



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111149109 A

(43)申请公布日 2020.05.12

(21)申请号 201880062555.5

(74)专利代理机构 北京市铸成律师事务所
11313

(22)申请日 2018.08.27

代理人 杨阳 崔雁

(30)优先权数据

62/552,415 2017.08.31 US

(51)Int.Cl.

G06K 9/00(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B41J 29/393(2006.01)

2020.03.26

B41J 2/205(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H04N 1/034(2006.01)

PCT/IL2018/050944 2018.08.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/043694 EN 2019.03.07

(71)申请人 绳线解决方案有限公司

地址 以色列,佩塔提克瓦

(72)发明人 M·帕尔曼 G·哥德斯曼

I·莫尔 A·摩舍

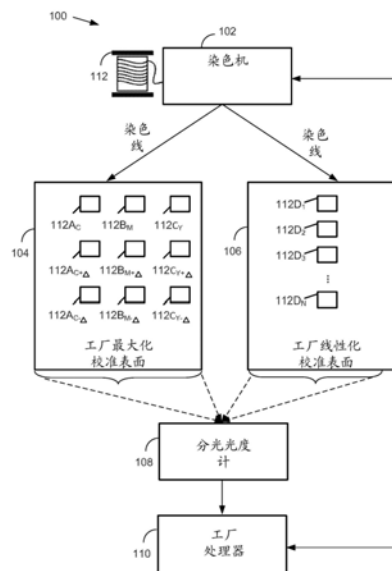
权利要求书2页 说明书22页 附图12页

(54)发明名称

颜色校准算法

(57)摘要

一种用于对染色机进行校准的方法,其包括:针对多种颜色中的每一种:执行最大化阶段以确定与所述染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率;执行线性化阶段,其包括:通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率;根据所述有效最大比色值,计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系;根据所述多个油墨分配速率对一组基底进行染色;获取所述一组染色基底的颜色值;对所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间的非线性对应关系进行内插;以及将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。



1. 一种用于对染色机进行校准的方法,其包括:
针对多个油墨通道中的每一个:
执行最大化阶段以确定与所述染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率;
执行线性化阶段,其包括:
通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率,
计算所述多个油墨分配速率与多个所测量的比色值之间的线性对应关系,
根据所述多个油墨分配速率对第一组基底进行染色,
获取所述第一组染色基底的颜色值,
在所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间构建非线性对应关系,以及
将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。
2. 如权利要求1所述的方法,其中所述最大化阶段和所述线性化阶段在工厂阶段和现场阶段中的每一者处执行,其中来自所述工厂阶段的结果用于执行所述现场阶段。
3. 如权利要求1所述的方法,其中所述最大化阶段还包括:
根据用于对所述染色机执行所述最大化阶段的多个油墨分配速率对第二组基底进行染色,
相对于最大化校准卡来获取所述第二组基底的颜色值,以及
调整用于执行所述最大化阶段的所述多个油墨分配速率,直到所述第二组染色基底的颜色值与所述染色机的所述有效最大比色值相匹配为止。
4. 如权利要求3所述的方法,其中确定所述染色机的所述有效最大油墨分配速率包括:
对多个最大油墨分配速率和以所述多个最大油墨分配速率染色的多个基底的多个最大颜色值进行内插。
5. 如权利要求1所述的方法,其中将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间包括:
根据以针对执行所述线性化阶段确定的所述多个油墨分配速率染色的多个基底的颜色响应进行划分。
6. 一种用于对染色机进行校准的系统,其包括:
染色机,所述染色机被配置来根据多个油墨通道对多个基底进行染色;以及
处理器,所述处理器被配置来通过以下项针对多个油墨通道中的每一个对所述染色机进行校准:
执行最大化阶段以确定与所述染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率,
执行线性化阶段,其包括:
通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率,
计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系,
获得根据所述多个油墨分配速率染色的第一组基底的颜色值,
在所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间构建非线性对应关系,以及
将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

7. 如权利要求6所述的系统,其还包括光学检测器,所述光学检测器被配置来获取所述颜色值。

8. 如权利要求6所述的系统,其还包括分光光度计,所述分光光度计被配置来获取所述颜色值。

9. 如权利要求6所述的系统,其还包括用于执行所述最大化阶段的最大化校准卡,其中所述最大化校准卡设置有用以放置针对所述油墨通道中的每一个以多个最大油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且设置有包括多个灰度特征的多个区域,所述多个区域与用于放置针对所述油墨通道中的每一个以可变油墨分配速率染色的基底的多个区域交织。

10. 如权利要求6所述的系统,其还包括用于执行所述最大化阶段的最大化分配校准卡,其中所述最大化分配校准卡设置有用以放置针对所述油墨通道中的每一个以多个最大油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且其中所述最大化校准卡的所述背景呈现多个相反的灰度梯度。

11. 如权利要求6所述的系统,其还包括用于执行所述线性化阶段的线性化校准卡,其中所述线性化校准卡设置有用以放置以用于执行所述线性化阶段的所述多个油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且设置有包括多个灰度特征的多个区域,所述多个区域与用于放置以用于执行所述线性化阶段的所述多个油墨分配速率染色的基底的多个区域交织。

12. 如权利要求6所述的系统,其还包括用于执行所述线性化阶段的线性化分配校准卡,其中所述线性化分配校准卡设置有用以放置针对所述油墨通道中的每一个以用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且其中所述线性化校准卡的所述背景呈现多个相反的灰度梯度。

13. 一种包括非暂时性计算机可读存储介质的计算机程序产品,所述非暂时性计算机可读存储介质上实现有程序代码,所述程序代码能够由至少一个硬件处理器执行以:

针对多个油墨通道中的每一个:

执行最大化阶段以确定与染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率;
并且

对所述染色机执行线性化阶段,其包括:

通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率,

根据所述有效最大比色值,计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系,

获得根据所述多个油墨分配速率染色的第一组基底的顏色值,

对所述多个油墨分配速率与所述所获取的顏色值之间的非线性对应关系进行内插,以及

将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

颜色校准算法

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2017年8月31日提交的标题为“Color Calibration Algorithm”的美国临时申请号62552415的优先权的权益,所述申请的全部内容全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0003] 本公开技术总体涉及颜色校准,并且特别涉及对染色机进行颜色校准。

背景技术

[0004] 染色机具有许多机械部件,这些机械部件容易因漂移、移动等原因而导致不对齐。这些不对齐可能会引起色差,并且在染色过程中缺乏均匀性,从而导致颜色不匹配。染色过程中的颜色受许多参数影响,其中的参数包括:油墨、染色基底参数,诸如油墨吸收、白度和厚度;处理参数;处理速度;环境温度;最大油墨分配速率;以及干燥参数。这些参数和其他参数可随时间变化,从而产生可变的染色结果。例如,不一致的油墨分配速率可能导致染色过度或染色不足,从而产生太亮或太暗的染色阴影。

[0005] 因此,为了确保在客户现场得到准确匹配的染色结果,需要对染色机进行定期调谐和校准。颜色校准是将染色机的染色过程调整为已知的颜色状态(诸如,在工厂测量的预设颜色状态)的过程。有效的校准过程可确保染色机在每次运行之间、每天之间以及在不同的染色机之间的一致染色结果。颜色校准是一致颜色匹配的基础。

发明内容

[0006] 本公开技术的目的是提供一种用于对染色机进行校准的新型方法和系统。

[0007] 根据本公开技术,因此提供一种用于对染色机进行校准的方法,其包括:针对多个油墨通道中的每一个:执行最大化阶段以确定与所述染色机的有效最大比色值相对应有效最大油墨分配速率;执行线性化阶段,其包括:通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率;计算所述多个油墨分配速率与多个所测量的比色值之间的线性对应关系;根据所述多个油墨分配速率对第一组基底进行染色;获取所述第一组染色基底的颜色值;在所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间构建非线性对应关系;以及将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

[0008] 在一些实施方案中,所述最大化阶段和所述线性化阶段在工厂阶段和现场阶段中的每一者处执行,其中来自所述工厂阶段的结果用于执行所述现场阶段。

[0009] 在一些实施方案中,所述最大化阶段还包括:根据用于对所述染色机执行所述最大化阶段的多个油墨分配速率对第二组基底进行染色;相对于最大化校准卡来获取所述第二组基底的颜色值;以及调整用于执行所述最大化阶段的所述多个油墨分配速率,直到所述第二组染色基底的颜色值与所述染色机的所述有效最大比色值相匹配为止。

[0010] 在一些实施方案中,确定所述染色机的所述有效最大油墨分配速率包括:对多个最大油墨分配速率和以所述多个最大油墨分配速率染色的多个基底的多个最大颜色值进

行内插。

[0011] 在一些实施方案中,将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间包括:根据以针对执行所述线性化阶段确定的所述多个油墨分配速率染色的多个基底的颜色响应进行划分。

[0012] 根据本公开技术,因此提供一种用于对染色机进行校准的系统,其包括:染色机,所述染色机被配置来根据多个油墨通道对多个基底进行染色;以及处理器,所述处理器被配置来通过以下项针对多个油墨通道中的每一个对所述染色机进行校准:执行最大化阶段以确定与所述染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率,执行线性化阶段,其包括:通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率;计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系;获得根据所述多个油墨分配速率染色的第一组基底的颜色值;在所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间构建非线性对应关系;以及将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

[0013] 在一些实施方案中,所述系统还包括光学检测器,所述被配置来获取所述颜色值。

[0014] 在一些实施方案中,所述系统还包括分光光度计,所述分光光度计被配置来获取所述颜色值。

[0015] 在一些实施方案中,所述系统还包括用于执行所述最大化阶段的最大化校准卡,其中所述最大化校准卡设置有用于放置针对所述油墨通道中的每一个以多个最大油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且设置有包括多个灰度特征的多个区域,所述多个区域与用于放置针对所述油墨通道中的每一个以可变油墨分配速率染色的基底的多个区域交织。

[0016] 在一些实施方案中,所述系统还包括用于执行所述最大化阶段的最大化分配校准卡,其中所述最大化分配校准卡设置有用于放置针对所述油墨通道中的每一个以多个最大油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且其中所述最大化校准卡的所述背景呈现多个相反的灰度梯度。

[0017] 在一些实施方案中,所述系统还包括用于执行所述线性化阶段的线性化校准卡,其中所述线性化校准卡设置有用于放置以用于执行所述线性化阶段的所述多个油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且设置有包括多个灰度特征的多个区域,所述多个区域与用于放置以用于执行所述线性化阶段的所述多个油墨分配速率染色的基底的多个区域交织。

[0018] 在一些实施方案中,所述系统还包括用于执行所述线性化阶段的线性化分配校准卡,其中所述线性化分配校准卡设置有用于放置针对所述油墨通道中的每一个以用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率染色的多个基底的区域,并且其中所述线性化校准卡的所述背景呈现多个相反的灰度梯度。

[0019] 根据本公开技术,因此提供一种包括非暂时性计算机可读存储介质的计算机程序产品,所述非暂时性计算机可读存储介质上实现有程序代码,所述程序代码能够由至少一个硬件处理器执行以:针对多个油墨通道中的每一个:执行最大化阶段以确定与染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率;并且对所述染色机执行线性化阶段,其包括:通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段

的多个油墨分配速率;根据所述有效最大比色值,计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系;获得根据所述多个油墨分配速率染色的第一组基底的颜色值;对所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间的非线性对应关系进行内插;以及将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

附图说明

[0020] 所公开的技术通过以下结合附图进行的详细描述将得到更充分地理解和领会,在附图中:

[0021] 图1A至图1B合在一起是根据公开技术的实施方案构造和操作的用于在两阶段校准过程中对染色机进行校准的系统的示意图;

[0022] 图1C是根据本公开技术的实施方案构造和操作的诸如图1B的移动装置的移动装置的示意图;

[0023] 图2A示出根据本公开技术的实施方案操作的根据三种不同的最大油墨分配速率对线进行染色的示例性结果;

[0024] 图2B是根据本公开技术的实施方案构造和操作的示例性最大化校准卡的示意图;

[0025] 图2C示出根据本公开技术的实施方案操作的根据多个线性化油墨分配速率对线进行染色的示例性结果;

[0026] 图2D是根据本公开技术的实施方案构造和操作的示例性线性化校准卡的示意图;

[0027] 图2E是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的示例性最大化分配校准卡的示意图;

[0028] 图2F是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的示例性线性化分配校准卡的示意图;

[0029] 图3示出出于根据本公开技术的实施方案操作的对染色机进行校准的目的而将示例性线性分配与颜色对应关系映射到非线性分配与颜色对应关系的概念图;

[0030] 图4A至图4B一起是根据本公开技术的实施方案构造和操作的用于染色机的两阶段校准方法的示意图,其中图4B与现场校准阶段有关,并且图4A与工厂校准阶段有关;

[0031] 图4C是根据本公开技术的实施方案构造和操作的用于染色机的两阶段校准方法的示意图;

[0032] 图4D是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于执行图4C的最大化阶段的方法的示意图;

[0033] 图4E是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于执行图4C的线性化阶段的方法的示意图;

[0034] 图5是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于染色机的颜色检测系统的示意图;并且

[0035] 图6是根据本公开技术的实施方案的颜色检测方法的示意图。

具体实施方式

[0036] 本公开技术通过提供一种用于现场对染色机进行校准的系统和方法来克服现有技术的缺点。校准技术确保现场染色的基底相对于油墨分配速率的比色值与在装运染色机

之前在工厂中设置的比色颜色值相对应。校准技术根据需要包括两阶段工厂校准阶段(在本文中称为“工厂阶段”),然后是任意数量的两阶段现场校准阶段(在本文中称为“现场阶段”)。

[0037] 工厂阶段和现场阶段中的每一者包括最大化阶段和线性化阶段,在本文中分别称为工厂最大化阶段和工厂线性化阶段以及现场最大化阶段和现场线性化阶段。在工厂最大化阶段和现场最大化阶段中的每一者中,确定染色机的最大油墨分配速率。一种或多种基底以候选的最大油墨分配速率进行染色,直到达到目标最大比色值为止。在工厂线性化阶段和现场线性化阶段中的每一者中,以某种方式将一定范围的染色机的油墨分配速率与相应地染色的基底的对应比色值映射。在每个阶段的任一阶段中,比色值可使用分光光度计或替代地使用配置有相机和颜色检测应用程序的移动装置进行测量。通常,在工厂阶段使用分光光度计来确定比色值,而在现场阶段使用移动装置来确定比色值。

[0038] 因此,工厂最大化阶段针对染色机的油墨组中的每种油墨颜色确定最大有效油墨分配速率。对于以相应的最大有效油墨分配速率染色的基底,最大有效油墨分配速率与对应的最大比色值相匹配。染色机的油墨分配速率对应于所得的来自染色机的油墨流率。工厂线性化阶段在多个不同的油墨分配速率(范围从零到上文确定的有效最大速率)与以多个不同的油墨分配速率中的每一个染色的基底的对应比色值之间产生线性化函数。使用分光光度计测量在工厂校准阶段确定的比色值。工厂校准阶段的结果,即每种油墨颜色的有效最大油墨分配速率和最大比色值,以及相应的线性化函数都存储在染色机中。

[0039] 在现场使用染色机之前,使用工厂校准阶段的结果作为参考,使用如上所述的类似技术,通过两阶段校准对染色机进行校准。在现场最大化阶段,针对染色机的每个油墨通道确定现场最大有效油墨分配速率。这是通过以下方式完成的:在现场对基底进行染色,确定染色基底的比色值,并且调整油墨分配速率,直到现场染色的基底的比色值与染色机所存储的有效最大比色值相匹配为止。

[0040] 类似地,现场线性化阶段在多个不同的油墨分配速率(范围从零到现场最大有效油墨分配速率)与以多个不同的油墨分配速率中的每一个染色的基底的对应比色值之间产生线性化函数。在一个实施方案中,可使用安装在标准移动装置内的应用程序现场确定比色值。替代地,可使用分光光度计现场确定比色值。

[0041] 现在参考图1A至图1B,图1A与图1B当合在一起时是根据本公开技术的实施方案构造和操作的系统(整体上标记为100)的示意图,所述系统用于在两阶段校准过程中针对工厂校准阶段和现场校准阶段中的每一者来对染色机进行校准。图1A示出系统100在工厂位置处用于染色机的工厂校准阶段的部件,并且图1B示出系统100在现场位置处(诸如在客户位置处)用于染色机的现场校准阶段的部件。通常,染色机在工厂位置处的校准发生在染色机在现场位置处的校准之前。诸如在每次通过染色机进行批印刷之前,染色机的现场校准可执行任意次数。

[0042] 参考图1A,系统100包括染色机102、工厂最大化校准卡104、工厂线性化校准卡106、分光光度计108、至少一个工厂处理器110以及可染色基底112,诸如线。尽管在本文中术语“线”被用来指可染色基底112,但是这并不意味着是限制性的,并且应理解,可类似地使用任何可染色基底。染色机102被配置来以变化的油墨分配速率将线112的多个部分染成多种颜色,诸如青色、品红色、黄色和黑色。染色机102分配染料的速率可通过诸如机械或电

子控件(未示出)的用户接口来控制。在一个实施方案中,染色机102分配染料的速率可通过工厂处理器110来控制,并且所述工厂处理器可与染色机102通信地耦接。

[0043] 工厂最大化校准卡104和工厂线性化校准卡106各自被配置来显示线112已被染色机102染色的区段。可使用齿形皮带驱动(TBD)技术将线112的区段缠绕到工厂最大化校准卡104和工厂线性化校准卡106上。替代地,可将线112的区段绣制到工厂最大化校准卡104和工厂线性化校准卡106上或以其他方式显示在表面上。

[0044] 分光光度计108与工厂最大化校准卡104和工厂线性化校准卡106光学耦接。工厂处理器110与分光光度计108并且与染色机102通信地耦接。在一个实施方案中,工厂处理器110与分光光度计108集成在一起。在另一个实施方案中,工厂处理器110与染色机102集成在一起。

[0045] 工厂校准阶段包括两个阶段:工厂最大油墨分配速率(DR)阶段,其用于确定染色机102的最大有效油墨分配速率;以及工厂线性化阶段,其用于确定染色机102的一定范围的油墨分配速率与相应地染色的基底的比色值之间的线性化关系。现在,对工厂最大油墨分配速率阶段的描述如下:

[0046] 染色机102可包括与青色、品红色和黄色的标准油墨组颜色相对应的三个颜色通道,以及任选地第四黑色(键)颜色通道。然而,应理解,染色机102不限于标准油墨组颜色,并且可包括对应于另选的油墨组的更少或更多的颜色通道。针对染色机102的每个颜色通道,根据多个候选油墨分配速率(DR)(诸如三个油墨分配速率 DR_0 、 DR_{-1} 、 DR_{+1})通过染色机102对线112的多个区段进行染色,其中 DR_0 对应于产生等于100%油墨分配的比色值的标称油墨分配速率, DR_{-1} 对应于产生等于 $100\% - \Delta$ 油墨分配的比色值的标称 $- \Delta$ 油墨分配速率;并且 DR_{+1} 对应于产生等于 $100\% + \Delta$ 油墨分配的比色值的标称 $+ \Delta$ 油墨分配速率。可相对于任何合适的装置独立的比色空间(诸如CIELab、CIE XYZ、CIE LUV、CIE UVW等)评估比色值。任选地,如果染色过程的行为是高度非线性的,则染色机102可以五种不同的油墨分配速率对线112进行染色,所述五种不同的油墨分配速率诸如对应于等于100%、 $100\% \pm \Delta$ 和 $100\% \pm 2\Delta$ 的CIELab比色值。

[0047] 现在参考图2A,其示出根据本公开技术的实施方案操作的根据三种不同的最大油墨分配速率对线112进行染色的示例性结果。列250A指示针对青色的三种不同的最大油墨分配速率:100%、 $100\% \pm \Delta_{\text{青色}}$;列250B指示针对品红色的三种不同的最大油墨分配速率:100%、 $100\% \pm \Delta_{\text{品红色}}$;并且列250C指示针对黄色的三种不同的最大油墨分配速率:100%、 $100\% \pm \Delta_{\text{黄色}}$ 。染色线被缠绕或绣制以保持相对平坦的形状,以避免照明失真,诸如阴影。

[0048] 再次参考图1A,同时仍然参考图2A,针对每个颜色通道,以三种不同的油墨分配速率(即,标称、标称 $+ \Delta$ 、标称 $- \Delta$)染色的线112的样本设置在工厂最大化校准卡104上。样本在图1A中通常指示为:特征112Ac、 $112Ac + \Delta$ 和 $112Ac - \Delta$,其表示与图2A的列250A相对应的三个青色染色样本;特征112B_M、 $112B_M + \Delta$ 和 $112B_M - \Delta$,其表示与图2A列250B相对应的三个品红色染色样本;以及特征112C_Y、 $112C_Y + \Delta$ 和 $112C_Y - \Delta$,其表示与图2A的列250C相对应的三个黄色染色样本。针对颜色通道中的每一个,分光光度计108测量多个染色样本112Ac、 $112Ac + \Delta$ 和 $112Ac - \Delta$;112B_M、 $112B_M + \Delta$ 和 $112B_M - \Delta$;以及112C_Y、 $112C_Y + \Delta$ 和 $112C_Y - \Delta$ 中的每一个的比色CIELab值。因此,在此实例中有九个染色样本,每个颜色通道有三个($100\% + \Delta$ 、 100% 、 $100\% - \Delta$)。任选地,每个染色样本的每个测量可执行多次并且可以不同的取向角执行,并

且可通过对取向角的相应的多个测量值求平均来确定九个染色样本中的每一个的相应的比色值。接下来,工厂处理器110通过在三个值(100%+ Δ 、100%、100%- Δ)之间对(函数f)进行内插或以其他方式逼近来确定有效最大比色值和对应的油墨分配速率,在本文中称为工厂有效最大油墨分配速率:

$$[0049] \quad DR_{\text{eff-factory}}^{\text{Cyan}} = f_{\text{Cyan}}(CV_-, CV_0, CV_+)$$

$$[0050] \quad DR_{\text{eff-factory}}^{\text{Magenta}} = f_{\text{Magenta}}(CV_-, CV_0, CV_+)$$

$$[0051] \quad DR_{\text{eff-factory}}^{\text{Yellow}} = f_{\text{Yellow}}(CV_-, CV_0, CV_+),$$

[0052] 其中CV是比色值,即CIELab比色值。

[0053] 如果工厂有效最大油墨分配速率超过预设公差并且其位置在功能极限中的一个处,则可执行第二次迭代。

[0054] 工厂处理器110基于先前确定的工厂有效最大油墨分配速率来确定用于执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率,在本文中称为线性化油墨分配速率。例如,针对每个颜色通道,工厂处理器110可将在0与工厂有效最大油墨分配速率之间的油墨分配速率范围划分成N个等间距的区间,其中N可根据颜色通道而变化。替代地,工厂处理器110可将在0与每个颜色通道的工厂有效最大油墨分配速率之间的油墨分配速率范围划分成N个区间,所述区间的大小取决于线对油墨分配速率的比色响应。

[0055] 工厂处理器110计算工厂线性化油墨分配速率与颜色对应关系。此对应关系是为执行工厂线性化阶段而计算的多个油墨分配速率与根据这些油墨分配速率染色的线的对应的比色GIELab值 $f_{\text{LinFAC}}(DR)$ 之间的线性关系。

[0056] 针对每个颜色通道,染色机102根据上文确定的多个工厂线性化油墨分配速率对线112的部分进行染色。例如,参考图2C,行262D指示以范围为从零至青色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成青色的多个线;行262E指示以范围为从零至品红色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成品红色的多个线;并且行262F指示以范围为从零至黄色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成黄色的多个线。

[0057] 再次参考图1A,针对每个颜色通道,染色线相应地被缠绕或绣制并且设置在工厂线性化校准卡106上,其被指示为特征112D₁、112D₂、112D₃...112D_N。可根据油墨分配速率的浓度(即,从0%油墨分配速率至100%油墨分配速率)来对染色线进行排序。

[0058] 分光光度计108测量线112D₁、112D₂、112D₃...112D_N的比色值,这些线根据为执行工厂线性化阶段而校准的油墨分配速率来染色。在一个实施方案中,每个颜色通道由分光光度计108单独地获取。针对每个颜色通道,分光光度计108相应地测量N根染色线的比色CIELab值,以得到 (DR_i, CIELab_i) , $i=1 \dots n$ 。任选地,每个染色样本的测量可执行多次并且可以不同的取向角执行,并且可通过对取向角的相应的多个测量值求平均来确定染色样本中的每一个的相应的比色值。工厂处理器110基于从分光光度计108获得的测量值构建内插曲线,从而得出工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系, $\text{Lab} = f_{\text{CURVE-FAC}}(DR)$ 。工厂处理器110使用上文计算的工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系的倒数来将工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系 $f_{\text{LIN-FAC}}(DR)$ 映射到工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系:即

$DR_{LIN-FAC} = f^{-1}(Lab_{LIN})$ 。工厂处理器110使用线性化函数 $DR \rightarrow DR_{LIN-FAC}$ 来确定期望比色值的线性化油墨分配速率 DR 。

[0059] 现在参考图3,其示出出于根据本公开技术的实施方案操作的对染色机102进行校准的目的而将示例性线性油墨分配与颜色对应关系映射到非线性分配与颜色对应关系的概念图。图3描绘颜色值或 CV (y 轴),其可指相对于油墨分配速率或 DR (x 轴)的比色值。例如,当使用CIELab颜色空间时,比色值可能与 L^* 、 a^* 或 b^* 值有关。曲线300是描绘线性油墨分配速率与颜色值对应关系的线性关系。例如,曲线300表示工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系, $f_{LIN-FAC}(DR)$ 。设 f 为线性油墨百分比与 CV 之间的线性响应关系。

[0060] $CV = f(DR_{Lin})$

[0061] 曲线302描绘非线性油墨分配速率与颜色值对应关系,诸如上文内插的曲线。在图3中,曲线302是凸的,但是这并不意味着是限制性的,并且曲线302可指示其他非线性关系。设 g 为油墨百分比与 CV (校准参数)之间的非线性关系,

[0062] $CV = g(DR_{NL})$,

[0063] 然后线性 DR 颜色对应关系与非线性 DR 颜色对应关系之间的关系或线性化映射304通过以下线性化函数给出:

[0064] $DR_{Lin} = f^{-1}(g(DR_{NL}))$,

[0065] 现场校准阶段包括:现场最大化阶段,其用于确定染色机102的最大有效油墨分配速率;以及现场线性化阶段,其用于确定染色机102的一定范围的油墨分配速率与相应地染色的基底的所得比色值之间的线性化关系。现在,对现场最大化阶段的描述如下:

[0066] 现在参考图1B,其示出用于系统100的部件,所述部件用于在上述工厂校准阶段之后实现现场校准阶段。在工厂校准之后,系统100的这种布置用于在客户现场对染色机102进行校准。图1B的系统100另外包括现场最大化校准卡124、现场线性化校准卡126和可染色线132。现场最大化校准卡124至少已在其上印刷了多个对比和变化的灰度特征124A和多个对比和变化的色标特征124B。现场线性化校准卡126至少已在其上印刷了多个对比度和变化的灰度特征126A和多个对比度和变化的色标特征126B。现场最大化校准卡124和现场线性化校准卡126各自被配置来显示线132已被染色机102染色的部分。可使用齿形皮带驱动(TBD)技术将线132的部分缠绕到现场最大化校准卡124和现场线性化校准卡126上。替代地,线132的部分可被绣制并放置在现场最大化校准卡124和现场线性化校准卡126上。例如,在一个实施方案中,图2B的卡254表示现场最大化校准卡124,并且图2D的卡256表示现场线性化校准卡124。在另一个实施方案中,图2E的卡260表示现场最大化分配校准卡124,并且图2F的卡262表示现场线性化分配校准卡124。系统100还包括与移动装置142集成的光学检测器144、现场处理器140和收发器146。

[0067] 现在参考图1C,其示出根据本公开技术的实施方案的图1B的移动装置142的示例性实现方式。移动装置142至少包括现场处理器140、光学检测器(相机)144、用户接口(UI)148、存储器150和收发器146。相机144、UI 148、存储器150和收发器146各自电磁耦接到现场处理器140。

[0068] 现场处理器140可包括中央处理单元(CPU)、图形处理单元(GPU)、数字信号处理器(DSP)、加速器处理单元(APU)等的任何组合。现场处理器140可操作来将一个或多个程序代码指令和数据(诸如原始图像和已处理图像)存储在存储器150中。收发器146可包括以下中

的一者或多者：相应的中程RF收发器（例如，WIFI）、相应的短程收发器（例如，蓝牙）和相应的蜂窝通信收发器（例如，GSM、LTE、WIMAX）。收发器146可操作来发送和接收与数据和可执行指令有关的射频（RF）信号。例如，收发器146可操作来与图1B的染色机102通信。UI 148是基于触摸的图形用户接口（GUI），其可操作来显示通过相机144获取的图像和从用户接收的基于触摸的输入。

[0069] 移动装置142的光学检测器144与现场最大化校准卡124和现场线性化校准卡126光学耦接。任选地，移动装置142的现场处理器140诸如通过收发器146与染色机102通信地耦接。

[0070] 再次参考图1B，针对每个颜色通道，即染色机102的青色、品红色和黄色，根据对应于有效最大比色值的多个候选油墨分配速率通过染色机102对多根线132进行染色。例如，染色机102根据用于执行现场最大化阶段的三个候选油墨分配速率 DR_{site0} 、 DR_{site-1} 、 DR_{site+1} 对线132的样本进行染色，其中 DR_{site0} 应当对应于产生等于100%油墨分配的CIELab比色值的标称油墨分配速率， DR_{site+1} 对应于产生等于 $100\% + \Delta$ 油墨分配的CIELab比色值的标称 $+$ Δ 油墨分配速率；并且 DR_{site-1} 对应于产生等于 $100\% - \Delta$ 油墨分配的CIELab比色值的标称 $-$ Δ 油墨分配速率。任选地，如果染色过程的行为是高度非线性的，则染色机102可以五种不同的候选油墨分配速率对线132进行染色，所述五种不同的候选油墨分配速率诸如对应于等于100%、 $100\% \pm \Delta$ 和 $100\% \pm 2\Delta$ 的CIELab比色值。

[0071] 现在参考图2A，其示出根据三种不同的候选最大油墨分配速率对线132进行染色的示范性结果。列250A指示针对青色的三种不同的最大油墨分配速率： 100% 、 $100\% \pm \Delta_{青色}$ ；列250B指示针对品红色的三种不同的最大油墨分配速率： 100% 、 $100\% \pm \Delta_{品红色}$ ；并且列250C指示针对黄色的三种不同的最大油墨分配速率： 100% 、 $100\% \pm \Delta_{黄色}$ 。将染色线250A、250B和250C缠绕或绣制到表面上以保持相对平坦的形状，以避免照明失真，诸如阴影。

[0072] 再次参考图1B，同时仍然参考图2A，以三种不同的候选最大油墨分配速率（即，对应于相应的列250A、250B和250C的标称、标称 $+$ Δ 、标称 $-$ Δ ）染色的线132的样本被放置在现场最大校准卡124上。为了清楚起见，样本在图1B中通常指示为：特征132A，其表示与图2A的列250A相对应的三个青色染色样本；特征132B，其表示与图2A的列250B相对应的三个品红色染色样本；以及132C，其表示与图2A的列250C相对应的三个黄色染色样本。针对每个颜色通道，相对于现场最大化校准卡124，现场处理器140获得包括在特征132A、132B和132C中的多个染色样本中的每一个的比色CIELab值。例如，相对于现场最大化校准卡124，光学检测器144可获取包括在特征132A、132B和132C中多个染色样本的RGB图像。现场处理器140可将诸如下文中关于图5至图6更详细描述的颜色检测方法应用于所获取的RGB图像，以确定对应的比色值。替代地，可使用现场分光光度计（未示出）来测量比色值。

[0073] 因此，在此实例中有九个染色样本，每个颜色通道有三个（ $100\% + \Delta$ 、 100% 、 $100\% - \Delta$ ）。现场处理器140通过对取向的相应的这三个不同测量值进行内插或求平均来确定九个染色样本中的每一个的相应的比色值。接下来，现场处理器140通过在三个值（ $100\% + \Delta$ 、 100% 、 $100\% - \Delta$ ）之间对（函数 f ）进行内插或以其他方式逼近来确定与染色机的每个油墨通道的有效最大比色值相对应的现场有效最大油墨分配速率：

$$[0074] \quad DR_{eff-onsite}^{Cyan} = f_{Cyan}(CV_-, CV_0, CV_+)$$

$$[0075] \quad DR_{eff-onsite}^{Magenta} = f_{Magenta}(CV_-, CV_0, CV_+)$$

$$[0076] \quad DR_{eff-onsite}^{Yellow} = f_{Yellow}(CV_-, CV_0, CV_+)$$

[0077] 其中CV是比色值,即CIELab比色值。

[0078] 如果油墨分配速率超过公差并且其位置在边缘中的一个处,则可执行第二次迭代。所获取的图像进一步被提供给现场处理器140,其应用灰度特征124A和色标特征124B来校正图像以消除由于阴影、照明等引起的失真。下文关于图5更详细描述了此技术的示例性实现方式的描述。

[0079] 重复上述步骤,在每次重复时调整用于对染色机102执行现场最大化阶段的候选油墨分配速率,直到染色线的现场有效最大比色值与同染色机102相关联的上文关于图1A计算的工厂有效最大比色值相匹配为止。在一个实施方案中,现场处理器140通过经由收发器146向染色机102传达电磁控制信号来自动地调整染色机102的油墨分配速率。在另一个实施方案中,现场处理器140通过经由用户接口148向用户指示用于染色机102的控制设置来调整染色机102的油墨分配速率。在这种情况下,用户根据所指示的控制设置来调整染色机102。

[0080] 现场处理器140基于上文确定的所确定现场有效最大油墨分配速率来确定用于执行现场线性化阶段的多个油墨分配速率。例如,现场处理器140可将将在0与每个颜色通道的现场有效最大油墨分配速率之间的范围划分成n个相等的区间,其中n可根据颜色通道而变化。替代地,现场处理器140可将0与每个颜色通道的现场有效最大油墨分配速率之间的范围划分成N个区间,所述区间的大小取决于线132对由染色机102以相应的油墨分配速率进行染色的比色响应。

[0081] 如上文关于图1A和图3的曲线300所述,现场处理器140将现场线性油墨分配速率与颜色对应关系计算为现场油墨分配速率DR与对应的比色CIELab值 $f_{linONSITE}(DR)$ 之间的线性关系。现场处理器140计算上文确定的现场线性化阶段的多个现场油墨分配速率与相应的比色值之间的线性关系。

[0082] 针对每个颜色通道,染色机102根据针对现场线性化阶段确定的多个油墨分配速率对线132的部分进行染色,类似于上文关于图2C所述的技术。例如,参考图2C,行262D指示以范围为从零至青色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成青色的多个线;行262E指示以范围为从零至品红色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成品红色的多个线;并且行256F指示以范围为从零至黄色的最大或接近最大(95%)有效油墨分配速率的油墨分配速率染成黄色的多个线。

[0083] 再次参考图1B,针对每个颜色通道,以针对现场线性化阶段确定的油墨分配速率染色的线被相应地缠绕或绣制并放置在现场线性化校准卡126上,其被指示为特征132D、132E和132F。可根据相应的现场线性化油墨分配速率(即从0%油墨分配速率至100%油墨分配速率)来定位染色线。例如,参考图2D,线性化校准卡256被示出为设置有根据从最小油墨分配速率(256C_{MIN})至最大油墨分配速率(256C_{MAX})的变化的油墨分配速率染色的多根青色线。作为另一个实例,参考图2F,线性化分配校准卡262被示出为设置有根据从最小油墨

分配速率 ($262C_{\text{MIN-C}}$ 、 $262C_{\text{MIN-M}}$ 、 $262C_{\text{MIN-Y}}$) 至最大油墨分配速率 ($262C_{\text{MAX-C}}$ 、 $262C_{\text{MAX-M}}$ 、 $262C_{\text{MAX-Y}}$) 的变化的油墨分配速率染色的多根青色线、品红色线和黄色线。在一个实施方案中,图2D的线性化校准卡256表示现场线性化校准卡126。在另一个实施方案中,图2F的线性化分配校准卡262表示现场线性化校准卡126。

[0084] 再次参考图1B,光学检测器144获取具有缠绕的根据针对现场线性化阶段确定的油墨分配速率染色的线132D、132E和132F的工厂线性化校准卡126的图像。现场处理器140分析所获取的图像,以诸如根据下文关于图5至图6描述的技术确定缠绕的线132D、132E和132F对应的比色Lab值。在一个实施方案中,每个颜色通道由光学检测器144单独地获取。针对每个颜色通道,相应地获取N根染色线的比色CIELab值,以得到 $(DR_i, CIELab_i)$, $i = 1 \cdots N$ 。任选地,每个染色样本的每个测量值可被多次获取,并且可以不同的取向角获取,并且染色样本中的每一个的相应的比色值可通过对取向的相应的多个测量值进行内插或求平均来确定。现场处理器140通过对从光学检测器144获得的测量值进行内插来构建曲线,从而出现现场非线性油墨分配速率与颜色对应关系, $Lab = f_{\text{CURVE-ONSITE}}(DR)$ 。现场处理器140使用上文计算的现场线性油墨分配速率与颜色对应关系的倒数来将现场线性油墨分配速率与颜色对应关系 $f_{\text{LIN-ONSITE}}(DR)$ 映射到现场非线性油墨分配速率与颜色对应关系:即 $DR_{\text{LIN-ONSITE}} = f^{-1}(Lab_{\text{LIN}})$ 。现场处理器140使用线性化函数 $DR \rightarrow DR_{\text{LIN-ONSITE}}$ 来确定期望比色值的线性化油墨分配速率DR。

[0085] 现在参考图2B,其是根据本公开技术的实施方案构造和操作的用于最大化校准卡254的示例性实现方式的示意图。最大化校准卡254包括中心部分254C,所述中心部分254C被配置用于放置染色线的多个缠绕部分,所述染色线诸如在现场校准阶段染色的线132A、132B和132C。在一个实施方案中,可沿着中心列254C放置多根染色线:即通过使以针对工厂或现场最大化阶段中的任一者确定的油墨分配速率染成青色、品红色和黄色的多根线竖直地对齐。例如,每个颜色通道的三个染色样本可沿着中心列254C定位。可使用对应于另选的颜色通道的另外的或另选的油墨组。在另一个实施方案中,可将在每个颜色通道的最大化阶段染色的线放置在最大化校准卡254上,并且对其单独地进行分析。在中心部分254C的任一侧上的是被布置为列254A₁...254A₆的多个灰度特征254A和被布置为列254B_{Y1}、254B_{M1}、254B_{C1}、254B_{Y2}、254B_{M2}、254B_{C2}的多个色标特征254B,并且这些特征根据亮色到暗色和灰度梯度以交织和对比的方式进行组织。在一个实施方案中,灰度特征254A₁...254A₆和色标特征254B_{Y1}、254B_{M1}、254B_{C1}、254B_{Y2}、254B_{M2}、254B_{C2}对应于图1B的现场最大校准卡124的灰度特征124A和色标特征124B。灰度列254A₁、254A₂、254A₃与色标列254B_{Y1}、254B_{M1}、254B_{C1}交织,并且以亮暗渐变的相反顺序布置在中心列254C的一侧上,并且灰度列254A₄、254A₅和254A₆与色标列254B_{Y2}、254B_{M2}和254B_{C2}交织,并且以相反的亮暗渐变顺序布置在中心列254C的另一侧上。最大化校准卡254另外包括多个基准254D₁、254D₂、254D₃、254D₄,并且它们可用于相应地标识最大校准卡254的特性,诸如印刷批次、纸张类型等。可注意到,用于最大化校准卡254的实现方式并不意味着是限制性的,并且可使用其他实现方式。例如,可将与染色机102的不同的颜色油墨组有关的另外的或不同的色标特征印刷到最大化校准卡254上。替代地,可将另外的或更少的灰度特征254A印刷在最大化校准卡254上,并且灰度特征254A和色标特征254B在最大化校准卡254上的布置可变化。

[0086] 现在参考图2D,其是根据本公开技术的实施方案构造和操作的示例性线性化校准

卡256的示意图。在一个实施方案中,线性化校准卡256基本上类似于最大化校准卡254。在一个实施方案中,图1B的现场线性化校准卡126由线性化校准卡256表示。线性化校准卡256包括区域,即中心部分256C,其被配置用于放置根据图1B的现场校准阶段的多个现场线性化油墨分配速率染色的染色线132D、132E和132F的多个缠绕部分。在一个实施方案中,染色线(即,以青色示出)可沿着中心列256C从最亮的阴影(256C_{MIN})到最暗的阴影(256C_{MAX})对齐,所述最亮的阴影和所述最暗的阴影分别对应于最小油墨分配速率和最大油墨分配速率。在另一个实施方案中,可将在每个颜色通道的最大化阶段染色的线放置在最大化校准卡254上,并且对其单独地进行分析。

[0087] 在中心部分254C的任一侧上的是被布置为列256A的多个灰度特征和被布置为列256B的多个色标特征,并且这些特征根据亮色到暗色和灰度梯度以交织和对比的方式进行组织。在一个实施方案中,灰度特征256A和色标特征256B对应于图1B的现场线性化校准卡126的灰度特征126A和色标特征124B。灰度特征256A包括六个灰度列256A₁、256A₂、256A₃、256A₄、256A₅和256A₆。色标特征256B包括六个色标列256B_{Y1}、256B_{M1}、256B_{C1}、256B_{Y2}、256B_{M2}和256B_{C2}。灰度列256A₁、256A₂、256A₃与色标列256B_{Y1}、256B_{M1}、256B_{C1}交织,并且以亮暗渐变的相反顺序布置在中心列256C的一侧上,并且灰度列256A₄、256A₅和256A₆与色标列256B_{Y2}、256B_{M2}和256B_{C2}交织,并且以相反的亮暗渐变顺序布置在中心柱256C的另一侧上。线性化校准卡256另外包括多个基准256D₁、256D₂、256D₃、256D₄,并且它们可相应地用于标识线性化校准卡256。

[0088] 现在参考图2E,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的示例性最大分配校准卡(通常标记为260)的示意图。最大分配校准卡260可结合图1B的系统用于确定现场有效最大油墨分配速率。最大分配校准卡260的背景呈现至少一个灰度条带,在图2E中显示为以相反的灰度梯度跨越最大分配校准卡260的宽度的两个灰度条带260A和260B。上覆于灰度条带260A和260B上并且放置在区域(诸如最大分配校准卡260的中心区域)上的是根据颜色通道(青色、品红色和黄色)的三个相应的不同的最大油墨分配速率染色的线260C₁、260C₂、260C₃、260M₁、260M₂、260M₃以及260Y₁、260Y₂、260Y₃。

[0089] 现在参考图2F,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的示例性线性化分配校准卡(通常标记为262)的示意图。线性化分配校准卡262可用于结合图1B的系统执行现场线性化阶段。线性化分配校准卡262的背景呈现至少一个灰度条带,在图2F中显示为以相反的灰度梯度跨越线性化分配校准卡262的宽度的两个灰度条带262A和262B,即,两个条带的渐变方向是相反的,使得两个条带的最亮和最暗的灰色阴影对齐。上覆于灰度条带262A和262B上并且放置在区域(诸如线性化分配校准卡262的中心区域)上的是根据三种相应的颜色通道(青色、品红色和黄色)的变化的油墨分配速率(从最小油墨分配速率到最大油墨分配速率)染色的线262_{MIN-C}、262_{MIN-M}、262_{MIN-Y}...262_{MAX-C}、262_{MAX-M}、262_{MAX-Y}。通过将不同地染色的线相对于具有从暗到亮以及从暗到亮的对比灰度梯度的多个灰度条带定位,使用可变的灰度来校正由于照明导致的线的所获取颜色强度的失真。

[0090] 现在,对用于对染色机进行校准的方法的描述如下。现在参考图4A至图4B,图4A至图4B一起是根据本公开技术的实施方案的用于染色机的两阶段校准方法的示意图。图4A描述用于染色机的工厂校准阶段,并且图4B描述用于染色机的现场校准阶段。

[0091] 通常,工厂校准阶段是在现场校准阶段之前执行的,然而这并不是限制性的。每个

校准阶段包括两个阶段。工厂校准阶段包括工厂最大化阶段和工厂线性化阶段。现场校准阶段包括现场最大化阶段和现场线性化阶段。在工厂最大化阶段和现场最大化阶段,确定与染色基底的目标最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率。在工厂线性化阶段和现场线性化阶段,在一定范围的油墨分配速率与相应地染色的基底的对应比色值之间确定线性化映射。术语“最大化基底”与出于确定有效最大油墨分配速率的目的而染色的那些基底有关。术语“线性化基底”与出于确定线性化映射的目的而染色的那些基底有关。因此,“最大化基底”和“线性化基底”可以是相同线轴的不同区段,其具有相同的基础物理特性,但是针对每个校准阶段的不同阶段以不同方式染色。

[0092] 现在参考图4A,其是根据本公开技术的实施方案构造和操作的用于染色机的工厂校准阶段的方法的示意图。可在现场校准阶段之前执行工厂校准阶段,以便确定与染色机的有效最大比色值相对应的工厂有效最大分配速率。工厂有效最大比色值随后可通过用染色机存储值、将所述值印刷在现场最大化校准卡上或通过其他方式在现场传达所述值来在现场提供,以便执行现场校准。

[0093] 在过程400中,针对多个油墨通道中的每一个,执行最大化阶段以确定与染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率。参考图1A,工厂处理器110对染色机102执行工厂最大化阶段,以确定与染色机102的有效最大比色值相对应的工厂有效最大油墨分配速率。

[0094] 在过程402中,针对多个油墨通道中的每一个,根据用于执行最大化阶段的多个油墨分配速率对基底进行染色。参考图1A,根据用于对染色机102执行工厂最大化阶段的多个油墨分配速率对线112进行染色。

[0095] 在过程404中,通过分光光度计测量对应于染色基底的多个工厂最大比色值。参考图1A,染色机102根据用于执行工厂最大化阶段的多个油墨分配速率将线112的多个区段染成多种颜色。分光光度计108获取线112的多个区段的相应的多个工厂最大比色值,所述线112的多个区段根据用于执行工厂最大化阶段的多个油墨分配速率进行染色。另外的线类型可类似地由染色机102染色,并且随后由分光光度计108测量。

[0096] 在过程406中,利用用于执行工厂最大化阶段的油墨分配速率对多个工厂最大比色值进行内插。参考图1A,工厂处理器110利用用于对染色机102执行工厂最大化阶段的油墨分配速率对工厂最大比色值进行内插。

[0097] 在过程408中,基于染色机的工厂有效最大油墨分配速率确定用于执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率。参考图1A,工厂处理器110通过将工厂有效最大油墨分配速率划分成多个分配区间来确定用于对染色机102执行线性化阶段的多个油墨分配速率。

[0098] 在过程410中,在用于执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率与相应的比色值之间计算工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系。参考图1A,工厂处理器110:i) 确定工厂有效最大油墨分配速率; ii) 基于所述工厂有效最大油墨分配速率确定用于执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率; 并且 iii) 计算工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系。线性对应关系的图示由图3的线性曲线300描绘。

[0099] 在过程412中,根据针对工厂线性化阶段校准的油墨分配速率对多个基底进行染色。参考图1A,染色机102根据针对执行工厂线性化阶段确定的油墨分配速率对线112的多个区段进行染色。

[0100] 在过程414中,获取多个染色的工厂线性化基底的多个工厂线性化比色值。参考图1A,分光光度计108检测根据针对执行工厂线性化阶段确定的油墨分配速率染色的线112的相应的多个区段的比色值。

[0101] 在过程416中,基于多个工厂线性化比色值和针对工厂线性化阶段校准的多个油墨分配速率对工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系进行内插。参考图1A,工厂处理器110基于由分光光度计108获取的工厂线性化比色值对工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系进行内插。非线性对应关系的图示由图3的非线性曲线302描绘。

[0102] 在过程418中,将工厂线性油墨分配速率与颜色对应关系映射到工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系,从而在工厂阶段对染色机进行校准。参考图1A,工厂处理器110基于多个工厂线性化比色值和多个工厂线性化油墨分配速率对工厂非线性油墨分配速率与颜色对应关系进行内插,并且将线性油墨分配速率与颜色对应关系映射到非线性油墨分配速率与颜色对应关系。以这种方式,工厂处理器110对染色机102执行工厂校准。针对染色机102的每个油墨颜色通道以及每种基底类型重复以上步骤。线性对应关系与非线性对应关系之间的映射的图示由图3的映射304描绘,将线性曲线300映射到非线性曲线302。

[0103] 因此,确定了有效最大油墨分配速率;不同油墨分配速率的非线性值和线性值;以及任选地,针对每个颜色通道存储每种线类型的油墨浓度,以便后续使用,诸如用于现场校准。在一个实施方案中,这些值与另外的机器参数一起存储在染色机102提供的存储器存储区(未示出)的内部。在另一个实施方案中,这些值被存储在可通过网络访问的集中式数据库(未示出)中,使得可通过利用染色机102的唯一标识符查询数据库来针对现场校准阶段获得这些值。

[0104] 现在参考图4B,其是根据本公开技术的实施方案的用于染色机的现场校准阶段的方法的示意图。通常在工厂校准阶段之后使用工厂有效最大比色值作为参考执行现场校准阶段。可通过将所述值印刷在现场最大化校准卡上或者通过使用电磁或光学通信提供所述值来为现场校准阶段提供工厂有效最大比色值。

[0105] 在过程420中,针对多个油墨通道和每种线类型中的每一者,根据针对执行现场最大化阶段校准的多个油墨分配速率对多个基底进行染色。参考图1B和图2B,染色机102根据针对执行现场最大化阶段校准的多个油墨分配速率将线132的多个区段染成多种颜色。线132的多个染色区段定位在现场最大化校准卡124(对应于最大化校准卡254)上。

[0106] 在过程422中,调整针对对染色机执行现场最大化阶段确定的多个油墨分配速率,直到相应地染色的多个基底的比色值与同染色机相关联的工厂有效最大比色值相匹配为止。在一个实施方案中,获取多个染色基底和现场最大化校准卡的相应的多个比色值。通过利用针对执行现场最大化阶段确定的多个油墨分配速率对多个所获取的比色值进行内插,可确定多个染色基底的现场有效最大比色值。参考图1B,移动装置142的光学检测器144捕获定位在现场最大化校准卡124上的线132的多个染色区段的一个或多个图像。移动装置142检测线132的多个染色区段的比色值,如下文关于图5进一步详细地描述的。移动装置142确定染色机102的调整参数,直到多个染色基底132的现场有效最大比色值与同染色机102相关联的工厂有效最大比色值相匹配为止。

[0107] 在过程424中,根据所匹配的现场有效最大比色值确定现场有效最大油墨分配速率。参考图1B,移动装置142根据所匹配的现场有效最大比色值确定现场有效最大油墨分配

速率。

[0108] 在过程426中,基于现场有效最大油墨分配速率确定用于执行现场线性化阶段的多个油墨分配速率。参考图1B,移动装置142通过将现场有效最大油墨分配速率划分成区间来确定用于执行现场线性化阶段的多个油墨分配速率。

[0109] 在过程428中,在针对执行现场线性化阶段校准的多个油墨分配速率与对应的比色值之间计算现场线性油墨分配速率与颜色对应关系。参考图1B,现场处理器140:i) 确定现场有效最大油墨分配速率;ii) 基于所述现场有效最大油墨分配速率确定针对执行现场线性化阶段校准的多个油墨分配速率;并且iii) 计算现场线性油墨分配速率与颜色对应关系。线性对应关系的图示由图3的线性曲线300描绘。

[0110] 在过程430中,根据针对执行现场线性化阶段确定的多个油墨分配速率对多个基底进行染色。参考图1B,染色机102根据针对执行现场线性化阶段校准的多个油墨分配速率对线132的多个区段进行染色。

[0111] 在过程432中,相对于线性化现场校准卡来获取多个染色的线性化基底的多个比色值。参考图1B和图2D,根据针对执行现场线性化阶段确定的多个油墨分配速率染色的线132的多个区段定位在现场线性化校准卡126上。移动装置142捕获定位在现场线性化校准卡126上的线132的多个染色区段的图像。移动装置142分析(诸如下文关于图5更详细地描述的)所述图像以检测线132的相应的多个染色区段的比色值。尽管图2D示出设置有对应于不同的油墨分配速率染成不同强度青色的多根线的现场线性化校准卡126,但是应理解,以上步骤针对染色机102的油墨组的每个颜色通道进行重复。在这种情况下,针对品红色和黄色或所使用的任何其他颜色的油墨重复此过程。此外,现场线性化校准卡126被示出为每个颜色通道设置有九根染色线,这仅意味着是示例性的,并且可测量更少或更多的染色样本。

[0112] 在过程434中,基于多个现场线性化比色值和针对执行现场线性化阶段确定的多个油墨分配速率对现场非线性油墨分配速率与颜色对应关系进行内插。参考图1B,现场处理器140对多个现场线性化比色值与针对执行现场线性化阶段确定的多个油墨分配速率之间的非线性对应关系进行内插。非线性对应关系的图示由图3的非线性曲线302描绘。

[0113] 在过程436中,将现场线性油墨分配速率与颜色对应关系映射到现场非线性油墨分配速率与颜色对应关系。参考图1B,工厂处理器140基于多个现场线性化比色值和多个现场线性化油墨分配速率对现场非线性油墨分配速率与颜色对应关系进行内插,并且将线性油墨分配速率与颜色对应关系映射到非线性油墨分配速率与颜色对应关系。线性对应关系与非线性对应关系之间的映射的图示由图3的映射304描绘,将线性曲线300映射到非线性曲线302。以这种方式,现场处理器140对染色机102执行现场校准。

[0114] 现在参考图4C,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于对染色机进行校准的方法的示意图。

[0115] 在过程440中,针对染色机的多个油墨通道中的每一个,执行最大化阶段以确定与染色机的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率。下文关于图4D给出用于执行最大化阶段的方法的更详细描述。针对工厂校准阶段和现场校准阶段中的每一者,执行过程440。参考图1A,工厂处理器110对染色机102执行工厂最大化阶段,以确定与染色机的有效最大比色值相对应的工厂有效最大油墨分配速率。参考图1B,现场处理器140对染色机102执行现场最大化阶段,以确定与染色机的有效最大比色值相对应的现场有效最大油墨分配

速率。

[0116] 在过程442中,执行线性化阶段。下文关于图4E给出用于执行线性化阶段的方法的更详细描述。针对工厂校准阶段和现场校准阶段中的每一者,执行过程442。参考图1A,工厂处理器110对染色机102执行工厂线性化阶段。参考图1B,现场处理器140对染色机102执行工厂线性化阶段。

[0117] 现在参考图4D,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于执行上文在过程440中描述的最大化阶段的方法的示意图。图4D的方法可在工厂校准阶段和现场校准阶段中的任一者处执行。

[0118] 在过程444中,针对染色机的多个油墨通道中的每一个,根据用于执行最大化阶段的多个油墨分配速率对基底进行染色。参考图1A,根据用于对染色机102执行工厂最大化阶段的多个油墨分配速率对线112进行染色。参考图1B,根据用于对染色机102执行现场最大化阶段的多个油墨分配速率对线132进行染色。

[0119] 在过程446中,相对于最大化校准卡来获取在过程442中染色的基底的颜色值。颜色值对应于由分光光度计获取的比色值,或者颜色值可以是由相机获取的RGB值。当所获取的颜色值是RGB值时(即,如通过标准相机获得的),可通过应用下文关于图5和图6描述的方法来获得与RGB值相对应的比色值。这些对应的比色值可用作本文关于图4A至图4E描述的现场最大化阶段或现场线性化阶段中的任一者的颜色值。参考图1A,相对于工厂最大化校准卡104,分光光度计108根据步骤442获取由染色机102染色的线112的比色值。参考图1B,相对于现场最大化校准卡124,光学检测器144根据步骤442获取由染色机102染色的线132的颜色值。

[0120] 在过程448中,调整用于执行最大化阶段的多个油墨分配速率,直到染色基底的顏色值与染色机的有效最大比色值相匹配为止。在一些实施方案中,确定染色机的有效最大油墨分配速率包括对多个最大油墨分配速率和多个相应地染色的基底的多个最大颜色值进行内插。参考图1A,工厂处理器110调整用于对染色机102执行最大化阶段的油墨分配速率,直到工厂有效最大油墨分配速率满足染色机102的预设公差为止。与工厂有效最大油墨分配速率相对应的比色值是染色机102的有效最大比色值。参考图1B,现场处理器140调整用于对染色机102执行现场最大化阶段的油墨分配速率,直到线132的颜色值与染色机102的有效最大比色值相匹配为止。

[0121] 现在参考图4E,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于执行上文在过程442中描述的线性化阶段的方法的示意图。

[0122] 在过程450中,针对染色机的多个油墨通道中的每一个,通过将有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行线性化阶段的多个油墨分配速率。参考图1A,工厂处理器110通过将有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于对染色机102执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率。参考图1B,现场处理器140通过将有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于对染色机102执行工厂线性化阶段的多个油墨分配速率。

[0123] 在过程452中,计算多个油墨分配速率与多个所测量的比色值之间的线性对应关系。参考图1A,工厂处理器110计算多个油墨分配速率与多个比色值之间的线性对应关系。参考图1B,现场处理器140计算多个油墨分配速率与多个比色值之间的线性对应关系。线性对应关系的示例性图示由图3的线性曲线300呈现。

[0124] 在过程454中,根据多个油墨分配速率对第一组基底进行染色。参考图1A,线112由染色机102根据在过程450中计算的多个油墨分配速率进行染色。参考图1B,线132由染色机102根据在过程450中计算的多个油墨分配速率进行染色。

[0125] 在过程456中,获取染色的第一组基底的颜色值。颜色值对应于由分光光度计获取的比色值,或者颜色值可以由相机获取的RGB值。当所获取的颜色值是RGB值时(即,如通过标准相机获得的),可通过应用下文关于图5和图6描述的方法来获得与RGB值相对应的比色值。这些对应的比色值可用作本文关于图4A至图4E描述的现场最大化阶段或现场线性化阶段中的任一者的颜色值。参考图1A,分光光度计108获取根据过程454染色的线112的比色值。参考图1B,光学检测器144获取根据过程454染色的线132的颜色值。

[0126] 在过程458中,在多个油墨分配速率与所获取的颜色值之间构建非线性对应关系。参考图1A,工厂处理器110在于步骤450中确定的多个油墨分配速率与在步骤456中获取的比色值之间构建非线性对应关系。参考图1B,现场处理器140在于过程450中确定的多个油墨分配速率与在过程456中获取的颜色值之间构建非线性对应关系。线性对应关系的示例性图示由图3的非线性曲线302呈现。

[0127] 在过程460中,将线性对应关系映射到非线性对应关系。参考图1A,工厂处理器110将在过程452中计算的线性对应关系映射到在过程458中构建的非线性对应关系。参考图1A,现场处理器140将在过程452中计算的线性对应关系映射到在过程458中构建的非线性对应关系。线性对应关系与非线性对应关系之间的映射的示例性图示由图3的映射304呈现,所述映射304将线性曲线300映射到非线性曲线302。

[0128] 在一个实施方案中,以上步骤中的一个或多个被实现为配置在移动装置142内的计算机程序产品,即软件应用程序。软件应用程序的指令可存储在存储器150中,并且由至少一个处理器(即,现场处理器140、工厂处理器110和诸如云处理器的另外的处理器)执行。在执行软件应用程序时,所述至少一个处理器针对染色机102的多个油墨通道中的每一个执行以下步骤:

[0129] ■ 执行最大化阶段,以确定与染色机102的有效最大比色值相对应的有效最大油墨分配速率。

[0130] ■ 对染色机102执行线性化阶段。

[0131] 染色机的线性化阶段包括以下步骤:

[0132] ■ 通过将所述有效最大油墨分配速率划分成多个区间来确定用于执行所述线性化阶段的多个油墨分配速率,

[0133] ■ 根据所述有效最大比色值,计算所述多个油墨分配速率与多个所计算的比色值之间的线性对应关系,

[0134] ■ 获得根据所述多个油墨分配速率染色的第一组基底的颜色值,

[0135] ■ 对所述多个油墨分配速率与所述所获取的颜色值之间的非线性对应关系进行内插,以及

[0136] ■ 将所述线性对应关系映射到所述非线性对应关系。

[0137] 现在参考图5,其是根据本公开技术的另一个实施方案构造和操作的用于染色机的颜色检测系统500的示意图。图5示出系统500,所述系统500包括卡502、样本504、移动装置506、存储装置508、服务器510、网络536以及染色机512。在一个实施方案中,染色机512是

对应于图1A至图1B的线染色机102的线染色机。移动装置508至少配备有相机522、处理单元520(未示出)和收发器528。移动装置506可对应于图1B的移动装置142。服务器510至少配备有处理单元530(未示出)和收发器534。卡502在其上至少印刷有颜色表514、基准516A、516B和516C、卡标识符518以及任选地被指示为多个灰度条带540A、540B、540C和540D的至少一个灰度条带。样本504可对应于图1A的线112或图1B的线132的染色区段中的任一者。移动装置506和服务器510的操作和部件可由图1B的相应的移动装置142和图1A的工厂处理器110表示。

[0138] 下文描述的技术可通过以下方式与上述校准技术结合使用:将卡502替换为图2B的卡254、图2D的256或图2F的卡262中的任一者,其中任一者都可对应于图1A的卡104、106和图1B的卡124、126。因此,颜色表514可对应于图2B的色标特征254B或图2D的色标特征256B中的任一者,并且灰度条带540A、540B、540C和540D可对应于图2B的灰度特征254A或图2D的256A中的任一者。

[0139] 移动装置506和服务器510设置有相应的处理单元520和530、存储器526和532以及收发器528和534。处理单元520可对应于图1B的现场处理器140,并且处理单元530可对应于图1A的工厂处理器110。移动装置506另外设置有对应于图1C的UI 148和相机144的用户接口524和相机522。移动装置506和服务器510可操作来通过相应的收发器528和534以及网络536彼此通信。相应的移动装置506的处理单元520和530中的每一者以及服务器510可操作来将一个或多个程序代码指令和数据(诸如图像和已处理后图像)存储在存储器526和532中。

[0140] 移动装置506通过网络536通信地耦接到服务器510,所述网络536可包括诸如互联网的公共网络以及专用、本地和远程网络的任何组合。服务器510通过收发器534与存储装置508以及与染色机512通信。任选地,服务器510通过网络536与染色机512进行通信。移动装置406定位在卡502和样本504的可见范围内。样本504可以是染色和缠绕的线区段,诸如上文关于图1A的线112或图1B的线132所描述的。样本404邻近于卡402放置或放置在卡402上、在颜色表414以及灰度条带440C和440D附近。

[0141] 相机522获取因此与卡502的颜色表514齐平定位的样本504的图像。处于检测样本504颜色的目的,所公开的技术对于由相机522获取图像没有特别的照明要求。移动装置506将所获取的图像存储在移动装置506的存储器526中,其中所获取的图像被定义为RGB颜色空间中的颜色像素值($R_{IMG}, G_{IMG}, B_{IMG}$)。处理单元420诸如通过检测基准516A、516B和516C的像素表示来在所获取的图像像素($R_{IMG}, G_{IMG}, B_{IMG}$),中检测颜色表514的像素表示(R_{CC}, G_{CC}, B_{CC}),、灰度条带540A、540B、540C和540D的像素表示, (R_{GS}, G_{GS}, B_{GS}),以及样本504的像素表示(R_S, G_S, B_S)。移动装置506的处理单元520将一个或多个预处理过程应用于卡502的相应特征的以上检测到的像素表示:

[0142] 移动装置506的处理单元520从所获取的图像像素($R_{IMG}, G_{IMG}, B_{IMG}$)中剪裁颜色表514的像素表示(R_{CC}, G_{CC}, B_{CC})、灰度条带540A、540B、540C和540D的像素表示(R_{GS}, G_{GS}, B_{GS})以及样本504的像素表示(R_S, G_S, B_S)。

[0143] 移动装置506的处理单元520诸如通过以下方式来修正所裁剪的颜色表514、灰度条带540A、540B、540C和540D以及样本504的像素表示:应用仿射变换以针对由相机522相对于卡502和样本504的角度引起的失真进行校正。

[0144] 在另一个实施方案中,为了校正颜色表514的像素表示,移动装置506的处理单元520确定限定颜色表514的每个颜色方块 $C_1(i, j)$ 的每个像素表示的框,其中框的大小是所获取图像的分辨率的函数。针对每个颜色方块 $C_1(i, j)$,移动装置506的处理单元520确定所限定框内像素的平均RGB值,同时省略位于任何相邻颜色方块 $C_1(i, j)$ 之间的边界处的像素。移动装置506的处理单元520将平均RGB值分配给每个颜色方块 $C_1(i, j)$ 的各自相应的像素。类似地,移动装置506的处理单元520确定样本504的像素表示的平均像素值,同时根据平均值省略位于样本504与颜色表514之间的边界处的像素。移动装置506的处理单元520将平均值分配给样本504的像素表示中的像素。在计算样本504的平均RGB值时,移动装置506的处理单元520可评估由于样本504的像素表示中固有的阴影引起的失真。如果由于阴影引起的失真在预定阈值内,则移动装置506的处理单元520在移动装置506的UI 520处显示颜色表514的经修正的所裁剪像素表示。否则,如果由于阴影引起的失真超过预定阈值,则移动装置106的处理单元520可警告移动装置506的用户获取另一个图像。所得的颜色表514、灰度条带540A、540B、540C和540D以及样本504的预处理像素表示分别表示为 $(R_{CC}^{preProc}, G_{CC}^{preProc}, B_{CC}^{preProc})$ 、 $(R_{GS}^{preProc}, G_{GS}^{preProc}, B_{GS}^{preProc})$ 、 $(R_S^{preProc}, G_S^{preProc}, B_S^{preProc})$ 。移动装置506通过相应的收发器528和534向服务器510提供至少包括颜色表514的修正和校正的图像像素 $(R_{CC}^{preProc}, G_{CC}^{preProc}, B_{CC}^{preProc})$ 、样本504的修正和校正的图像像素 $(R_S^{preProc}, G_S^{preProc}, B_S^{preProc})$ 、灰度条带540A、540B、540C和540D的修正和校正的图像像素 $(R_{CC}^{preProc}, G_{CC}^{preProc}, B_{CC}^{preProc})$ 、 $(R_{GS}^{preProc}, G_{GS}^{preProc}, B_{GS}^{preProc})$ 、 $(R_S^{preProc}, G_S^{preProc}, B_S^{preProc})$ 以及卡标识符518的预处理图像数据。

[0145] 在另一个实现方式中,前述预处理过程中一个或多个由服务器510执行。例如,基于一个这样的实现方式,移动装置506通过相应的收发器528和534将由相机522获取的原始图像数据传输到服务器510,并且服务器510将本文描述的相应的预处理过程应用于原始图像数据。

[0146] 存储装置508与卡标识符518相关联地存储与卡502相对应的地面实况(GT)参考数据。卡502的参考数据与可影响颜色表514和灰度条带540A、540B、540C和540D的印刷颜色的视觉感知的因素有关,诸如与卡502的纸张类型、用于印刷卡502的油墨的类型、卡502的印刷批号等有关的数据。GT参考数据还包括在受控照明下使用分光光度计(未示出)预先获取并且存储在与装置无关的颜色空间(诸如CIELab、GIEXYZ等)中的比色数据,在下文中称为比色“地面实况”(GT)数据。在一个实施方案中,卡502的颜色表514和灰度条带540A、540B、540C和540D的比色地面实况数据对应于GT颜色空间坐标中的颜色表514的每个颜色方块的绝对比色颜色空间数据(如由分光光度计获取的),即,颜色表514的GT数据的 $(L_{GT-CC}, a_{GT-CC}, b_{GT-CC})$,以及灰度条带540A、540B、540C和540D的GT数据的 $(L_{GT-GS}, a_{GT-GS}, b_{GT-GS})$ 。存储装置408另外包括颜色表514以及灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB参考数据 $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$ 。颜色表514以及灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB参考数据可在制造卡502时确定。在一个实施方案中,颜色表514以及灰度条带540A、540B、540C和540D的RGB值可印刷在卡402上,并且随后可在所获取的图像中提供给服务器510。

[0147] 在另一个实施方案中,存储装置508相应地存储卡502的颜色表514的每个颜色方

块以及灰度条带540A、540B、540C和540D的相对比色GT坐标,即, $(L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel})$ 和 $(L_{GT-GS}^{Rel}, a_{GT-GS}^{Rel}, b_{GT-GS}^{Rel})$,所述坐标诸如可通过将诸如布拉德福德 (Bradford) 变换或CIEGAM02的色适应变换应用于绝对比色GT数据来确定。可根据上文关于图1A至图1D描述的方法来应用色适应变换。类似地,存储装置508可相应地存储卡502的灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB坐标,即, $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$ 。

[0148] 服务器410的处理单元430分析通过相应的收发器534和528从移动装置106接收的预处理图像数据,并且标识卡标识符518的像素表示。服务器510的处理单元530使用卡标识符518的像素表示来确定与卡502的参考数据相对应的搜索查询。在一个实施方案中,服务器510的处理单元530通过收发器534利用搜索查询来查询存储装置508,并且检索颜色表514的相对比色GT参考数据 $(L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel})$ 、灰度条带540A、540B、540C和540D的相对比色GT参考数据 $(L_{GT-GS}^{Rel}, a_{GT-GS}^{Rel}, b_{GT-GS}^{Rel})$ 、以及颜色表514以及灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB分量,即, $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$ 。

[0149] 在另一个实施方案中,服务器510的处理单元530通过收发器534利用搜索查询来查询存储装置508,并且检索颜色表514的绝对GT比色参考数据 $(L_{GT-CC}, a_{GT-CC}, b_{GT-CC})$ 、灰度条带540A、540B、540C和540D的绝对GT比色参考数据 $(L_{GT-GS}, a_{GT-GS}, b_{GT-GS})$ 、以及灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB分量,即, $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$ 。服务器510的处理单元530诸如通过应用布拉德福德变换或CieCam02来根据检索到的绝对比色参考数据计算相应的相对GT比色参考数据。服务器510的处理单元530执行两个灰度照明校正步骤。在第一灰度照明校正步骤中,处理单元530使用从存储装置508检索到的GT RGB分量来将第一灰度照明校正变换应用于从移动装置506接收的灰度条带540A、540B、540C和540D的像素表示:处理单元530对从移动装置506接收的灰度条带540A、540B、540C和540D的像素表示中的像素值求平均,即, $(R_{GS}^{preProc}, G_{GS}^{preProc}, B_{GS}^{preProc})$,其具有与地面实况像素值 $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$ 相对的公共值以获得 $(R_{GS}^{Corr}, G_{GS}^{Corr}, B_{GS}^{Corr})$ 。

[0150] 在第二灰度照明校正步骤中,服务器510的处理单元530使用第一校正步骤的结果来校正颜色表514和样本504的像素表示:服务器510的处理单元530通过在从存储装置508检索到的灰度条带540A、540B、540C和540D的GT RGB参考数据(即, $(R_{GT-GS}, G_{GT-GS}, B_{GT-GS})$)与如根据所获取的图像确定的540A、540B、540C和540D的已处理像素值(即, $(R'_{GS}, G'_{GS}, B'_{GS})$)之间拟合曲线 (f_r, f_g, f_b) 来确定灰度变换,诸如通过应用回归分析或样条内插:

$$[0151] \quad R_{GS}^{ICorr} = f_r(R_{GT-GS})$$

$$[0152] \quad G_{GS}^{ICorr} = f_g(G_{GT-GS})$$

$$[0153] \quad B_{GS}^{ICorr} = f_b(B_{GT-GS})$$

[0154] 服务器510的处理单元530将第二灰度变换计算为拟合曲线 (f_r, f_g, f_b) 的倒数,即, $(f_r^{-1}, f_g^{-1}, f_b^{-1})$ 。服务器510的处理单元530将第二灰度变换应用于从所获取的图像获得的颜色表514和样本504的预处理像素值:

$$\begin{aligned}
& (R_{CC}^{RelCorr}, G_{CC}^{RelCorr}, B_{CC}^{RelCorr}) \\
[0155] \quad & = (f_r^{-1}(R_{CC}^{preProc}), f_g^{-1}(G_{CC}^{preProc}), f_b^{-1}(B_{CC}^{preProc}))
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& (R_S^{RelCorr}, G_S^{RelCorr}, B_S^{RelCorr}) \\
[0156] \quad & = (f_r^{-1}(R_S^{preProc}), f_g^{-1}(G_S^{preProc}), f_b^{-1}(B_S^{preProc}))
\end{aligned}$$

[0157] 服务器510的处理单元530使用所获得的颜色表514的相对色度GT参考数据 $(L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel})$ 来构建颜色变换,其中灰度校正的像素值被用来检测样本404的颜色,如下所示:

[0158] 服务器510的处理单元530将颜色表514和样本504的灰度校正的像素值转换为与参考数据相同的颜色空间。例如,服务器510的处理单元530将颜色表514和样本504的灰度校正的像素值 $(R_{CC}^{RelCorr}, G_{CC}^{RelCorr}, B_{CC}^{RelCorr})$ 和 $(R_S^{RelCorr}, G_S^{RelCorr}, B_S^{RelCorr})$ 分别转换为相应的相对比色GT颜色空间坐标 $(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$ 和 $(L_S^{RelCorr}, a_S^{RelCorr}, b_S^{RelCorr})$ 。

[0159] 服务器510的处理单元530可在颜色表514的灰度校正的比色空间像素值 $(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$ 与颜色表514的相对比色GT参考像素值 $(L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel})$ 之间应用最小二乘法,如下所示:

$$[0160] \quad \min \| P_c(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr}) - (L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel}) \|$$

[0161] 以在颜色表514的灰度校正的颜色空间坐标 $(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$, 与从存储装置408检索到的相对比色GT地面实况颜色空间坐标 $(L_{GT-CC}^{Rel}, a_{GT-CC}^{Rel}, b_{GT-CC}^{Rel})$ 之间构建三维模型:

$$[0162] \quad \widetilde{L_{GT-CC}^{Rel}} = P_L(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$$

$$[0163] \quad \widetilde{a_{GT-CC}^{Rel}} = P_a(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$$

$$[0164] \quad \widetilde{b_{GT-CC}^{Rel}} = P_b(L_{CC}^{RelCorr}, a_{CC}^{RelCorr}, b_{CC}^{RelCorr})$$

[0165] 其中 (P_L, P_a, P_b) 描述向量变换 $\overrightarrow{P_{Lab}}$ 。

[0166] 服务器510的处理单元530将变换应用于样本504的像素值,以估计与装置无关的GT颜色空间中样本504的灰度校正的颜色:

$$[0167] \quad Lab_{Est} = \overrightarrow{P_{Lab}}(L_S^{RelCorr}, a_S^{RelCorr}, b_S^{RelCorr})$$

[0168] 服务器510的处理单元530将样本504的颜色坐标从GT颜色空间转换为用于显示目的的RGB颜色空间,从而检测样本504的RGB颜色。确定RGB值,使得其在染色机512的色域内。任选地,服务器510的处理单元530根据适合于由染色机512染色的染色基底的一种或多种特性来执行映射。例如,染色基底可以是线,并且染色机512可以是线染色机。

[0169] 服务器510的处理单元530将样本504的检测到的RGB颜色存储在存储装置508处,并且通过相应的收发器528和534以及网络536将检测到的RGB颜色提供给移动装置510。移动装置510在用户接口524处显示样本504的检测到的RGB颜色。任选地,服务器510的处理单元530将检测到的RGB颜色转换为减色空间,诸如用于染色机512的CMY、CMYK或CMY(K)颜色空间。另外地或替代地,处理单元530可应用具有与本文所述的方法中的任一种的深度学习方法,以通过使用(诸如通过使用一定范围的不同类型的相机和移动装置在变化的照明、取向和噪声条件下获取的)卡502的训练数据构建神经网络来在相机522获取样本504与卡502的图像时估计照明。

[0170] 以下将描述根据本公开技术的实施方案构造和操作的用于检测染色机的颜色的方法。现在参考图6,其是用于检测染色机的样本颜色的方法的示意图。

[0171] 在过程600中,将样本邻近于卡定位,所述卡上印刷有跨越染色机的色域的颜色表和至少一个灰度条带。在一个实施方案中,至少一个灰度条带定位在卡的边缘处。可将样本定位在卡的切口部分处,所述切口部分设置成与颜色表和至少一个灰度条带齐平。至少一个灰度条带可包括框住(framing)颜色表的四个灰度条带。在一个实施方案中,切口部分邻接颜色表的三个不同的方块和两个不同的灰度条带。

[0172] 在过程602中,获取邻近于卡定位的样本的图像。

[0173] 在过程604中,通过对图像中的颜色表、样本和至少一个灰度条带的像素表示进行裁剪和修正来在RGB颜色空间中处理所获取的图像。在一个实施方案中,校正图像中的颜色表的像素表示包括:确定限定所述颜色表的像素表示的每个颜色方块的框;针对每个框确定所述框内部像素的平均RGB值,其中所述平均值RGB值忽略位于颜色表的像素表示的两个相邻颜色方块之间的边界处的像素的RGB值;以及将平均RGB值分配给每个颜色方块的每个相应的像素。

[0174] 参考图5的系统,提供卡502,所述卡上印刷有跨越染色机512的色域的颜色表514,以及任选地灰度条带540A、540B、540C和540D。卡502另外设置有切口部分504。将样本(诸如一块织物、纸张等)定位在切口部分520处,与颜色表514齐平,使得样本504与颜色表514的至少两个颜色方块 $C_3(4,5)$ 和 $C_3(5,4)$ 以及至少两个灰度条带540C和540D相邻。在一种实现方式中,样本504与颜色表514的三个颜色方块 $C_3(4,5)$ 、 $C_3(4,4)$ 和 $C_3(5,4)$ 以及至少两个灰度条带540C和540D相邻。与移动装置506集成在一起的相机522被定位在卡502和样本504的一定光学范围内。相机522获取因此与卡502的颜色表514和灰度条带540C和540D齐平定位的样本504的图像。在一个实现方式中,移动装置506的处理单元520通过对所获取的图像进行白平衡,并且通过对所获取的图像的颜色表514以及灰度条带540C和540D的像素表示进行修正来在RGB颜色空间中处理所获取的图像。移动装置506通过相应的收发器528和534将已处理图像提供给服务器510。在另一个实现方式中,移动装置506通过相应的收发器528和534将所获取的原始图像数据提供给服务器510,并且服务器510的处理单元530通过对所获取的图像进行白平衡,并且通过对所获取图像的颜色表514以及灰度条带540C和540D的像素表示进行修正来在RGB颜色空间中处理所获取的图像。

[0175] 在过程606中,检索与卡的颜色表相对应的比色参考数据、具有卡的至少一个灰度条带的对应的RGB坐标的比色参考数据以及与卡相对应的卡特性数据。

[0176] 参考图5的系统,存储装置508存储与颜色表514相对应的比色参考数据、具有灰度

条带540A、540B、540C和540D的对应的RGB坐标的比色参考数据以及与卡相对应的卡特性数据。服务器510的处理单元530分析已处理图像以标识已处理图像的卡标识符518。服务器510的处理单元530使用卡标识符518来查询数据库,并且通过收发器534从存储装置508中检索颜色表514的比色参考数据、具有灰度条带540A、540B、540C和540D的对应的RGB坐标的比色数据以及与卡502相对应于的卡特性数据。

[0177] 在过程608中,使用与卡的至少一个灰度条带的比色参考数据相对应的RGB坐标来对图像中的颜色表和样本的像素表示执行灰度照明校正。在一个实施方案中,执行灰度照明校正包括:执行应用于至少一个灰度条带的像素表示的第一灰度校正步骤;以及执行应用于颜色表和所述样本的像素表示的第二灰度校正步骤。

[0178] 在过程610中,根据检索到的卡特性数据、比色参考数据以及颜色表和样本的灰度照明校正的像素表示估计样本的一组比色坐标。

[0179] 在过程612中,将与装置无关的颜色空间中的样本的颜色坐标转换为RGB颜色空间,从而检测样本的RGB颜色坐标,其中RGB颜色坐标在染色机的色域内。染色基底(诸如线)的一种或多种特性也可应用于任何转换或估计步骤。

[0180] 在过程614中,存储样本的检测到的RGB颜色空间坐标。随后可显示RGB颜色空间坐标中检测到的颜色。另外,在RGB颜色空间坐标中检测到的颜色可随后转换为减色颜色空间(诸如CMY、CMYK或CMY(K)+),并且相应地用于染色基底。

[0181] 参考图5的系统,服务器510的处理单元530使用卡502的灰度条带540A、540B、540C和540D中的至少一个的RGB颜色空间参考数据来对颜色表514和样本504的像素表示执行灰度照明校正。服务器510的处理单元530根据颜色表514和样本504的灰度照明校正的像素表示以及与从存储装置508中检索到的与颜色表514相对应的比色参考数据来估计样本504在比色颜色空间中的一组颜色坐标。服务器510的处理单元530将样本504的颜色坐标从与装置无关的颜色空间转换为在染色机512的色域内的RGB颜色空间,从而检测样本504的RGB颜色空间坐标,其中RGB颜色空间坐标在染色机512的色域内。服务器510的处理单元530将检测到的RGB颜色空间坐标存储在存储装置508处,并且通过相应的收发器528和534以及网络536将检测到的RGB颜色提供给移动装置510。移动装置510在用户接口524处显示检测到的RGB颜色。处理单元530另外将检测到的RGB颜色转换为减色空间,并且将检测到的颜色提供给染色机512。

[0182] 本领域技术人员将了解的是,本公开技术并不限于上文特定示出并描述的内容。相反,本公开技术的范围仅由以下权利要求书限定。

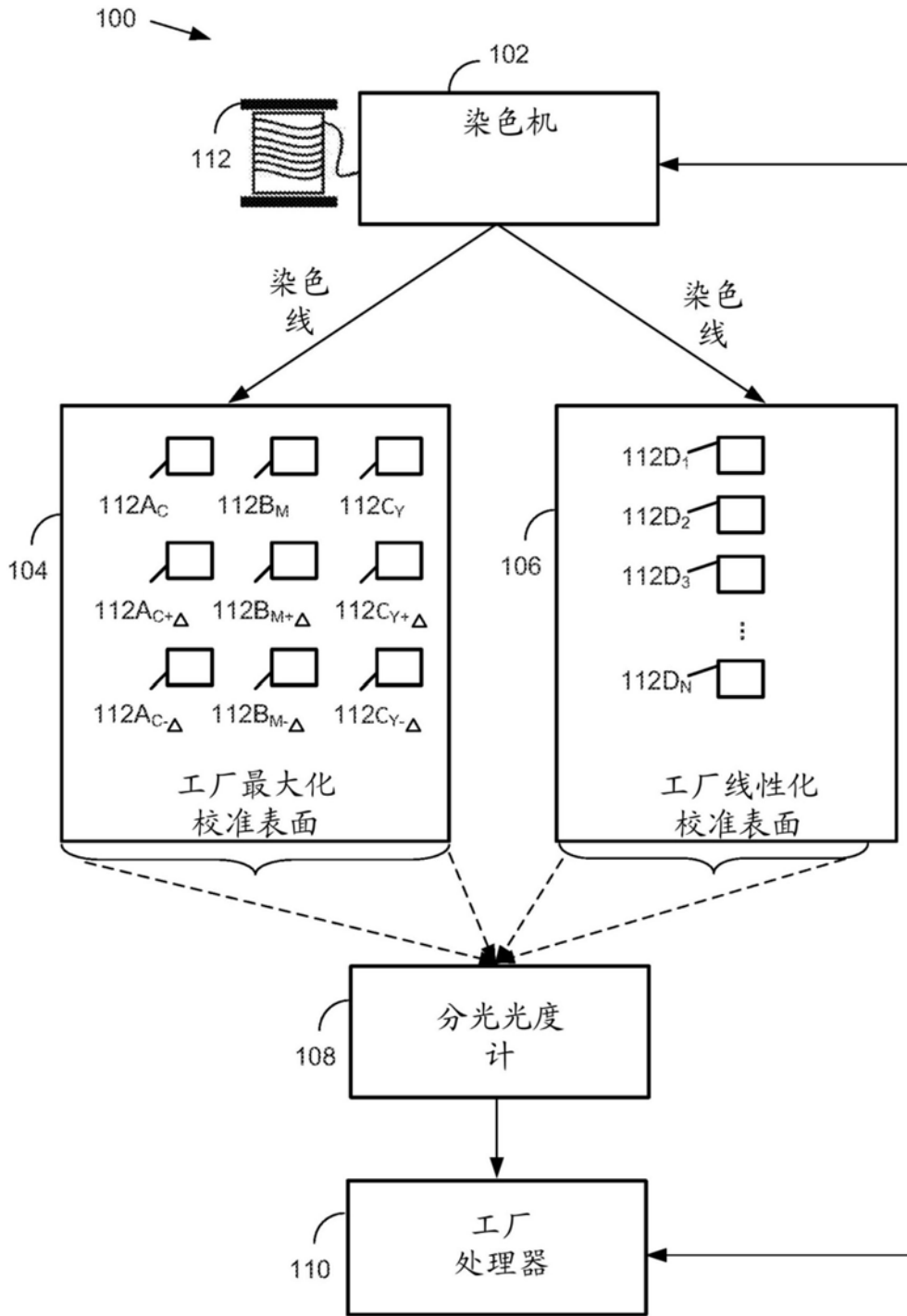


图1A

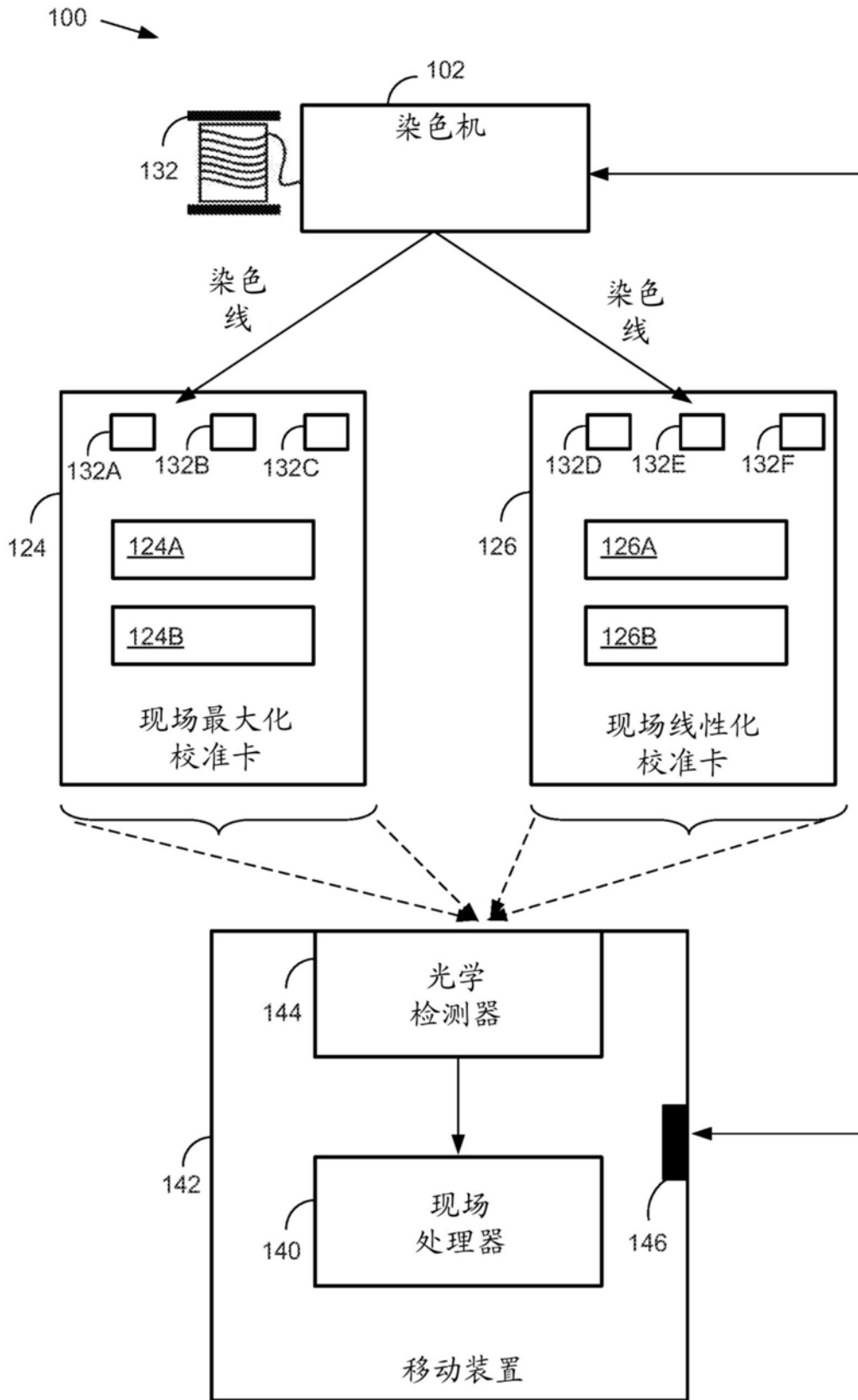


图1B

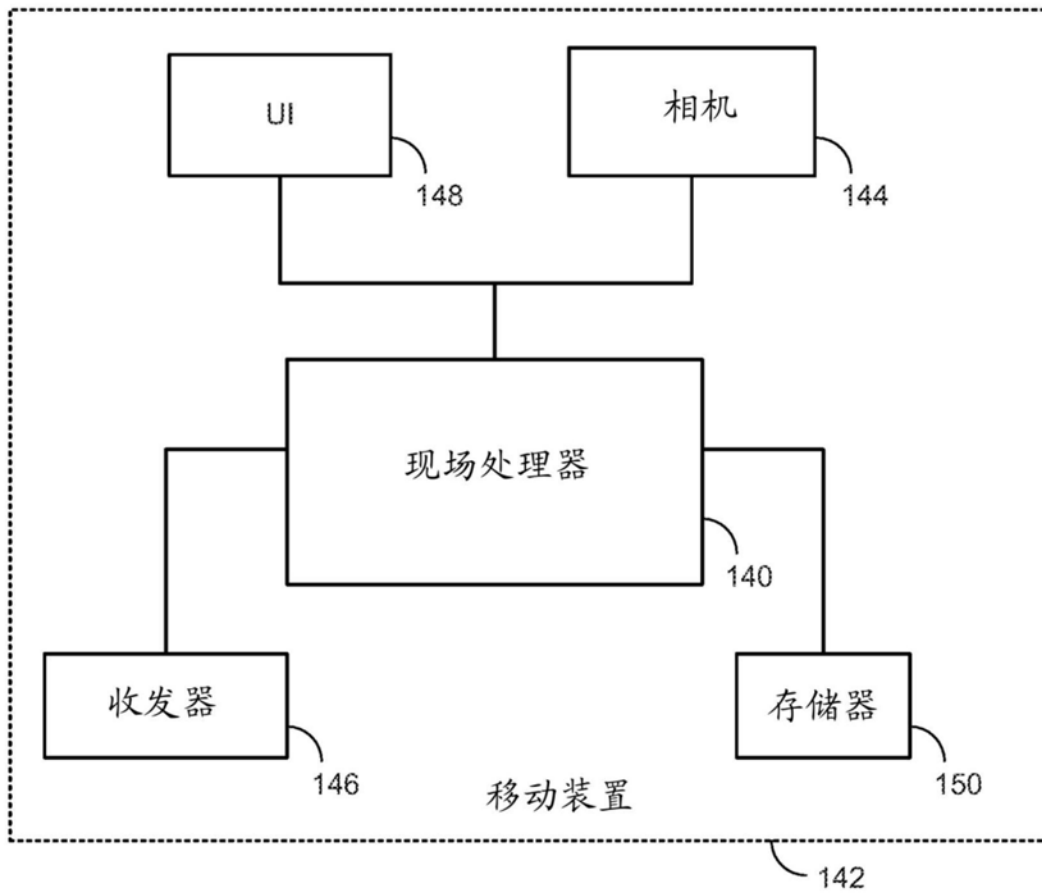


图1C

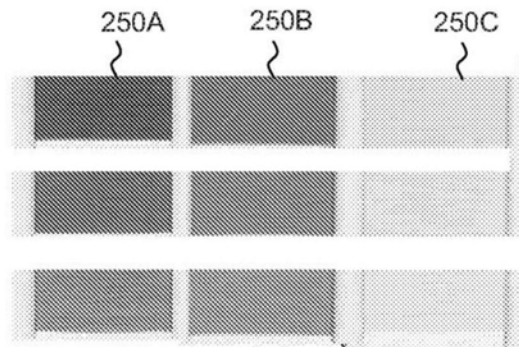


图2A

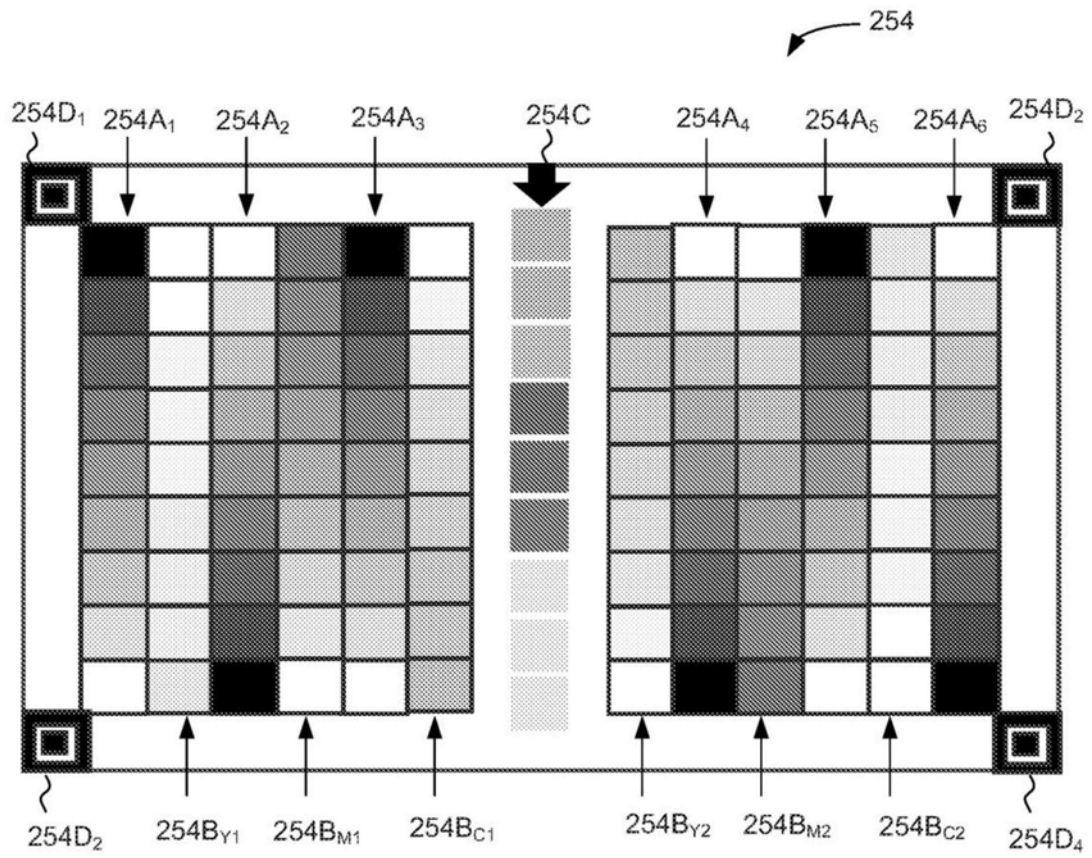


图2B



图2C

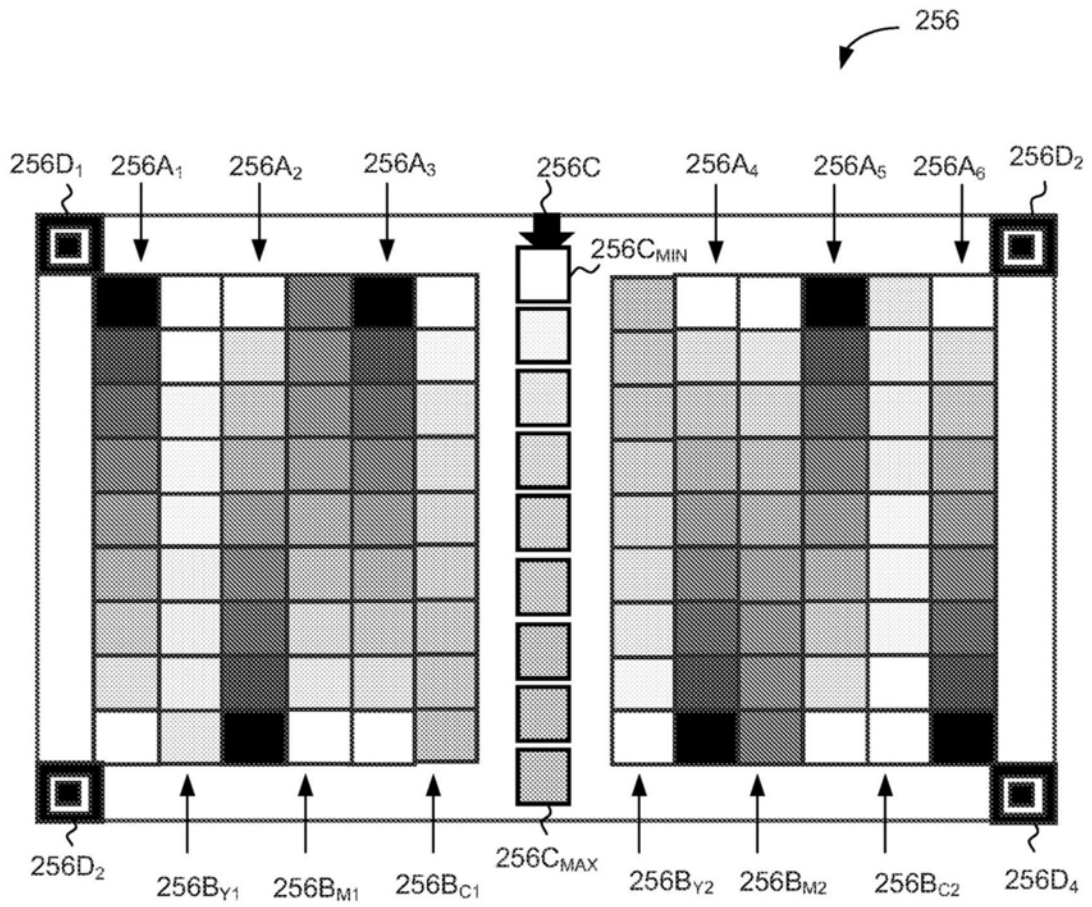


图2D

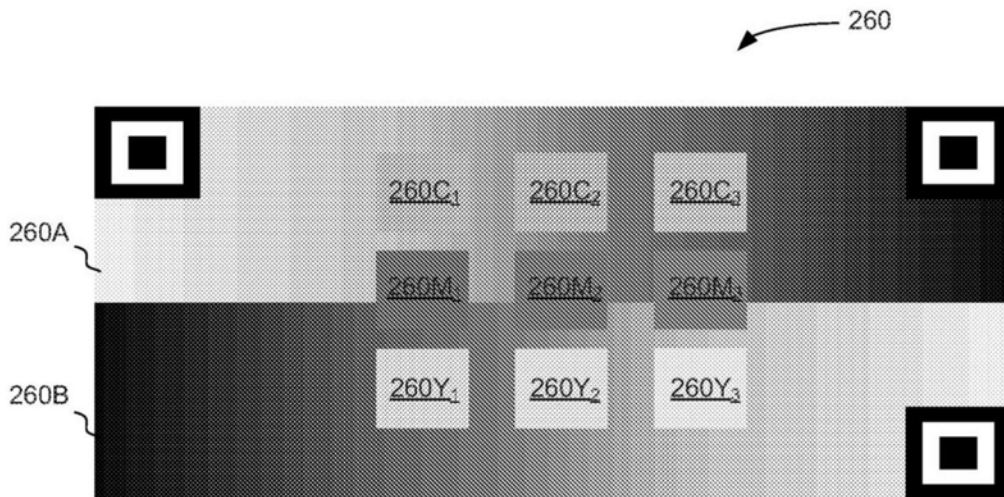


图2E

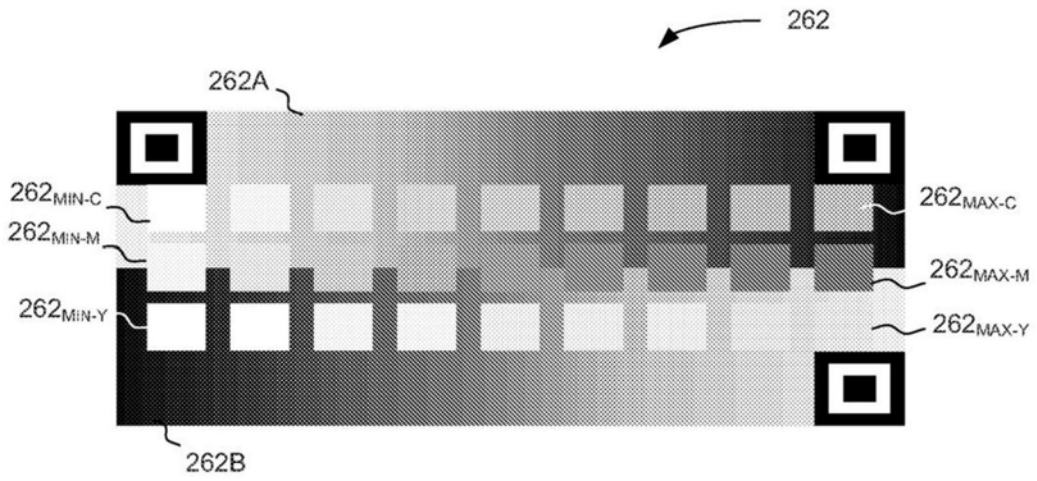


图2F

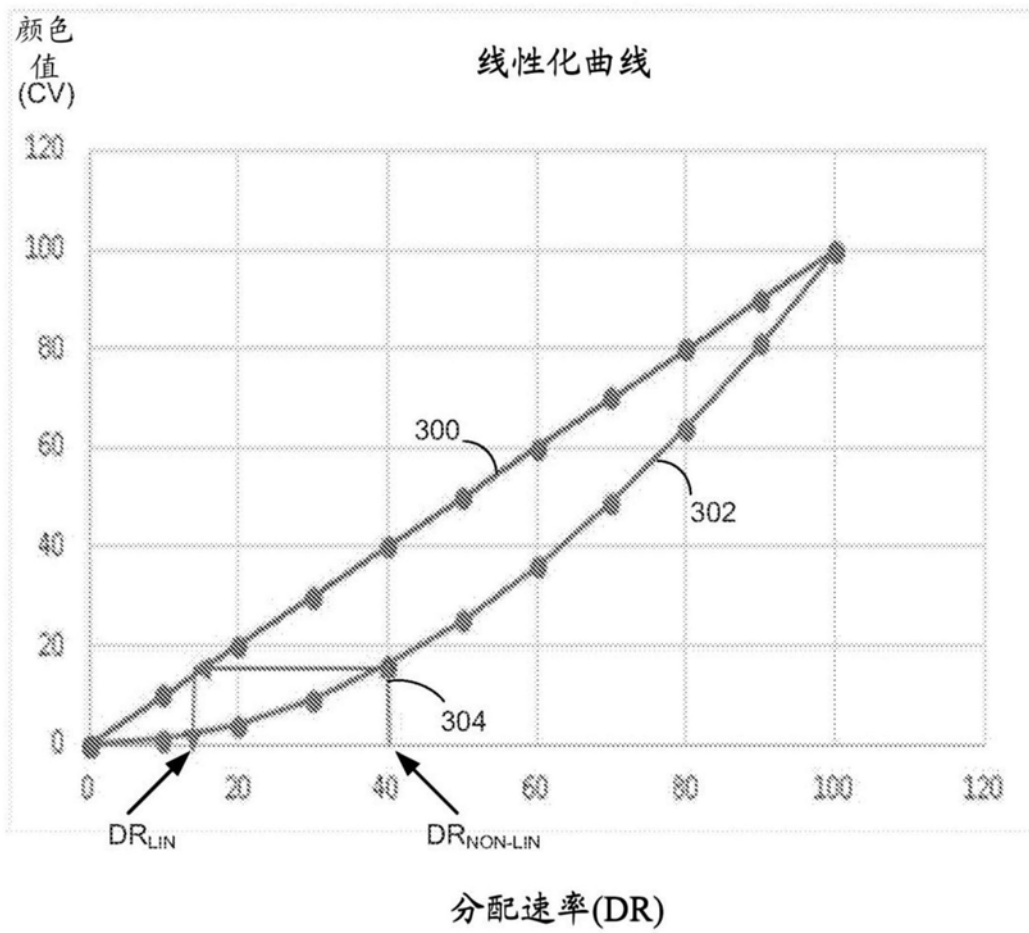


图3

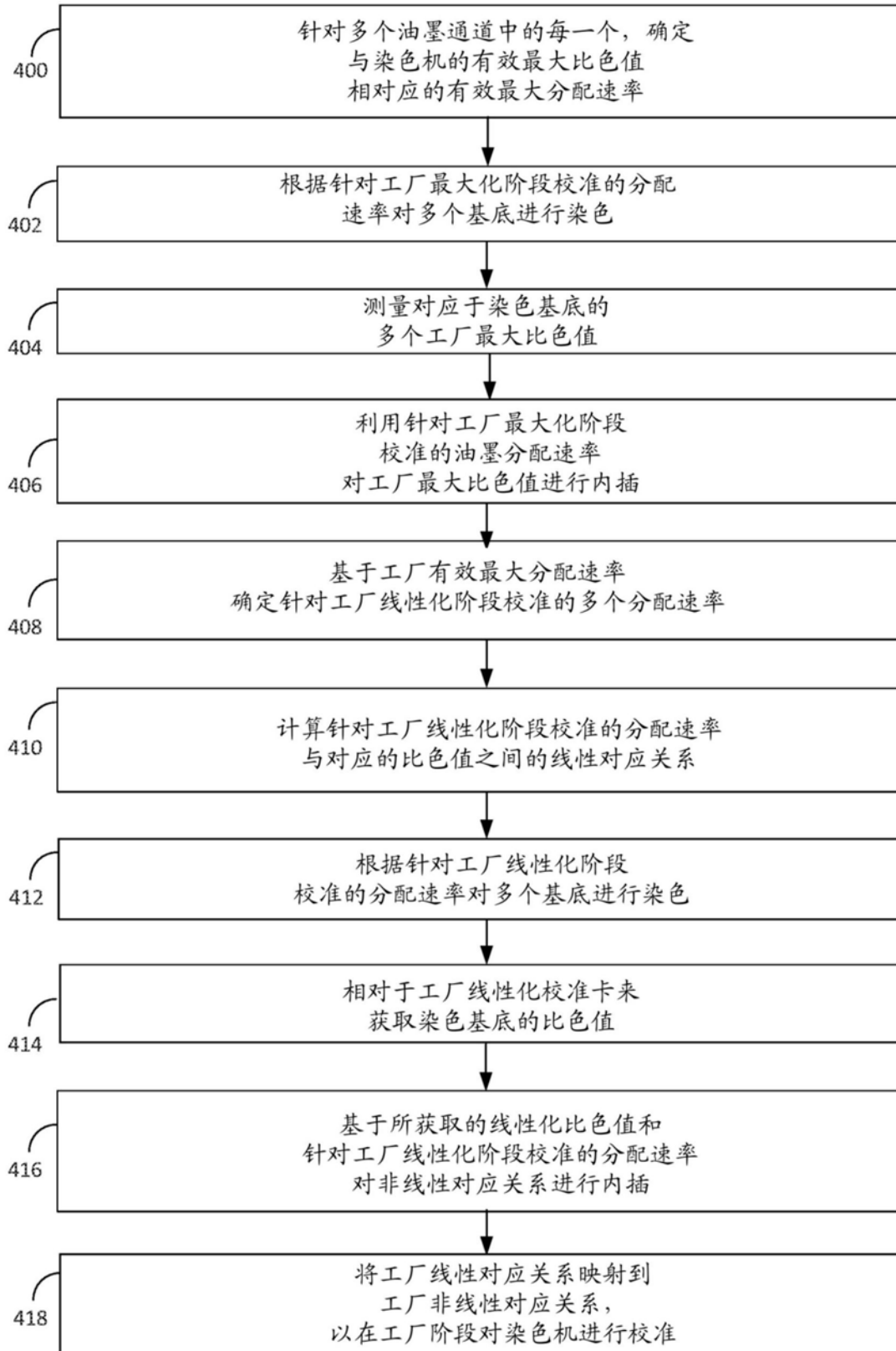


图4A

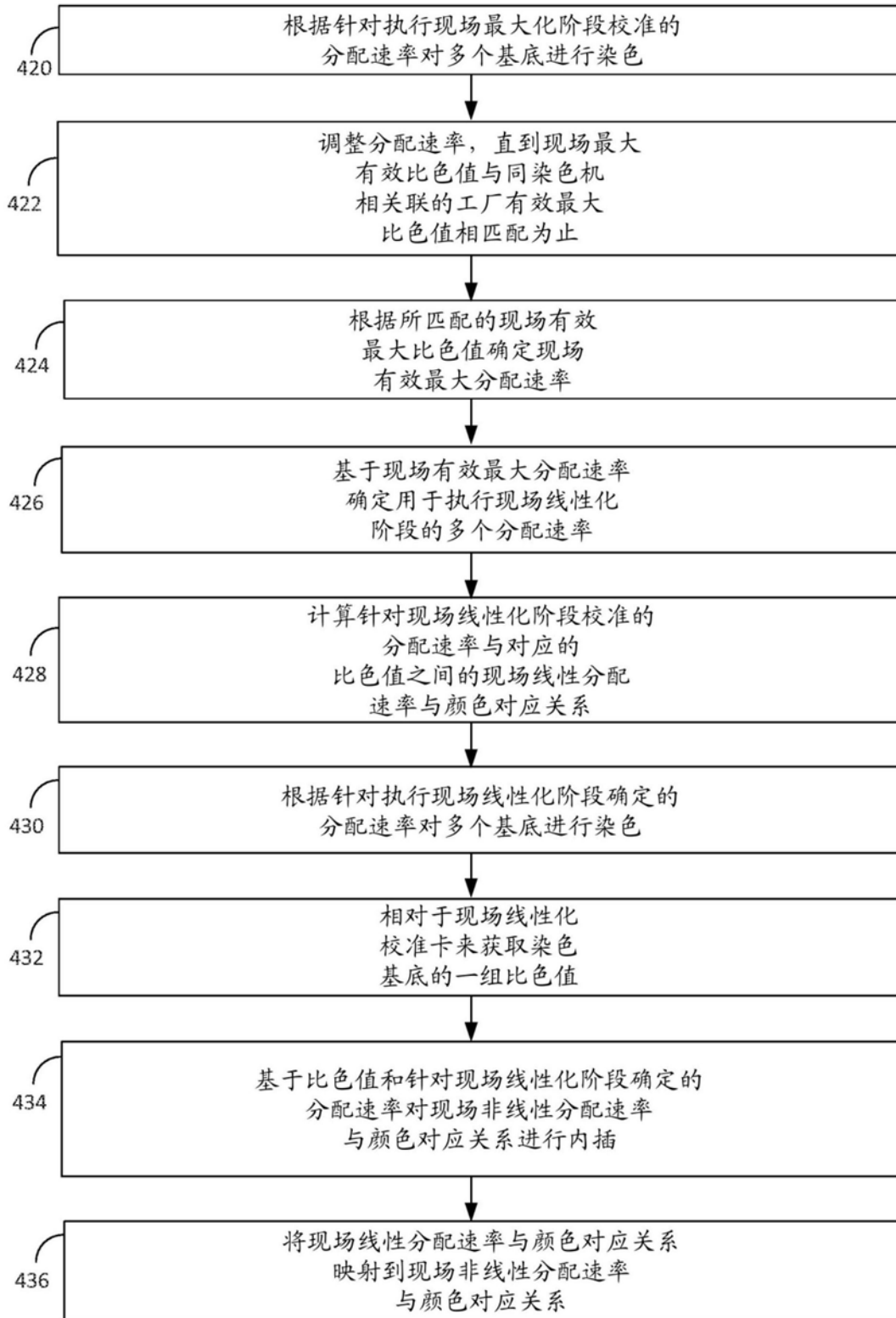


图4B

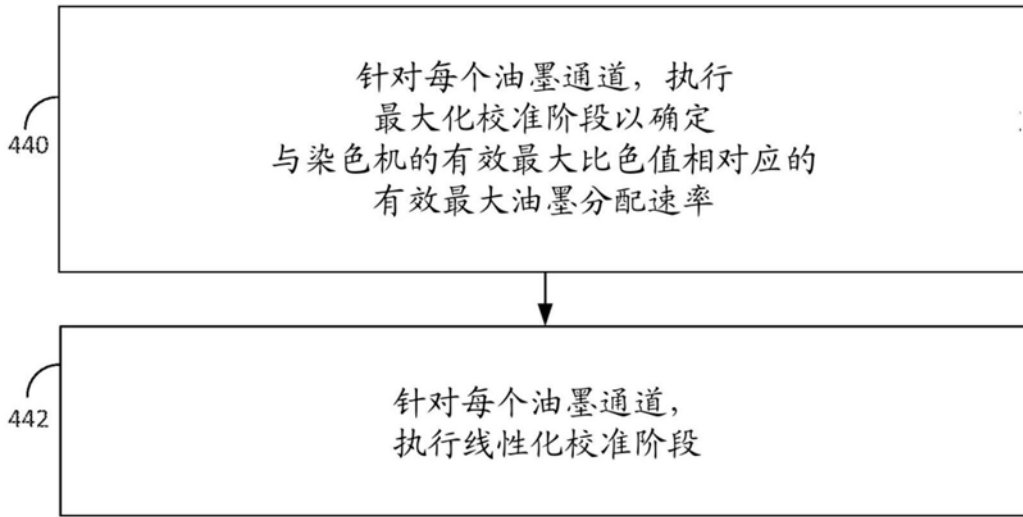


图4C

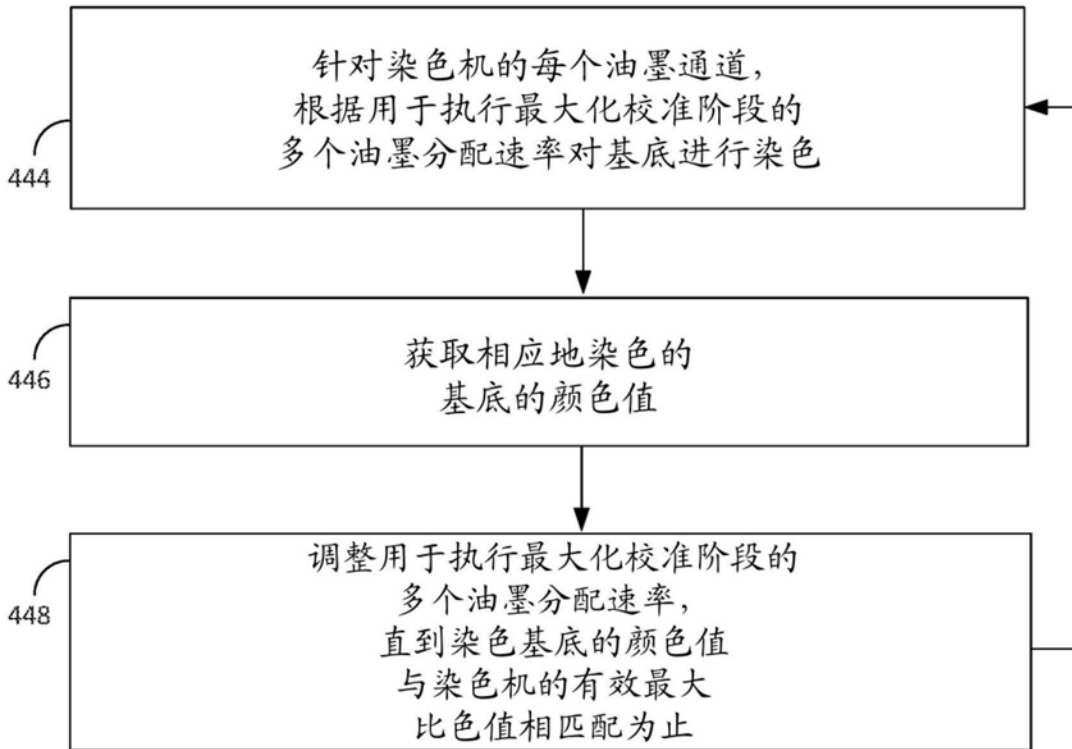


图4D



图4E

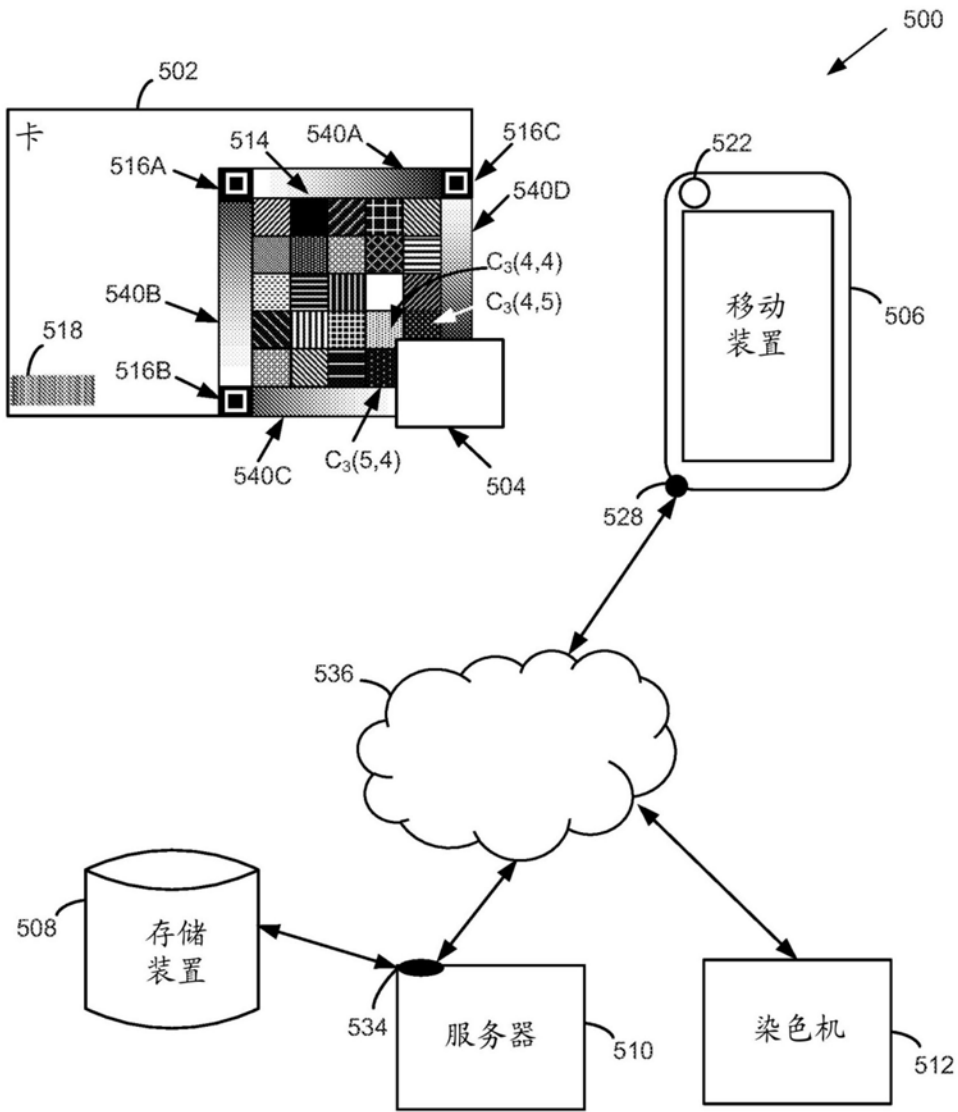


图5

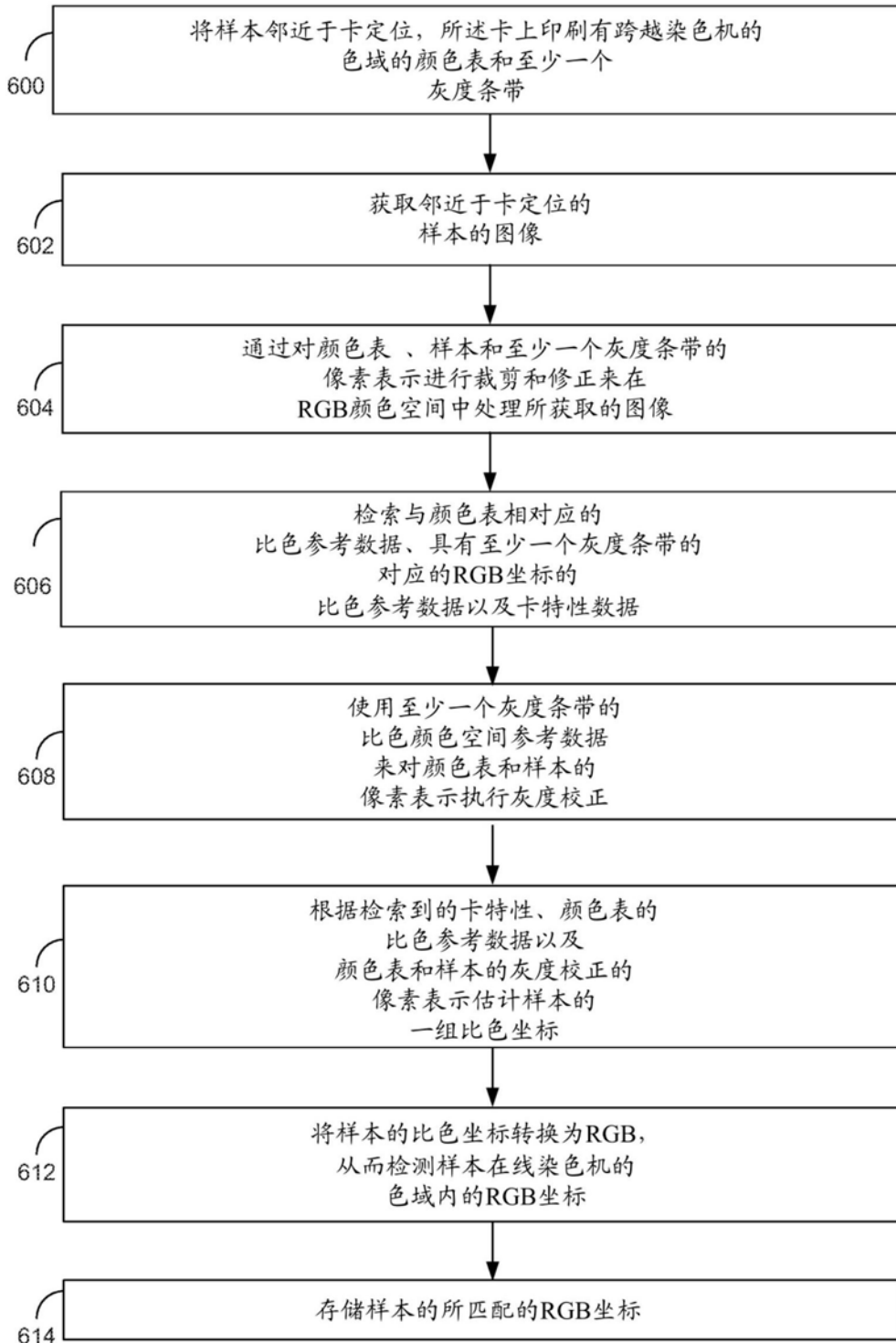


图6