辐射, 以便在该宝石或钻石上形成构图图象; 在该宝石或钻石上定位、和/或定向、和/或聚焦该构图图象; 以及经该掩膜投射该曝光辐射, 以便在该宝石或钻石上形成该曝光图象, 由此在该宝石或钻石上形成所述标记。

20 15. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 该曝光区域限定一对应于将要形成的标记的形状的形状。

16. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

17. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 该曝光区域是对于该曝光辐射是透明的区域, 该曝光辐射被扫描。

25 18. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过经掩膜缩小地投射该曝光辐射, 从而形成该曝光图象。

19. 如权利要求 14 所述的方法, 其特征在于, 通过经掩膜缩小地投射该曝光辐射, 从而形成该曝光图象。

30 20. 如权利要求 18 所述的方法, 其特征在于, 该曝光图象等于或小于该掩膜的线性尺寸的十分之一。

21. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 该曝光图象等于或小于该掩膜的线性尺寸的十分之一。

22. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过经掩膜投射该曝光辐射, 从而形成该曝光图象, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 由此逐个宝石或钻石可具有投射到其上的不同的曝光图象。

5 23. 如权利要求 22 所述的方法, 其特征在于, 该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

24. 如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 该构图辐射和该曝光辐射经光束分离器投射, 并且该构图图象经该光束分离器观察。

10 25. 如权利要求 1 所述的在宝石上形成标记的方法, 其特征在于, 其中通过使曝光辐射经掩膜投射到该宝石上, 以形成在其上的曝光图象, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 通过改变该掩膜的遮挡效果从而在逐个宝石上投射不同的曝光图象。

15 26. 如权利要求 14 所述的在宝石上形成标记的方法, 其特征在于, 其中通过使曝光辐射经掩膜投射到该宝石上, 以形成在其上的曝光图象, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 通过改变该掩膜的遮挡效果从而在逐个宝石上投射不同的曝光图象。

20 27. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 该掩膜包括液晶光阀。

28. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 该掩膜包括微镜阵列。

29. 一种用于在宝石或钻石上通过使用曝光辐射形成标记的设备, 其包括:

25 用于将图象投射到该宝石或钻石上的光学系统;

用于投射该曝光辐射以便在该宝石或钻石上形成曝光图象的装置;

30 用于投射构图辐射以便在该宝石或钻石上形成构图图象的装置, 在形成或将要形成一标记的方面中该构图辐射不影响宝石或钻石的表面;

用于在该宝石或钻石上感测该构图图象的装置, 该装置在光路径外侧, 在该构图辐射到达该宝石或钻石之前该构图辐射紧随该光路径;

以及

用于在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位、和/或定向、和/或聚焦的装置，由此在该宝石或钻石上调节该曝光图象的定位、和/或定向、和/或聚焦。

- 5 30. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

31. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长。

- 10 32. 如权利要求 30 所述的设备，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长。

33. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测，并且该构图辐射和曝光辐射具有不同的波长，并且该物镜或物镜系统对于该构图辐射和曝光辐射进行校正。

- 15 34. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，该构图辐射和曝光辐射具有相同的波长或波长段，但是该构图辐射的强度低于该曝光辐射的强度。

35. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，该构图辐射在可见范围内。

- 20 36. 如权利要求 35 所述的设备，其特征在于，该构图图象由肉眼观察，以用于通过肉眼在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位、和/或定向、和/或聚焦。

37. 如权利要求 36 所述的设备，其特征在于，其包括用于由肉眼观察该构图图象的放大装置。

- 25 38. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，其包括用于检测该构图标记的电子式图象检测器，由此提供一用于在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位和/或聚焦的信号。

39. 如权利要求 38 所述的设备，其特征在于，该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。

- 30 40. 如权利要求 29 所述的设备，其特征在于，其包括用于保持掩膜的装置，该光学系统将该掩膜的图象投射到该宝石或钻石上。

41. 如权利要求 40 所述的设备，其特征在于，该光学系统缩小地

投射该标记的图象。

42. 如权利要求 41 所述的设备, 其特征在于, 该曝光图象至多大约为该掩膜的线性尺寸的十分之一。

43. 如权利要求 40 所述的设备, 其特征在于, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 由此逐个
5 宝石或钻石可具有投射到其上的不同的曝光图象。

44. 如权利要求 41 所述的设备, 其特征在于, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 由此逐个宝石或钻石可具有投射到其上的不同的曝光图象。

45. 如权利要求 44 所述的设备, 其特征在于, 该构图图象经物镜或透镜系统被投射并且经该物镜或透镜系统被感测。
10

46. 如权利要求 42 所述的设备, 其特征在于, 该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域, 该像素的遮挡效果可随意改变, 由此逐个宝石或钻石可具有投射到其上的不同的曝光图象。

47. 如权利要求 40 所述的设备, 其特征在于, 该掩膜包括液晶光
15 阀。

48. 如权利要求 40 所述的设备, 其特征在于, 该掩膜包括微镜阵列。

49. 一种在其上通过如权利要求 1 所述的方法从而形成一标记的宝
20 石或工业钻石。

50. 一种在其上通过如权利要求 14 所述的方法从而形成一标记的宝石或工业钻石。

在宝石或工业钻石上形成标记

技术领域

5 本发明涉及在宝石或工业钻石上形成标记，优选为形成微小标记。本文中所使用的“微小标记”是在宝石或工业钻石上的任何非常小的标记，例如钻石珠宝零售商、制造商、或行业组织的名称或标志。可将该标记施加到工业钻石上，其中一些工业钻石（类似于拉丝模）具有抛光表面。然而，本发明可应用于珠宝领域，该标记可应用于宝石
10 的一个抛光小面，优选为应用于宝石的顶切面。

背景技术

已经提出了各种方案以用于在宝石或工业钻石上形成肉眼不可见的标记；这样在宝石的情况下，该标记位于在珠宝安置架上可见的小面上。严格意义上说，大多数可行的步骤在表面中（而不是在表面上）
15 形成标记，因此，通过材料的除去（称为磨铣）从而形成该标记。然而，本文中所用的例如“在表面上”的术语包括这种依据常规用法的磨铣。

首先控制该标记的深度，以便将该标记的可见性限制成如此程度，即，不损坏宝石尤其是钻石的美感特性和价值，优选的是该标记不损坏
20 该钻石的内在清晰度。通常，该标记对于肉眼是不可见的。广义上说，标记不损坏宝石的美观或美感外形。存在有各种标准，但是通常的要求是对于肉眼使用 x10 倍的放大镜，在 x10 倍放大率下内在瑕疵是不可见的，尽管钻石的标记是比较流行的，一定程度上的可见标记是可接受的，特别是该标记不是严格意义上的内在瑕疵。例如，占据
25 面积达到 1mm^2 蚀刻深度为 25nm 或 50nm 的标记虽然在 x10 倍放大率下在特定照明条件下是可见的，但是该标记是可接受的。达到 500nm 深度的更深的标记也可能是可接受的。最小深度是约 20nm 或约 30nm。然而，优选的是，在宝石上的标记足够浅，以便不产生来自任何区域的光散射。在 W097/03846 中，对于形成的标记的尺寸进行了描述。形成
30 该标记的线可具有的宽度：深度比率约为 20:1 至 3000:1，但是优选的范围是 50:1 至 1000:1。

该标记以任何适当的方式形成。一种方法是使用微光蚀刻，小面被

旋转涂敷有抗蚀剂或光致抗蚀剂，并且任一图象的掩膜通过使用使得抗蚀剂曝光的暴露照射从而投射到被涂敷的小面上，（通常使用透镜系统来减小相对于掩膜的图象尺寸），或通过使用移动光束（直接光束刻写）将图象刻写在被涂敷的小面上。该抗蚀剂随后显影以去除所选择的5 部分，实际上在该小面上提供了接触掩膜。在显影过程中，抗蚀剂的曝光和不曝光部分以不同的速率显影，在正性抗蚀剂中，曝光区域容易地溶解，使得在曝光区域的表面或小面没有遮挡。在 Thompson 等人所著的“Introduction to Microlithography” 1994 年第 2 版中对于微光蚀刻有详细描述。随后宝石或工业钻石通过使用等离子蚀10 刻进行磨铣，等离子蚀刻在 US5344526 或 W098/52773 中进行了描述。另一方法是使用直接侵蚀宝石或钻石的表面的辐射，或是经掩膜进行投射或是在表面上直接刻写，例如 W097/03846 中所述。

发明内容

本发明的第一方面的背景

15 当将掩膜图象投射到宝石或工业钻石的表面上时，操作者必须该掩膜对准例如宝石的顶切面的中心，并且所希望的是，对该标记进行定向，使得标记中的文字平行于表面的一个边缘。另外，必须设定该曝光图象的焦点。

20 US6016185 描述了一种用于制造半导体和微机械装置的装置，其通过使用平铺技术来投射掩膜阵列，其中图象必须与掩膜具有相同的尺寸。可使用双向光路径，以便使在工件上的对准掩膜在该掩膜的底表面上形成图象。该图象对于精确聚焦来说在定位上不方便，并且如果需缩小则该装置无法使用。

25 本发明的这方面的目的是克服或减轻现有技术中的至少一个缺点，或提供一种有用的替代方案。

本发明的第一方面

30 依据本发明的第一方面，提供了一种在宝石或工业钻石上形成标记的方法，其包括：使曝光辐射投射到该宝石或钻石上，以在其上形成曝光图象，该方法还包括通过将不同于该曝光辐射的构图辐射投射到该宝石或钻石上以便在该宝石或钻石上形成该构图图象，从而对该曝光辐射进行定位、定向、和/或聚焦，在形成或将要形成一标记的方面中该构图辐射不影响该宝石或钻石，该构图辐射在该宝石或钻石上在

光路径外侧被感测，在该构图辐射到达该宝石或钻石之前该构图辐射跟随该光路径，并且在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位、和/或定向、和/或聚焦，由此调节该曝光图象的定位、和/或定向、和/或聚焦。

5 本发明还提供了一种用于在宝石或钻石上通过使用曝光辐射形成标记的设备，其包括：用于将图象投射到该宝石或钻石上的光学系统；用于投射该曝光辐射以便在该宝石或钻石上形成曝光图象的装置；用于投射构图辐射以便在该宝石或钻石上形成构图图象的装置，在形成或将要形成一标记的方面中该构图辐射不影响宝石或钻石的表面；用
10 于在该宝石或钻石上感测该构图图象的装置，该装置在光路径外侧，在该构图辐射到达该宝石或钻石之前该构图辐射紧随该光路径；以及用于在该宝石或钻石上调节该构图图象的定位、和/或定向、和/或聚焦的装置，由此在该宝石或钻石上调节该曝光图象的定位、和/或定向、和/或聚焦。

15 本发明的第一方面在于使用两种在宝石或钻石上形成标记的不同方法中的一种方法，即，通过将掩膜的图象投射到宝石或钻石上或投射到在其上的抗蚀剂上，或者通过例如激光束的光束扫描和移动从而在宝石或钻石上刻写或在其上的抗蚀剂上刻写。在任一方法中，曝光辐射使得用于随后蚀刻的抗蚀剂曝光，或者直接侵蚀宝石或钻石的表
20 面。光束直接刻写具有这样的优点，即，不需要对于每一图案制造投射掩膜，即可制成不同的图案，由此使得例如序列号或选择的标记形成在钻石中。然而，构图图象优选地经掩膜投射。

该构图图象的使用提供了一种使该曝光图象定位（对准）并定向的简单方法。而且，该构图图象的使用提供了一种例如当使用可见光或
25 紫外光进行掩膜的图象投射时使该曝光图象聚焦的较佳的方法。操作者可相对于焦平面通过使用机械调节来改变宝石或工业钻石的位置。如果该构图图象经物镜或透镜系统进行投射并经物镜或透镜系统被感测，则该设备在聚焦中的误差将翻番，这是因为该构图图象经物镜或透镜反射回来，并且因此行进了等于聚焦中的误差两倍的距离；该聚
30 焦误差的这种放大使得聚焦非常准确并且非常容易地来进行。然而可在物镜或透镜系统与宝石或钻石之间加入光束分离器，并且在图象不经过该主物镜或透镜系统的情况下感测该图象。

在该方法实施过程中,该构图图象可由电子式图象检测器通过使用任何适当的用于构图辐射的波长来感测,或者如果该构图辐射位于可见范围内,则该构图图象可由肉眼观察。这样,掩膜的曝光区域可限定一对应于待形成的微小标记的形状的形状,或限定对准掩膜以便帮助曝光图象在宝石上的准确定位。或者,如果该曝光辐射是扫描形式的,例如在激光束的情况下,该曝光辐射穿过该曝光区域进行扫描,以便进行光束直接刻写。理论上,可使得该对准区域是透明的或根本没有掩膜,并且也可进行该构图辐射。

本发明的第二方面的背景

10 当在宝石或工业钻石上特别是在宝石上施加微小标记时,所希望的是,可施加独特的序列号。然而,如果使用投射掩膜,则由于对于每一宝石需要不同的掩膜,所以这将产生非常大的费用。

本发明的该方面的目的是克服或减轻现有技术中的至少一个缺点,或提供一种有用的替代方案。

15 本发明的第二方面

依据本发明的第二方面,提供了一种在宝石上形成标记的方法,其中通过使曝光辐射经掩膜投射到该宝石上,以形成在其上的曝光图象,该掩膜包括至少一个由独立像素形成的区域,该像素的遮挡效果可随意改变,通过改变该掩膜的遮挡效果从而在逐个宝石上投射不同的曝光图象。

20 本发明还提供了一种用于在宝石或钻石上通过使用曝光辐射形成标记的设备,该曝光图象至多大约为该掩膜的线性尺寸的十分之一。

本发明的第二方面提供了一种当特别是形成序列号标记时在逐个宝石上形成标记的简单方法。

25 附图说明

参照附图结合实施例进一步来描述本发明,在附图中:

图 1 是描述安置宝石以便形成宝石夹的方法的示意图;

图 2 是描述通过微光蚀刻在宝石上形成标记的方法的光路示意图;以及

30 图 3 示出了用于图 2 所示的光学系统的适当的构图掩膜。

具体实施方式

安装钻石-图 1

图 1 示出了具有主体 1 的注射模制工具的一部分。具有注射浇口 3 的环形（圆形）的宝石夹环 2 设置主体 1 的凹口 1a 中。对中心销 4 具有向上施压的弹簧，该对中心销穿过凹口 1a 的中心并承载一具有中心孔 6 的非金属插入件 5。首先，对中心销 4 的位置高于图 1 所示的位置。抽吸作用施加在中心孔 6 和钻石 7 上，具有其顶切面 7a 的图示的钻石放置在插入件 5 的顶部上。顶板 8 在腔上封闭，以便将钻石向下推并使得顶板 8 的下表面与顶切面 7a 的水平面接合。真空从中心通道 6 断开。该对中心销 4 随后锁定就位，并且例如为 Elastron G 1047 的柔性弹性体 9 经主浇口 10 注射模制到环 2 的内壁、钻石 7、插入件 5 和对中心销 4 之间的空间中。宝石夹环 2 的一个浇口 3 对准主浇口 10，而另一浇口 3 对准通向卸料口 1b 的通道。当弹性体 9 设定时，顶板 8 取出，对中心销 4 向上推由环 2 和对中心销 4 形成的宝石夹 11，并且宝石夹 11 离开对中心销 4 的顶部。如果橡胶泄漏经过钻石 7 的底面进入通道 6，插入件 5 与宝石夹 11 一起离开并被拆下。

15 清理

金刚石 7 现在通过用浸入酒精的药签机械清理，或将金刚石 7 或宝石夹 11 拉过光学透镜专用清理织物或类似物清理。作为选择，宝石夹 11 可安装在真空吸盘上并围绕最好垂直于钻石 7 的顶切面 7a 的轴线转动。在这种情况下，可以使用溶剂，随后旋转干燥，机械清理和任何其它适合的技术。

20 抗蚀剂涂覆

如果通过微刻技术对小面进行蚀刻，宝石夹 11 可安装在真空吸盘上并围绕最好垂直于并通过钻石 7 的顶切面 7a 的轴线转动。如果多个钻石 7 已经设置在宝石夹 11 内，该轴线应该大致通过宝石夹 11 的中心线。

25 施加光致抗蚀剂至少覆盖钻石 7 的顶切面 7a。适合的正性抗蚀剂材料是由 Shipley Company 制造的 Microposit 1818，它是酚醛清漆抗蚀剂。带有宝石夹 11 和钻石 7 的吸盘在通常为 4000~8000rpm 的高速下转动长达 15~30 秒。这造成钻石顶切面 7a 大部分上的抗蚀剂膜的均匀厚度为 1~2 微米。如果顶表面在钻石顶切面 7a、保持材料 2 的表面和宝石夹 11 的侧壁 5 的顶部上连续，将没有小球或边缘形成在钻石顶切面 7a 上。

30 预曝光烘焙

接着烘焙抗蚀剂。通常的条件是在 115℃ 下进行 1 分钟。这可以通过将宝石夹 11 放置在热板上完成，最好是使用真空吸盘将其保持紧密接触。热量通过预热板的接触进入宝石夹 11 并快速传递到钻石 7。作为选择，通过感应加热、结合在宝石夹 11 内的加热元件、或以例如用远红外线辐射来照射顶切面 7a 的其它适当方式来产生加热效果。宝石夹 11 的温度可以通过安装在宝石夹 11 内或与其接触的热电偶或类似物测量，并且该测量可控制加热装置调节温度。作为选择，热板的温度可以测量和控制。

在烘焙之后，断开热源并且宝石夹 11 快速冷却。钻石 7 现在准备进行抗蚀剂曝光。

光学曝光

宝石夹 11 放置在适当的微刻设备的水平台板上以便将抗蚀剂曝光成与将要形成的标记相对应的图案，例如通过以缩小 10 倍的比例将掩模投射到钻石顶切面 7a 上。曝光图像的定位、定向和焦距适当调节，钻石顶切面 7a 严格地保持平行于设备的台板并严格地位于该台板之上的预定高度处。在可选择的配置中，宝石夹 11 可通过压靠设置有开口的向下形成的对齐表面保持，钻石顶切面 7a 通过该开口进行辐射。在此选择例中，宝石夹环 2 的底侧不需要严格地平行于由宝石夹环 2 的顶部形成的参考平面并位于该参考平面之下的预定距离处。

可以使用任何适合的辐射以便曝光抗蚀剂。对于 Microposit 1818 抗蚀剂，350~450nm 波长范围内的电磁辐射是适合的。更短的波长使得图案分辨率更高。曝光可通过单个波长实现，例如采用在 436nm 的汞放电灯，或者采用波长带，例如过滤的钨/卤素灯。

后曝光烘焙

希望是将抗蚀剂经历后曝光烘焙。扩散的过程降低抗蚀剂内驻波或干涉条纹的影响。该工序与所述的预曝光烘焙的工序类似。

显影

抗蚀剂的显影是常规的。所使用的设备与所述的抗蚀剂旋涂器类似。

蚀刻

可以例如从 Oxford Plasma Technology (UK) 或 South Bay Technology (USA) 得到等离子蚀刻设备。可以使用 DC 放电蚀刻，但最

好使用无线电频率等离子以避免钻石充电的问题。活性离子蚀刻是优选的，钻石安装在蚀刻器的受驱电极上而不是安装在地电极上。在一个实例中，钻石相对于例如 100~1000 伏的等离子产生负性偏压电位。来自等离子的高能离子的冲击可造成碳的未反应钻石同素异形体转变成例如石墨的更加活性的形式。可以供应纯氧或氧/氩混合物或空气以便氧化石墨。优选的等离子是 75% 的氩和 25% 的氧，尽管作为选择可以使用纯氧蚀刻，随后是纯氩蚀刻以便去除表面上的氧。

松释

钻石 7 从宝石夹 11 中推出并进行清洗以便去除抗蚀剂。

10 图 2-使抗蚀剂曝光

图 2 示出了用于使抗蚀剂曝光的一种结构的光学系统。该钻石 7 位于宝石夹 11 中，该宝石夹具有由宝石夹环 2 的下表面限定的定位表面。台板或工作台 30 的上表面形成朝上的对准表面。以这种方式，钻石 7 的顶切面 7a 准确地定位成平行于工作台 30。标记可形成在顶切面 7a 的中心处或形成在顶切面 7a 的边缘处。宝石夹 11 可在工作台 30 上滑动，并且由此可手动调节，或者可调节工作台 30 的位置和旋转。

该光学系统具有一个或多个构图/曝光 (setting-up/exposure) 辐射源 31，构图/曝光孔径光阑 32、曝光光栅 33、构图/曝光场透镜 34、构图/曝光掩膜 35、第一光束分离器 36、第二光束分离器 37、物镜 38、照明辐射源 39、照明辐射场透镜 42、照明辐射视场光阑 43、以及观察平面 44。物镜 38 在焦平面 45 上形成掩膜 35 的图象。所希望但不是重要的是，对于构图波长和曝光波长，物镜 38 具有相同的焦距，并且对于构图辐射波长和曝光辐射波长，物镜 38 具有良好的像差校正。

辐射源 31 优选的是例如为钨卤素灯的白炽灯或者例如为汞或氩或金属卤化物电弧灯的放电灯。可替代地使用例如为氙闪光灯的脉冲光源、或发光二极管或激光源。辐射光束通过光纤光导器、液体光导器和/或相关的聚光透镜和反光镜传送到点 31。为了在钻石 7 的顶切面上（实际上在基准面 45 上）定位、定向并聚焦该图象，钻石 7 优选地借助于照明源 39 进行照明，该照明源提供均匀的背景照明，以便可看见整个钻石 7，（但是使用一些形式的构图辐射，可不需要照明）。照明源 39 的波长必须确定成使得该辐射不影响抗蚀剂，例如可使用波长大于 500nm 的光。照明滤光器 41 确保该抗蚀剂不曝光。辐射源 31 随后转换成构图辐射。辐射

源 31 可包括两个不同的光源，一个光源用于构图，一个光源用于曝光，在这样情况中，曝光光栅 33 不是必需的，光源可适当地被控制。或者，如果该辐射源 31 发出构图辐射光束和曝光辐射光束，可设置有曝光光栅 33，以便当其闭合时，该曝光光栅 33 提供一滤光器，以阻挡曝光辐射光束并且传送构图辐射光束。曝光光栅 33 可定位在辐射路径中的任何位置处，并且可设置在辐射源 31 或掩膜 35 中。该构图辐射在钻石 7 的顶切面 7a 上提供构图图象。通常，该光学系统显著地减小图象相对于掩膜的尺寸。该构图（和曝光）图象与该掩膜相比较减小 90%（10 倍的缩小率）。通常，缩小率优选为大约 10 倍至 20 倍或者达到 100 倍。然而，也可使用较小的缩小率，大约 2 倍或 4 倍以上。在观察面 44 处通过肉眼观看该构图图象，（该观察面可以是显微镜目镜的标度面），该构图图象定位在钻石顶切面 7a 上的正确位置中并（通过移动钻石或通过移动掩膜 35 从而）正确地定向，并且随后机械地聚焦。然而，作为替换方案，例如 CCD（电荷耦合器件式）照相机的电子式图象检测器可定位在观察面 44 上，并且该构图图象可随后在屏幕上进行观察。通过使用第一光束分离器 36，可使得该观察面 44 位于光路径外侧，该构图图象在观察面处被感测，在构图辐射到达钻石 7 之前该构图辐射紧随该光路径。

使得构图辐射以这样一种不影响宝石的小面的方式来形成标记，即，如果使用光蚀刻，则该构图辐射必须使得该抗蚀剂不曝光。对于以上提到的 Microposit 1818 抗蚀剂，构图辐射可以是波长范围 500-550nm 的绿色或黄色光，即与照明辐射处于相同范围内。通常，如果其强度足够低，大大低于曝光辐射的强度，该构图辐射可与曝光辐射相同。然而，该构图辐射和照明辐射优选为不同的波长，以便提供对比度，这样根据该透镜系统的色差，该构图辐射可以是波长大于 630nm 的红色光。该构图辐射、曝光辐射、照明辐射均可包括波长段。

一旦定位、定向和聚焦设定之后，辐射源 31 转换成曝光辐射，或者该曝光光栅 33 打开一预定的时间。该曝光辐射使得抗蚀剂曝光。

曝光场透镜 34 通过将曝光孔径光阑 32 的图象引入到物镜 38 的入射光瞳中从而确保掩膜 35 的均匀照明，但是可使用其它装置来实现相同的效果。通过改变该曝光孔径光阑 32 的尺寸，可控制照明的空间相干性，这样可改变所产生的图象的质量。

物镜 38 可精确校正的显微镜物镜，放大率例如为 10 或 20 倍，但是

可替换地使用其它形式的物镜及其反射元件。物镜 38 具有的视场非常小，以至于不能观察整个钻石顶切面 7a。如果这样的话，可在其中设置另一低倍数（放大率例如为 5 倍）的物镜，并带有用于将该物镜移入和移出光路径的显微镜镜头转塔。

- 5 如果需要，第二透镜（未示出）可设置在曝光掩膜 35 与第一光束分离器 36 之间，以便使得平行光穿过光束分离器 36、37，并由此在光束分离器 36、37 中获得更好的光学性能。

例如为硅光电二极管的传感器设置在其中，以便测量入射到钻石顶切面 7a 上的曝光辐射量，以用于设定曝光时间以获得预定的曝光剂量。

10 图 3-第一掩膜

- 曝光掩膜 35 可以是形式为带有大致不透明的涂层或薄膜的玻璃盘或感光胶片，如果使用正性抗蚀剂，则在标记将要形成的位置处形成有透明区域。如果使用负性抗蚀剂，则这样的对比是相反的。因为掩膜的图象在尺寸方面减小，所以该胶片的颗粒大小的作用减小了，因此这在图
15 象中是不重要的。

由示例所示的掩膜 35 用于在钻石上形成标记“TEST 1234”，并且具有在钻石顶切面 7a 的角部上用于对准的对准部件。

黑线是传送辐射的部分。该顶切面 7a 的由点划线表示。该标记“TEST 1234”至少传送该曝光辐射。

- 20 对准线 51、52、53 和对准曲线 54、55 传送该构图辐射，但不传送该曝光辐射。该对准线和对准曲线 51-55 可由形成该掩膜 35 的一部分的 LCD（液晶显示器）来制成。作为替代，可使用在观察面 44 上的网格，例如如果该掩膜位于钻石顶切面 7a 的中心处，可使用显微镜目镜交叉标线网格。

- 25 通过使用在钻石顶切面 7a 上的构图图象，该标记“TEST 1234”利用标准的聚焦装置（未示出）来进行聚焦。顶切面 7a 的角部随后设置在线 37 上并朝向图象的中心手动向上移动。标准的 X 和 Y 方向的测微计调节装置设置用于该图象相对于钻石顶切面 7a 的精确调节。如果钻石 7 具有正八边形的顶切面 7a，其中角部的顶角为 135 度，该顶切面 7a 的边
30 缘与线 51、53 对准；构图图象随后适当低定位并定向。如果该钻石没有 135 度的顶角，则该顶切面 7a 的边缘与曲线 54、55 接触，并且角部在线 52 上或在线 52 的延长线上。

该曝光掩膜 35 可在多次曝光之间改变,以便例如印刻序列号。该改变可通过使用作为掩膜的一系列的感光图象来实现,或者该曝光掩膜 35 是可调节的(可随意改变),以便其遮挡效果可随之随意改变。以这样方式,逐个钻石 7 可具有投射到其上的不同的曝光图象,并且可具有在其上形成的不同标记。该掩膜可包括可移动的或可改变的元件,其形式为可调节的数字或独立像素。这样,该掩膜 35 可至少包括一由空间光调制器或独立像素形成的区域,其遮挡效果可随意改变。例如液晶光阀或液晶空间光调制器或微镜阵列的器件可与曝光掩膜 35 结合,(该液晶空间光调制器需要偏振器,该微镜阵列需要非常稳定但对于偏振光和间接损失没有要求)。这种器件不需要实际地定位在由曝光掩膜 35 占用的平面上,这是因为成像透镜系统可用于形成在曝光掩膜 35 的平面中的器件的图象。如果使用微镜阵列或其它反射式掩膜,该照明系统 31-34 将必须构形成对该掩膜用反射光进行照明。作为改变遮挡效果的示例,在图 3 中文字“TEST”可形成掩膜 35 的永久部分,并且数字“1234”作为对于每一钻石 7 的序列号形成标记。

第二掩膜

该构图辐射和/或曝光辐射可扫描到钻石顶切面 7a 上,而不使用实际掩膜,该扫描器由例如计算机的可编程的装置来控制。通常,优选的是对曝光辐射进行扫描,并使用用于构图辐射的掩膜,在这种情况下,该掩膜对于曝光辐射是透明的,而对于构图辐射是不透明的,除非其切割成提供构图图象,例如提供定位、对准、定向、和聚焦图案。在该情况下,形成标记的实际图案不用于构图,并且使用专用对准标记。

除非文中清楚需要其它说明,在整个说明书和权利要求中,与排他或穷尽的含义相反,词汇“包括”,“包括有”和类似措辞应理解为范围广泛的包括;也就是说,是“包括但不限于”的含义。

尽管本发明结合宝石或工业钻石来进行描述,但是本发明可广泛地应用于在任何适当工件上形成微小标记,例如在电子半导体芯片上。

整个说明书中对于现有技术的描述绝不理解为是如下认同,即这种现有技术广泛公知或形成本领域公知常识的一部分。

本发明纯粹通过实例进行描述,并且可以在延伸到所述特征的等同概念上的本发明的精神内进行变型。

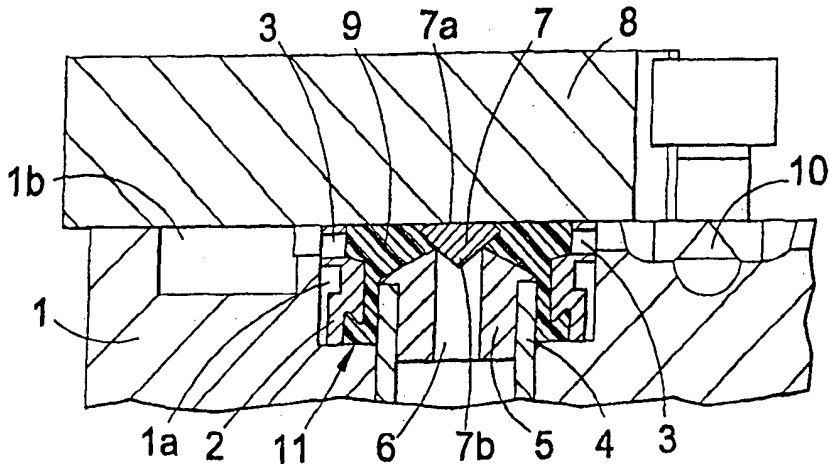


图 1

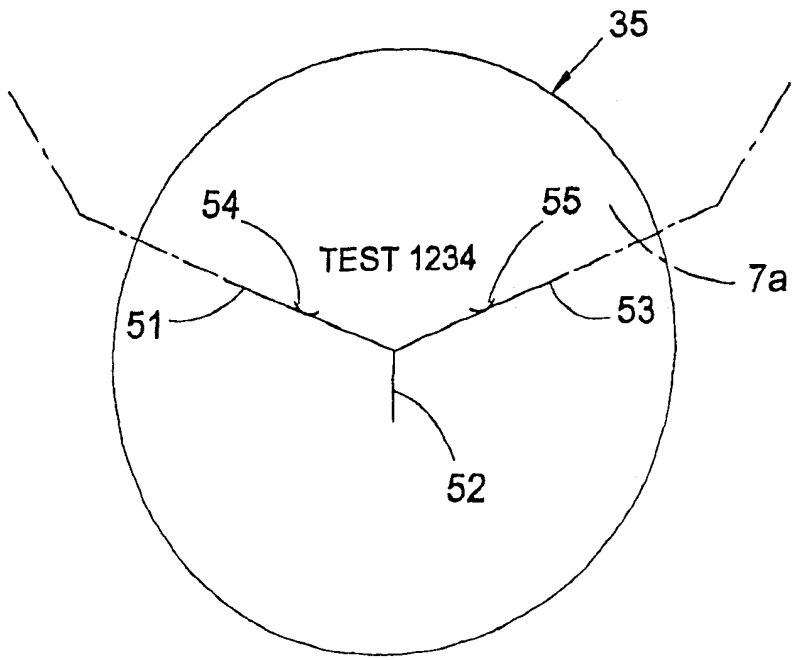


图 3

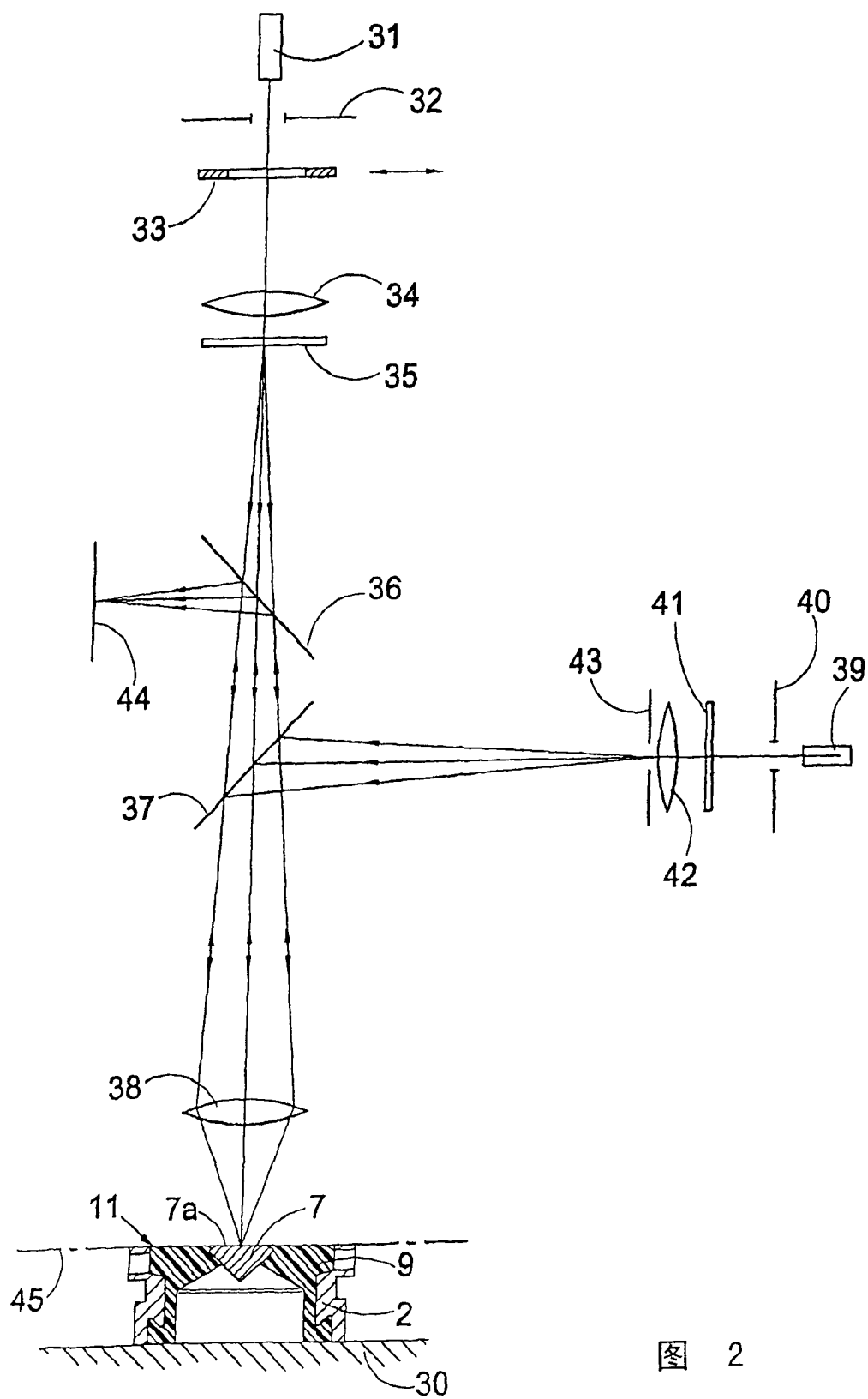


图 2