



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102621160 B

(45) 授权公告日 2015.03.25

(21) 申请号 201110086261.6

(22) 申请日 2011.04.01

(30) 优先权数据

10-2011-0009258 2011.01.31 KR

(73) 专利权人 康宁精密素材株式会社

地址 韩国忠清南道

(72) 发明人 金贤佑 金美先 柳昭罗 金佳贤

金泰皓 李昌夏

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司

公司 11018

代理人 罗正云 王琦

(51) Int. Cl.

G01N 21/958(2006.01)

(56) 对比文件

JP 2010230368 A, 2010.10.14, 第2页权利要求3, 第3页权利要求7、8, 第7页27、28段, 第

9页43段及图5.

JP 2010230368 A, 2010.10.14, 第2页权利要求3, 第3页权利要求7、8, 第7页27、28段, 第9页43段及图5.

CN 101819165 A, 2010.09.01, 第12页37段2-3行, 第13页第3行、39段第5行, 第17页倒数第6-4行, 第19页70段第1行.

JP 2001108626 A, 2001.04.20, 全文.

CN 101226158 A, 2008.07.23, 全文.

US 2009324056 A1, 2009.12.31, 全文.

审查员 李莲

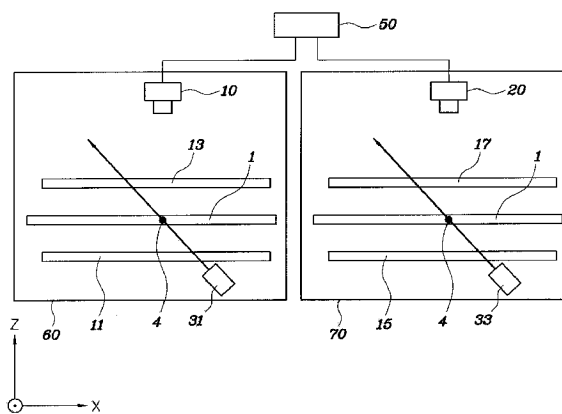
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

平板玻璃异物检测装置及检测方法

(57) 摘要

本发明涉及一种平板玻璃异物检测装置及检测方法, 本发明提供一种平板玻璃异物检测装置, 其特征在于, 包括: 一照明单元, 其设在以平板玻璃为准上部或下部领域中选择中的任意一个领域; 一第一偏光板, 其设在照明单元与上述平板玻璃之间, 并具有第一偏光方向; 一第一照相机及第二照相机, 其以平板玻璃为准设在设有上述照明单元的相反方向; 一第二偏光板, 其设在第一照相机与上述平板玻璃之间的空间, 并具有与第一偏光板的偏光方向相差 0° 至 20° 范围的偏光方向; 一第四偏光板, 其设在第二照相机与上述平板玻璃之间的空间, 并具有与第一偏光板的偏光方向相差 70° 至 90° 范围的偏光方向; 及一处理单元, 输进自第一照相机与上述第二照相机获得的影像后, 辨别是良性异物还是不良异物。



1. 一种平板玻璃异物检测装置,作为辨别在平板玻璃内部包含的异物是包括气泡的良性异物还是包括金属的不良异物的平板玻璃异物检测装置,所述平板玻璃处于移送状态下,其特征在于,包括:

一第一摄影装置,其具有:一第一照明单元,其设在以平板玻璃为准上部或下部领域中选择的任意一个领域,并且基于所述平板玻璃的法向量倾斜地照射光;一第一偏光板,其设在上述第一照明单元与上述平板玻璃之间,并具有第一偏光方向;一第一照相机,其以所述平板玻璃为准设在设有上述第一照明单元的相反方向、所述平板玻璃的法向量上,并且接收由于异物而发生曲折或散乱的光;一第二偏光板,其设在上述第一照相机与上述平板玻璃之间的空间;

一第二摄影装置,其具有:一第二照明单元,其设在以上述平板玻璃为准上部或下部领域中选择的任意一个领域,并且与上述第一照明单元同时地基于所述平板玻璃的法向量倾斜地照射光;一第三偏光板,其设在上述第二照明单元与上述平板玻璃之间,并具有第二偏光方向;一第二照相机,其以所述平板玻璃为准设在设有上述第二照明单元的相反方向、所述平板玻璃的法向量上,并且与上述第一照相机同时地接收由于异物而发生曲折或散乱的光;一第四偏光板,其设在上述第二照相机与上述平板玻璃之间的空间,

上述第一偏光板与上述第二偏光板的偏光方向相差 0° 至 20° 范围,并且上述第三偏光板与上述第四偏光板的偏光方向相差 70° 至 90° 范围,并且

其中从所述第一照明单元和所述第二照明单元照射的光分别不直接进入所述第一照相机和所述第二照相机。

2. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,上述第二偏光板及上述第四偏光板以薄膜形状附着在上述第一照相机及上述第二照相机的前透镜上。

3. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,还具有用于移送上述平板玻璃的移送装置。

4. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,上述第一照相机及第二照相机分别由复数线阵CCD照相机构成。

5. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,上述第二偏光板的偏光方向与上述第一偏光板的偏光方向相同。

6. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,上述第四偏光板的偏光方向与上述第一偏光板的偏光方向垂直。

7. 根据权利要求1所述的平板玻璃异物检测装置,其特征在于,上述平板玻璃是太阳能电池保护用平板玻璃。

8. 一种平板玻璃异物检测方法,作为辨别在平板玻璃内部包含的异物是包括气泡的良性异物还是包括金属的不良异物的平板玻璃异物检测方法,其特征在于,包括:

在平板玻璃上基于所述平板玻璃的法向量倾斜地照射偏光的光,并将具有与上述偏光的光的偏光方向相差 0° 至 20° 范围的偏光方向的偏光板穿透的光进行摄影,从而获得图像的第一步骤;

在平板玻璃上基于所述平板玻璃的法向量倾斜地照射偏光的光,并将具有与上述偏光的光的偏光方向相差 70° 至 90° 范围的偏光方向的偏光板穿透的光进行摄影,从而获得图像的第二步骤;

比较在上述第一步骤获得的图像与在上述第二步骤获得的图像,辨别在上述平板玻璃中包含的异物是影响玻璃质量的不良异物还是不影响玻璃质量的良性异物的第三步骤,上述第一步骤及上述第二步骤可以同时进行或与顺序无关随意进行。

9. 根据权利要求 8 所述的平板玻璃异物检测方法,其特征在于,在上述第一步骤中偏光的光的偏光方向与偏光板的偏光方向相一致。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的平板玻璃异物检测方法,其特征在于,在上述第二步骤中偏光的光的偏光方向与偏光板的偏光方向相互垂直。

11. 根据权利要求 8 所述的平板玻璃异物检测方法,其特征在于,上述平板玻璃是太阳能电池保护用平板玻璃。

平板玻璃异物检测装置及检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平板玻璃异物检测装置及检测方法,尤其涉及一种精确检测在平板玻璃内部包含的显著影响其质量的金属及陶瓷成分异物的平板玻璃异物检测装置及检测方法。

背景技术

[0002] 在平板玻璃制造工程中溶解玻璃原料而制作平板的过程中发生的内部异物有气泡、金属、陶瓷成分等。这些内部异物显著影响平板玻璃的质量,因此需要精确的检测技术。进而根据内部异物的成分,影响平板玻璃质量的程度不同,因此要求区分这些进行检测的技术。尤其,在内部异物中金属或陶瓷成分对玻璃质量的影响显著,但气泡成分的影响不大,因此即使内含有气泡成分,也能够作为太阳能电池保护玻璃使用。

[0003] 如此用于检出在玻璃基板内部包含的异物的检测装置,通常使用暗场光学系统 (DF) 与明场光学系统 (BF)。

[0004] 首先,简略说明明场光学系统如下。图 1 为图示用于检测在玻璃基板上存在的异物的明场光学系统的图。参照图 1,明场光学系统构成为,感应照相机 3 相对于玻璃基板 1 位于光源 2 的规则反射方向。因此,自光源 2 发出的光主要经过两个光线路径 2a、2b 到达感应照相机 3,一个光线路径 2a 是在玻璃基板 1 的上面发生的反射光,另一光线路径 2b 是在玻璃基板 1 的下面发生的反射光。在感应照相机 3 上映入这两个光线路径 2a、2b 的反射图像,而形成明场。

[0005] 这种明场光学系统摄影移送到的玻璃基板的反射图像,而进行检测,在上述摄影过程中明场光学系统利用反射光源而获得实像与虚像(影子)图像,并计算这些实像与虚像之间的距离,从而辨别是否存在异物。

[0006] 接着,简略说明暗场光学系统如下。图 2 为图示用于检测在玻璃基板上存在的缺陷的暗场光学系统的图。参照图 2,在暗场光学系统中感应照相机 5 布置在玻璃基板 1 的上侧,并且光源 6 布置在玻璃基板 1 的下侧,因此不利用反射光而利用透射光摄影图像。即,暗场光学系统是在穿透玻璃基板的光束 7 中收集暗场成分而检出玻璃基板 1 上存在的异物的方式。

[0007] 然而,以前利用明场光学系统或暗场光学系统进行检测时存在如下问题,虽然容易查出异物的正确位置,但不能辨别发现的异物是含有金属、陶瓷成分的显著影响玻璃质量的异物,还是像气泡成分一样对玻璃质量没有什么影响的异物。

发明内容

[0008] 本发明用于解决如上所述的问题,其涉及一种将平板玻璃内包含的异物精确辨别为影响玻璃质量的异物与不影响玻璃质量的异物的平板玻璃异物检测装置及检测方法。

[0009] 根据本发明的上述目的通过一种平板玻璃异物检测装置可以实现,其特征在于,包括:一照明单元,其设在以平板玻璃为准上部或下部领域中选择的任意一个领域;一第

一偏光板,其设在照明单元与上述平板玻璃之间,并具有第一偏光方向;一第一照相机及第二照相机,其以平板玻璃为准设在设有上述照明单元的相反方向;一第二偏光板,其设在第一照相机与上述平板玻璃之间的空间,并具有与第一偏光板的偏光方向相差 0° 至 20° 范围的偏光方向;一第四偏光板,其设在第二照相机与上述平板玻璃之间的空间,并具有与第一偏光板的偏光方向相差 70° 至 90° 范围的偏光方向;及一处理单元,输进自第一照相机与上述第二照相机获得的影像后,辨别是良性异物还是不良异物。

[0010] 根据本发明的上述目的通过一种平板玻璃异物检测方法可以实现,作为辨别在平板玻璃内部包含的异物是良性异物还是不良异物的平板玻璃异物检测方法,其特征在于,包括:在平板玻璃上照射偏光的光,并将具有与上述偏光的光的偏光方向相差 0° 至 20° 范围的偏光方向的偏光板穿透的光进行摄影,从而获得图像的第一步骤;在平板玻璃上照射偏光的光,并将具有与上述偏光的光的偏光方向相差 70° 至 90° 范围的偏光方向的偏光板穿透的光进行摄影,从而获得图像的第二步骤;比较在第一步骤获得的图像与在上述第二步骤获得的图像,辨别在上述平板玻璃中包含的异物是影响玻璃质量的不良异物还是不影响玻璃质量的良性异物的第三步骤,第一步骤及上述第二步骤可以同时进行或与顺序无关随意进行。

[0011] 以前的平板玻璃检测装置或检测方法不能辨别在平板玻璃中包含的异物是气泡成分一样的良性异物,还是像金属性或陶瓷成分的异物一样的不良异物,但根据本发明的平板玻璃异物检测装置及检测方法,利用偏光板能够明确辨别在平板玻璃中内含气泡成分的异物,还是内含金属性或陶瓷性异物。

附图说明

[0012] 图1为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0013] 图2为图示用于检测在玻璃基板上存在的缺陷的暗场光学系统的构成图。

[0014] 图3为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0015] 图4为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0016] 图5为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0017] 图6为利用图4中提示的摄影装置结构而摄影含有200um大小气泡成分异物的平板玻璃的相片。

[0018] 图7为利用图4中提示的摄影装置结构而摄影含有200um大小金属性异物的平板玻璃的相片。

[0019] 附图标记

[0020]	1:平板玻璃	4:异物
[0021]	10:第一照相机	11:第一偏光板
[0022]	13:第二偏光板	15:第三偏光板
[0023]	17:第四偏光板	20:第二照相机
[0024]	31:第一照明单元	33:第二照明单元
[0025]	60:第一摄影装置	70:第二摄影装置

具体实施方式

[0026] 下面,参照附图详细说明根据本发明的平板玻璃异物检测装置及检测方法的优先实施例、优点及特征。

[0027] 图3为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。根据本发明的平板玻璃异物检测装置由用于摄影附着或内含于平板玻璃1中的异物4的第一摄影装置60及第二摄影装置70、从摄影的图像中辨别异物4的处理单元50构成。

[0028] 第一摄影装置60由在平板玻璃1的上部或下部中选择的任意一个方向上朝着平板玻璃1照射光的第一照明单元31、分别设在平板玻璃1的上部与下部并具有大致平行的偏光方向的第一偏光板11及第二偏光板13、以平板玻璃为准设在第一照明单元31的相反方向,并将在第一偏光板11及第二偏光板13中以平板玻璃为准设在第一照明单元31相反方向的偏光板穿透的光进行摄影的第一照相机10构成。在此所谓具有大致平行的偏光方向是指,第一偏光板11及第二偏光板13的偏光方向设置成相差大约 0° 至 20° 范围。

[0029] 第二摄影装置70由在平板玻璃1的上部或下部中选择的任意一个方向上朝着平板玻璃1照射光的第二照明单元33、在平板玻璃1的上部与下部各设置一个并具有大致垂直的偏光方向的第三偏光板15及第四偏光板17、以平板玻璃为准设在第二照明单元33的相反方向,并将在第三偏光板15及第四偏光板17中以平板玻璃为准设在第二照明单元33相反方向的偏光板穿透的光进行摄影的第二照相机20构成。在此所谓具有大致垂直的偏光方向是指,第三偏光板15及第四偏光板17的偏光方向设置成相差大约 70° 至 90° 范围。

[0030] 处理单元是将附着或内含于平板玻璃11中的异物4利用第一摄影装置60摄影的异物图像与利用第二摄影装置70摄影的异物图像进行相互比较,而辨别该异物是影响玻璃质量的不良异物或该异物是不影响玻璃质量的良性异物的装置,可利用具有图像处理单元及计算单元的电脑等来实施。

[0031] 在太阳能电池保护用平板玻璃1内部含有气泡成分等异物,入射的太阳光虽然有一部分进行曲折,但大部分都透过,因此作为太阳能电池保护用平板玻璃使用没有什么问题。因此在太阳能电池保护用平板玻璃1内包含的气泡成分异物分类为良性异物。相反,若在太阳能电池保护用平板玻璃1内含有像金属性或陶瓷性物质一样反射及/或散乱太阳光的异物,由于其具有反射及/或散乱入射的太阳光的特性,因此作为太阳能电池保护用使用时有问题。因此在太阳能电池保护用平板玻璃1内包含的具有反射及/或散乱特性的异物分类为不良异物。

[0032] 下面,如图3所示第一摄影装置60具有如下结构,在平板玻璃1的下部及上部分别设置第一偏光板11及第二偏光板13,第一照明单元31从平板玻璃1的下部朝着上部方向(z方向)照射光,第一照相机10位于平板玻璃1上部,而第二摄影装置70具有如下结构,在平板玻璃1的下部及上部分别设置第三偏光板15及第四偏光板17,第二照明单元33从平板玻璃1的下部朝着上部方向(z方向)照射光,第二照相机20位于平板玻璃1上部。并且假定第一偏光板11、第二偏光板13及第三偏光板15具有只透射x方向的光的偏光方向,而第四偏光板17具有只透射y方向的光的偏光方向。

[0033] 首先说明在太阳能电池保护用平板玻璃1中含有气泡成分异物的情况。自第一照明单元31放射的光经过第一偏光板11只有x方向的光透射到平板玻璃1。透射的光穿透平板玻璃1有一部分由于异物4而发生曲折,但不发生散乱或反射,因此光轴没有改变,从

而 x 方向的光入射到第二偏光板 13。由于第二偏光板 13 设计成与第一偏光板 11 具有相同的光轴,因此入射到第二偏光板 13 的光原原本本地穿透而到达第一照相机 10。因此穿透在平板玻璃 1 中包含的气泡成分而在第一照相机 10 上获得的图像是明亮的图像相片。另一方面,自第二照明单元 33 放射的光经过第三偏光板 15 只有 x 方向的光透射到平板玻璃 1。透射的光透过平板玻璃 1 有一部分由于异物 4 而发生曲折,但不发生散乱或反射,因此穿透平板玻璃 1 的光其光轴不改变而形成 x 方向的光,并入射到第四偏光板 17。由于第四偏光板 17 设计成具有与第三偏光板 15 垂直的光轴,因此阻断入射到第四偏光板 13 的光从而不能到达第二照相机 20。因此穿透在平板玻璃 1 中包含的气泡成分而在第二照相机 20 上获得的图像是黑暗的图像相片。

[0034] 即、当摄影含有气泡成分异物 4 的平板玻璃 1 时,在第一摄影装置 60 上获得明亮的图像,而在第二摄影装置 70 上获得黑暗的图像。

[0035] 接着说明在太阳能电池保护用平板玻璃 1 中含有金属性或陶瓷成分异物的情况。自第一照明单元 31 放射的光经过第一偏光板 11 只有 x 方向的光透射到平板玻璃 1。透射的光透过平板玻璃 1 时由于金属性或陶瓷成分异物 4 而发生散乱或反射,因此 x 方向的光散乱成各种方向的光以后,入射到第二偏光板 13。由于第二偏光板 13 设计成具有与第一偏光板 11 相同的光轴,因此在入射到第二偏光板 13 的光中阻断除 x 轴方向的光以外光,而只透射 x 方向的光,并到达第一照相机 10。因此利用第一摄影装置 60 能够获得,穿透含有金属性或陶瓷成分异物的平板玻璃 1 后在第一照相机 10 上获得的图像,比穿透含有气泡成分的平板玻璃 1 后在第一照相机 10 上获得的图像更暗的图像。

[0036] 另一方面,自第二照明单元 33 放射的光经过第三偏光板 15 只有 x 方向的光透射到平板玻璃 1。透射的光透过平板玻璃 1 时由于金属性或陶瓷性异物 4 而发生散乱及反射,因此 x 方向的光散乱成各种方向的光以后,入射到第四偏光板 17。由于第四偏光板 17 设计成具有与第三偏光板 15 垂直的光轴,因此在入射到第四偏光板 17 的光中阻断除 y 轴方向的光以外光,而只透过 y 方向的光,并到达第二照相机 20。因此利用第一摄影装置 60 能够获得,穿透含有金属性或陶瓷成分异物的平板玻璃 1 后在第一照相机 10 上获得的图像,比穿透含有气泡成分的平板玻璃 1 后在第一照相机 10 上获得的图像更亮的图像。即、将摄影内含金属性或陶瓷性异物 4 的平板玻璃 1 时与摄影内含气泡性异物的平板玻璃时进行比较,在第一摄影装置 60 上获得比较暗的图像,而在第二摄影装置 70 上获得比较亮的图像。

[0037] 下面说明根据本发明的平板玻璃异物检测方法。根据本发明的平板玻璃异物检测方法分如下步骤进行,经过第一偏光板 11 朝着含有异物 4 的平板玻璃 1 照射光,并将透过平板玻璃 1 的光入射到具有与第一偏光板 11 相差 0° 至 20° 范围的偏光方向的第二偏光板 13 后,摄影透过它的光而获得第一摄影图像的第一步骤;经过第三偏光板 11 朝着含有相同异物 4 的平板玻璃 1 照射光,并将透过平板玻璃 1 的光入射到具有与第三偏光板 15 相差 70° 至 90° 范围的偏光方向的第四偏光板 17 后,摄影透过它的光而获得第二摄影图像的第二步骤;比较第一摄影图像与第二摄影图像,辨别附着或内含在平板玻璃 1 中的异物是影响玻璃质量的不良异物还是不影响玻璃质量的良性异物的第三步骤。此时第一步骤与第二步骤不分顺序进行或可以同时进行。

[0038] 实施例 1

[0039] 图 4 为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0040] 在图 4 的实施例中在平板玻璃 1 下部设置一个照明单元 35,并在照明单元 35 与平板玻璃 1 下面之间设置偏光方向为‘0°’的第一偏光板 11。并且在平板玻璃 1 上部设置第一照相机 10 与第二照相机 20,在第一照相机 10 的前面附着偏光方向为‘0°’的第二偏光板 13,而在第二照相机 20 的前面附着偏光方向为‘90°’的第四偏光板 17。附着在第一照相机 10 及第二照相机 20 前面的第二偏光板 13 及第四偏光板 17 利用薄膜形状在各透镜表面上粘贴状附着使用。作为照明单元使用了能够整体照射平板玻璃 1 的宽度方向的 LED 灯,并且作为照相机 10、20 使用了线阵 CCD 照相机。平板玻璃 1 利用输送带等移送装置 81 而朝着移送方向 100 移送的同时进行检测的生产线检测方式进行。在图 4 中图示了第一照相机 10 或第二照相机 20 仅由一台照相机构成的,但实际上应理解为朝平板玻璃 1 的宽度方向排列成一列的多个线阵照相机群。

[0041] 实施例 2

[0042] 图 5 为根据本发明的一实施例的平板玻璃异物检测装置的构成图。

[0043] 在图 5 的实施例中适用了图 3 的结构。第一摄影装置是在平板玻璃 1 的下部设置第一照明单元 31,而在第一照明单元 31 与平板玻璃 1 下面之间设置偏光方向为‘0°’的第一偏光板 11,并在平板玻璃 1 的上部设置第一照相机 10,而在第一照相机 10 前面附着了偏光方向为‘0°’第二偏光板 13。第二摄影装置是在平板玻璃 1 的下部设置第二照明单元 33,而在第二照明单元 33 与平板玻璃 1 下面之间设置偏光方向为‘0°’的第三偏光板 15,并在平板玻璃 1 的上部设置第二照相机 20,而在第二照相机 20 前面附着了偏光方向为‘90°’的第四偏光板 17。

[0044] 附着在第一照相机 10 及第二照相机 20 前面的第二偏光板 13 及第四偏光板 17 利用薄膜形状在各透镜表面粘贴状附着使用。作为照明单元使用了能够整体照射平板玻璃 1 的宽度方向的 LED 灯,并且作为照相机 10、20 使用了线阵 CCD 照相机。平板玻璃 1 利用输送带等移送装置 81 而朝着移送方向 100 移送的同时进行检测的生产线检测方式进行。在图 5 中一边利用移送装置 81 朝着移送方向 100 移送相同的平板玻璃 1,一边利用第一摄影装置获得第一图像,并在下一个步骤中利用第二摄影装置获得第二图像后,在处理单元 50 辨别两者而分类了异物的类型。在图 5 中图示了第一照相机 10 或第二照相机 20 仅由一台照相机构成的,但实际上应理解为朝平板玻璃 1 的宽度方向排列成一列的多个线阵照相机群。

[0045] 实验例

[0046] 图 6 为利用图 4 中提示的摄影装置结构而摄影含有 200um 大小气泡成分异物的平板玻璃的相片。图 6a 为摄影含有 200um 大小气泡成分异物的平板玻璃而在第一照相机上获得的相片,图 6b 为将含有 200um 大小气泡成分异物的平板玻璃利用第二照相机摄影的相片。如图 6 所示,摄影具有气泡成分异物的平板玻璃,在具有平行的偏光方向的摄影装置上明显出现了气泡成分异物的形状,相反在具有垂直的偏光方向的摄影装置上则不能区分气泡成分异物 4 的形状。

[0047] 图 7 为利用图 4 中提示的摄影装置结构而摄影含有 200um 大小金属性异物的平板玻璃的相片。图 7a 为将含有 200um 大小金属性异物的平板玻璃利用第一照相机摄影的相片,图 7b 为将含有 200um 大小金属性异物的平板玻璃利用第二照相机摄影的相片。如图 7 所示,摄影含有金属性成分异物的平板玻璃,在具有平行的偏光方向的摄影装置与具有垂

直的偏光方向的摄影装置上都可以用肉眼确认金属性异物。

[0048] 如上使用特定词汇说明及图示了本发明的优先实施例,但这些词汇仅仅用于明确说明本发明,本发明的实施例及记述的词汇在不超出权利要求书的技术思想及范围内,可进行多种多样的变更与变化,这一点自不待言。如此变形的实施例不应与本发明的思想及范围分开理解,而应视为属于本发明的权利要求范围内。

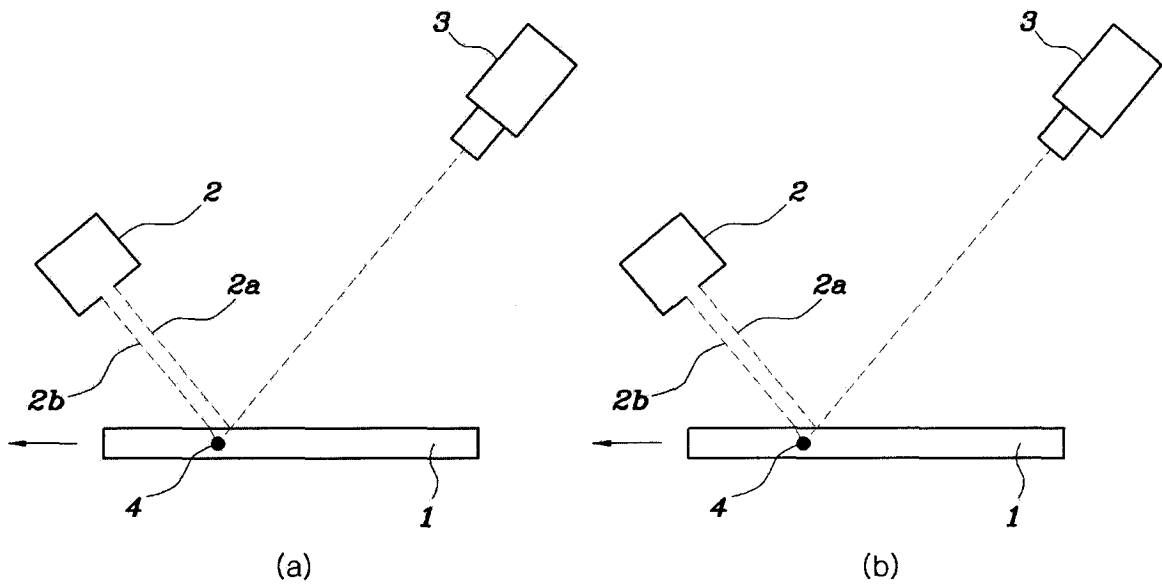


图 1

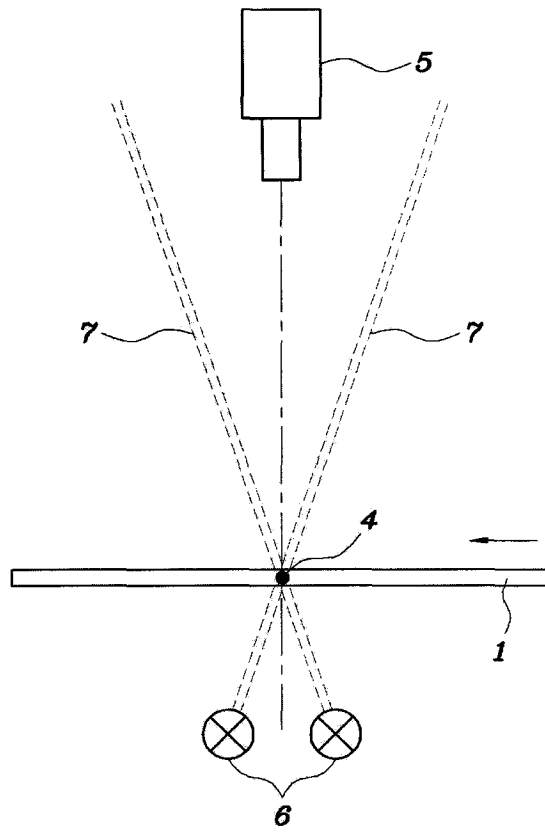


图 2

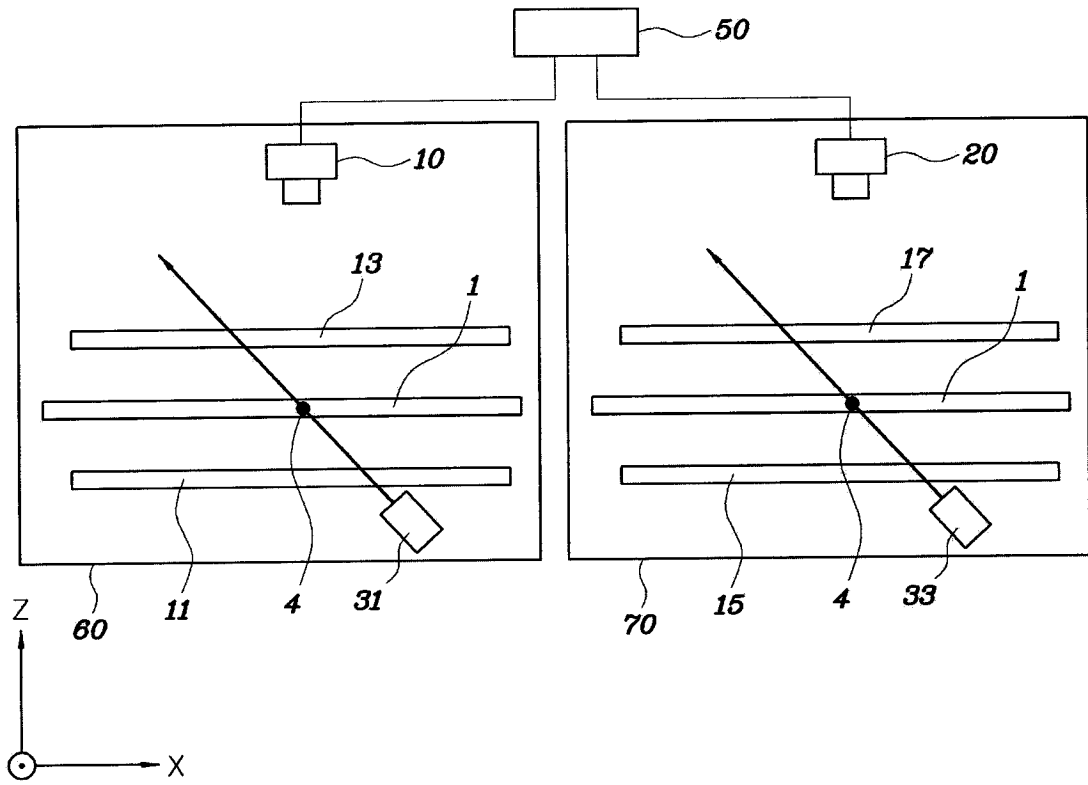


图 3

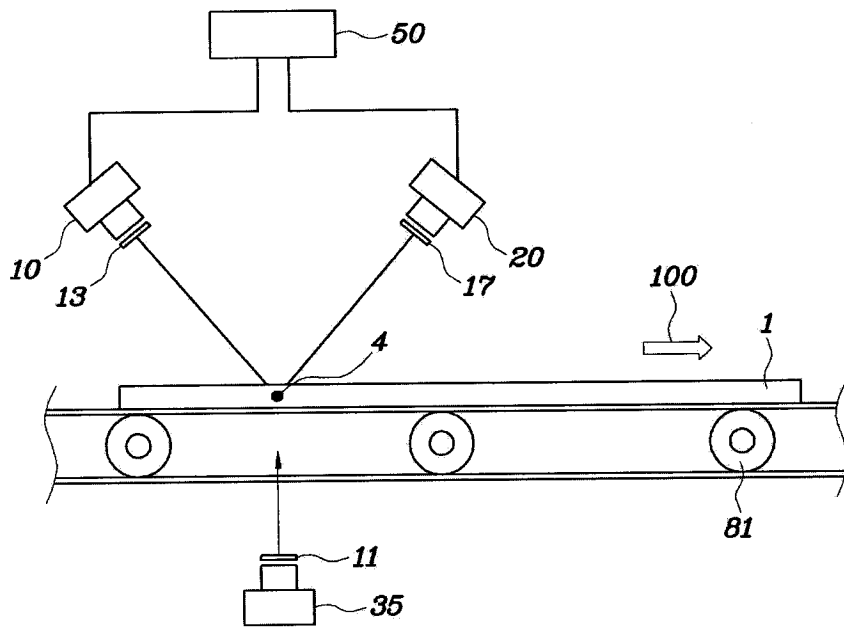


图 4

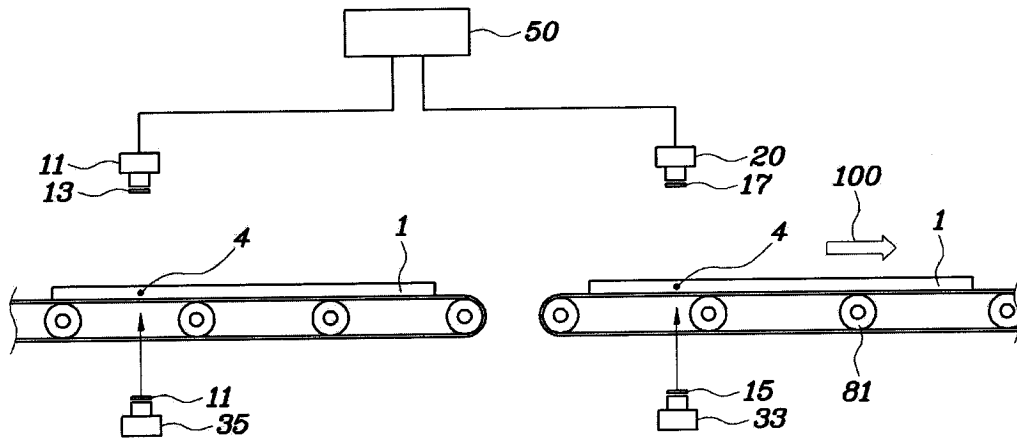
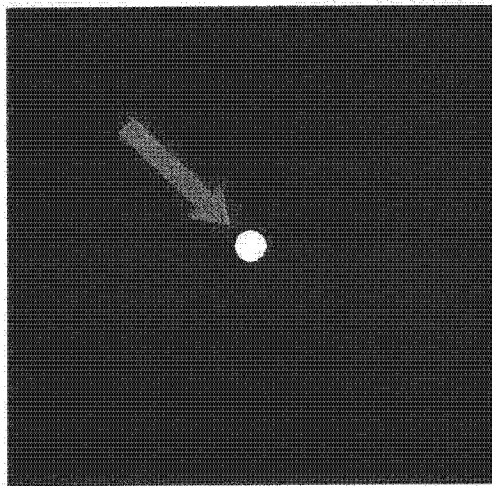
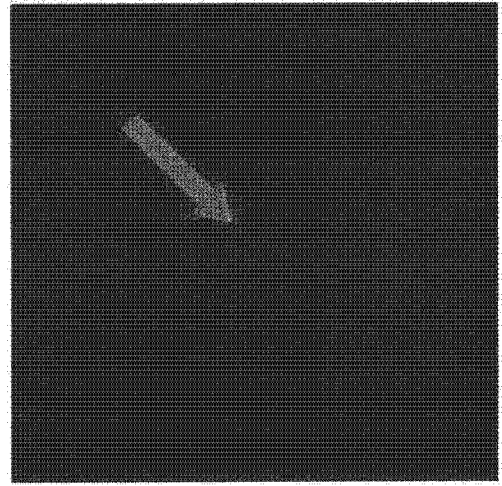


图 5

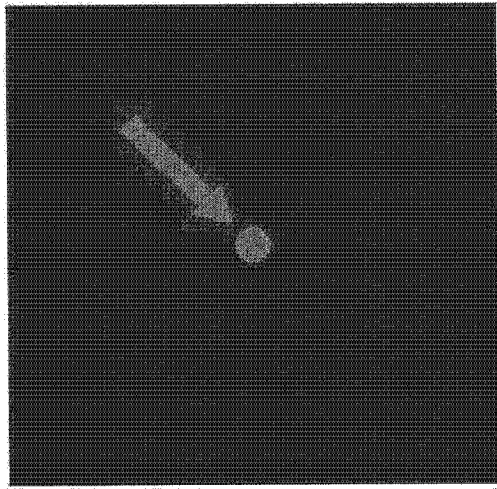


(a)

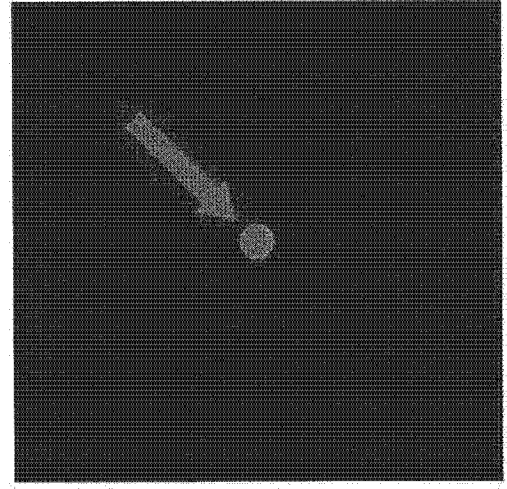


(b)

图 6



(a)



(b)

图 7