



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101375142 B

(45) 授权公告日 2011.06.08

(21) 申请号 200680052903.8

(22) 申请日 2006.12.11

(30) 优先权数据

11/300,899 2005.12.15 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008.08.15

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/046953 2006.12.11

(87) PCT申请的公布数据

W02007/078609 EN 2007.07.12

(73) 专利权人 霍尼韦尔国际公司

地址 美国新泽西州

(72) 发明人 J·F·莎士比亚 T·T·莎士比亚

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 王洪斌 王小衡

(51) Int. Cl.

G01J 3/36(2006.01)

G01J 3/42(2006.01)

(56) 对比文件

US 6272440 B1, 2001.08.07, 说明书第14栏第58行-第15栏第18行、说明书附图1.

CN 1324277 A, 2001.11.28, 全文.

US 2003/0058441 A1, 2003.03.27, 说明书第0006-0007, 0041-0046, 0050, 0058-0060, 0077段、说明书附图1, 3.

审查员 范伟

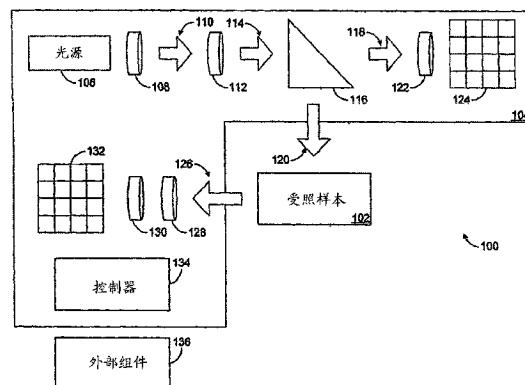
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于独立于照明器进行颜色测量的设备和方法

(57) 摘要

一种方法,包括产生至少一个第一光束(114)以及使用所述至少一个第一光束(114)来产生至少一个第二光束(118)和至少一个第三光束(120)。所述至少一个第一光束(114)具有多个第一区域,所述至少一个第二光束(118)具有多个第二区域,并且所述至少一个第三光束(120)具有多个第三区域。所述第一、第二和第三光束(114, 118, 120)中的每一个都具有至少两个谱相异的区域。所述方法还包括:为所述第二区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱。所述方法还包括:使用所述至少一个第三光束(120)对对象(102)的至少一部分进行照明以产生至少一个第四光束(126)。所述至少一个第四光束(126)具有多个第四区域,其中所述第四区域中的至少两个是谱相异的。另外所述方法包括:为所述第四区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱以及使用所测量的谱中的至少一些来确定所述对象(102)的辐射传递系数。



1. 一种用于颜色测量的方法,包括:

通过提供富谱光的光源,产生包括多个第一空间区域的第一光束(114),所述第一空间区域中的至少两个是谱相异的;

使用所述第一光束(114)来产生至少一个第二光束(118)和至少一个第三光束(120),所述至少一个第二光束(118)包括多个第二空间区域,并且所述至少一个第三光束(120)包括多个第三空间区域,所述第二空间区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三空间区域中的至少两个是谱相异的;

为所述第二空间区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱;

使用所述至少一个第三光束(120)对对象(102)的至少一部分进行照明以产生至少一个第四光束(126),所述至少一个第四光束(126)包括多个第四空间区域,其中所述第四空间区域中的至少两个是谱相异的;

为所述第四空间区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱;以及
使用所测量的谱中的至少一些来识别对象(102)的辐射传递系数。

2. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:使用辐射传递系数识别对象(102)在指定照明条件下的颜色。

3. 如权利要求1所述的方法,其中:

测量所述第一波长带中每一个中的所述谱包括使用第一检测器(124);

测量所述第二波长带中每一个中的所述谱包括使用第二检测器(132);以及

进一步包括:校准所述第一和第二检测器(124,132);

4. 如权利要求3所述的方法,其中校准所述第一和第二检测器(124,132)包括以下至少一个:

使用所述第二和第四光束(118,126)中的每一个中的一个或多个空间区域中的谱局部化特征来校准所述检测器(124,132)的波长标度;

使用所述第二和第四光束(118,126)中的每一个中的一个或多个空间区域的谱特征来建立所述检测器(124,132)处的所述第二和第四光束(118,126)之间的对应;以及

使用具有已知反射率或透射率的第二对象(302)来校准所述检测器(124,132)的光度标度。

5. 如权利要求1所述的方法,进一步包括:中断对所述对象(102)的至少一部分的照明;

其中为所述第四空间区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的所述谱包括:在中断所述照明之前和之后都为所述第四空间区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的所述谱;并且

其中所述辐射传递系数包括磷光性辐射传递系数。

6. 一种设备,包括:

包括提供富谱光的光源的射束发生器,所述射束发生器能够:

产生包括多个第一空间区域的第一光束(114),所述第一空间区域中的至少两个是谱相异的;以及

使用所述第一光束(114)来产生至少一个第二光束(118)和至少一个第三光束(120),所述至少一个第二光束(118)包括多个第二空间区域,并且所述至少一个第三光束(120)

包括多个第三空间区域,所述第二空间区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三空间区域中的至少两个是谱相异的;

第一检测器(124),配置成为所述第二空间区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱;以及

第二检测器(132),配置成为至少一个第四光束(126)中的多个第四空间区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱,所述第四空间区域中的至少两个是谱相异的,所述至少一个第四光束(126)是通过使用所述至少一个第三光束(120)对对象(102)的至少一部分进行照明来产生的。

7. 如权利要求6所述的设备,还包括控制器(124,126),所述控制器能够执行以下至少一个:

使用所测量的谱中的至少一些来识别所述对象(102)的辐射传递系数;以及
使用所述辐射传递系数来识别所述对象(102)在指定照明条件下的颜色。

8. 如权利要求7所述的设备,其中:

对所述对象(102)的至少一部分的照明被中断;

所述第二检测器(132)能够在所述照明被中断之前和之后都为所述第四空间区域中的每一个测量第二波长带中每一个中的所述谱;并且

所述辐射传递系数包括磷光性辐射传递系数。

9. 如权利要求6所述的设备,还包括:

至少一个校准滤光器(304),能够将谱特征施加在至少一个第一光束(114)上;以及
第二对象(302),具有已知的反射率或透射率,所述至少一个校准滤光器(304)和所述第二对象(302)至少在所述设备的校准期间被使用。

10. 一种设备,包括:

包括提供富谱光的光源的射束产生装置,所述射束产生装置能够:

产生包括多个第一空间区域的第一光束(114),所述第一空间区域中的至少两个是谱相异的;以及

使用所述第一光束(114)来产生至少一个第二光束(118)和至少一个第三光束(120),所述至少一个第二光束(118)包括多个第二空间区域,并且所述至少一个第三光束(120)包括多个第三空间区域,所述第二空间区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三空间区域中的至少两个是谱相异的;

第一测量装置(124),能够为所述第二空间区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱;以及

第二测量装置(132),能够为至少一个第四光束(126)中的多个第四空间区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱,所述第四空间区域中的至少两个是谱相异的,所述至少一个第四光束(126)是通过使用所述至少一个第三光束(120)对对象(102)的至少一部分进行照明来产生的。

用于独立于照明器进行颜色测量的设备和方法

技术领域

[0001] 本公开内容大体上涉及颜色测量 (color measurement) 系统,更明确地说,涉及用于独立于照明器 (illuminator-independent) 进行颜色测量的设备和方法。

背景技术

[0002] 已经开发出用于识别或测量不同对象 - 例如纸、涂料或塑料的颜色的不同技术。这些颜色测量技术典型地试图提供客观颜色测量而非主观颜色测量。然而,传统颜色测量技术通常很不适于测量或识别荧光材料的颜色。荧光材料典型地指的是具有通过吸收一个波长的辐射以及之后的再辐射 (通常是不同的波长) 而引起的荧光的材料,所述再辐射在辐射停止时停止。传统的颜色测量技术还常常很不适于测量或识别磷光性 (phosphorescent) 材料的颜色。磷光是荧光的形式,其中对在一个时刻 (instant) 吸收的光能进行再辐射是在扩展的时间范围内发生的而不是在基本上相同的时刻。

[0003] 因若干原因,传统颜色测量技术典型地在测量荧光或磷光性材料的颜色方面有困难。一个原因是传统颜色测量技术通常基于或起源于用于测量非荧光材料的颜色的技术。非荧光材料通常具有独立于照明 (illumination) 的辐射系数 (radiance factor)。相比之下,荧光或磷光性材料的辐射系数通常强烈依赖于照明的谱功率分布。换言之,荧光或磷光性材料的辐射系数典型地会随在颜色测量期间在荧光或磷光性材料上发出的光而变化。

[0004] 传统颜色测量技术通常仅能够在一个或多个特定照明条件下才准确地表征荧光或磷光性材料的颜色。从这些测量来看,通常不可能在与颜色测量期间所使用的照明显著不同的照明下准确地预测荧光或磷光性材料的颜色。这通常会引起若干问题。例如,关于特定对象 (例如客户产品) 是否满足该对象的颜色规范在制造商和客户之间可能会有很大的分歧。而且,这可能引起严重的同色异谱 (metamerism), 其中在一个颜色测量仪看来颜色基本上相同的荧光或磷光性材料在另一个颜色测量仪看来颜色可能基本上不同。另外,就对着色过程 (coloring process) 进行建模而言,使用常规颜色测量技术进行的颜色测量通常提供不准确或误导信息。这通常使得着色过程的质量控制机制难以实现并且导致不良的质量控制性能。

[0005] 用于测量荧光材料的颜色的一种现有颜色测量技术包括产生具有随时间而变化的谱分布的光束。光束被用于对材料进行照明,并且谱功率测量在不同的时间进行。然而,该颜色测量技术可能需要大量的时间来正确工作。此外,当对相对于颜色测量仪移动的材料性质进行测量时,测量典型地只有当该性质在测量时不随移动的距离而变化时才是可靠的。例如,在造纸机中,一张纸可以以高达每秒 30 米移动。在此期间,仅可能形成一个或两个可靠测量,并且如果材料性质随更短的距离范围而变化,那么那些测量可能是不可靠的。

[0006] 用于测量磷光性材料的颜色的一种现有技术包括使用在谱上与材料将被用于其中的预定 (intended) 照明相匹配的光对材料的区域进行连续照明。在这种情况下,来自样本的光可以包括磷光性分量以及荧光和反射或透射的分量。可替换地,在对来自材料的光

继续测量时,可以中断对材料的照明,从而允许仅测量磷光并且确定其随时间的变化。

[0007] 这些技术与传统荧光测量经受相同缺点的困扰,也就是测量不表示在与用于测量的那些照明条件不同的照明条件下材料的颜色。而且,如果材料表现出磷光而不是荧光或者除荧光之外还发出磷光,则其中照明的谱分布随着时间而变化的技术可能会产生不正确的测量。这是因为在任何时刻因照明而产生的磷光会对在该时刻之后的相当长时间对所测量的光造成影响,而传统测量技术通常假定所测量的光仅响应于同时的照明变化而变化。结果,磷光所造成的对测量的时变影响就与荧光所造成的随照明而变化的影响混合在一起。这两种影响典型地无法区分,并且也都不能根据测量而被可靠地量化。

发明内容

[0008] 本公开内容提供了用于独立于照明器进行颜色测量的设备和方法。

[0009] 在第一实施例中,一种方法包括产生至少一个具有多个第一区域的第一光束。所述第一区域中的至少两个是谱相异的 (spectrally different)。所述方法还包括使用所述至少一个第一光束来产生至少一个第二光束和至少一个第三光束。所述至少一个第二光束具有多个第二区域,并且所述至少一个第三光束具有多个第三区域。所述第二区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三区域中的至少两个是谱相异的。所述方法进一步包括为所述第二区域中的每一个测量多个第一波长带 (wavelength band) 中每一个中的谱。此外,所述方法包括使用所述至少一个第三光束对对象的至少一部分进行照明以产生至少一个第四光束。所述至少一个第四光束具有多个第四区域,其中所述第四区域中的至少两个是谱相异的。另外,所述方法包括为所述第四区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱并且使用所测量的谱中的至少一些来确定对象的辐射传递系数。

[0010] 在特定实施例中,所述方法包括使用辐射传递系数确定在指定照明条件下对象的颜色。

[0011] 在其它特定实施例中,所述方法包括校准用于测量谱的第一和第二检测器。所述校准可以包括使用第二和第四光束中的每一个中的一个或多个区域中的谱局部化特征 (localized feature) 来校准检测器的波长标度 (scale)。所述校准还可以包括使用第二和第四光束中的每一个中的一个或多个区域的谱特征来建立检测器处的第二和第四光束之间的对应 (correspondence)。另外,校准还可以包括使用具有已知反射率或透射率的第二对象来校准检测器的光度标度 (photometric scale)。

[0012] 在第二实施例中,一种设备包括射束发生器 (beamgenerator),所述射束发生器能够产生至少一个具有多个第一区域的第一光束。所述第一区域中的至少两个是谱相异的。射束发生器还能够使用所述至少一个第一光束来产生至少一个第二光束和至少一个第三光束。所述至少一个第二光束具有多个第二区域,并且所述至少一个第三光束具有多个第三区域。所述第二区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三区域中的至少两个是谱相异的。所述设备还包括第一检测器,其能够为所述第二区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱。所述设备还包括第二检测器,其能够为至少一个第四光束中的多个第四区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱。所述第四区域中的至少两个是谱相异的。所述至少一个第四光束是通过使用所述至少一个第三光束对对象的至少一部分进行照明来产生的。

[0013] 在第三实施例中,一种设备包括射束产生装置,其能够产生至少一个第一光束并且使用所述至少一个第一光束来产生至少一个第二光束和至少一个第三光束。所述至少一个第一光束具有多个第一区域,并且所述至少一个第二光束具有多个第二区域,并且所述至少一个第三光束具有多个第三区域。所述第一区域中的至少两个是谱相异的,所述第二区域中的至少两个是谱相异的,并且所述第三区域中的至少两个是谱相异的。所述设备还包括第一测量装置,其能够为所述第二区域中的每一个测量多个第一波长带中每一个中的谱。所述设备还包括第二测量装置,其能够为至少一个第四光束中的多个第四区域中的每一个测量多个第二波长带中每一个中的谱。所述第四区域中的至少两个是谱相异的。所述至少一个第四光束是通过使用所述至少一个第三光束对对象的至少一部分进行照明来产生的。

[0014] 对于本领域技术人员而言,根据如下附图、描述和权利要求,其他技术特征将会是很明显的。

附图说明

[0015] 为了更全面地理解本公开内容,现在结合附图来参考如下描述,在附图中:

[0016] 图 1 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于独立于照明器进行颜色测量的示例系统;

[0017] 图 2 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于独立于照明器进行颜色测量的示例方法;

[0018] 图 3 图示了根据本公开内容的一个实施例的在校准期间图 1 的系统的附加细节。

[0019] 图 4 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于对用于独立于照明器进行颜色测量的系统进行校准的示例性方法;和

[0020] 图 5A 到图 5E 图示了根据本公开内容的一个实施例的对图 1 的系统的示例性修改。详细描述

[0021] 图 1 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于独立于照明器进行颜色测量的示例系统 100。图 1 中示出的系统 100 的实施例仅仅用于说明。可以在不偏离本公开内容的范围的情况下使用系统 100 的其他实施例。

[0022] 在本例中,系统 100 包括样本 102 和颜色测量设备 104。通常,样本 102 表示将被颜色测量设备 104 分析的产品、设备、材料、物质或其他对象。样本 102 可以例如表示纸、涂料或塑料制品。作为特定例子,样本 102 可以表示具有荧光增白剂 (optical brightener) (例如芪类化合物 (stilbene compound),其具有 330-420nm(纳米)的激发 (excitation) 范围以及 380-500nm 的发射范围) 的纸制品。作为另一特定例子,样本 102 可以表示具有荧光或磷光性颜色的纸制品或者其他制品。在系统 100 还可以使用任何其他适当的样本 10,而不管样本 102 包括荧光增白剂还是具有荧光或磷光性颜色。

[0023] 颜色测量设备 104 分析样本 102 并且产生与样本 102 的颜色相关联的信息。例如,颜色测量设备 104 可以同时多个照明条件下测量样本 102 的辐射系数。颜色测量设备 104 还可以测量不同照明条件的谱功率分布。颜色测量设备 104 可以在不需要使用任何特定照明条件的情况下实现这些功能。使用这些测量,独立于照明的颜色的表征能够被识别,例如通过确定样本 102 的辐射传递系数来识别。使用辐射传递系数,能够预测样本 102

在任意照明条件下的颜色。这可以允许例如制造商或其他实体预测样本 102 在各种照明条件下的颜色。

[0024] 在该示例实施例中,颜色测量设备 104 包括光源 106。光源 106 提供用于分析样本 102 的照明。例如,光源 106 可以提供富谱光 (rich spectrum light)。作为特定例子,光源 106 可以在感兴趣的波长范围的大部分或所有波长上提供充分的光发射。在特定实施例中,波长范围内的不充分的谱功率带可能是可接受的 - 如果所述带比颜色测量设备 104 中的各检测器的带通更窄。光源 106 表示任何适当的光源,例如富谱光源或窄带光源。

[0025] 来自光源 106 的光通过散射体 - 准直仪 (diffusercollimator) 108。散射体 - 准直仪 108 使来自光源的光散射并且对光进行准直 (collimate)。这产生了宽准直的谱一致 (spectrallyuniform) 的光束 110。散射体 - 准直仪 108 表示一个或多个用于使光散射并且对光进行准直的任意适当的结构。

[0026] 光束 110 通过滤光器 112。滤光器 112 对光束 110 进行过滤以产生宽准直的谱可变的光束 114。光束 114 包含多个空间区域,其中每个区域是谱均匀的 (spectrally homogenous),并且所述空间区域中的至少两个是谱相异的。滤光器 112 包括一个或多个用于产生谱可变光的任意结构。滤光器 112 可以例如表示沿一维轴空间可变的滤光器。而且,滤光器 112 可以提供不同富谱范围作为输出并且不需要仅提供单色谱或窄带谱作为输出。在本文件中,短语“谱均匀”不必要求谱在所有波长都是等振幅 (amplitude) 的而是可以包括这样的谱,所述谱在某一特定空间区域中的任意点相同或者基本上相同。

[0027] 分光器 (splitter) 116 将光束 114 分成基准射束 118 和探测 (probe) 射束 120。分光器 116 表示一个或多个用于将光束分成多个射束的任意结构。分光器 116 可以例如表示无色 (achroic) 射束分光器。分光器 116 可以对光束 114 进行分裂以便在基准射束 118 和探测射束 120 中保持射束 114 的谱相异区域。分光器 116 的分配比 (divisionratio) 对于所有区域而言无需相同。相对谱功率分布在射束 118-120 的相应区域中可以是相同的或者相对地相同。

[0028] 基准射束 118 被提供给色散元件 122。色散元件 122 通过使基准射束 118 沿着第二一维轴扩展来使基准射束 118 色散。例如,基准射束 118 可以包括多个谱均匀空间区域,并且色散元件 122 可以使这些谱均匀区域中的每一个色散到多个波长带中。色散元件 122 包括一个或多个用于使光色散的任意结构。

[0029] 来自色散元件 122 的色散光在基准检测器阵列 124 处被接收。基准检测器阵列 124 能够测量被色散的基准射束的各部分中的光量。例如,基准检测器阵列 124 的每一行可以为基准射束 118 中的单个谱均匀区域测量波长带中的谱。而且,基准检测器阵列 124 的每一列可以与基准射束 118 中的不同的谱均匀区域相关联。基准检测器阵列 124 包括一个或多个用于测量光的任何合适的结构。

[0030] 如图 1 所示,探测射束 120 对样本 102 的至少一部分进行照明。探测射束 120 与样本 102 交互以产生测量射束 126。测量射束 126 可以通过从样本 102 传送 (remit) 或透射通过样本 102 来产生并且可以包括通过探测射束 120 激励 (stimulate) 的荧光或磷光性发射。测量射束 126 可以具有多个区域,所述多个区域具有不同的谱功率分布。其中不同的谱功率分布可以由样本 102 与探测射束 120 的交互引起。

[0031] 测量射束 126 通过透镜 128 和色散元件 130。透镜 128 对测量射束 126 进行聚焦,

并且色散元件 130 使聚焦的测量射束 126 沿着第二一维轴色散。透镜 128 包括一个或多个用于对光进行聚焦的任何合适的结构,并且色散元件 130 包括一个或多个用于使光色散的任何合适的结构。作为特定例子,色散元件 130 可以将测量射束 126 的每个谱均匀区域色散到多个波长带中。

[0032] 来自色散元件 130 的色散光在测量检测器阵列 132 处被接收。测量检测器阵列 132 测量与测量射束 126 的每个谱均匀区域相关联的各波长带中的光量。测量检测器阵列 132 可以以与基准检测器阵列 124 相同的方式操作。测量检测器阵列 132 包括一个或多个用于测量光的任何合适的结构。

[0033] 在一些实施例中,透镜 128、色散元件 130 和测量检测器阵列 132 与颜色测量设备 104 的其他组件被定位于样本 102 的相同侧。在这些实施例中,透镜 128、色散元件 130 和测量检测器阵列 132 假定与探测射束 120 的入射位于样本 102 的相同侧。该配置例如在测量射束 126 是被从样本 102 反射时就会是有用的。在其他实施例中,透镜 128、色散元件 130 和测量检测器阵列 132 与颜色测量设备 104 的其他组件被定位于样本 102 的相对侧。在这些实施例中,透镜 128、色散元件 130 和测量检测器阵列 132 假定与探测射束 120 的入射位于样本 102 的相对侧。该配置例如在测量射束 126 是在探测射束 120 透射通过样本 102 时被形成的情况下就会是有用的。还可以使用任何其他或附加的配置。

[0034] 在一些实施例中,检测器阵列 124 和 132 可以表示检测器阵列,例如电荷耦合器件 (Charge-Coupled Device, CCD) 或互补金属氧化物半导体 (Complementary Metal-Oxide Semiconductor, CMOS) 图像检测器。在其它实施例中,检测器阵列 124 和 132 中任一或二者都可以被多个阵列检测器或一组适当定位的线性检测器来代替。这例如在待测量的各个光束不能被送到足够紧凑的 (compact) 区域以便使用单个检测器阵列时就会是有用的。

[0035] 检测器阵列 124 和 132 所进行的测量可以被用于确定样本 102 的辐射传递系数。样本 102 的辐射传递系数然后可以被用于预测样本 102 在任意光源下的颜色和 / 或相关性质。在一些实施例中,这些计算是由颜色测量设备 104 中的控制器 134 来执行的。在这些实施例中,控制器 134 表示用于确定辐射传递系数和 / 或预测样本 102 的颜色的任意硬件、软件、固件或其组合。在其他实施例中,控制器 134 可以收集来自检测器阵列 124 和 132 的输出并且将数据提供给外部组件 136 (例如外部控制器或计算设备),其中外部组件 136 计算辐射传递系数和 / 或预测样本 102 的颜色。在又一些实施例中,来自检测器阵列 124 和 132 的输出可以被直接提供给外部组件 136。

[0036] 照此,样本 102 的辐射传递系数可以被确定并且被用于预测样本 102 在指定光照条件 (lighting condition) 下的颜色。而且,通过同时以多个照明谱进行测量,可以更加迅速且可靠地确定样本 102 的辐射传递系数。这即使当样本 102 在移动或者辐射传递系数随时间而快速变化时仍会如此。此外,样本 102 的受照区域对于探测射束 120 而言无需太大,所以样本 102 的被测量区域就能够相当紧凑。这使得对移动中的样本 102 的辐射传递系数在相对短的距离范围内的变化进行测量成为可能。另外,可以在短时间段内测量许多不同样本 102。

[0037] 另外,通过利用非时变照明对样本 102 进行照明,然后中断照明并且继续对测量射束 126 进行测量,样本 102 的磷光就能够被量化。例如,磷光可以在从照明被中断的时间到完成测量的时间的时滞 (time lag) 内被量化为随时间变化的辐射传递系数。这种类型

的随时间变化的辐射传递系数可以表示磷光衰变或步进 (step) 响应, 并且它可以被转换成脉冲响应或任何其他方便的随时间变化的形式。从利用连续照明进行的测量获得的辐射传递系数然后能够被分解成荧光辐射传递系数和磷光辐射传递系数。

[0038] 有关颜色测量设备 104 的操作的附加细节在图 2 中提供。在正常操作之前, 颜色测量设备 104 可以被校准以便能够获得正确的结果。关于颜色测量设备 104 的校准的附加细节在图 3 和 4 中示出。图 5A 到 5B 图示了对颜色测量设备 104 的可能修改。

[0039] 尽管图 1 图示了用于独立于照明器进行颜色测量的系统 100 的一个例子, 但是可以对图 1 进行各种改变。例如, 尽管描述为使用或产生单个光束 (例如, 射束 110、114、118、120 和 126), 但是这些射束中的每一个可以表示多个光束。而且, 在颜色测量设备 104 中使用控制器 134 是可选的。类似地, 尽管已经提到透镜 128, 但是能够通过镜子 (mirror) 或其他合适的机制来将光聚焦到色散元件 130 上。此外, 在一些测量几何中, 如果色散元件 130 能够被定位成适当靠近于被照明的样本 102, 则透镜 128 能够被省略。此外, 在图 1 中被示为不同实体的某些组件可以被组合成集成组件。作为特定例子, 射束分光器 116 和滤光器 112 将被构造成单个组件, 在该情况下射束 114 存在于组件内, 而不是在组件之间运送。另外, 尽管已经提到准直射束, 但是在其他实施例中用于一个或多个探测射束 120 的散射机制可以被使用以便通过至少一个散射辐射 (diffuse radiance) 对样本 102 进行照明。在这种情况下, 散射机制可以使一个探测射束 120 散射到足够接近于样本 102 以使得所得到的散射辐射没有明显与来自任何其他探测射束 120 的辐射重叠。

[0040] 图 2 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于独立于照明器进行颜色测量的示例性方法 200。为了便于解释, 相对于在图 1 的系统 100 中运行的颜色测量设备 104 来描述方法 200。所述方法 200 可以在任何其他合适的设备中以及任何其他合适的系统中使用。

[0041] 在步骤 202 在多个空间区域中的每一个中产生基本上或实质上谱均匀的光。这可以包括例如光源 106、散射体-准直仪 108 和滤光器 112 产生一个或多个谱可变的光束 114。一个或多个射束 114 中的至少两个空间区域包含谱相异的光。将这些空间区域中的 m 个空间区域中的谱功率分布表示为 $E_1(\lambda), E_2(\lambda), \dots, E_m(\lambda)$ 。

[0042] 在步骤 204 将光分成至少一个基准射束和至少一个探测射束。这可以包括例如分光器 116 将一个或多个谱可变的光束 114 分成一个或多个基准射束 118 和一个或多个探测射束 120。所述一个或多个基准射束 118 可以包括多个基本上或实质上谱均匀的空间区域。类似地, 所述一个或多个探测射束 120 可以包括多个基本上或实质上谱均匀的空间区域。对光束 114 中的空间区域 k 的划分可以产生具有谱功率分布 $\alpha_k E_k(\lambda)$ 的探测射束 120 的区域。对空间区域 k 的划分还可以产生具有谱功率分布 $\beta_k E_k(\lambda)$ 的基准射束 118 的区域, 其中 $\alpha_k + \beta_k \leq 1$ 。

[0043] 在步骤 206, 使一个或多个基准射束 118 中的每个谱均匀区域色散到多个波长带中, 并且在步骤 208 测量每个波长带中的光量。这可以包括例如将一个或多个基准射束 118 传过色散元件 122。这形成了基准谱的阵列, 其通过基准检测器阵列 124 来测量。在有 n 个波长带和非理想色散的情况下, 基准谱形成阵列 S 。阵列 S 中的元素可以被定义为: $S_{ki} = \beta_k (\dots + a_{i-1} E_k(\lambda_{i-1}) + a_0 E_k(\lambda_i) + a_1 E_k(\lambda_{i+1}) + \dots)$, $k = 1:m$, $i = 1:n$ (1) 其中 a_{-1} , a_0 , a_1 等表示卷积系数, 所述卷积系数描述色散元件 122 在基准检测器阵列 124 上的非理想性

(ideality)。对阵列 S 进行去卷积以消除色散非理想性可以产生： $S_{ki} = \beta_k E_k(\lambda_i)$, $k = 1:m$, $i = 1:n$. (2)

[0044] 在步骤 210 通过使用一个或多个探测射束 120 来对样本 102 的至少一部分进行照明以产生一个或多个测量射束 126。所述一个或多个测量射束 126 可以包括多个基本上或实质上谱均匀的空间区域。将样本 102 的辐射传递系数 (radiance transfer factor) 表述为 $B(\xi, \lambda)$, 其中离散表示 B 的元素 B_{ji} 是窄带整范数 (integral norm)。辐射传递系数 $B(\xi, \lambda)$ 可以描述响应于利用波长 ξ (或者在波长 ξ 周围的窄带中) 的单位功率入射辐射进行的照明而产生的来自对象的波长 λ (或在波长 λ 周围的窄带中) 的出射 (excident) 辐射功率。对于 $\lambda \geq \xi$, $B(\xi, \lambda)$ 典型地不包含负值并且包含非零值。对角线值 $B(\lambda, \lambda)$ 描述了常规的反射或透射的影响, 这取决于照明和检测的相对几何。 $\lambda > \xi$ 的偏对角线值 $B(\xi, \lambda)$ 描述了荧光的影响 (如果有的话)。 $\lambda < \xi$ 的偏对角线值 $B(\xi, \lambda)$ 可以为 0。与探测射束 120 的区域 k 相对应的测量射束 126 的区域可以具有谱功率分布： $P_k = \alpha_k B E_k$, $k = 1:m$. (3)

[0045] 在步骤 212 使所述一个或多个测量射束 126 的每个谱均匀区域色散到多个波长带中, 并且在步骤 214 测量每个波长带中的光量。这可以包括例如将一个或多个测量射束 126 传过透镜 128 和色散元件 130。这形成测量谱的阵列, 其通过测量检测器阵列 132 来测量。在有 n 个波长带和非理想色散的情况下, 测量谱形成阵列 P 。阵列 P 中的元素可以被定义为： $P_{ki} = \alpha_k (\dots + a_{-1} B E_k(\lambda_{i-1}) + a_0 B E_k(\lambda_i) + a_1 B E_k(\lambda_{i+1}) + \dots)$, $k = 1:m$, $i = 1:n$. (4) 其中 a_{-1} , a_0 , a_1 等表示卷积系数, 所述卷积系数描述色散元件 130 在测量检测器阵列 132 上的非理想性。对阵列 P 进行去卷积以消除色散非理想性可以产生： $P_{ki} = \alpha_k B E_k(\lambda_i)$, $k = 1:m$, $i = 1:n$. (5)

[0046] 在步骤 216 使用一个或多个基准射束 118 和一个或多个测量射束 126 的测量来确定样本 102 的辐射传递系数。这可以包括例如控制器 134 或外部组件 136 计算辐射传递系数。作为特定例子, 使测量谱 P 和基准谱 S 中的每一个除以适当的标量系数 α_k 或 β_k 。可以获得 B 的最小平方估计为： $B = P S^T (S S^T)^{-1}$ (6) 其中 S^T 表示阵列 S 的转置 (transpose)。在此还可以使用约束最小平方估计, 原因在于 B 可以是三角形或对角线并且可以不包含任何负值。该计算例如在荧光波长范围中可能是有用的, 并且 $S S^T$ 在那些子块中可能仅需要满秩 (complete rank)。在其中已知样本 102 不发出荧光的波长处, B 可以表示对角矩阵, 并且 $B_{ii} = P_{ki} / S_{ki}$ 的元素接元素的除法 (element by element division) ($k = 1:m$ 的平均或加权平均) 可以代替该矩阵操作。

[0047] 可以采用类似方式来进行对磷光辐射传递系数的计算或估计。样本 102 的照明被中断, 并且在中断之前的最后的测量时间被指定为 t_0 。在估计磷光辐射传递系数中可以使用在时间 t_0 或在不迟于时间 t_0 结束的时段范围内平均的每个谱均匀区域的基准照明 E_k 。例如, 随时间变化的辐射传递系数 $B(t)$ 可以根据在每个后续时刻 t 的测量 $S_k(t)$ 来计算。作为特定例子, 可以使用以下等式来为 $B(t)$ 获得最小平方估计： $B(t) = P(t) E^T(t_0) (E(t_0) E(t_0)^T)^{-1}$. (7) 在本例中, 矩阵形式的磷光辐射传递系数可以是三角形的并且可以只包含偏对角线的非负值。约束最小平方或其他估计方法可以包括这些已知条件。

[0048] 在步骤 218, 确定在任意照明下样本 102 的颜色和 / 或其他相关性质。这可以包括例如控制器 134 或外部组件 136 使用在步骤 208 和 214 期间获得的测量来识别样本 102 的

颜色。作为特定例子,使 $T(\lambda)$ 表示指定光源。样本 102 在该光源下的颜色可以通过使用模拟的测量 BT 来确定。模拟的测量 BT 能够被用于计算颜色坐标 (color coordinate), 例如国际照明委员会 (CIE) L^*a^*b 参数或国际标准化组织 (ISO) 亮度参数。可以确定这些颜色坐标, 就像已经使用了实际光源发生了模拟的测量 BT 一样。类似地, 通过计算在两个指定光源 T_1 和 T_2 下的模拟测量, 可以准确地计算在该光源对下照明器同色异谱 (metamerism) 的指数。照明器同色异谱会不同于当荧光或磷光存在时的光源 (illuminant) 同色异谱, 并且当能够使用指定光源对进行测量时照明器同色异谱可以被准确地确定。

[0049] 尽管图 2 图示了用于独立于照明器进行颜色测量的方法 200 的一个例子, 但是可以对图 2 进行各种改变。例如, 尽管在图 2 中示出一系列步骤, 但是图 2 的步骤中的多个步骤可以并行发生。例如当处理一个或多个基准射束 118 的步骤 206-208 与涉及一个或多个探测射束 120 的步骤 210-214 并行发生时, 这就可以发生。

[0050] 图 3 图示了根据本公开内容的一个实施例的在校准期间图 1 的系统 100 的附加细节。在图 3 中示出的用于校准系统 100 的机制仅用于说明。可以在不偏离本公开内容的范围的情况下使用其他用于校准系统 100 的技术。

[0051] 如图 3 中所示, 图 1 的样本 102 由一个或多个步骤样本 302 代替。而且, 波长校准滤光器 304 已经被插在滤光器 112 和分光器 116 之间。标准样本 302 可以被用于测量检测器阵列 132 的光度 (photometric) 校准和用于基准检测器阵列 124 的相对校准。例如, 标准样本 302 可以提供一或多个灰度级标准, 所述灰度级标准具有相对于全散射体 (perfect diffuser) 已知的反射率或透射率。除此之外或取而代之, 标准样本 302 可以提供一或多个具有已知特性的彩色 (chromatic)、荧光或磷光性标准。

[0052] 波长校准滤光器 304 被用于支持检测器阵列 124 和 132 的相对对准。例如, 波长校准滤光器 304 可以产生这样的光束, 所述光束在光束的有限或减少数量的区域中具有局部化很好 (well-localized) 的谱特征。使用波长校准滤光器 304 所产生的光束, 检测器阵列 124 和 132 能够被适当定位在颜色测量设备 104 中。波长校准滤光器 304 可以表示一个或多个用于在已知波长处产生转变 (transition) 的任何合适的结构, 例如一个或多个铈 (Ho)、镨 (Pr) 或钕 (Nd) 玻璃滤光器 (glassfilter) 或适当选择的干扰滤光器 (interference filter)。

[0053] 尽管图 3 图示了用于校准图 1 的系统 100 的校准机制的一个例子, 但是可以对图 3 进行各种改变。例如, 所述多个标准样本 302 可以由单个样本代替, 该单个样本具有不同区域, 所述不同区域具有不同的已知反射率或透射率。而且, 多个波长校准滤光器 304 可以被用于对系统 100 进行校准。

[0054] 图 4 图示了根据本公开内容的一个实施例的用于校准用于独立于照明器进行颜色测量的系统的示例方法 400。为了便于解释, 相对于在图 1 的系统 100 中运行的颜色测量设备 104 来描述方法 400。方法 400 可以被用于任何其他合适的设备和任何其他合适的系统中。

[0055] 在步骤 402 建立检测器阵列 124 和 132 的波长标度。这可以包括例如将谱局部化特征施加在至少一个光束上。作为特定例子, 这可以包括使用一个或多个波长校准滤光器 304 将谱局部化特征施加在一个或多个谱可变光束 114 上。这可以在光束 114 的多个已知波长处施加锐转变 (sharp transition)。用于检测器阵列 124 和 132 中的每一个的波长标

度然后通过识别检测器阵列 124 和 132 的相邻元件之间的相应位移 (shift) 来建立。在特定实施例中,在该步骤期间,灰度级标准被用作样本 302。

[0056] 在步骤 404 建立检测器阵列 124 和 132 之间的空间对应。这可以包括例如将特性谱特征施加在至少一个光束的至少一个谱均匀空间区域上,其中该区域的谱特征不同于相邻区域。作为特定例子,这可以包括使用一个或多个波长校准滤光器 304 将特性谱特征施加在光束 114 的至少一个区域上。特性谱特征被施加到的区域可以与相邻区域在谱上被清楚地区分。一个或多个波长校准滤光器 304 仅可以在该步骤或先前步骤期间被使用,或者校准滤光器 304 还可以在颜色测量设备 104 的正常操作期间被使用。

[0057] 在步骤 406 建立用于检测器阵列 124 和 132 的相对光度标度。这可以包括例如使用具有已知谱特性的标准样本 302。在一些实施例中,无需在该步骤中确定绝对光度标度。作为特定例子,对于非荧光或磷光性的反射性或透射性标准样本 302,检测器阵列 124 和 132 的相应元件中的功率比理论上与给定波长处的样本 302 的反射率或透射率成比例。而且在该步骤期间可以使用具有不同反射率或透射率的多个标准样本 302,以便能够确定与光度线性 (photometric linearity) 的偏差。

[0058] 尽管图 4 图示了用于校准用于独立于照明器进行颜色测量的系统的方法 400 的一个例子,但是可以对图 4 进行各种改变。例如,虽然在图 4 中波长标度和空间对应步骤 402-404 被示为独立的步骤,但是这些步骤可以被组合成单个步骤。作为特定例子,这可以包括施加就所有空间区域而言并非都相同的谱局部化特征,例如通过使用交替的铈和钕滤光器而得到。

[0059] 图 5A 到图 5E 图示了根据本公开内容的一个实施例的对图 1 的系统 100 的示例修改。在图 5A 到图 5E 示出的修改仅用于说明。可以在不偏离本公开范围的情况下在图 1 的系统 100 中使用这些或其他修改中任何一个或这些或其他修改的组合。

[0060] 如图 5A 中所示,图 1 中的滤光器 112 (具有一维空间变化) 可以由多个滤光器 502a-502c 来代替。滤光器 502a-502c 中的至少一些具有不同的谱通过特性 (spectral pass characteristic)。而且,这些滤光器 502a-502c 中的每一个可以是一致的,或者滤光器 502a-502c 中的一些或全部可以具有不同区域,所述不同区域具有不同的谱通过特性。为了支持检测器阵列 124 和 132 的波长校准和相对对准,滤光器 502a-502c 中的至少一个可以具有局部化谱特征,所述局部化谱特征可以仅仅在校准期间使用,也可以不使用。

[0061] 如图 5B 中所示,图 1 的散射体-准直仪 108 可以由至少一个散射体 520 来代替,所述至少一个散射体 520 使来自光源 106 的光散射。这产生一个或多个谱一致的光束 522,其尚未被准直。而且,透镜 524a-524c 和滤光器 526a-526c 可以被用于产生多个聚焦的光束 528a-528c。聚焦的光束 528a-528c 能够通过分光器 116 聚焦在样本 102 上。镜子或折射元件也可以被用于将光束 528a-528c 聚焦到样本 102 上。在这种情况下,可以对样本 102 的距离进行约束以使得样本 102 保持在光学器件的工作距离的范围内。而且,在本例中,色散元件 122 和基准检测器阵列 124 可以包括合适的聚焦光学器件以用于处理在对光束 528a-528c 进行划分时产生的多个基准射束 118。

[0062] 如图 5C 中所示,图 1 中的单个光源 106 可以由一组光源 540a-540c 来代替。在一些实施例中,光源 540a-540c 中的每一个可以表示谱不完全 (incomplete) 的光源,所述谱不完全的光源在一个或多个波长范围处具有不充分的光发射。这些谱不完全的光

源 540a-540c 可以例如表示荧光灯管。来自光源 540a-540c 的光通过多个透镜或准直仪 542a-542c 以产生多个聚焦的或准直的光束 544a-544c, 并且滤光器可以使用也可以不使用。光束 544a-544c 可以具有不同的谱。

[0063] 如图 5D 中所示, 图 1 中的单个分光器 116 可以由多个分光器 560a-560c 来代替。这在例如图 5A 到 5C 中的修改中的任何一个被用于产生多个光束的情况下是有用的。分光器 560a-560c 能够以线性图案、矩形图案或任何其他合适的方式来安排。而且, 分光器 560a-560c 可以被安排成对输出光束进行重排序, 这样对样本 102 进行照明的光束的排列就不同于基准检测器阵列 124 上光束的排列。

[0064] 如图 5E 中所示, 基准样本 580 可以被插在基准射束 118 和色散元件 122 之间。基准样本 580 可以表示具有任何合适的已知反射率或透射率的任何合适的样本。光束 582 是通过基准射束 118 和基准样本 580 的交互来产生的。光束 582 然后通过色散元件 122 到达基准检测器阵列 124 上。在本例中, 基准射束 118、基准样本 580 和基准检测器阵列 124 之间的几何关系可以对应于探测射束 120、样本 102 和测量检测器阵列 132 之间的几何关系。

[0065] 尽管图 5A 到 5E 图示了可以对图 1 的系统 100 进行的修改的例子, 但是还可以对图 5A 到 5E 进行各种改变。例如, 在图 5A 到 5D 中使用三个组件 (例如三个滤光器、透镜或分光器) 仅仅用于说明。在系统 100 中可以使用任何数量合适的这些组件。而且, 图 5A 到 5E 不旨在表示对系统 100 的所有可预见的修改。可以对系统 100 进行任何其他或附加的修改, 并且可以在系统 100 中使用修改的任意组合。

[0066] 对在整个该专利文献中所使用的某些字词和短语的定义进行阐述是有利的。术语“包含”和“包括”及其衍生词意指包含但不局限于...。术语“或”是包含性的, 意指和/或。短语“与... 相关联”和“与之相关联”及其衍生词意指包含、被包含在内、与... 互连、包括、被包括在内、连接到或与... 连接、耦合到或与... 耦合、与... 可通信、与... 合作、交错、并置、接近于、捆绑到或与... 捆绑、具有、具有... 的性质等。术语“控制器”意指用于控制至少一个操作的任何设备、系统或其部分。控制器可以用于硬件、固件、软件或其中它们的至少两个的组合来实现。与任何特定控制器相关联的功能体可以是集中式的或分布式的, 而且不管是本地的还是远程的。

[0067] 尽管本公开内容已经描述了某些实施例以及通常关联的方法, 但是对于本领域技术人员而言对这些实施例的改变和置换是很明显的。例如, 在不同反射率的背衬 (backing) 上对部分不透明材料的测量能够被用于推断材料的透射性能, 计算用该材料形成的基本不透明堆叠 (stack) 的性质, 或者区分辐射传递系数中的吸收和散射效应。取代为此目的而使用以不同性质的背衬进行的反射测量, 还可以同时测量来自材料的反射和透射光。作为另一个例子, 通过对生产材料的过程进行已知的扰动 (perturbation), 可以在扰动之前和之后测量材料的辐射传递系数。于是可以表征所述过程对扰动的辐射传递系数响应, 因此可以量化在材料中对于任何指定照明器的颜色响应。此外, 通过使用为多个照明器估计的颜色测量以及为那些照明器计算的颜色响应, 可以通过操纵向制造过程添加着色剂来控制材料的照明器同色异谱。根据本公开内容的设备可以被布置以测量一个或多个固定位置中的材料或者横跨该材料以便按顺序测量该材料在多个位置处的性质。所述设备还可以被配备有光管或可移动的镜子, 其能够将光束输送到跨过该材料的多个位置, 并且能够把从材料的那些位置反射或透射的光输送到检测器以便能够在多个位置处更快地对材料进行测

量。这些变化在制造或加工材料期间在对移动材料进行测量的过程中会尤其有用。因此，以上对示例实施例的描述没有限定或限制本公开。可以在不偏离如以下权利要求所限定的本公开内容的精神和范围的情况下进行其他改变、替换和改动。

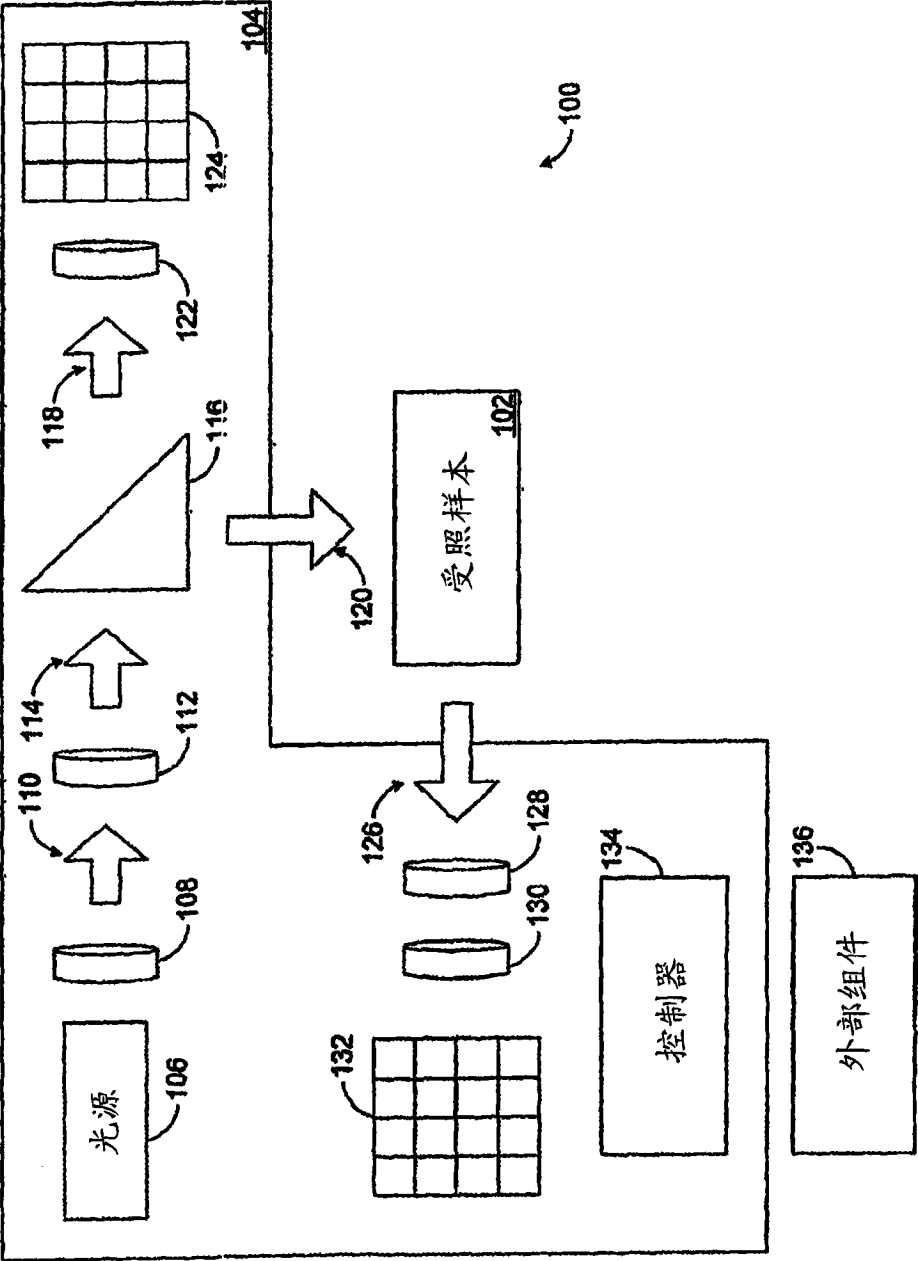


图 1

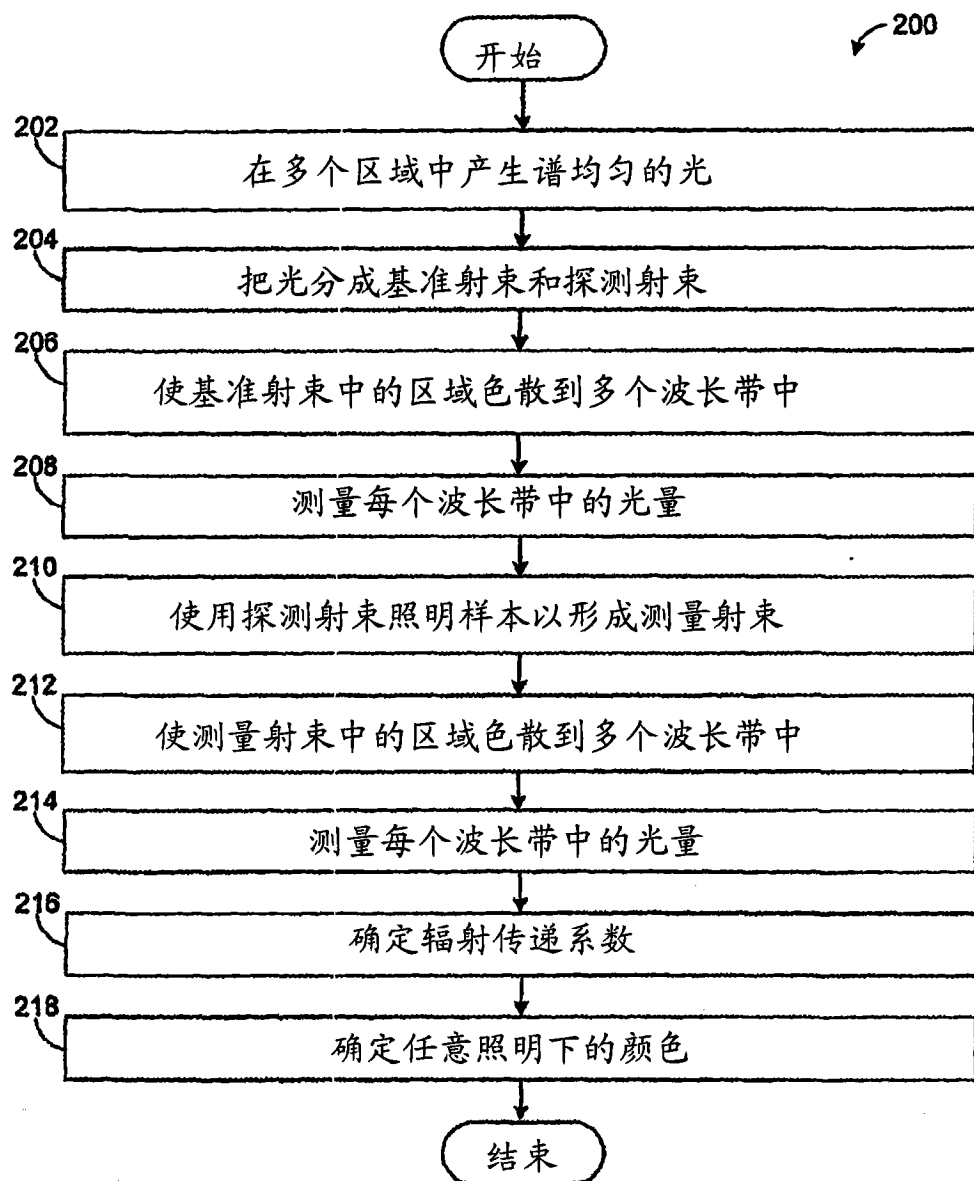


图 2

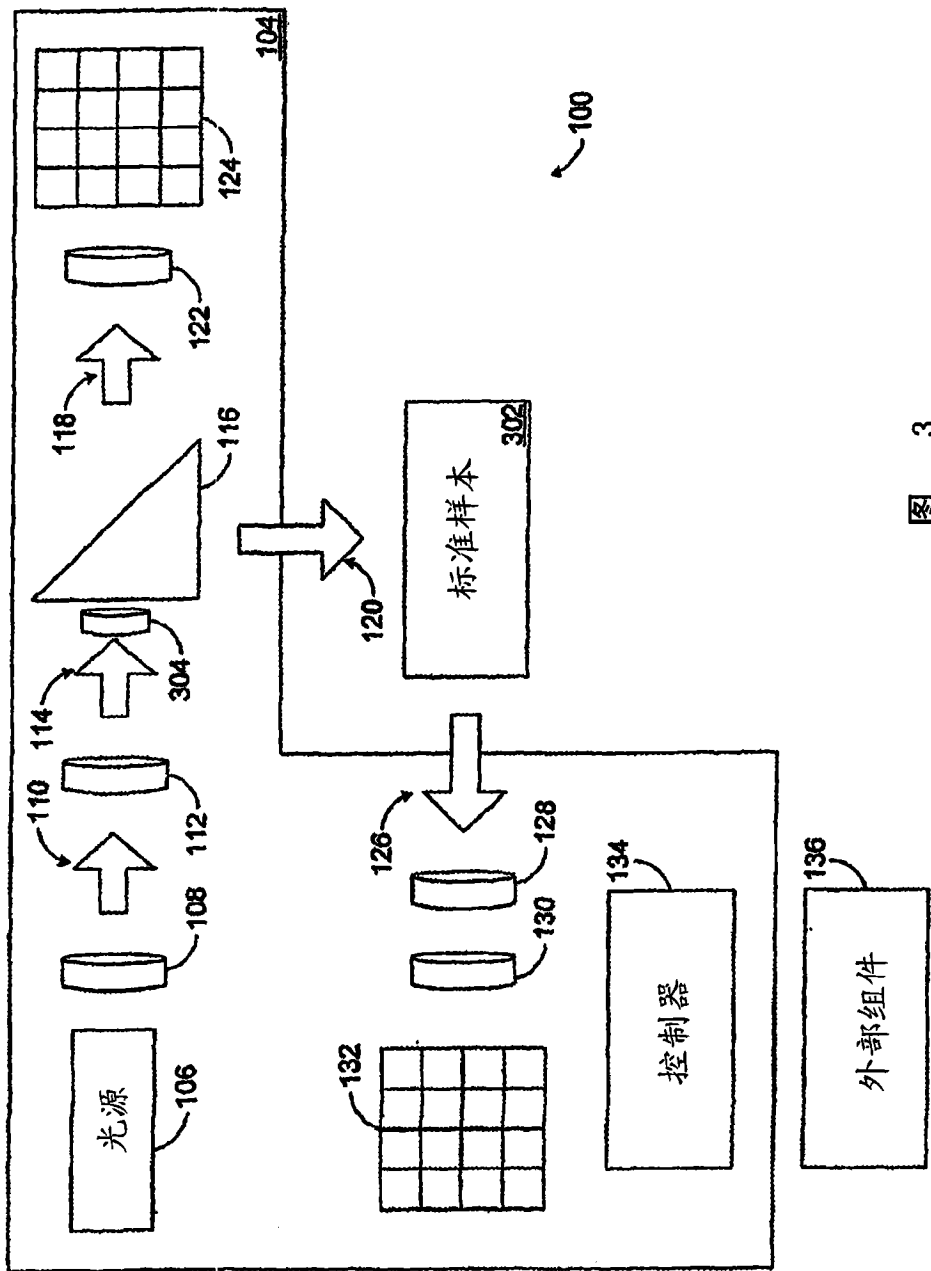


图 3

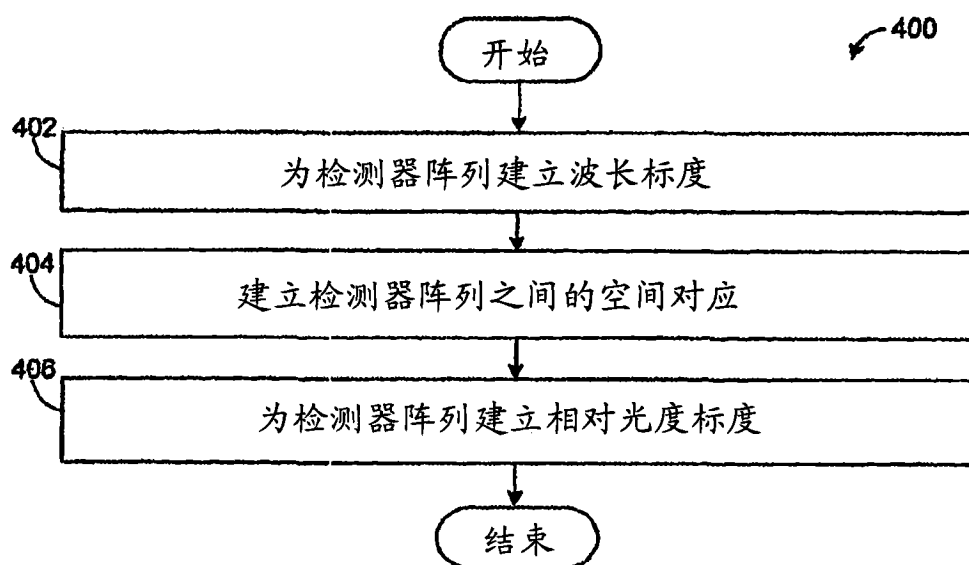


图 4

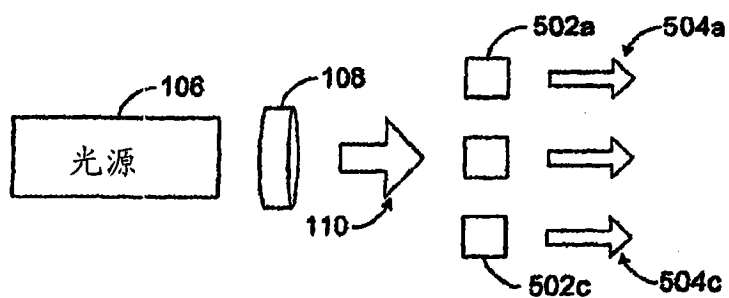


图 5A

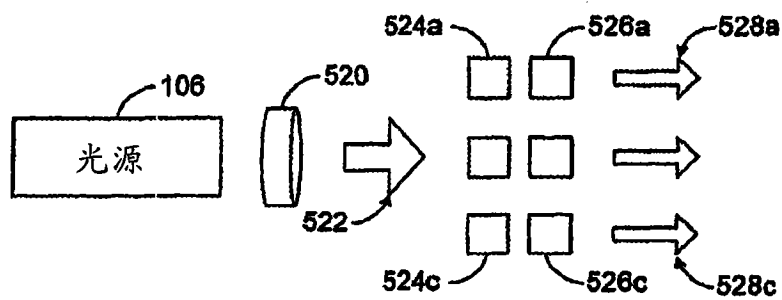


图 5B

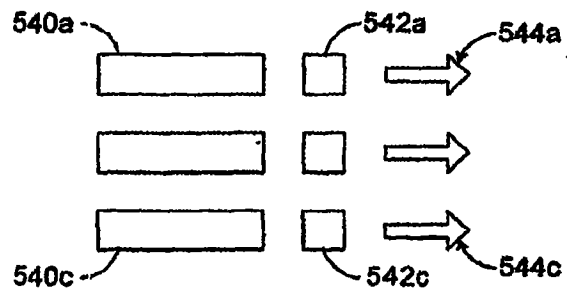


图 5C

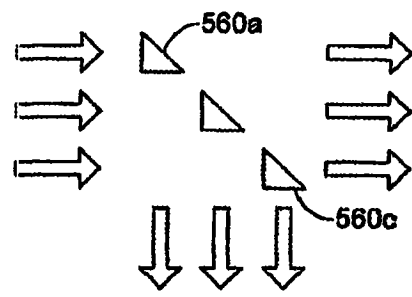


图 5D

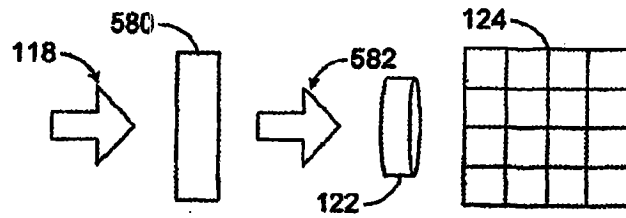


图 5E