

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)

G06T 5/20 (2006.01)

H04N 1/409 (2006.01)

H04N 1/58 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 01817802.2

[45] 授权公告日 2006 年 7 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1264121C

[22] 申请日 2001.9.20 [21] 申请号 01817802.2

[30] 优先权

[32] 2000.9.20 [33] US [31] 60/234,270

[32] 2000.12.29 [33] US [31] 60/258,763

[32] 2000.12.29 [33] US [31] 60/259,017

[86] 国际申请 PCT/US2001/042276 2001.9.20

[87] 国际公布 WO2002/025589 英 2002.3.28

[85] 进入国家阶段日期 2003.4.22

[71] 专利权人 NIK 软件公司

地址 美国加利福尼亚

[72] 发明人 尼尔斯·克科摩尔

迈克尔·J·斯莱特

审查员 刘 冀

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 李 玲

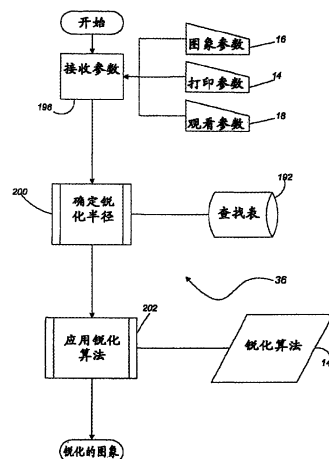
权利要求书 4 页 说明书 30 页 附图 10 页

[54] 发明名称

数字图象锐化系统

[57] 摘要

本发明涉及一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象(38)、用于以一个或多个打印参数打印以及用于以一个或多个观看参数观看的系统和方法,该方法包括在相关过程中制订与一个或多个打印参数相关的锐化半径信息、创建用于存储锐化半径信息的第一数据存储装置(192)、接收一个或多个打印参数、由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象(38)的图象锐化半径、以及在锐化算法中使用图象锐化半径来锐化数字图象(38)。描述了相关过程,公开了具有树叶保护、色调保护、抗混叠保护以及噪音减小的锐化算法,以及描述了细节识别过程。



1、一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于以一个或多个打印参数打印以及用于以一个或多个观看参数观看的系统，包括：

第一数据存储装置，用于存储将一个或多个锐化半径与一个或多个打印参数关联的半径信息；

接收组件，接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数；

确定组件，由半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径；

锐化组件，用于实现锐化算法以便使用图象锐化半径产生锐化的数字图象；以及

第二数据存储装置，用于存储锐化的数字图象。

2、如权利要求 1 所述的系统，其特征在于，一个或多个锐化半径进一步与一个或多个图象参数关联，或与一个或多个观看参数关联或与两者关联。

3、一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于以一个或多个打印参数打印、以及用于以一个或多个观看参数观看的系统，包括：

第一数据存储装置，用于存储在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息；

接收组件，接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数；

确定组件，由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数，确定用于数字图象的图象锐化半径；

锐化组件，用于实现锐化算法以便使用图象锐化半径来产生锐化的数字图象；以及

第二数据存储装置，用于存储锐化的数字图象。

4、如权利要求 3 所述的系统，其特征在于，锐化半径信息进一步与一个或多个图象参数关联，或与一个或多个观看参数关联，或与

两者关联。

5、如权利要求3所述的系统，其特征在于，相关过程包括步骤：

将初始锐化半径选择为测试半径；

重复以下步骤直到找出最佳打印：

在锐化算法中使用测试半径来锐化数字图象的拷贝；打印测试打印；改变测试半径；以及比较所有测试打印；

记录用来打印最佳打印的测试半径；以及

将用来打印最佳打印的测试半径存储在第一数据存储装置中。

6、如权利要求1、2、3、4或5所述的系统，数字图象由具有亮度的象素组成，其特征在于，锐化算法包括步骤：

使用图象锐化半径来模糊数字图象的拷贝以便产生模糊图象，模糊图象由具有亮度的象素组成；

计算数字图象的象素的亮度和模糊图象的象素的亮度之间的亮度差；

通过应用从由色调保护算法、抗混叠保护算法、噪音降低算法以及过锐化保护算法组成的组中选择一个或多个算法来调整亮度差；以及

将数字图象与亮度差结合来产生锐化的图象。

7、一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于以一个或多个打印参数打印以及用于以一个或多个观看参数观看的方法，包括步骤：

制订在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息；

创建用于存储锐化半径信息的第一数据存储装置；

接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数；

由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径；

在锐化算法中使用图象锐化半径锐化数字图象以便产生锐化的数字图象；以及

将锐化的数字图象存储在第二数据存储装置中。

8、如权利要求 7 所述的方法，其特征在于，锐化半径信息进一步与一个或多个图象参数关联，或与一个或多个观看参数关联，或与两者关联。

9、一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于以一个或多个打印参数打印以及用于以一个或多个观看参数观看的方法，包括步骤：

接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数；

询问第一数据存储装置，该装置存储了和相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息；

由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径；

在锐化算法中使用图象锐化半径来锐化数字图象以便产生锐化的数字图象；以及

将锐化的数字图象存储在第二数据存储装置中。

10、如权利要求 9 所述的方法，其特征在于，锐化半径信息进一步与一个或多个图象参数关联，与一个或多个观看参数关联或与两者关联。

11、如权利要求 10 所述的方法，其特征在于，相关过程包括步骤：

将初始锐化半径选择为测试半径；

重复以下步骤直到找出最佳打印：

在锐化算法中使用测试半径来锐化数字图象的拷贝；打印测试打印；改变测试半径；以及比较所有测试打印；

记录用来打印最佳打印的测试半径；以及

将用来打印最佳打印的测试半径存储在第一数据存储装置中。

12、如权利要求 7、8、9、10 或 11 所述的方法，数字图象由具有亮度的象素组成，其特征在于，锐化算法包括步骤：

使用图象锐化半径来模糊数字图象的拷贝以便产生模糊图象，模糊图象由具有亮度的象素组成；

计算数字图象的象素的亮度和模糊图象的象素的亮度之间的亮度差；

通过应用从由色调保护算法、抗混叠保护算法、噪音降低算法以及过锐化保护算法组成的组中选择一个或多个算法来调整亮度差；以及

将数字图象与亮度差结合来产生锐化的图象。

13、如权利要求7所述的方法，其中，所述相关过程包括步骤：

选择将关联的一个或多个图象参数、一个或多个打印参数或一个或多个观看参数；

将初始锐化半径设置为测试半径；

重复下述步骤直到找出最佳打印：

在锐化算法中使用测试半径来锐化数字图象的拷贝；打印测试打印；改变测试半径；以及比较所有测试打印；

记录用来打印最佳打印的测试半径；以及

将锐化半径设置成用来打印最佳打印的测试半径。

数字图象锐化系统

相关申请的交叉引用

本申请要求 2000 年 9 月 20 日提交的, 名为 “System And Method For Sharpening Images” 的美国临时专利申请 60/234,270、2000 年 12 月 29 日提交的, 名为 “System And Method For Determining Optimal Sharpening Radius” 的美国临时专利申请 60/259, 017 以及 2000 年 12 月 29 日提交的, 名为 “System And Method For Optimizing Sharpening Of Digital Images” 的美国临时专利申请 60/258,763 的优先权, 公开的每一个申请的内容在此全部合并作为参考。

技术领域

本发明涉及用于优化数字图象的锐化的系统和方法。

背景技术

公知的问题是在摄影后锐化图象以便如果图象聚焦不准来补救模糊或模拟更好的胶片清晰度, 即, 创建看起来是在中幅照相机上摄影的, 而实际上是在 35mm 的小幅照相机上摄影的图象。

问题在于为了真正使图象更锐利, 必须增加由于不足的光学分辨率或由于由配置低或散焦镜头引起的模糊丢失的细节。这对任何一个计算机来说都是不可能的。

因此, 结合该公开本领域的技术人员将了解到用来锐化图象的最流行的方法, 模糊掩码过滤 (unsharp mask filter) 不能真正使图象更锐利。通过使最小部分看起来有更 “强反差” 或看起来具有更直观的清晰度, 模糊掩码过滤方法简单地使图象看起来更锐利。实际上, 它是通过检测图象中所有边缘并使那个边缘的暗边更暗以及那个边缘的亮边更亮, 以便沿图象中的大多数边缘创建一些具有晕宽的暗或光晕

来完成。模糊掩码过滤通过指定的锐化阈值来定位不同于周围象素的象素，以及通过指定的锐化强度来增加象素的对比度，象素的对比度通常是用百分比表示的。也可能指定与每个象素比较的区域的锐化半径，实际上在图象的最终外观上这是一个关键的因素，因为它确定晕宽（halo width）。

由于模糊掩码过滤产生锐化的光幻视（而不是增加细节），在多数情况下，当应用到实际上已经具有足够的清晰度的图象时，它做的不错。

模糊掩码过滤用下述方式操作，正如参考本公开的内容本领域的技术人员将了解的，在典型的用户情况下，将特别是通过提供模糊掩码过滤的图象处理程序来执行，如商标 PHOTOSHOP®下出售的图象处理程序。

用户通过经对话框与图象处理程序通信、通常通过输入想要的锐化半径、锐化强度以及锐化阈值，同时在屏幕上观看图象如何改变的预览来应用模糊掩码过滤。通过该特定的过程，仅相对于图象的屏幕上的特征，而不是相对于打印处理后呈现的图象来锐化图象。那就是说，由打印机而定，很可能将图象打印成过锐化或锐化不够。更高级的用户试图将他们的打印处理的经验带入该过程，但同样地理解到过分或不足的锐化的风险仍然存在。另外，通过手动输入这些值，无法获得一致的结果，并且所有图象将看起来有所不同，因为它们正被不一致地锐化。这对打印的可视外观来说是缺陷，特别是如果几个图象打印在相同页上的话。

当使用模糊掩码方法锐化图象时，目标图象发生颜色变化，这也是一个公知的问题。当应用于图象时，模糊掩码过滤不提供用于处理颜色的方法。除此之外，对于模糊掩码还存在许多问题，如可能出现图形失真，即，一些象素结构可能变得更明显并导致不希望的结构（aliasing Moirée）。同样，如果基于 CMYK、RGB 或 Lab 图象模式实现模糊掩码算法，在晕圈将具有不自然的饱和。简单地说，RGB 的锐化导致颜色失真（color irritation），而 CMYK 和 Lab 中的锐化通

常导致不饱和、弱晕圈，将消极地影响图象的整个外观。第三个问题在于当前在某种程度上没有办法降低噪音，图象看起来仍然是自然的 - 当前现有的降低噪音的算法总是使图象看起来不自然。另一问题在于存在很容易过锐化的图象中的某些区域，特别是树叶 (foliage)，简单地说是因为它们包含更多的结构，因此将导致比其他区域更多的晕圈。

用于计算用在模糊掩码过滤中的参数的现有方法已经集中在将锐化强度作为关键参数。Tretter 的美国专利 5,867,606 “Apparatus and Method for Determining the Appropriate Amount of Sharpening for an Image”公开了确定锐化强度参数的锐化参数选择系统。美国专利 4,591,923 “Method and Apparatus for Intensifying Sharpness of Picture Images”公开了用于确定锐度强化的程度的方法。然而，这些方法没有认识到在利用模糊掩码过滤中最重要的参数实际上是锐化半径。

因此模糊掩码方法具有这些主要的问题：存在三个显然独立的变量，如锐化强度、锐化阈值以及锐化半径，可视试验和错误预览的特定方法、在应用模糊掩码过滤中假定锐化强度是关键参数，未认识到对指定图象来说存在导致优化结果的优选锐化半径，依赖于根据打印机类型、打印机分辨率、图象像素大小以及图象打印大小的第一近似以及根据观看距离以及图象细节的第二近似，缺乏用于校正应用模糊掩码过滤期间发生的颜色变化的色调保护技术、在锐化图象中存在图象失真和不自然饱和状态，细节区过锐化以及缺少噪音降低。需要一种用于使用基于打印机类型、打印机分辨率、图象像素大小以及图象打印大小，最好也基于观看距离和图象细节的最小参数，确定用于指定图象的模糊掩码过滤的优选锐化半径的系统和方法，同时提供一种用于校正锐化期间发生的颜色变化的方法，同时校正锐化图象中的图象失真和不自然饱和，防止细节区过锐化，以及有效地降低噪音。

发明内容

本发明通过提供一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用一个或多个打印参数来打印，以及以一个或多个观看参数观看的系统来满足这种需要，该系统包括第一数据存储装置，用于存储将一个或多个锐化半径与一个或多个打印参数关联的半径信息、接收组件，接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数、确定组件，由半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径、锐化组件，用于使用图象锐化半径，实现锐化算法来产生锐化数字图象，以及第二数据存储装置，用于存储锐化的数字图象。

在优选实施例中，提供用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于通过一个或多个打印参数打印，以及用于以一个或多个观看参数观看的系统，包括第一数据存储装置，用于存储在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息、接收组件，接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数、确定组件，由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径、锐化组件，用于使用图象锐化半径，实现锐化算法来产生锐化的数字图象，以及第二数据存储装置，用于存储锐化的数字图象。

提供一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于通过一个或多个打印参数打印、以及用于以一个或多个观看参数观看的方法，包括步骤：制订在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息、创建用于存储锐化半径信息的第一数据存储装置、接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数、由锐化半径信息和接收的一个或多个打印参数，确定图象锐化半径、在锐化算法中使用图象锐化半径来锐化数字图象以便产生锐化的数字图象，以及在第二数据存储装置中存储锐化的数字图象。

在另一实施例中，提供一种用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于通过一个或多个打印参数打印、以及用于以一个或多个观看参数观看的方法，包括步骤：接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数、询问第一数据存储装置，该装置存储在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息、由锐化半径信息和接收的

一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径、在锐化算法中使用图象锐化半径来锐化数字图象以便产生锐化数字图象；以及将锐化的数字图象存储在第二数据存储装置中。

提供具有用于使基于计算机的信息处理系统执行用于锐化具有一个或多个图象参数的数字图象、用于通过一个或多个打印参数打印、以及用于以一个或多个观看参数观看的内容的计算机可读介质，包括步骤：接收用于打印数字图象的一个或多个打印参数、询问第一数据存储装置，该装置存储了在相关过程中与一个或多个打印参数关联的锐化半径信息、由半径信息和接收的一个或多个打印参数确定用于数字图象的图象锐化半径、在锐化算法中使用图象锐化半径来锐化数字图象以便产生锐化的数字图象，以及将锐化的数字图象存储在第二数据存储装置中。

在优选实施例中，锐化半径信息进一步与一个或多个图象参数，或一个或多个观看参数，或者两者相关联。

在优选实施例中，相关过程包括将初始锐化半径选择为测试半径以及重复直到找到最佳打印为止的步骤、在锐化算法中使用测试半径锐化数字图象的拷贝、打印测试打印、修改测试半径、比较所有测试打印、记录用来打印最佳打印的测试半径、以及在第一数据存储装置中存储用来打印最佳打印的测试半径的步骤。

在另一优选实施例中，数字图象包括具有亮度的象素，锐化算法包括使用图象锐化半径模糊数字图象的拷贝以便产生模糊的图象，模糊的图象包括具有亮度的象素、计算数字图象的象素的亮度与模糊的图象的象素的亮度之间的亮度差、通过应用从色调保护算法、抗混叠保护算法、噪音减小算法、过锐化保护算法组成的组中选择一个或多个算法，调整亮度差以及将数字图象与亮度差结合来产生锐化的图象的步骤。

描述了用于锐化数字图象的方法，数字图象包括具有亮度的象素，包括模糊数字图象的拷贝以便产生模糊的图象、模糊的图象由具有亮度的象素构成、计算数字图象的象素的亮度与模糊图象的象素的

亮度之间的亮度差、以及将数字图象与亮度差结合来产生锐化图象的步骤。在优选实施例中，结合步骤包括过锐化保护算法以及在另一优选实施例中，该方法进一步包括通过应用从由色调保护算法、抗混叠保护算法、噪音减小算法以及过锐化保护算法组成的组中选择一个或多个算法来调整亮度差。

提供一种用于确定用在锐化算法中的由具有亮度的象素组成的数字图象的细节分辨率的方法，包括步骤：选择数字图象中的多个相关象素对、计算用于多个象素对的每一个的亮度差、确定最大象素亮度差并设置用于数字图象的等于最大亮度差的细节分辨率的步骤。在优选实施例中，该方法进一步包括消除一个或多个最大象素亮度差的步骤。

提供一种用于在锐化具有一个或多个图象参数的数字图象中，将锐化半径与一个或多个图象参数、一个或多个打印参数或一个或多个观看参数关联、用于通过一个或多个打印参数打印、以及用于以一个或多个观看参数观看的相关过程，包括选择一个或多个图象参数、一个或多个打印参数或相关的一个或多个观看参数、将初始锐化半径选择为测试半径、重复直到找到最佳打印的步骤、测试半径用在锐化算法来锐化数字图象的拷贝、打印测试打印、修改测试半径、比较所有测试打印、记录用来打印最佳打印的测试半径、以及将锐化半径设置为用来打印最佳打印的测试半径的步骤。

附图说明

本发明的这些和其他特征、方面和优点参考下面的描述、附加权利要求和附图将变得更明白，其中：

图1是根据本发明，用于将锐化半径与将用在图8的锐化算法以及图6和图6A的方法中的参数关联的相关过程的流程图。

图2是根据本发明的一个优选实施例的图1的过程的流程图。

图3是根据本发明的另一优选实施例的图1的过程的流程图。

图4是根据本发明，用于锐化数字图象的系统的系统框图。

图 5 是根据本发明，用于采集将锐化的数字图象的图象源的实物电路图。

图 6 是用于锐化具有根据图 1 的过程的一个或多个实施例确定的锐化半径的图 5 的数字图象的锐化方法的流程图。

图 6A 是用于确定锐化半径的图 6 的步骤的流程图。

图 7 是详细的识别过程的流程图以便确定图 5 的数字图象的细节分辨率。

图 8 是用于图 6 的锐化方法中的锐化算法的流程图。

图 9 是表示数字图象锐化而没有树叶保护的亮度前和后的图。

图 10 是根据本发明的数字图象锐化而没有树叶保护的亮度前后的图。

图 11 是图 5 的数字图象中边缘的放大视图。

图 12 是锐化而没有抗混叠保护的图 11 的边缘的放大图。

图 13 是根据本发明具有抗混叠保护的锐化的图 11 的边缘的放大图。

图 14 是表示具有跳跃不连续性的噪音减小的结果的图。

图 15 是表示根据本发明的噪音减小消除跳跃不连续性的结果的图。

图 16 是根据本发明的另一实施例的噪音减小消除跳跃不连续性的结果的图。

具体实施方式

本发明从参考图 1 至图 6 开始，通过相关过程 10 来确定锐化半径 12 和用在锐化系统 20 中的一个或多个打印参数 14、图象参数 16 或可选地，观看参数 18 间的关系，锐化系统 20 使用锐化方法 36，锐化方法 36 由锐化算法 140 以及可选地，用于色调保护方法 158 的一个或多个算法、抗混叠保护方法 160、噪音减小方法 162、以及树叶保护方法 152 组成，用于锐化数字图象 38，将数字图象 38 在一个或多个

类型 1 打印机 24、类型 2 打印机 26、类型 3 打印机 28 或数字显示装置 30 上输出。

打印参数

打印机类型

有许多可从商业上获得的图象打印机，以及相关过程理论上能进行测试每种打印机的可用的构造和模型。然而，使用在此所述的本发明的相关过程 10，不必测试每种可能的打印机，仅需要创建种类，然而，在每种种类中测试足够量的样品。

参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到在现有技术中已经存在多种打印机是显而易见的。例如，将喷墨打印机、彩色激光打印机、照片打印机以及标准的胶印机看作是表示通常容易明白的种类。通过这些种类的任何组合来使用本发明的相关过程 10 是可能的。另外，能随意地增加用于数字显示装置的另外的种类，将在监视器上图象的显示看作最终“打印”。当输出是在 Internet 的万维网或其他全球或局域网上的网页中显示时，该后一种类将很有利。

优选地，能完成将这些种类分成一个或多个类型，以便缩短相关过程。在类型内，打印机通常应当产生相似的输出，所有其他参数能保持相等。已经发现三种类型的打印机拥有以下特征：

类型 1 打印机：扫描图象然后通过使用光栅中的不同光点大小来打印图象的打印机由第一种类型的打印机组成。这些打印机通常大多是胶印机。通常以每英寸行数 (lpi) 来指定胶印机分辨率。

类型 2 打印机：“随机抖动”象素的打印机类型由第二种类型的打印机组成。这表示例如，通过仅打印每第五个象素，而使其他四个空白来打印 20% 黑色区域。这些打印机类型通常是具有低于光栅打印如类型 1 打印机的分辨率的打印机，而且仅能打印或不能打印象素（即，它们不能打印具有 30% 不透明性的象素）。几乎所有使用该过程的打印机均为喷墨打印机。

类型 3 打印机：能将任何一种或几乎任何一种想要的颜色打印在

纸上也称为半调色、连续调色或全调色的打印机由第三种类型打印机组成。（这些打印机有许多不同的术语）。典型的这种类型的打印机是照片打印机、热敏打印机、LED 打印机、或彩色激光打印机。

参考图 4、图 5 和图 6，所示的锐化系统 20 由计算机监视器 32 和计算机 CPU34 组成，计算机 CPU 包括存储器（未示出）和用于在数字图象 38 上执行锐化方法 36、经 Internet 在一个或多个打印机类型 42 或数字显示装置 30 上输出的程序指令（未示出）组成。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到打印机类型 42 的各种组合或数字显示设备 30 将可能使用锐化系统 20。

打印大小

将锐化的每个数字图象 38 已经与用某些度量单位，通常是英寸、厘米或毫米表示为打印大小 40 的特定图象大小关联。例如，在美国，以英寸为单位的普通的打印大小为 4 ×6、6 ×6、5 ×7、8 ×10、11 ×14 和 16 ×20。本发明将打印大小 40 视为锐化中的主要因素。对一个大小来说最佳的锐化对另一个大小来说可能不是最佳的。

图象分辨率 / 象素大小

另外，参考图 7，将锐化的每个数字图象 38 已经与固有的象素大小 86 关联，象素大小在长宽比方面与打印大小 40 匹配。用打印大小除以图象象素大小 86 产生图象分辨率 44，通常用 dpi 表示。例如，具有 6 ×6 英寸打印大小 40 和 1800 ×1800 象素大小 86 的数字图象 38 具有 300dpi 的图象分辨率 44。

打印机分辨率

打印机具有一个或多个固有的打印机分辨率 46。当使用相关过程 10 时，最低限度应当使用经过每种打印机类型 42 的标准或通用的打印机分辨率 46。优选地，该标准的打印机分辨率 46 应当是在当前实际上使用的一种通用的分辨率，并且可能期望随技术上的改进增加。优选地，将多个打印机分辨率 46 用在相关过程 10 中。

对类型 1 打印机 24，应当将标准或通用的每英寸行数（或用于美国以外的国家的每厘米行数）的设置与以当前工业标准为起点的相关

过程 10 关联, 当前工业标准为 150lpi。可选地, 在相关过程 10 期间也可测试达到 350lpi 或更高范围内的其他值。对类型 2 打印机 26 来说, 打印机分辨率 46 通常用 dpi 数来表示, 以及相对过程 10 可能以当前工业标准, 如 600 × 600dpi 打印机为起点。每种打印机能具有多个 dpi 分辨率, 如 300 × 300、360 × 360、720 × 360、600 × 600、720 × 720、1440 × 720、1200 × 1200、1200 × 1600、1440 × 1440 或 2880 × 1440, 以及为增加最后锐化的准确性, 将这些包含在相关过程 10 中。对类型 3 打印机 28, 打印机分辨率 46 通常也用 dpi 数表示, 以及相关过程 10 可能以当前工业标准为起点, 如 600dpi 打印机。每种打印机可能具有多种 dpi 分辨率, 如 200、300、400、600、800、1000 或 1200, 以及为了增加最后锐化的准确性, 可将这些包含在相关过程 10 中。对数字显示装置 30, 打印机分辨率 46 通常也用 dpi 数表示, 以及相关过程 10 以当前工业标准为起点, 如 72dpi 监视器。

打印质量

对每种打印机类型 42 和对每种打印机分辨率 46 来说, 在输出的打印质量 48 中可能存在另外的变化。这通常将由使用的打印机类型 50、打印机的寿命和质量以及选择用于输出的模式而定。例如, 类型 2 打印机 26 可能具有草稿模式、或高速模式, 或可能希望在高质量的光面纸上打印。另外, 老式打印机可能不会产生高质量的打印。总的来说, 这些因素组合来产生称为打印质量 48 的参数。该参数对类型 2 打印机 26 比对类型 1 打印机 24 或类型 3 打印机 28 来说更为重要, 因为与涂层光面照片纸相对, 在普通纸类型 50 上以 720 × 720dpi 打印机分辨率 46 打印时, 在最终打印中将产生巨大的差别。对类型 1 打印机 24 或类型 3 打印机 28 来说, 相关过程 10 应当从当前使用的工业标准纸开始。

对类型 2 打印机 26 来说, 应当将高质量的 720dpi 纸选择为初始打印纸类型 50。

理论上, 测试每种纸类型 50、模式和打印机类型 42 的组合是可能的, 但这可能降低利润。在优选实施例, 选择五种打印质量 48 用

于相关过程 10，描述性地称为“差”、“低于平均”、“平均”、“高于平均”和“非常好”。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到也可使用其他描述。

因此，通过每个种类中的采样来使用相关过程 10 是很充分的。在一个用于“平均”打印质量的类型 2 打印机的相关过程 10 的实施例中，将高质量的 720dpi 纸选择为初始纸类型 50，以及将打印机驱动（允许在“质量”和“速度”间选择）上设置的质量设置为“速度”。对“高于平均”打印质量 48 来说，通过将在打印机驱动上设置的质量设置为“速度”，可使用指定用于照片的较轻纸，如 Tetenal 牌子的 SpectraJet® Duo Print Paper。对“非常好的”打印质量来说，通过将在打印机驱动上设置的质量设置为“质量”，可使用指定用于照片的重磅纸，如 Tetenal 牌子的 SpectraJet® High Glossy Paper Special。对“低于平均”打印质量来说，通过将在打印机驱动上设置的质量设置为“速度”，或如果可用的话，设置为“草稿”，可以使用不是特别指定用于照片的普通喷墨指定用纸。对“差”打印质量来说，通过将在打印机驱动上设置的质量设置为“速度”，能使用不是特别指定用于喷墨打印机的普通复印机纸，或甚至是再生纸。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解其他变形也是可能的。

另外，可选地，有可能从选择的纸类型 50 推断出打印质量 48，例如，如果已经选择特别高级的光面照片纸时，有可能获得非常好的打印质量 48，以及如果选择普通纸时，期望低于平均打印质量 48。

图象参数

图象源

即使对于等价的像素分辨率图象，数字图象 38 的图象源 52 将影响最佳锐化半径 12。最好，从 APS 幅胶片 54 扫描的图象将需要比从较大幅胶片 54 扫描的数字图象 38 的等价的像素大小 86 更高的锐化半径 12。当用其他的参数时，理论上，有可能测试每种可能的照相机、扫描仪以及胶片大小。然而，测试有限多个输入源将降低相关过程 10

的复杂性。参考图 5，有可能将图象源 52 分成三种主要的种类类型：通过胶片扫描器、数字照相机 58 扫描的胶片 54、以及通过图象扫描仪 62 扫描的硬图象 60，以及在那些类型中，存在另外的种类，例如，APS，胶片 54 类型内的 35mm 透明度、中幅透明度以及大幅透明度；数字照相机 58 类型中的数字照相机（低于 1 百万像素，例如，低档的）、数字照相机（1 至 2 百万像素之间，例如，中档的）以及数字照相机（2 至 4 百万像素之间，例如高档的）；以及图象扫描仪 62 类型内的图象扫描仪（低档）、图象扫描仪（中档）以及图象扫描仪（高档）。

在每种类型中，优选地从中等质量开始作为用于相关过程 10 的初始测试输入，例如 35mm 透明度、数字照相机（中等）以及图象扫描仪（中等）。

图象质量

参考图 1，在相关过程 10 中除考虑图象源 52 外，为进一步细化该过程，可能考虑图象质量 64。图象质量 64 从质量上看，分为“差”、“低于平均”、“平均”、“高于平均”和“非常好”。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到可使用其他描述。这必然是质量因素，但提供了用于将寿命、损坏、或硬图象 60 的损坏状态、或数字照相机 58、图象扫描仪 62、胶片扫描仪 56 或胶片 54 的质量包含在相关过程 10 中的方法。

详细的分辨率指数

图象源 52 和图象质量 64 用来识别数字图象 38 中现有的细节以及表示那个细节的质量，细节的质量可以用称为细节分辨率 66 的因素来表示。将期望非常好的图象源 52 和非常好的图象质量来产生高的细节分辨率 66，所有其他参数也是一样。参考图 7，最好通过细节分辨率指数 68，量化具体的数字图象 38 的细节分辨率 66，从而通过细节识别过程 70，不必用户输入与质量有关的图象源 52 和图象质量 64。

量化具体数字图象 38 内的细节分辨率 66 的确定的细节识别过程 70 的一个优选实施例是确定与在指定的垂直宽度例如，100 像素上以其当前图象分辨率 44 显示的数字图象 38 的细节的数量成比例的细节

分辨率 68。那意味着图象越模糊，则细节分辨率指数 68 越低。用于确定这种细节分辨率指数 68 的优选算法是线性的，这意味着如果图象 A 散焦超过图象 B 两倍，图象 B 的细节分辨率可能是图象 A 的两倍。

在整个图象大小上，细节分辨率 68 应当是一致的；如果从 2000×3000 象素图象切掉 100×100 象素部分，这部分通常应当具有整个图象相同的细节分辨率指数 68。或者为使其不同，将细节分辨率 68 乘以图象的象素量将会导致与图象能整个包含的细节的数量成比例的数。

用于计算细节分辨率指数 68 的细节识别过程 70 的一个优选实施例是在假设细节与象素间的亮度差有关上做出的，包括下述步骤：

- (1) 选择一对相关的象素（步骤 74）；
- (2) 计算那对的亮度间的数字差（步骤 76）；
- (3) 将差值存储在表中（“数组”或“列表”）（步骤 78），
- (4) 测试来确定是否已经选择 80 了所有需要的象素对，以及如果没有的话，重复计算步骤 76（步骤 80）；

(5) 排序亮度差表以及找出最高值（步骤 82），最高值用作用于那个数字图象 38 的细节分辨率指数 68。

当它们处于图象的相同的相对邻域中时，象素是相关的，以及与打印大小相比，象素间的距离相对较小。水平方向上相对小的距离将处于 0（即，相邻象素）和打印宽度的约 1% 之间，以及垂直方向上相对小的距离位于 0 和打印高度的约 1% 之间。

计算象素的亮度 l 的一种方法是根据公式，平均红、绿和蓝色亮度：

$$l = (r + g + b) / 3 \quad (1)$$

其中 r, g 和 b 分别是红、绿和蓝亮度。对对中的两个象素重复该过程，并计算差值。

细节识别过程 70 的其他实施例是可能的。有时在将锐化的数字图象 38 中存在反差特别强的划痕或别的东西，但不属于真正的图象数据。使用第一个描述的细节识别过程 70 的实施例，那个人工产物的存

在将产生非常高的细节分辨率指数 68。解决这个问题的优选实施例是可选地增加清除一些最高差值的百分比 x 的步骤 84。例如，如果 x 等于 20%，将删除表中的上限值 20%。 x 值的范围是从约 0% 至约 3%，优选地是在从约 0.0005% 至约 0.5% 的范围内。

在采用细节识别过程 70 的系统 20 中，通过增加输入值 x 的步骤（步骤 72），可能使数值 x 有效。例如，用户可能注意到图象包含许多划痕，将其输入到在计算机 CPU34 上运行的细节识别过程 70 的程序中，然后，可以使用较高值 x （导致删除更多的亮度差）。另外，用户可能注意到图象的质量很高，几乎没有划痕，相应地可以使用较低的数值 x ，接近于 0。

在另一实施例中，可以增加计算 x 的步骤（步骤 85）以便随象素大小 86 相反地改变，当象素大小 86 变大时， x 变小，因为通常 5000×5000 象素图象不能包含比 500×500 象素图象超过 100 倍的细节。

在另一实施例中，用在称为直接数组排序的技术中计算所有产生的差值以及确定最大值的步骤（步骤 88）来代替将差值存储在表中的步骤（步骤 78）。如果这有意义或不依赖于处理器速度、可用存储器 and 图象的位深度的话。

根据亮度差，计算细节分辨率指数 68 中的另外的变形是可能的。在一个实施例中，在步骤 74 选择的对中的象素是相邻的。在另一实施例中，使用在每个象素周围随机采样。

在步骤 80 中，在一个实施例中，测试确定是否已经检验所有象素。在另一实施例中，在计算中使用较小的区域。在另一实施例中，忽略区域。在一个优选实施例中，在步骤 80 中使用连续的统计测试，以及当有效多个计算位于彼此的标准偏差中时，中止该循环。

参考在此公开的内容，现在本领域的技术人员将理解到已经描述了创建细节识别过程 70、产生细节分辨率指数 68 的多种方法，以及可选择使用的具体的算法来满足具体应用。

观看参数

观看距离

观众和最终打印之间的距离确定锐化的图象的观众感受的性质和质量。将观看距离 90 参数增加到相关过程 10 中允许更好地控制图象的锐化，基于预定观众的观点，所观看的图象是不同的。在优选实施例中，因为每个人估计的眼睛和目标间的距离不同，使用五种用于距离的一般种类，对应于：“Book”、“Small Box”、“Large Box”、“Small Poster”以及“Large Poster”。在该实施例中，Book 设置表示用于拿在观众手中的书或任何目标如目录、杂志、CD 盖等等的距离。Small Box 设置是用于具有图象的目标和用于更小目标的印刷物，如早餐谷物盒或酒瓶以及打算用“近视”距离观看的目标。Large Box 设置是用于比面包盒更大的纸盒 - 电视、VCR、计算机等等。

Small Poster 设置是用于将在较近的距离观看到的小的标记和海报。另一方面，Large Poster 设置是用于以更近的距离观看的目标，通常是更大的海报、标记或室外发现的类似的目标。

在另外的实施例中，在相关过程 10 中也可能考虑其他的观看条件 92，也许是灯光的强度和颜色。

个人爱好

如下所述，由步骤 112 中的一个或多个判断来确定所认为的合适的锐化图象的决定，判断可能稍微有所不同，但在内部是一致的式样。通过保存由判断分开的结果，产生在锐化时，实际上通过选择具有已知偏差的“判断”，例如，较硬锐化或较软锐化，可选择的简档表来将其考虑在相关过程 10 中。

锐化算法

参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到，有许多用于锐化数字图象的算法。根据本发明的方法和系统，可使用采用输入参数的任何锐化算法 140，以及根据相关过程 10 可关联锐化算法 140 的任何这种输入参数并如在此所述的执行，在相关过程 10 中做适当的调整。优选地，将使用利用考虑到大小设置的一个或多个参数的锐化算法，大小设置用来确定锐化算法将强调的细节的大小。在优选实施例

中，使用模糊掩码过滤，但参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到可与任何高通或锐化滤波器一起使用来确定输入参数和锐化滤波器的最佳应用间的相关性。

在本发明的两个方面中实现锐化算法 140。首先，在相关过程 10 中使用来将一个或多个输入参数，优选地是锐化半径 12 与一个或多个打印参数 14、一个或多个图象参数 16 以及一个或多个观看参数 18 关联。其次，在锐化方法 36 中使用来精确地锐化数字图象。

在一个实施例中，可使用商业上可获得的图象处理程序来实现锐化算法 140，如 Photoshop®。可选地，参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到可直接在数字图象 38 上计算锐化算法 140。优选地，无论使用哪一个锐化算法 140，同样都将是结合到最终锐化方法 36 中的算法。然而，如果将色调保护 158、抗混叠保护 160、噪音降低 162 或树叶保护 152 的补充校正中的一个增加到锐化算法 140 中，则在相关过程 10 中不必使用那些校正。

如果宁愿没有锐化算法，下述的算法可以用作锐化算法 140，参考图 8，包括步骤：

(1) 将数字图象 38 作为 RGB 图象存储在存储块 A (二维数组、动态的二维列表) (步骤 130)；

(2) 预留二个另外的相同结构和大小的称为存储块 A 和存储块 C 的存储块 (步骤 132)；

(3) 将存储块 A 的内容复制到存储块 B 中 (步骤 134)；

(4) 模糊存储块 B 的内容 (步骤 136)；

(5) 对存储块 A 中的每个象素，计算存储块 A 中的当前象素和存储块 B 中的相应象素之间的亮度差 (步骤 138)；

(6) 可选地，通过应用色调保护算法 158、抗混叠保护算法 160、噪音降低算法 162 或过锐化保护算法 152' 来调整亮度差 (步骤 142)；

(7) 将存储块 A 和亮度差结合 (步骤 144)，以及

(8) 将该结合存储在存储块 C 中 (步骤 146)；

其中存储块 C 现在将包含锐化的图象。

术语存储块指的是本领域的技术人员公知的任何可能的与计算机有关的图象存储结构，包括但不限于 RAM、处理器高速缓存、硬盘驱动器或那些的组合，包括动态存储结构。

模糊步骤 136 优选地是通过将存储块 B 的内容与具有等于锐化半径 12 的标准偏差的低频曲线交叠来完成，标准偏差用象素表示。低频曲线优选地是具有等于锐化半径 12 的标准偏差的高斯圆锥形曲线。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到使图象模糊存在许多算法。高斯圆锥形曲线具有某些非常好的特性，很容易加速，以及得出看起来最自然的锐化图象。使用各种低频曲线的其他算法可以使用，并且优选地应当将最终曲线的标准偏差设置为锐化半径 12。

适当的模糊算法可以如下构造：采用在中间具有一个黑色象素的白色图象并通过提出的算法使其模糊。在此之后，在图象的中央将具有黑色阴影（black cloud）。可能将该黑色阴影的标准偏差设置成锐化半径 12。优选地，锐化半径 12 将用毫米表示，但参考在此公开的内容，对本领域的技术人员来说，如果使用一致，也可使用任一系统的度量单位是显而易见的。以度量单位来保留半径值的原因在于允许与图象分辨率 44 无关地改变打印大小 40。通过除以象素的边缘长度，容易将用于锐化半径的值转换成象素单位，象素的边缘长度是由图象象素大小 86 和打印大小 40 确定的。例如，如果打印大小 40 是 5×7，象素大小 86 是 2100×1500，以及锐化半径 12 是 0.12mm，那么图象分辨率 44 是 300dpi，以及锐化半径 12 是 1.4 象素（0.12mm*300dpi/25.4mm/inch）。

用值 d_r 、 d_g 和 d_b 表示亮度差，亮度差表示存储块 A 和存储块 B 中当前象素的亮度间的数学差：

$$d_r = Axy_r - Bxy_r \quad (x \text{ 和 } y \text{ 是实际的象素坐标}) \quad (2)$$

$$d_g = Axy_g - Bxy_g \quad (3)$$

$$d_b = Axy_b - Bxy_b \quad (4)$$

其中 Mxy_c 是在存储块 M 中具有坐标 (x,y) 的象素的颜色通道的亮度。

对组合步骤 144，可能使用许多不同的方法来将存储块 A 与亮度

差组合。在一个实施例中，典型的通过基本模糊掩码过滤，使用等式 5 至等式 7:

$$Cxy_r = Axy_r + d_r * p \quad (5)$$

$$Cxy_g = Axy_g + d_g * p \quad (6)$$

$$Cxy_b = Axy_b + d_b * p \quad (7)$$

其中锐化强度 P 优选是约 1.3 的值，以及 Cxy_c 不超过最小和最大亮度的限制，通常为约 0 和约 255。

树叶保护 (foliage protect)

在锐化算法 140 的优选实施例中，组合步骤 144 使用过锐化保护算法来防止典型的图象结构如树叶的过锐化，过锐化保护算法称为树叶保护。该问题在于当过锐化树时，例如，将创建许多白色像素，这将造成看起来不好看而且使树的树叶看起来非常平而且不是三维的。当然，术语树叶保护不仅表示树叶而且表示相似的结构，如头发、草等等。通过按照本发明的方法，具体来说，通过应用根据公开的内容的抗混叠保护，树叶过分锐化的问题应当会自动减小，但优选地修改锐化算法 140 来防止这种过锐化。在优选实施例中，锐化算法 140 由防止相当亮的过锐化像素变成全白的另外的树叶保护步骤 (步骤 152) 组成。

能用许多不同方法实现树叶保护步骤。在一个实施例中，能用调整步骤 142 中的另外的调整来实现，或能改变用在组合步骤 144 中的等式。例如，能降低 d_r 、 d_g 和 d_b ，原始图象中像素的亮度越接近于最大可能的亮度，通常是 255，或者作为步骤 142 中的调整，或者在组合步骤 144 的等式中。

图 9 表示没有树叶保护步骤 152 的锐化，以及图 10 表示具有树叶保护步骤 152 的锐化。在这两个图中，浓的未锐化曲线 148 表示原始图象，以及淡的锐化曲线 150 表示锐化图象。

从图 10 可以看出，通过降低 d_r 、 d_g 和 d_b ，在锐化算法 140 中的有效树叶保护步骤 152 起作用，原始图象越接近于最大亮度，因此锐化图象避免超过最大亮度。

现在参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到有许多公

式来实现锐化算法 140 中的树叶保护。实现树叶保护 152 的一个实施例是在组合步骤 144 中,使用等式 8 至等式 10 来代替等式 5 至等式 7,如下:

$$Cxy_r = \min(Axy_r + d_r, (Axy_r + 255 * f) / (1 + f)) \quad (8)$$

$$Cxy_g = \min(Axy_g + d_g, (Axy_g + 255 * f) / (1 + f)) \quad (9)$$

$$Cxy_b = \min(Axy_b + d_b, (Axy_b + 255 * f) / (1 + f)) \quad (10)$$

其中 $\min(a,b)$ 定义为 a 和 b 的最小值, 以及比例因子 f 小于或等于 1。参考在此公开的内容, 本领域的技术人员将意识到改变等式 8 至等式 10 是可能的, 不脱离本发明。在另一个实施例中, 可以包括锐化强度 p 作为另一比例因子。

实现树叶保护 152' 的另一个实施例是在应用等式 5、6 和 7 前, 通过调整步骤 142 中的下述等式改变值 d_r 、 d_g 和 d_b :

$$d_r \leftarrow d_r / (((256 / (256 - Axy_r))^{(1/n)})) \quad (11)$$

$$d_g \leftarrow d_g / (((256 / (256 - Axy_g))^{(1/n)})) \quad (12)$$

$$d_b \leftarrow d_b / (((256 / (256 - Axy_b))^{(1/n)})) \quad (13)$$

换句话说: 将值 d 除以最大亮度除以象素亮度与最大亮度的差值的 n 次根, 在该例子中, 假定为 255。(使用 256 以避免除以 0)。 n 值可以是 1.5 和 5 之间的任何数值, 优选地是在 2 和 3.3 之间。

在另一实施例中, 仅当通过锐化方法实际象素将变淡时, 使用根据树叶保护的上述等式。例如, 仅当条件 $(d_r + d_g + d_b) > 0$ 为真时, 希望使用等式 8、9 和 10。仅当条件 $d_r > 0$ 为真时, 也可使用单个等式 8 以及仅当 $d_g > 0$ 为真时, 使用等式 9 以及 $d_b > 0$ 为真时使用等式 10。本领域的技术人员将意识到很容易创建将树叶保护限制到将会变淡的那些象素的许多方法。

锐化算法 140 的树叶保护步骤 152 仅需要不对称地使用, 例如, 用于彩色而不用黑色。

灰度级图象

锐化算法 140 可与灰度级图象一起使用, 以及在实施例中, 其中使用的公式假定存在 RGB 图象, 有必要对锐化算法 140 增加步骤来将图象转换 154 成 RGB 图象, 以及在锐化后再恢复原状 156。由于从灰度级到 RGB 的转换以及相反极其简单和极其快, 这产生锐化灰度级图

象的有效算法。

在另一实施例中，其中速度是很关键的，可以直接在灰度级图象上执行锐化算法 140，那表示在单通道(single-channel)的图象上。在那个实施例中，代替计算 d_r 、 d_g 和 d_b ，计算单个通道上的亮度差值 d_h 便足够了。不需要色调保护。需要将抗混叠保护应用到灰度级图象上，与一个 RGB 通道的方法相同。

CMYK 图象

通过将 CMYK 图象转换成 RGB（步骤 154），然后再恢复原状（步骤 156），与灰度级图象一样，可实现将锐化算法 140 应用到 CMYK 图象上，但与灰度级图象不同，这是微不足道的并可能导致某些不希望的结果。

在用于 CMYK 图象的优选实施例中，代替使用转换步骤 154 和恢复原状步骤 156，以及代替计算用于红、绿和蓝通道的亮度差，即 d_r 、 d_g 和 d_b ，有必要计算青、紫、黄和黑通道，即 d_c 、 d_m 、 d_y 和 d_b ，以及等式 5 至等式 7 变为：

$$Cxy_c = Axy_c + d_c * p \quad (14)$$

$$Cxy_m = Axy_m + d_m * p \quad (15)$$

$$Cxy_y = Axy_y + d_y * p \quad (16)$$

$$Cxy_k = Axy_k + d_k * p \quad (17)$$

可以与 RGB 图象一样，与 CMYK 图象一起使用树叶保护，以及在整个锐化算法 140 中，应当进行说明四个通道的相应改变。

色调保护算法

在优选实施例中，增加到锐化算法 140 中的调整步骤 142 由一个或多个另外的算法组成，一个或多个另外的算法形成一组亮度差调整算法。在一个实施例中，调整步骤 142 由色调保护算法 158 组成，通过根据其他通道中的亮度差，调整每种颜色通道中的亮度差来保护锐化图象的颜色。

在色调保护算法 158 的优选实施例中，对于每种亮度差，将下述算法应用到差值 d_r 、 d_g 和 d_b ，产生更好的颜色：

$$d_r = d_r * h + (d_r + d_g + d_b) / 3 * (1 - h) \quad (18)$$

$$d_g = d_g * h + (d_r + d_g + d_b) / 3 * (1 - h) \quad (19)$$

$$d_b = d_b * h + (d_r + d_g + d_b) / 3 * (1 - h) \quad (20)$$

其中 h 是 0 和 1 之间的值, 并且优选地是约 0.3 和约 0.6 间的值。

例如, 当 h 是 0.5 时, 公式得出:

$$d'_r = d_r * 2 / 3 + d_g / 6 + d_b / 6 \quad (21)$$

$$d'_g = d_r / 6 + d_g * 2 / 3 + d_b / 6 \quad (22)$$

$$d'_b = d_r / 6 + d_g / 6 + d_b * 2 / 3 \quad (21)$$

以及在此之后: $d_r = d'_r, d_g = d'_g$ 和 $d_b = d'_b$ 。

对 CMYK 图象, 使用下述公式:

$$d'_c = d_c * h + (d_c + d_m + d_y) / 3 * (1 - h) \quad (24)$$

$$d'_m = d_m * h + (d_c + d_m + d_y) / 3 * (1 - h) \quad (25)$$

$$d'_y = d_y * h + (d_c + d_m + d_y) / 3 * (1 - h) \quad (26)$$

而 d_k 保持不变。不象在 RGB 中, 现在需要将 h 稍微变大(约 0.15) 以便获得与在 RGB 中相同的效果。在另一实施例中, 打印多处黑色的地方, h 增加大一些, 象素亮度越暗, 以便创建更多的自然色。根据其他通道中的亮度差, 调整在一个颜色通道中的亮度差的任何色调保护算法将起作用, 而且在本发明的范围内。

抗混叠保护算法 (Antialiasing Protection Algorithm)

在锐化期间, 可能发生锐化如图 11 所示的抗混叠但硬 (即反差强) 的边缘, 产生非常显而易见的象素结构, 换句话说, 不存在抗混叠现象, 如图 12 所示。

当不可能完全避免时, 可以通过将最大锐化量限制到固定值来降低不希望的影响。仅在某些真正极端边缘产生时, 将对锐化有影响, 真正极端边缘是处于过锐化的危险中的区域。在一个优选实施例中, 调整步骤 142 由抗混叠保护算法 160 组成以防止极端边缘的过锐化。在抗混叠保护算法 160 的一个优选实施例中, 对亮度差执行下述调整:

$$\text{如果 } d_r < -a \quad \text{则} \quad d_r = -a \quad (27)$$

$$\text{如果 } d_r > a \quad \text{则} \quad d_r = a \quad (28)$$

$$\text{如果 } d_g < -a \quad \text{则} \quad d_g = -a \quad (29)$$

$$\text{如果 } d_g > a \quad \text{则} \quad d_g = a \quad (30)$$

$$\text{如果 } d_b < -a \quad \text{则} \quad d_b = -a \quad (31)$$

$$\text{如果 } d_b > a \quad \text{则} \quad d_b = a \quad (32)$$

其中 a 是介于 0 和 255 之间的值，通常在约 50 和约 150 之间。

当应用该算法时，获得如图 13 所示的结果。

对 CMYK 图象，可使用下述公式：

$$\text{如果 } d_c < -a \quad \text{则} \quad d_c = -a \quad (33)$$

$$\text{如果 } d_c > a \quad \text{则} \quad d_c = a \quad (34)$$

$$\text{如果 } d_m < -a \quad \text{则} \quad d_m = -a \quad (35)$$

$$\text{如果 } d_m > a \quad \text{则} \quad d_m = a \quad (36)$$

$$\text{如果 } d_y < -a \quad \text{则} \quad d_y = -a \quad (37)$$

$$\text{如果 } d_y > a \quad \text{则} \quad d_y = a \quad (38)$$

$$\text{如果 } d_k < -a \quad \text{则} \quad d_k = -a \quad (39)$$

$$\text{如果 } d_k > a \quad \text{则} \quad d_k = a \quad (40)$$

其中 a 是介于 0 和 255 之间的值，通常在约 50 和约 150 之间。

噪音降低

通常，经阈值来实现锐化算法中的噪音降低。如果亮度差 d_c （其中 c 是颜色通道）的绝对值不超过阈值，则将 d_c 设置为 0。这导致不锐化具有低亮度差值的象素，而通常锐化所有其他象素。如图 14 所示，这导致亮度差值的跳跃不连续性，而这会导致图象看起来不自然。

在一个优选实施例中，调整步骤 142 包括噪音降低算法 162 以便防止跳跃不连续性。在噪音降低算法 162 的一个优选实施例中，使用没有跳跃不连续性的不同曲线。优选实施例是当 d_r 、 d_g 和 d_b 值不超过阈值时将它们设置为 0，但同样在某种程度上将曲线改变成没有跳跃，如图 15 所示。通过这样做，图象看起来更自然，同时降低了噪音象素的锐化。锐化阈值的其他实施例是可能的，如没有这种突然弯曲的多项式（或三角或任何其他多次可导的）曲线，如图 16 所示。这导致图象看起来更加自然。

相关过程

参考图 1，在其总的实施例的相关过程 10 中，包括步骤：

- (1) 选择用于数字图象 38 的一个或多个图象参数（步骤 94）；
- (2) 选择一个或多个打印参数（步骤 96）；
- (3) 选择用于数字图象 38 的一个或多个观看参数（步骤 98）；
- (4) 将锐化半径 12 选择为初始锐化半径（步骤 100）；
- (5) 使用选择的锐化算法 140，锐化数字图象 38 的拷贝，产生测试打印 104（步骤 102）；
- (6) 改变锐化半径（步骤 106）；
- (7) 使用选择的锐化算法 140，锐化数字图象 38 的拷贝，产生测试打印 110（步骤 108）；
- (8) 通过一个或多个判断（未示出），以选择的一个或多个观看参数 98 比较所有测试打印（步骤 112）；
- (9) 重复改变步骤 106、锐化步骤 108 和比较步骤 112，直到找到最佳打印（步骤 114）；
- (10) 记录用于最佳打印的锐化半径（步骤 116）；
- (11) 确定是否选择新的观看参数，如果是的话，重复选择步骤 98 到记录步骤 116（步骤 118）；
- (12) 确定是否选择新的打印参数，如果是的话，重复选择步骤 96 至确定步骤 118（步骤 120）；以及
- (13) 确定是否选择新的图象参数，以及如果是的话，重复选择步骤 94 至确定步骤 120（步骤 122），如果否的话，结束方法（步骤 124）；

其中现在将所有需要的图象参数、打印参数以及观看参数与锐化半径 12 关联。

用于锐化半径 12 的任何值可用作初始值，但优选地是转换成 1 至 2 个象素之间的值。通过递增或递减锐化半径来实现改变步骤 106。

优选地，如果锐化算法 140 需要的话，在相关过程 10 中应当将锐化强度和锐化阈值保持不变。在一个优选实施例中，锐化强度可设置在 120% 至 140% 之间，优选地是 130%。优选地关掉锐化阈值或将

其设置成最小可能值。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到可使用用于锐化阈值和锐化强度的其他值，乃至以多值重复。然而，很可能这种附加的测试仅产生递增的益处。

在相关过程 10 的另一实施例中，观看参数保持不变，以及在确定步骤 18 中不改变观看参数。参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到通过相关过程 10，改变 / 使这些参数保持不变的任何组合是可能的。

相关过程的优选实施例

用于无限图象分辨率 44 中的理论的数字图象的最佳锐化半径 12 是导致打印中不能看见的图象中最大可能锐化晕圈的半径。换句话说，如果你具有用度量单位 0.02mm 表示的打印机分辨率的打印机（即，打印中可见的图象的最小细节具有纸上 0.02mm 的大小），那么 0.019mm 的晕圈半径是最佳的。如果锐化半径超过该 0.02mm，观众将看见晕圈以及可能判定打印 104、110 “很难看”。如果晕圈远小于 0.02mm，未最佳地锐化打印。

不是仅打印机分辨率 46 很重要。这表示在打印的图象中能看见的最小细节不仅由打印机质量而定，而且由人的眼睛和各种其他因素的物理能力而定。换句话说，如果你具有特别高分辨率的打印机，假定 0.0001mm 分辨率，你仍然必须用超过该分辨率的锐化半径 12 来锐化，因为否则该效果是看不见的。

现在参考图 2，相关过程 10 的另一实施例进一步包括步骤：

(1) 选择具有高于打印机分辨率 46 的图象分辨率 44、很高的图象质量 64 以及非常好的图象源 52 的数字图象 38（步骤 168）；以及

(2) 使图象参数 16 和观看参数 18 保持不变（步骤 170）。

该实施例是在假设数字图象 38 具有有效的无穷图象分辨率 44 和无穷的细节分辨率 66 的基础上进行的。为获得好的近似，作为理论无穷光学分辨率和无穷物理分辨率打印的近似以及满足高图象质量 64 和非常好的图象源 52 的条件的、具有象素大小 86 和打印大小 40 以便图象分辨率 44 高于打印机所需要 218 的商业上可接受的数字图象 38

满足该条件。例如，如果 300dpi 至 350dpi 被认为对 180lpi 打印来说是足够的图象分辨率 44，那么更足以获得具有 700dpi 图象分辨率 44 的图象。一个优选的方法是采用普通的摄影艺术图象并降低其打印大小以便具有 700dpi 图象分辨率 44。

优选地，对在打印机类型 42 中选择的每种打印机 24、26 或 28 来说，应当确定至少 5 种不同的打印机分辨率 46 设置。有可能多项式或线性地内插默认值，但参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到测量越多的值，关系的确定越好。实践已经显示出不应当做出能线性地内插值的假设，因为它并不总是正确的。

现在可能通过这种相关来实现锐化方法 36，以及如所述的，将获得基于打印参数的满意的锐化方法。

参考图 3，相关过程 10 的优选实施例进一步包括步骤：

(1) 选择具有大于打印机分辨率 46 和高的细节分辨率指数 68 的图象分辨率 44 的第一数字图象 38 (步骤 172)；

(2) 使图象参数 16 保持不变 (步骤 174)；

(3) 记录基于锐化半径 188 的相关打印机 (步骤 176)；

(4) 选择具有低于打印机分辨率 46 的图象分辨率 44 的第二数字图象 38 (步骤 180)；

(5) 重复不同数字图象 38 的选择步骤 180 直到已经测试所有想要的细节分辨率 (步骤 182)；以及

(6) 记录基于锐化半径 190 的相关图象 (步骤 184)。

该实施例导致两组锐化半径：具有基于锐化半径 188 的打印机的一个相关打印和观看参数，以及具有基于锐化半径 190 的图象的第二相关细节分辨率。可选地，在另一优选实施例中，记录步骤 176 进一步包括将基于锐化半径 188 的打印机记录在查找表 192 中，以及记录步骤 184 进一步包括将基于锐化半径 190 的图象记录在第二查找表 194 中。如以下将描述的，这两个查找表在锐化方法 36 中将是可用的。

优选地在该实施例中，在选择步骤 180 至记录步骤 184 中，使用具有高于数字图象 38 的图象分辨率 44 的打印机分辨率 46 的打印机。

这很容易通过以非常低的图象分辨率 44, 如 35dpi 打印数字图象 38 或甚至通过在计算机监视器 32 上以 72dpi 查看数字图象 38 来获得。在后一情况下, 不需要进行真正的打印 104 或 110 来使用相关过程 70。一个优选实施例是采用尽可能多的不同数字图象 38 并使用细节识别过程 70 来计算它们的细节分辨率指数 68。可选地, 用于细节分辨率指数 68 的值可能划分成两段(如 0 至 20, 21 至 40 等等)以及为这些段的每一个所做的关联。

在另一实施例中, 记录步骤 176 进一步包括制订得出基于打印机的锐化半径 188 的数学函数(步骤 178), 以及记录步骤 184 进一步包括得出基于图象的锐化半径 190 的第二函数(步骤 186)。第二函数可以是多项式以符合所有找出的半径值, 用作为其输入的细节分辨率指数 68 和作为其输出的想要的锐化半径 12 得出函数。在某些情况下, 函数将是线性的。

在另一实施例中, 根据纸类型、彩色对黑&白墨水以及纸制造商将引出另外的相关。对打印机类型和打印机分辨率的任何指定组合, 或在其他实施例中另外的参数的组合, 现在有可能预测哪种锐化半径将得出最优级的锐化。

在另一实施例, 创建将锐化半径 12 与一个或多个一个图象观看参数 18 关联的第三查找表。三个查找表, 一个与打印参数 14 关联, 一个与观看参数 18 关联, 以及一个与图象参数 16 关联, 均可组合用在锐化方法 36 中。

参考在此公开的内容, 本领域的技术人员将理解到有可能依赖内插技术。例如, 如果查找表 192 将半径与观看和打印参数关联, 以及包括用于指定喷墨打印字 26 的在阅读距离有 9 个分辨率但在第二距离只有 2 个分辨率的确定的锐化半径 12, 很可能内插法将给出用于在那个第二距离的其他 7 个分辨率的有效值。如果在第一查找表 192 或其他查找表中有关联, 个人爱好参数也很可能导致内插。另一方面, 打印质量 48 很可能通过内插或外插不太容易估计。

如果根据优选实施例或其他实施例, 已经构造多个查找表, 有必

要组合这些表。这是在锐化方法 36 中的锐化时完成的。

参考在此公开的内容，对本领域的技术人员来说可能同样关联打印机、打印机分辨率、观看距离和个人爱好，或其他参数如纸类型、彩色对黑色 & 白色墨水以及纸生产商的各个组合是显而易见的。

锐化方法

参考图 6，锐化方法 36 包括步骤：

(1) 接收一个或多个打印参数 14、一个或多个图象参数 16、以及可选地一个或多个观看参数 18 (步骤 196)；

(2) 由接收的参数确定锐化半径 12 (步骤 200)；以及

(3) 应用锐化算法 140 (步骤 202)。

在一个实施例中，确实步骤 200 包括从使用相关过程 10 制订的查找表 192 检索锐化半径的步骤。

在优选实施例中，参考图 6A，确定步骤 200 包括步骤：

(1) 由接收的参数确定基于打印机的锐化半径 188 (步骤 196)；

(2) 由接收的参数确定基于图象的锐化半径 190 (步骤 198)；

以及

(3) 将基于打印机的锐化半径 188 和基于图象的锐化半径 190 结合到锐化半径 12 中 (步骤 204)。

在一个实施例中，确定步骤 196 包括从使用相关过程 10 制订的查找表 192 检索半径数据的步骤，以及确定步骤 198 包括从使用相关过程 10 制订的第二查找表 194 检索半径数据的步骤。在优选实施例中，确定步骤 198 包括计算数字图象的细节分辨率的步骤 200，优选地使用细节识别过程如细节识别过程 70，以及从使用相关过程 10 制订的第二查找表 194 检索半径数据的步骤，或通过使用相关过程 10 的步骤 186 中制订的第二函数 206 的步骤。

参考在此公开的内容，本领域的技术人员将理解到用各种方式接收信息是可能的。例如，用户可以输入信息，或通过响应询问，或通过使用对话框，或通过操纵下拉框中的可视滑动块。另外，可选地，程序可直接询问计算机来确定参数，而不用操作者干预。

在一个实施例中，将仅使用一个查找表，以及将找到与接收的打印参数有关的锐化半径。该锐化半径将与锐化算法 140 一起使用，锐化算法 140 可选地包括一个或多个色调保护算法 158、抗混叠保护 160、噪音降低 162 以及树叶保护 152，以产生锐化的图象。

在图 6A 所示的实施例中，创建两个查找表，一个查找表将一个或多个打印参数 14 和一个或多个观看参数 18 与基于打印机的锐化半径 $188r_p$ 关联，以及第二查找表 194 或可选的函数 206 与基于图象的锐化半径 $190r_i$ 关联。从接收的参数，有必要查找或计算用于 r_p 和 r_i 的值， r_p 和 r_i 的值如上所述，以毫米或英寸的度量单位存储，以及必须使用一些方法来将这两个值结合 204 到一个统一的锐化半径 $12r$ 。如何做是个人爱好的问题；这些值的任何似乎合理的合并将进行，只要将 r_p 和 r_i 合并成一个统一的半径 r 。对本领域的技术人员来说各种方法是显而易见的，如提取最大值：

$$r = \max(r_i, r_p) \quad (41)$$

或值的算术平均值：

$$r = (r_i + r_p) / 2 \quad (42)$$

或值的几何平均值：

$$r = (r_i * r_p)^{0.5} \quad (43)$$

或值的调和平均值：

$$r = 2 * r_i * r_p / (r_i + r_p) \quad (44)$$

或者，这些的加权结合或类似计算。总的来说，值 r_i 和 r_p 的许多似乎合理的内插或合并将起作用，并提供比使用任何单独一个更好的结果。

如上所述，现在将基于英寸或毫米的合并半径 r 转换成基于像素的半径 r_{pix} 。现在将半径 r_{pix} 用作锐化半径 12 来执行锐化算法(步骤 202)。可使用锐化算法 140 的任何一个实施例，包括上述的用于调整树叶保护 152、色调保护 158、抗混叠 160 以及噪音减小 162 的过程。

可选地，对不同个人爱好，可改变锐化强度 p ，即，当用户更喜欢软锐化时，选择较低的强度 p ，如果用户更喜欢强锐化时，为 p 选

择大值。这可以用作解决个人爱好的方法，而不是如上所述使用判断。

实际上，通过调整打印机分辨率、观看距离等等的锐化强度 p ，不会获得太多的益处，因此优选地当创建 r_i 和 r_p 表时，不包括不同的锐化强度。因此，如果真是这样的话，对不同个人爱好，必须仅稍微改变锐化强度 p 。

锐化系统

现在，已经结束相关过程 10，选择了锐化算法 140 和锐化方法 36，有必要将部件组合成锐化系统 20。

优选地，通过以高级语言编码，或通过配置编译并用作图象处理程序的附件的过滤器，将锐化方法 36 嵌入计算机程序（未示出）中。例如，在优选实施例中，将锐化方法 36 编译成能在第三方图象处理程序如 PHOTOSHOP® 中操作的插入式过滤器。

适用于存储数据的任何当前现有的或未来开发的计算机可读介质可用来存储嵌入上述方法和算法的程序，包括，但不仅限于硬盘驱动器、软盘、数字磁带、闪速卡、高密度盘以及 DVD。计算机可读介质包括不至一个装置，如两个连接的硬盘驱动器。本发明不限于在此使用的具体的硬件，可使用当前现有的或允许图象处理的未来开发的任何硬件。

在优选实施例中，锐化系统 20 包括计算机监视器 32 以及计算机 CPU34，计算机 CPU34 包括存储器（未示出）以及用于在数字图象 38 上执行锐化方法 36 的程序指令（未示出），用于在一个或多个打印机类型 42 或经 Internet 在数字显示装置 30 上输出。参考在此公开的内容，对本领域的技术人员来说打印机类型 42 的各种组合或数字显示装置 30 将可能使用锐化系统 20 是显而易见的。

在一个实施例中，有可能使程序指令询问系统的部件，包括但不限于正在使用的任何图象处理程序和正使用的打印机来确定用于那种程序和装置的缺省设置，并将那些参数用作锐化方法的输入。例如，在那个程序和硬件内部，为在具有对具体纸类型和打印质量等等的缺省设置的具体打印机类型的缺省打印机上打印，可能将使用图象处理

程序锐化的数字图象 38 设置成具体的打印大小,并具有指定的象素大小和图象分辨率。这些参数可自动地确定,而不需要操作者干预,并设置成锐化系统的缺省值。在另一实施例中,在程序初始化后,通过启动细节识别过程 70 并确定细节分辨率指数 68 的自动扫描,也可使细节分辨率 66 的确定自动化。根据具体需要,通过操作者干预,可进一步改变这些缺省值,或不改变。因此,将理解到在该公开的内容中,关于接收参数包括这种自动接收装置并且不限于由操作者输入来接收。因此接收参数将通过组件来完成,组件可以是软件和硬件的结合,以便接收一个或多个图象参数以及一个或多个打印参数,以及可选地,一个或多个观看参数,要么通过操作者输入,例如,通过数字显示装置 32 接口,通过如上所述的缺省的自动判定,要么通过组合。

然后,通过使用在此描述的方法或也是用组件实现的它们的等效方法,接收的参数用来确定将使用的图象锐化半径以便产生锐化的图象,组件是软件、硬件或组合。

然后通过实现在此所述的一个或多个锐化算法或它们的等效,将图象锐化半径用来锐化数字图象,这也是用组件来实现的,要么是软件、硬件,要么是组合。

然后,将锐化的数字图象存储在计算机 CPU34 的数据存储装置的存储块中并且在一个或多个打印机上打印、经 Internet 发送或存储以便稍后打印。

在上述说明中,本发明已经参考其特定的实施例来描述。然而,在不脱离本发明的更宽精神和范围的情况下,对其做出各种修改和改变将是显而易见的。因此,说明书和附图是作为描述性而不是限定性的意思。将理解到本发明不应当按这些实施例限定来解释,而应当根据下述的权利要求来解释。

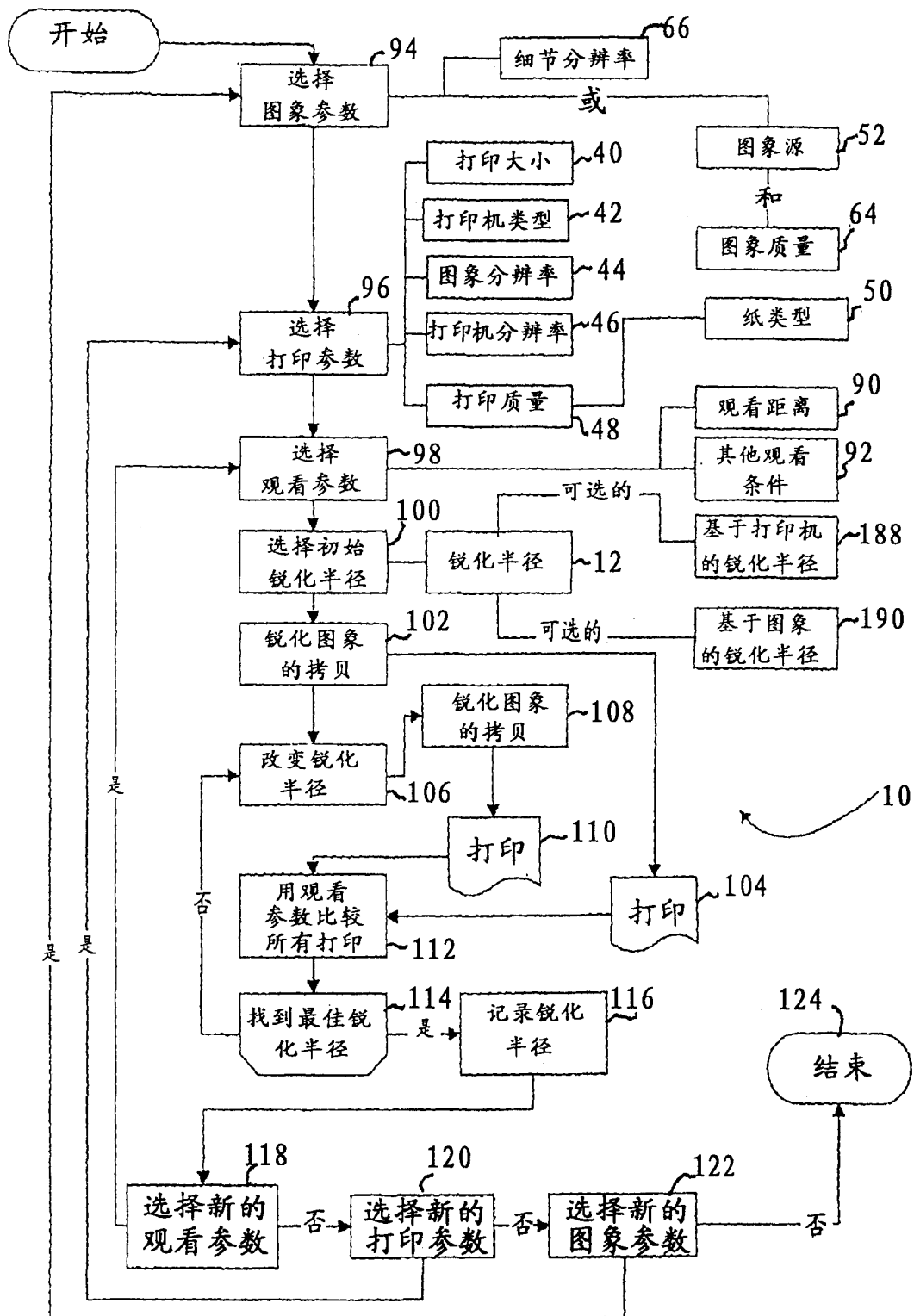


图1

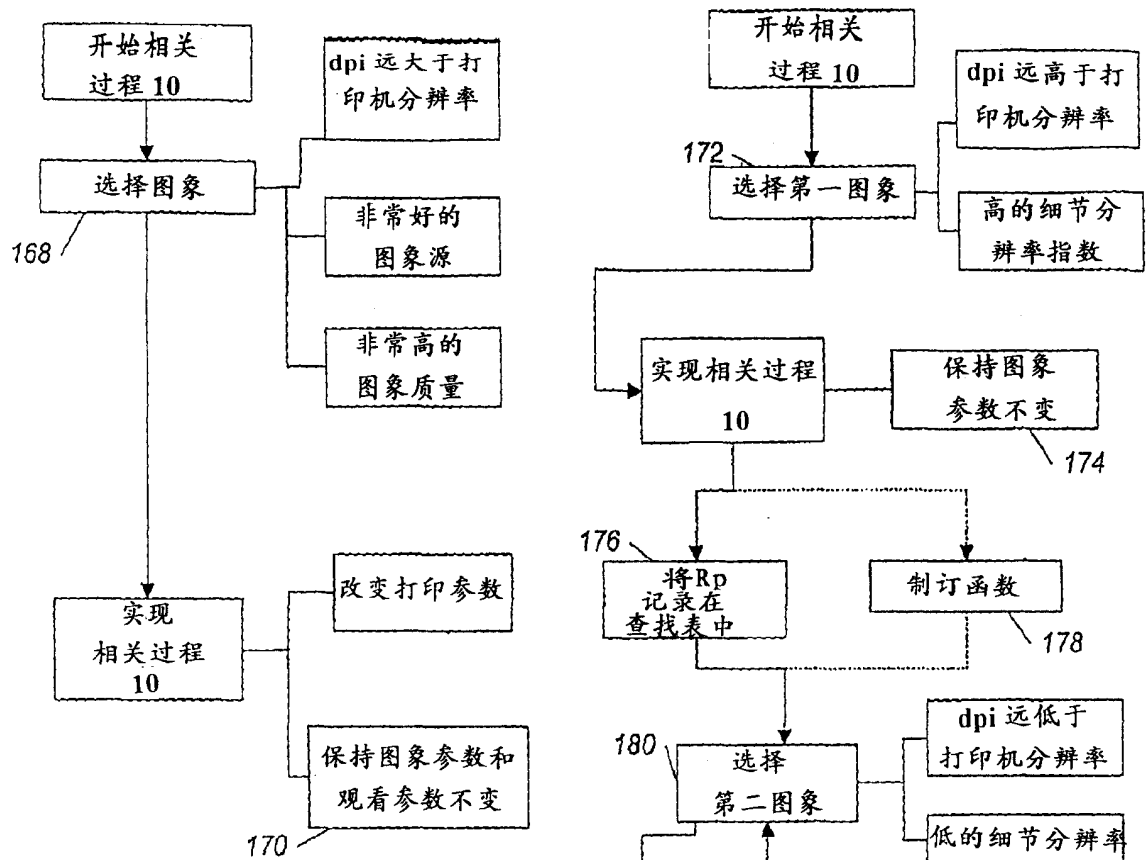


图2

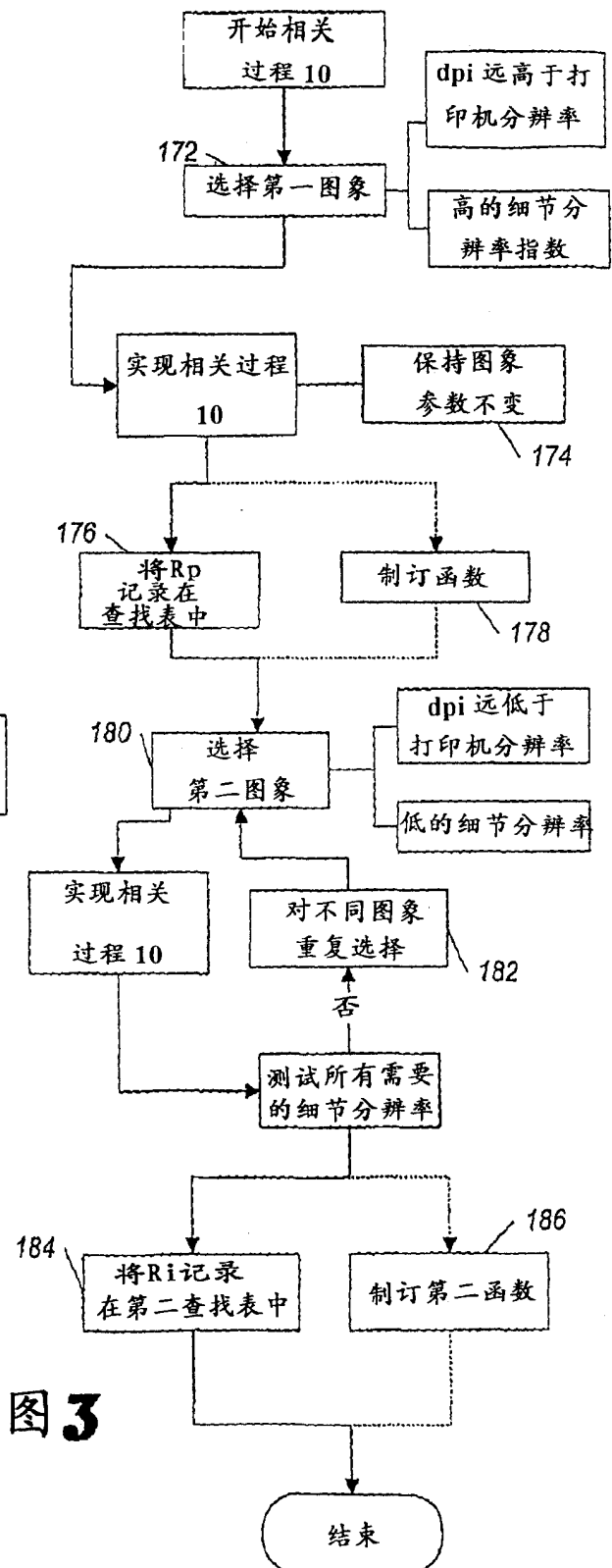
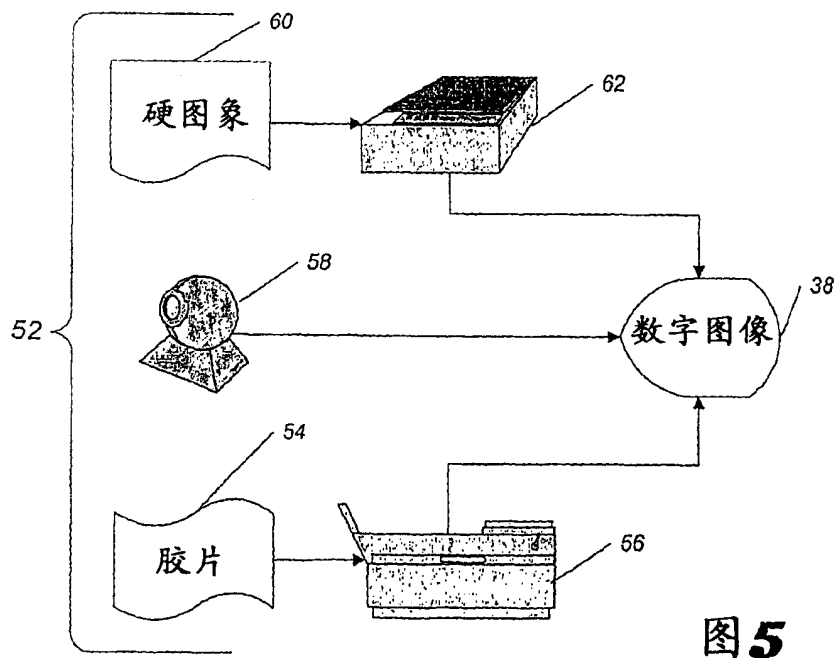
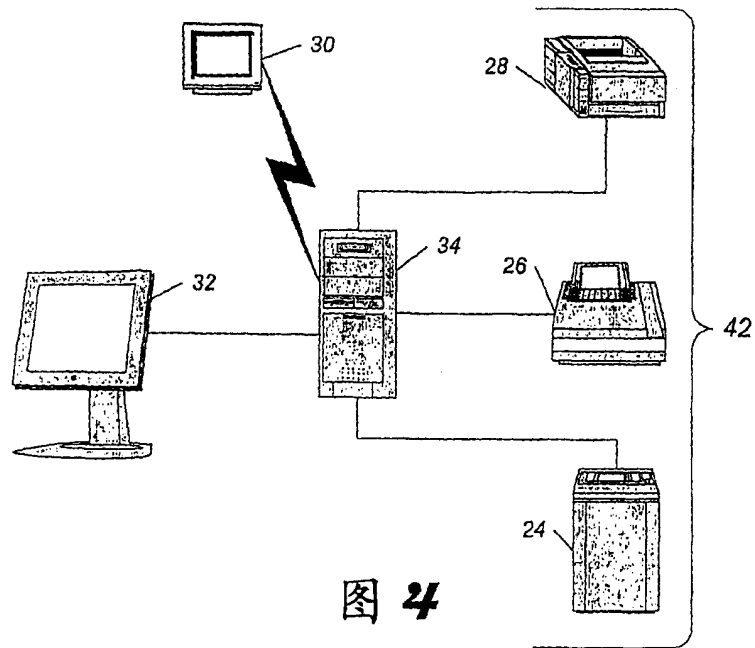


图3



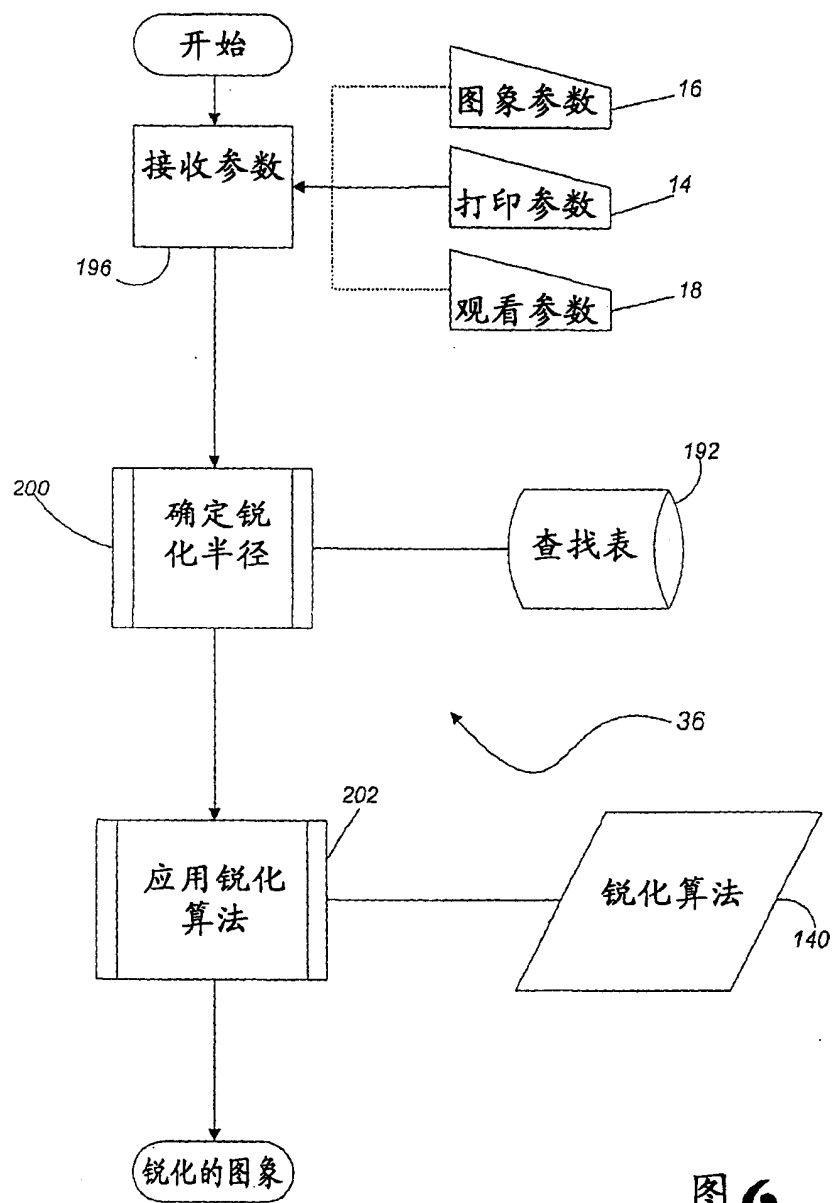


图 6

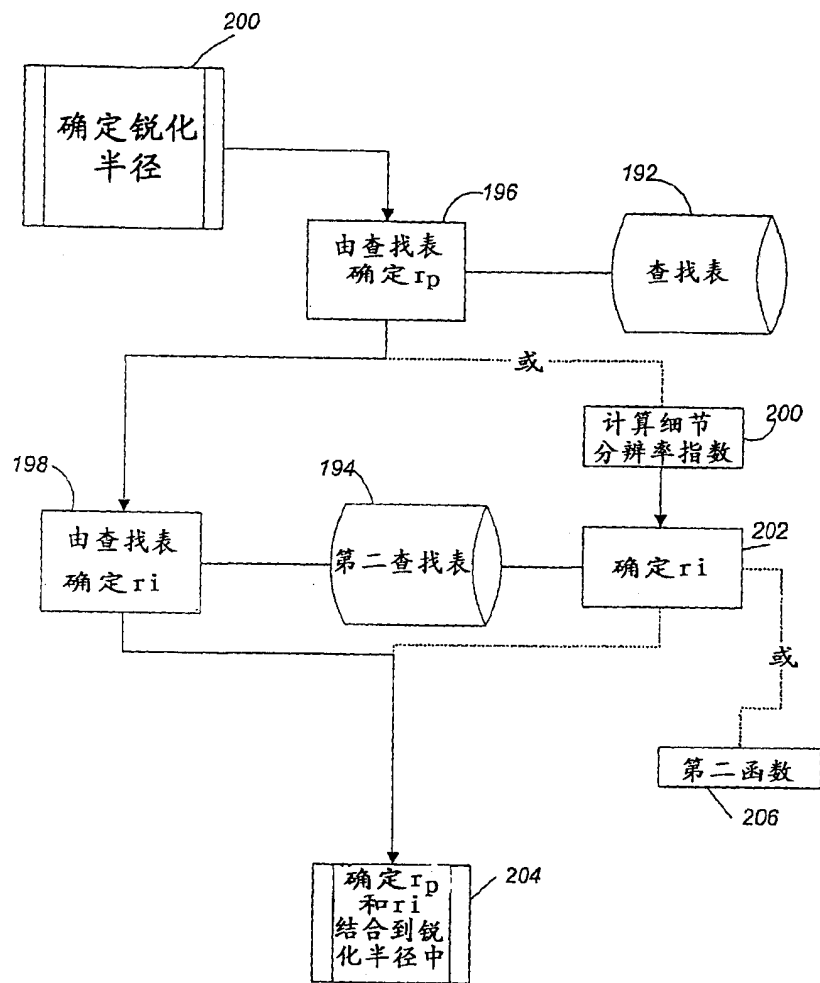


图 6A

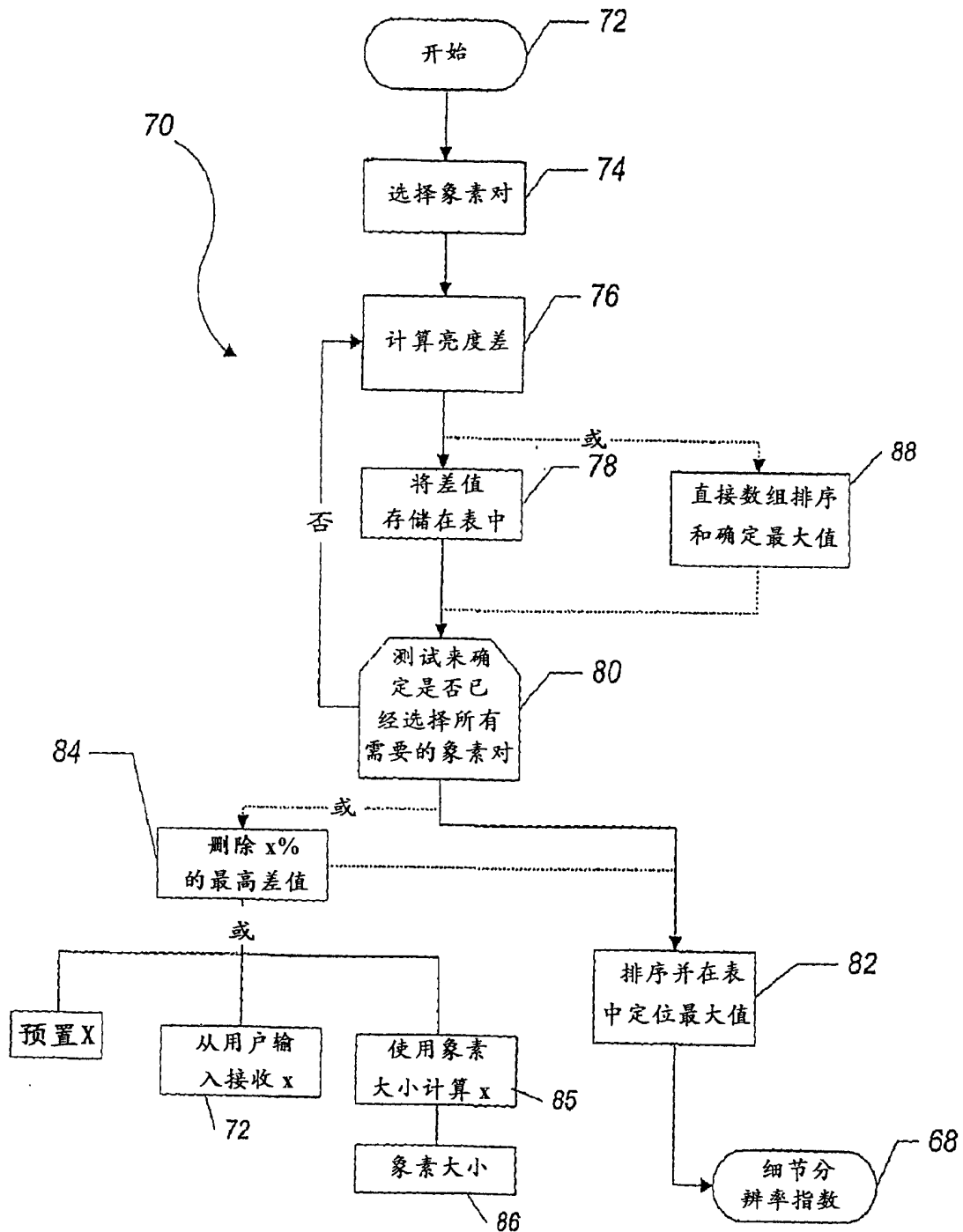


图7

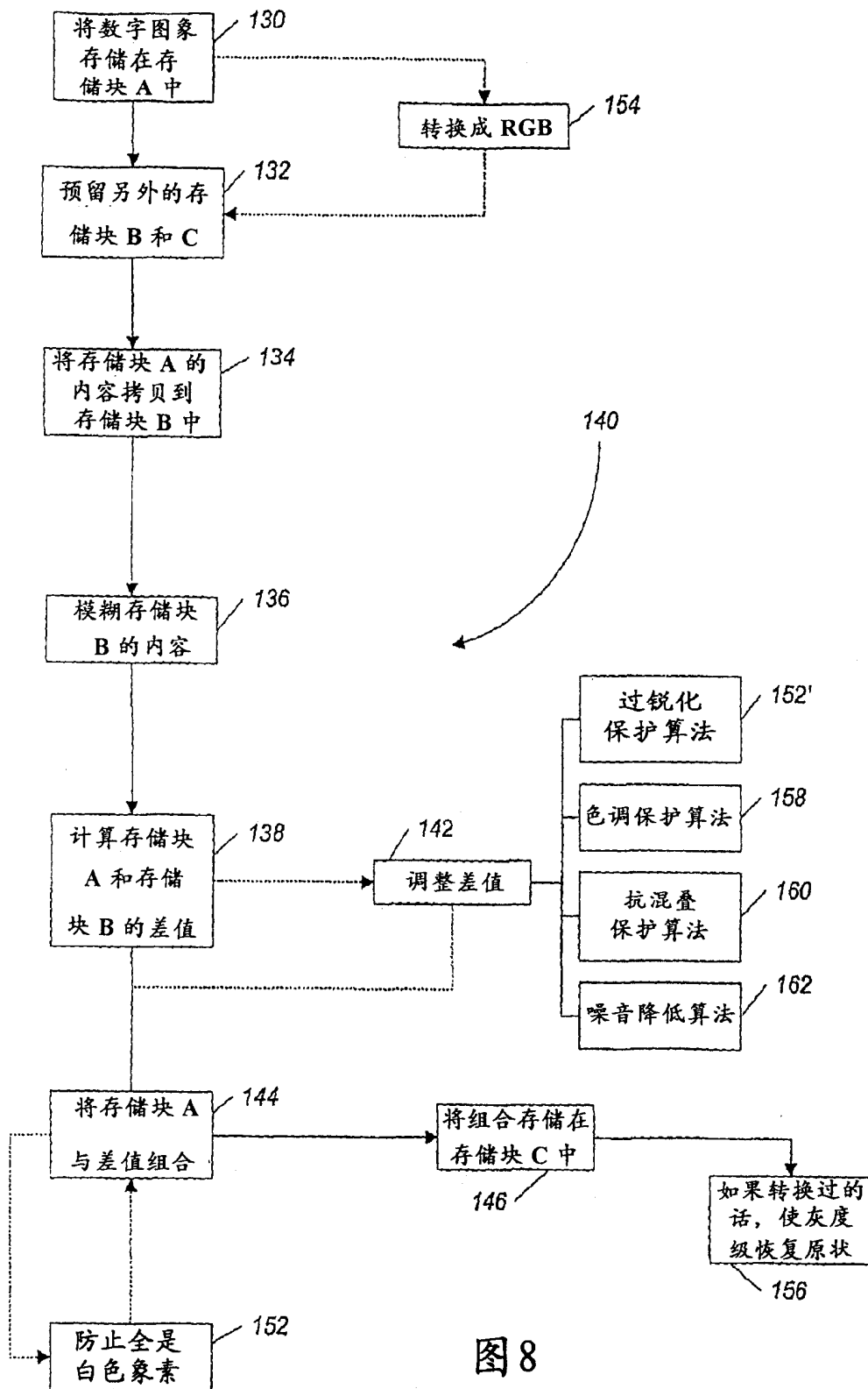


图 8

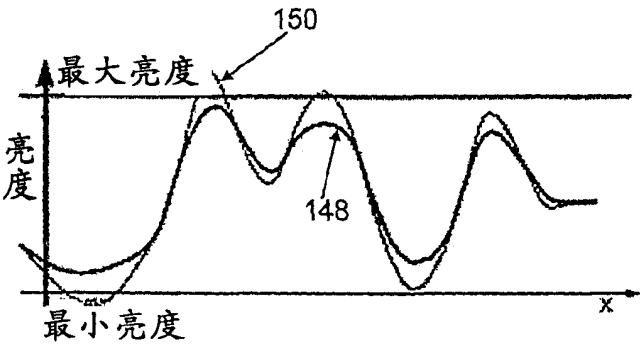


图 9

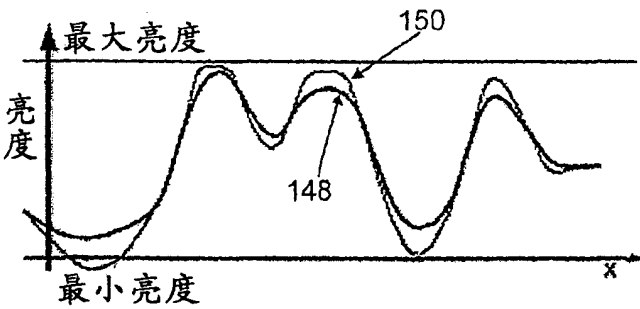


图 10



图 13



图 12



图 11

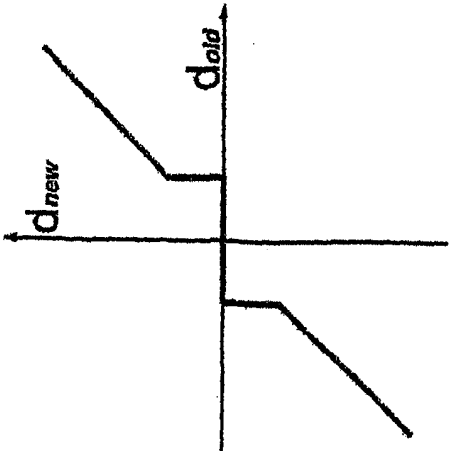


图 174

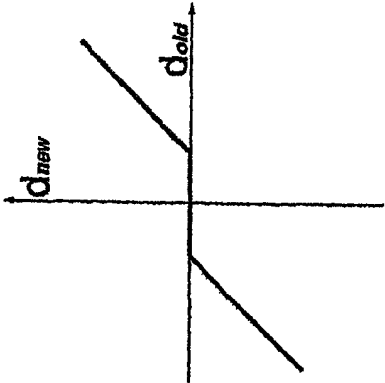


图 175

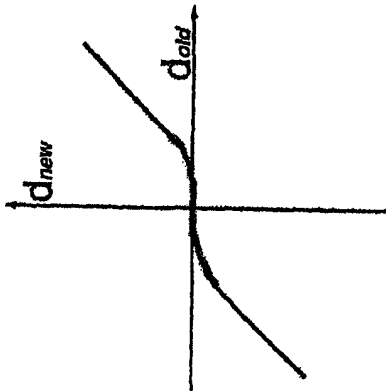


图 176