



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101529200 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200780038629. 3

(22) 申请日 2007. 10. 17

(30) 优先权数据

20065669 2006. 10. 18 FI

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 04. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/FI2007/050561 2007. 10. 17

(87) PCT申请的公布数据

W02008/046966 EN 2008. 04. 24

(73) 专利权人 芬兰技术研究中心

地址 芬兰埃斯波

(72) 发明人 H·克拉内

(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 11038

代理人 秦晨

(51) Int. Cl.

G01B 11/06 (2006. 01)

G01N 21/25 (2006. 01)

G01S 17/32 (2006. 01)

D21F 7/06 (2006. 01)

G01B 11/14 (2006. 01)

G01N 21/21 (2006. 01)

G01N 21/55 (2006. 01)

审查员 李保安

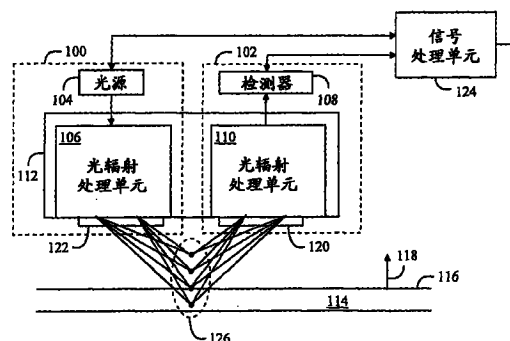
权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 7 页

(54) 发明名称

确定表面和厚度

(57) 摘要

光辐射处理单元 (112) 以这样的方式将从光源 (104) 发射的不同波长的光辐射从与被测量的表面 (116) 的法线 (118) 不同的方向引导至被测量的物体 (114), 使得不同波长聚焦在被测量的表面 (116) 的法线 (118) 的方向上的不同高度处。可能的偏振器 (120, 122) 以垂直于表面 (116) 的法线 (118) 的方向偏振反射的光辐射。光辐射处理单元 (112) 将其从被测量的物体 (114) 接收的偏振的光辐射引导至检测器 (108)。信号处理单元 (124) 基于检测器 (112) 提供的信号从检测到的光辐射确定光辐射的强度最高的波长, 并通过确定的波长来确定表面 (116) 的位置。当从两面测量物体 (114) 时, 被测量的物体 (114) 的厚度可以使用表面的位置来确定。



1. 一种使用光辐射来确定被测量的物体的表面的测量装置,其特征在于,该测量装置包括:

彼此分离的发射机部(100)和接收机部(102),其中,

发射机部(100)包括光源(104)和光辐射处理单元(112)中的第一光辐射处理部(106),该第一光辐射处理部(106)被设置为将光源(104)的不同波长的光辐射引导至被测量的物体(114);第一光辐射处理部(106)包括色散部件(400),该色散部件被设置为非轴向地色散被引导至被测量的物体(114)的光辐射;并且第一光辐射处理部(106)包括第一聚焦部件(408),该第一聚焦部件被设置为将非轴向色散的光辐射的不同波长聚焦在被测量的物体(114)的表面(116)的法线(118)的方向上的不同高度处;

接收机部(102)包括检测器(108)和光辐射处理单元(112)中的第二光辐射处理部(110),光辐射处理单元(112)的第二光辐射处理部(110)被设置为将能够至少从与被测量的表面(116)的法线(118)的方向不同的镜面反射的方向接收的来自被测量的物体(114)的光辐射引导至该检测器(108);

信号处理单元(124),被设置为:基于检测器(108)所提供的信号从检测到的光辐射中确定光辐射的强度最高的波长,并使用确定的波长来确定被测量的表面(116)的位置。

2. 如权利要求1所述的测量装置,其特征在于:该测量装置包括至少一个偏振器(120, 122, 302),并且至少一个偏振器(120, 122, 302)被设置为以垂直于被测量的表面(116)的法线(118)的方向偏振从被测量的物体(114)反射的光辐射。

3. 如权利要求1所述的测量装置,其特征在于:光辐射处理单元(112)包括所述第一光辐射处理部(106),用于将光辐射引导至被测量的物体(114);以及所述第二光辐射处理部(110),用于将从被测量的物体(114)反射的光辐射引导至检测器(108)。

4. 如权利要求1所述的测量装置,其特征在于:光辐射处理单元(112)包括所述第一光辐射处理部(106)、所述第二光辐射处理部(110)、反射器(300)和定向分束器(302);

第一光辐射处理部(106)被设置为将光辐射引导至被测量的物体(114);

第二光辐射处理部(110)被设置为将从被测量的物体(114)反射的光辐射引导至反射器(300),所述反射器(300)被设置为将从被测量的物体(114)反射的光辐射经过第二光辐射处理部(110)反射回被测量的物体(114),所述第二光辐射处理部(110)被设置为以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的表面(116)的法线(118)不同的方向引导至被测量的物体(114):使得不同波长聚焦在被测量的表面(116)的法线(118)的方向上的不同高度处,同时一个波长聚焦在被测量的表面(116)上;

第一光辐射处理部(106)被设置为将从被测量的物体(114)反射的光辐射向光源(104)引导;以及

定向分束器(302)被设置为将向光源(104)引导的至少部分光辐射引导至检测器(108)。

5. 如权利要求4所述的测量装置,其特征在于:分束器(302)被设置为用作偏振器。

6. 如权利要求3所述的测量装置,其特征在于:

第二光辐射处理部(110)包括第二色散部件(500),该第二色散部件被设置为从由被测量的物体(114)反射的光辐射中去除色散;以及

第二光辐射处理部(110)包括第二聚焦部件(508),该第二聚焦部件被设置为将非色

散形式的光辐射聚焦到检测器 (108)。

7. 如权利要求 3 所述的测量装置,其特征在于:

第二光辐射处理部 (110) 包括第二聚焦部件 (508),该第二聚焦部件被设置为将色散形式的光辐射聚焦到检测器 (108)。

8. 如权利要求 4 所述的测量装置,其特征在于:

第二光辐射处理部 (110) 包括第二色散部件 (500),该第二色散部件被设置为从由被测量的物体 (114) 反射的光辐射中去除色散,并沿非轴向方向色散从反射器 (300) 反射的辐射;

第二光辐射处理部 (110) 包括第二聚焦部件 (508),该第二聚焦部件被设置为:将从反射器 (300) 反射的非轴向色散的光辐射聚焦在被测量的表面 (116) 的法线 (118) 的方向上的不同高度处;

第一光辐射处理部 (106) 被设置为从由被测量的物体 (114) 反射的光辐射中去除色散;以及

定向分束器 (302) 被设置为将非色散的光辐射引导至检测器 (108)。

9. 如权利要求 7 所述的测量装置,其特征在于:检测器 (108) 是线检测器,其中不同波长的色散光辐射被引导至该线检测器中的每一个元件。

10. 如权利要求 1 所述的测量装置,其特征在于:测量装置包括参考分束器 (302,600) 和参考检测器 (602);

参考分束器 (302,600) 被设置为将由光源 (104) 发射至被测量的物体 (114) 的部分光辐射引导至参考检测器 (602),所述参考检测器 (602) 被设置为将与接收到的光辐射相对应的电信号馈送至信号处理单元 (124);以及

信号处理单元 (124) 被设置为用由参考检测器 (602) 检测的波长强度对由检测器 (108) 检测的波长强度进行归一化。

11. 如权利要求 10 所述的测量装置,其特征在于:定向分束器 (302) 被设置为用作参考分束器。

12. 如权利要求 1 所述的测量装置,其特征在于:信号处理单元 (124) 被设置为调制光源 (104) 并解调来自检测器 (108) 的信号,该信号对应于检测的光辐射。

13. 如权利要求 1 所述的测量装置,其特征在于:检测器 (108) 包括第一检测器部 (802)、第二检测器部 (804)、检测器分束器 (800)、第一滤波器 (806) 和第二滤波器 (808);

第一滤波器 (806) 的响应被设置为在测量波段上与第二滤波器 (808) 的响应不同;

检测器分束器 (800) 被设置为以这样的方式分布从被测量的物体 (114) 反射的光辐射,使得部分光辐射通过第一滤波器 (806) 被引导至第一检测器部 (802),而部分光辐射通过第二滤波器 (808) 被引导至第二检测器部 (804);以及

信号处理单元 (124) 被设置为根据由第一检测器部 (802) 和第二检测器部 (804) 检测的光辐射的比率来确定具有最高强度的波长。

14. 一种使用光辐射来确定被测量的物体的表面的测量装置,其特征在于,该测量装置包括:

彼此分离的发射机部 (100) 和接收机部 (102),其中,

发射机部 (100) 包括光源 (104) 和光辐射处理单元 (112) 中的第一光辐射处理部

(106),该第一光辐射处理部(106)被设置为将光源(104)的不同波长的光辐射引导至被测量的物体(114);第一光辐射处理部(106)包括色散部件(400),该色散部件被设置为非轴向地色散被引导至被测量的物体(114)的光辐射;并且第一光辐射处理部(106)包括第一聚焦部件(408),该第一聚焦部件被设置为将非轴向色散的光辐射的不同波长聚焦在被测量的物体(114)的表面(116)的法线(118)的方向上的不同高度处;

接收机部(102)包括检测器(108)和光辐射处理单元(112)中的第二光辐射处理部(110),光辐射处理单元(112)的第二光辐射处理部(110)被设置为将能够至少从与被测量的表面(116)的法线(118)的方向不同的镜面反射的方向接收的来自被测量的物体(114)的光辐射引导至该检测器(108);以及

信号处理单元(124),被设置为:基于检测器(108)所提供的信号从检测到的光辐射中确定光辐射的强度最高的波长,并使用确定的波长来确定被测量的表面(116)的位置;以及

为了测量被测量的物体(114)的第二面的目的,测量装置包括:

第二面光源(104B);

第二面光辐射处理单元,被设置为将光源(104B)的不同波长的光辐射引导至被测量的物体(114),这些波长能够被引导至与被测量的第二表面(116B)的法线不同的方向,并且所述不同波长能够聚焦在被测量的第二表面(116B)的法线(118B)的方向上的不同高度处;

第二面检测器(108B),光辐射处理单元(112B)被设置为:将能够至少从与被测量的表面(116B)的法线(118B)的方向不同的镜面反射的方向接收的来自被测量的物体(114)的光辐射引导至该第二面检测器(108B);以及

信号处理单元(124),被设置为:基于第二面检测器(116B)所提供的信号从检测到的光辐射中确定光辐射的强度最高的波长,并使用确定的波长来确定被测量的第二表面(116B)的位置;以及

信号处理单元(124),被设置为通过确定的表面(116,116B)的位置来测量被测量的物体(114)的厚度。

15. 如权利要求14所述的测量装置,其特征在于:测量装置包括至少一个偏振器(120,122,302),并且至少一个偏振器(120,122,302)被设置为以垂直于被测量的表面(116)的法线(118)的方向偏振从被测量的物体(114)反射的光辐射;测量装置包括至少一个第二面偏振器(120B,122B,302B),并且至少一个第二面偏振器(120B,122B,302B)被设置为以垂直于被测量的第二表面(116B)的法线(118B)的方向偏振从被测量的物体(114)反射的光辐射。

16. 一种用于通过光辐射来确定被测量的物体的表面的方法,其特征在于:

以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的表面(116)的法线(118)不同的方向引导至被测量的物体(114):通过沿非轴向方向色散被引导至所述物体(114)的光辐射,使得不同波长聚焦在被测量的表面(116)的法线(118)的方向上的不同高度处(1300);

至少从与被测量的表面(116)的法线(118)不同的镜面反射的方向接收光辐射(1304);

从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长(1306);以及

通过确定的波长来确定被测量的物体 (114) 的表面 (116) 的位置。

17. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在於:以垂直于被测量的表面 (116) 的法线 (118) 的方向偏振从被测量的物体 (114) 反射的光辐射 (1302)。

18. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在於:使非轴向色散的光辐射的一个波长聚焦在被测量的表面 (116) 上。

19. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在於:从接收到的光辐射中去除色散;
从非色散的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长。

20. 如权利要求 17 所述的方法,其特征在於:从接收到的色散的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长。

21. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在於:以这样的方式将从被测量的物体 (114) 反射的光辐射反射回被测量的物体 (114),使得光辐射沿与被测量且用于引导的表面 (116) 的法线 (118) 不同的方向从被测量的物体 (114) 被反射;并引导从被测量的物体 (114) 反射的光辐射以便接收。

22. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在於:将由光源 (104) 发射至被测量的物体 (114) 的部分光辐射引导至参考检测器 (602);

将与由参考检测器 (602) 接收到的光辐射相对应的电信号馈送至信号处理单元 (124);以及

在信号处理单元 (124) 中,用由参考检测器 (602) 检测的波长强度对由检测器 (108) 检测的波长强度进行归一化。

23. 如权利要求 16 所述的方法,其特征在於:调制由光源 (104) 发射的光辐射,并且相应地解调检测信号。

24. 一种通过光辐射来测量被测量的物体的厚度的方法,其特征在於:

以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的第一表面 (116) 的法线 (118) 不同的方向引导至被测量的物体 (114):通过沿非轴向方向色散被引导至所述物体 (114) 的光辐射,使得不同波长被引导至被测量的第一表面 (116) 的法线 (118) 的方向上的不同高度处 (1400);

至少从与被测量的第一表面 (116) 的法线 (118) 不同的镜面反射的方向接收光辐射 (1404);

从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长 (1406);以及

通过确定的波长来确定被测量的第一表面 (116) 的位置 (1408);以及

以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的第二表面 (116B) 的法线 (118B) 不同的方向引导至被测量的物体 (114):通过沿非轴向方向色散被引导至所述物体 (114) 的光辐射,使得不同波长被引导至被测量的第二表面 (116B) 的法线 (118B) 的方向上的不同高度处 (1410);

至少从与被测量的第二表面 (116B) 的法线 (118B) 不同的镜面反射的方向接收光辐射 (1414);

从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长 (1416);以及

通过确定的波长来确定被测量的第二表面 (116B) 的位置 (1418);以及

使用确定的表面 (116,116B) 的位置来确定被测量的物体 (114) 的厚度 (1420)。

25. 如权利要求 24 所述的方法,其特征在于:以垂直于被测量的第二表面(116B)的法线(118B)的方向偏振从被测量的物体(114)反射的光辐射(1412);以及

以垂直于被测量的第一表面(116)的法线(118)的方向偏振从被测量的物体(114)反射的光辐射(1402)。

确定表面和厚度

技术领域

[0001] 本发明涉及用于确定被测量的物体的表面的方法、和用于确定被测量的物体的厚度的方法。此外，本发明涉及用于确定被测量的物体的表面的测量装置、和用于确定被测量的物体的厚度的测量装置。

背景技术

[0002] 例如，在造纸时，纸张的厚度是从移动的纸幅 (paper web) 测量的。在该测量中，可以使用测量装置的传感器接触纸张的表面的方案，或传感器不接触表面的方案。不接触表面的方案包括电容测量和光学测量。传感器接触被测量的表面可能产生表面误差，因此要避免其中传感器接触被测量的物体的表面的方案。

[0003] 光学测量使用色差来确定被测量的表面。在该方案中，光通过光学元件在表面上聚焦，所述光学元件的焦距与以已知的方式取决于光的波长。使用同一光学元件将由表面反射的光同轴地收集到检测器。检测器可以是光谱分析器，分析反射光的光谱。使表面最佳对焦的波长也被最有效地反射，并且其表示光谱中的最高强度。因为基于测量装置的尺寸变化，该波长的焦点的位置是已知的，所以其有助于限定表面的位置。如果在纸张的两面确定表面，则也可能测量物体的厚度。

[0004] 然而，使用色差的已知方案存在问题。当被测量的物体为漫射材料时，光不仅在表面上被反射，还在物体内部被反射。这导致了测量误差。例如，在光较少穿透的被测量物体中，测量系统地给出了比在光较多地穿透的相同厚度的被测量物体中更大的厚度。已经试图通过根据被测量物体的材质改变测量结果来计算地校正测量误差。然而，对测量结果的大量校正减少了测量准确度和可靠性，并且不能准确地测量没有预先确定的物体。

发明内容

[0005] 本发明的目的是实现一种用于确定被测量的物体的表面的方法、和用于确定被测量的物体的厚度的方法，以及实现这些方法的测量装置。

[0006] 这是通过用于使用光辐射确定被测量的物体的表面的测量装置实现的。该测量装置包括：光源；光辐射处理单元，被设置为以这样的方式将光源的不同波长的光辐射从与被测量的表面的法线不同的方向引导至被测量的物体，使得不同波长聚焦在被测量的表面的法线的方向上的不同高度处；检测器，光辐射处理单元被设置为至少从与被测量的表面的法线不同的镜面反射的方向，将光辐射处理单元被设置为从被测量的物体接收到的光辐射引导至该检测器；信号处理单元，被设置为基于检测器提供的信号从检测到的光辐射确定光辐射的强度最高的波长，并使用确定的波长来确定被测量的表面的位置。

[0007] 本发明还涉及用于测量被测量的物体的厚度的测量装置。为了测量第一表面，测量装置包括：光源；光辐射处理单元，被设置为以这样的方式将光源的不同波长的光辐射从与被测量的表面的法线不同的方向引导至被测量的物体，使得不同波长聚焦在被测量的表面的法线的方向上的不同高度处；检测器，光辐射处理单元被设置为至少从与被测量的

表面的法线不同的镜面反射的方向,将辐射处理单元被设置为从被测量的物体接收到的光辐射引导至该检测器;以及信号处理单元,被设置为基于检测器提供的信号从检测到的光辐射确定光辐射的强度最高的波长,并使用确定的波长来确定被测量的表面的位置。为了测量被测量的物体的第二面,测量装置包括:第二面光源(second-side optical source);第二面光辐射处理单元,被设置为以这样的方式将光源的不同波长的光辐射从与被测量的表面的法线不同的方向引导至被测量的物体,使得不同波长聚焦在被测量的表面的法线的方向上的不同高度处;第二面检测器,光辐射处理单元被设置为至少从与被测量的表面的法线不同的镜面反射的方向,将光辐射处理单元被设置为从被测量的物体接收到的光辐射引导至该第二面检测器;以及信号处理单元,被设置为基于第二面检测器提供的信号从检测到的光辐射确定光辐射的强度最高的波长,并使用确定的波长来确定被测量的第二表面的位置;并且该信号处理单元被设置为通过确定的表面的位置测量被测量的物体的厚度。

[0008] 本发明还涉及用于通过光辐射确定被测量的物体的表面的方法。该方法包括:以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的表面的法线不同的方向引导至被测量的物体,使得不同波长聚焦在被测量的表面的法线的方向上的不同高度处;至少从与被测量的表面的法线不同的镜面反射的方向接收光辐射;从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长;并且通过确定的波长来确定被测量的物体的表面的位置。

[0009] 本发明还涉及通过使用光辐射测量被测量的物体的厚度的方法。该方法包括:以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的第一表面的法线不同的方向引导至被测量的物体,使得不同波长聚焦在被测量的第一表面的法线的方向上的不同高度处;至少从与被测量的第一表面的法线不同的镜面反射的方向接收光辐射;从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长;以及通过确定的波长来确定被测量的第一表面的位置;以这样的方式将不同波长的光辐射从与被测量的第二表面的法线不同的方向引导至被测量的物体,使得不同波长聚焦在被测量的第二表面的法线的方向上的不同高度处;至少从与被测量的第二表面的法线不同的镜面反射的方向接收光辐射;从接收到的光辐射中确定光辐射的强度最高的波长;以及通过确定的波长来确定被测量的第二表面的位置;以及使用确定的表面的位置来确定被测量的物体的厚度。

[0010] 从属权利要求中公开了本发明的优选实施例。

[0011] 本发明的方法和测量装置提供了若干优点。可以减少干扰测量的来自被测量的物体内部的漫反射。因此,无论是否存在漫反射,都可以准确地测量被测量的物体的表面和厚度。

附图说明

[0012] 现在参照附图通过优选实施例来更加详细地描述本发明,在附图中:

[0013] 图1示出了其检测器接收色散的光辐射的测量装置;

[0014] 图2示出了其检测器接收非色散的光辐射的测量装置;

[0015] 图3示出了具有反射器的测量装置;

[0016] 图4示出了光辐射处理部;

[0017] 图5示出了光辐射处理部;

[0018] 图6示出了测量的归一化;

- [0019] 图 7 示出了物体厚度的测量；
- [0020] 图 8 示出了通过分束器、两个不同的滤波器、以及两个检测器的光谱检测；
- [0021] 图 9 示出了滤波器渗透性 (filter permeability)；
- [0022] 图 10 示出了检测的光谱；
- [0023] 图 11 是光辐射的调制的实例；
- [0024] 图 12 示出了使用焦点线系统的测量；
- [0025] 图 13 是表面确定方法的流程图；以及
- [0026] 图 14 是厚度测量方法的流程图。

具体实施方式

[0027] 尽管对非漫射材料进行了测量,但是本方案也可以具体应用于测量漫射材料。漫射材料包括其表面(或厚度)需要被确定的纸张、织物、涂覆有漫射材料的金属、皮肤、各种粉末。

[0028] 让我们现在通过图 1 检查本方案,在图中,测量装置包括彼此分离的发射机部 100 和接收机部 102。发射机部 100 包括光源 104 和第一光辐射处理部 106。在该应用中,光辐射是指其波段在紫外线辐射(波长约为 50nm)和红外线辐射(波长约为 1mm)之间的电磁辐射。接收机部 102 包括检测器 108 和第二光辐射处理部 110。光辐射处理部 106 和 110 形成了光辐射处理单元 112,其中光辐射处理部 106 以这样的方式从与被测量的表面 116 的法线 118 不同的方向将来自光源的不同波长的光辐射引导至被测量的物体 114,使得不同波长被引导至(聚焦在)被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同高度处。尽管表面像其通常一样粗糙,但是法线是指例如通过对大量有代表性的法线求平均而获得的平均法线方向。一些波长可以在被测量的物体 114 上方聚焦,而一些在其内部聚焦。光辐射可以通过光辐射处理部 106 中的棱镜或栅格被色散为分离的波长。反过来,可以使用一个或多个透镜或反射镜将不同波长聚焦在不同的焦点 126 上来完成引导。

[0029] 测量装置包括至少一个偏振器 120、122。因为可以仅用一个偏振器工作,发射机部 100 的偏振器 122 不一定需要,而偏振器 120 可以使从被测量的物体 114 反射的光辐射偏振为垂直于被测量的表面 116 的法线 118。于是,光辐射的电场的振动相对于表面 116 的法线 118 具有垂直分量。当使用几个偏振器时,所有偏振器的偏振方向都相同。一个或多个偏振器削弱了来自被测量的物体 114 内部的光辐射,因为在被测量的物体 114 内部,偏振减弱或消失。从表面反射的光辐射是偏振的或保持其偏振。

[0030] 在该应用中,反射是指其中反射可能发生在光滑或粗糙表面上的镜面反射和漫反射。此外,在本文中反射还指散射、折射和反射来自被测量的物体内部的辐射。在一个实施例中,光辐射可以被引导至表面,并以布鲁斯特角被接收,由此光辐射被最有效地偏振,就像是在表面上被反射的一样。

[0031] 光辐射处理单元 112 的光辐射处理部 110 可以通过一个或多个透镜或反射镜将接收到的偏振光辐射聚焦到检测器 108。以这样的方式引导光辐射处理部 110 和检测器 108 并确定光辐射处理部 110 的数值孔径和检测器 108 的尺寸,使得可以至少从被测量的物体 114 的镜面反射的方向接收偏振光辐射。在图 1 的情况下,不同波长的色散光辐射的焦点在检测器 108 上平行。由于该原因,例如,可以用线检测器来检测图 1 的方案中的不同波长。

因此,每一个波长都被引导至线检测器的一个检测器元件。

[0032] 由检测器 108 根据光辐射产生的电信号可以被馈送到信号处理单元 124,该信号处理单元 124 根据接收到的光辐射限定接收到的光辐射的强度最高的波长。相似地,信号处理单元 124 可以使用确定的波长来确定被测量的物体 114 的表面 116 的位置。被测量的表面 116 的限定基于预先知道每一个波长在哪个距离被聚焦、以及假设从焦点反射的波长是最强的。

[0033] 图 2 示出了一种方案,其中第二光辐射处理部 110 还包括色散部件,诸如棱镜或栅格,使用该色散部件可以组合沿不同路线传播的光辐射的波长。然后,不同的波长在检测器 108 处到达同一焦点,并且检测器 108 可以为仅一个元件。

[0034] 图 3 示出了一种方案,其中测量装置包括具有共用发射机部 100 和接收机部 102 的光辐射处理单元 112。在该方案中,以与图 2 的情况一样的方式进行从光源 104 到被测量的物体 114 的、以及到光辐射处理部 110 上的光辐射的传播。然而,从被测量的物体 114 反射一次的光辐射没有直接传播到检测器 108,而测量装置包括反射器 300,该反射器 300 将从被测量的物体 114 反射的光辐射反射回被测量的物体 114,以便经由第二光辐射处理部 110 从被测量的物体 114 向第一光辐射处理部 106 和光源 104 反射。在图 3 的方案中,测量装置包括分束器 302,该分束器 302 将至少部分向光源 104 引导的光辐射向检测器 108 引导。分束器 302 可以是偏振分束器,在该情况下,分束器 302 也偏振向被测量的物体 114 引导的光辐射,并且不需要分离的偏振器 120 和 122。于是,分束器 302 也可以将来自接收方向的所有偏振光辐射引导至检测器 108。

[0035] 可供选择的是,分束器 302 可以基于仅以想要的比率分布光功率,由此分离的光束通常获得相同的光功率。在这样的情况下,需要分离的偏振器 102、122 中的任何一个。

[0036] 图 4 示出了光辐射处理部 106。为了以不同的方式将来自光源 104 的不同波长的光辐射引导至被测量的物体 114,第一光辐射处理部 106 可以包括色散部件 400,该色散部件 400 被设置为非轴向地色散被引导至被测量的物体 114 上的光辐射。因此,用色散部件 400 沿不同于第一光辐射处理部 106 的光轴 402 的方向色散光辐射,由此至少部分地沿被测量的表面 116 的法线 118 的方向引导色散,即波长的分布。焦点的方向不必一定与表面 116 的法线 118 平行,但该方向具有共同的向量分量(即焦点既不是水平的,也不在光轴上)。在图 4 的方案中,色散分量 400 位于两个聚焦透镜 404、406 之间。透镜 404、406 形成了一个聚焦部件 408。来自光源 104 的辐射可以在透镜之间被准直。色散部件 400 与聚焦部件 408 一起可以将光源 104 的不同波长的光辐射聚焦在被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同高度处。色散部件 400 可以是棱镜或栅格;代替透镜或除透镜之外,可以使用聚焦反射镜。可以用透镜组合、反射镜、反射镜组合或所有这些的组合代替透镜 404、406。

[0037] 图 5 示出了光辐射处理部 110。从被测量的物体 114 反射的光辐射可以聚焦在具有聚焦部件 508 的检测器 108 上,所述聚焦部件 508 包括透镜 504、506。第二光辐射处理部 110 的焦点可以在被测量的表面 116 上或在其附近。在没有色散部件 500 的情况下,焦点周围的景深应足够好。

[0038] 光辐射处理部 110 也可以包括色散部件 500,该色散部件 500 去除色散并使沿不同光学路径传播到同一焦点的波长能够组合。在第二光辐射处理部 110 前方的焦点与第一光辐射处理部 106 聚焦不同波长的点(见图 1,例如)可以为相同的点。因此,来自被测量的

表面 116 的反射是有效的。当使用色散部件 500 时,色散波长在第二光辐射处理部 110 后方的同一焦点处聚焦,例如在检测器 108 处,并且可以用一个检测器元件完成检测。当使用反射器 300 时,其可以在第二光辐射处理部 110 的焦点处,或光辐射可以直接从第二光辐射处理部 110 的背部(透镜 506)向被测量的物体 114 反射。第一光辐射处理部 106 和第二光辐射处理部 110 可以相同,但透镜 404、406 的强度和色散部件 400 可以彼此不同。

[0039] 第二光辐射处理部 110 可以包括第二色散部件 500,该第二色散部件 500 从由被测量的物体 114 反射的光辐射中去除色散。第二光辐射处理部 110 可以将非色散形式的光辐射聚焦在检测器 108 处。

[0040] 在其中只有光辐射处理部 106 具有色散部件 400,并且没有使用反射器 300 的实施例(见图 2)中,检测器 108 可以是线检测器,并且可以向其元件的每一个引导不同波长的非色散光辐射。在该情况下,和通常一样,一个波长是指仅为测量波段的一部分的窄波段。窄波段可以是例如少于整个测量波段的五分之一的波段。通常,窄波段仅有纳米或几十纳米宽。可以基于所需的测量准确度来定义窄波段,或者可以通过测量装置和部件的测量准确度来确定窄波段。

[0041] 在使用反射器 300 的实施例(见图 3 中),反射器可以通过光辐射处理部 110 将光辐射反射回被测量的物体 114。然后,第二光辐射处理部 110 可以将不同波长的光辐射聚焦在被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同高度处。当光辐射处理部 106 和 110 都包括色散部件 400 和 500 时,向检测器 108 引导非色散光辐射。

[0042] 图 6 示出了参考的测量。因为光源 104 的不同波长的强度不是均匀分布的,并且不同波长可以具有不同的强度,光源 104 的强度分布可以被测量为波长的函数。在这样的情况下,在光源 600 和光辐射处理部 106 之间,可以有一个参考分束器 600,该参考分束器 600 将从光源 104 发射的部分光辐射引导至参考检测器 602,该参考检测器 602 将接收到的光辐射变换为电信号。分束器 600 也可以是光辐射处理部 106 的一部分。信号处理单元 124 接收电信号。因为信号处理单元 124 也接收由检测器 108 产生的物体 114 的测量信号,所以信号处理单元 124 可以用参考检测器 602 进行的测量将检测器 108 进行的测量归一化。归一化可以指例如将检测器 108 获得的强度除以参考检测器 602 测量的强度。参考分束器 600 可以与图 3 中的定向分束器 302 相同。定向分束器 302 也可以用作参考分束器 600。

[0043] 图 6 也示出了这样的实施例,利用该实施例,可以补偿被测量的物体 114 的颜色,或总体来讲,被测量的物体 114 的反射响应。光学单元 604 可以将光源 104 产生的光辐射以非色散形式引导至被测量的物体 114,并且可以用包括检测器的另一个光学单元 606 接收从其反射的光辐射。光学单元 606 可以形成信号处理单元 124 可以测量的反射辐射的光谱。光学单元 606 可以将测量的电信号馈送至信号处理单元 124,并且该单元 124 可以用下面的至少一项将用检测器 108 获得的测量结果归一化:参考检测器 124 的测量结果、光学单元 606 的测量结果。

[0044] 图 7 示出了其中以上述方式测量物体的两个表面 116、116B 的实施例。于是,光源以这样的方式通过光辐射处理部 106 将光辐射引导至被测量的物体 114,使得不同波长在被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同距离处聚焦。光辐射经过例如偏振器 120 从被测量的物体 114 反射到光辐射处理部 110。也可以使用两个偏振器 120、122。光辐射处理部 110 将反射的光辐射引导至检测器 108。检测器 108 将测量信号馈送至信号处理单元

124,以便表面确定。可以使用分束器 600、参考检测器 602、和信号处理单元 124 来测量光源 104 的相对于波长的强度分布。代替一个或多个偏振器 120、122,或作为它们的补充,分束器 600 可以是偏振器。

[0045] 相应地,可以通过在被测量的表面 116B 的法线 118B 的方向上的不同距离处聚焦由光源 104B 和光辐射处理单元 106B 产生的不同波长来确定被测量的物体 114 的第二表面 116B。光辐射从被测量的物体 114 经过例如偏振器 120B 被反射至光辐射处理部 110B。也可以使用两个偏振器 120B、122B。光辐射处理部 110 将反射的光辐射引导至检测器 108B。检测器 108 将测量信号馈送至信号处理单元 124,以便表面确定。可以使用分束器 600B、参考检测器 602B 和信号处理单元 124 来测量光源 104B 的相对于波长的强度分布。代替一个或多个偏振器 120B、122B,或作为它们的补充,分束器 600B 可以是偏振器。被测量的物体下方的每一个块 104B 到 110B、120B、122B、600B、602B 都与图 1 至 6 中的由附图标记 104 至 110、120、122、600、602 表示的块相同。自然地,图 7 中的块 104 至 110、120、122、600、602 也与之前的图中的那些块相似,但图 7 中的顶测量部不必一定与底测量部相同。例如,可以在被测量的物体上方使用两个偏振器,而在其下方可以仅使用一个偏振器 120B。图 7 示出了在被测量的物体上方和下方,存在对应于图 2 的一个测量原理。自然地,也可以在上方或下方、或在两处使用对应于图 3 的测量原理,其中使用了反射器 300。

[0046] 当已经相对于顶测量部确定了顶表面的位置 h_1 ,并且已经相对于底测量部确定了底表面的位置 h_2 时,并且当顶和底测量部之间的预定的距离 H 已知时,可以通过例如从距离 H 减去表面位置 h_1 和 h_2 的值来确定被测量的物体 114 的厚度 T ,也就是说 $T = H - (h_1 - h_2)$ 。

[0047] 图 8 示出了通过两个检测器部的检测。检测器 108 可以包括检测器分束器 800,该检测器分束器 800 按照已知的比率将其从被测量的物体 114 接收到的光辐射分配给两个检测器部 802 和 804。滤波器 806、808 在检测器部 800、802 的前面,以便如图 9 所示对到达检测器的辐射进行滤波。该方案也可以应用于参考检测器 602。

[0048] 图 9 示出了相对于波长的滤波器的通过曲线。垂直轴示出了强度 I ,水平轴示出了波长 λ 。曲线 900 示出了滤波器 806 的相对于波长的响应,曲线 902 示出了滤波器 808 的相对于波长的响应。滤波器 806 可以对短波长比对长波长通过得较少;相反,滤波器 808 可以对长波长比对短波长通过得较少,并且曲线可以是线性的。对于测量中使用的波段,滤波器 806 的响应总体上与滤波器 808 的响应不同。当将两个检测器对于每一个波长所检测的光功率(或强度)相加,并除以检测的光功率的差时,从被测量的物体 114 的表面 116 反射的波长在这样形成的相对强度中为最大的相对强度。可以数学地创建下述公式,例如: $P_{rel} = P_{detA} - P_{detB} : P_{detA} + P_{detB}$,其中 P_{rel} 是指相对强度(或光功率), P_{detA} 是指检测器 800 检测的光功率, P_{detB} 是指检测器 802 检测的光功率。以更简单的方式,可以通过除以每一个检测器检测的光功率来形成相对强度,也就是说, $P_{rel} = P_{detA} : P_{detB}$ 。

[0049] 图 10 示出了测量的光谱,其将强度 I 表示为波长 λ 的函数。当信号处理单元 124 找到具有最高强度的 λ_{max} 时,可以通过使用例如线性计算 $h1 = k \cdot \lambda_{max}$ 来确定被测量的表面 116(或 116B)与预定点的距离,其中 k 为预定常数。最高强度与波长 λ_{max} 的相互关系也可以是非线性的,但为了确定表面的位置,只要知道相互关系就足够了。

[0050] 图 11 示出了调制光辐射的实例。由光源 104 发射的光辐射可以被调制。可以使用机械、电光、磁光、或声光斩波器/调制器执行调制,或者可以电子地(例如,在二极管中)

进行调制。调制可以是时分的,由此光源 104 规律地、伪随机地或随机地发射光脉冲。规律地发射脉冲可以指重复地、有规律地发射预定脉冲图形 1100,或最简单地,以所需频率发射脉冲。预定脉冲图形的脉冲之间的间隔可以是规则的或不规则的。在脉冲之间,光源 104 根本不发射光辐射,或者光脉冲之间的光功率低于脉冲期间的光功率。信号处理单元 124 可以控制调制,并相应地以同步方式解调来自检测器 108 的信号。当使用调制时,干扰对于测量的影响减小了。当在其两面上测量物体 114 时,使用调制可能是有益的。于是,可以在不同时间将光辐射引导至被测量的物体 114 的不同面,或使用不同的调制。用这种方法,来自相对面的光辐射不会干扰测量。

[0051] 图 12 示出了一个实施例,其中光辐射处理部 106 与聚焦光学部件 404、406 和色散部件 400 可以一起形成一个焦点线系统 1200,代替多个焦点,其中每一个波长在其自己的线上聚焦。因此,光源是点或线光源。可以使用具有球形表面的透镜,或在一些情况下甚至使用柱形透镜作为聚焦部件 404、406 透镜。相应地,光辐射处理部 110 可以包括光学部件 504、506、以及沿被测量的表面 116 的法线的方向分割焦点线系统 1200 的色散部件 500。

[0052] 测量中使用的每一个波长都可以同时地、或在不同时间被引导至被测量的物体 114。可以按照小组(或波段)或一次一个波长地将波长引导至被测量的物体 114。可以使用合适的、可替换的或可调的滤波器来形成每一个波长或波段,或者光源的波段可以被扩展为测量波段。例如,LED 波段可以是 20nm,其可以被扩展为 500nm 到 650nm 的测量波段。例如,激光器的单色波长也可以被扩展为几十或几百纳米。

[0053] 光源 104 可以包括白炽灯、气体放电灯、卤素灯、LED 或具有可调的波长的激光器等。光源 104 还可以包括光纤,在该情况下,产生光辐射的实际单元可以远离光辐射处理单元 106 和被测量的物体 114。

[0054] 检测器 108 又可以包括形成光谱的任何装置,例如摄谱仪。在图 8 的方案中,检测器还可以包括 PIN 二极管、APD(雪崩光电二极管)、LDR(光敏电阻)、光电倍增管、CCD(电荷耦合器件)单元、CMOS(互补金属氧化物半导体)单元、热检测器(pyrodetector)等。检测器 108 还可以包括光纤,利用该光纤,光辐射可以被传送到实际检测单元。

[0055] 图 13 示出了确定被测量的物体的表面的方法的流程图。在步骤 1300 中,不同波长的光辐射以这样的方式从与被测量的表面 116 的法线 118 不同的方向被引导至被测量的物体 114,使得不同波长聚焦在被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同高度处。在步骤 1302 中,从被测量的物体 114 反射的光辐射可以被偏振为垂直于被测量的表面 116 的法线 118 的方向。在步骤 1304 中,至少从与被测量的表面 116 的法线 118 不同的镜面反射的方向接收偏振的光辐射。在步骤 1306 中,从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长。在步骤 1308 中,通过确定的波长来确定被测量的物体 114 的表面 116 的位置。

[0056] 图 14 示出了确定被测量的物体的厚度的方法的流程图。在步骤 1400 中,不同波长的光辐射以这样的方式从与被测量的第一表面 116 的法线 118 不同的方向被引导至被测量的物体 114,使得不同波长聚焦在被测量的表面 116 的法线 118 的方向上的不同高度处。在步骤 1402 中,从被测量的物体 114 反射的光辐射可以被偏振为沿垂直于被测量的第一表面 116 的法线 118 的方向。在步骤 1304 中,至少从与被测量的第一表面 116 的法线 118 不同的镜面反射的方向接收偏振的光辐射。在步骤 1406 中,从接收到的光辐射中确定接收到

的光辐射的强度最高的波长。在步骤 1408 中,通过确定的波长来确定被测量的表面 116 的位置。在步骤 1410 中,不同波长的光辐射以这样的方式从与被测量的第二表面 116B 的法线 118B 不同的方向被引导至被测量的物体 114,使得不同波长聚焦在被测量的第二表面 116B 的法线 118B 的方向上的不同高度处。在步骤 1412 中,从被测量的物体 114 反射的光辐射可以被偏振为沿垂直于被测量的第二表面 116B 的法线 118B 的方向。在步骤 1414 中,至少从与被测量的第二表面 116B 的法线 118B 不同的镜面反射的方向接收偏振的光辐射。在步骤 1416 中,从接收到的光辐射中确定接收到的光辐射的强度最高的波长。在步骤 1418 中,通过确定的波长来确定被测量的第二表面 116B 的位置。在步骤 1420 中,通过表面 116、116B 的确定的位置来确定被测量的物体 114 的厚度。

[0057] 尽管在上文根据附图就实例描述了本发明,但是显而易见的是,本发明不限于这些实例,并且可以在所附权利要求的范围内以多种方式进行变形。

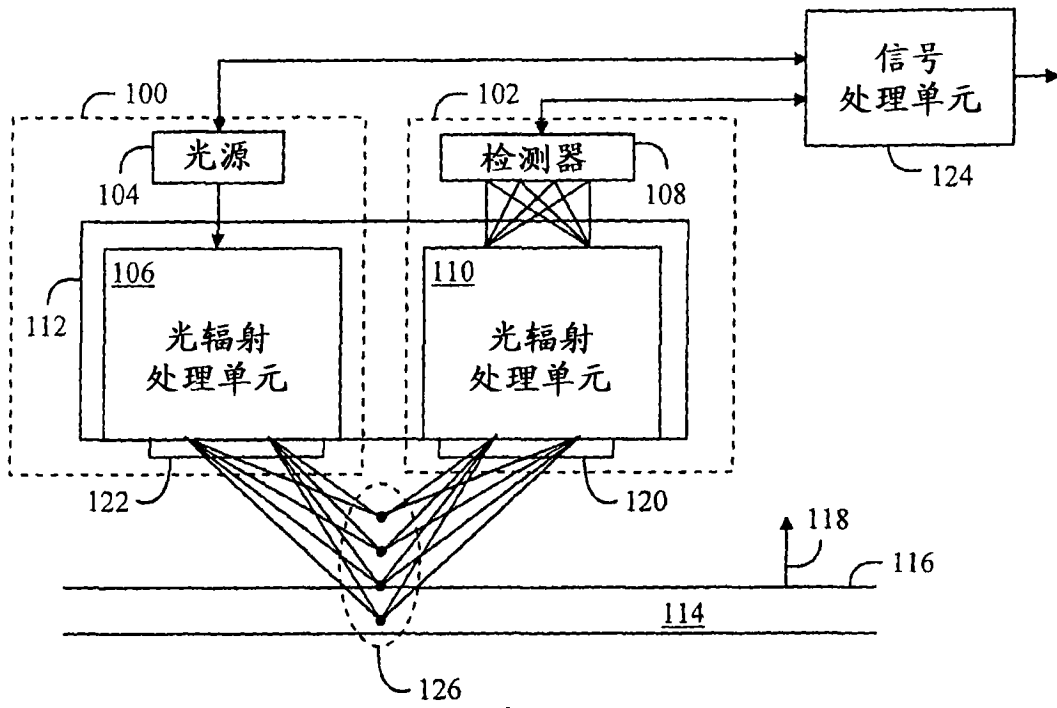


图 1

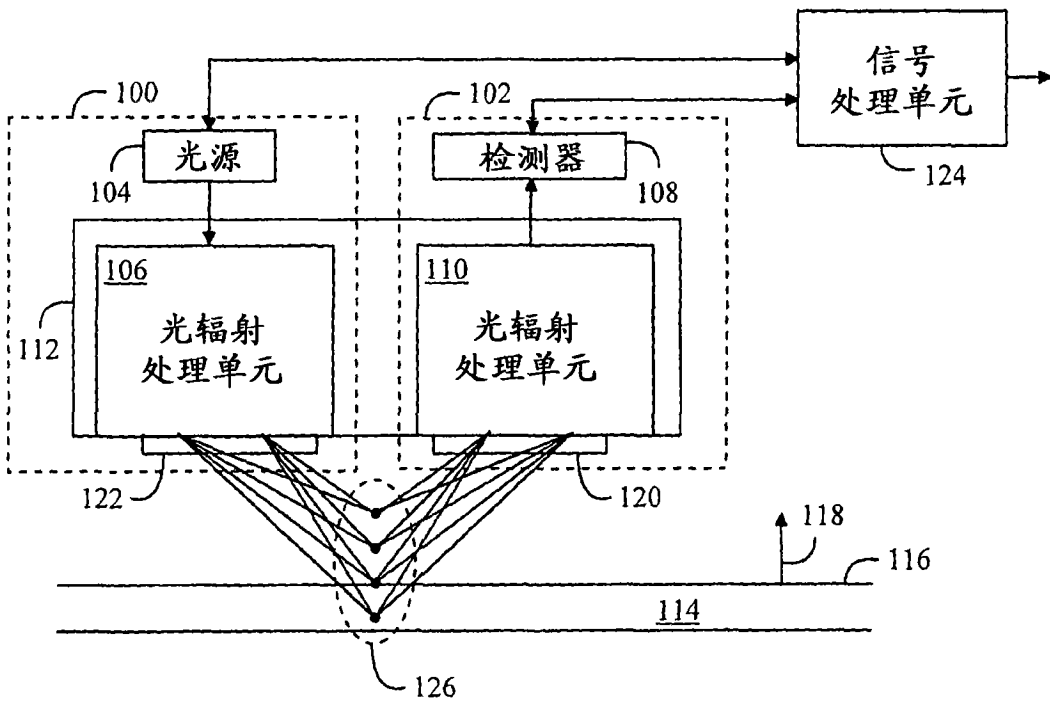


图 2

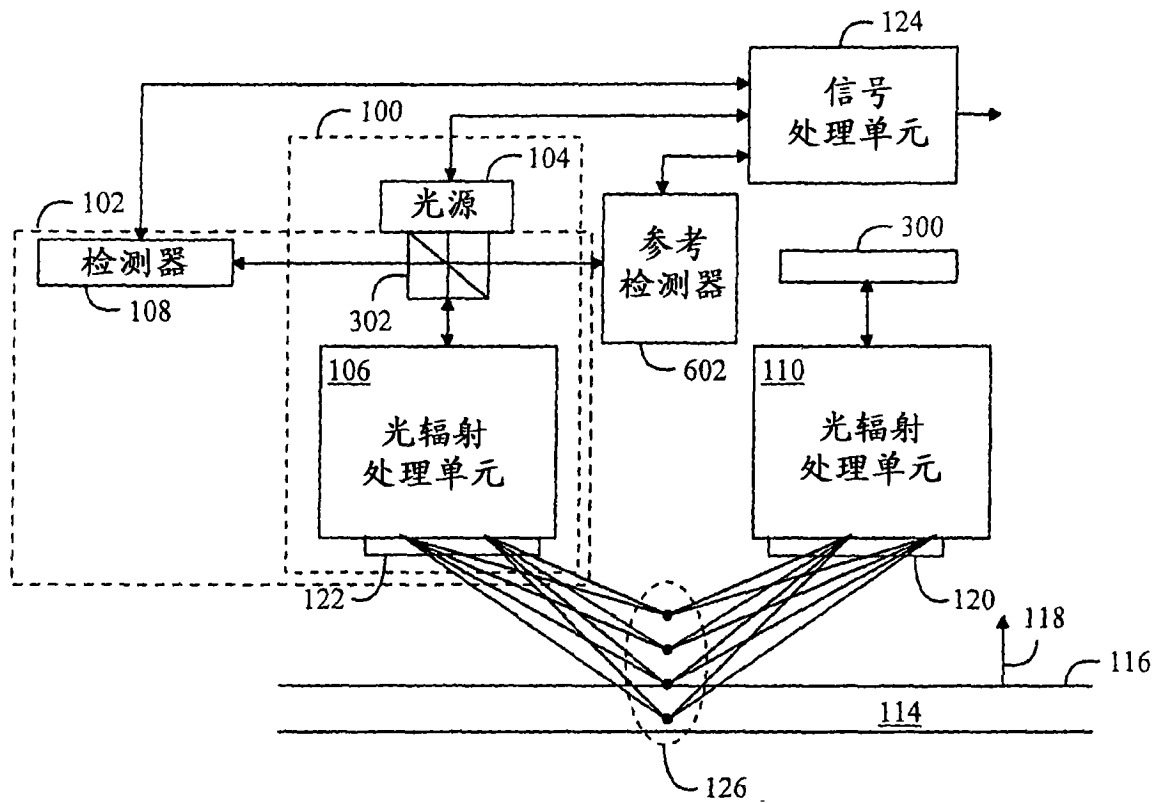


图 3

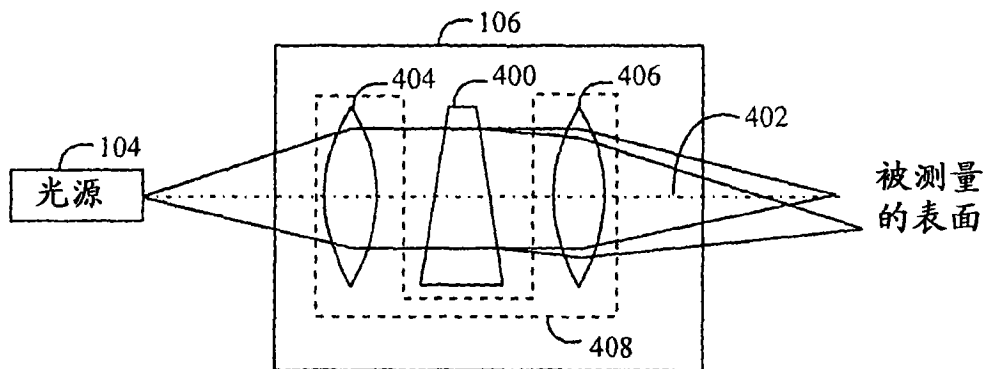


图 4

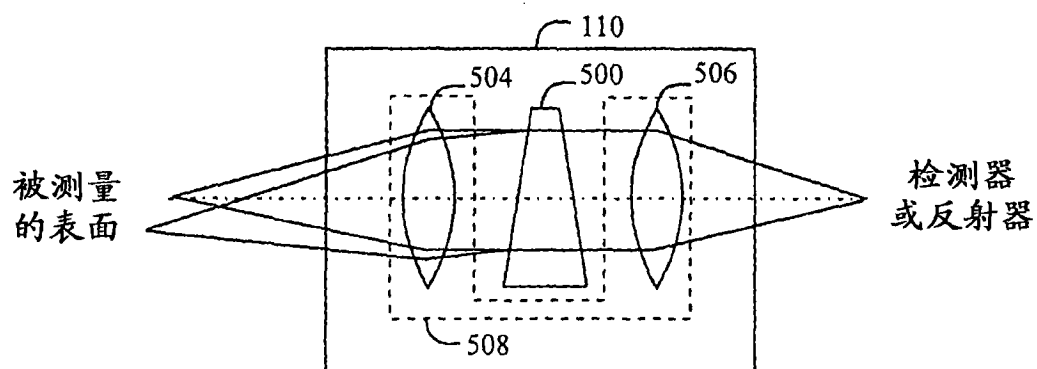


图 5

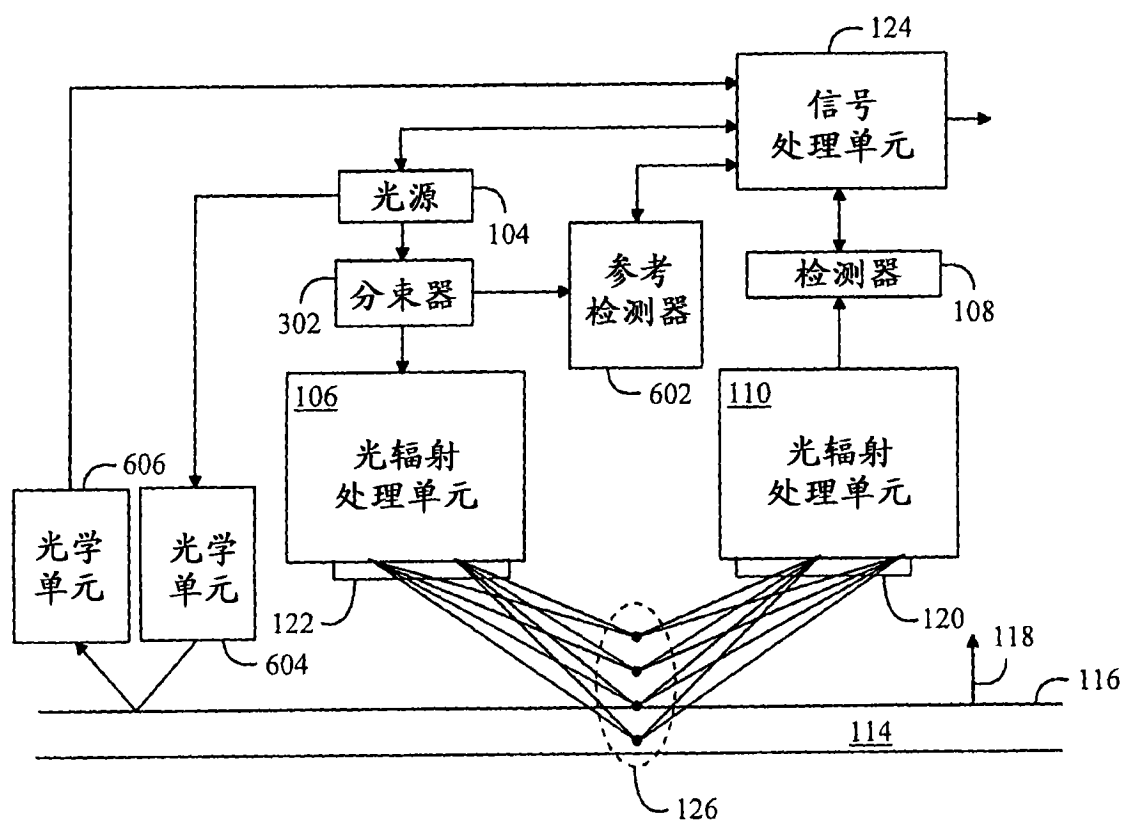


图 6

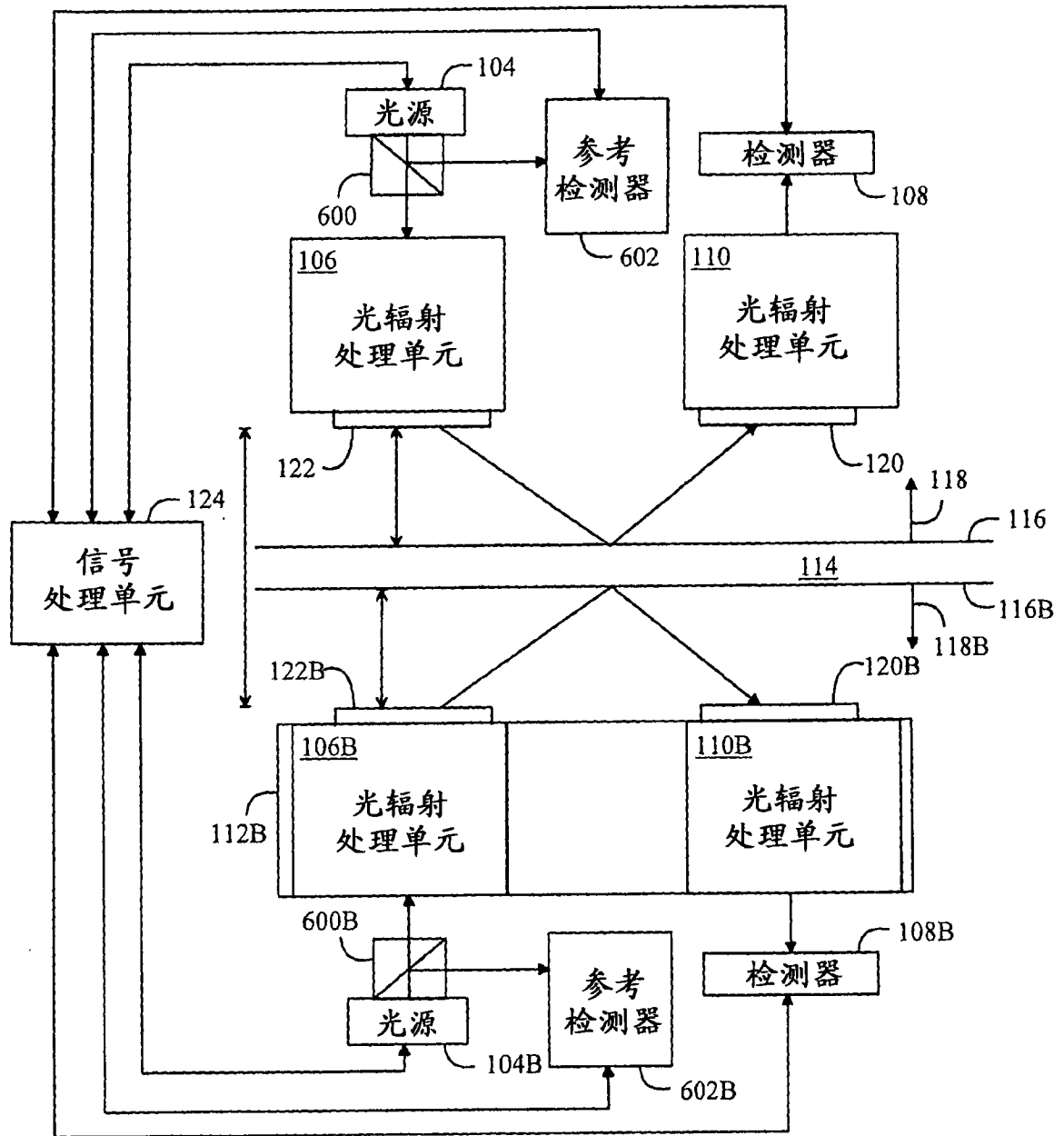


图 7

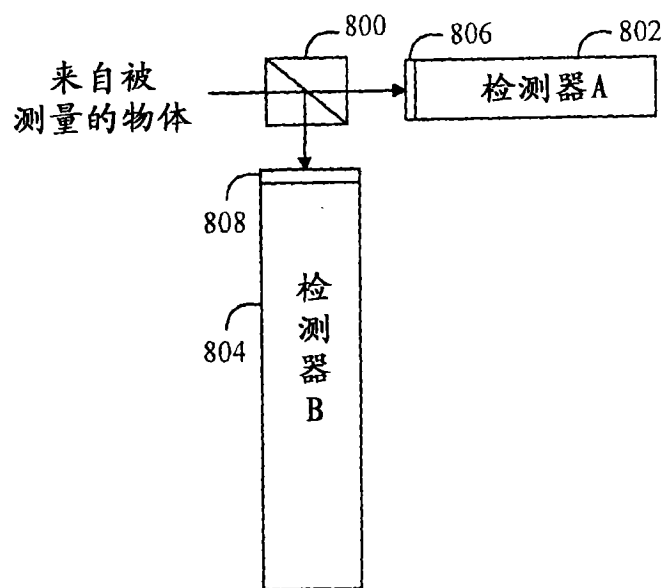


图 8

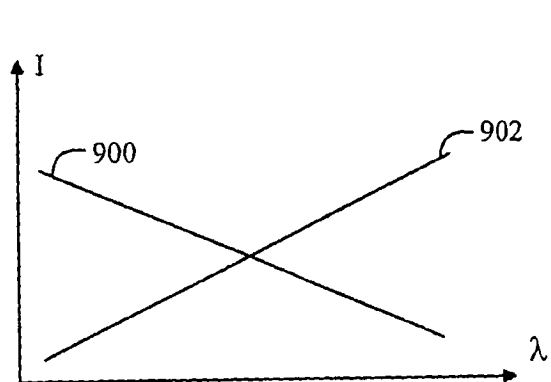


图 9

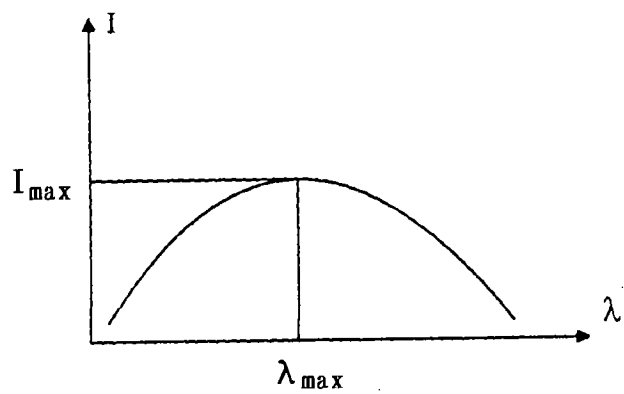


图 10

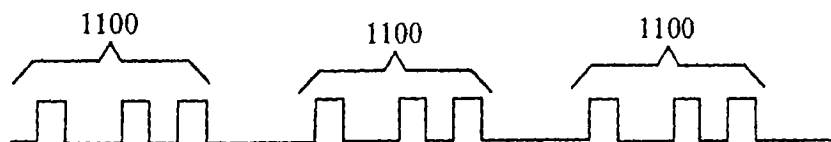


图 11

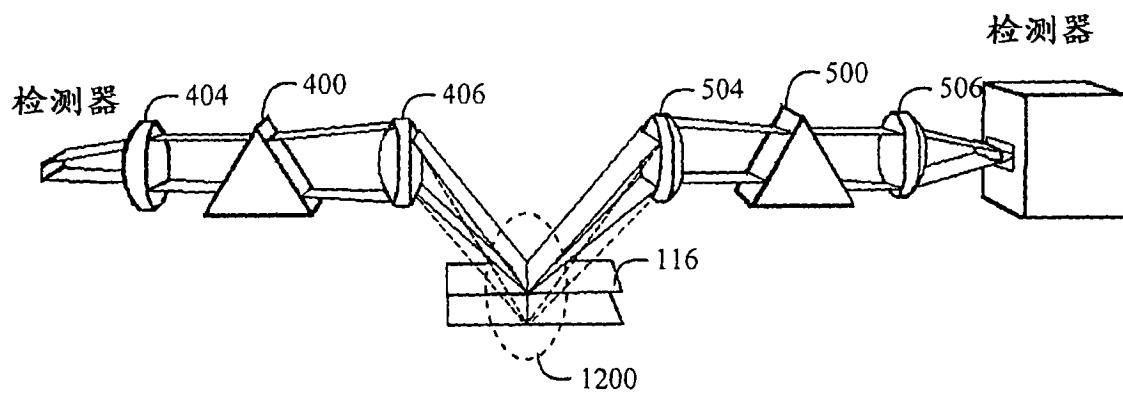


图 12

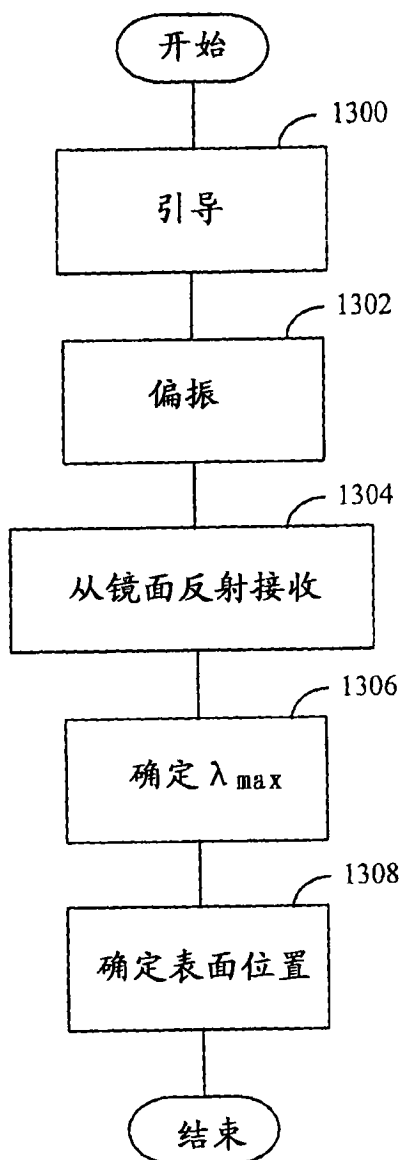


图 13

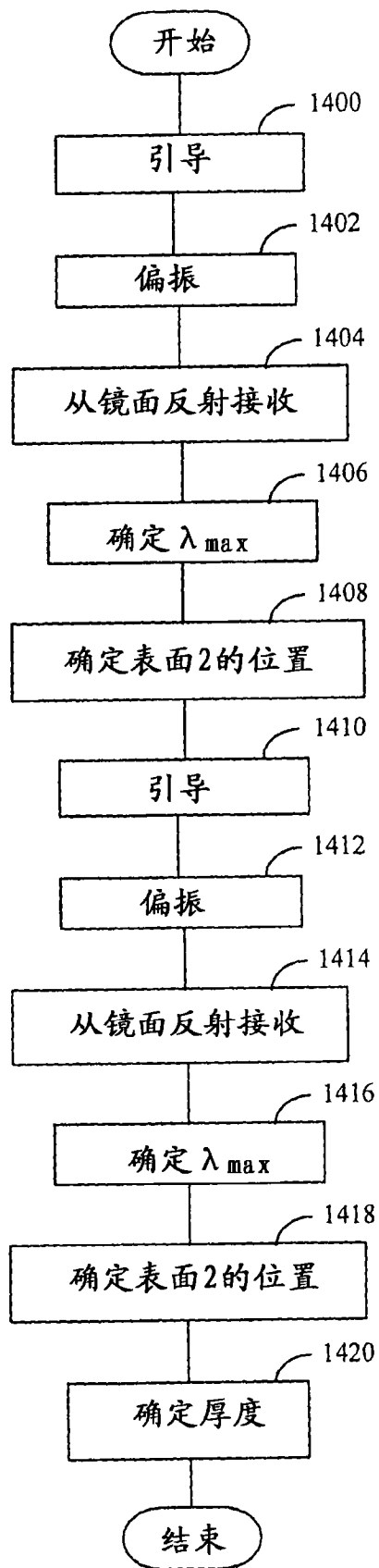


图 14