



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105103037 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 25

(21) 申请号 201480019324. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2014. 02. 21

G02B 27/40(2006. 01)

B23K 26/082(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/767, 420 2013. 02. 21 US

61/818, 881 2013. 05. 02 US

14/030, 799 2013. 09. 18 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2014/017836 2014. 02. 21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/130892 EN 2014. 08. 28

(71) 申请人 恩耐激光技术有限公司

地址 美国华盛顿州

(72) 发明人 R·J·马丁森 A·迪特里

K·格罗斯

(74) 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限

公司 11285

代理人 郑建晖 杨勇

权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

使用可变焦平面来控制特征尺寸的图案化导电薄膜

(57) 摘要

一种将激光束引导到包含基板、导电层和导电边缘的复合物的处理系统。可以控制所述激光束的聚焦位置以将所述激光束引入至在导电材料的表面上聚焦。通过使调焦光学系统平移以便改变激光束直径可以使用所述激光束来烧蚀地处理所述导电边缘且非烧蚀地处理所述导电层。

1. 一种光学处理系统,其包括:

物镜,其定位成将处理光束引导到目标表面;

扫描系统,其定位成跨所述目标表面扫描所述处理光束;

调焦光学系统,其包含调焦光学元件和聚焦致动器,所述调焦光学元件定位成将所述光束引导到所述物镜,其中所述聚焦致动器耦合到所述调焦光学元件以便使所述调焦光学元件沿着所述物镜的轴线平移,从而在跨所述目标表面扫描所述处理光束时保持所述处理光束的聚焦;以及

光束直径致动器,其定位成使所述调焦光学系统平移以便界定在所述目标表面处的处理光束直径。

2. 根据权利要求 1 所述的系统,其进一步包括控制器,所述控制器耦合到所述聚焦致动器以便在跨所述目标表面扫描期间保持所述处理光束的所述聚焦。

3. 根据权利要求 2 所述的系统,其进一步包括基板平台,所述基板平台包含平台致动器,所述平台致动器定位成沿着所述物镜的所述轴线定位所述目标表面。

4. 根据权利要求 3 所述的系统,其中所述控制器耦合到所述光束直径致动器和所述平台致动器,并且所述控制器使所述调焦光学系统和所述基板平台基于所选择的光束直径平移。

5. 根据权利要求 4 所述的系统,其中所述光束直径致动器产生所述调焦光学系统的步进平移。

6. 根据权利要求 5 所述的系统,其中所述光束直径致动器平移到沿着所述物镜的所述轴线的至少两个位置,所述至少两个位置与具有至少 2 : 1 的大光束直径与小光束直径比的对应聚焦光束直径相关联。

7. 根据权利要求 6 所述的系统,其中所述光束直径比是至少 5 : 1。

8. 根据权利要求 1 所述的系统,所述光束直径致动器定位成使所述调焦光学系统平移以便分别界定对应于烧蚀处理和非烧蚀处理的至少两个处理光束直径。

9. 根据权利要求 8 所述的系统,其中所述至少两个处理光束直径对应于导电边缘的烧蚀处理和银纳米线或氧化铜锡导电层的非烧蚀处理,或反之亦然。

10. 根据权利要求 9 所述的系统,其进一步包括产生所述光束的激光以及基于所述处理光束直径选择光束功率的激光控制器。

11. 根据权利要求 1 所述的系统,其中所述聚焦致动器耦合到所述调焦光学元件以便沿着所述物镜的所述轴线平移所述调焦光学元件从而补偿所述物镜的场曲。

12. 一种方法,其包括:

当用来自物镜的光束处理基板时使调焦光学元件沿着所述物镜的轴线平移以便保持处理光束在目标处的聚焦;以及

通过使所述调焦光学元件沿着所述物镜的所述轴线平移来选择处理光束直径。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其中从至少两个预定值中选择所述处理光束直径,其中所述预定值具有至少 1.5 : 1 的大光束直径与小光束直径比。

14. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述目标是具有导电层和导电边缘的复合物,其中所述至少两个预定值包含分别选择用于处理所述导电层和所述导电边缘的第一处理光束直径和第二处理光束直径。

15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中选择所述第一处理光束直径和所述第二处理光束直径使得非烧蚀地处理所述导电层且烧蚀地处理所述导电边缘,或反之亦然。

16. 根据权利要求 15 所述的方法,其中选择所述处理光束直径以处理银纳米线或氧化铜锡导电层和银浆料导电边缘中的一个或多个。

17. 根据权利要求 14 所述的方法,进一步包括使所述目标基于所述所选择的处理光束直径沿着所述物镜的所述轴线平移。

18. 根据权利要求 12 所述的方法,其中选择至少两个处理光束直径用于处理复合基板的导电层和导电边缘,其中从至少两个预定值中选择所述处理光束直径,其中所述预定值具有至少 2 : 1 的大直径与小直径比。

19. 根据权利要求 18 所述的方法,其中选择所述第一处理光束直径和所述第二处理光束直径使得非烧蚀地处理所述导电层且烧蚀地处理所述导电边缘,或反之亦然。

20. 根据权利要求 18 所述的方法,其进一步包括选择对应于所述第一处理光束直径和所述第二处理光束直径的第一光束功率和第二光束功率。

使用可变焦平面来控制特征尺寸的图案化导电薄膜

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于 2013 年 9 月 18 日提交的美国专利申请第 14/030,799 号的权益,所述美国专利申请要求于 2013 年 5 月 2 日提交的美国临时专利申请第 61/818,881 号以及 2013 年 2 月 21 日提交的美国临时专利申请第 61/767,420 号的权益,所述申请特此以引证的方式全部纳入本说明书中。本申请也要求于 2013 年 5 月 2 日提交的美国临时专利申请第 61/818,881 号以及 2013 年 2 月 21 日提交的美国临时专利申请第 61/767,420 号的权益。

技术领域

[0003] 本公开内容大体上涉及材料的激光图案化,且具体而言涉及用于使用可变激光束直径的激光图案化的方法、装置和系统。

背景技术

[0004] 对更小型并且更便携的计算装置的强烈需求已引起许多相应领域中的实质创新,包括智能电话和平板计算机的触摸屏。然而,在触摸传感器图案化和印刷型电子产品的领域内还保留有许多改进的空间。包含光刻、丝网印刷和激光处理等的现有技术存在部分地归因于所需的处理步骤的数目以及在各个处理步骤之间进行转换所消耗的成本和时间而导致的各种缺点。除与各个处理步骤相关联的成本之外,光刻和丝网印刷技术还包含许多缺点,这些缺点包含与昂贵的消费品和有毒废料相关联的成本的增加。常规的激光处理技术也存在许多缺点。令人遗憾的是,当前的现有技术水平尚未产生更有效的方法和系统用于处理印刷型电子产品和触摸传感器。因此,仍然需要改进的方法和系统用于处理这些装置而不产生附带的缺点。

发明内容

[0005] 一种光学处理系统包括:物镜,其定位成将处理光束引导到目标表面;以及扫描系统,其定位成跨目标表面扫描处理光束。调焦光学系统包含调焦光学元件和聚焦致动器,所述调焦光学元件定位成将光束引导到物镜。聚焦致动器耦合到调焦光学元件以便使所述调焦光学元件沿着物镜的轴线平移,从而在跨目标表面扫描处理光束时保持所述处理光束的聚焦。光束直径致动器定位成使所述调焦光学系统平移以便界定在目标表面处的处理光束直径。在一些实例中,控制器耦合到聚焦致动器以便在跨目标表面扫描期间保持处理光束的聚焦。在其它实例中,基板平台包含平台致动器,所述平台致动器定位成沿着物镜的轴线定位目标表面。在其它实例中,控制器耦合到光束直径致动器和平台致动器,并且控制器使调焦光学系统和基板平台基于所选择的光束直径平移。在具体实例中,光束直径致动器产生调焦光学系统的步进平移,并且可平移到沿着物镜的轴线的至少两个位置,所述至少两个位置与具有至少 2 : 1、3 : 1、4 : 1、5 : 1、7.5 : 1 或 10 : 1 的大直径与小直径比的对应聚焦光束直径相关联。通常,光束直径致动器定位成使调焦光学系统平移,以便界定至少两个处理光束直径,所述至少两个处理光束直径对应于银浆料导电边缘和银纳米线或氧

化钢锡导电层的烧蚀处理和非烧蚀处理,或反之亦然。在一些实例中,激光产生处理光束,并且激光控制器基于处理光束直径选择光束功率。

[0006] 方法包含:当用来自物镜的光束处理基板时使调焦光学元件沿着物镜的轴线平移以便保持处理光束在目标处的聚焦。通过使调焦光学元件沿着物镜的轴线平移来选择处理光束直径。在一些实例中,从至少两个预定值中选择处理光束直径,其中所述预定值具有至少 1.5 : 1 的大直径与小直径比。在其它实例中,目标是具有导电层和导电边缘的复合物,其中所述至少两个预定值包含分别选择用于处理所述导电层和所述导电边缘的第一处理光束直径和第二处理光束直径。在另外的实例中,选择第一处理光束直径和第二处理光束直径使得非烧蚀地处理导电层且烧蚀地处理导电边缘,或反之亦然。在典型的应用中,选择处理光束直径以处理银纳米线或氧化钢锡导电层和银浆料导电边缘中的一个或多个。在一些实施例中,使目标基于所选择的处理光束直径沿着物镜的轴线平移。在代表性实例中,选择至少两个处理光束直径用于处理复合基板的导电层和导电边缘,其中从至少两个预定值中选择处理光束直径,其中所述预定值具有至少 2 : 1 的大直径与小直径比。

[0007] 从参考附图进行的以下详细描述中将更显而易见本发明的以上和其它目标、特征和优点。

附图说明

[0008] 图 1 示出示例性的基于激光的处理系统。

[0009] 图 2 说明与光束直径调节相关联的位移。

[0010] 图 3 示出利用例如图 1 中所图示的系统处理的复合材料。

[0011] 图 4 说明与不同光束直径相关联的聚焦区。

[0012] 图 5 示出处理复合材料的方法。

[0013] 图 6 示出包含控制系统和激光扫描系统的示例性处理系统。

[0014] 图 7 示出经配置以通过聚焦控制和光束直径调节控制基板处理的示例性计算环境。

[0015] 图 8 说明用于调节光束直径的代表性组件。

具体实施方式

[0016] 除非上下文另外明确规定,否则如本说明书和权利要求书中所用,单数形式包含复数形式。另外,术语“包含”意指“包括”。此外,术语“耦合”不排除在耦合的物件之间存在中间元件。

[0017] 本文中所描述的系统、设备和方法不应解释为以任何方式进行限制。代替地,本公开内容涉及各种所公开实施例的所有新颖的和非显而易见的特征和方面,其单独存在以及以各种组合和彼此的子组合的形式存在。所公开的系统、方法和设备不限于任何特定方面或特征或其组合,并且所公开的系统、方法和设备也不要求应存在任何一个或多个特定优点或应解决问题。任何操作理论是为了便于进行解释,但是所公开的系统、方法和设备不限于此类操作理论。

[0018] 虽然为了便于呈现而以特定的顺序来描述所公开的方法的操作,但应理解,除非下文所陈述的具体语言要求特定排序,否则这种描述方式涵盖对操作的重新排列。例如,在

一些情况下,可重新排列或同时进行被顺序描述的操作。此外,为简单起见,附图可能并未示出其中可以结合其它系统、方法和设备来使用所公开的系统、方法和设备的各种方式。另外,说明书有时使用如“产生”和“提供”的术语来描述所公开的方法。这些术语是所进行的操作的高度抽象。对应于这些术语的实际操作可根据具体实施例而变化且可容易地被本领域普通技术人员辨别。

[0019] 在一些实例中,值、过程、或设备被称为“最低”,“最佳”,“最小”等。应了解,此类描述希望指示可以在许多所使用的功能性替代方案之中进行选择,并且此类选择不必是相对其它选择更好的、更小的或者优选的。

[0020] 为了便于说明,使用例如“顶部”、“上部”、“下部”、“底部”等的术语来描述所公开的实施例的某些特征。此类术语并不希望指代具体朝向,而是实际上用来指示相对位置。

[0021] 如本文所使用,激光束直径通常基于针对最低阶 TEM_{00} 模的 $1/e^2$ 强度或类似功率分布。术语“轴线”或“光轴”是指耦合光学元件的轴线。此类轴线不必是单个直线段,而是可以包含对应于用镜子、棱镜、或其它光学元件产生的弯曲和褶皱的多个线段。如本文所使用,透镜是指单透镜元件或多元件(复合)透镜。

[0022] 本公开内容大体上涉及使用激光扫描系统以处理适用于电子装置的印刷型电子产品和/或触摸传感器。在一些情况下,激光扫描系统可以用来处理适用于电子装置的例如复合薄膜等材料(例如,在电子装置中用作触摸屏)。在一个示例性处理情境中,可以将一个或多个导电材料(例如,银纳米线层和银浆料边缘)沉积到基板上,并且使用激光扫描系统来处理所述导电材料(例如,降低导电层部分的导电性,或通过材料的烧蚀形成各种特征)。本公开内容提供优于现有触摸屏制造工艺(包含丝网印刷和/或光刻技术)的各种优点。确切地说,本公开内容允许使用单个激光扫描装置处理触摸屏的主体以及其 IC 线槽。

[0023] 用于处理复合薄膜的步骤可以配置成使得在复合薄膜中形成适用于各种显示装置的触敏式区。更一般而言,经处理的材料的其它合适的应用可以包含显示装置,以及 LED 磷光体增强、其它商业和消费型照明应用、可佩戴的电子产品和光伏电池。然而,复合薄膜尤其非常适用于移动式消费型显示器,在此类显示器中极需要更细、更耐用且更灵活的形式。当用作移动式消费型装置的显示器时,可为有利的是复合薄膜(以及因此构成复合薄膜的每一层材料)为柔性的和/或透明的。然而,根据最终产品的预定用途,可为有利的是复合薄膜为至少部分不透明或极不透明的,和/或至少部分刚性或极具刚性的。本文所描述的系统、装置和方法可以用来处理复合薄膜而不论它们的透明度和/或刚度。复合薄膜在本文中简单地称为复合物。

[0024] 所使用的基板可以由各种材料形成。例如,基板可以由聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)制成,因为其具有低成本和有利的特征,包含透明度、柔性、弹性、易于制造等。其它可能的基板材料的非详尽列表包含聚萘二甲酸乙二醇酯、聚氨酯、各种塑料、各种玻璃和各种金属。基板可以具有各种厚度。例如,基板可以具有约 $10\ \mu\text{m}$ 与 1mm 之间的厚度、或约 $50\ \mu\text{m}$ 与 $200\ \mu\text{m}$ 之间的厚度,或在一个特定实例中,约 $130\ \mu\text{m}$ 的厚度。

[0025] 在一些情况下,柔性且透明的复合材料包含其中银纳米线(也称为 SNW 或 AgNW)层在其上沉积到预定厚度或沉积到预定导电性的基板(例如, PET),可以通过在复合物生产期间增大或减小银纳米线的密度来获得预定厚度或预定导电性中的任一个。银纳米线层

可以具有各种厚度,例如,约 1nm 与 100nm 之间、或约 3nm 与 70nm 之间、或约 30nm 与 50nm 之间的厚度。银纳米线非常适合用于柔性基板,因为其材料属性(例如,导电性和结构完整性)在各种类型的弯曲负载(例如固定地弯曲、循环地变形或可弯的)下更一致。在一些情况下,可以使用氧化铟锡(ITO)或其它合适的材料替代银纳米线。

[0026] 图 1 示出激光扫描系统 100 的一个实施例。系统 100 包含由一对光线线条 106、108 图示的激光束 104 的源 102。激光束 104 沿着光轴 124(以虚线示出)从源 102 传播到由外壳 112 固持的聚焦控制透镜 110。透镜 110 可以是例如平凹透镜或双凹透镜等单个光学元件、或包含两个或更多个单透镜元件的复合透镜。在大多数情况下,聚焦控制透镜 110 产生发散的光束,但是在一些实例中,聚焦控制透镜 110 使光束 104 首先聚集到某一焦点,接着随着其远离所述焦点传播而扩散。在离开聚焦控制透镜 110 后,光束 104 沿着光轴 124 被引导朝向物镜组件 116,随着光束离开物镜组件 116,所述物镜组件聚集光束 104。聚集的光束接着被引导朝向第一反射表面 118,所述第一反射表面朝向第二反射表面 120 反射光束 104,所述第二反射表面朝向基板 122 反射所述光束,在所述基板 122 处光束 104 聚焦在焦点 126 处。通常,光束 104 在基板厚度的某一部分处聚焦,但是光束聚焦可以在基板前方或在基板后方以及在基板 122 内。

[0027] 如图 1 中所示,系统 100 的反射表面 118、120 可以是可调节的以便使光束相对于基板 122 转向。作为一个实例,表面 118、120 可以是分别耦合到第一电流计 119 和第二电流计 121 的反射表面,并且因此可以使用提供扫描和聚焦控制的控制系统 140 来操纵和控制它们的朝向。控制系统 140 还耦合到一个或多个电流计或使聚焦控制透镜 110 沿着轴线 124 移位的其它调焦机制 114。如图 1 中所示,聚焦控制透镜 110 可以移动到各个位置,例如,以虚线示出的位置 115。通过此类移动,聚焦控制透镜 110 提供输入光束到物镜组件 116,使得所述光束聚焦在可接受的位置处以便补偿非平坦的焦平面或弯曲和/或非平面基板。

[0028] 虽然聚焦控制透镜 110 可以调节基板处的光束 104 的聚焦,但是通常不能获得沿着轴线 124 的光束的大幅位移。实际上,聚焦控制透镜 110 的外壳 112 固定到平移台 130 以便沿着轴线 124 移动聚焦控制透镜 110。外壳 112 和聚焦控制透镜 110 的这些相对较大动作准许光束 104 可以在其上进行聚焦的伸展的范围,并且因此准许在聚焦位置处束斑尺寸的对应变化的。基板 122 通过平移台 131 沿着轴线 124 定位使得各种光斑尺寸的光束可以聚焦在基板 122 处。为了便于说明,聚焦控制透镜 110 通过平移台 130 的此类调节可以被称为光束直径调节。

[0029] 图 1 的系统准许甚至跨弯曲的或非平面的目标表面保持聚焦。图 2 说明光束通过系统(例如,系统 100)的聚焦。物镜 200 定位成使光束沿着轴线 208 聚焦。对于固定透镜位置和沿着轴线 208 的光束聚焦,光束在经扫描时通常不跨平面 204 焦距。实际上,经扫描的光束的聚焦界定弯曲表面 206。为了在平坦基板(或其它形状的基板)上聚焦,调节聚焦控制透镜以在平面 204(或其它表面)上建立光束聚焦。如图 2 中所示,通常光线方向与轴线 208 之间的角度越大(即,角度 α_2 越大),实际焦点从平面 204 的此位移就越大。为了改变束斑尺寸,通过(例如)如图 1 所示的平移台 130 平移聚焦控制透镜。通过此类调节,使用调焦透镜来校正弯曲的场焦面 216,光束可以不同的光束直径在替代焦平面 214 处聚焦。以此方式,通过相对较小的(且通常更快的)调焦基本上实现光束聚焦同时通过相对较大

的（且通常更慢的）束斑尺寸调节来调节束斑尺寸。

[0030] 在一些系统中，伺服电机或其它运动控制装置（或压电装置、电流计、平移台等）可以定位成便于移动聚焦控制透镜以校正场曲并保持在基板处的光束聚焦。另外的伺服电机（或压电装置、电流计、平移台等）可以定位成移动聚焦控制透镜以进一步调节沿着光轴的光束聚焦的位置，通常是调节光束直径。

[0031] 总体上参考图 3，图中示出三个激光束（通常是脉冲激光束）302、303、304（各自具有所选择的激光脉冲参数）被引导到复合物 300 并在不同复合物特征处聚焦的截面视图。如图所示，复合物 300 包含基板 306，其具有下部部分 305 和外围唇缘 307、外围导电边缘 308、以及沉积在基板 306 的顶部表面上的导电材料层 310。在一些实例中，根据预期使用复合物的应用，基板 306 具有恒定或固定的厚度，或可以具有可变厚度。在一些实例中，外围导电边缘 308 包括导电银浆料。

[0032] 在一些实施例中，复合物 300 可以经过处理以用作电子装置中的电容式触摸屏。在此类实施例中，复合物 300 可以是透明的使得其能够覆盖电子装置的显示器以提供触摸屏能力而不会妨碍用户查看显示器。薄层 310 可以包括触摸屏的主体（即，其能够覆盖显示器），并且边缘 308 可以包括一个或多个集成电路（IC）线槽以将 IC 耦合到触摸屏的主体。IC 可以用来（例如）基于在触摸屏上的各个位置处电容的改变而确定在触摸屏上的触摸事件的位置。线槽将 IC 耦合到触摸屏自身以实现这些确定。

[0033] 在各种电子装置中，可合乎需要的是薄层 310 覆盖装置的显示器的整体以便允许用户与显示器的整个范围互动。因此，可必需的是将 IC 线槽装配在电子装置的边框内。由于电子装置边框制作得较小，因此可为有利的是类似地减小 IC 线槽的尺寸（因此其能够装配在边框内）并能够更精细地控制其属性（例如，其导电性和维度）。

[0034] 因为边缘 308 和薄层 310 起到不同的作用，因此它们可以不同方式处理以达成不同结果。例如，可为有利的是非烧蚀地处理薄层 310 使得其对用户保持一致的厚度和外观。然而，可为有利的是烧蚀地处理边缘 308 以便形成来自连续的边缘 308 的 IC 线槽。此外，脉冲激光束 302、304 和 303 分别在其上聚焦以处理层 310 和边缘 308 的平面 z_1 、 z_2 和 z_3 沿着脉冲激光束 302、303、304 的光轴与彼此隔开。因此，本文中所描述的允许用单个系统来处理层 310 以及边缘 308 的技术提供各种优点。

[0035] 如上文所解释，图 3 说明通过激光图案化系统（例如，系统 100）处理的复合物的部件。根据前述描述，系统 100 可以用来以各种不同的方式处理薄层 310 和边缘 308。例如，如下文更详细地解释的，系统 100 可以用来非烧蚀地处理薄层 310。也如下文进一步详细地解释的，系统 100 也可以用来烧蚀地处理边缘 308。在此类处理步骤中，可以使聚焦控制透镜 110 的移动自动化以校正场曲。可以手动地控制或通过计算机控制的伺服模块控制外壳 112 的移动，从而控制激光束在所述光束的光轴方向上的焦点的位置。

[0036] 因此，如图 3 中所示，脉冲激光束 302 可经控制以在焦平面 z_1 处的薄层 310 的暴露表面上聚焦，以便非烧蚀地处理层 310。类似地，脉冲激光束 304 可经控制以在焦平面 z_2 处的边缘 308 的暴露表面上聚焦，以便烧蚀地处理层 308。此外，在激光束用以烧蚀地处理复合物 300 的情况下，可以连续地控制所述激光束使得其在材料（其能够在进行烧蚀时移动）的表面处聚焦。在一些情况下，期望将激光束的在其正处理的表面上的光斑尺寸最小化。在此类情况下，激光束的焦平面与正被处理的材料的暴露表面重合，如针对激光束 302

和 304 所图示。然而,在其它情况下,可以使用较大特征尺寸和因此较大光斑尺寸。在此类情况下,激光束的焦平面可以沿着激光束的光轴从正被处理的材料的暴露表面偏移,如针对激光束 303 所图示。因此,本文中所描述的扫描激光系统允许特征尺寸的调节。

[0037] 在一些情况下,可以调节激光扫描系统与待处理的材料的表面之间的距离,从而(例如)增大距离以提供较大场范围、减小距离以改进精确性、或改变聚焦的光斑尺寸。因此,在一些情况下,将通过激光扫描系统处理的材料可以定位于可调节表面上,其可以经移动以调节扫描系统与待处理的表面之间的距离。例如,如图 3 中所示,复合物 300 可以定位于平台 312 上,其可以是沿着轴线 ZF 可调节的。可以使用各种机制来沿着 ZF 轴线调节平台 312。作为一个实例,平台可以耦合到一个或多个螺杆 314,所述螺杆插入在内表面上具有对应螺纹的相应中空管 316 中。因此,管 316 的旋转引起平台 312 的运动以及因此复合物 300 沿着轴线 ZF 的运动。管 316 可以支撑在基座单元 318 上。当然,也可以使用任何其它平移机制。

[0038] 图 4 示出激光束 406、408、410,每个激光束沿着如通过激光扫描系统 412 引导的不同轴线传播,激光扫描系统 412 的配置可以类似于系统 100 的配置。激光束 406、408、410 中的每个以三种不同的配置示出(分别如光束 406A、406B、406C;或 408A、408B、408C;或 410A、410B、410C):在第一焦平面 400A 或 400B 上聚焦的第一配置(即,如 406A、408A 和 410A 处所示),在第二焦平面 402A 或 402B 上聚焦的第二配置(即,如 406B、408B 和 410B 处所示),以及在第三焦平面 404A 或 404B 上聚焦的第三配置(即,如 406C、408C 和 410C 处所示)。焦平面 400A 距系统 412 的距离比焦平面 402A 距系统 412 的距离远距离 x_2 ,并且焦平面 402A 距系统 412 的距离比焦平面 404A 距系统 412 的距离远距离 x_3 。距离 x_4 、 x_5 、 x_6 通常对应于与物镜中的场曲对应的不同聚焦位置。因此,物镜可以在平面 400A 处形成针对基板的定位于物镜轴线上的目标部分的光束聚焦;不存在调焦,入射到轴外目标部分的光束将在平面 400B 上聚焦。如上所述,可以提供聚焦控制透镜以调节焦点位置从而进行补偿。

[0039] 一般提供位移 x_2 、 x_3 以对应于聚焦控制透镜的较大平移以便产生束斑尺寸改变。位移 x_2 、 x_3 通常不相等,并且在平面 400A 处聚焦的束斑尺寸通常大于在平面 402A 处的束斑尺寸,在平面 402A 处的束斑尺寸又大于在平面 404A 处聚焦的束斑尺寸。如图 3 中所示,处理系统经配置以在与不同束斑尺寸相关联的位置处(即,在位移 x_2 、 x_3 处)提供调焦(x_4 、 x_5 、 x_6)。

[0040] 图 5 示出用于处理复合物的示例性方法 500,所述复合物例如待处理以用作电子装置中的触摸屏的复合物。在 502 处,选择复合物,所述复合物包含基板,基板具有在其上形成的导电层和导电边缘。在 504 处,获得指示将如何处理复合物的各个部分的图案或处理描述,且所述图案或处理描述可以包含图案设计、驻留时间、特征尺寸、处理的类型(例如,烧蚀或其它处理)。在 506 处,使例如功率、波长、脉冲重复率、脉冲能量和束斑尺寸等处理光束参数与图案描述相关联。在 508 处,选择焦平面(或焦距)以产生所选择的束斑尺寸。在 510 处,将聚焦控制组件定位成使得来自聚焦控制组件的光束在所选择的焦平面处被聚焦至合适的束斑尺寸。如图 5 中所示,焦平面的选择是用于处理导电层。在 512 处,通过所选择的光斑尺寸/焦距处理导电层(或其它基板区),其中通过聚焦控制透镜提供聚焦控制。在 514 处,将聚焦控制组件定位成使得来自聚焦控制组件的光束在另一所选择的

焦平面处被聚焦至合适的束斑尺寸。如图 5 中所示,此焦平面的选择是用于处理导电边缘。在 516 处,通过所选择的光斑尺寸/焦距处理导电边缘(或其它基板区),其中通过聚焦控制透镜提供聚焦控制。处理在 520 处终止。基于图案描述,可以使用多个不同的焦距和束斑尺寸。虽然可以使用一系列束斑尺寸,例如在 $2\mu\text{m}$ 与 10mm 之间、在 $4\mu\text{m}$ 与 1mm 之间、在 $5\mu\text{m}$ 与 0.5mm 之间或在 $8\mu\text{m}$ 与 0.2mm 之间的光束直径,但是典型的束斑尺寸在 $10\mu\text{m}$ 与 $100\mu\text{m}$ 之间。这些光束通常能够处理包含导电银浆料或银纳米线的复合物以具有对应尺寸的特征。

[0041] 导电层和导电边缘的烧蚀处理和非烧蚀处理

[0042] 在一些情况下,非烧蚀地处理导电层使得其可以用作电子装置中的触敏屏,并且烧蚀地处理导电边缘使得其形成从触敏屏引导到集成电路的 IC 线槽。然而,在替代性实施例中,如适用于具体实施例,可以烧蚀地或非烧蚀地处理导电层或导电边缘。如本文所使用,烧蚀处理应理解成意味着由入射光束通过蒸发、光化蚀变、或以其它方式引起从目标大体上移除材料。类似地,非烧蚀处理应理解成意味着在处理之后现有目标表面拓扑的结构特征保持完好,即使目标的电属性或其它属性发生改变。

[0043] 在一些情况下,导电材料层包含银纳米线的随机布置。此类层的银纳米线可以固定到聚合物基质中的基板,例如有机外涂层。激光束能够传送激光脉冲到此类层并形成经处理部分,其中大体上改变了导电层的材料的导电性使得所述经处理部分是有效地不导电的。如本文所使用,术语“导电”和“不导电”具有的含义归于其在印刷型电子产品、触摸传感器图案化或光学电子装置领域中一般所了解的含义。例如,使一种材料可以被视为导电的适合薄层电阻包括 $30\text{--}250\Omega/\text{sq}$, 并且使一种材料可以被视为不导电或电绝缘的适合薄层电阻或电绝缘测量值包含大于或等于约 $20\text{M}\Omega/\text{sq}$ 的电阻。然而,这些薄层电阻仅仅是实例,并且取决于特定应用的要求可以应用其它导电和不导电范围。一些经处理基板在薄层电阻低于 $500\Omega/\text{sq}$ 、 $1\text{k}\Omega/\text{sq}$ 、 $5\text{k}\Omega/\text{sq}$ 或 $10\text{k}\Omega/\text{sq}$ 的情况下可以被视为充分导电的,并且在薄层电阻大于或等于约 $100\text{k}\Omega/\text{sq}$ 、 $1\text{M}\Omega/\text{sq}$ 或 $100\text{M}\Omega/\text{sq}$ 的情况下可以被视为不导电的。

[0044] 激光脉冲可以被引导到各种图案中的复合物使得在基板上形成特定区域和电气通路。通过仔细地选择激光脉冲参数的特征,包括脉冲长度、脉冲能量密度、脉冲能量、光斑尺寸、脉冲重复率和扫描速度,可以处理基板使得以一种预定方式改变其电特性,同时不会实质上破坏或在结构上改变(例如,烧蚀地)基板和相关保护层和导电层。

[0045] 使用具有 1064nm 的波长的光辐射(已经发现其与基板和材料的相互作用比较短波长的光与基板和材料的相互作用的程度更小),适用于导电层的非烧蚀处理的示例性激光脉冲参数包含约 50ps 的脉冲长度、约 $0.17\text{J}/\text{cm}^2$ 的脉冲能量密度、约 $40\mu\text{m}$ ($1/e^2$) 的光斑尺寸、具有大于 90% 的脉冲间重叠的约 $1\text{m}/\text{s}$ 的扫描速率、约 $12\mu\text{J}$ 的总脉冲能量以及约 100kHz 的脉冲重复率。各种其它参数也是适用的。例如,脉冲重复率可以增加至 1MHz 、至 10MHz 、至大于 10MHz 以提高处理速度。脉冲长度可以选择为更短或更长。脉冲能量密度可以调节为确保非烧蚀地处理目标。可能的脉冲长度包含小于约 1ps 、 100ps 、 200ps 、 500ps 、 800ps 或 1ns 。其它参数可以相应地作类似改变和优化。适用于非烧蚀激光处理的激光参数可以部分地基于经选择待处理的材料的相关属性来选择。例如,基板、导电层的不同厚度等可以影响激光脉冲加热分布的程度或产生需要缓解的其它与时间相关的影响。

[0046] 尽管将光束一般描述为被引入到某一焦点,但是其它的光束几何配置和强度分布也是可能的,包含未聚焦的光束、线形光束、正方形或长方形光束、以及跨一个或多个横轴具有一致的、大体上一致的或预选的强度剖面的光束。在一些情况下,可以使复合物平移以协助获得在其表面上的几何特征。在一些情况下,一个或多个激光束从顶部方向或背面方向照射在复合物上使得光束传播通过基板到导电层,因此光束引起导电层的烧蚀或非烧蚀改变。在一些情况下,激光脉冲在不改变导电层的经处理部分的外观特征的情况下使得所述经处理部分变得不导电。类似地,激光脉冲能够烧蚀地或非烧蚀地处理导电边缘。可以通过增大入射在目标表面上的激光束的能含量实现导电边缘的激光烧蚀。例如,可以通过增大脉冲长度、脉冲能量密度、总脉冲能量、通过使用较短波长、或通过减小光斑尺寸来调节激光脉冲参数。能胜任的合适的激光系统一般包含脉冲光纤激光器、脉冲光纤放大器和二极管泵浦固体激光器。

[0047] 示例性控制系统和计算环境

[0048] 图 6 示出示例性激光处理系统,所述系统包含用于控制激光束传送系统 603 的控制系统 600。如图所示,控制系统 600 可以包含激光束参数控制接口 602、平台控制接口 604、用于控制激光束的扫描的两个电流计控制接口 606 和 608、以及第一平台控制接口 610 和第二平台控制接口 612。激光束参数控制接口 602 可以耦合到激光束的源,例如源 605,并且可以控制由此产生的激光束的参数,例如,脉冲长度、脉冲能量密度、脉冲能量、脉冲光波波长等。通常,控制系统 600 包含一个或多个处理器 607 和存储器 609,所述存储器保存图案数据和用于处理图案数据以用于确定激光扫描参数的指令。通常基于存储于一个或多个计算机可读存储介质(例如,磁盘)或存储器(例如,随机存取存储器)中的计算机可执行指令实施控制接口。

[0049] 平台控制接口 604 可以耦合到基板平台 618,其可以控制待处理的复合物的位置。基板平台 618 可以包括各种运动控制装置中的任一个,例如,压电或机动扫描装置。电流计控制接口 606、608 可以分别耦合到电流计 616、614,其可以分别控制反射表面 617、615。第一平台控制接口 610 和第二平台控制接口 612 可以分别耦合到运动控制装置 629、630,并且可以控制平台沿着光轴的线性运动。运动控制装置 629 耦合到调焦组件 628 使得在光束扫描期间可以保持光束聚焦。调焦组件 628 固定到运动控制装置 630 以便选择合适的光束直径用于基板处理。在 628A 处示出调焦组件 628 的一个另外的位置。用运动控制装置 630 调节调焦组件 628 通常伴有基板 618 的对应移动,以便实现不同光束直径的光束聚焦,同时使用运动控制装置 629 可以保持在扫描范围上的聚焦。

[0050] 图 7 描绘在其中可以实施所描述的创新合适的计算环境 700 的一般实例。计算环境 700 并不意图暗示关于用途或功能性的范围的任何限制,因为可以在不同的通用或专用计算系统中实施创新。例如,计算环境 700 可以是各种计算装置中的任一个(例如,台式计算机、膝上型计算机、服务器计算机、平板计算机、媒体播放器、游戏系统、移动装置等)。

[0051] 参考图 7,计算环境 700 包含基础配置 730,所述基础配置包含一或多个处理单元 710、715 和存储器 720、725。处理单元 710、715 执行计算机可执行指令。处理单元可以是通用中央处理单元(CPU)、专用集成电路(ASIC)中的处理器或任何其它类型的处理器。在多处处理系统中,多个处理单元执行计算机可执行指令以提高处理能力。例如,图 7 示出中央处理单元 710 以及图形处理单元或共处理单元 715。有形存储器 720、725 可以通过处理单

元可存取的易失性存储器（例如，寄存器、高速缓冲存储器、RAM）、非易失性存储器（例如，ROM、EEPROM、闪存等），或所述两者的某种组合。存储器 720、725 存储实施本文中所描述的一个或多个创新的适于通过处理单元执行的计算机可执行指令形式的软件 780。

[0052] 计算系统可以具有另外的特征。例如，计算环境 700 包含存储装置 740、一个或多个输入装置 750、一个或多个输出装置 760 和一个或多个通信连接 770。例如总线、控制器或网络等互连机构（未示出）互连计算环境 700 的部件。通常，操作系统软件（未示出）为在计算环境 700 中执行的其它软件提供运行环境，并且协调计算环境 700 的部件的活动。

[0053] 有形存储装置 740 可以是可拆卸式或非可拆卸式，并且包含磁盘、磁带或盒式磁带、CD-ROM、DVD 或可以用来以非暂时性的方式存储信息并可以在计算环境 700 内存取的任何其它介质。存储装置 740 存储用于实施本文中所描述的一个或多个创新的软件 780 的指令。

[0054] 输入装置 750 可以是触摸输入装置（例如键盘、鼠标、笔或轨迹球）、语音输入装置、扫描装置或提供输入到计算环境 700 的其它装置。对于视频编码，输入装置 750 可以是摄像机、显示卡、电视调谐卡、或接受模拟或数字形式的视频输入的类似装置、或读取视频样本到计算环境 700 中的 CD-ROM 或 CD-RW。输出装置 760 可以是显示器、打印机、扬声器、刻录机或提供来自计算环境 700 的输出的其它装置。

[0055] 通信连接 770 实现经由通信介质到其它计算实体的通信。通信介质传送信息，例如计算机可执行指令、音频或视频输入或输出、或调制后的数据信号中的其它数据。调制后的数据信号是其特征中的一个或多个以如在信号中对信息进行编码的方式来设定或改变的信号。借助于实例而非限制，通信介质可以使用电力载波、光学载波、RF 载波或其它载波。

[0056] 软件 780 可以包含一个或多个软件模块。例如，软件 780 可以包含用于设定激光束参数和 / 或控制激光束源的激光束软件模块 782、用于设定沿着轴线的基板位置并控制基板平台的基板平台运动模块 784、以及用于确定光束扫描系统的参数和 / 或控制此类光束扫描系统的光束扫描模块 786。一个示例性光束扫描系统可以包含一对电流计。聚焦控制模块 780 也可以包含场聚焦校正模块 788，其用于确定将采取以（例如）通过调焦透镜的运动校正场曲的动作。光束直径模块 790 可以控制移动以将光束聚焦在特定距离处从而获得所选择的光束直径。

[0057] 虽然为了便于呈现而以特定的顺序来描述所公开的方法的操作，但应理解，除非下文所陈述的具体语言要求特定排序，否则这种描述方式涵盖对操作的重新排列。例如，在一些情况下，可重新排列或同时进行被顺序描述的操作。此外，为简单起见，附图可能并未示出其中可以结合其它方法来使用所公开的方法的各种方式。

[0058] 所公开的方法中的任一个可以实施为存储于一个或多个计算机可读存储介质（例如，一个或多个光盘介质、易失性存储器部件（例如，DRAM 或 SRAM）、或非易失性存储器部件（例如，闪存或硬盘驱动器））上且在计算机（例如，任何可商购计算机，包含智能电话、或包含计算硬件的其它移动装置）上执行的计算机可执行指令。术语计算机可读存储介质不包含通信连接，例如，信号和载波。用于实施所公开的技术的计算机可执行指令中的任一个以及在所公开的实施例的实施期间创建并使用的任何数据可以存储于一个或多个计算机可读存储介质上。计算机可执行指令可以是（例如）专用软件应用程序或经由 Web 浏览器或其它软件应用程序（例如，远程计算应用程序）存取或下载的软件应用程序的一

部分。此类软件可以（例如）在单个本地计算机（例如，任何合适的可商购计算机）上执行或在使用一个或多个网络计算机的网络环境（例如，经由因特网、广域网、局域网、客户端服务器网络（例如，云计算网络）、或其它此类网络）中执行。

[0059] 此外，可以上传、下载或通过合适的通信装置远程地存取基于软件的实施例中的任一个（包括，例如，用于使得计算机执行所公开的方法中的任一个的计算机可执行指令）。此类合适的通信装置包含（例如）因特网、万维网、企业内部网、软件应用程序、电缆（包含光纤电缆）、磁通信、电磁通信（包含 RF 通信、微波通信和红外线通信）、电子通信或其它此类通信装置。

[0060] 图 8 说明基于组件限位器 810A-801C 可平移到固定位置（例如 808A）的聚焦组件 808。平台 802 使聚焦组件 808 沿着物镜 814 的轴线 812 平移。聚焦组件 808 包含透镜 806，其在聚焦组件 808 内可平移以调节通过物镜 814 建立的光束聚焦位置以便补偿场曲或非平面基板。在 806A 处示出透镜 806 的一个代表性位置。

[0061] 鉴于所公开的发明的原理可应用于许多可能的实施例，应认识到所图示的实施例仅为本发明的优选实例且不应视为限制本发明的范围。实际上，本发明的范围由所附权利要求书界定。我们因此要求本发明全部属于这些权利要求的范围和精神。

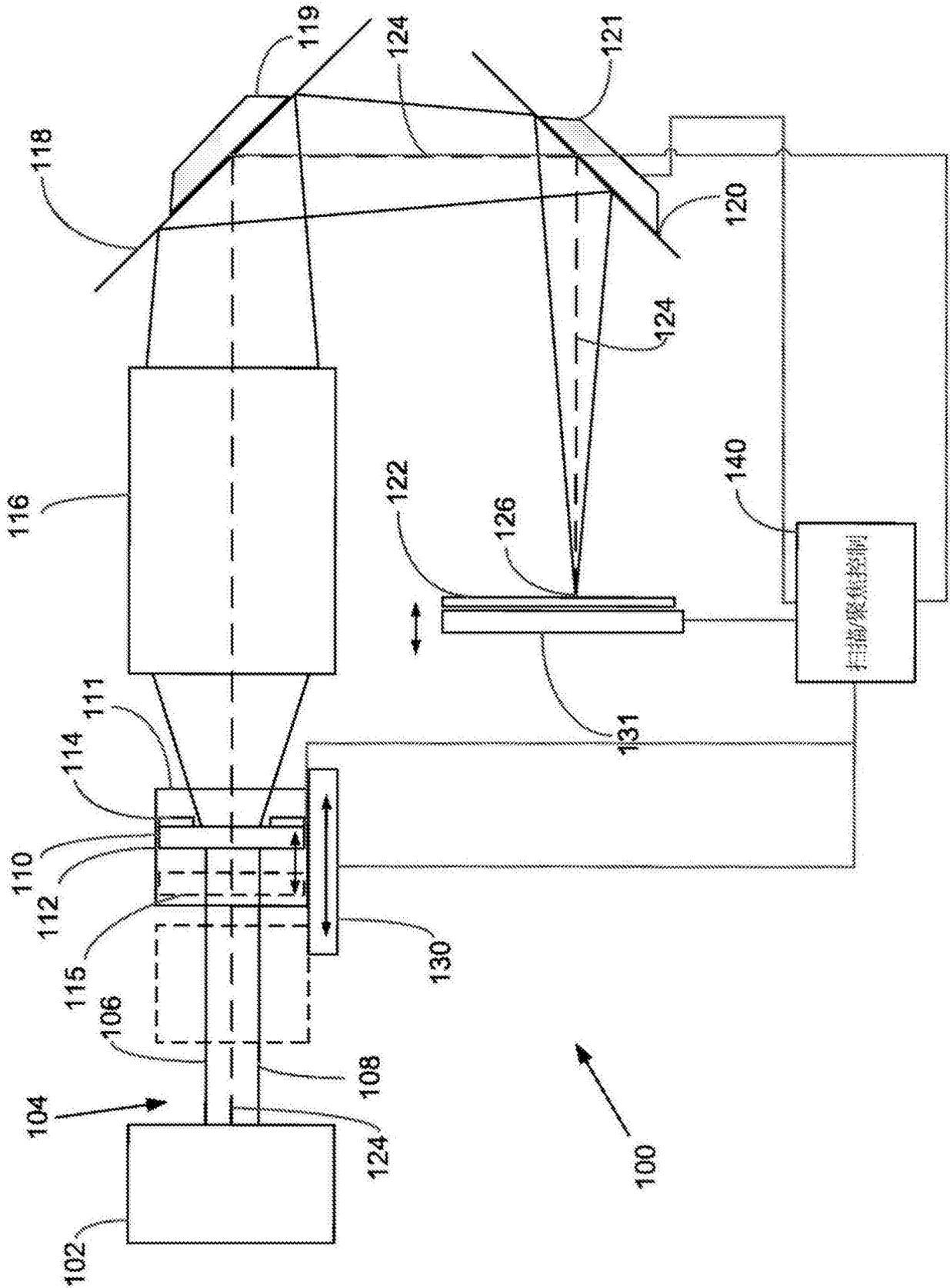


图 1

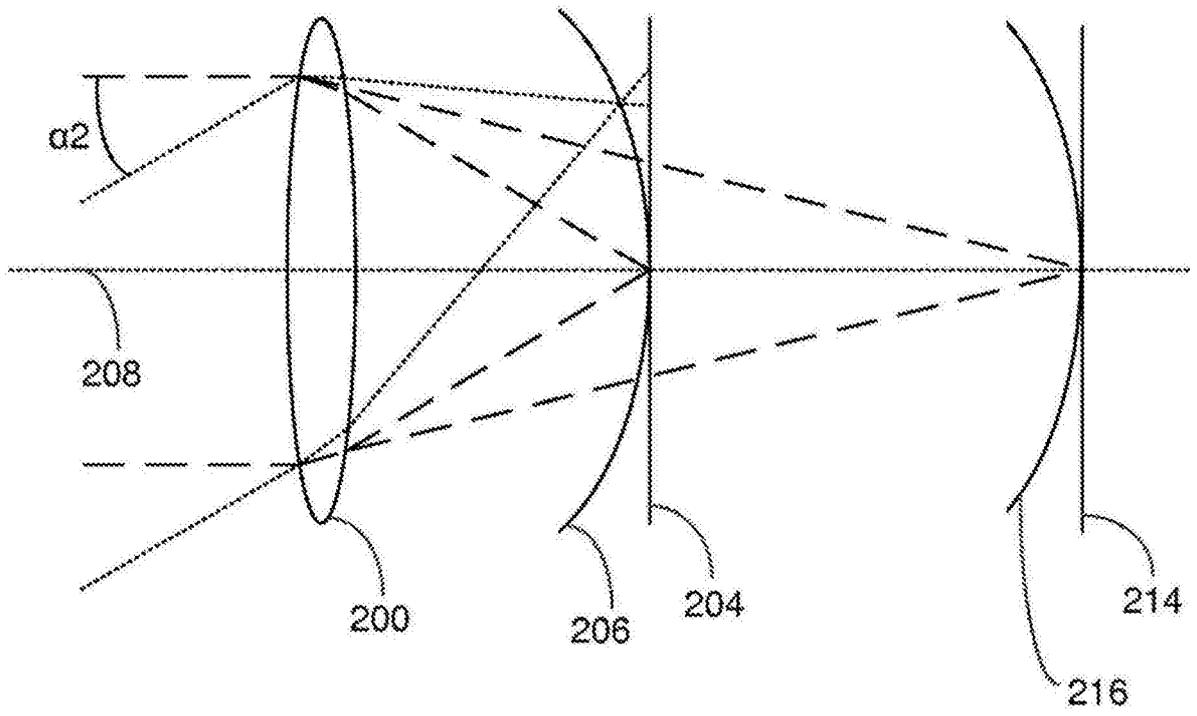


图 2

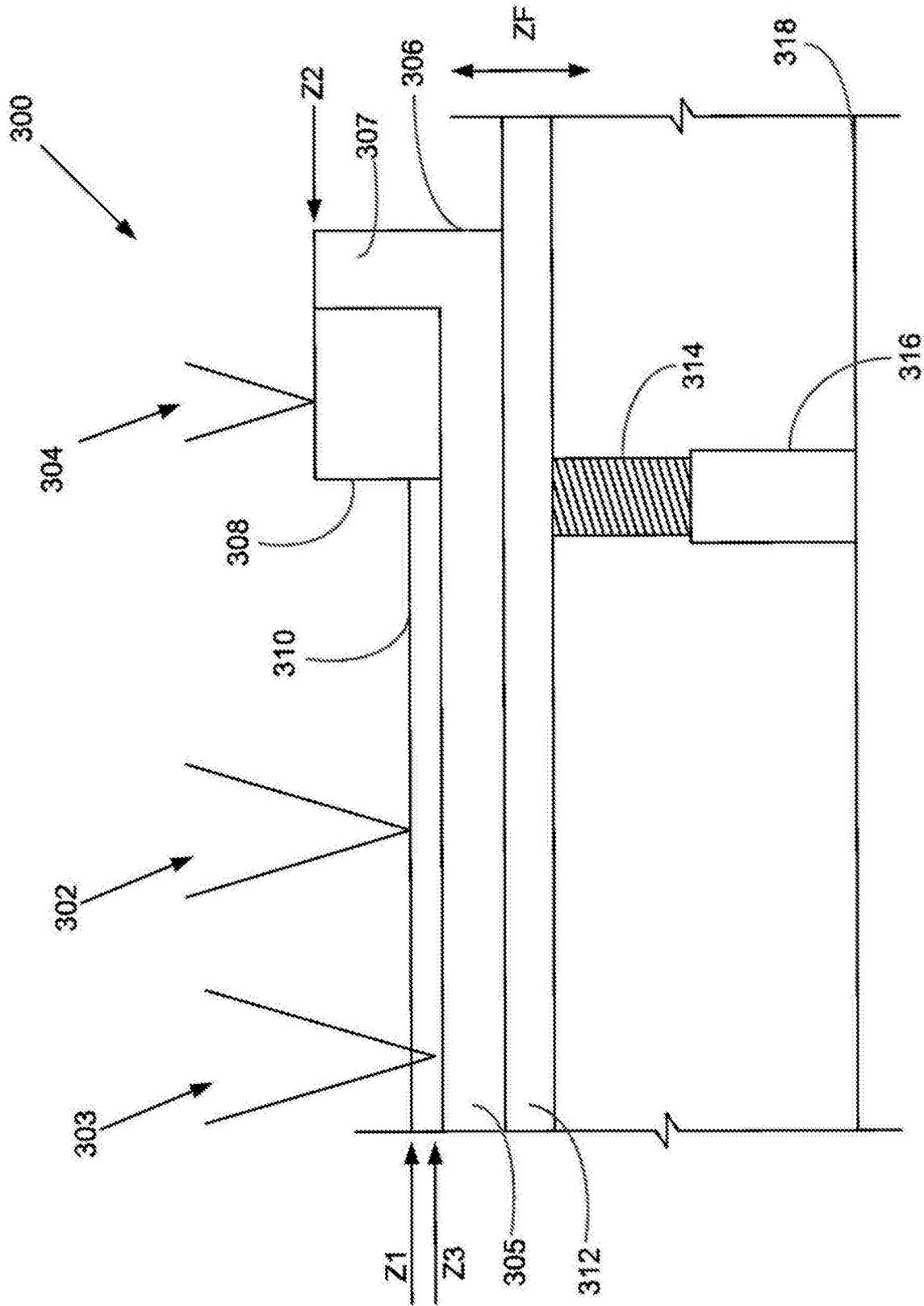


图 3

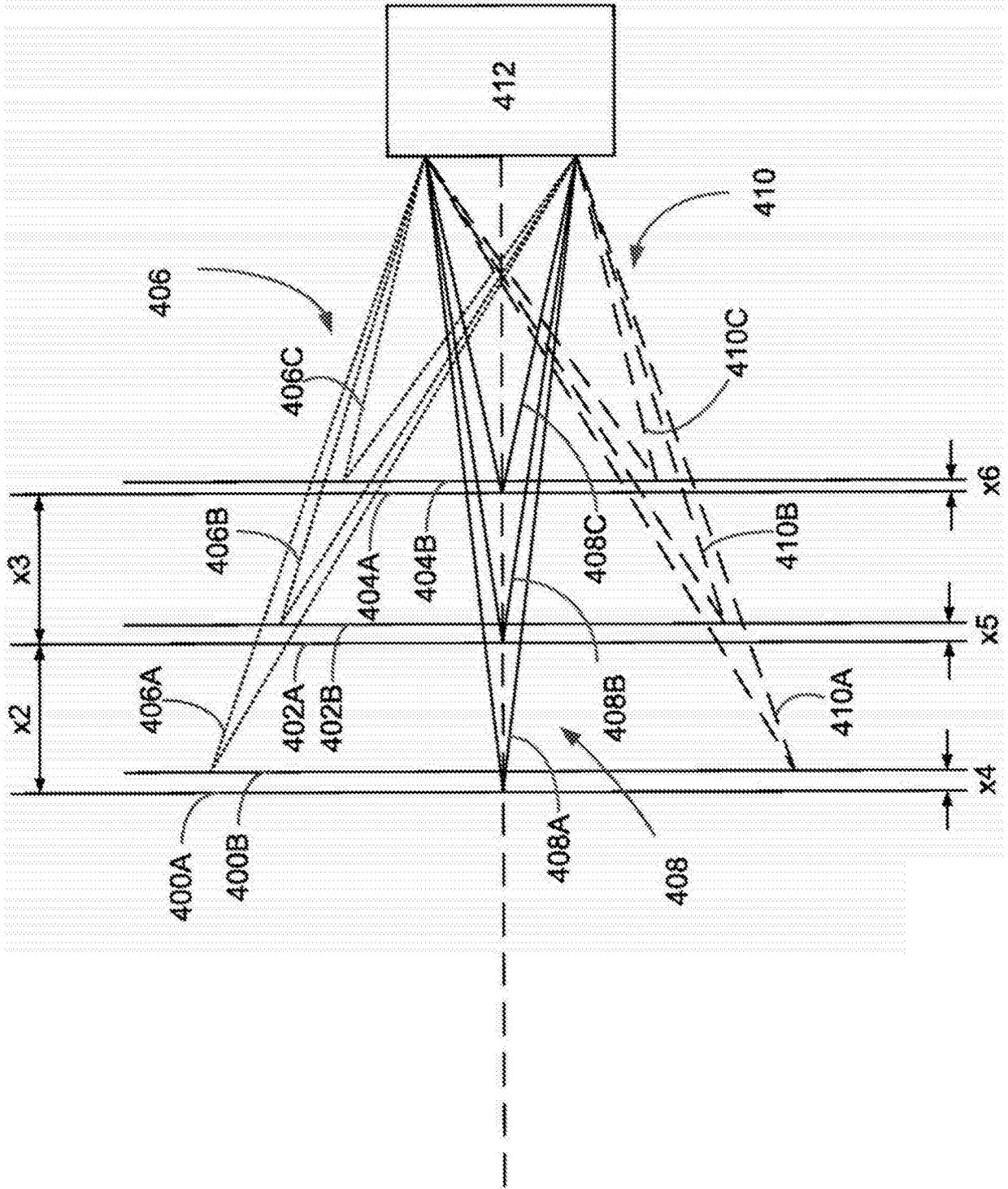


图 4

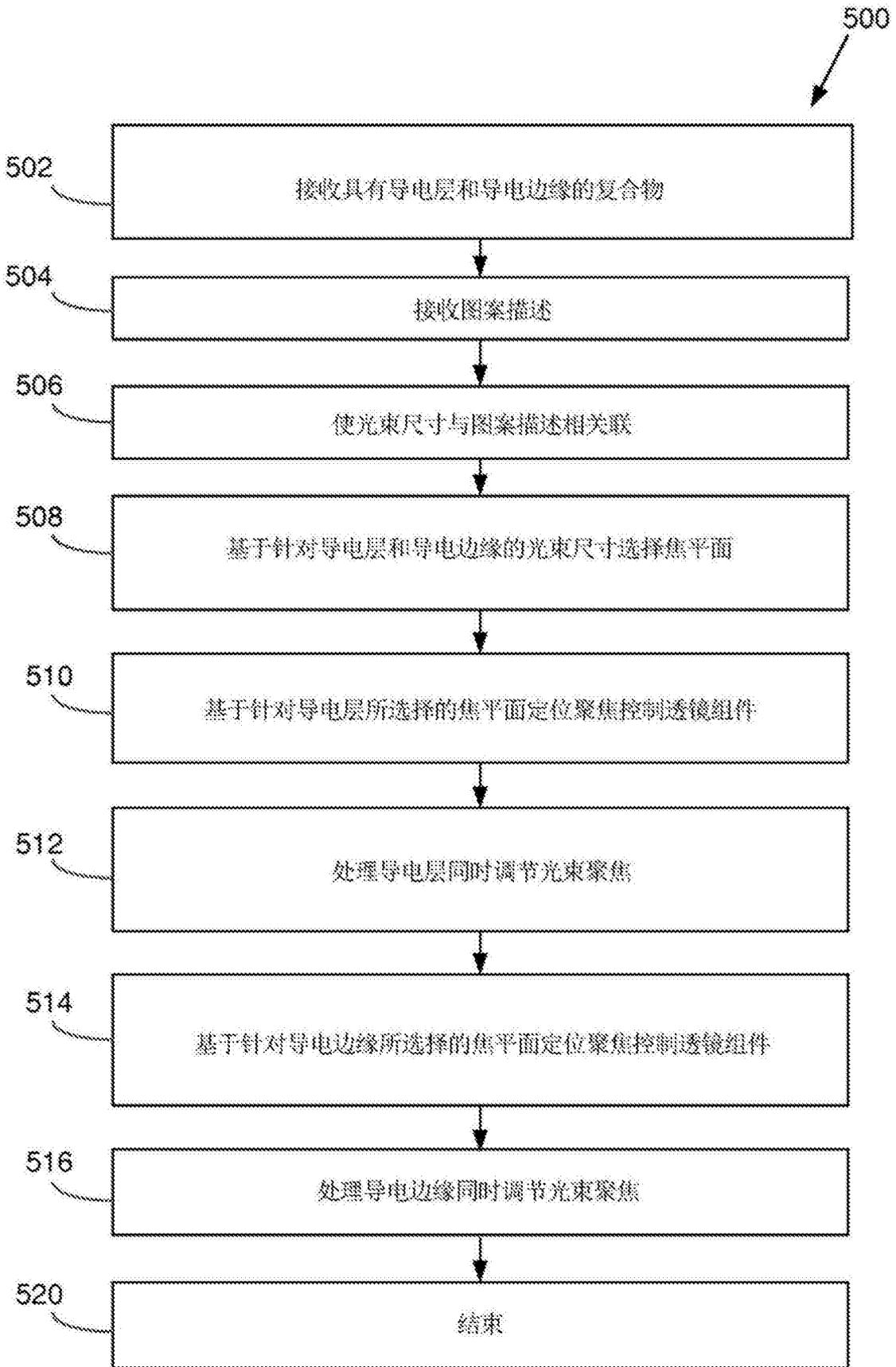


图 5

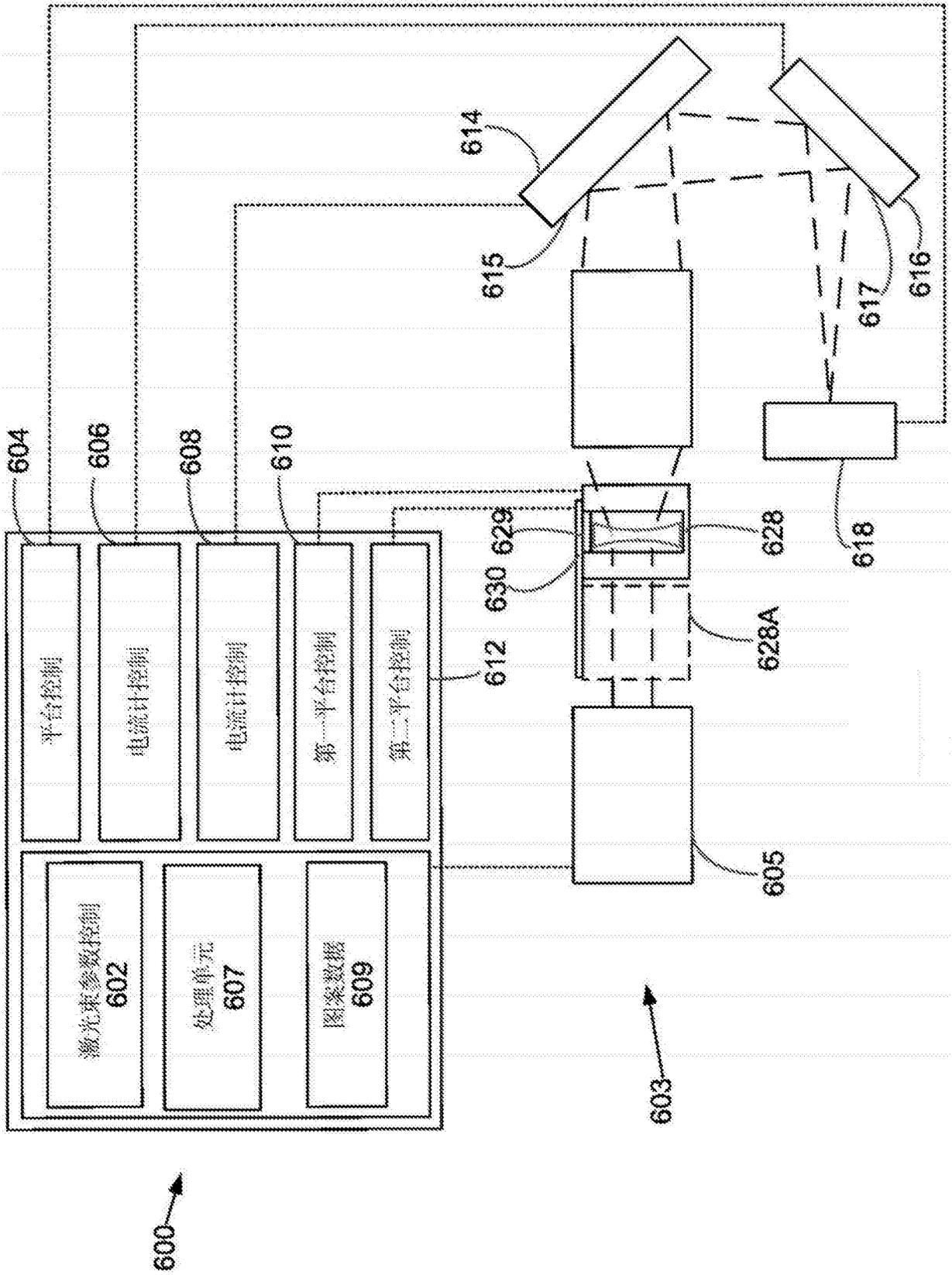


图 6

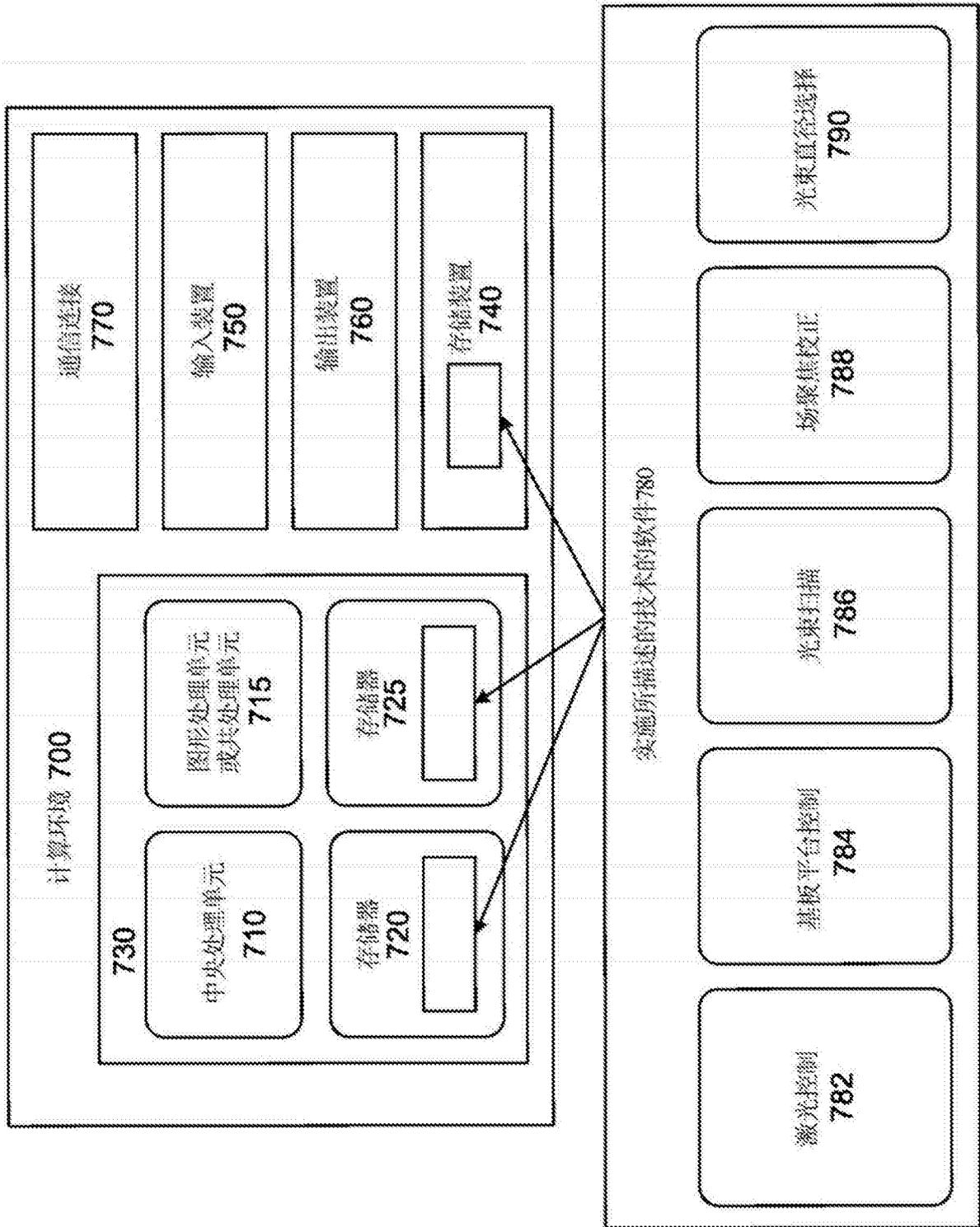


图 7

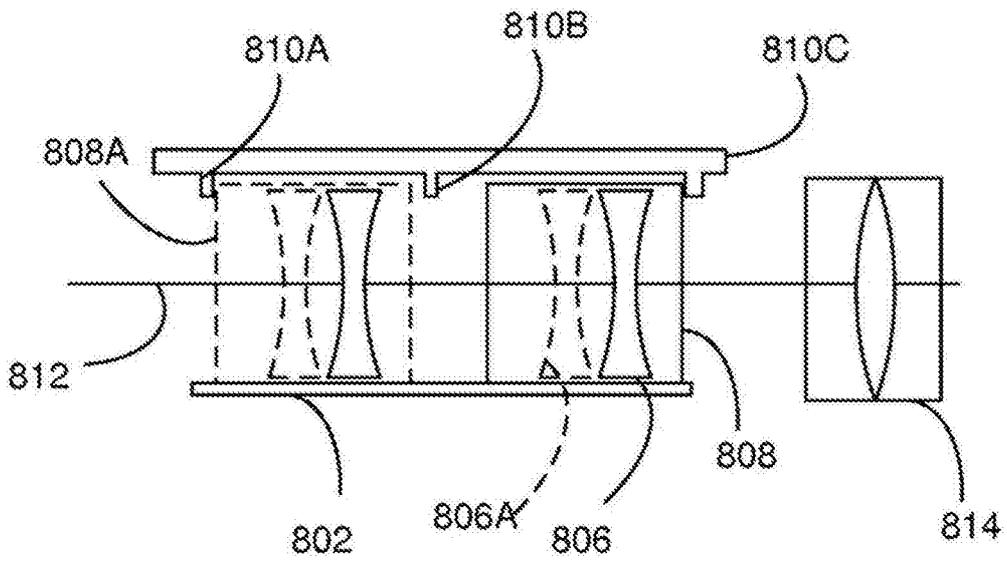


图 8