

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G01N 21/896 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480005759.3

[45] 授权公告日 2009 年 12 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 100565193C

[22] 申请日 2004. 3. 4

[21] 申请号 200480005759.3

[30] 优先权

[32] 2003. 3. 5 [33] US [31] 10/382,689

[86] 国际申请 PCT/US2004/007343 2004. 3. 4

[87] 国际公布 WO2004/079406 英 2004. 9. 16

[85] 进入国家阶段日期 2005. 9. 2

[73] 专利权人 康宁股份有限公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 K·加哈干 J·希尔特纳

[56] 参考文献

EP0559433 A 1993. 9. 8

US3792930 A 1974. 2. 19

WO9951971 A 1999. 10. 14

US20020057427 A1 2002. 5. 16

US4274747 A 1981. 6. 23

EP0576011 A 1993. 12. 29

US5355213 A 1994. 10. 11

US4500203 A 1985. 2. 19

审查员 周宏卉

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 钱慰民

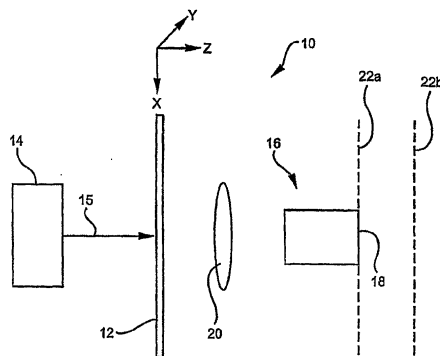
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于检测透明基片中的缺陷的检测装置

[57] 摘要

揭示了用于在像玻璃板这样的透明基片中检测缺陷的方法、装置和系统。该方法、装置和系统能够在透明基片中检测小于 100 纳米的光程长度变化。



1.一种用于测量透明平面基片中的缺陷的装置，其特征在于：

空间相干且光谱单一的第一光源，用于将光线以基本正入射到平面基片方向对准所述基片的主平面上的不同位置；以及

包括衬比透镜和第一传感器的光学系统，所述传感器适合于检测穿越基片不同位置的或从基片不同位置反射的光线的相位失真，所述相位失真与作为位置的函数的光强的衬比相关联，所述透镜被沿着所述光源和所述传感器之间的光程放置，所述透镜可选择性地增强所述光强的衬比。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一传感器用于在所述传感器（18）上的虚平面（22a）处或所述传感器（18）之外的虚平面（22b）处测量所述光强，所述传感器之外的虚平面是指所述虚平面处于远离 z 平面中第一光源的方向。

3. 如权利要求 2 所述的装置，其特征在于，所述装置能够测量大约 10 纳米的一维光程长度变化。

4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一光源包括光源和空间滤波器，其中所述空间滤波器包括单模光纤。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其特征在于，所述光源的相干长度小于穿过所述基片的光程长度。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述光源包括强发光的二极管。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述光源和传感器相对所述基片的平面平移。

8. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括与所述第一光源分隔开的第二光源以及与所述第一传感器分隔开的第二传感器。

9. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括：

耦合到所述光源的光纤，用于在空间上过滤对准所述基片的光线；

置于所述光纤和所述基片之间的准直透镜，用于准直穿过所述基片的光束；

以及

置于所述衬比透镜和所述传感器之间的狭缝，其中所述衬比透镜置于所述基

片和所述传感器之间。

10. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，还包括与所述第一光源分隔开的第二光源以及与所述第一传感器分隔开的第二传感器。

用于检测透明基片中的缺陷的检测装置

技术领域

本发明涉及用于基片的检测以确定缺陷的系统、方法和装置，尤其涉及玻璃板中一维光程长度变化的测量。

发明背景

像玻璃板这样的透明基片中的缺陷通常是利用检测人员和人工方法检测的。例如，在用于液晶显示器(LCD)的玻璃基片中检测像条纹和条痕这样的缺陷时，使用一种阴影方法来检测缺陷。根据这种方法，将一块玻璃板（一般大约为宽1米 x 长2米）安装在一自由旋转的L型支架上，并用氙灯光源照射它。该光源发出发散的光以照亮整个玻璃板。该玻璃的阴影投射在一白色屏幕上，由检测人员来观察。在屏幕上，缺陷是以一维的衬比线条出现的。线条的方向平行于玻璃板被拉伸的方向，例如在玻璃板制造时所用的下拉装置中玻璃板被拉伸的方向。条痕缺陷通常以单个分离的线条出现，而条纹缺陷则由间隔几个毫米的多线条组成。

条纹缺陷一般由具有几个毫米的周期的小至几个纳米的光程长度(OPL)变化组成。这些起因于厚度或反射率变化的微小变化通过一种常被称为透镜作用的效应来调制屏幕上的光强。对条纹和条痕缺陷的可重复且可靠的视觉检测已证明是极为困难的，尤其是使用人工方法。因此，需要提供能够在透明基片中测量一维光程长度变化的装置、系统和方法。

发明内容

本发明涉及用于在诸如玻璃板的透明基片中测量光程长度变化的装置、方法和系统。本发明可用于测量透明基片中厚度的变化。与现存方法相比，本发明更容易将条痕缺陷和灰尘与条纹缺陷相区分。

根据本发明的一些实施例，通过用高度空间相干的光束照亮玻璃来间接地

观察光程长度变化。通过使用非时间相干的光束，即具有非常短的相干长度的光束，来减小可使衬比图案的解释复杂化的干涉效应。根据某些实施例，若 OPL 变化周期小于或等于光束的大小，则光程长度变化引起在光束中可被测量的相位失真，从而提供一种与光程长度变化（大约 10 纳米的范围）相关的物理效应。

在某些较佳的实施例中，相位失真的测量是通过在空间过滤光线而完成的，例如，通过使用一种耦合到单模光纤的强发光二极管(SLD)光源。SLD 最好具有足够宽的波长谱以提供比穿过该玻璃的光程长度要短的相干长度，以减小干涉效应。通过使用单模光纤可提供高空间相干性。光束最好从光纤发出，并且放在距光纤末端一个焦距处的透镜产生准直光束。若不使用光纤，也可通过经一小孔发射光线来完成空间滤光，其中小孔的直径最好小于 50 微米，并且最好小于大约 20 微米。

根据某些实施例，引导光源以正入射穿过感兴趣的样品，并使用正透镜将光束部分地聚焦到狭缝上。该狭缝最好放在透镜的焦平面之前。根据一个方面，基片中的缺陷所产生的相位失真导致了狭缝位置处光束的强度分布中有微小的变化。放在狭缝后面的传感器检测穿过狭缝的光线强度。在一些实施例中，通过对该玻璃平移整个光学系统，光束中相位失真的变化被测量为“光强衬比对位置数据”。然后可从该数据推断出该玻璃的光程长度中的局部变化。根据一些实施例，使用两个分隔开的光源可使因一维缺陷（即条纹或条痕）而导致的信号中的衬比可与其它更局部化的缺陷相区分，其中其它更局部化的缺陷包括灰尘、夹杂物等等。一旦获得作为玻璃位置的函数的光线强度，一种算法就处理该数据以将信号中的衬比量化。

本发明具有较宽的空间频率响应范围，这导致与现有技术系统相比对玻璃表面上的缺陷具有更高分辨率。本发明提供一种对低量级缺陷（例如，小于大约 100 纳米，最好小于大约 50 纳米以及小到大约 1 纳米的 OPL 变化）很灵敏的可重复性测量。该系统和装置是紧凑的并且能迅速测量缺陷。

本发明的其它优点将在下面的详细描述中显而易见。应该理解，前面的一般性描述和后面的详细描述都是示例性的，并且旨在提供对本发明的进一步的理解。

附图说明

图 1 示出根据本发明一实施例用于测量透明基片中的缺陷的装置的示意图；

图 2 是具有条纹缺陷的玻璃板的图样；

图 3 示出了根据本发明一实施例用于测量透明基片中的缺陷的一装置的示意图；

图 4 是根据本发明一实施例示出光源的输出光谱的曲线图；

图 5 是根据本发明一实施例示出实测条纹衬比百分比对透镜到狭缝的距离”的曲线图；

图 6 是根据本发明一实施例在扫描了包含条纹和条痕缺陷的玻璃板之后从系统中获得的线条扫描数据的二维投影图；以及

图 7 示出了根据本发明一实施例用于测量透明基片中的缺陷的一装置的透视图。

具体实施方式

在描述本发明的若干示例性实施例之前，应该理解，本发明并不限于在下面的描述中所阐明的结构或方法步骤的细节。本发明能够用于其它实施例并且能够以各种方式加以实践或实施。

本发明涉及用于检测诸如玻璃板的透明基片的装置、系统和方法。本发明尤其可用于检测液晶显示器基片上大约 100 纳米或更小量级的一维 OPL 变化，例如，小于大约 50 纳米或 10 纳米，并且小到像大约 1 纳米。

参照图 1 并根据本发明的第一实施例，提供一种用于测量透明基片 12 内或其上缺陷的装置 10。该装置尤其可用于测量在液晶显示器所使用的玻璃基片中的条纹缺陷。如图 1 和 2 所示，沿 z 方向测得的穿过玻璃板的光程长度随着沿 x 轴的位置而变化，导致平行于拉伸方向或图 2 所示 “y” 轴的通常称为条纹和条痕的特征图案。光程长度沿 “x” 的调制是周期性的，其周期范围大约几个毫米并且其幅度范围大约几个纳米。仍然参照图 1 和 2，装置 10 包括用于引导第一光束 15 对准基片 12 的第一光源 14。第一光源 14 最好对准基片 12 使

得第一光束 15 基本正入射到该薄板上，平行于图 1 中“z”轴。最好配置光源 14 使得它可将光线对准基片 12 的平面上多个不同的位置。因而，在较佳的实施例中，光源可在“x”或“y”方向移动，或者，在光源保持不动时可移动基片 12，使得光线朝着基片 12 的表面上多个不同的位置发射。在一较佳的实施例中，安装基片使条纹缺陷的方向平行于图 1 和 2 所示的“y”方向，并且移动基片 12 或光源 14 使得光束对着基片沿“x”方向平移。

仍然参照图 1，装置 10 还包括一光学系统 16，它至少包括用于检测光线的相位失真的第一传感器，其中该光线穿过薄板 12 的不同位置或从薄板 12 的不同位置处反射。光线的相位失真与基片 12 的平面上不同位置处的光强衬比相关。该光学系统最好包括在光源 12 和传感器 18 之间的第一透镜 20，第一透镜 20 提供可选择性地增强在传感器 18 处接收到的相位失真衬比的能力。根据另一个实施例，传感器 18 在传感器 18 上或传感器 18 之外成像一虚平面 22a 或 22b。在此使用时，传感器之外意思是该平面处于远离 z 平面中第一光源 14 的方向。因而，如图 1 所示，光源 14 在左面，传感器 18 在右面，位于第一传感器 18 之外的虚平面 22b 将位于第一传感器 18 的右面。

现在参照图 3，示出了用于检测透明基片 32 中的缺陷的装置的另一个实施例 30。该装置包括一对分隔开的光源 34a 和 34b。光源可隔开大约 20 毫米到 120 毫米。在较佳的实施例中，每个光源 34a 或 34b 都耦合到一空间滤波器。在本实施例中，空间滤波器是由一对光纤 35a 和 35b 所提供的。光线离开光纤 35a 和 35b，两者的间隔至少有光束直径那样大小，最好应间隔大约 30 毫米，然后光线穿过基片 32。在较佳的实施例中，来自光源 34a 和 34b 的光束要穿过放在光纤 35a、35b 的末端与基片 32 之间的一对准直透镜 36a 和 36b。在光线穿过基片 32 之后，包括一对透镜 38a、38b 的光学系统引导光线穿过一对狭缝 40a、40b 并到达传感器 42a、42b，其中透镜 38a、38b 此后可称为衬比增强透镜或衬比透镜。该光学系统可选择性地增强在传感器处接收到的相位失真的衬比。如上所述，传感器 42a、42b 成像一虚平面，该虚平面在传感器 42a、42b 之上或之外。下面将描述该光源和光学系统的其它细节。

在较佳的实施例中，光源的相干长度小于基片的光学厚度，测量该厚度是为了避免由平面基片的两个主平面的反射所产生的干扰效应。光源最好也是空

间相干的。空间相干意味着垂直于光束传播方向（图 1 中为“z”平面）的波阵面在该光束上是相同的。空间相干可由在空间上过滤光源来实现。可通过经一小孔发射光线来实现空间滤波，该小孔至少比所感兴趣的事物的最小横向缺陷尺寸小大约 10 倍并且最好小 40 倍；或可通过使用已耦合到单模光纤中的光源来实现空间滤波。

一种更佳的光源是强发光二极管(SLD)。这种器件提供时间非相干的（相对较宽的波长谱）光线。图 4 根据本发明一实施例用任意功率单位示出了强发光二极管的输出光谱，它与小于大约 50 纳米的相干长度相对应。尽管许多类型的宽带光源都可提供短的相干长度（钨-卤素，氙，LED 等等），但是 SLD 可非常有效地耦合到单模光纤中。这使得在保持合理的功率水平（出自光纤的约 1 毫瓦）的同时还顾及了光源的有效空间滤波。更多典型光源的空间滤波导致了不可接受的低功率。条纹和条痕缺陷的衬比特征水平在 1%的量级或更小。因此，SLD 光源优越的功率稳定性（例如，在大约 10 秒期间小于 0.05%）是最佳的。

出自空间滤波器的光线在入射到基片之前最好先准直。光束的准直会减少系统对薄板位置和沿光束传播方向移动的敏感度，并且也简化了对传感器所收集的数据的解释。在一较佳实施例中，入射光束被准直为直径大约 5-20 毫米（ $1/e^2$ 直径）。光束大小对系统所敏感的光程长度变化周期设置了上限。相对较大的光束大小导致系统对条痕（其典型宽度小于 5 毫米）很灵敏，而同时对在基片光程长度变化中的较长的周期变化不够灵敏。

在较佳的实施例中，使用两个光源并如图 3 所示分开放置。在系统中两个光束通道减小了测量中的误差，这些误差源自基片表面上的灰尘和其它污染物。在较佳的实施例中，两光束在垂直方向上偏移（沿基片的 y 轴或平行于条纹/条痕方向）以对玻璃表面的不同区域采样，使得两光束共同的衬比仅归因于条纹或条痕。仅由一条光束所测的衬比可被灰尘、钢笔标记、夹杂物或玻璃内部的缺陷所影响。两光束的偏移应该足够地小以保证在两光束所采样的条纹/条痕特征中的差别是最小的。这将由条纹或条痕特征沿 y 轴多快地变化所限制。两束光线可由单个光源、光分束器和镜子所产生。光纤光学耦合器就是光分束器件的一个例子。但是，为了更好的长期稳定性，两个分立的光源（一个光源

发射一束光)是较佳的。

如上所述,包含在系统之中并置于基片和传感器之间的透镜增强了由条纹和条痕所导致的衬比,同时也导致了通道较短的光学系统。但是,诸如振动和排列灵敏性的因素限制了焦距较短的透镜的使用。例如,50毫米到400毫米焦距的透镜在保持对振动的不敏感性的同时还提供了对衬比增强的较好结合。

通过调节在透镜和测量强度衬比的平面之间的距离,可使系统或装置的空间频率灵敏度最优化到一特定范围,其中该距离根据在某些较佳实施例中置于透镜和传感器之间的狭缝的位置所定义。图5示出了在不同配置下测得的光学系统频率依赖性的示例。对于具有不同周期的两个条纹缺陷,图5显示了通过使用焦距为 f 的透镜和十微米的狭缝测得的衬比。随着狭缝被移到离透镜越来越远(离透镜的焦点越来越近),每个图案的衬比都在增加,达到一峰值后,随着狭缝位置接近焦点而迅速减小。较高频率条纹图案(较短周期)的衬比峰值发生在离透镜较近的平面处。

图5中标记为A、B和C的圆圈显示了对最优化光学系统设计的若干可能选择。圆圈A所代表的点具有最少衬比增强但最广频率响应。圆圈B在较低的频率峰值处具有最高的衬比增强,但在高频峰值处具有减少的衬比增强。圆圈C是较佳的运行点。这一点代表一种折衷,其中产生了衬比增强而没有减少所观察到的最高频率条纹的相关响应。

置于透镜和传感器之间的狭缝的宽度最好要足够窄以完全分辨最高的频率衬比特征,但又要足够宽以向传感器传递足够的光功率从而保持信噪比。为防止测量中的误差,最好调整狭缝使其充分平行于条纹缺陷的方向。通过充分调准,狭缝应该调准到偏离条纹方向约0.5度以内。

较佳的传感器是最小面积大约为4毫米 \times 1毫米的硅光电二极管。每个狭缝最好都直接耦合到传感器的表面。光电二极管产生与通过狭缝的光功率直接成正比的电流。这个电流大约在10纳安的量级,并最好由低噪声跨导倒数放大器来放大该电流。但是,本发明并不限于任何特定的传感器。其它合适的传感器包括但不限于电荷耦合器件(CCD)或其它类型的光敏传感器。

使用例如计算机的传统电子和数据处理设备来获得并分析来自传感器的数据。最好使用模数转换器将传感器所产生的电压数字化。处理器会将缺陷(例

如，条痕对条纹和灰尘）分类并且将缺陷的幅度量化。然后联系并分析该数据以通过样品量化 OPL 变化。

图 6 示出根据本发明一实施例从装置中获得的数据的示例，它显示了以约每秒 100 毫米的扫描速度横扫样本所测得的衬比。图 6 是线条扫描数据的 2 维表示，其中衬比已经得到增强，并且条痕以周期性的衬比线条出现。图 6 中的 y 和 x 轴分别与图 3 中所描述的玻璃板的 y 和 x 轴相对应。在图 6 中，条痕因图象上强度的周期变化而显然，条痕缺陷因接近图象中间的明亮、分离的线条而显然。

本发明的系统的整体可重复性是极好的。对于包含条纹和条痕并由本发明的系统所测量的样品进行可重复和可复制研究，所得的结果显示了它与分级的缺陷严重程度（如人工检测所判断的那样）具有良好的相关性。通过固定传感器相对于光源的位置并在玻璃上平移整个光学系统，可使系统的位置依赖性最小。通过产生双光束系统条痕的检测成为可能。通过光源的最优化和透镜的使用，该系统已足够灵敏来在正入射时检测所有已知的条痕缺陷。特别地，高频缺陷的检测是可能的。

本发明的系统可以在工厂环境中进行离线检测。基本的技术也能够支持在线检测所需的数据速率。图 7 显示了可用于测量基片 112 的系统 100 的示例。该系统包括既相互分离又相对于彼此固定的一对光源 114 和一对传感器 116。每个光源和传感器一般彼此间隔大约小于 1 米，小于 0.5 米则更好，而小于 30 厘米则为最好。可以相对于光源和传感器移动基片 112，或者，可将光源和传感器安装在可移动的平台并在薄板上沿箭头 115 所示的方向平移。传感器 116 所获得的数据传递给与数据处理器 122 通信的电子包。数据处理器可以是诸如个人计算机或大型计算机的任何常规数据处理器。测量系统对玻璃振动相对不敏感，并不要求非常严格的玻璃定位，并且可容忍灰尘效应。

对本领域技术人员而言很明显的是，可对本发明作出各种修改和变化而不背离本发明的精神和范围。例如，通过除去透镜或将狭缝移动到更接近于透镜，可获得对较高空间频率的响应。通过将狭缝移动到更接近于衬比透镜的焦点，可获得由于缺陷而产生的较高的衬比。通过在检测方使用焦距较短的透镜，可获得较短的（更紧凑的）整个光学系统，这可导致对振动效应有较高的敏感性。

尽管较佳的实施例显示了从穿过样品的光束中来收集数据，但是该系统、方法和装置可利用从样品表面所反射的光束中收集到的数据。通过第二个传感器组件的使用，反射和透射信号的收集允许对两个表面的表面高度偏差进行独立的测量。假如本发明的修改和变化落在所附的权利要求书和其等效方案之内，则本发明旨在包括这些修改和变化。

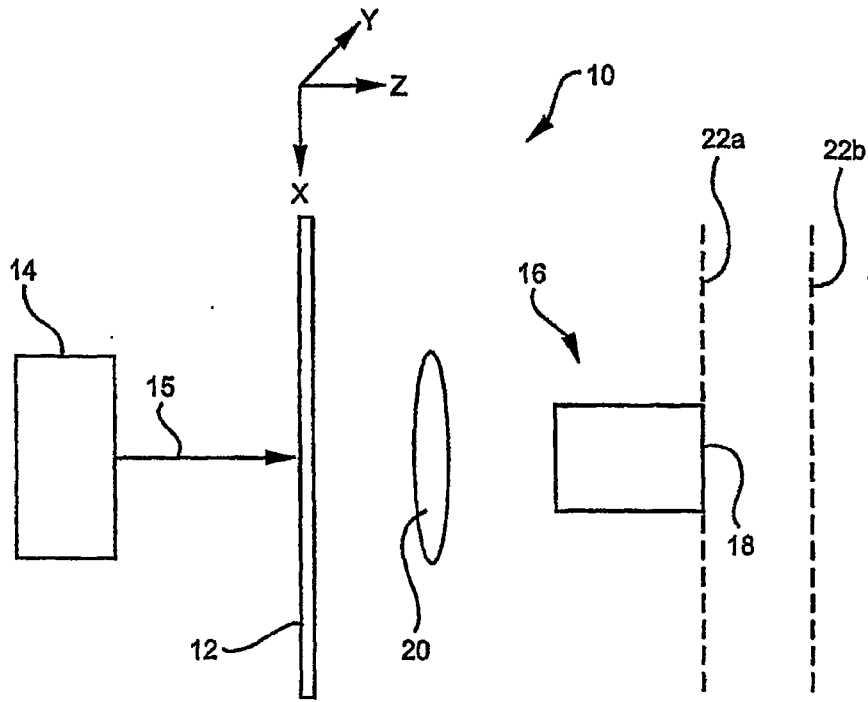


图 1

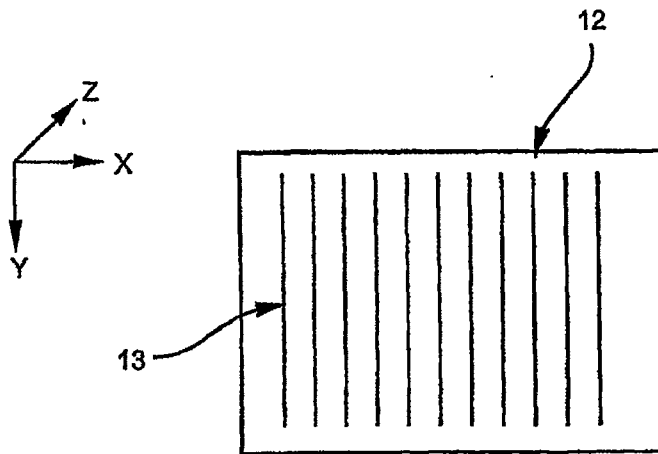


图 2

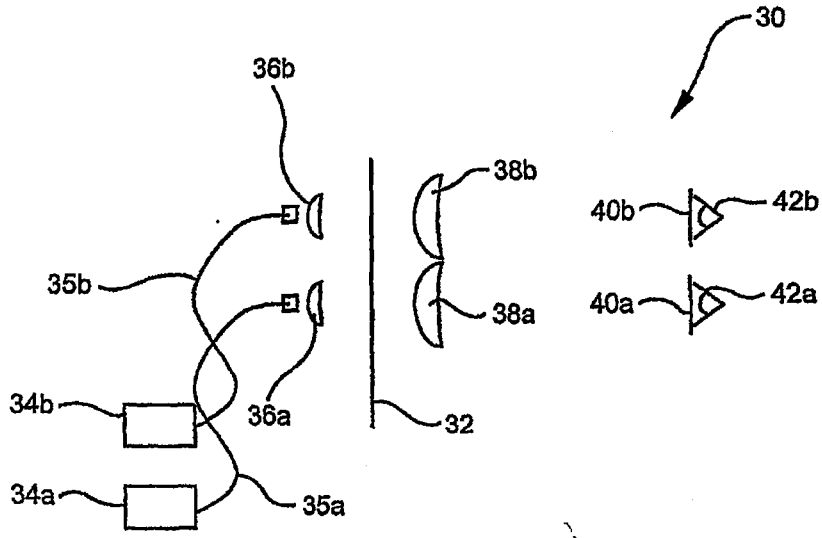


图 3

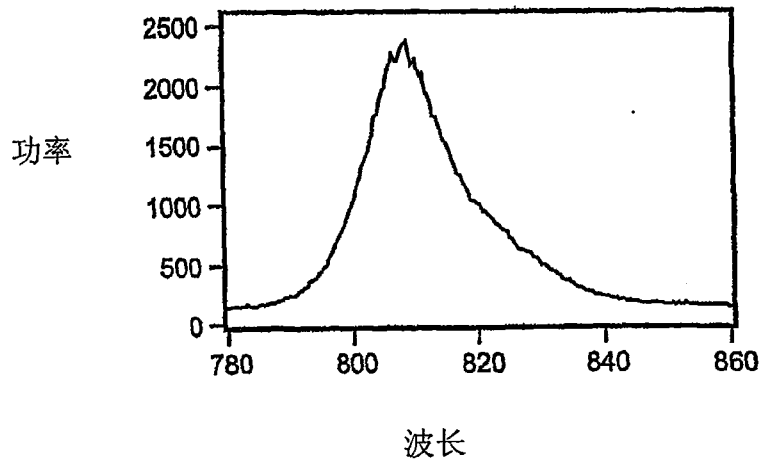


图 4

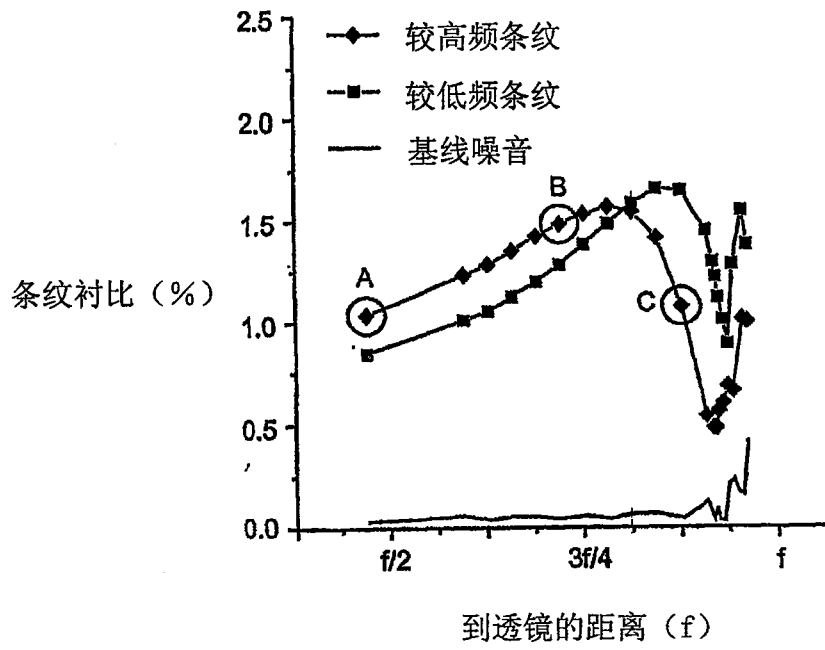


图 5

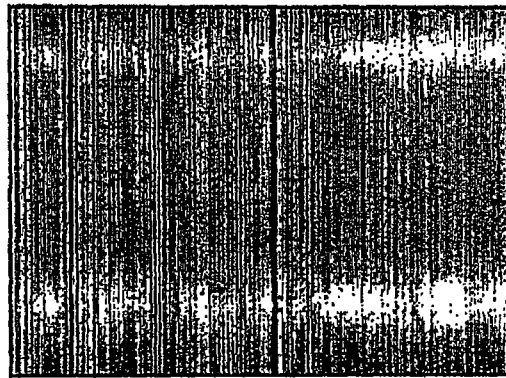


图 6

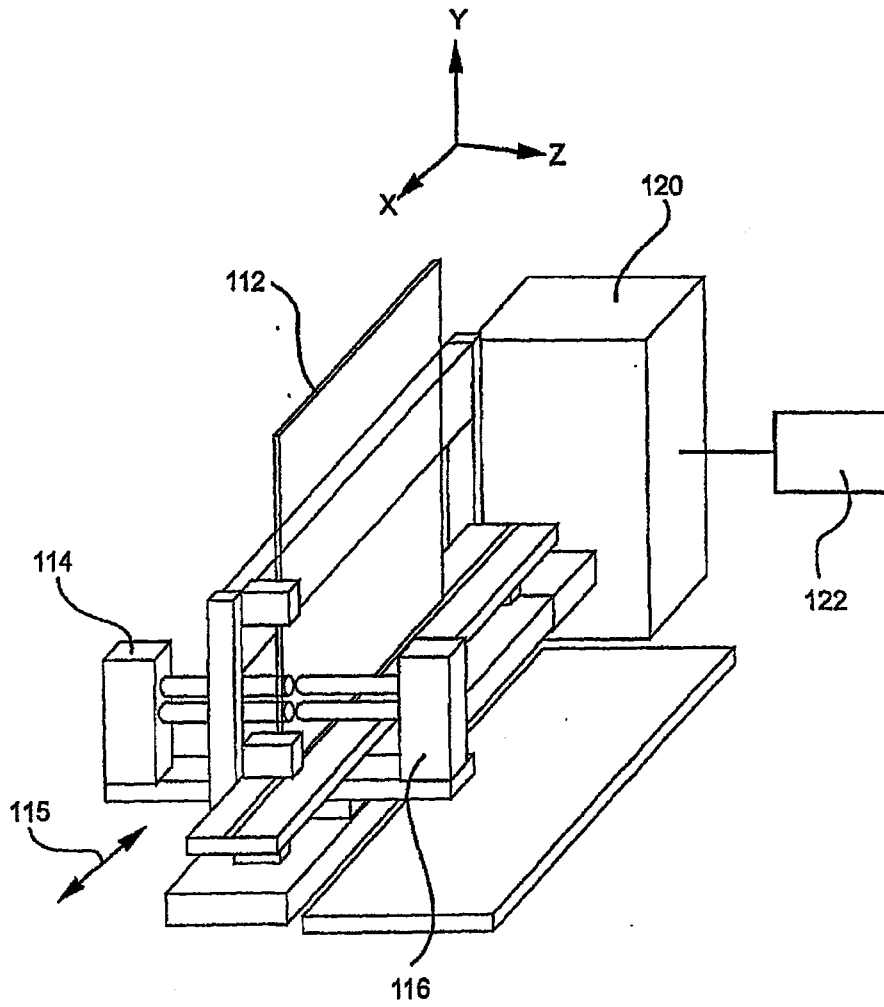


图 7