[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl[7]
G03C 1/00

[12]发明专利申请公开说明书

[21]申请号 01125209.X

[43]公开日 2002年2月27日

[11]公开号 CN 1337597A

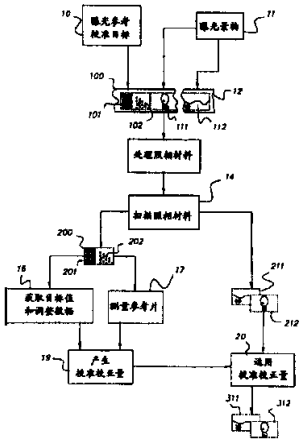
[22]申请日 2001.8.9 [21]申请号 01125209.X
[30]优先权
[32]2000.8.9 [33]US [31]09/635600
[71]申请人 伊斯曼柯达公司
地址 美国纽约州
[72]发明人 J·T·基奇 J·P·斯彭斯
M·E·沙菲
D·O·比格罗
[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
代理人 吴增勇 陈景峻

权利要求书3页 说明书18页 附图页数4页

[54]发明名称 校准数字图像的方法和照相材料

[57]摘要

一种用像素值校准具有像素的数字图像的方法包括下列步骤：曝光照相材料以形成包括多个参考校准片的参考校准目标的潜像；曝光所述照相材料以形成景物的潜像；冲洗所述照相材料以从照相 材料上的潜像形成显影图像；扫描所述显影图像以产生数字图像；测量参考校准目标的数字图像的像素值以产生每个参考校准片的测 量值；获取对应于每个参考校准片的目标值和调整数据；利用所述 测量值、目标值和调整数据产生图像校准校正量；以及将所述图像 校准校正量运用于所述景物的数字图像。



ISSN1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种照相材料，它包括:

a) 基底;

b) 在所述基底上的感光层;

c) 记录在所述照相材料上的与目标值和调整数据相关的信息;以及

d) 记录在所述感光层中的参考校准片的潜像。

2. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 所述照相材料是胶卷。

3. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 所述感光层包含常规的卤化银化学物质。

4. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 所述感光层包含可热显影的化学物质。

5. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 所述感光层包含可加压显影的化学物质。

6. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 与目标值相关的所述信息是对存储在外部存储器中的目标值的指示字。

7. 权利要求 6 的照相材料，其特征在于: 所述基底具有磁敏化涂层以及所述指示字是以磁方式记录在其中的。

8. 权利要求 6 的照相材料，其特征在于: 所述指示字是以曝光为潜像的一维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

9. 权利要求 8 的照相材料，其特征在于: 所述照相材料是 APS 胶卷并且所述一维条码符号是记录在所述胶卷上的批号。

10. 权利要求 6 的照相材料，其特征在于: 所述指示字是以曝光为潜像的二维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

11. 权利要求 9 的照相材料，其特征在于: 所述二维条码符号包含于包括所述参考校准片的参考校准目标之中。

12. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于: 与目标值相关的所述

信息是所述目标值。

13. 权利要求 12 的照相材料，其特征在于：所述基底具有磁敏化涂层以及所述目标值是以磁方式记录在其中的。

14. 权利要求 12 的照相材料，其特征在于：所述目标值是以曝光为潜像的一维条码符号的形式记录在所述照相材料的所述感光层中的。

15. 权利要求 12 的照相材料，其特征在于：所述目标值是以曝光为潜像的二维条码符号的形式记录在所述照相材料的所述感光层中的。

16. 权利要求 12 的照相材料，其特征在于：所述二维条码符号包含于包括所述参考校准片的参考校准目标之中。

17. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于：所述与调整数据相关的信息是对存储在外部存储器中的调整数据的指示字。

18. 权利要求 17 的照相材料，其特征在于：所述基底具有磁敏化涂层以及所述指示字是以磁方式记录在其中的。

19. 权利要求 17 的照相材料，其特征在于：所述指示字是以曝光为潜像的一维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

20. 权利要求 19 的方法，其特征在于：所述照相材料是 APS 胶卷，且所述一维条码符号是记录在所述胶卷上的批号。

21. 权利要求 17 的照相材料，其特征在于：所述指示字是以曝光为潜像的二维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

22. 权利要求 21 的照相材料，其特征在于：所述二维条码符号包含于包括所述参考校准片的参考校准目标之中。

23. 权利要求 1 的照相材料，其特征在于：与调整数据相关的所述信息是所述调整数据。

24. 权利要求 23 的照相材料，其特征在于：所述基底具有磁敏化涂层以及所述调整数据是以磁方式记录在其中的。

25. 权利要求 23 的照相材料，其特征在于：所述调整数据是以曝

光为潜像的一维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

26. 权利要求 23 的照相材料，其特征在于：所述调整数据是以曝光为潜像的二维条码符号的形式记录在所述照相材料的感光层中的。

27. 权利要求 26 的照相材料，其特征在于：所述二维条码符号是包含于包括所述参考校准片的参考校准目标之中的。

说　明　书

校准数字图像的方法和照相材料

发明领域

本发明涉及摄影，更具体地说，涉及参考校准片在照相加工中的运用。

先有技术

在先有技术中，已知的是利用在胶卷上曝光的参考校准片，使在光学印刷过程中能更好地控制曝光量。参考例如 1998 年 6 月 16 日授予 Terashita 的美国专利第 5,767,983 号。参考校准片的运用已被证明对于确定数字印刷中所用的扫描胶片数据的校正值是有用的。参考例如 1997 年 9 月 16 日授予 Reem 等人的美国专利第 5,667,944 号；以及 1997 年 7 月 15 日授予 Wheeler 等人的美国专利第 5,649,260 号。参考校准片的运用已被证明对于为制作彩色拷贝或正片而调整光学印刷控制是有用的(1998 年 6 月 16 日授予 Terashita 的美国专利第 5,767,983 号；1986 年 3 月 25 日授予 Terashita 的美国专利第 4,577,961 号；1980 年 7 月 8 日授予 Oguchi 等人的美国专利第 4,211,558 号；以及 1989 年 11 月 28 日授予 Terashita 的美国专利第 4,884,102 号)。参考校准片的运用已被证明可用于产生校准曝光的转换(1993 年 11 月 30 日授予 Giorgianni 等人的美国专利第 5,267,030 号)。

参考校准片已被证明可被记录在摄影机中(1973 年 2 月 27 日授予 Davis 的美国专利第 3,718,074 号；1982 年 12 月 28 日授予 Disbrow 的美国专利第 4,365,882 号)。参考校准片已被证明可被记录在分离的设备装置上(1981 年 4 月 7 日授予 Hujer 的美国专利第 4,260，245 号；1995 年 9 月 19 日授予 Smart 的美国专利第 5,452,055 号；以及 1991 年 12 月 24 日授予 Jehan 等人的美国专利第 5,075,716 号)。参考校准

片已被证明可被记录在照相加工装置上(1989 年 11 月 14 日授予 Shidara 的美国专利第 4,881,095 号; 1984 年 8 月 7 日授予 Findeis 等人的美国专利第 4,464,045 号; 1981 年 6 月 23 日授予 Thurm 等人的美国专利第 4,274,732 号; 1997 年 7 月 15 日授予 Wheeler 等人的美国专利第 5,649,260 号; 1994 年 6 月 7 日授予 Shiota 的美国专利第 5,319,408 号)。

把与胶片类型和帧编号有关的条码数据编码在胶卷的边缘上,以供照相加工之用。例如, 如高级图片系统的系统规范中指定的、称为高级图片系统(APS) 的胶片格式, 在 APS 格式的胶卷上保留特定区域以贮存潜像条码信息, 所述系统规范也称为 APS 红皮书, 由 Eastman Kodak 公司提供。具体来讲, 如 APS 红皮书中第 8.2.4 节所述以及图 100-2、210-1、210-4-N 和 210-4-R 中所示, 有一个批号供胶卷生产商用来对 27 位的数字信息进行编码。在 1988 年 11 月 22 日授予 Pierce 等人的美国专利第 4,786,792 号和 1987 年 1 月 6 日授予 Pierce 等人的美国专利第 4,634,850 号中, 已经公开了供线性电荷耦合器件(CCD)阵列扫描的、写在与媒体的纵向一致的矩形网格中的数据的光学存储和检索。在先有技术中, 众所周知的是采用二维条码符号存储数据, 并且许多这种符号已经被国家和国际标准组织标准化。例如, 1990 年 7 月 3 日授予 Priddy 等人的美国专利第 4,939,354 号中所公开的数据矩阵(Data Matrix)符号是 ANSI/AIM BC-11-1997 和 ISO/IEC 16022:2000 标准的主题。第二个这种实例、1989 年 10 月 17 日授予 Chandler 等人的美国专利第 4,874,936 号中公开的 MaxiCode 符号是 ANSI/AIM BC-10-1997 和 ISO/IEC 16023:2000 标准的主题。第三个这种实例、1997 年 1 月 7 日授予 Longacre 等人的美国专利第 5,591,956 号中公开的 Aztec Code 符号是 ANSI/AIM BC-13-1998 标准的主题。容易获取用于查找、解码和检测及校正数字图像文件中符号错误的软件。例如, 用于查找和解码 Data Matrix 和 MaxiCode 符号的软件有, 例如, 新泽西、普林斯顿的 Omniplanar 公司出品的

SwiftDecoder™ 软件产品。最后，在照相加工业中，从照相材料获取数字图像文件所需的扫描和数字化装置是容易获得的。

在先有技术中，参考校准片数据与预定目标数据相匹配，用于做出可变等级的校正，以提高影像质量。正如此处所用的，被称为校准的操作包括根据从记录在照相材料上的参考校准片获得的测量数据和对于照相材料的相关目标值对数字图像进行校正。为了完成这种校准，需要以与目标中所假定的基本相同的曝光量等级来曝光这些参考片。我们发现，当采用大量的曝光装置例如在不同媒介生产线上应用参考校准片时，需要有非常严格的装置到装置的曝光量控制，以将照相材料上的参考校准片曝光中的装置到装置的差异减至最小。这种要求是非常苛刻的，以致设置和保持一定数量这种得到适当校准的曝光装置是受到限制的。

在与景物在照相材料的不同位置(称为帧)上曝光的时间完全不同的时间完成参考校准片曝光，将无法精确地反映随着称为生片保存的曝光前的照相材料老化，或者称为潜像保存的曝光后由曝光形成的任何潜像老化，照相材料的成像特征的变化。制造时在照相材料上完成的曝光具有比景物的影像更短的生片保存和更长的潜像保存。在照相材料上完成并随即冲洗的曝光具有与景物的影像相比更长的生片保存和更短的潜像保存。冲洗可能在曝光后任何时间进行，所以自然会发生参考校准片和景物影像的潜像保存的变化。曝光可能在制造后任何时间发生，所以自然会发生参考校准片和景物影像的生片保存的变化。我们发现，根据由参考校准片得到的数据，配合预定目标数据使用进行校准，无法补偿保存相关的差异。

我们还发现，在照相材料上不同于包含景物曝光的帧的位置的参考校准片曝光，例如接近胶卷的边缘或在胶卷上通孔之间(相对于胶卷的中央)，会导致密度不同于在包含景物曝光的帧中相同曝光所获得的密度。另外，我们发现，处理整个长度的照相材料时的差异也会产生不同的密度。基于从参考校准片得到的数据，配合预定目

标数据使用时的校准，无法补偿位置相关的差异。

我们还发现，采用各种测量装置从各种照相材料上的参考校准片获得的数据是不同的。诸如光密度计、色度计和图像扫描器的装置采用不同的照明、过滤和传感器技术，导致对包含给定照相材料着色剂组中特定量的着色剂的区域报告的密度值的变化。虽然密度测量装置可以经校准，以给出对特定输入介质的预定目标响应，但是我们发现，当影像呈现在各种各样的照相材料上时，即使经良好校准的装置都会产生不同的响应。如果采用与测量景物影像所用的不同的装置来测量参考校准片，则此问题特别麻烦，因为基于从这种测量得到的数据、配合预定目标数据使用时的校准，无法补偿测量装置相关的差异。

我们发现，用图像扫描器获得的、对应于照相材料上特定区域的特定画面元素或像素的像素值常常会被无意的照明、即照射到扫描仪传感器上的闪光破坏。例如，假定像素值随密度增加，从被高密度的大区域包围的低密度小区域获得的像素值比从密度同所述小区域一样低的大区域获得的像素值高，这是由于外围区域较多地吸收杂散光。反过来，对于被低密度的大区域包围的高密度小区域所获得的像素值比从密度同所述小区域一样高的大区域获得的像素值低，这是由于外围区域较少地吸收杂散光。在一般的景物影像中，正被扫描的照相材料区域内局部和整体密度的变化倾向于产生显然高于最小密度且低于最大密度的有效外围密度。因此，对应于较低密度区域的景物影像的各个像素中获得的像素值倾向于比在均匀低密度的大区域中的像素值高，而对应于较高密度区域的景物影像的各个像素中获得的像素值倾向于比在均匀高密度的大区域中的像素值低。遗憾的是，包括一组参考校准片曝光量的参考校准目标的影像内容常常与普通景物的影像内容差别很大。比较或者从较大片区域或者从景物影像的典型密度区所包围的小片区域所获得的像素值，在这种参考校准目标中会发现密度很低或很高的显著区域，影

响参考校准片中测得的像素值。因此，以与景物影像中得到的数据不同的形式破坏了从参考校准片得到的数据，从而使基于参考校准片和一组预定目标值的校准不精确。

我们发现不加选择地利用从包含因灰尘、划痕或其他缺陷引起的讹误的参考校准片得到的数据，使基于参考校准片和一组预定目标值的校准不精确。

因此，需要一种将上述问题最小化的改进的校准方法。

发明概述

通过提供一种用像素值来校准具有像素的数字图像的方法来满足此要求，此方法包括下列步骤：曝光照相材料以形成包括多个参考校准片的参考校准目标的潜像；曝光照相材料以生成景物的潜像；处理照相材料以从照相材料上的潜像形成显影图像；扫描显影图像，以产生数字图像；测量参考校准目标的数字图像的像素值，以产生对每个参考校准片的测量值；获取每个参考校准片相应的目标值和调整数据；利用所述测量值、目标值和调整数据，产生图像校准校正量；以及将所述图像校准校正量运用于所述景物的数字图像。

附图说明

图 1 是说明本发明的方法的流程图；

图 2 是表示测量参考校准片的步骤的详细流程图；

图 3 是帮助描述保存现象的曲线图；以及

图 4 是表示产生校准校正量的步骤的详细流程图。

最佳实施例

在下列描述中，照相材料至少包括带有感光层的基底，所述感光层对光敏感而产生可显影的潜像。感光层可含有常规的卤化银化学物质或其他感光材料，如可热显影或可加压显影的化学物质。它

可具有透明基底、反射基底或者带有磁敏感涂层的基底。可以通过标准化学处理方法来处理照相材料，这些方法包括但不限于 Kodak 方法 C-41 及其变体，ECN-2，VNF-1，ECP-2 及其变体，D- 96，D-97，E-4，E-6，K-14，R-3，以及 RA-2SM，或者 RA-4；Fuji 方法 CN-16 及其变体，CR-6，CP-43FA，CP-47L，CP-48S，RP-305，RA-4RT；Agfa MSC 100/101/200 胶片和相纸处理方法，Agfacolor 方法 70、71、72 和 94，Agfachrome 方法 44NP 和 63；以及 Konica 方法 CNK-4，CPK-2-22，DP 和 CRK-2，和 Konica ECOJET HQA-N，HQA-F 和 HQA-P 方法。可以采用替代处理方法来处理照相材料，诸如可在照相材料中保留一些或全部显影的银或卤化银的表观干法，或者可包括分层和使照相材料膨胀而添加的适量水的表观干法。根据照相材料的设计，还可以采用可包括热处理或高压处理的干法来处理所述照相材料。所述处理还可以包括表观干法、干法以及常规湿法的组合。适用的替代和干法的实例包括在下列专利申请中公开的方法：Levy 等人于 2000 年 6 月 3 日登记的序列号为 60/211,058 的美国专利申请；Irving 等人于 2000 年 6 月 3 日登记的序列号为 60/211,446 的美国专利申请；Irving 等人于 2000 年 6 月 3 日登记的序列号为 60/211,065 的美国专利申请；Irving 等人于 2000 年 6 月 3 日登记的序列号为 60/211,079 的美国专利申请；Ishikawa 等人于 1997 年 3 月 12 日公开的欧洲(EP)专利第 0762201A1 号；Iwai 等人于 1998 年 12 月 12 日公开的 EP 专利第 0926550A1 号；1998 年 11 月 3 日授予 Ueda 的美国专利第 5,832,328 号；1998 年 5 月 26 日授予 Kobayashi 等人的美国专利第 5,758,223 号；1997 年 12 月 16 日授予 Nakahanada 等人的美国专利第 5,698,382 号；1996 年 5 月 21 日授予 Edgar 的美国专利第 5,519,510 号；以及 1999 年 11 月 23 日授予 Edgar 的美国专利第 5,988,896 号。要注意的是，在 Edgar 公开的处理方法中，影像的显影和扫描同时发生。因此，本发明倾向于可以同时执行任何显影和扫描步骤。

根据本发明的校准过程中所用的参考校准片可以是中性的、彩色的或其组合。中性片是通过用大约相等的红、绿和蓝光化曝光形成的。可以采用适当的调制遮片、微镜装置或者其他类似的曝光量调制装置，通过光纤媒介、带透镜的光纤媒介、激光调制、接触曝光，把曝光传递到照相材料的感光层。在本发明的最佳实施例中，使用光源、积分室以及用于测定曝光量的具有衰减过滤器的光纤阵列以及包含透镜阵列和视场光阑的成象头，利用传递的曝光，在照相材料上形成参考校准片列阵，每个光纤曝光一个参考校准片，如由 Klees 等人提交的序列号为 09/635,389 的共同未决的美国专利申请中所公开的。

我们发现，将参考校准数据存储在包含参考校准片的照相材料上以帮助校准处理是很有用的。可用多种方式存储该数据，包括但不限于下列方法：光学印刷在照相材料上的一维条码符号；光学印刷在照相材料上的二维条码符号；在作为照相材料的柔性支撑的一部分的磁性层中存储；以及在根据以前面提到的方式存储的指示字来存取的存储器中存储。在本发明的最佳实施例中，把参考校准数据存储在以光学方式曝光在照相材料上的二维条码符号中。采用液晶显示遮片(LCD mask)和闪光照明可以快速地将二维条码符号加在照相材料上，如上面引用的序列号为 09/635,389 的共同未决的美国专利申请所公开的，利用市场上可得到的软件，处理从照相加工业中常见的扫描器获得的数字图像，可以容易地检索其中存储的参考校准数据。所述二维条码符号最好包括但不限于 Data Matrix 和 Aztec Code。

本发明中所用的扫描器可以是多种业界常见的扫描器类型中的任何一种。扫描器可以采用点传感器(即，显微光密度计)、线列传感器或面阵传感器。把照相材料送到扫描器中所用的传送机构可以是包括人工推送机构、盒式推送机构或高速连续进给机构的许多类型中的一种或多种。

参照图 1，本发明的最佳实施例中的校准方法包括如下步骤：曝光(10)参考校准目标帧 100，以在照相材料 12 上形成二维条码符号 101 和参考校准片 102 的潜像的步骤。还曝光(11)第一个景物帧 111 和最后一个景物帧 112 以及其他的中间景物帧(未示出)，以在照相材料 12 上形成潜像。在曝光参考校准目标(10)和影像(11)之后，处理(13)帧 100、111 和 112 以及其他中间帧中的潜像，以形成显影图像。

扫描显影图像(14)，以产生参考校准目标帧 100 的数字图像 200，第一个景物帧 111 的第一个数字图像 211、最后一个景物帧 112 的最后一个数字图像 212 以及其他中间景物帧(未示出)的其他中间数字图像(未示出)。数字图像由像素组成，这些像素依次具有一个或多个像素值，数字图像的每个颜色通道有一个值。在彩色图像中，一般有三个颜色通道(即，红、绿和蓝)，因此每个像素具有三个像素值。用于扫描参考校准目标 100 和帧 111 及 112 的显影图像的扫描器最好是同一个扫描器，但是也可以是不同的扫描器。例如，通过采用解码软件从包含二维条码图像的数字图像 200 的部分 201 中提取数据，获取目标值和调整数据(16)。在测量步骤(17)中，测量对应于参考校准片的数字图像 200 的部分 202，以产生照相材料 12 的响应的测量值特征，例如，平均或中间像素值。然后利用所述目标值、调整数据和测量值产生图像校准校正量(19)。最后，利用图像校准校正量来校正(20)第一个和最后一个数字图像 211 和 212 以及其他中间的数字图像(未示出)，以产生适用于进一步图像处理的多个校准的数字图像 311 和 312 以及其他中间的校准的数字图像(未示出)。为了简化对本发明的讨论，假定目标值已经在与校准的数字图像相同的彩色空间中。我们发现，有助于目标值的操作的彩色空间，采用如由参考密度测量装置测得的参考密度作为彩色空间坐标。如果目标值和校准的数字图像不在同一个色彩空间，采用把目标值空间中表示的图像校准校正量映射到校准的图像空间中所需的任何转换作为产生步骤(19)中的最后一个步骤即可。

参照图 2，表示测量步骤(17)的最佳实施例的详细流程图。最好采用由 Keech 等人提出的序列号为 09/636,058 的共同未决的美国专利申请中所描述的方法，利用对参考校准目标的布局的知识完成定位步骤(170)。一旦定位参考校准片的中心，像素选择步骤(172)就会利用中心位置信息从数字图像 200 中选择具有该参考校准片的像素值特征的像素。在像素选择步骤中还可以利用其他有关像素适宜性的信息。例如，把用 Cahill 等人提出的序列号为 09/635,178 的共同未决的美国专利申请中所描述的方法检测到的、与延伸线状缺陷相关的像素从考虑中排除。然后，计算步骤(174)根据所选择的像素值产生测量值。

在本发明的最佳实施例中，像素选择步骤(172)包括再分步骤(1722)、计算步骤(1724)和选择步骤(1726)。在再分步骤(1722)中，以定位步骤(170)中确定的片的中心位置为中心的数字图像 200 的一部分被划分成一般为矩形的瓦片(tile)的集合，其中每个瓦片包含 m 乘 n 组像素，最好 m 与 n 的乘积大于 8。在计算步骤(1724)中，计算每个瓦片中像素的数字化像素值的平均值和方差统计量。在选择步骤(1726)中，采用为去除与数字图像中缺陷相关的瓦片而设计的方法来选择代表参考校准片的瓦片。例如，可以把与采用上述序列号为 09/635,178 的共同未决的美国专利申请中描述的方法检测的延伸线状缺陷有关的瓦片排除在考虑之外。

我们发现，与其他图像缺陷，例如灰尘、气泡或缺损的图像传感器像素有关的瓦片，一般都呈现出异常高或低的平均值或方差，由此也可将其排除在考虑之外。在本发明的最佳实施例中，采用统计量和统计法以识别这种异常的平均值和方差，从而排除相关的瓦片。例如，以 0.018 mm 间距扫描的彩色负性照相软片上的直径为 1 mm 的参考校准片为本发明的统计方法提供足够数量的像素。首先，选择一组中央瓦片，最好 120 个最靠近中心位置的 3 乘 3 瓦片。找出所选瓦片的方差的中值，并使用它来定义用于找出异常方差的上下

容限。从按照每个方差的自由度数(m × n-1)参数化的众所周知的卡方分布获得上下置信界限，最好分别为第 97.5 和第 2.5 个百分点，以及第 50 个百分点。按上下置信界限到所述第 50 个百分点的比率换算中值而分别得出上下容限。将方差在容限范围内的瓦片的方差中值除以第 50 个百分点的位置，得到一个瓦片中像素值的平均值的方差的稳定估计。

接着，从方差在所述容限范围内的那些瓦片中选择一组更小的中央瓦片，最好是 50 个最靠近中央位置的 3 × 3 瓦片。所选瓦片的平均值的中值用于提供初步总平均估计。通过从每个瓦片的平均值中减去暂定总平均值，然后将所得结果除以平均值的方差估计值的平方根来计算每个瓦片的 t 统计量。上下置信界限，最好分别为第 97.5 和第 2.5 个百分点，是从按每个 t 统计量的自由度数 m × n-1 参数化的、众所周知的学生 t 分布得出的。

把这些置信界限和 t 统计量的值用于代表性瓦片选择步骤(1726)。选择 t 统计值在置信界限的范围内的瓦片作为代表性瓦片。一旦选定代表性瓦片，就选择了这些瓦片内的像素，从而完成像素选择步骤(172)。在计算步骤(174)中，计算所选像素的像素值的平均值，得出参考校准片曝光时的照相材料的响应的测量值特性。采用这种人工剔除方法，显著减少了因不加选择地使用来自包含灰尘、划痕或其他缺陷引起的破坏的参考校准片的数据而导致的校准不精确。

众所周知，可以校准扫描装置以提供对于特定输入媒介的预定目标响应。我们发现，即使校准得很好的扫描装置在用于各种照相材料上的图像时也会给出不同的响应。参考密度测量装置所测得的像素值与在用于扫描特定类型照相材料上的图像时、特定扫描装置所测得的像素值之间的关系，被用来导出存储在存储器中的预定装置调整数据。在产生步骤(19)中，把这种装置调整数据用在测量步骤(17)中得出的测量值上，以提供与装置无关的校准校正量。为了利用

与装置无关的校准校正量来校准数字图像，还必须将潜在地用于不同装置的装置调整数据用在景物数字图像像素值上。虽然在使用与装置无关的图像校准校正量之前，可以在运用步骤(20)中将该装置调整数据作为单独的图像校准校正量用于景物数字图像像素值上，但是通过与装置有关的调整的效果和与装置无关的校准校正量叠加，以产生用于步骤(20)的与装置有关校准校正量，会提高效率。通过运用本发明的这些装置调整特点，无需采用参考密度测量装置，可获得和有效实现照相材料的高质量校准。

我们发现，在某些扫描器中，从包含低密度的显著区域的数字图像中的参考校准片获得的数据被杂散光破坏。消除破坏所需的调整量是扫描器的特征值，但是还要根据所扫描的照相材料的密度特征值。具体来说，我们发现有用的闪光调整模型连同以参考密度表示的测量值具有如下公式的形式:

$$D_{adj} = D_{min} - \log_{10}\left(10^{-(D-D_{min})} - 10^{-\Delta D_{max}}\right) \qquad \text{公式 1}$$

在此公式中，D_{adj} 是已调整的参考密度，D_{min} 是照相材料的最小参考密度，D 是测得的参考密度，而 ΔD_{max} 是扫描器的闪光和参考校准目标的整体内容的预定值特征值。我们发现，将公式 1 所示的闪光调整模型运用于装置调整后从测量值获得的参考密度值，提供了有效消除杂散光的破坏性影响的闪光调整。

在先有的技术中，采用对应于预定目标曝光量的参考校准片的预定目标密度值来产生图像校准校正量。在本发明中，无需严格的曝光量控制以在照相材料 12 上产生精确曝光的参考校准片 102，我们从预定目标曝光量和密度值以及用于记录此参考校准片的实际曝光量计算修改的目标密度值。所述修改的目标密度值，或足够计算这些密度值的数据存储在存储器中，使得当需要用来进行照相材料的校准时可得到这些修改的目标密度值。例如，预定目标密度值和

目标密度调整值都可以存储在存储器中，以在需要用来进行照相材料的校准时计算修改的目标密度值。在最佳实施例中，将修改的目标密度值编码于二维条码潜像 101 之中。利用本发明的上述曝光调整特点，可实现照相材料的高质量校准，无需严格的曝光量控制，而产生在所有参考校准片曝光装置上基本一致的曝光量。

通过提供一组预定目标密度值，照相材料的参考片校准的先有技术假定，在参考校准帧和景物帧曝光于照相材料上的时间之间的时间差期间在照相材料中发生的生片和潜像保存的变化是可忽略的。根据照相材料的构成，可忽略这种保存影响的临界时间差是变化的。对于彩色负片，临界时间差一般为大约两周。可能刚好在景物曝光之前、在所述临界时间差以内，紧随景物曝光之后、也在所述临界时间差之内，或者甚至同时进行曝光，而无需为保存做出附加调整。

通过提供一组预定目标密度值，照相材料的参考片校准的先有技术还假定，在不同曝光和处理之间的时间差期间发生在照相材料中的潜像保存变化是可忽略的。同样，根据照相材料的构成，可忽略这种潜像保存影响的临界时间差是变化的。对于彩色负片，我们发现，长期潜像保存的临界时间差一般是两周，短期潜像保存的临界时间差一般是二十分钟。在曝光和处理之间的时间差短于长期潜像保存临界时间差而长于短期潜像保存临界时间差的情况下完成的曝光，即快速冲洗，无需对潜像保存差异的调整。

在不可忽略上述保存影响的情况下，可以利用有关照相材料的保存特性的信息来做调整。现在参照图 3，表示了以在沿时间轴 30 的不同时间、沿密度轴 36 的密度的形式、说明与特定曝光有关的可能保存历史的曲线图。生片保存曲线 31 表示在给定处理时间、在标称处理方法下、被曝光并快速冲洗的正确贮存的照相材料应测得的密度。潜像保存曲线 32、33、34 和 35 表示对在制造后、且在给定处理时间以标称处理方法处理前、在不同时间曝光的正确贮存的照

相材料应测得的密度。

在此图中，在时间 300 制造出照相材料，生片保存曲线 31 在点 310 所指的密度处开始，分别在时间 301、302、303 和 304 达到点 321、332、343 和 354。第一潜像保存曲线 32 起始于照相材料在时间 301 曝光时的点 321 处，且在稍后冲洗时，分别在时间 305 和 306 达到点 325 和 326。第二潜像保存曲线 33 起始于在时间 302 照相材料曝光时的点 332 处，然后分别在时间 305 和 306 冲洗时达到点 335 和 336。第三潜像保存曲线 34 起始于在时间 303 照相材料曝光时的点 343 处，然后分别在时间 305 和 306 冲洗时达到点 345 和 346。第四潜像保存曲线 35 起始于在时间 304 照相材料曝光时的点 354 处，然后分别在时间 305 和 306 冲洗时达到点 355 和 356。

当定义特定曝光时的预定目标密度性能时，合并标称保存历史是很方便的。例如，在点 345 得出沿曲线 31 和 34 得到目标景物密度，它代表在时间 300 制造、在时间 303 对景物曝光、然后在时间 305 冲洗的照相材料。在点 325 获得沿曲线 31 和 32 得到的对于这个特定曝光的目标参考校准片密度，它代表在时间 300 制造、在时间 301 对参考校准片曝光、然后在时间 305 冲洗的照相材料。在点 325 和 345 得到的密度之间的固定偏移量导致了参考校准片曝光和景物曝光之间生片和潜像保存时间的差异。把这个偏移量用作保存调整量，以将预定目标密度从目标景物密度转换为目标参考校准片密度。

一个特定照相材料的实际保存历史一般与标称历史是有差异的。例如，以标称过程在时间 300 制造，在时间 302 对参考校准片曝光，然后在时间 306 冲洗的照相材料获得在点 336 的密度。在点 336 和点 325 处的密度之间的偏移量，就是刚好导致参考校准片的实际保存历史和预定目标参考校准片密度中假定的标称保存历史的差异的保存调整量。

更一般地说，我们发现，可以建立对与标称保存历史的保存历史差的密度响应模型，以得出导致不可忽略的密度差的保存时间差

的保存调整量。这种模型描述了作为时间函数的多个预定曝光时密度的变化。这种模型的参数可以包括预定时间和曝光量的偏移量、对变化曝光中的时间灵敏度、以及时间瞬态系数函数的参数。我们发现如下形式的模型是有用的:

$$f(t,E) = g_0(E;t_1,t_2,t_3) + f_1(t)g_1(E) + f_2(t)g_2(E) \qquad \text{公式 2}$$

在公式 2 中，第一个函数 g_0 表示，当制造后在第三预定冲洗时间 t_3(例如时间 305 和 300 之间的时间差)冲洗从这些曝光得到的潜像时，在制造后第一预定生片保存时间 t_1(例如时间 301 和 300 之间的时间差)所做曝光得到的密度与在制造后第二预定生片保存时间 t_2(例如时间 303 和 300 之间的时间差)所做曝光得到的密度之间的曝光相关偏移量，其中所述制造后时间是照相材料的使用中见到的典型情况。对于上述三个实例中的时间，第一项表示图 3 中点 345 和 325 之间的密度差。公式 2 中的第二项，包括时间瞬态函数 f_1 和曝光量 g_1 的时间灵敏度函数，它代表由不同于第一预定生片保存时间 t_1 的生片保存时间引起的、在冲洗时间 t 见到的密度变化。公式 2 中的第三项包括时间瞬态函数 f_2 和曝光量 g_2 的时间灵敏度函数，它代表由不同于预定潜像保存时间 t_3-t_1 的潜像保存时间引起的密度变化。

例如，考虑沿曲线 31 和 32 的保存历史。在此示例中，从时间 300 到时间 301 的生片保存时间是标称的，所以在整个冲洗时间 t 中，由公式 2 中第二项计算的调整量为零。在时间 306 处估算第三项为非零值，它表示点 325 和 326 之间的密度差。在另一实例中，考虑沿曲线 31 和 33 的保存历史，其中从时间 300 到时间 302 的生片保存时间不再是标称的，所以由第二项计算的调整量并不同样为零。另外，通过更改从时间 301 到时间 302 的曝光时间，从时间 302 到冲洗时间 t 的潜像保存时间和时间 301 与冲洗时间 t 之间的潜像保存时间也不同，所以还需要由第三项计算的调整量。对于时间 305 处的

冲洗时间 t，利用公式 2 中第二和第三项计算的累积调整量代表点 325 和 335 之间的密度差。对于时间 306 处的冲洗时间 t，利用第二和第三项计算的累积调整量则表示点 325 和 336 之间的密度差。利用公式 2 中所示的全部三项，可以将合乎沿曲线 31 和 34 且终止于点 345 的标称景物影像保存历史的预定目标密度转换为合乎沿曲线 31 和 33 且终止于点 336 的参考校准曝光的实际保存历史的目标密度，从而调整特定参考校准片的保存时间的任何差异。通过利用本发明的上述目标保存调整的特点，采用适当地补偿了参考校准片的密度的保存相关的差异的保存调整量获得照相材料的高质量校准。

在本发明中，保存调整数据，如预计算的保存调整量或者计算保存调整量所需的数据(例如，模型参数，制造、参考校准曝光和冲洗的标称时间，以及制造和参考校准曝光的实际时间)都被存储在存储器中，以供照相材料校准需要时使用。在本发明的最佳实施例中，保存调整数据被编码于二维条码潜像 101 之中。利用本发明上述目标保存调整的特点，不论是在影像曝光于照相材料上之前、如在制造过程中或者零售商店或家中的单独处理过程中，还是在影像曝光于照相材料上之后、如照相加工操作中或者零售商店或家中的单独处理过程中完成参考校准曝光，可实现照相材料的高质量校准。

我们发现，同样可以采用公式 2 的形式的模型来计算适合于校正照相材料上的景物影像所经历的保存历史(例如，如图 1 中所示景物帧 111 和 112 中的)的差异的保存调整量，其中第一项为零，第二项表示在实际时间所做的实际景物曝光和在标称时间所做的景物曝光之间的生片保存差异，而第三项表示在实际时间所做及冲洗的景物曝光和在标称时间所做及冲洗的景物曝光之间的潜像保存差异。例如，在时间 303 所做的且在时间 306 而非时间 305 所冲洗的景物曝光具有点 346 而非点 345 的密度。在第二实例中，在时间 304 而非时间 303 所做的且在时间 305 所冲洗的景物曝光具有点 355 而非点 345 的密度。在第三实例中，在时间 304 而非 303 所做的且在时

间 306 而非 305 所冲洗的景物曝光具有点 356 而非点 345 的密度。通过利用这种模型计算对于景物具体保存差异的校正量，可以校准景物的数字图像以回到标称保存历史。通过利用本发明的上述景物保存调整的特点，可利用适当地补偿了景物影像的密度的保存相关的差异的景物特定校准校正量得到照相材料的高质量校准。

关于照相材料的参考片校准的先有技术还假定，照相材料对曝光、冲洗和扫描的响应都是类似的，与参考校准片和景物帧在照相材料上的相对位置无关。由于空间限制，先有技术常常会建议靠近照相材料边缘来放置参考片。在照相材料的中间与边缘之间，光学处理作用可能存在相当大的差异。在最佳实施例中，如 Keech 等人提出的序列号为 09/635,496 的共同未决的美国专利申请中所公开的，使参考校准片曝光于照相材料中央附近、与曝光景物影像的帧类似的位置。但是，即使给定与照相材料边缘相关的类似位置，在某些处理过程中，光学处理作用也可能会沿照相材料的纵向而明显变化，同样会导致随参考校准片和影像帧在照相材料上的相对位置而变化的响应中的位置差异。

我们发现，可以对在照相材料上参考校准片曝光的区域与景物曝光的帧之间响应上的差异建立模型。把反映胶片响应随照相材料上的位置变化的偏移量、量纲系数或其任何组合作为调整数据存储在存储器中，使其可供产生图像校准校正量之用。在本发明的最佳实施例中，把这些参考校准片和景物的位置调整数据编码于二维条码潜像 101 之中。通过利用本发明的上述参考校准片和帧的特定位置调整的特点来调整参考校准片目标值或产生景物数字图像的帧特定校准校正量，即使存在照相材料响应上的位置性差异，也可获得照相材料的高质量校准。

参照图 4，表示校准校正量产生步骤(19)的最佳实施例的详细流程图。目标值修改步骤(192)包括曝光量调整步骤(1922)、保存调整步骤(1924)以及位置调整步骤(1926)。曝光量调整步骤(1922)实现本发

明的曝光调整特征，其中，根据参考校准片曝光装置中所用的实际曝光量值，连同也在获得步骤(18)中得出的实际曝光量值，为每个参考校准片，计算对与曝光的预定目标值相应的密度的预定目标值的第一目标密度调整量，上述两个预定目标值都是在获得步骤(18)中得到的。保存调整步骤(1924)实现本发明的目标保存调整特征，其中都在获得步骤(18)中得到的制造、参考校准片曝光和冲洗的实际时间以及保存模型参数，被用于计算第二目标密度调整量，以解决标称生片和潜像保存时间与实际生片和潜像保存时间之间的差异。位置调整步骤(1926)实现本发明的参考校准片位置调整的特征，其中，都在获得步骤(18)中得到的、反映胶片响应随照相材料上位置的变化的偏移量、量纲系数或其任何组合，被用于计算第三目标密度调整量。通过累计第一、第二和第三目标密度调整量、并将所得结果加上在获得步骤(18)中得到的预定目标密度值来完成目标值修改步骤(192)，从而得到修改的目标值。

测量值修改步骤(194)包括装置调整步骤(1942)和闪光调整步骤(1944)。装置调整步骤(1942)实现本发明的装置调整的特征，其中，利用每个参考校准片的测量平均像素值和在获得步骤(18)中得到的装置调整参数计算第一测量值调整量。闪光调整步骤(1944)实现本发明的闪光调整的特征，其中，利用每个参考校准片和最小密度参考校准片的、利用装置调整步骤(1942)得到调整量来修改的测量值，以及在获得步骤(18)中得到的闪光模型参数，计算第二测量值调整量。通过累计对测量步骤(17)中得到密度测量值的第一、第二测量值调整量的结果，完成测量值修改步骤(194)，得到修改的测量值。

拟合步骤(196)采用最小平方法以拟合使目标值修改步骤(192)中得到的修改目标值与测量值修改步骤(194)中得到的修改测量值相关的模型，它用于产生与装置无关的图像校准校正量。在本发明的最佳实施例中，所述模型对于数字图像中存在的每个颜色通道采用一维查找表的形式，称为 1D LUT。应注意的是，其他模型形式，如结

合低阶多项式模型的 1D LUT 或较高维的查找表都在本发明的预先考虑之中。

校正量修改步骤(198)包括保存调整步骤(1982)、位置调整步骤(1984)以及装置调整步骤(1986)。保存调整步骤(1982)实现本发明的景物保存调整特征，其中，都在获得步骤(18)中得到的制造、景物曝光和冲洗的实际时间以及保存模型参数，被用于计算景物特定保存校正调整量，以解决标称生片与潜像保存时间以及实际生片与潜像保存时间之间的差异。位置调整步骤(1984)实现本发明的位置调整的特征，其中，均在获得步骤(18)中得到的、反映随照相材料上潜像位置而变的胶片响应变化的位置调整数据(例如，偏移量、量纲系数或其任何组合)，被用于计算帧特定位置校正调整量。装置调整步骤(1986)实现本发明的装置调整的特征，其中，利用获得步骤(18)中得到的装置调整参数来计算装置校正调整量。如上所述，虽然各种校准校正调整量可以分别用在运用步骤(20)中，但是通过叠加来自步骤(1986)的装置调整量、来自步骤(196)的装置无关校准校正量的效果、以及来自步骤(1982)和(1984)的帧相关保存和位置校正调整量的累积效果，从而产生帧和装置特定校准校正量以供步骤(20)之用，可使效率得以增强。

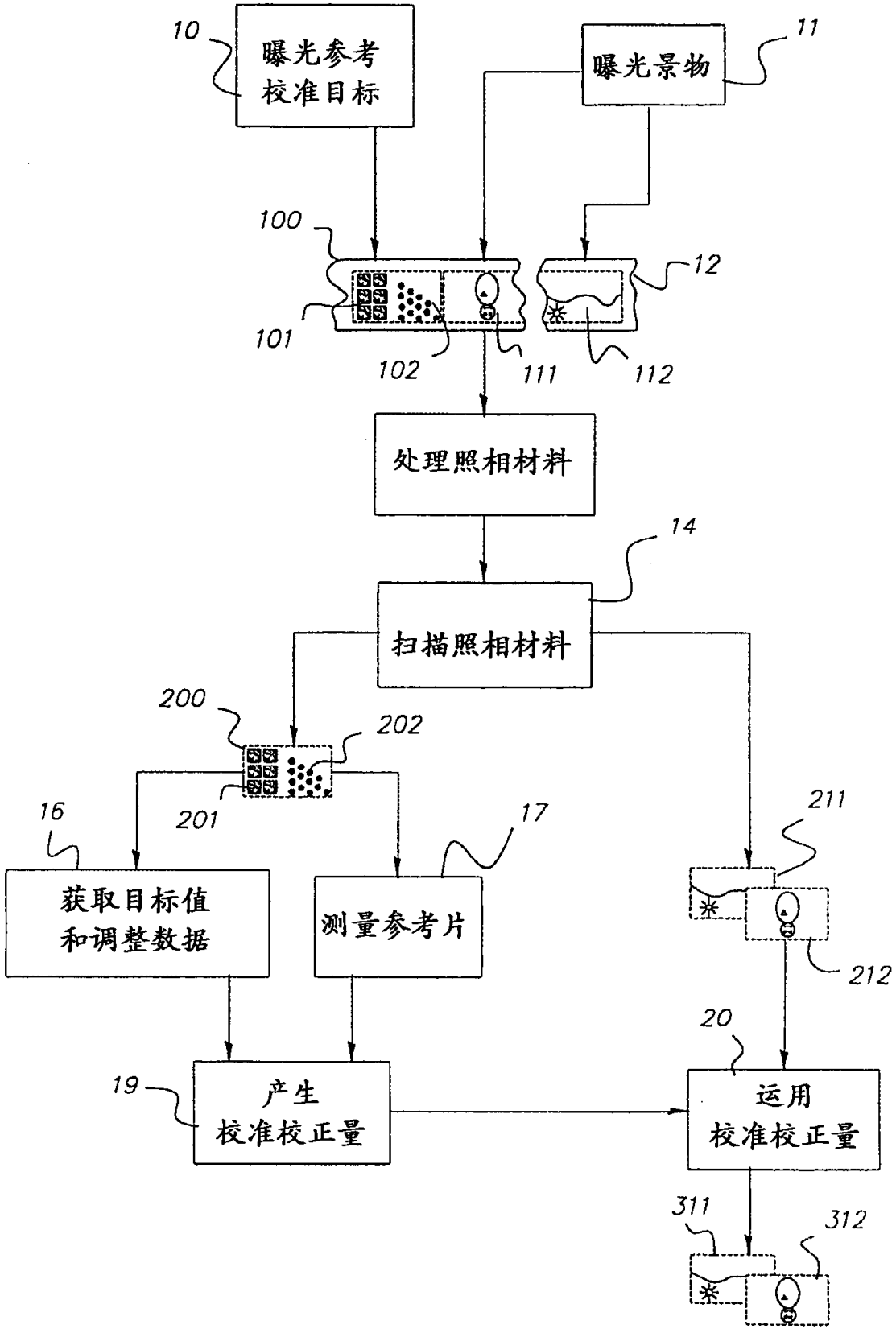

10
曝光参考
校准目标
11
曝光景物
100
101
102
111
12
112
处理照相材料
14
扫描照相材料
200
202
201
16
17
211
获取目标值
和调整数据
测量参考片
212
20
19
产生
校准校正量
运用
校准校正量
311
312

图 1

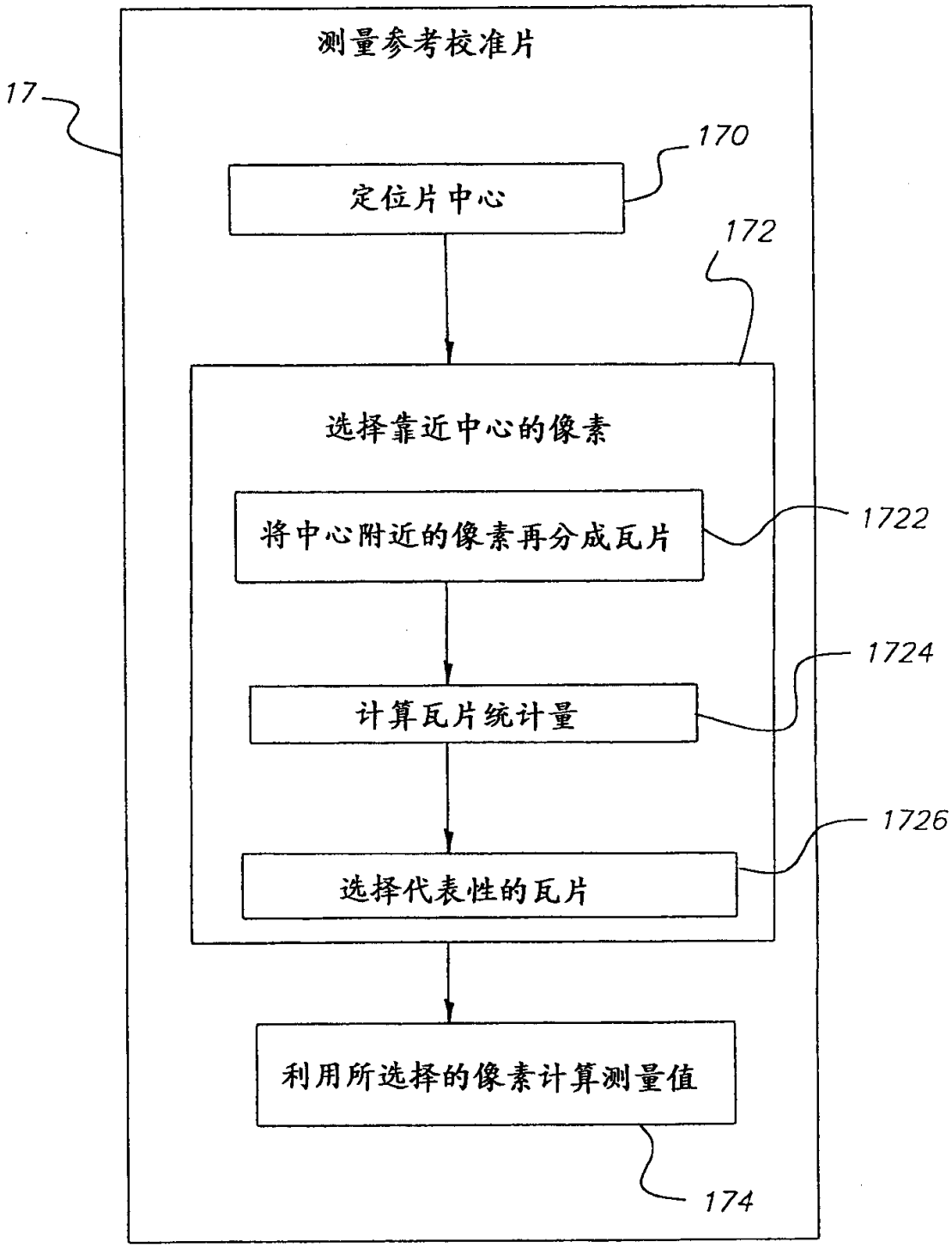

测量参考校准片
17
170
定位片中心
172
选择靠近中心的像素
将中心附近的像素再分成瓦片
1722
计算瓦片统计量
1724
选择代表性的瓦片
1726
利用所选择的像素计算测量值
174

图 2

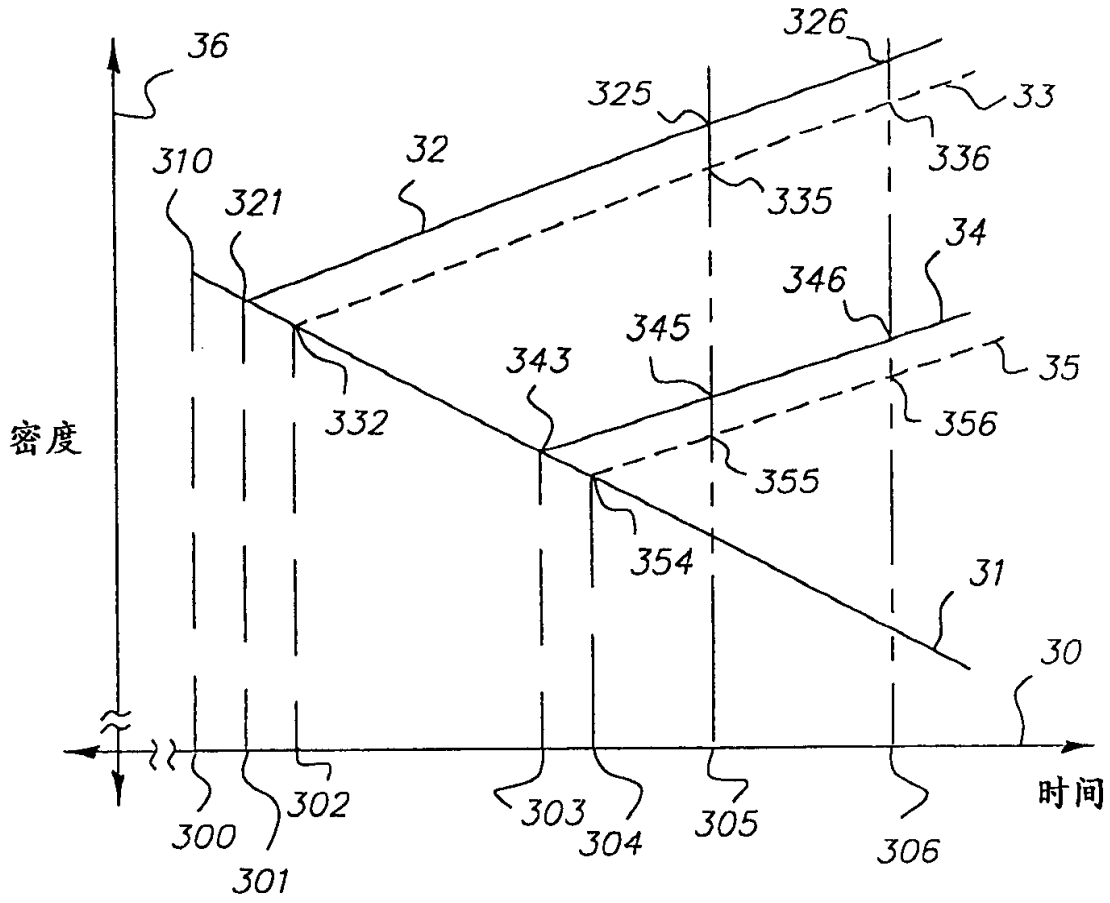

36
326
325
33
310
32
336
321
335
34
346
345
35
343
356
332
355
354
31
30
密度
时间
300
302
303
305
306
301
304

图 3

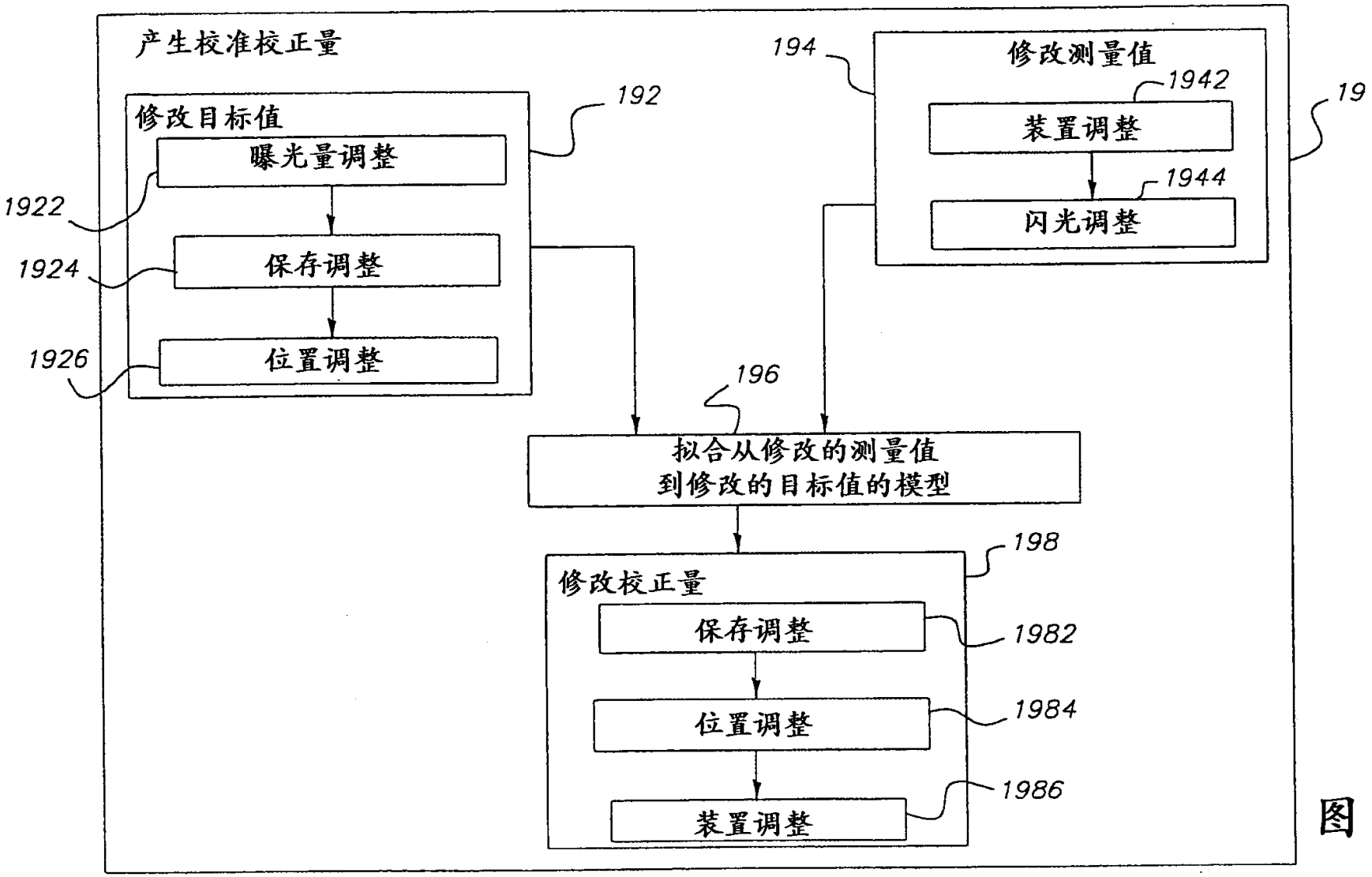

产生校准校正量
修改目标值
曝光量调整
保存调整
位置调整
1922
1924
1926
192
修改测量值
装置调整
闪光调整
1942
1944
194
19
拟合从修改的测量值
到修改的目标值的模型
196
修改校正量
保存调整
位置调整
装置调整
198
1982
1984
1986

图 4