

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.  
H04N 1/60 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200780052908.5

[43] 公开日 2010年3月10日

[11] 公开号 CN 101669356A

[22] 申请日 2007.3.8

[21] 申请号 200780052908.5

[86] 国际申请 PCT/US2007/005759 2007.3.8

[87] 国际公布 WO2008/108761 英 2008.9.12

[85] 进入国家阶段日期 2009.11.9

[71] 申请人 惠普开发有限公司

地址 美国德克萨斯州

[72] 发明人 H·巴克 N·巴蒂

S·苏斯特伦克 M·哈维尔

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
代理人 张雪梅 蒋骏

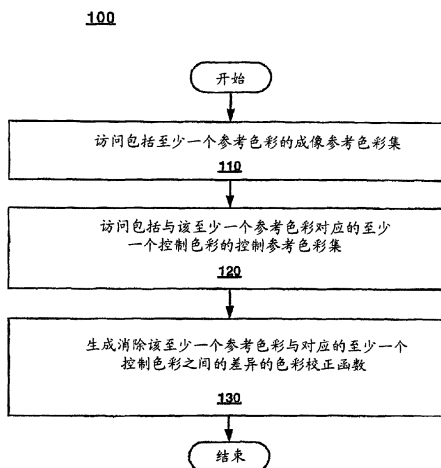
权利要求书1页 说明书17页 附图7页

[54] 发明名称

真实色彩通信

[57] 摘要

本发明的实施例阐述了用于传递对象的真实色彩的系统和方法。在一个实施例中,本发明包括图像捕获装置(201)、包括至少一个参考色彩(202a)的成像参考色彩集(202)以及包括与该至少一个参考色彩(203a)对应的至少一个控制色彩(203a)的控制参考色彩集(203)。本发明还包括用于访问控制参考色彩集和成像参考色彩集(202)并用于生成消除该至少一个参考色彩(203a)与该至少一个控制色彩(203a)之间的差异的色彩校正函数(210)的色彩校正部件(204)。



1. 一种用于传递对象的真实色彩的图像捕获系统,所述系统包括:  
图像捕获装置(201);  
成像参考色彩集(202),其包括至少一个参考色彩(202a);  
控制参考色彩集(203),其包括与所述至少一个参考色彩(202a)对应的至少一个控制色彩(203a);以及  
色彩校正部件(204),用于访问所述控制参考色彩集(203)和所述成像参考色彩集(202),并用于生成消除所述至少一个参考色彩(202a)与所述至少一个控制色彩(203a)之间的差异的色彩校正函数(210)。
2. 如权利要求1所述的图像捕获系统,还包括:施加器(205),用于向图像(206)施加所述色彩校正函数(210)以创建经过修改的图像(207)。
3. 如权利要求2所述的图像捕获系统,其中所述施加器(205)构成所述图像捕获装置(201)的部件,并且所述色彩校正部件(204)与所述图像捕获装置(201)通信地耦合。
4. 如权利要求2所述的图像捕获系统,其中所述施加器(205)和所述色彩校正部件(204)构成所述图像捕获装置(201)的部件。
5. 如权利要求1所述的图像捕获系统,其中所述成像参考色彩集(202)还包括唯一标识(202b),并且其中所述控制参考色彩集(203)与由所述唯一标识(202b)唯一识别的所述成像参考色彩集(202)对应。
6. 如权利要求1所述的图像捕获系统,还包括用于存储所述色彩校正函数(210)的数据存储装置(208)。
7. 如权利要求1所述的图像捕获系统,还包括:显示装置(220),用于生成从基本由投影显示、打印显示和数字生成的显示组成的组中选择的显示(221)。
8. 如权利要求7所述的图像捕获系统,其中所述色彩校正部件(204)生成对所述显示装置(220)的至少一个色彩控制的调整(223)。
9. 如权利要求8所述的图像捕获系统,其中所述图像捕获装置(201)捕获紧接所述显示(221)布置的物理控制参考色彩集(222)的图像(206),并且其中所述显示(221)包括所述成像参考色彩集(202)。
10. 如权利要求8所述的图像捕获系统,其中所述显示(221)传递已经对其施加了所述色彩校正函数(210)的经过修改的图像(207)。

## 真实色彩通信

### 技术领域

本发明的实施例涉及准确地捕获和传递对象的色彩。

### 背景技术

在图像捕获和再现领域中，图像捕获和图像显示装置的处理参数由制造商预先设置。通常，制造商调整这些参数，使得所创建的图像看上去“很好”，以使用户会对结果满意。这称为“照片冲洗(photofinishing)或优选再现模型”，与“色度(colorimetric)再现模型”相反，“色度再现模型”设法传递对象的正确色彩。例如，许多数码相机执行称为“白平衡”的操作，该操作调整成像参数，使得图像的整体平均色彩例如是半亮度灰度图像(50%灰度)的色彩。这假定，成像的视图实际上是50%灰度，这很少成立。由此，白平衡是任意调整，其定性地作用来产生可视图像，而并不是定量地作用来产生正确绘制的图像。

在示范性白平衡过程中，通常通过分析所观测亮度级的分布来剪裁(clip)图像中最暗和最亮的绘制值(例如黑白等级)。进行剪裁以确保很好地使用可用的信号范围。剪裁例如预先指定的百分比的暗值和亮值，并将其映射到同一值(例如映射到0或最大值)。然后在可用范围上对其间的值进行缩放。然而，为了使所得到的图像更吸引人，这种缩放可使真实色谱失真。这些调整通常是由制造商预先定义的，并统一施加到所有获取的图像。由此，数字相机的处理参数不能处理(address)渲染视图中各项目的“真实”色彩，因为没有其它信息这无法确定。

此外，捕获图像时存在的环境照明条件可能使图像的总体色泽(coloration)失真。例如，如果在室内获取图片，则由照明器材辐射的光可在色谱的特定范围内加权。例如，荧光照明发出具有浅蓝色的光。由此，在存在荧光照明的情况下获取的图片会被环境光失真，并且将绘出比实际可能存在的具有更多蓝色调的对象。

为了克服这些失真，可以提供受控环境，在其中精细地校准和监控图像捕获设备的图像处理参数。这些受控环境还依赖于精细校准和控制的照明，使得由环境照明和图像处理设备产生的任何失真或是已知的或

被最小化。

除了捕获光度正确的图像的问题之外，在不引入色彩空间失真的情况下显示图像也是个问题。例如，计算机监视器或其它显示装置的色彩再现随着时间改变。结果，所显示的色彩值随着时间可能与预先设置的校准参数存在某一“漂移”。在色彩渲染必须保持一致很重要的应用(例如计算机动画)中，有必要偶尔执行计算机监视器的详细分析和重新校准。类似地，打印机在出售前被校准，但是在线校准通常限于喷嘴功能的开/关测试。扫描仪可用于校准或重新校准色彩，但是这些组合了来自图像打印和扫描的可能的不准确。

### 发明内容

本发明的实施例记载了一种用于传递对象的真实色彩的系统和方法。在一个实施例中，本发明包括图像捕获装置、包含至少一个参考色彩的成像参考色彩集以及包含与该至少一个参考色彩对应的至少一个控制色彩的控制参考色彩集。本发明还包括用于访问控制参考色彩集和成像参考色彩集并用于生成消除该至少一个参考色彩与该至少一个控制色彩之间差异的色彩校正函数的色彩校正部件。

### 附图说明

合并到本说明书中并形成其一部分的附图例证了本发明的实施例，并与说明书一起用于解释本发明的原理。除非明确指出，否则本说明书中提到的附图应该理解为未按比例绘制。

图1是根据本发明实施例的用于传递对象的真实色彩的方法的流程图。

图2A、2B和2C示出了根据本发明实施例使用的示范性图像捕获系统。

图3示出了根据本发明实施例使用的示范性色彩参考集。

图4是根据本发明实施例的色彩校正部件的框图。

图5是其上可实施本发明实施例的示范性计算机系统的框图。

### 具体实施方式

现在将详细参考本发明的实施例，其示例在附图中示出。虽然将结

合以下实施例描述本发明，但是要理解，它们不意图将本发明只限于这些实施例。相反，本发明意图涵盖备选方案、修改和等效方案，这些备选方案、修改和等效方案可包含在所附权利要求书定义的本发明的精神和范围内。而且，在本发明的以下详细描述中，为了提供对本发明的全面理解，阐述了大量具体细节。然而，本发明的实施例可在没有这些具体细节的情况下实施。在其它情况下，众所周知的方法、程序、部件和电路未详细描述，以免不必要地模糊了本发明的各方面。

### 符号和术语

以下详细描述的一些部分是按照程序、逻辑块、处理和对计算机存储器内的数据比特的操作的其它符号表示给出的。这些描述和表示是数据处理领域的技术人员为最有效地将他们工作的实质传递给该领域其他技术人员而使用的方式。在本申请中，程序、逻辑块、过程等被认为是引起期望结果的独立的步骤或指令序列。这些步骤是那些需要对物理量进行物理操纵的步骤。通常，虽然不是必须的，这些量采取能够被存储、传输、组合、比较或以其它方式在计算机系统中操纵的电信号或磁信号的形式。

然而，应该牢记的是，所有这些及类似术语都与适当的物理量相关联，并且仅仅是应用于这些量的方便标签。除非如根据以下论述显而易见地另有明确声明，要认识到，本发明通篇利用诸如“访问”、“生成”、“施加”、“耦合”、“使用”、“识别”、“存储”、“生成”、“捕获”等术语的论述指的是计算机系统或类似电子计算装置的动作和过程，所述计算机系统或类似电子计算装置将表示为计算机系统的寄存器和存储器内的物理(电子)量的数据操纵和变换成类似表示为计算机系统存储器或寄存器或其它这种信息存储、传输或显示装置内的物理量的其它数据。

图1是根据本发明实施例的用于传递对象的真实色彩的方法100的流程图。在图1的步骤110中，访问包括至少一个参考色彩的成像参考色彩集。在本发明的实施例中，捕获包括参考色彩集的图像。该成像参考色彩集可以是所捕获的图像中的唯一目标(object)，或者也可以在对象的捕获图像中。在本发明的实施例中，该对象可以是任何人、地方或其图像可以被捕获的东西。

通常，落在给定对象上的光的品质和光谱特性影响对象对照相机以

及由此在照相机生成的图像上的外观。照相机本身通过其传感器的制造和其设计的物理特性，以及还通过照相机的内部处理特性，在对象的所感知的色泽中引入了进一步的变化。这些影响组合起来使得成像对象的色泽度量非常不可靠。通过观看在与对象图像基本上相同的环境照明条件和处理参数下捕获的参考色彩集，本发明的实施例可促进确定从捕获图像的观测的色彩空间到与捕获图像的照相机的图像处理能力和环境照明条件无关的参考或“真实”色彩空间的变换。

在图1的步骤120中，访问包括与该至少一个参考色彩对应的至少一个控制色彩的控制参考色彩集。在本发明的实施例中，真实色彩空间由包括与成像参考色彩集的一个或多个色彩对应的一个或多个色彩的控制参考色彩集表示。要认识到，控制参考色彩集可包括其中访问捕获图像中的参考色彩集的色彩信号值和光谱反射率的逻辑参考色彩集，而不是实际物理实体。

在图1的步骤130中，生成色彩校正函数，其消除该至少一个参考色彩与对应的控制色彩之间的差异。通过比较控制参考色彩集的特性与在图像中捕获的成像参考色彩集的特性，本发明的实施例可确定计及（account for）成像参考色彩集与控制参考色彩集的特性之间的差异的变换或“色彩校正函数”。这个色彩校正函数直接补偿房间内的环境照明与采集照相机的色彩变换的组合影响。

为了促进确定该参考变换，本发明的实施例检测图像内的成像参考色彩集，并测量成像参考色彩集的观测特性。本发明的实施例然后确定色彩校正函数，其使成像参考色彩集的色彩描述更接近于控制参考色彩集的色彩值。该色彩校正函数然后可施加到所捕获的图像，或随后捕获的图像，使得图像中的色彩更准确地传递对象的真实色彩。

由此，本发明的实施例可推断出在捕获图像的位置处的环境照明条件以及图像捕获系统的装置特性和图像处理能力的组合影响。然后从图像中基本上消除这些组合影响，使得能够传递对象色彩的更准确表示。在本发明的实施例中，可以生成色彩校正函数，并通过图像捕获装置本身、通过显示图像的装置、作为第三方的服务或它们的任何组合来施加该色彩校正函数。

图2A示出了结合本发明实施例使用的示范性图像捕获系统200。在本发明的实施例中，系统200包括图像捕获装置201、成像参考色彩集

202、控制参考色彩集 203 和色彩校正部件 204。在图 2A 的实施例中，成像参考色彩集 202 还包括至少一个参考色彩 202a 和唯一标识 202b。而且，控制参考色彩集 203 还包括与该至少一个参考色彩 202a 对应的至少一个控制色彩 203a 以及与唯一标识 202b 对应的对应标识 203b。

在本发明的实施例中，色彩校正部件 204 用于访问成像参考色彩集 202 和控制参考色彩集 203。更具体地说，色彩校正部件 204 比较参考色彩 202a 与控制色彩 203a，以确定由于环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理参数而使成像参考色彩集 202 的色彩如何变换。色彩校正部件 204 然后生成色彩校正函数（例如 210），其消除参考色彩 202a 与控制色彩 203a 之间的差异（如果存在任何差异的话）。

在本发明的实施例中，系统 200 还包括与色彩校正部件 204 耦合的施加器（applicator）205。在本发明的实施例中，施加器 205 向图像（例如 206）施加由色彩校正部件 204 生成的色彩校正函数 210，以创建经过修改的图像 207。这样做时，从经过修改的图像 207 中消除了在捕获图像 206 的位置处的环境照明条件以及图像捕获装置 201 的装置特性和图像处理能力的组合影响。结果，在经过修改的图像 207 中传递对象（例如 211）的真实色彩。注意，为了本发明的目的，术语“消除”是指成像参考色彩集 202（例如经过修改的图像 207 中）与控制参考色彩集 203 中的参考色彩之间的差或在系统 200 的检测参数之外，或在可接受的变化值之内。

如上所述，在本发明的实施例中，可在与对象 211 相同的图像 206 中捕获成像参考色彩集 202。在另一个实施例中，可在与其中捕获对象 211 的图像 206 分开的图像中捕获成像参考色彩集 202。在可能不希望在与对象 211 相同的图像中示出成像参考色彩集 202 的情况下，这可能是有利的。例如，在摄影棚摄影期间，摄影师可能不想在对象 211 的肖像中看到成像参考色彩集 202。由此，摄影师可捕获成像参考色彩集 202 的第一图像，该第一图像用于确定色彩校正函数 210。然后使用之前由色彩校正部件 204 生成的色彩校正函数 210 处理随后捕获的对象 211 的图像。在一个实施例中，系统 200 还包括用于存储色彩校正函数 210 和一个或多个图像（例如图像 206、经过修改的图像 207 等）的数据存储装置 208。注意，在本发明的实施例中，捕获分开的图像的环境照明条件和图像处理能力应该基本上相同，以便得出准确的色彩校正函数 210。

注意，图 2A 中的系统 200 的配置是示范性的，并且根据本发明的实施例，部件的其它配置也是可能的。例如，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为分立的色彩校正系统或实现为通信耦合的部件的网络。在本发明的实施例中，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 的功能可被执行为第三方服务提供商或网络 209 的提供商的服务。备选地，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为图像捕获装置 201 的部件。在另一个实施例中，施加器 205 布置在图像捕获装置 201 上，其通信地与色彩校正部件 204 和数据存储装置 208 耦合。由此，图像捕获装置 201 经由网络 209 接收色彩校正函数 210，并将其施加到图像 207 以创建经过修改的图像 207。在另一个实施例中，色彩校正部件 204、施加器 205 和控制参考色彩集 203 可实现为使用可拆卸介质（诸如智能卡或其它可拆卸数据存储装置）的（例如图像捕获装置 201 的）可拆卸部件。

在本发明的实施例中，图像捕获装置 201 在捕获图像 206 时不需要受控的基础设施（controlled infrastructure）。例如，图像捕获装置 201 可以是对象的个人计算机系统、数字照相机或能够生成照片的蜂窝电话（例如本文称为“照相电话”）。由此，不是依赖于校准的设备（例如校准的照相机和校准的照明），本发明的实施例可利用对象的个人设备来捕获图像 206。而且，只要照明条件足以让色彩校正部件 204 处理图像，就不需要在环境照明条件已知或受控制的环境中捕获图像 206。结果，甚至可在各种环境（例如包括户外，或在对象 211 的家中）中捕获图像 206。

本发明的实施例是有利的，因为它们不需要受控的基础设施，原因在于色彩校正部件 204 利用接收的成像参考色彩集 202 的图像来推断环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理参数。例如，色彩校正部件 204 可比较包括成像参考色彩集 202 的颜色的色彩描述与来自控制参考色彩集 208 的对应颜色的色彩描述。结果，本发明的实施例在捕获对象 211 的图像时不依赖于校准的照相机或校准的照明。通过执行这种分析，色彩校正部件 204 可推断出对象 211 所处位置处的环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理能力的组合影响。色彩校正部件 204 然后可确定有必要进行什么调整使得成像参考色彩集 202 的所接收的光谱反射率和色彩信号值对应于控制参考色彩集 203 的已知光谱反射率和色彩信号



值。色彩校正部件 204 由此可补偿在捕获图像时由环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理参数所引起的图像失真，并基于这种分析，推断出用于描绘对象 211 的正确色彩。虽然本发明声称不需要受控的基础设施，但是本发明的实施例也可结合受控的基础设施使用。

在本发明的实施例中，图像捕获装置 201 可包括对象 211 的个人财产，诸如打印机、扫描仪、照相电话、数字照相机、个人数字助理 (PDA)、个人计算机系统、数字视频记录器或能够捕获图像的类似装置。然而，本发明的实施例也可用于专用系统，其中制造商提供用于提供产品咨询的信息亭或其它自动系统。

在本发明的实施例中，网络 209 包括拨号因特网连接、公共交换电话网 (PSTN)、高速网络连接 (例如电缆因特网或高速计算机网络) 等等。备选地，图像捕获装置 201 可利用蜂窝电话连接、卫星电话连接、无线电连接、红外通信连接或其它类型的无线通信。

在本发明的实施例中，向观察者准确呈现真实色彩与捕获对象 211 的真实色彩一样重要。由此，本发明的实施例可用于调整显示器 (display)，使得该显示器所示出的色彩是所期望的。换句话说，在传递对象的真实色彩时，消除由显示装置产生的色失真也是重要的。在本发明的实施例中，由该显示器所访问的数据可被描述为还未如上面参考图 2A 所描述的那样经过处理的“原始”数据。在另一实施例中，由该显示器所访问的数据可被描述为已如上面参考图 2A 所描述的那样经过处理的“处理过的”数据。

而且，要注意，本发明的实施例不只限于色彩校正。例如，在本发明的实施例中，色彩校正部件 204 也可对成像参考色彩集 202 进行几何图案方面的检查，以确定图像捕获装置 201 的透镜是否将几何缺陷引入到图像 206 中。如果在图像 206 中检测到了几何缺陷，那么色彩校正函数也可包括用于校正经过修改的图像 207 中的这个缺陷的变换函数。

图 2B 示出了根据本发明实施例使用的另一示范性图像捕获系统。在图 2B 的实施例中，显示装置访问的数据可被描述为已如上面参考图 2A 所描述的那样经过处理的“处理过的”数据，以表示“真实”色彩。在图 2B 中，显示装置 220 生成显示 221。在本发明的实施例中，显示 221 可包括打印显示、投影显示、数字生成的显示等等。在图 2B 中，在显示 221 中示出成像参考色彩集 202，并且紧接其布置有物理控制参考

色彩集 222。注意，成像参考色彩集 202 可包括如上面参考图 2A 所描述的参考色彩 202a 和唯一标识 202b。类似地，物理控制参考色彩集 222 还可包括物理参考色彩 222a 和对应的标识 222b。注意，物理参考色彩 222a 的光谱反射率和色彩信号值可对应于如上面参考图 2A 所描述的控制参考色彩集 203 的光谱反射率和色彩信号值。

在本发明的实施例中，在处理在显示 221 中示出的成像参考色彩集 202 之前，可首先确定环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理参数。由此，在一个实施例中，色彩校正部件 204 比较物理参考色彩 222a 与控制色彩 203a，以确定由于环境照明条件和图像捕获装置 201 的图像处理参数而导致成像参考色彩集 202 的色彩如何变换。色彩校正部件 204 然后可确定有必要进行什么调整以使得物理控制参考色彩集 222 的接收的光谱反射率和色彩信号值对应于控制参考色彩集 203 的已知光谱反射率和色彩信号值。色彩校正部件 204 然后生成补偿在捕获物理控制参考色彩集 222 的图像时由环境照明条件或图像捕获装置 201 的图像处理参数引起的图像失真的色彩校正函数 210。

如图 2B 中所示，成像参考色彩集 202 和物理控制参考色彩集 222 然后由图像捕获装置 201 同时成像。在本发明的实施例中，图像 202 是所提供的控制参考色彩集 203' 的“真实”色彩描绘，并且捕获图像 206 被传递给色彩校正部件 204，在其中基于成像参考色彩集 202 与控制参考色彩集 203' 的比较生成色彩校正函数。由此，当色彩校正部件 204 检测到成像参考色彩集 202 与控制参考色彩集 203' 之间的差异时，生成第二色彩校正函数 225，其消除成像参考色彩集 202 与控制参考色彩集 203' 之间的差异。如将在下面更详细描述，在本发明的实施例中，色彩校正部件 204 或施加器 205 可包括用于控制显示 221 的至少一个色彩控制的色彩调整生成器。由此，在图 2B 的实施例中，施加器 205 可响应于第二色彩校正函数 225 生成调整 223，调整 223 使得显示 221 的色彩控制之一发生改变，其消除成像参考色彩集 202 与控制参考色彩集 203' 的（一个或多个）参考色彩之间的任何差异。

换句话说，本发明的实施例确定物理控制参考色彩集 222 与其用于观看的正确光度外观（photometric appearance）之间的第一变换函数（例如色彩校正函数 210）。确定控制参考色彩集 203' 与成像参考色彩集 202 之间的第二变换函数（例如第二色彩校正函数 225）。根据这两个变

换的适当组合，可以确定从显示到图像中的正确视图表示 (viewing) 的映射。色彩校正函数 210 计及了光照 (illumination) 和图像捕获参数对物理控制参考色彩集 222 的所观测色彩的组合影响。第二色彩校正函数 225 计及了光照、显示装置 220 的显示参数和图像捕获参数的组合影响。由此，可进行色彩校正函数 210 与第二色彩校正函数 225 的逆乘积 (inverse product) 过程，以确定显示装置 220 的显示参数的影响。结果，系统 200 然后可控制显示装置 220 的输出，使得显示装置 220 处的环境照明条件以及显示装置 220 的显示处理参数不影响显示 221 中的色彩表示。换句话说，显示装置 220 显示的图像现在与环境照明条件和捕获图像的照相机的图像处理能力无关，并且系统 200 可准确地传递对象的真实色彩。还应该注意，施加到显示图像 202 的控制参考色彩集 203' 不必不同于施加到物理控制参考色彩集 222 的参考集 203。如果显示装置 220 所访问的数据与物理控制参考色彩集 222 的色彩描绘相同 (即，处理成 203)，它们将是相同的。

注意，图 2B 中的系统 200 的配置是示范性的，并且根据本发明的实施例，部件的其它配置也是可能的。如上面所述的，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为分立的色彩校正系统，或实现为通信耦合的部件的网络。在本发明的实施例中，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 的功能可执行为第三方服务提供商或网络 209 的提供商的服务。备选地，色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为图像捕获装置 201 或显示装置 220 的部件。注意，这个过程可发生一次，作为显示装置 220 的校准步骤、作为用于不断调整显示装置 220 的色彩控制的迭代或反馈循环、或作为对访问的图像 202 的色彩表示的调整，使得 221 中 202 的所得到的显示在“真实”控制参考色彩集 203' 的可接受容限内。

现在参考图 2C，显示装置 220 访问的数据 (例如经过修改的图像 207) 可描述为已经生成为符合控制色彩参考集 203 从而匹配物理控制参考色彩集 202 的“真实”色彩的“合成”数据。如图 2C 中所示，经过修改的图像 207 和成像参考色彩集 202 由图像捕获装置 201 同时成像。在本发明的实施例中，这个图像 206 被传递给色彩校正部件 204，在其中基于在经过修改的图像 207 中可见的这两个参考色彩集——显示图像 207 和参考色彩集 202 的比较生成色彩校正函数。由此，当色彩校正部件 204

检测到经过修改的图像 207 与参考色彩集 202 之间的差异时,生成色彩校正函数 225,其消除经过修改的图像 207 与参考色彩集 202 之间的差异。如将在下面更详细描述,在本发明的实施例中,色彩校正部件 204 或施加器 205 可包括用于控制显示 221 的至少一个色彩控制的色彩调整生成器。由此,在图 2C 的实施例中,施加器 205 可响应于第二色彩校正函数 225 生成调整 223,调整 223 使显示 221 的色彩控制之一发生改变,其消除参考色彩集 202 与经过修改的图像 207 的(一个或多个)参考色彩之间的任何差异。

因为经过修改的图像 207 应该表示控制参考色彩集 202 的“真实”色彩值,所以它们之间的任何差异都指示显示 221 中所示色彩的失真。由此,在本发明的实施例中,经过修改的图像 207 当在显示 221 中示出时可用作确定色彩校正 225 的参考色彩集。确定成像参考色彩集 202 与显示图像参考色彩集 207 之间的变换函数(例如色彩校正函数 225)。这些色彩值之间的任何差异都将指示由于显示装置 220 的特性而引起的色彩表示的失真。结果,系统 200 然后可控制显示装置 220 的输出,使得显示装置 220 的显示处理参数不呈现与显示 221 中的色彩表示中的参考色彩集 202 的色彩的偏差。换句话说,显示装置 220 所显示的图像现在与期望的“真实”色彩集 202 一致。该显示真正一致的程度将取决于显示装置的色域(gamut),换句话说,其准确渲染期望色彩的能力。

再次注意,图 2C 中的系统 200 的配置是示范性的,并且根据本发明的实施例,部件的其它配置也是可能的。如上面所述的,色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为分立的色彩校正系统或实现为通信耦合的部件的网络。在本发明的实施例中,色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 的功能可执行为第三方服务提供商或网络 209 的提供商的服务。备选地,色彩校正部件 204、施加器 205 和数据存储装置 208 可以实现为图像捕获装置 201 或显示装置 220 的部件。注意,这个过程可发生一次,作为显示装置 220 的校准步骤、作为用于不断调整显示装置 220 的色彩控制的迭代或反馈循环、或作为对访问的图像 207 的色彩表示的调整,使得 221 中 207 的所得到的显示在“真实”色彩集 202 的可接受容限内。

在图 2A、2B 和 2C 中所描述的本发明实施例中,来自图像 206 的分析的反馈可用于调整内部传感器和致动器(actuator)设置。这例如使

图像捕获装置 201 能够优化其寄存器设置(例如增益、曝光、亮度、黑等级和暗等级、饱和度、对比度等),使得所得到的图像捕获最好地表示真实色彩值。类似地,显示装置 220 的控制可被调整以优化其显示 221 的输出,或者所呈现的色彩可被变换以在给定系统影响的情况下产生它们的最佳显示。

图 3 示出了在本发明实施例中使用的示范性成像参考色彩集 202。注意,虽然以下论述阐述了包括一种色彩或多种色彩的成像参考色彩集 202 的区域,但是为了清楚起见,这些色彩已经从图 3 中省略了。在本发明的实施例中,成像参考色彩集 202 设计成由色彩校正部件 204 进行健壮自动检测。

如图 3 中所示,成像参考色彩集 202 包括多个色标(color patch)(例如 301-324),它们排列成 3 行,每行 8 个色标。色标 301-324 包括在上面参考图 2A、2B 和 2C 描述的(一个或多个)参考色彩 202a。在本发明的实施例中,对照以白色边界 340 和黑色边界 350 为界的黑色背景 330,设置色标 301-324。在本发明的实施例中,色彩校正部件 204 使用检测算法识别与通过以白色边界 340 给黑色背景 330 限界而产生的图案一致的图案。黑色边界 350 用于促进识别白色边界 340。注意,本发明的实施例不只限于这种类型的图案,并且任何可检测的参考图案布置都可使用,只要当它存在于图像 206 中时色彩校正部件 204 能检测到该图案。例如,成像参考色彩集 202 可包括棋盘图案、条纹或背景,其中由色标 301-324 表示的色彩被嵌入壁纸、壁挂、地毯等中。在另一个实施例中,成像参考色彩集 202 可包括在期望色彩范围内的连续色彩变化,诸如一系列色彩或众多的色彩(a spectrum or rainbow of colors)。来自连续范围的色彩的采样可包括对整个范围的色彩进行采样,或对该连续范围的离散区域进行采样。此外,虽然图 3 示出了矩形阵列,但是色标 301-324 也可布置成圆形图案、三角形图案、方形图案等等。

在图 3 的实施例中,色标 301-308 包括用于一般场景色调平衡的原色和复色,以及用于白平衡的两个深浅度的灰色(two shades of gray)加上黑色和白色。色标 309-324 包括表示所选色彩范围的 16 个色标。例如,在一个实施例中,色标 309-324 包括人类皮肤色彩的范围。在本发明的实施例中,控制参考色彩集 203 的色彩描述对于色彩校正部件 204 是已知的,并用作参考或“真实”色彩空间,与照明和图像捕获装

置特性无关，成像参考色彩集 202 与该“真实”色彩空间进行比较。例如，在一个实施例中，测量每个色标（例如 301-324）的光谱反射率，然后将其近似为 3 分量的标准红、绿、蓝（sRGB）编码数字值。然后将这些编码信号值与控制参考色彩集 203 的控制色彩（例如 203a）的对应 3 分量信号值相比较。

如在图 3 中所示，成像参考色彩集 202 包括唯一标识 202b。在本发明的实施例中，唯一标识 202b 可包括图像捕获装置 201 可识别的任何符号、字母、单词、图案、数字、条形码、射频识别（RFID）标签等。

通过唯一地识别参考色彩集，本发明的实施例促进了识别其色彩特性对应于色标 301-324 的控制参考色彩集 203。（例如由图像捕获装置 201）远程访问与成像参考色彩集 202 对应的控制参考色彩数据是有利的。由此，如果图像捕获装置 201 或显示装置 220 包括色彩校正部件 204，则可使用对应的标识 203b 来识别与成像参考色彩集 202 对应的控制参考色彩集 203，并将其下载。类似地，运营商或服务提供商可快速识别与特定成像参考色彩集 202 对应的色彩特性。

图 4 是根据本发明实施例的用于提供真实色彩校正的色彩校正系统 400 的框图。在本发明的实施例中，色彩校正部件 204 包括用于访问成像参考色彩集的第一访问器 401 和用于访问控制参考色彩集 203 的第二访问器 402。要认识到，在本发明的实施例中，单个访问器可用于访问色彩校正部件 204 和控制参考色彩集 203 两者。在图 4 的实施例中，色彩校正系统 400 还包括与第一访问器 401 和第二访问器 402 耦合的函数生成部件 403，用于生成色彩校正函数（例如 210）。在本发明的实施例中，第一访问器 401、第二访问器 402、输入 404、输出 405 和函数生成部件 403 可执行上面参考图 2A、2B 和 2C 所述的色彩校正部件 204 的功能性。在图 4 的实施例中，系统 400 还包括用于向图像施加色彩校正函数 210 的施加器 205 和用于存储数据的数据存储装置 208。注意，在本发明的实施例中，施加器 205 可输出图像 206 的像素的经过修改的色彩值，而不是上面所述的经过修改的图像。在图 4 的实施例中，系统 400 还包括用于生成对显示装置的至少一个色彩控制的调整的色彩调整生成器 406 以及与色彩调整生成器 406 和显示装置（例如图 2B 和 2C 的 220）耦合的显示输出 407。

在本发明的实施例中，色彩校正部件 204 执行目标图案（例如成像

参考色彩集 202) 的自动检测。在示范性目标检测序列中, 例如使用拉普拉斯滤波器对彩色图像的单色(例如只有辉度)版本进行滤波。这确定图像中(例如色标 301-324 与背景 330 之间或白色边界 340 与黑色边界 350 之间)最大亮度改变的所在地点(locus)。在拉普拉斯输出中观测到的零交叉位置的所在地点然后在可能的地方被连接成一组闭合围线(contour)。每一个闭合围线然后通过线性段的序列来近似, 可以基于该围线与直线的偏差通过接连的二等分操作来确定所述线性段。对于其分段(如上面)导致四个主要块(这些块的关系与平面矩形的投影一致, 即相对边符合平行, 而相邻边符合正交)的那些围线, 接受“矩形候选”。在一个实施例中, 定位围线“矩形候选”, 其对比度指示较暗的外部(例如黑色边界 350)和较亮的内部(例如白色边界 340)。然后, 在上面围线的内部定位围线“矩形候选”, 其对比度指示较亮的外部(例如白色边界 340)和较暗的内部(例如黑色边界 330)。

在本发明的实施例中, 然后确定上面的围线(例如黑色背景 330 的边缘)是否包含其对比度指示较暗的外部内设置的较亮的内部的一组“矩形候选”围线(例如色标 301-324)。例如, 每一个色标 301-324 都比它们所处的黑色背景 330 更亮。基于来自参考目标描述的这些围线的已知值, 确定将外面两个“矩形候选”围线(例如黑色边界 350 和白色边界 340)映射到具有正确平面形状(aspect)和关系的真实矩形的变换。在本实施例中, 然后确定(例如色标 301-324 的)内部围线当通过(基于色标的围线的已知值的)以上变换进行变换时是否也具有正确的纵横比并处于一致的位置。注意, 某些色标可能具有在给定图像 202 中抑制它们的检测的对比度值。然而, 在本发明的实施例中, 如果检测到了足够数量的内部色标(例如“足够”的适当量度可能是 90%), 那么认为参考目标被检测到。在本发明的实施例中, 上面检测并证实的色标内的色彩值被采样并被用作用于建立由色彩校正部件 204 执行的真实色彩变换的采样值。因为当严格使用几何矩形量度时成像参考色彩集 202 的取向在某些情况下可能是不确定的, 所以可以通过评估色标 301-324 本身的布置来确定成像参考色彩集 202 的取向。在其它实施例中, 与众不同的标记(例如几何图案或色标 301-324 的几何图案)可通过它们的形状或关系揭露成像参考色彩集 202 的取向。

在本发明的实施例中, 色彩校正部件 204 也可在检测时证实

(validate) 成像参考色彩集 202, 以确保成像参考色彩集 202 中的色标 301-324 的保真度。例如, 如果色标 301-324 褪色, 或者由于染色 (staining) 而变色 (discolor), 则色彩校正部件 204 对色标的采样结果可变得歪曲 (skewed)。结果, 可导致色彩校正部件 204 对色彩校正函数 210 的不正确估计。由此, 在本发明的实施例中, 色彩校正部件 204 可证实成像参考色彩集 202 的已使用时间 (age) 或版本。在另一个实施例中, 唯一标识 202b 可用于确定成像参考色彩集 202 是何时创建的, 并由此确定它是否仍然有效。备选地, 用于创建成像参考色彩集 202 的一种或多种墨 (ink) 可被选择成在给定时间量后褪色。结果, 成像参考色彩集 202 的若干部分可变得让色彩校正部件 204 不可识别, 这进一步阻止了根据成像参考色彩集 202 估计色彩校正函数。在另一个实施例中, 一种或多种墨的褪色可使得消息被显示, 该消息告诉用户成像参考色彩集 202 已经期满并且将需要新的版本。

在本发明的实施例中, 在确定成像参考色彩集 202 是有效副本 (copy) 后, 色彩校正部件 204 然后估计控制参考色彩集 203 与成像参考色彩集 202 的色彩空间之间的色彩变换 (也称为“变换函数”) 以确定色彩校正函数 210。在本发明的一个实施例中, 使用最小二乘方估计来导出形式为  $3 \times 4$  矩阵的色彩校正函数  $F$ , 其将 (例如从色标 301-324 中的一个或多个) 所测量的色标平均色彩  $M$  从成像参考色彩集 204 映射到控制参考色彩集 203 中的对应控制色彩值  $R$ 。在其它实施例中, 可通过反伽玛 (inverse-gamma) 函数处理所测量的色标平均色彩值, 以去除装置非线性对比度调整的影响。该矩阵导致变换函数  $F$  ( $3 \times 3$  色彩变换矩阵) 加上加性的每色彩分量 (per-color-component) 偏移。在本发明的实施例中, 在执行最小二乘方估计之前, 排除具有至少一个饱和分量的色标平均色彩, 并且对于  $M$  和  $R$  两者, 对 sRGB 色彩分量函数求反 (invert)。在其它实施例中, 可通过反伽玛函数处理所测量的色标平均色彩值, 以去除装置非线性对比度调整的影响。然而, 虽然  $3 \times 4$  矩阵可用于确定色彩校正函数, 但是本发明的实施例不限于线性代数来确定这个函数。换句话说, 色彩校正函数 210 可采取任何函数形式。

在本发明的实施例中, 可以测量来自成像参考色彩集 202 的所有色标, 并将它们用于确定色彩校正函数 210。在另一个实施例中, 可有选择地对色标进行采样。例如, 在一个实施例中, 仅原色、复色和单色 (例



如蓝、绿、红、青、品红、黄和灰阶色(gray shade))的色标(例如 301-308)用于确定色彩校正函数 210。本发明的实施例还可对来自白色边界 340 的白色调和来自背景 330 或黑色边界 350 的黑色调采样。在另一个实施例中,对所有的色标(例如色标 309-324)以及黑、白和灰色调采样,以便确定色彩校正函数 210。在另一个实施例中,仅对色标(例如色标 309-324)采样,以确定色彩校正函数 210。在本发明的实施例中,提供其中色标 309-324 紧密匹配对象 211 的色泽的成像参考色彩集 202 可能是有利的。例如,如果对象 211 是红色汽车,那么选择色标 309-324 主要是红色调的成像参考色彩集 202 可能是有利的。在这种实施例中,可能有利的是只对色标 309-324 采样,以便确定最适合于估计对象 211 的颜色的色彩校正函数。例如,对来自成像参考色彩集 202 的所有成像色标采样可得到色彩校正函数 210,其最适合于校正整个图像的颜色,但是不一定最适合于校正对象 211 的成像颜色。由此,当估计适用于估计对象 211 的颜色的色彩校正函数时,对所关注的颜色区域(例如汽车的红色调)的密集采样可能比对整个颜色空间的宽泛采样更重要。

由此,色彩校正部件 204 确定色彩校正函数 210,其基本上消除了成像参考色彩集 202 与控制参考色彩集 203 之间的差异。如果我们将任何函数形式的色彩校正函数 210 表示为 F,那么这可由如下公式表示:

$$I_R = F(I_C)$$

其中 I-R 是控制参考色彩集 203 中的颜色,而 I-C 是来自成像参考色彩集 202 的对应颜色。当施加到图像 206 时,色彩校正函数 210 试图通过补偿环境照明条件和图像捕获装置 201 的影响来准确传递图像 206 的颜色。注意,色彩校正 210 可以仅是近似的。例如,色彩校正函数 F 可能不将每个从成像参考色彩集 202 所获取的图像颜色映射到控制参考色彩集 203 中其准确对应的参考颜色。而且,要认识到,当施加到成像参考色彩集 202 中的对应颜色时,F 可能缺乏使准确匹配到控制参考色彩集 203 中的参考颜色所必需的精确度。为了本发明的目的,短语“基本上消除”是指,在 F 已经被施加到图像 206 的所识别的皮肤像素的颜色值 412(例如,或其颜色描述)后,对象 211 的颜色与经过修改的图像 207 表示的对象 211 的校正颜色之间的差异并不容易辨别,或者在接受参数内。

图 5 是在其上可实施本发明实施例的示范性计算机系统 500 的框图。在本发明的实施例中，本发明的若干部分包括例如驻留在用作通用计算机网络(未示出)的一部分的计算机系统 500 中的计算机可读且计算机可执行的指令。要认识到，图 5 的计算机系统 500 仅是示范性的，并且本发明可工作在许多不同的计算机系统中，包括通用计算机系统、嵌入式计算机系统、膝上型计算机系统、手持计算机系统、连网计算机系统和独立的计算机系统。

在本实施例中，计算机系统 500 包括用于在各种部件之间传递数字信息的地址/数据总线 501、用于处理数字信息和指令的中央处理单元(CPU) 502、用于存储数字信息和指令的包含易失性随机存取存储器(RAM)的易失性主存储器 503 以及用于存储更永久性质的信息和指令的非易失性只读存储器(ROM) 504。此外，计算机系统 500 还可包含用于存储大量数据的数据存储装置 505(例如磁驱动器、光驱动器、软盘驱动器或磁带驱动器等)。应该注意，用于执行本发明的皮肤色彩估计的软件程序可存储在易失性存储器 503、数据存储装置 505 或外部存储装置(未示出)中。

可选地耦合到计算机系统 500 的装置包括用于向计算机用户显示信息的显示装置 506、用于输入数据、选项、更新等的光标控制装置 508(例如鼠标、跟踪球、光笔等)和字母数字输入装置 507(例如键盘)。计算机系统 500 还可包括用于发射可听信号的机构(未示出)。

仍返回图 5，图 5 的可选显示装置 506 可以是液晶装置、阴极射线管或适合于创建用户可识别的图形图像和字母数字字符的其它显示装置。可选的光标控制装置 508 允许计算机用户动态地用信号通知(signal)显示装置 506 的显示屏上的可见符号(光标)的二维移动。光标控制装置 508 的许多实施方式在本领域是已知的，包括跟踪球、鼠标、触摸垫、操纵杆或能够用信号通知给定方向或方式位移的移动的字母数字输入 507 上的特殊键。备选地，要认识到，可使用特殊键和键序列命令经由来自字母数字输入 507 的输入来引导和激活光标。备选地，可经由来自若干专门适配的光标引导装置的输入来引导和激活光标。

而且，计算机系统 500 可包括用于与外围装置 510(例如计算机网络、调制解调器、大容量存储装置等)对接的输入/输出(I/O)信号单元(例如接口) 509。因此，计算机系统 500 可耦合在网络中，诸如耦合在

---

客户端/服务器环境中,由此使用若干客户端(例如个人计算机、工作站、便携式计算机、小型计算机、终端等)来运行用于执行期望任务的过程。特别地,计算机系统 500 可耦合在用于估计来自单个捕获图像的皮肤色彩的系统中。

**100**

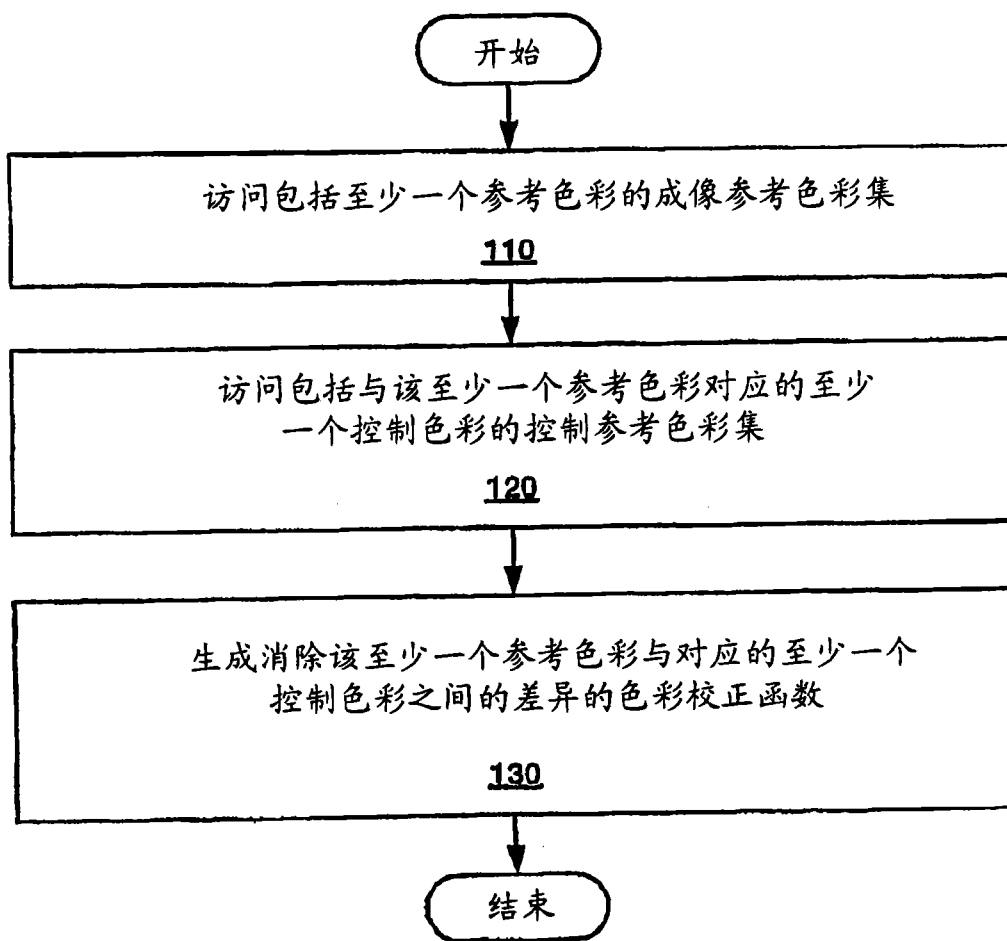


图 1

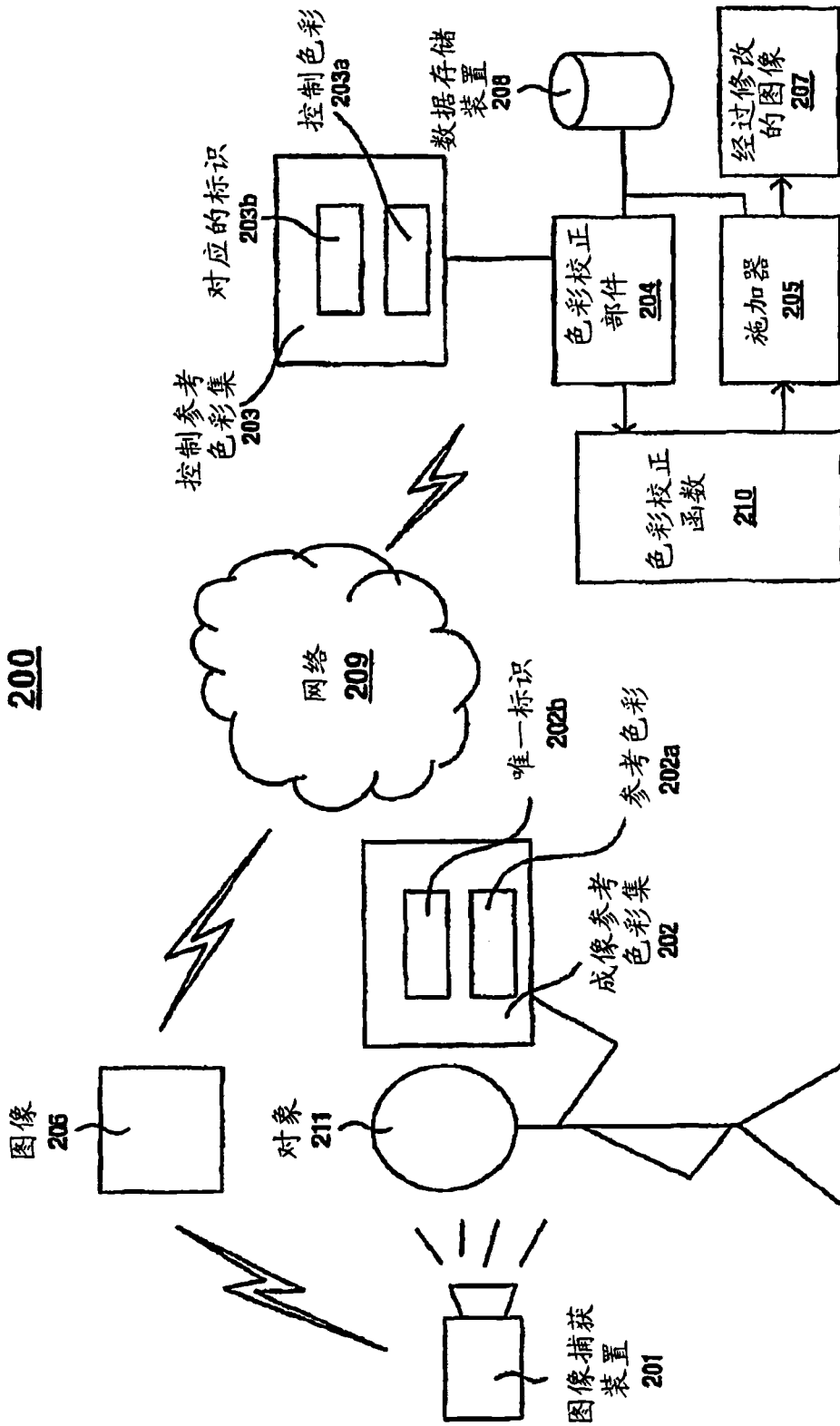


图 2A

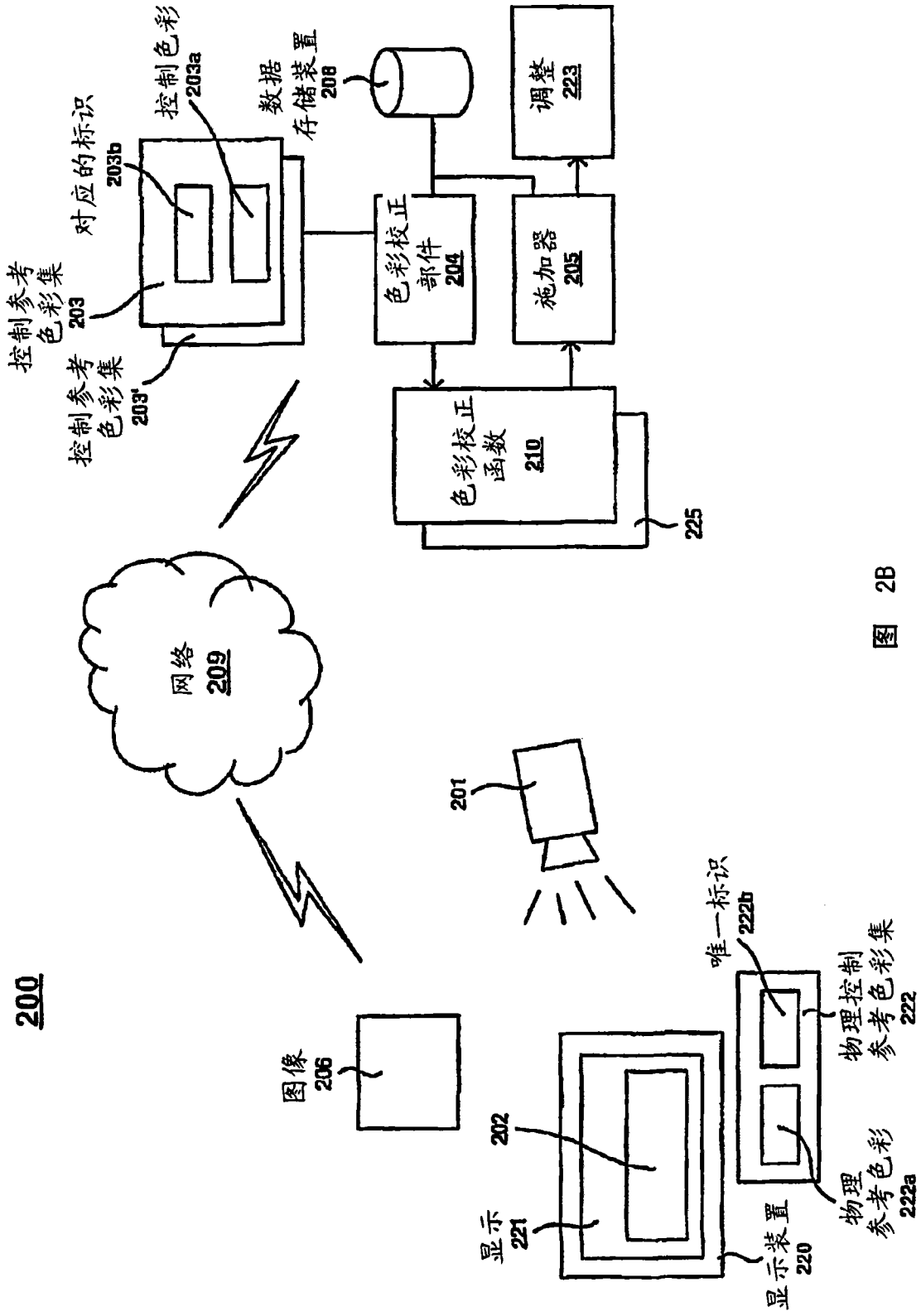


图 2B

200

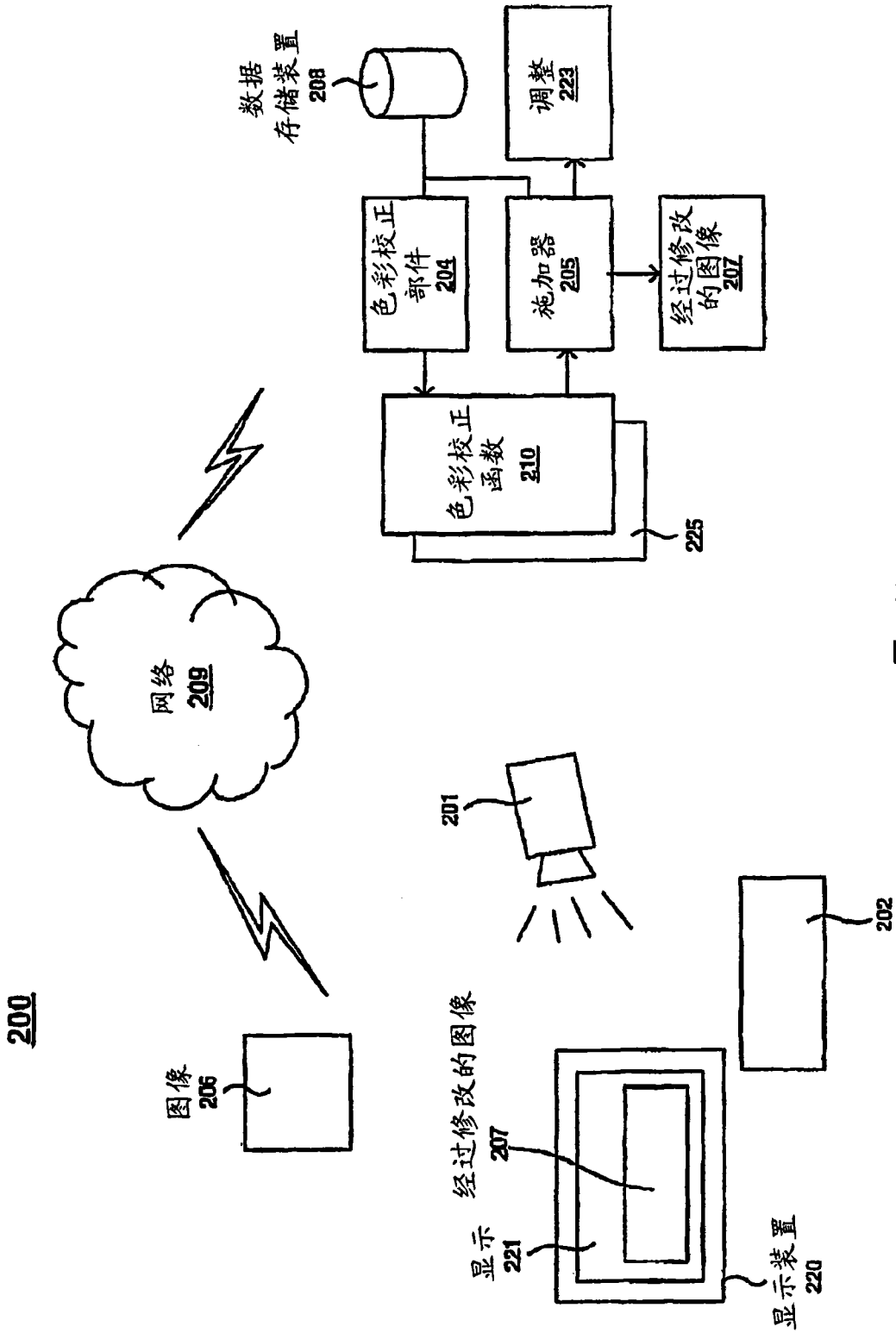


图 20

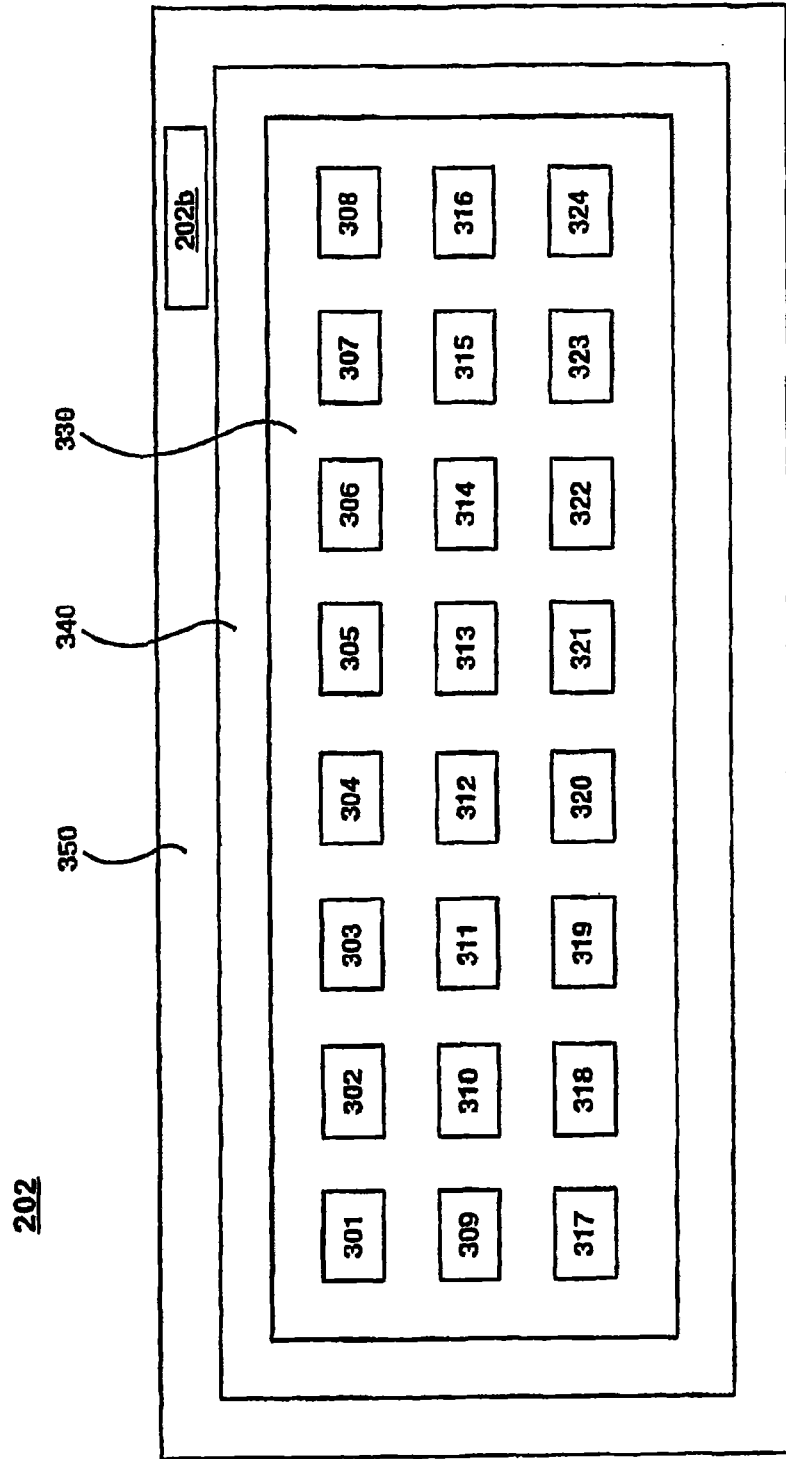


图 3



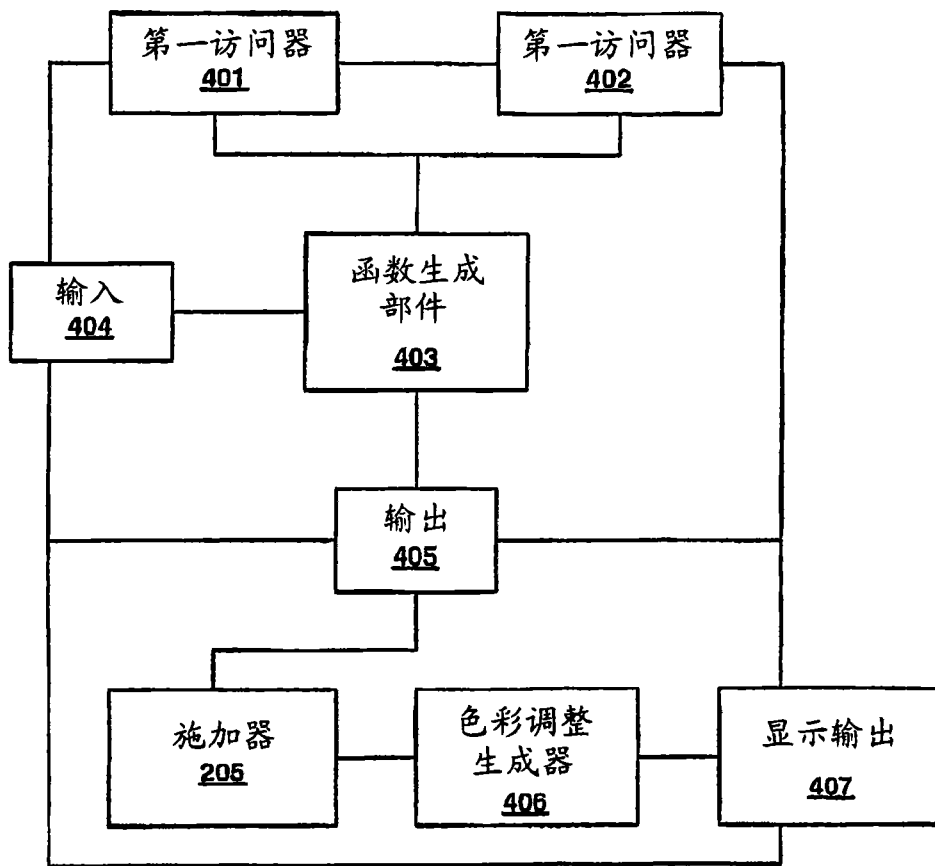


图 4

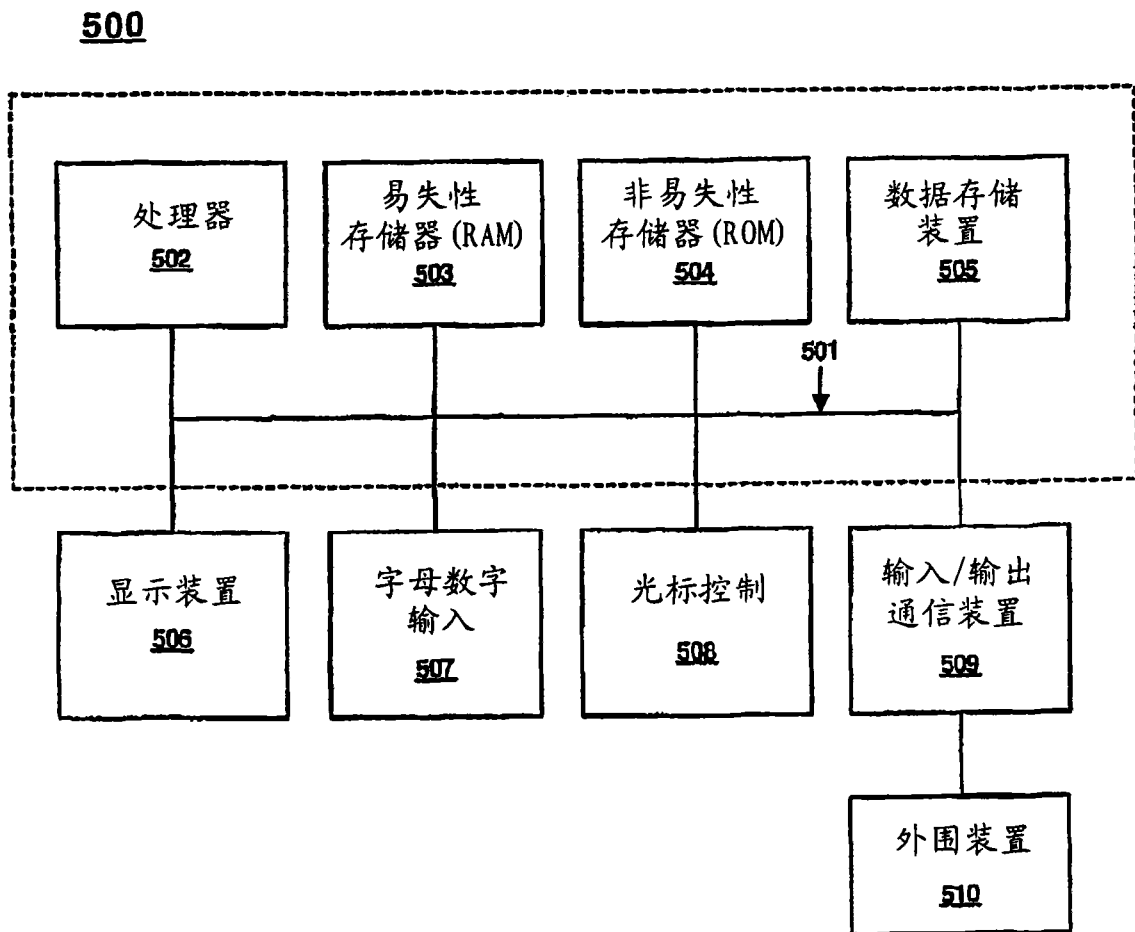


图 5