



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104620072 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 13

(21) 申请号 201380044286. 7

代理人 王春伟 刘继富

(22) 申请日 2013. 08. 16

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

1257906 2012. 08. 21 FR

G01B 11/00(2006. 01)

B24B 49/12(2006. 01)

G01B 11/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 02. 25

G01N 21/95(2006. 01)

H01L 21/66(2006. 01)

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/067170 2013. 08. 16

H01L 21/67(2006. 01)

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/029703 FR 2014. 02. 27

(71) 申请人 FOGALE 纳米技术公司

地址 法国尼姆市

(72) 发明人 吉莱斯·弗莱斯阔特 西尔万·佩罗

(74) 专利代理机构 北京柏杉松知识产权代理事

务所(普通合伙) 11413

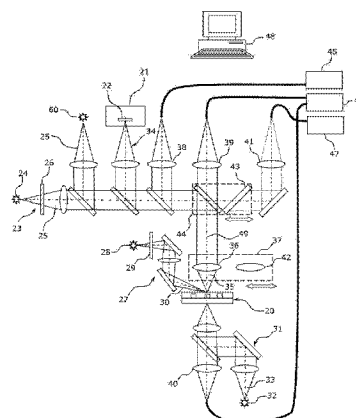
权利要求书2页 说明书9页 附图2页

(54) 发明名称

用于在多层对象如晶片上进行尺寸测量的装置和方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于透过对象(20)、如晶片的表面来定位结构以相对于所述结构布置测量传感器(45、46、47)的成像装置,其包括:(i)成像传感器(22);(ii)能够在所述成像传感器(22)上产生在视场中的对象(20)的图像的光学成像单元(34);和(iii)用于产生照明光束(25、30)并以反射方式照亮所述视场的照明单元(23、27),其中所述照明单元能够产生照明光束(25、30),所述照明光束(25、30)的光谱成分适合于所述对象(20)的性质以使得所述光束(25、30)的光基本能够射入到所述对象(20)中。本发明还涉及用于在对象(20)、如晶片上进行尺寸测量的系统和方法。



1. 一种用于透过对象 (20)、如晶片的表面来定位结构 (2、3) 以相对于所述结构 (2、3) 布置测量传感器 (45、46、47) 的成像装置,其包括:
 - 成像传感器 (22),
 - 能够在所述成像传感器 (22) 上产生在视场中的所述对象 (20) 的图像的光学成像单元 (34),
 - 用于产生照明光束 (25、30) 并以反射方式照亮所述视场的照明单元 (23、27),其特征在于,所述照明单元 (23、27) 能够产生照明光束 (25、30),所述照明光束 (25、30) 的光谱成分适合于所述对象 (20) 的性质以使得所述光束 (25、30) 的光基本能够射入到所述对象 (20) 中。
2. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,所述照明单元 (23、27) 包括能够将所述照明光束的光谱限制到基本能够射入到所述对象 (20) 中的波长的光谱滤波器 (26、29)。
3. 根据权利要求 2 所述的装置,其中,所述光谱滤波器 (26、29) 包括由与所述对象 (20) 的材料相同或相似的材料制成的板。
4. 根据权利要求 2 或 3 所述的装置,其中,所述光谱滤波器 (26、29) 包括硅板。
5. 根据权利要求 2 至 4 中的任一项所述的装置,其中,所述照明单元 (23、27) 还包括:
 - 能够发射光谱包括以下波长的光的光源 (24、28):基本能够被所述对象 (20) 的表面反射的第一波长和基本能够射入到所述对象 (20) 中的第二波长,和
 - 用于将所述光谱滤波器 (26、29) 插入到所述照明光束中、或从所述照明光束中移出的切换单元。
6. 根据权利要求 1 所述的装置,其中,所述照明单元 (23、27) 包括光源,所述光源能够发射光谱被限制到基本能够射入到所述对象 (20) 中的波长的光。
7. 根据权利要求 6 所述的装置,其中,所述照明单元 (23、27) 还包括第二光源,所述第二光源能够发射光谱被限制到基本能够被所述对象 (20) 的表面反射的波长的光。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其包括在所述视场中沿着与所述成像系统的光轴 (49) 大致平行的照明轴入射的照明光束 (25)。
9. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其包括在所述视场中沿着与所述成像系统的光轴 (49) 形成比限定所述成像系统的数值孔径的角度 (35) 大的角度的照明轴入射的照明光束 (30)。
10. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其还包括布置为以透射方式穿过所述对象 (20) 照明所述视场的透射光源 (32)。
11. 根据前述权利要求中任一项所述的装置,其中,所述成像传感器 (22) 包括硅衬底上的 CCD 或 CMOS 型传感器。
12. 一种用于在对象 (20)、如晶片上进行尺寸测量的系统,其特征在于,其包括用于测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器 (45、46、47),和根据前述权利要求中任一项所述的成像装置。
13. 根据权利要求 12 所述的系统,其还包括用于基于时域低相干干涉的原理测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器 (46)。
14. 根据权利要求 12 或 13 所述的系统,其还包括用于基于频域低相干干涉或光学频率扫描干涉的原理测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器 (45)。

15. 根据权利要求 12 至 14 中任一项所述的系统,其包括用于利用穿过光学成像单元的远端物镜 (36) 的测量光束来测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器 (45、46)。

16. 根据权利要求 12 至 15 中任一项所述的系统,其还包括色度共聚焦型的、用于测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器 (47)。

17. 根据权利要求 12 至 16 中任一项所述的系统,其包括用于测量厚度和 / 或距离的至少两个光学传感器 (45、46、47),所述光学传感器分别地一个布置在所述光学成像单元一侧的对象表面上,另一个布置在与所述对象 (20) 相反的表面。

18. 一种用于测量晶片 (20) 的表面和结构 (3)、如通孔之间的材料的剩余厚度 (9) 的方法,其特征在于,其包括以下步骤:

- 通过根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的成像装置的单元透过所述晶片 (20) 的表面来定位所述结构 (3),
- 将用于测量厚度和 / 或距离的光学传感器 (45、46、47) 与所述结构 (3) 相反地布置,和
- 测量所述材料的剩余厚度 (9)。

用于在多层对象如晶片上进行尺寸测量的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于在多层对象、如晶片上进行尺寸测量的装置和方法。本发明还涉及使能够定位在这种对象的表面下的结构、特别是用于相对于这些结构布置测量传感器的成像装置。

[0002] 本发明的领域更具体地但非限制性地是微电子学、微系统 (MEM) 或集成光学领域中的装置的测量和尺寸控制。

背景技术

[0003] 用于微电子学和微系统 (MEM, MOEM) 的制造技术正朝着复杂体积结构的生产发展, 复杂的体积结构可以使得这些系统的功能能够在其体积中更好的集成。

[0004] 这些结构的特征在于一些组件层、有时是大量的组件层的叠加, 所述组件层具有连接这些组件层的互连轨道 (或通孔)。这些技术属于通常被称为“芯片级封装”或“3D 集成”。

[0005] 组件层可以在分开的晶片上生产, 然后使其叠加并互相连接。

[0006] 更准确地, 制造方法可以包括以下步骤:

[0007] - 刻蚀通孔, 所述通孔作为仅在晶片的一侧 (组件表面) 的孔或沟槽开口存在;

[0008] - 使通孔金属化并至少部分地在组件表面上产生导体轨道及组件,

[0009] - 通过抛光 (通常通过机械方法) 后表面 (即与组件表面相反的表面) 来打薄晶片。将晶片固定到临时运输晶片以获得足够的机械刚性。实际上, 在抛光后, 晶片的厚度可以降低至几十微米。

[0010] 打薄使得能够将晶片的厚度降低至预定厚度、或者直至通孔穿透。

[0011] 在打薄操作期间, 控制通孔底部与晶片后表面之间的剩余材料的厚度是非常重要的。

[0012] 已知使得能够测量该剩余材料厚度的不同技术。

[0013] 例如, 已知基于时域或频域低相干干涉法的技术。

[0014] 还已知 Marx 等人的文献 US 7, 738, 113, 其描述了一种使得能够基于扫描共聚焦技术或色散共聚焦技术利用探针进行这种测量的装置。

[0015] 然而, 出现定位从晶片的后表面不能看见的通孔的问题。这个问题不是烦琐的, 因为这些通孔可能是几微米或几十微米宽, 必须能够将直径并非大得多的测量光束准确地布置为与这些通孔对齐。

[0016] 已知具有产生晶片表面图像、并且使得能够准确地布置测量光束的成像系统的耦合点测距传感器。

[0017] 这些系统不能够解决该布置的问题, 因为:

[0018] - 如之前解释的, 从晶片的后表面不能看见的通孔;

[0019] - 在进行打薄操作时, 在晶片的组件表面上已经有会占据几平方毫米的组件和金属轨道。这些组件完全掩盖了通孔的位置, 而且它们是完全不透明的, 这妨碍了通过透明性

来定位通孔。

[0020] 除了该具体问题之外,“芯片级封装”技术的开发导致对能够准确测量堆叠材料的多个层的厚度或位置的需求。

[0021] 这些层可以是微米或小于最高几百微米的量级,并且可以有大量的层。实际上,之前所述的测量方法(干涉法或共聚焦法)都不能满足用于该类型的测量的所有规格,这实际上导致必须增加测量装置。

[0022] 本发明的一个目的是克服涉及在复杂结构上的距离和厚度测量的现有技术的缺点。

[0023] 本发明的一个目的具体地提出一种使得能够定位从晶片表面不能看见的通孔或相似结构的系统。

[0024] 本发明的一个目的还提出一种使得能够从晶片的后表面进行通孔上的剩余厚度测量的系统。

[0025] 最后,本发明的目的提出一种使得能够在宽的动态范围中和在大量界面上进行厚度测量的系统。

发明内容

[0026] 这个目的是利用一种用于透过对象、如晶片的表面来定位结构以相对于所述结构布置测量传感器的成像装置来实现的,该装置包括:

[0027] - 成像传感器,

[0028] - 能够在所述成像传感器上产生在视场中的对象的图像的光学成像单元,

[0029] - 用于产生照明光束并以反射方式照亮所述视场的照明单元,

[0030] 其特征在于,照明单元能够产生照明光束,所述照明光束的光谱成分适合于对象的性质以使得所述光束的光基本能够射入到所述对象中。

[0031] 根据实施方案,照明单元可以包括能够将照明光束的光谱限制到基本能够射入到对象中的波长的光谱滤波器。

[0032] 该光谱滤波器可以包括:

[0033] - 由与对象的材料相同或相似的材料制成的板;

[0034] - 硅板;

[0035] - 过滤光谱以仅允许大于截止波长的波长穿过的板;

[0036] - 过滤光谱以仅允许大于一微米的波长穿过的板;

[0037] - 高通(波长)干涉滤波器类型的板。

[0038] 照明单元还可以包括:

[0039] - 能够发射光谱包括以下波长的光的光源:基本能够被对象的表面反射的第一波长和基本能够射入到对象中的第二波长,和

[0040] - 用于将光谱滤波器插入到照明光束中、或从照明光束中移出的切换单元。

[0041] 根据其他实施方案,照明单元包括能够发射光谱被限制到基本能够射入到对象中的波长的光的光源。

[0042] 照明单元还可以包括能够发射光谱被限制到基本能够被对象的表面反射的波长的光的第二光源。

[0043] 根据实施方案,根据本发明的装置包括:

[0044] - 在视场中沿着与成像系统的光轴大致平行的照明轴入射的照明光束;

[0045] - 在视场中沿着与成像系统的光轴形成比限定所述成像系统的数值孔径的角度大的角度的照明轴入射的照明光束。

[0046] 根据实施方案,根据本发明的装置还可以包括布置为以透射方式穿过对象照明视场的透射光源。

[0047] 成像传感器可以包括在硅衬底上的 CCD 或 CMOS 型传感器。

[0048] 根据本发明的另一方面,提出了一种用于在对象、如晶片上进行尺寸测量的系统,其包括用于测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器,和根据本发明的成像装置。

[0049] 根据本发明的系统还可以包括:

[0050] - 用于基于时域低相干干涉的原理测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器;

[0051] - 用于基于频域低相干干涉或光学频率扫描干涉的原理测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器;

[0052] - 用于利用穿过光学成像单元的远端物镜的测量光束来测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器;

[0053] - 色度共聚焦型的、用于测量厚度和 / 或距离的至少一个光学传感器。

[0054] 根据实施方案,根据本发明的系统可以包括用于测量厚度和 / 或距离的至少两个光学传感器,其分别地一个布置在光学成像单元一侧的对象表面上,另一个布置在与所述对象相反的表面。

[0055] 根据本发明的另一方面,提出了一种用于测量晶片的表面与结构、如通孔之间的材料的剩余厚度的方法,其包括以下步骤:

[0056] - 通过根据本发明的装置透过所述晶片表面来定位所述结构,

[0057] - 将用于测量厚度和 / 或距离的光学传感器与所述结构相反地布置,和

[0058] - 测量材料的剩余厚度。

[0059] 附图说明和具体实施方式

[0060] 通过阅读非限制性的实施方式和实施方案的具体描述以及根据以下附图,本发明的其他优点和特征会变得明显:

[0061] - 图 1 示出了根据本发明的测量系统的一个实施方案,

[0062] - 图 2 示出了由图 1 的测量系统解决的测量问题的实例,

[0063] - 图 3 示出了基于时域低相干干涉的测量传感器的示意图。

[0064] 参照图 1,根据本发明的测量系统使得能够在测量对象 20 上进行尺寸测量,包括厚度测量。

[0065] 图 2 示出了测量对象 20 的一个实例,其通过将材料层 1、12、13 与存在于特定界面上的组件和轨道 2 组装来构成。

[0066] 该实例仅是说明性的,并不旨在如实地代表在用于制造组件的方法中的具体步骤。它以非限制性方式简单地示出了可能在用于制造微光学、微系统或微电子组件的方法中,更具体地在实施用于以三维方式组装组件的技术或“芯片级封装”类型的技术时,不一定同时地遇到的一组测量问题。

[0067] 应理解,根据本发明的测量系统经过本领域技术人员范围内的常规调适后,可以

在具有与测量技术和所使用波长相兼容的任何类型的材料的测量对象 20 上实施。

[0068] 这些材料可以具体地包括晶片（平圆盘材料）、沉积层等形式的硅（Si），III-V 族化合物、如砷化镓（GaAs）或磷化铟（InP），碳化硅（SiC），蓝宝石晶体，二氧化硅，绝缘体上硅（SOI）等。

[0069] 图 2 的实例中所示出的测量对象 20 包括硅片 1，其中已经刻蚀了通孔 3。这些通孔 3（或“硅穿孔”，TSV）相当于中空结构，例如几微米至数十微米宽的沟槽或孔。

[0070] 通孔 3 旨在例如产生组件或金属轨道 2 与在方法的后续步骤中添加到晶片 1 外表面的组件之间的互连。在这种情况下，它们是金属化的。

[0071] 为了能够产生这些互连，有必要打薄晶片 1 以使得通孔 3 在其外表面上明显。该打薄操作通常通过抛光晶片 1 的外表面来进行。它需要在方法期间对通孔与晶片 1 的外表面之间的剩余厚度 9 的规则且准确的检查。该测量称为 RST（“剩余硅厚度”）测量。

[0072] 为了能够进行该测量，必须能够透过晶片 1 的表面来定位通孔 3，并且在测量轴 5 上准确地布置距离或厚度传感器的测量光束。此外，通孔 3 不能通过透明性来定位，这是因为它们与具有大得多的尺寸的不透明组件 2 对齐。

[0073] 如图 2 中所示，利用根据本发明的系统有利地解决了其他测量问题：

[0074] - 沿着测量轴 6，当不透明组件 2 位于测量光束的路径中时，堆叠结构的厚度 10（或界面位置）的测量；

[0075] - 沿着测量轴 7，大量连续层的厚度 10 的测量以及界面位置的测量；

[0076] - 沿着测量轴 8，在微米量级的材料层 11 至最高数百微米的材料厚度 10 上的大的动态范围内的厚度测量以及界面位置的测量。

[0077] 现在会描述图 1 的测量系统和使得能够进行图 2 的测量的方式。

[0078] 根据本发明的测量系统包括：

[0079] - 点光学距离或厚度测量传感器，其使得能够获取沿着测量轴 5、6、7、8 的测量，

[0080] - 用于使对象 20 可视化和用于能够相对于该对象布置测量传感器的成像装置，

[0081] - 旨在容纳测量对象 20 的样品支撑体，其具有用于相对于成像装置和测量传感器移动测量对象的机械布置系统。

[0082] 成像装置

[0083] 成像装置包括具有 CCD 或 CMOS 型矩阵式传感器 22 的摄像机 21。

[0084] 基本上由透镜和分束元件或合束元件（分束器，部分透明的反射镜，立方体（cube））构成的一组光学成像单元 34，其使得能够将视场中的对象 20 成像在摄像机 21 的传感器 22 上。

[0085] 这些光学成像单元 34 具体地包括远端光学元件 36，其使得能够调节图像的放大率。该远端光学元件包括安装在换镜转盘 37 上以使得其可以容易地更换的显微镜物镜。

[0086] 成像装置还包括用于照亮对象 20 上的视场的照明单元。

[0087] 成像装置必须使得能够：

[0088] - 使对象 20 的表面可视化，以使得能够检查该表面，或者相对于可能存在于该表面的结构来定位测量感应器，

[0089] - 在能够通过透明性看见结构的情况下，对结构、如隐藏在对象 20 中的组件 2 进行定位，例如以沿着图 2 的实例的测量轴 7 进行这些结构 2 之间的测量，

[0090] - 以及在不能通过透明性看见结构的情况下,对结构、如隐藏在对象 20 中的通孔 3 进行定位,例如以沿着图 2 的实例的测量轴 5 进行这些结构 3 之间的测量。

[0091] 此外,能够检测组件 2 和通孔 3 两者,例如以相对于组件 2 识别通孔 3 会是有用的。

[0092] 能够使对象 20 的表面和不能通过透明性看见的隐藏结构 3 两者可视化的需求导致了矛盾的限制:一种情况下,必须能够在良好的条件下对表面成像,另一种情况下,必须能够对有时仅在该表面下几微米深的结构 3 成像,而不受来自该表面的反射干扰。

[0093] 在本发明中,由于所使用的照明配置而解决了这些问题。

[0094] 硅是在光谱的可见光部分不透明、而对于大于 1 微米的近红外波长变得透明的材料。

[0095] 有趣的是,在灵敏度扩展到 1.1 μm 波长的硅衬底上有基于 CCD 或 CMOS 传感器 22 的摄像机 21。这些摄像机相对于红外摄像机具有保持具有适度成本的标准工业摄像机的优点。

[0096] 因此,能够利用这类摄像机和合适的照明通过硅进行成像。然而,在波长大于 1 μm 的情况下,它们的灵敏度不够好,除非特别地小心,否则由于对象 20 表面的反射而使得不能进行测量。

[0097] 根据本发明的成像装置包括旨在产生明视场型反射照亮的第一照亮途径 23。该照亮产生沿着与成像系统的光轴 49 大致平行的照明轴入射到对象 20 上的照明光束 25。在所有表面上大致垂直于光轴 49 的散射光或反射光有助于摄像机 21 中的图像。

[0098] 该第一照亮途径 23 包括光源 24。

[0099] 在所示实施方案中,该光源 24 包括通过光纤束连接至光学系统的卤素灯。该光源 24 发射可见光波长和近红外波长的光。

[0100] 该第一照亮途径 23 还包括插入到照明光束 25 中的光谱滤波器 26。该光谱滤波器的功能是限制入射到对象 20 上的照明光束 25 的光谱,以使得其基本上仅包括能够射入或透射到对象 20 中的波长(即,对于该波长,对象 20 大致上是透明的)。在当前情况下,对于由硅制成的对象 20,这些是 1 μm 或更大量级的波长。

[0101] 因此,光谱滤波器 26 使得能够使在对象 20 的外表面上由于不能射入到对象 20 中并由此在没有滤波器 26 时会基本被该表面反射的光源 24 的波长所造成的反射最小化。

[0102] 消除或至少强烈地衰减否则会充满摄像机 21 中的图像的这些反射使得能够获得具有足够品质的位于对象 20 表面下方的结构(如通孔 3)的图像以能够定位结构。

[0103] 有利地,光谱滤波器 26 是由与对象 20 相同的材料、即在所示实施方案中为硅的薄层构成。

[0104] 因此,其可以以较低的成本生产,同时具有非常适合于对象 20 的材料的光谱特性,这是因为透射穿过滤波器 26 的波长也是最好地透射穿过对象 20 的表面的波长。

[0105] 第一照亮途径 23 还包括使得能够产生照明光束 25 的第二光源 60,该照明光束 25 具有对其来说对象 20 表面的反射率高的波长(在此为可见光波长),而不穿过光谱滤波器 26。在所示实施方案中,该第二光源包括发光二极管。光源 24 和第二光源 60 是电切换的。

[0106] 根据本发明的成像装置包括旨在产生暗视场型反射照亮的第二照亮途径 27。该照亮产生沿着与成像系统的光轴 49 形成一定角度的照明轴入射到对象 20 上的照明光束 30,所述角度大于限定成像系统的数值孔径的角度 35(即成像系统的光轴 49 与进入远端光学

元件 36 的离光轴 49 最远的光线之间的角度 35)。在该配置中,仅在光学成像系统的方向(在表面上或在对象 20 中)上散射的光有助于摄像机 21 中的图像。

[0107] 在图 1 的实施方案中,暗场照明光束 30 与成像系统的光轴 49 之间的角度是 60 度的量级,这使得能够涵盖约 50 度至 70 度的角度。

[0108] 第二照亮途径 27 包括光源 28。

[0109] 在所示实施方案中,该光源 28 包括通过光纤束连接至光学系统的卤素灯。该光源 28 发射可见光波长和近红外波长的光。

[0110] 第二照亮途径 27 还包括插入到照明光束 30 中的光谱滤波器 29。该光谱滤波器的功能是限制入射到对象 20 上的照明光束 30 的光谱,以使得其基本上仅包括能够射入或透射到对象 20 中的波长(即,对于该波长,对象 20 大致上是透明的)。在由硅制成的对象 20 的当前情况下,这些是 1 μm 或更大量级的波长。

[0111] 因此,光谱滤波器 29 使得能够使在对象 20 的外表面上由于来自不能射入到对象 20 中并且由此在没有滤波器 29 时会基本被该表面反射的光源 28 的波长所造成的反射最小化。

[0112] 消除或至少强烈地衰减否则会充满摄像机 21 中的图像的这些反射使得能够获得具有足够品质的位于对象 20 表面下方的结构(如通孔 3)的图像以能够定位结构。

[0113] 有利地,光谱滤波器 29 是由与对象 20 相同的材料、即在所示实施方案中为硅的薄层构成。

[0114] 因此,其可以以较低的成本生产,同时具有非常适合于对象 20 的材料的光谱特性,这是因为透射穿过滤波器 29 的波长也是最好地透射穿过对象 20 的表面的波长。

[0115] 根据本发明的成像装置包括旨在产生透射照亮的第三照亮途径 31。该照亮产生在与成像系统相反的对象表面处入射到对象 20 上的照明光束 33。透射穿过对象 20 的光有助于摄像机 21 中的图像,并由此使得能够可视化能够通过透明性看见的对象 20 的结构 2。

[0116] 第三照亮途径 23 包括光源 32。

[0117] 在所示实施方案中,该光源 32 包括通过光纤束连接至光学系统的卤素灯。该光源 32 特别地发射能够穿过对象 20 的近红外波长的光。

[0118] 在该照亮配置中没有关于杂散反射率的问题,这是因为对象 20 表面上的反射不会被成像单元捕获。

[0119] 系统设计为使得第一、第二和第三照亮途径可以同时使用,或者单独使用,以获得使得能够在多种情形下定位结构的图像。

[0120] 光源 24、28、32 在强度上是可调节的。

[0121] 光谱滤波器 26、29 可以容易地更换以适合于对象 20 的材料。

[0122] 第二照亮途径 27 的暗场照亮使得能够在一些情况下、特别是难以将其与第一照亮途径 23 产生的光背景区分开的情况下更好地定位结构 3。

[0123] 应注意,在根据本发明的系统旨在在生产环境下的复杂结构上进行测量的情况下,以自动化方式或至少利用最少的处理来产生最适合需求的复杂照明设备的可能性是至关重要的。

[0124] 此外,不必在所有配置中提供三种照亮途径的使用。

[0125] 测量系统

[0126] 如之前所解释的,测量系统包括成像装置和点光学距离或厚度测量传感器 45、46、47。

[0127] 这些传感器与光学成像单元 34 相互联系,以使得成像装置能够准确地将测量点布置到对象 20 上。

[0128] 现在会描述如在图 1 的实施方案中使用的点光学距离或厚度测量传感器 4。

[0129] 根据本发明的系统包括根据时域低相干干涉的原理工作的传感器 46。该技术也被称为“时域光学相干断层成像”或 TD-OCT。

[0130] 图 3 示出了基于光纤干涉架构的这种 TD-OCT 传感器 46 的示意图。

[0131] TD-OCT 传感器 46 包括发射近红外(例如在 1310nm 附近)的多色光以能够射入对象 20 的层的光源 61(如光纤耦合的超发光二极管)。

[0132] 来自光源的光被光纤耦合器 62 分成两个分量。这两个分量分别被延迟线 64 和内部参照 63 反射,以在它们之间引入光学延迟。反射光被耦合器 62 重新组合,然后通过耦合器 66 和光纤 60 将其导向测量准直器 39 和待测量对象 20。在参照表面上,在测量准直器 39 的水平处产生另外的反射。

[0133] 被测量对象 20 反射的光和由测量准直器 39 收集的返回的光,以及在准直器 39 中的参照表面上的反射光被引导通过耦合器 66 朝向检测器 65。

[0134] 通过延迟线 64 进行时间扫描。每当在内部参照 63 和延迟线 64 之间重现准直器 39 中的参照和对象 20 的界面上的反射之间的光学延迟时,都会在检测器 65 的信号上获得干涉峰。

[0135] 由此获得信号,该信号中根据引入到延迟线中的延迟而变化的干涉峰的位置直接代表其上发生反射的对象 20 的界面的位置或顺序(succession)。

[0136] 因此,能够例如沿着图 2 的测量轴 10 对复杂层的结构成像以获得所有层的顺序或所有界面的顺序。

[0137] 有利地,来源于测量准直器 39 的测量光束被插入到光学成像单元 34 中,该测量光束特别地穿过光学成像单元 34 的远端物镜 36。由此,能够在用摄像机 21 观察对象的同时进行测量。

[0138] TD-OCT 传感器 46 包括具有准直光学元件 40 的第二测量途径,这使得能够也经由相对于成像系统与对象 20 的相反的表面进行测量。

[0139] 这使得能够例如沿着测量轴 6 在不透明结构 2 的任一侧测量对象 20 的层的顺序。

[0140] 在 TD-OCT 传感器 46 提供相对于准直器 39 或 40 中的参照的绝对光学距离测量的情况下,被称为“卡尺”测量的该配置也使得能够利用两种测量途径 39、40 的合适校准进行不透明结构 2 上的厚度测量。

[0141] TD-OCT 传感器 46 的一个缺点是,其不能够辨别分开小于几微米的界面。该限制是由于干涉峰的宽度是光源 61 的谱宽的反函数,而可以以合理的成本商购的光源的谱宽是有限的。

[0142] 有利地,根据本发明的系统还包括根据频率域或频域低相干干涉的原理操作的传感器 45。该技术也被称为“频率域光学相干断层成像”或 FD-OCT。

[0143] FD-OCT 传感器 45 包括发射近红外的多色光以能够射入对象 20 的层的光源。或者,它可以使用波长可调的光源,其波长随着时间变化以扫描有用的光谱。

[0144] 通过准直器 38 将 FD-OCT 传感器 45 的测量光束插入到光学成像单元 34 中,该测量光束特别地穿过光学成像单元 34 的远端物镜 36。由此,能够在用摄像机 21 观察对象的同时进行测量。

[0145] 在 FD-OCT 传感器 45 中通过光谱仪来分析被对象 20 反射的光。

[0146] 由此获得其波动代表由 FD-OCT 传感器 45 的测量光束所穿过的层的厚度的光谱。这些波动归因于根据反射光之间的光学距离在不同波长出现的相长干涉或相消干涉。

[0147] 该方法的优点在于使得能够测量取决于光源谱宽的最高达到一微米或更小的小厚度。

[0148] 其主要缺点是,在测量中不留存对象 20 的层的空间顺序:获得其次序或序列不能确定的厚度测量结果,这使得对于复杂对象 20 难以解释测量结果。

[0149] 此外,用 FD-OCT 传感器可以测量的最大厚度取决于光谱仪的分辨率,并且由此取决于其包含的单个检测器的数量。该检测器的数量在以 InGaAs 技术或多量子阱使用近红外传感器的现有光谱仪中是有限的。因此,用 FD-OCT 传感器可以测量的最大厚度与用其中最大厚度由可以通过延迟线 64 引入的最大延迟决定的 TD-OCT 技术可以测量的最大厚度相比更加有限。

[0150] 根据本发明的将其与现有技术的装置区别开的一个有利方面,以组合的方式使用 TD-OCT 46 和 FD-OCT 45 传感器。这使得能够例如进行图 2 的测量轴 8 类型的测量。

[0151] 在该实例中,将具有一微米量级厚度的透明层 4 沉积在组件表面上。

[0152] TD-OCT 传感器 46 提供层 10 的顺序,而沉积物 4 对于其待测量的厚度来说太薄:其在 TD-OCT 传感器 46 的测量信号中以单峰的形式出现。

[0153] 有利地,由 FD-OCT 传感器 45 进行的补充测量使得能够测量该厚度。因此,通过组合 TD-OCT 46 和 FD-OCT 45 传感器的测量,获得沿着测量轴 8 的层的表示,这仅用两个传感器中的一个是不能实现的。

[0154] 根据本发明的系统还包括色度共聚焦型的距离传感器 47。

[0155] 色度共聚焦传感器 47 与由色散元件 41 和准直器 42 构成的色度光学元件一起使用。这些元件设计为使得穿过它们的来源于色度共聚焦传感器 47 的不同波长的光在对象 20 水平上的不同距离处聚焦。对象 20 上的反射光被这些色度光学元件 41、42 收集,并传送至色度共聚焦传感器 47 中的光谱仪。光谱的最大值的分析使得能够测量在这些反射的起源处的对象 20 界面的位置。

[0156] 准直器 42 安装在换镜转盘 37 上。通过使反射镜 43 移动的可动滑架 44 将色散元件 41 集成到光学系统中。利用色度共聚焦传感器 47 的测量不能与其他测量同时进行,但对元件进行调节以使得色度光学元件 41、42 的光轴与成像系统的光轴 49 一致,以能够在色度共聚焦传感器 47 位于提前利用成像系统精确定位的位置中时进行测量。

[0157] 色度共聚焦传感器 47 具有以下优点:其使得能够高速测量绝对距离,这用 FD-OCT 传感器 45 或用 TD-OCT 传感器 46 是不能实现的。

[0158] 因此,在本发明中使用的三种类型的传感器(TD-OCT 46、FD-OCT 45 和色度共聚焦 47)是高度互补的,并且使得能够进行根据对象 20 上大量结构的测量。

[0159] 整个系统是通过计算机 48 和操作软件控制的,其一方面允许明场 23 中、暗场 27 中和透射 31 中的照亮途径的最佳调节,另一方面使得能够通过最佳地组合 TD-OCT 46、

FD-OCT 45 和色度共聚焦 47 传感器来进行测量。

[0160] 因此,复杂的测量方案可以根据预编程的“方法”以半自动的方式进行,在操作者部分具有最少的处理。

[0161] 通过使用对象 20 的先验知识和 / 或图像分析技术,可以使测量自动化。

[0162] 根据实施方案的变化方案,暗场照亮可以以环形照亮的形式产生。

[0163] 根据实施方案的变化方案,第一和第二照亮途径的光谱滤波器 26、29 可以以使得能够获得合适的光谱特性的任何其他方式产生。它们具体地可以包括:

[0164] - 介电材料的层的叠加以产生干涉滤波器,

[0165] - 与对象 20 的材料不同但具有合适的光谱特性的材料。

[0166] 根据实施方案的变化方案:

[0167] - 第一照亮途径 23 的光谱滤波器 26 可以安装在使得能够将其从照明光束 25 中移出的可移动支撑体上。相似地,第二照亮途径 27 的光谱滤波器 29 可以安装在使得能够将其从照明光束 30 中移出的可移动支撑体上。这使得能够在最佳条件下,即通过使用来自光源 24 和 / 或光源 28 的光的对其来说对象 20 的表面的反射率高的波长(在此为可见光波长)来对对象 20 的表面成像;

[0168] - 第一照亮途径 23 可以不包括第二光源 60;

[0169] - 第二照亮途径 27 还可以包括使得能够产生照明光束 30 的第二光源,该照明光束 30 具有对其来说对象 20 的表面的反射率高的波长(在此为可见光波长),而不穿过光谱滤波器 29;

[0170] - 光源 24、60、28 和 / 或 32 可以由在照亮途径 23、27、31 之间共享的一个或更多个主光源同时地或顺序地产生。这可以特别地利用将光从主光源或光源朝向光学系统传输的合适的光纤束来实现;

[0171] - 光源 24、60、28 和 / 或 32 可以包括任何合适的光源,例如放电灯或光纤氙灯;

[0172] - 光源 24、28 和 / 或 32 可以包括具有限制到能够射入到对象 20 中的波长的发射光谱的光源,例如具有以约 1050nm 为中心的发射光谱的发光二极管。在这种情况下,根据本发明的装置可以不包括在第一照亮途径 23 和 / 或第二照亮途径 27 中的光谱滤波器 26、29。

[0173] 根据实施方案的变化方案,可以根据应用设想与图 1 中所示配置不同的传感器配置。这些传感器可以是基于其他技术的,和 / 或测量除了距离和厚度之外的尺寸。

[0174] 该成像装置也可以通过全场低相干干涉仪来完成,以进行对象 20 上的布局测量。该干涉仪可以构建在远端物镜 36 的水平处,以在摄像机 21 上获得代表对象 20 的高度的干涉条纹。例如,其可以通过在远端物镜 36 和对象 20 之间插入半反射板,并在该半反射板和远端物镜 36 之间插入参照反射镜来构建。由此可以通过进行该对象 20 相对于光学系统的受控移动以扫描所有可用的高度来实现对象 20 的布局测量。

[0175] 当然,本发明不限于以上描述的实例,在不超出本发明的范围的情况下可以对这些实例进行大量调整。

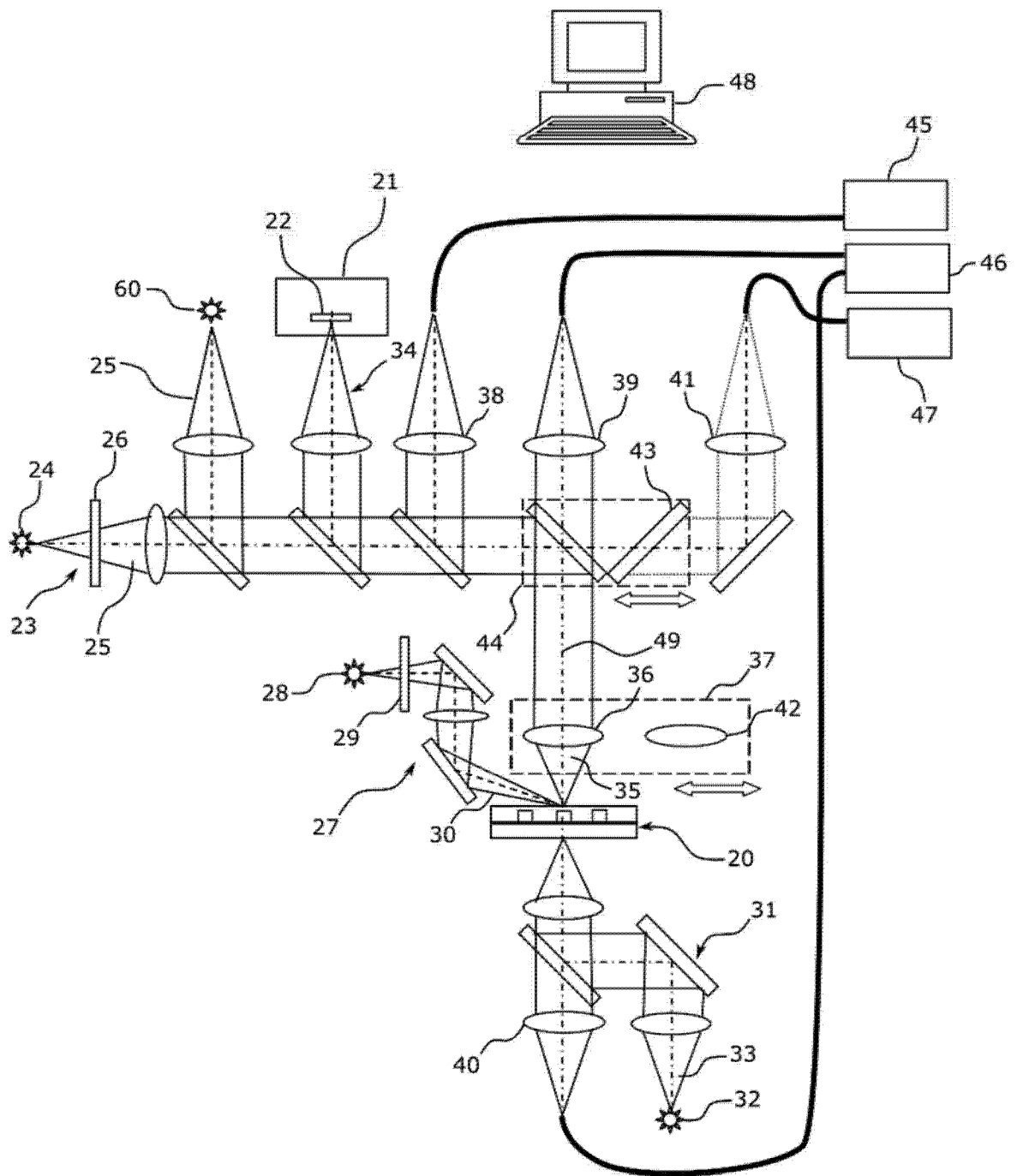


图 1

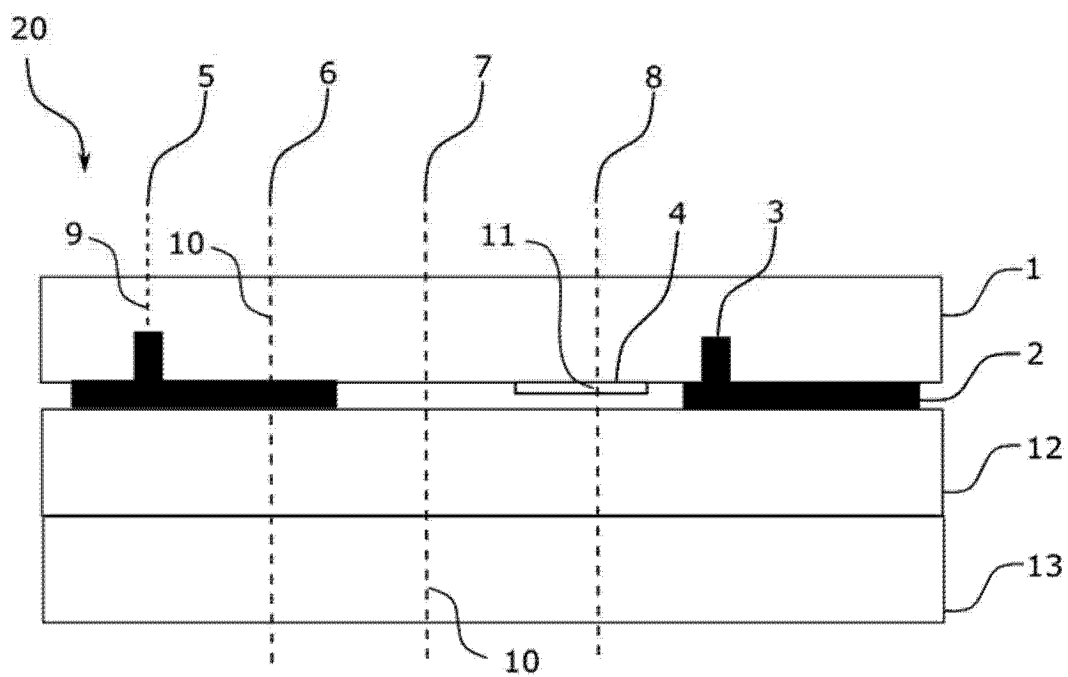


图 2

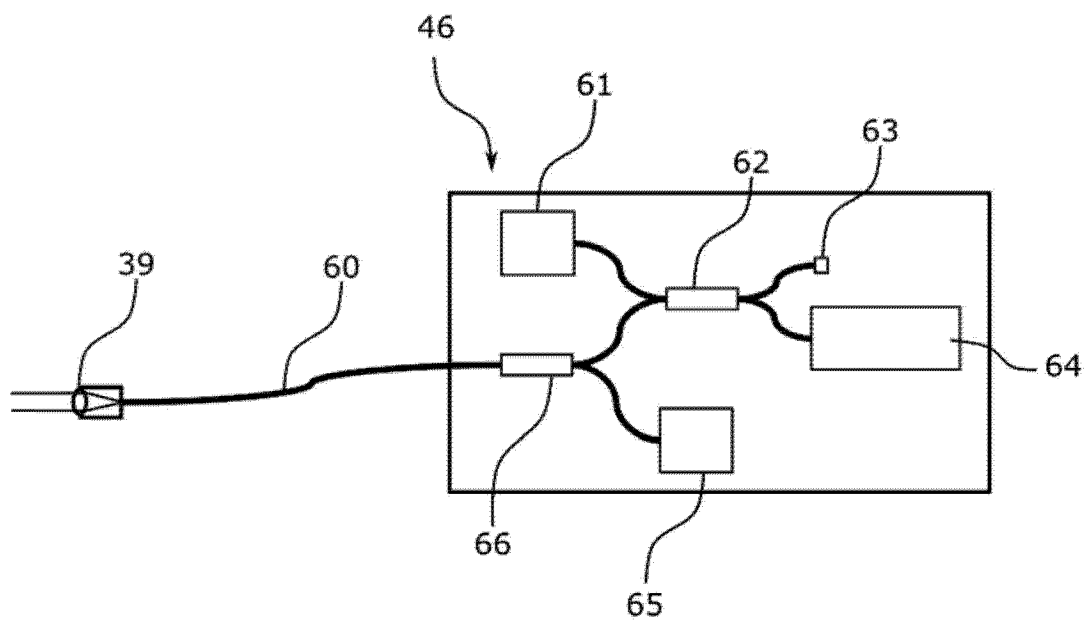


图 3