



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580033341.8

[43] 公开日 2007年9月5日

[11] 公开号 CN 101031429A

[22] 申请日 2005.7.22
 [21] 申请号 200580033341.8
 [30] 优先权
 [32] 2004. 8. 4 [33] US [31] 10/910,880
 [86] 国际申请 PCT/US2005/026106 2005. 7. 22
 [87] 国际公布 WO2006/020352 英 2006. 2. 23
 [85] 进入国家阶段日期 2007. 3. 30
 [71] 申请人 宝丽来公司
 地址 美国马萨诸塞州
 [72] 发明人 B·D·布施 S·S·萨奎布
 W·T·韦特林

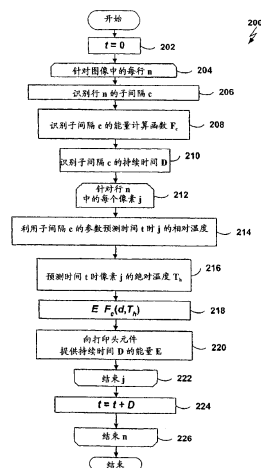
[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
 代理人 张亚宁 王忠忠

权利要求书 6 页 说明书 16 页 附图 8 页

[54] 发明名称
 热响应校正系统

[57] 摘要

公开了用于在感热式打印机中实施热历史控制的技术，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。每个像素打印间隔可以分成子间隔，其可能是不相等的持续时间。每个子间隔可用来打印不同的颜色。其中选择将要供给每个打印头元件的输入能量的方式可以随子间隔的每一个变化。例如，尽管单个热模型可用来预测每一个子间隔内打印头元件的温度，不同的参数可在不同的子间隔内使用。同样地，不同的能量计算函数可用来基于预测的打印头元件温度计算在每一个子间隔内将要提供给打印头的能量。



1. 一种方法，包含下列步骤：

(A) 识别数字图像中的像素密度，所述密度包括：(1) 与打印行时间的第一打印子间隔相关联并具有第一值的第一色彩分量，以及(2) 与打印行时间的第二打印子间隔相关联并具有第二值的第二色彩分量；

(B) 识别第一打印头元件温度；

(C) 识别与所述第一色彩分量相关联的第一能量计算函数；

(D) 基于所述第一值和所述第一打印头元件温度，利用所述第一能量计算函数识别第一输入能量；

(E) 识别第二打印头元件温度；

(F) 识别与所述第二色彩分量相关联的第二能量计算函数；以及

(G) 基于所述第二值和所述第二打印头元件温度，利用所述第二能量计算函数识别第二输入能量。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述像素包含所述数字图像中多个像素的其中之一，并且其中所述方法还包含对所述多个像素的每一个实施步骤 (A) - (G) 的步骤。

3. 如权利要求 1 所述的方法，还包含下列步骤：

(H) 向打印头元件提供所述第一输入能量；以及

(I) 向所述打印头元件提供所述第二输入能量。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含预测所述第一打印头元件温度的步骤；并且其中所述步骤 (E) 包含预测所述第二打印头元件温度的步骤。

5. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含基于所述打印头元件是其中部件的打印头的温度预测所述打印头元件温度的步骤。

6. 如权利要求 4 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含下列步骤：

(B)(1) 基于所述第一打印子间隔预测所述第一打印头元件温度；并且其中所述步骤 (E) 包含下列步骤：

(E)(1) 基于所述第二打印子间隔预测所述第二打印头元件温度；
其中所述步骤(D)包含基于所述第一值和所述第一打印头元件温度利用所述第一能量计算函数识别所述第一输入能量的步骤；以及
其中所述步骤(G)包含基于所述第二值和所述第二打印头元件温度利用所述第二能量计算函数识别所述第二输入能量的步骤。

7. 如权利要求1所述的方法，其中所述第一打印子间隔和所述第二打印子间隔在持续时间上是不同的。

8. 如权利要求1所述的方法，其中所述第一能量计算函数包含所期望输出密度的第一多个一维函数。

9. 如权利要求8所述的方法，其中所述第二能量计算函数包含所期望输出密度的第二多个一维函数，所述第二多个一维函数不同于所述第一多个一维函数。

10. 如权利要求1所述的方法，还包含下列步骤：

(H) 识别选自环境温度打印机温度和当前湿度组成的组中的至少一个特性；以及

其中所述步骤(D)包含基于所述第一值、所述打印头元件温度和所述至少一个识别的特性，利用所述第一能量计算函数识别所述第一输入能量的步骤。

11. 一种装置，包含：

第一识别机构，用于识别数字图像中像素的密度，所述密度包括：

(1) 与打印行时间的第一打印子间隔相关联并具有第一值的第一色彩分量，以及(2) 与所述打印行时间的第二打印子间隔相关联并具有第二值的第二色彩分量；

第二识别机构，用于识别第一打印头元件温度；

第三识别机构，用于识别与所述第一色彩分量相关联的第一能量计算函数；

第四识别机构，用于基于所述第一值和所述第一打印头元件温度，利用所述第一能量计算函数识别第一输入能量；

第五识别机构，用于识别第二打印头元件温度；

第六识别机构，用于识别与所述第二色彩分量相关联的第二能量计算函数；以及

第七识别机构，用于基于所述第二值和所述第二打印头元件温度，利用所述第二能量计算函数识别第二输入能量。

12. 如权利要求 11 所述的装置，还包含：

用于向打印头元件提供所述第一输入能量的机构；以及

用于向打印头元件提供所述第二输入能量的机构。

13. 如权利要求 11 所述的装置，其中所述第二识别机构包含用于预测所述第一打印头元件温度的机构；并且其中所述第五识别机构包含用于预测所述第二打印头元件温度的机构。

14. 如权利要求 13 所述的装置，其中所述第二识别机构包含用于基于打印头元件是其中部件的打印头的温度预测所述打印头元件温度的机构。

15. 如权利要求 13 所述的装置，其中所述第二识别机构包含：

用于基于所述第一打印子间隔预测所述第一打印头元件温度的机构；以及其中所述第五识别机构包含：

用于基于所述第二打印子间隔预测所述第二打印头元件温度的机构；

其中所述第四识别机构包含用于基于所述第一值和所述第一打印头元件温度利用所述第一能量计算函数识别所述第一输入能量的机构；以及

其中所述第七识别机构包含用于基于所述第二值和所述第二打印头元件温度利用所述第二能量计算函数识别所述第二输入能量的机构。

16. 如权利要求 11 所述的装置，其中所述第一打印子间隔和所述第二打印子间隔在持续时间上不同。

17. 如权利要求 11 所述的装置，还包含：

第八识别机构，用于识别选自由环境打印机温度和当前湿度组成的

组中的至少一个特性；以及

其中所述第四识别机构包含用于基于所述第一值、所述打印头元件温度和所述至少一个识别的特性，利用所述第一能量计算函数识别所述第一输入能量的机构。

18. 一种方法，包含下列步骤：

(A) 识别数字图像中的像素密度，所述密度包括具有第一值的第一色彩分量和具有第二值的第二色彩分量；

(B) 预测与所述第一色彩分量相关联的第一子间隔开始时打印头元件的第一温度；以及

(C) 预测与所述第二色彩分量相关联的第二子间隔开始时打印头元件的第二温度；

其中所述第一子间隔的持续时间不同于所述第二子间隔的持续时间。

19. 如权利要求 18 所述的方法，还包含下列步骤：

(D) 基于所述第一温度和所述第一值识别第一能量；

(E) 在所述第一子间隔期间向所述打印头元件提供所述第一能量；

(F) 基于所述第二温度和所述第二值识别第二能量；以及

(G) 在所述第二子间隔期间向所述打印头元件提供所述第二能量。

20. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述像素包含数字图像中多个像素的其中之一，并且其中所述方法还包含针对所述多个像素中的每一个实施步骤 (A) - (C) 的步骤。

21. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含基于所述第一值和所述打印头元件是其中部件的打印头的温度预测所述第一温度的步骤。

22. 如权利要求 21 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含基于所述第一值、所述打印头温度以及选自由环境打印机温度和当前湿度组成的组中的至少一个特性预测所述第一温度的步骤。

23. 如权利要求 18 所述的方法，其中所述步骤 (B) 包含利用具有

与所述第一色彩分量相关联的第一组参数的温度模型预测所述第一温度的步骤，并且其中所述步骤（C）包含利用具有与所述第二色彩分量相关联的第二组参数的温度模型预测所述第二温度的步骤，所述第一组参数不同于所述第二组参数。

24. 一种装置，包含：

第一识别机构，用于识别数字图像中像素的密度，所述密度包括具有第一值的第一色彩分量和具有第二值的第二色彩分量；

第一预测机构，用于预测与所述第一色彩分量相关联的第一子间隔开始时的打印头元件的第一温度；以及

第二预测机构，用于预测与所述第二色彩分量相关联的第二子间隔开始时的打印头元件的第二温度；

其中所述第一子间隔的持续时间不同于所述第二子间隔的持续时间。

25. 如权利要求 24 所述的装置，还包含：

第二识别机构，用于基于所述第一温度和所述第一值识别第一能量；

第一能量提供机构，用于在所述第一子间隔期间向所述打印头元件提供所述第一能量；

第三识别机构，用于基于所述第二温度和所述第二值识别第二能量；以及

第二能量提供机构，用于在所述第二子间隔期间向所述打印头元件提供所述第二能量。

26. 如权利要求 24 所述的装置，其中所述第一预测机构包含用于基于所述第一值和所述打印头元件是其中部件的打印头的温度预测所述第一温度的机构。

27. 如权利要求 26 所述的装置，其中所述第一预测机构包含用于基于所述第一值、所述打印头温度以及选自由环境打印头温度和当前湿度组成的组中的至少一个特性预测所述第一温度的机构。

28. 如权利要求 24 所述的装置，其中所述第一预测机构包含用于利用具有与所述第一色彩分量相关联的第一组参数的温度模型预测所述第一温度的机构，并且其中所述第二预测机构包含利用具有与所述第二色彩分量相关联的第二组参数的温度模型预测所述第二温度的机构，所述第一组参数不同于所述第二组参数。

热响应校正系统

相关申请的交叉引用

本申请涉及2002年5月20日提出的标题为“Thermal Imaging System”的同时待审及共同拥有的美国专利申请 No.10/151,432，该专利申请通过引用而被结合在此。

技术领域

本发明涉及感热式打印，具体涉及通过补偿热打印头上的热历史效应改进感热式打印机输出的技术。

背景技术

感热式打印机通常包含加热元件的线性阵列（在这里还称为“打印头元件”），所述加热元件通过比如将颜料或染料从施主页传递至输出介质或通过激活输出介质中的色彩形成的化学物质在输出介质上进行打印。输出介质通常是能够接收所传递的颜料的多孔接收器或者是涂有色彩形成的化学物质的纸张。打印头元件的每一个在被起动机于打印头元件下面通过的介质上色彩形成，产生具有特定密度的点。具有更大或更稠密的点的区域被理解是要比具有更小或更稀疏的点的区域更黑。数字图像被绘制成极小且紧密的点的二维阵列。

热打印头元件通过向其提供能量来起动机。向打印头元件提供能量增加了打印头元件的温度，导致颜料向输出介质的传递或色彩在接收器内形成。打印头元件以这种方式产生的输出密度是供给打印头元件的能量的函数。供给打印头元件的能量可以通过比如改变特定时间间隔内供给打印头元件的功率量或者通过在更长时间间隔上向打印头元件提供功率来改变。

在传统的感热式打印机中，打印数字图像的时间被分成在这里被称为“打印头周期”的固定时间间隔。通常，数字图像中的单行像素（或其

中的若干部分)在单个打印头周期期间被打印。每个打印头元件通常负责打印数字图像的特定列中的像素(或子像素)。在每个打印头周期期间,能量被传递至每个打印头元件,所述每个打印头元件被计算以此将打印头元件的温度提高到将导致打印头元件产生具有所期望的密度的输出的水平。基于将由打印头元件产生的变化的所期望的密度可以向不同的打印头元件提供变化的能量。

传统感热式打印机的一个问题由它们的打印头元件在每个打印头周期结束之后仍保持热量这一事实产生。这种热保持可能是有问题的,因为在某些感热式打印机中,在特定打印头周期期间传递至特定打印头元件的能量通常基于打印头周期开始时的打印头元件的温度是已知的固定温度这一假设来计算。因为实际上,打印头周期开始时的打印头元件的温度(尤其)依赖于以前的打印头周期期间传递至打印头元件的能量,打印头周期期间打印头元件达到的实际温度可能不同于校准的温度,从而导致比所期望的更高或更低的输出密度。另外,复杂化同样由特定打印头元件的当前温度不仅受其自身的先前温度(在这里被称为它的“热历史”)影响而且受环境温度(室温)以及打印头中其他打印头元件的热历史影响这一事实产生。

正如可以由上面的讨论推断出的,在某些传统的感热式打印机中,在数字图像的打印期间,由于打印头元件的热保持以及由于这种热保持而导致的向打印头元件过量地提供能量,每个特定热打印头元件的平均温度往往是逐渐升高的。这种逐渐的温度增加导致由打印头元件产生的输出密度的相应逐渐增加,这被理解为所打印的图像内增加的暗度。这种现象在这里被称为“密度漂移”。

此外,传统感热式打印机通常在精确重现打印头两端以及打印方向上相邻像素之间的清晰密度梯度方面具有困难。例如,如果打印头元件将打印黑像素之后的白像素,则两个像素之间理论上清晰的边缘在被打印时将通常被弄得模糊不清。这个问题由升高打印头元件的温度以便在打印白像素之后打印黑像素所需要的时间量引起。一般说来,传统感热

式打印机的这种特征在打印具有高密度梯度区域的图像时导致低于理想的清晰度。

上面引用的专利申请公开了预测热打印头元件随时间对供给热打印头元件的能量的热响应的热打印头模型。在打印头周期期间供给每个热打印头以便产生具有所期望密度的点的能量基于下列项来计算：(1) 在打印头周期期间将要由打印头元件产生的所期望的密度，(2) 打印头周期开始时的打印头元件的预测温度，(3) 打印头周期开始时的环境打印机温度，以及(4) 环境相对湿度。

这里所公开的技术假定以相等时间步长实施打印，并且因此以相等时间步长计算输入能量，每一步长对应于在热介质上打印单个像素所花费的时间。尤其是，所公开的技术实现了用于热打印头的热模型。热模型由多层组成，每一层具有不同的时空分辨率。若干层的分辨率针对精度和计算效率的组合来选择。

此外，在上面引用的专利申请中公开的技术实现了计算在给定打印元件的当前温度分布下于介质上打印所期望的光学密度所需能量的介质模型。介质模型通过所期望密度的两个函数 $G(d)$ 和 $S(d)$ 来表述。 $G(d)$ 对应于特定基准温度下的反伽玛函数，并且 $S(d)$ 是固定密度下反伽玛函数对温度的敏感度。

所有打印间隔为相等的持续时间的假设并非在所有情况下都是有效的。例如，在上面引用的标题为“Thermal Imaging System”的专利申请所公开的系统，打印头能够在单次通过时于单个打印介质上书写两种颜色。每个打印行时间被分成两部分。在一部分行时间内书写一种颜色并且在另一部分行时间内书写另外一种颜色是可能的。然而，两种颜色之间的时间划分不可能是相等的。例如，如果打印黄色和洋红色，则与洋红色相比，黄色可能在更小部分的行时间间隔内被打印。将上面公开的热历史控制技术应用于这种打印机制的企图可能因此产生不是最理想的结果，因为将会违反大小相等的打印间隔的假设。

因此，所需要的得是用于控制具有大小不相等的打印间隔的感热式

打印机内打印头元件温度以此更精确地绘制数字图像的改进技术。

发明内容

公开了用于在感热式打印机中实施热历史控制的技术，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。每个像素打印间隔可以分成若干子间隔，其可能是不相等的持续时间。每个子间隔可用来打印不同的颜色。其中选择将要供给每个打印头元件的输入能量的方式对每一个子间隔可以变化。例如，尽管单个热模型可用来预测每一个子间隔内打印头元件的温度，不同的参数可在不同的子间隔内使用。同样地，不同的能量计算函数可用来基于预测的打印头元件温度计算在每个子间隔内将要提供给打印头的能量。

例如，在本发明的一个方面，提供了一种方法，所述方法包括下列步骤：(A) 识别数字图像中像素的密度，所述密度包括：(1) 与打印行时间的第一打印子间隔相关联并具有第一值的第一色彩分量，以及(2) 与打印行时间的第二打印子间隔相关联并具有第二值的第二色彩分量；(B) 识别第一打印头元件温度；(C) 识别与第一色彩分量相关联的第一能量计算函数；(D) 基于第一值和第一打印头元件温度，利用第一能量计算函数识别第一输入能量；(E) 识别第二打印头元件温度；(F) 识别与第二色彩分量相关联的第二能量计算函数；以及(G) 基于第二值和第二打印头元件温度，利用第二能量计算函数识别第二输入能量。

在本发明的另外一个方面，提供了一种方法，所述方法包括下列步骤：(A) 识别数字图像中像素的密度，所述密度包括具有第一值的第一色彩分量和具有第二值的第二色彩分量；(B) 预测与第一色彩分量相关联的第一子间隔开始时打印头元件的第一温度；以及(C) 预测与第二色彩分量相关联的第二子间隔开始时打印头元件的第二温度；其中第一子间隔的持续时间不同于第二子间隔的持续时间。

下面将详细描述本发明的其他方面和实施例。

附图说明

图 1A 是说明感热式打印机中像素打印间隔的示意图，其中以相等

持续时间的连续时间步长打印像素；

图 1B 是说明打印机中像素打印间隔的示意图，其中利用多个可能不相等持续时间的的时间步长打印每个像素；

图 1C 是按照本发明一个实施例的多色彩数字图像的示意图；

图 2A 是在本发明一个实施例中实施的方法的流程图，所述方法用来在数字图像上实施热历史控制；

图 2B 是在本发明的一个实施例中使用的方法的流程图，所述方法利用与多个像素打印子间隔的其中一个相关联的参数来预测打印头元件温度；

图 2C 是在本发明的一个实施例中使用的方法的流程图，所述方法利用与多个像素打印子间隔的其中一个相关联的函数计算供给打印头元件的输入能量；

图 2D 是在本发明的一个实施例中使用的方法的流程图，所述方法基于当前的介质温度计算供给感热式打印机的输入能量；

图 2E 是在本发明的一个实施例中实施的方法的流程图，所述方法重新计算在图 2A 方法中使用的函数并且因此获得计算效率的增加；以及

图 2F 是在本发明的一个实施例中实施的方法的流程图，所述方法修改了图 2A 的方法以此考虑环境打印机温度随时间的变化。

具体实施方式

公开了用于在感热式打印机中实施热历史控制的技术，其中单个热打印头在单次通过时顺序地在多个色彩形成层上进行打印。每个像素打印间隔可以分成子间隔，其可能是不相等的持续时间。每个子间隔可用来打印不同的颜色。其中选择将要供给每个打印头元件的输入能量的方式可以随子间隔的每一个而变化。例如，尽管单个热模型可用来预测每一个子间隔内打印头元件的温度，不同的参数可在不同的子间隔内使用。同样地，不同的能量计算函数可用来基于预测的打印头元件温度计算在每个子间隔内将要提供给打印头的能量。

例如，在上面引用的专利申请中，公开了通过基于每个时间步长开始时打印头元件的预测温度计算在多个连续时间步长的每一个步长时供给热打印头元件的输入能量和多个所期望密度的 1 维函数来实施热历史控制的技术。所有时间步长被假定是相等的持续时间，并且每个时间步长假定在持续时间上等于打印单个像素所需要的时间量。例如，参见图 1A，示出的是说明这种像素打印方案的示意图。示意图说明了相等持续时间的多个连续时间步长 102a-c。时间步长 102a-c 的每一个步长对应于多个像素打印时间 104a-c 的其中一个。换句话说，在连续时间步长 102a-c 的每一个步长期间打印单个像素。

热模型可用来预测时间步长 102a-c 的每一个步长开始时的每个热打印头元件的温度。能量计算函数可接着用来计算时间步长 102a-c 的每一个步长期间供给打印头元件的每一个的输入能量。所计算的能量可以在相应像素打印间隔的每一个期间供给打印头元件用来打印适当密度的像素。

上面引用的标题为“Thermal Imaging System”的专利申请描述了感热式打印系统，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。在这种系统中，每个像素打印时间可被分成两个或多个子间隔，每个子间隔对应于打印在不同色彩形成层的每一层上完成的时间。这样的子间隔通常为不同的持续时间。

例如，参见图 1B，示出的是说明这样的像素打印方案的示意图，其中单个打印头在单次通过时交替地打印两种颜色。出于示范的目的，示意图说明了不相等持续时间的多个连续的时间步长 106a-f。时间步长 106a-f 的每个连续对对应于多个像素打印时间 108a-c 的其中之一。尤其是，时间步长 106a-b 对应于像素打印时间 108a，时间步长 106c-d 对应于像素打印时间 108b，以及时间步长 106e-f 对应于像素打印时间 108c。

在时间步长 106a-f 的每一对中，第一步长对应于其中第一色彩被打印的像素打印子间隔，并且第二步长对应于其中第二色彩被打印的像素打印子间隔。例如，第一色彩可以在与时间步长 106a、106c 和 106e 相

对应的子间隔期间被打印，而第二色彩可以在与时间步长 106b、106d 和 106f 相对应的子间隔期间被打印。

要注意的是，图 1B 中说明的系统在两方面不同于图 1A 中说明的系统：（1）图 1A 中的时间步长 102a-c 是相等的持续时间，而图 1B 中的时间步长 106a-f 是不相等的持续时间；以及（2）打印头打印图 1A 中的单色，而打印头在图 1B 中于两层色彩形成层上交替地打印两种颜色。

在上面引用的专利申请中公开的热历史控制技术可以被修改以此容纳图 1B 所示系统的特征。例如，在本发明的一个实施例中，提供了用于预测不相等持续时间的连续时间步长开始时打印头元件温度的技术。在本发明的另一个实施例中，提供了用于基于其上打印头元件正在打印的色彩形成层的特性计算供给打印头元件的能量的技术。两种技术可以彼此组合，从而在能够利用不相等持续时间的打印子间隔顺序地在多个色彩形成层上打印的打印机中提供实施热历史控制的能力。

参见图 2A，示出的是在本发明一个实施例中实施的方法 200 的流程图，所述方法 200 用来在数字图像上实施热历史控制。正如下面更详细的描述，该方法 200 可预测多个像素打印时间子间隔的每一个开始时的多个打印头元件的每一个的温度。子间隔可以是比如不相等的持续时间，如在图 1B 中示出的子间隔 106a-f 的情况下。此外，方法 200 可改变用来计算子间隔期间供给打印头元件的输入能量的能量计算函数。

假定方法 200 用来打印包括多个像素的多色彩数字图像。还假定图像以三维表示：宽度、长度和颜色。这样的图像可以被转换成具有交变颜色的交叉线条的等效二维图像，从而有效地将长度和颜色组合成一维。

例如，参见图 1C，示出的是说明二维 2 色数字图像 110，其包括具有颜色 0 和 1 的像素的交变线条。每条线被标记以此表示其颜色。例如，图像 110 包括指定颜色 0 的第一标记 112a，从而表示像素的后续线条 114a 具有颜色 0。第二标记 112b 指定为颜色 1，从而表示像素的后续线条 114b 具有颜色 1。第三标记 112c 指定为颜色 0，从而表示像素的后续线条 114c

具有颜色 0。标记 112d 指定为颜色 1，从而表示像素的后续线条 114d 具有颜色 1。由图 1C 应当意识到，图像 110 可包括类似标记的像素的后续线条。数字图像 110 可因此利用像素线和标记的单个线性阵列表示多色彩图像。假定在下面图 2 的讨论中，将要打印的数字图像是以这种方式来表示的。

假定行时间对于所有颜色来说都是相等的并且假定色彩形成化学物质对于所有颜色来说是相同的，以图 1C 说明的格式绘制图像 110 使得上面引用的专利申请中公开的热历史控制技术能够被直接应用到图像 110。然而，如果这些假定的任何一个或两者是无效的，则在实施热历史控制以获得最佳结果时应当考虑行时间中的差异和/或色彩形成化学物质。现在将描述在行时间和/或色彩形成化学物质随颜色不同时应用前面公开的热历史控制技术的技术实例。应当假设未在这里具体描述的热历史控制算法可以上面引用的专利申请中公开的方式来实现。

方法 200 使时间 t 初始化为零（步骤 202）。时间 $t=0$ 可比如对应于图 1B 中子间隔 106a 的开始。方法 200 进入将要打印的图像中每行 n 上的循环（步骤 204）。方法 200 识别当前行 n 的子间隔 c （步骤 206）。假设在颜色和子间隔之间存在有一一对应关系（图 1C），方法 200 可比如利用颜色标记前述的行 n 来识别子间隔 c 。

在本发明的一个实施例中，子间隔的每一个与可能截然不同的能量计算函数相关联。方法 200 识别与子间隔 c 相对应的能量计算函数 F_c （步骤 208）。可用来识别能量计算函数的技术实例在下面将就图 2C 进行描述。

方法 200 识别子间隔 c 的持续时间 D （步骤 210）。如图 1B 所示，子间隔 c 的持续时间可能不同于同一像素打印时间内其他子间隔的持续时间。例如，子间隔 106a 在持续时间上比子间隔 106b 更短。

方法 200 进入行 n 中每个像素 j 上的循环（步骤 212）。在本发明的一个实施例中，提供了用于预测像素打印子间隔开始时打印头元件温度的热模型。这种热模型可比如以上面引用的专利申请中描述的方式来实

现。在本发明的一个实施例中，每个像素打印子间隔与可能截然不同的热模型参数组相关联。返回到图 2A，方法 200 利用与子间隔 c 相关联的热模型参数来预测将要在时间 t 时打印像素 j 的打印头元件的相对温度 T （步骤 214）。可用来实施步骤 214 的技术实例在下面将关于图 2B 进行描述。

在上面引用的专利申请中描述的热模型包括多层，每一层可与一个或多个相对温度相关联。尽管步骤 214 仅仅涉及热模型中的最精细分辨率层，但是本领域的技术人员将会意识到，在步骤 214 中生成相对温度预测将涉及更新模型的其他层中的相对温度预测。

方法 200 利用打印头元件的相对温度 T 预测在时间 t 时将要打印像素 j 的打印头元件的绝对温度 T_h （步骤 216）。（要注意的是变量 T_a 在专利申请 No. 09/934,703 中表示绝对温度，而变量 T_h 在专利申请 No. 10/831,925 中表示绝对温度。）正如将在下面详细描述，在上面引用的专利申请中公开的打印头元件温度预测技术将被修改以实现步骤 216。

方法 200 基于打印密度 d 和绝对打印头元件温度 T_h 计算输入能量 E （步骤 218）。方法 200 为适当的打印头元件提供了子间隔 c 的持续时间上的计算能量 E （步骤 220）。

方法 200 对当前行 n 中的剩余像素重复步骤 214-220（步骤 222）。方法 200 通过将 D 添加到 t 而将时间 t 提前到下一子间隔的开始（步骤 224）。例如，如果 t 的当前值指向子间隔 106a 的开始，则将子间隔 106a 的持续时间添加到 t 将导致 t 指向下一子间隔 106b 的开始。

方法 200 对将要打印的图像中的剩余行重复步骤 206-224（步骤 226）。方法 200 因此对数字图像实施热历史控制。正如前面的描述所说明的，方法 200 在预测打印头元件的相对和绝对温度时可考虑时间步长 106a-f 的不相等持续时间。另外或另一方面，在选择（1）热模型参数和（2）能量计算函数的任何一个或两者时，方法 200 可考虑打印介质的不同色彩形成层的不同热特性。

在上面引用的标题为“Thermal Response Correction System”的美国专

利申请 No. 09/934,703 中，下面的方程用来更新相对温度预测：

$$T^{(i)}(n, j) = T^{(i)}(n-1, j)\alpha_i + A_i E^{(i)}(n-1, j) \quad (\text{方程 1})$$

$$T^{(i)}(n, j) = (1 - 2k_i)T^{(i)}(n, j) + k_i(T^{(i)}(n, j-1) + T^{(i)}(n, j+1)) \quad (\text{方程 2})$$

正如在该专利申请中详细描述的那样，打印头元件的绝对温度 T_h 可以基于相对温度 T 来预测。联想到热模型包括多层。符号 $T^{(i)}(n, j)$ 指层 i 以及打印头周期 n 开始时指标 j 下的相对温度。 $T^{(0)}(n, j)$ 指层 0 的相对温度，其具有与打印头元件的一一对应关系。

方程 1 取决于两个参数 α_i 和 A_i ，其值取决于时间步长的大小。因此，为了将方程 1 用于不相等持续时间的时间步长，这两个参数的值可以从一个时间步长变到下一个时间步长，依次按步长大小改变。同样地，方程 2 取决于参数 k_i ，它也依次按照步长大小来改变。

例如， C 为色彩形成层的数目（并且因此也是子间隔的数目）。 $\alpha_i(c)$ 、 $A_i(c)$ 和 $k_i(c)$ 的截然不同的值可以针对 $0 \leq c < C$ 来选择。接着，利用图 2B 所示的方法可以针对每个子间隔识别相对打印头元件温度 $T^{(0)}(n, j)$ ，从而实现方法 200 的步骤 214（图 2A）。对于子间隔 c ，识别 $\alpha_i(c)$ （步骤 230）、 $A_i(c)$ （步骤 232）和 $k_i(c)$ （步骤 234）的值。利用在步骤 230-234 中识别的参数值可接着预测子间隔 c 开始时的相对头元件温度 $T^{(0)}$ （步骤 236）。尤其是，方程 1 和方程 2 可以被修改如下，以用于步骤 226：

$$T^{(i)}(n, j) = T^{(i)}(n-1, j)\alpha_i(c) + A_i(c)E^{(i)}(n-1, j) \quad (\text{方程 3})$$

$$T^{(i)}(n, j) = (1 - 2k_i(c))T^{(i)}(n, j) + k_i(c)(T^{(i)}(n, j-1) + T^{(i)}(n, j+1)) \quad (\text{方程 4})$$

在本发明的一个实施例中，热模型参数在热模型的最精细分辨率层（ $i=0$ ）上仅仅随颜色改变。一种实现这种结果的方式是将相同参数值用于除层 0 之外的热模型的所有层上的每个子间隔。

如上所述，上面引用的标题为“Thermal Imaging System”的专利申请描述了感热式打印系统，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。色彩形成层的每一层通常具有不同的热特性。因此，在本发明的一个实施例中，针对色彩形成层的每一层（即针对每

种颜色)利用不同的能量计算函数计算供给打印头的输入能量。能量计算函数可基于预测的头元件温度计算输入能量。利用对于色彩形成层的每一层(即对于每种颜色)来说不同的头元件温度模型可计算头元件温度。例如,头元件温度模型的一个或多个参数可以针对色彩形成层的每一层来修改。

正如在上面引用的、标题为“Thermal Response Correction System”的美国专利申请 No. 10/831,925 所描述的,能量计算函数可以如方程 5 中所表述的:

$$E = F(d, T_h) \quad (\text{方程 5})$$

在方程 5 中, E 是输入能量, d 是将要打印的像素所期望的密度, 以及 T_h 是子间隔开始时(预测或测量的)绝对打印头元件温度。正如在上面引用的专利申请中进一步描述的, 可以将附加参数添加到能量计算函数中, 如环境打印机温度 T_r 和相对湿度 RH, 以此在计算输入能量 E 时考虑这样的量。为了简化起见, 下面的讨论将涉及两参数方程 5, 尽管本领域的技术人员将会了解如何将下面的描述用于进一步结合了环境打印机温度 T_r 和相对湿度 RH 的能量计算函数。

方程 5 中示出的能量计算函数可以通过方程 6 示出的函数来逼近:

$$E = G(d) + S(d)T_h \quad (\text{方程 6})$$

在方程 6 中, $G(d)$ 对应于为零的特定基准温度下的反伽玛函数, 并且 $S(d)$ 是固定密度下反伽玛函数对远离基准温度的温度变化的敏感度。在本发明的一个实施例中, 不同 $G(d)$ 和 $S(d)$ 函数被用来计算将要供给色彩形成层每一层的输入能量。例如, 在使用具有三层色彩形成层的打印介质的系统中, 可使用三个截然不同的 $G(d)$ 和 $S(d)$ 函数。

这样的多个函数可以比如由函数 $G_c(d)$ 和 $S_c(d)$ 来表示, 对于 $0 \leq c < C$ 。接着, 可以利用图 2C 所示的方法来识别能量计算函数 F_c , 从而实现方法 200 的步骤 208 (图 2A)。对于子间隔 c , 识别函数 $G_c(d)$ (步骤 252) 和 $S_c(d)$ (步骤 254)。可接着将能量计算函数作为函数 $F_c(d, T_h) = G_c(d) + S_c(d) T_h$ 来识别 (步骤 256)。

利用上述修改，热历史控制算法保持热打印头的温度分布的运行评估，并且将适当的热校正用于施加于加热器的能量同时在色彩形成层每一层上进行书写。正如根据这里的描述是显而易见的，该方法可结合任何数量的色彩形成层来使用，在这种情况下存在有更长的不相等时间步长序列，其中相应的参数 α_i 、 A_i 和 k_i 针对每个时间步长的大小并且函数 $G(d)$ 和 $S(d)$ 针对每层相关的色彩形成层。

上面引用的专利申请 No. 10/831,925 公开了在实施热历史控制时考虑环境打印机温度变化的技术。现在将描述当在感热式打印机中实施热历史控制时考虑环境打印机温度变化的技术实例，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。

正如在上面引用的专利申请 No. 10/831,925 中所描述的，利用方程 7，可以基于介质温度 T_m 而不是打印头元件温度 T_h 来计算输入能量：

$$E = G'(d) + S'(d)T_m \quad (\text{方程 7})$$

在方程 7 中， $G'(d)$ 和 $S'(d)$ 与函数 $G(d)$ 和 $S(d)$ 有关。对于较短的打印行时间来说，介质温度 T_m 可以通过方程 8 来逼近：

$$T_m = T_r + A_m(T_h - T_r) \quad (\text{方程 8})$$

T_r 表示打印机的环境温度。 A_m 是由打印机行时间和介质的热特性得出的常数。正如上面所注意到的，介质的热特性和子间隔的持续时间可以随子间隔变化。因此，在本发明的一个实施例中， A_m 的不同值用于每个子间隔。 $A_m(c)$ 在这里指子间隔 c 的 A_m 值。

例如，参见图 2D，示出的是方法 260 的流程图，所述方法 260 在本发明的一个实施例中用来基于当前介质温度 T_m 计算输入能量 E 。在图 2D 说明的实施例中，针对每个像素计算介质温度 T_m 。

方法 260 在图 2A 所示的方法 200 的步骤 216 之后开始。正如在上面引用的专利申请中所描述的，方法 260 识别环境打印机温度 T_r （步骤 262）。方法 260 识别与子间隔 c 相对应的 $A_m(c)$ 值（步骤 264）。例如通过利用方程 8，方法 260 基于 $A_m(c)$ 、 T_h 和 T_r 的值识别介质温度 T_m 。

想到在步骤 208 中先识别了针对子间隔 c 的能量计算函数 F_c 。在图

2D 所示的方法 260 的情形中, 能量计算函数 F_c 可以是密度 d 和介质温度 T_m 的函数, 而不是如上面就图 2A 所描述的密度 d 和打印头温度 T_h 的函数。这种能量计算函数可以比如具有方程 7 所示的形式, 在这种情况下可能存在有截然不同的针对每个子间隔 c 的函数 $G'(d)$ 和 $S'(d)$ 。方法 260 利用已识别的能量计算函数基于密度 d 和介质温度 T_m 计算输入能量 E (步骤 270)。方法 260 接着进入图 2A 中所示的方法 200 的步骤 220。

正如在上面引用的专利申请 No. 10/831,925 所描述的, 环境打印机温度 T_r 将通常具有较大时间常数并且因此可能不期望在单个打印任务期间明显改变。参见图 2E, 示出的是将上面引用的专利申请中公开的重新计算技术应用于图 2A 所示方法 200 的方法 272 的流程图。正如上面就图 2D 所描述的, 方法 272 识别环境温度 T_r (步骤 262)。方法 272 利用已识别的 T_r 值针对所有的 c 值预计算函数 $G(\cdot)$ 和 $S(\cdot)$ (步骤 276)。步骤 276 可以比如利用方程 9 和方程 10 来实现:

$$G(d, T_r) = G'(d) + S'(d)(1 - A_m(c))T_r \quad (\text{方程 9})$$

$$S(d) = S'(d)A_m(c) \quad (\text{方程 10})$$

正如上面就图 2A 的方法 200 所描述的, 方法 272 接着实施步骤 202、204 和 206。方法 272 接着基于预计算的函数 $G(\cdot)$ 和 $S(\cdot)$ 识别子间隔 c 的能量计算函数 F_c (步骤 278)。已经识别了这些函数, 方法 272 利用已识别的函数 F_c 实施步骤 210-226 (来自图 2A 的方法 200)。

在上面引用的专利申请 No. 10/831,925 所描述的另一个实施例中, 利用方程 11 将校正项添加至热敏电阻器温度 T_s , 以此考虑环境打印机温度随时间的变化:

$$T'_s = T_s + f_i \Delta T_r \quad (\text{方程 11})$$

已调节的热敏电阻器温度 T'_s 接着用来实施热历史控制。在方程 11 中, $\Delta T_r = T_r - T_{rc}$ (当前环境打印机温度和热历史控制算法被校准时的环境打印机温度之间的差异)。校正因子 f_i 由方程 12 给出:

$$f_i = \frac{(1 - A_m)}{A_m} \quad (\text{方程 12})$$

然而，方程 11 和方程 12 中示出的校正因子 f_i 仅对与 A_m 的值相对应的特定颜色（即针对特定的 c 值）来说是有效的。试图将这种校正因子应用于其它颜色将产生次最佳结果。在本发明的一个实施例中，校正因子 f_i 的用法被修改以此用于在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印的打印机。例如，通过使用 $A_m(c)$ 的子间隔相关值， f_i 可以是 c 的表达函数，如方程 13 所示：

$$f_i(c) = \frac{(1 - A_m(c))}{A_m(c)} \quad (\text{方程 13})$$

截然不同的校正因子 $f_i(c)$ 可因此针对 c 的每个值来获得。如果我们基于单层色彩形成层的热特性来选择方程 11 中的 f_i 值，例如 $c=c_0$ ，则通过方程 14 给出校正的热敏电阻器温度：

$$T_s' = T_s + f_i(c_0)\Delta T_r \quad (\text{方程 14})$$

任何值可以针对 c_0 来选择。因为正如在上面引用的美国专利 No.09/934,703 中所描述的，已校正的热敏电阻器温度向下传播到所有子间隔的绝对温度，所以校正对于除 $c=c_0$ 之外的所有色彩形成层来说是不精确的。

在本发明的一个实施例中，附加的校正 $\delta(c)$ 接着针对色彩形成层的每一层来选择（即，针对 $0 \leq c < C$ ），如方程 15 所示：

$$\delta(c) = (f_i(c) - f_i(c_0))\Delta T_r \quad (\text{方程 15})$$

如方程 16 所示，可接着将净校正添加到色彩形成层的每一层的绝对温度。

$$T_h' = T_h + \delta(c) \quad (\text{方程 16})$$

可接着针对每个子间隔选择 $\delta(c)$ 的适当值并在实施热历史控制时将其用于方程 16。例如，参见图 2F，示出的是用于以刚才描述的方式修改图 2A 的方法 200 的方法 280 的流程图。方法 280 以上面就图 2D 所描述的方式识别环境温度 T_r （步骤 262）。方法 280 选择 c_0 值（步骤 282）并且利用 $c=c_0$ 的方程 13 计算 $f_i(c)$ （步骤 284）。方法 280 利用方程 15 针对所有 c 值计算 $\delta(c)$ （步骤 286）。

方法 280 实施如上面关于图 2A 描述的步骤 202-216。在预测了绝对温度 T_h 之后（步骤 216），方法 280 利用方程 16 识别已修改的绝对温度 T_h' （步骤 288）。方法 280 基于打印密度 d 和已修改的打印头元件温度 T_h' 计算输入能量 E （步骤 290）。方法 280 实施如上面关于图 2A 所描述的步骤 220-226。

要注意的是，对于 $c=c_0$ 来说， $\delta(c)=0$ 。因此，正如从方程 16 中可以看到，对于 $c=c_0$ 的色彩形成层来说，不必对 T_h 进行校正，从而在步骤 288-290 的计算中取得某些节省。这里所公开的技术可以组合上面引用的专利申请中所公开的技术以此在实施热历史控制时考虑相对湿度。

这里所公开的技术具有各种优点。例如，这里所公开的技术可用于在感热式打印机中实施热历史控制，其中单个热打印头在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。通过将不同能量计算函数应用于不同的色彩形成层，这里所公开的技术使得热历史控制能够针对色彩形成层的每一层进行优化，从而改进打印输出的质量。通过将不同的热模型参数用于不同的色彩形成层，这里所公开的可用来模拟不相等持续时间的打印子间隔期间输出介质的热响应。结果，热历史控制算法可以与具有不相等子间隔的打印机一起使用，从而改进打印输出的质量。变化的能量计算函数和热模型参数的这种用法可以组合使用，从而优化了供感热式打印机使用的热历史控制算法，其中单个热打印头利用不相等持续时间的像素打印子间隔在单次通过时顺序地于多个色彩形成层上进行打印。

此外，这里所公开的技术具有在上面引用的专利申请中公开的优点。例如，这里所公开的技术通过在计算供给打印头元件的能量时考虑打印头的当前环境温度以及打印头的热和能量历史减少或消除了“密度漂移”问题，从而使打印头元件的温度提高到仅仅产生所期望的密度所必需的温度。本发明各种实施例的另外的优点是在产生所期望的密度可能是必须或者是所期望的时候，可增加或减少供给打印头元件的

输入能量。

通常，上述技术可以通过比如硬件、软件、固件、或任何其中的组合来实现。上述技术可以通过在可编程的计算机和/或打印机上执行的一个或多个计算机程序来实现，所述可编程的计算机和/或打印机包括处理器、通过处理器可读的存储介质（包括比如易失性和非易失性存储器和/或存储元件）、至少一个输入装置、和至少一个输出装置。程序代码可用于利用输入装置输入的数据以此实施这里所描述的功能并生成输出信息。输出信息可用于一个或多个输出装置。

适合供本发明的各种实施例使用的打印机通常包括打印引擎和打印机控制器。打印机控制器可比如接收来自主机的打印数据并且基于打印数据生成将要打印的页信息。打印机控制器将页信息传输至将要打印的打印引擎。打印引擎在输出介质上实施由页信息指定的图像的物理打印。

这里描述的元件和部件还可以被分成附加部件或者被结合在一起形成更少的部件用于实施相同的功能

下面的权利要求范围内的每个计算机程序可以通过任何编程语言来实现，如汇编语言、机器语言、高级过程编程语言、或面向对象的编程语言。编程语言可以是编译或解释编程语言。

每个计算机程序可以通过确实嵌入机器可读的存储装置由计算机处理器执行的计算机程序产品来实现。本发明的方法步骤可以通过执行确实嵌入计算机可读介质的程序的计算机处理器来实施，以此通过操作输入并生成输出来实施本发明的功能。

将会明白，尽管本发明已经在上面通过特定实施例进行了描述，但是前述的实施例仅仅是作为说明性来提供的，并且不会限制或限定本发明。其它实施例也在本发明的范围内，其通过下面的权利要求的范围来界定。属于下面权利要求的范围的其它实施例包括但不限于下列各项。

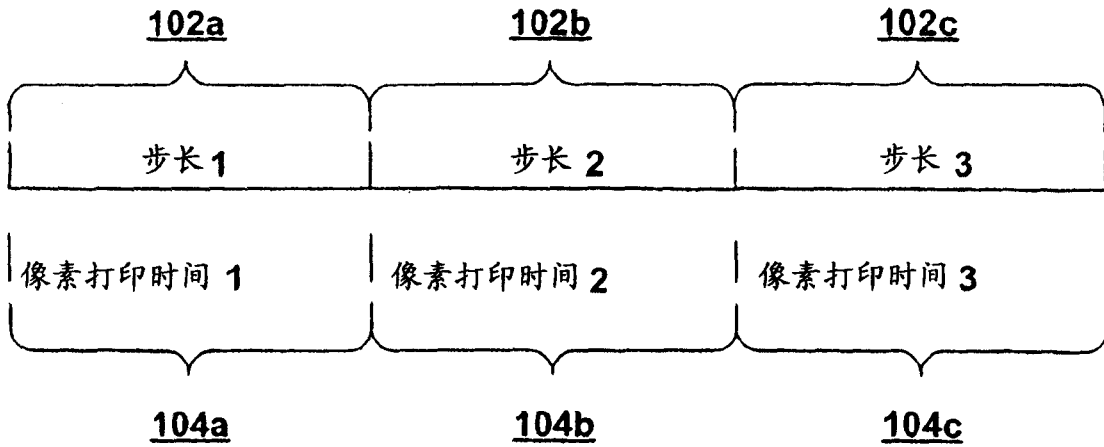


图 1A

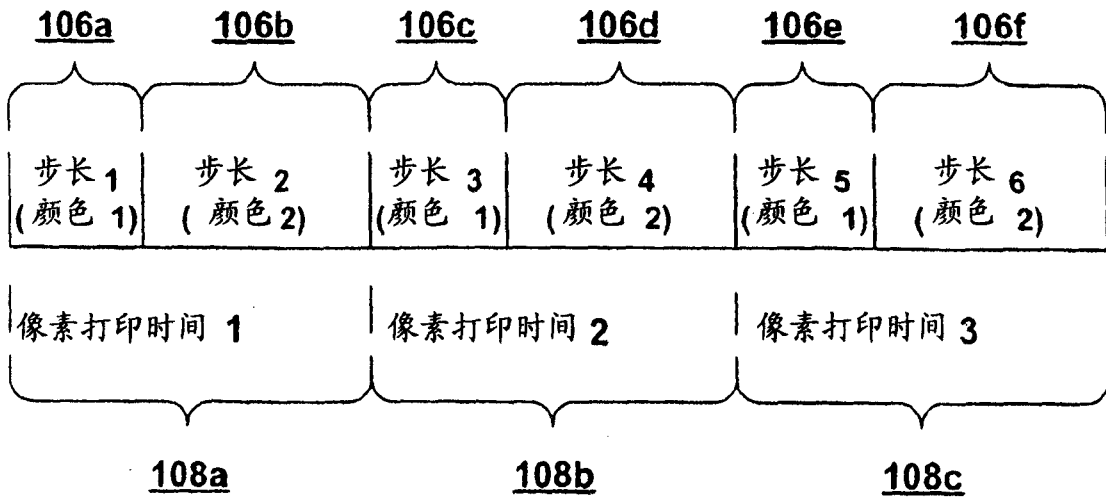


图 1B

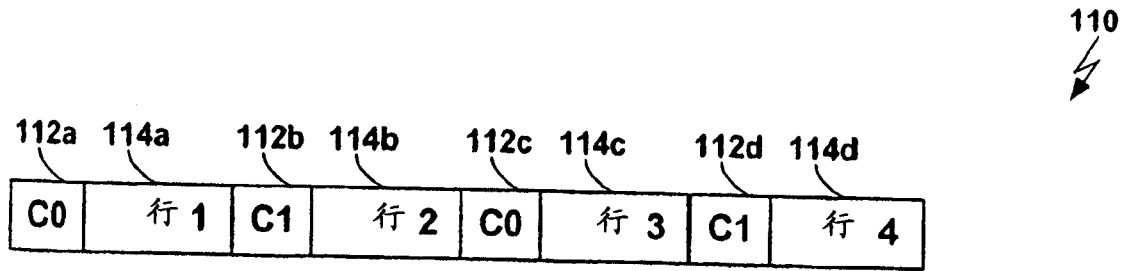


图 1C

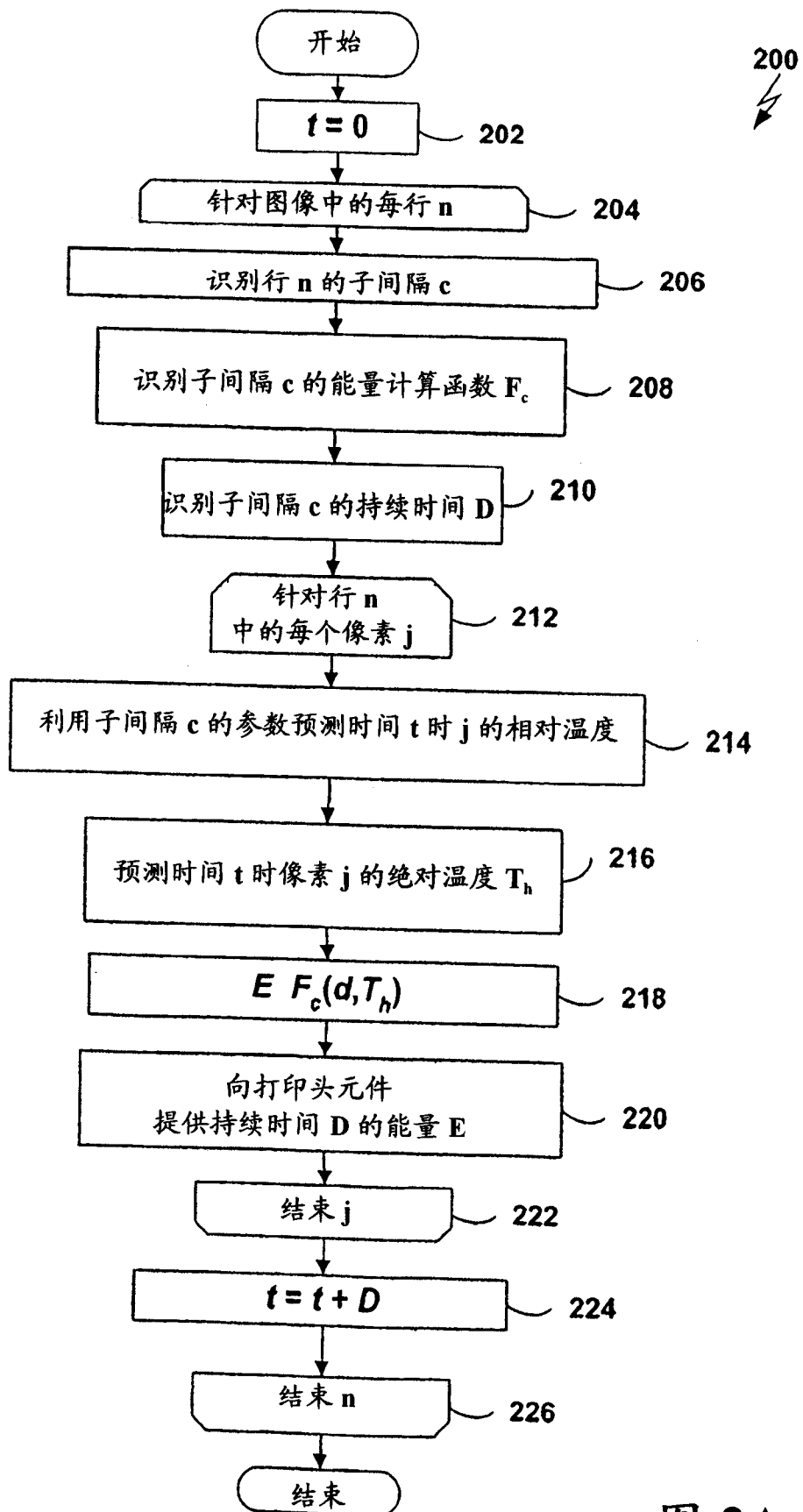


图 2A

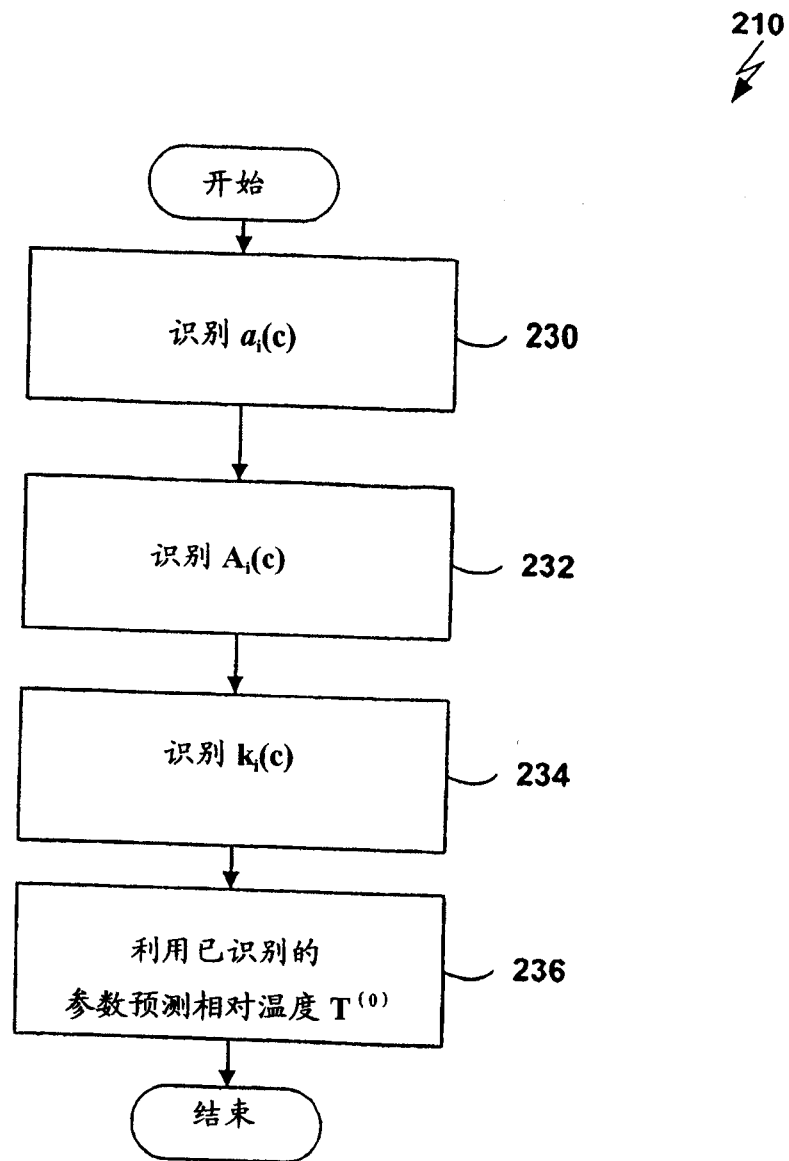


图 2B

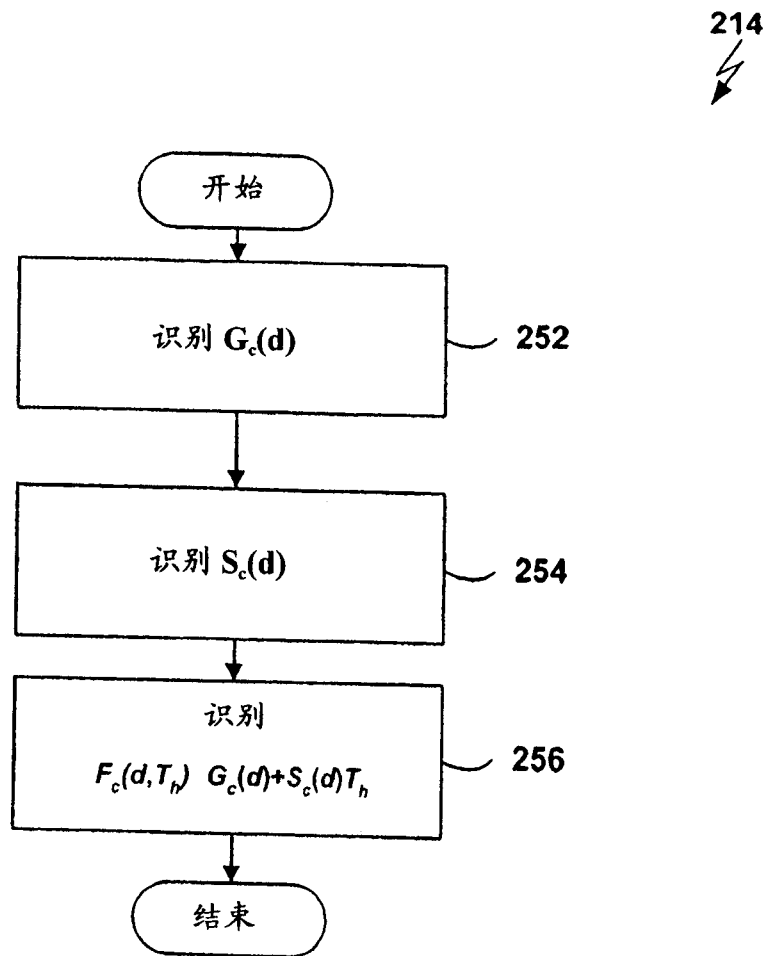


图 2C

260
⚡

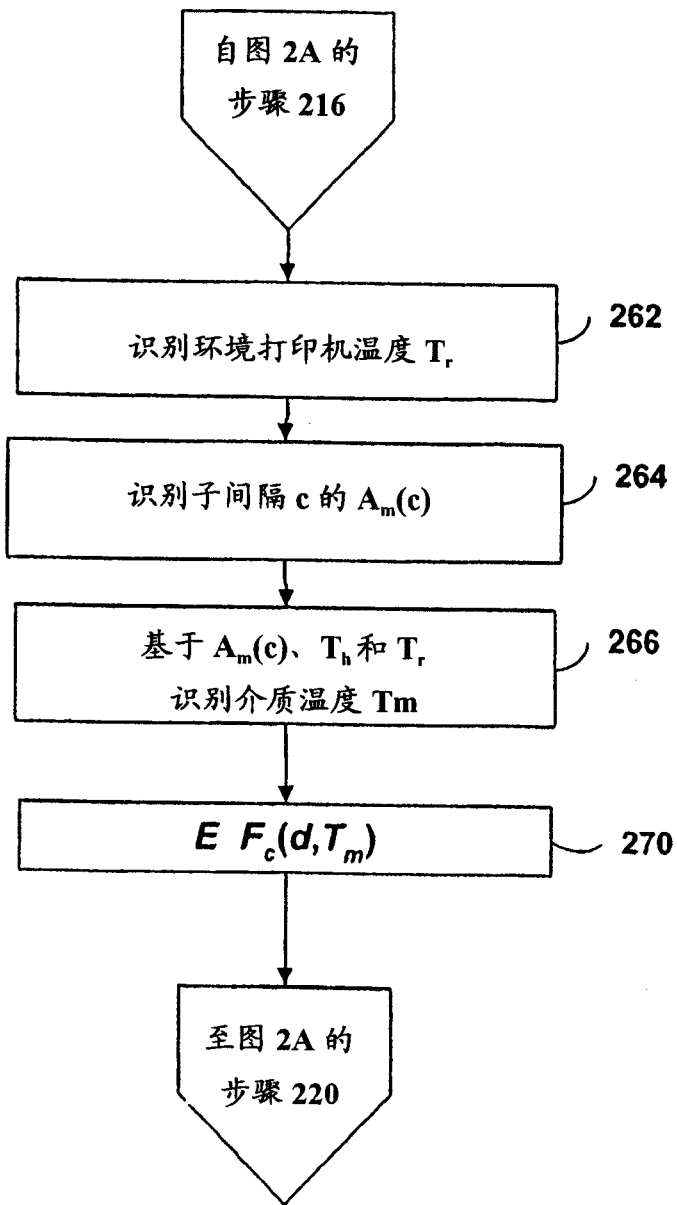


图 2D

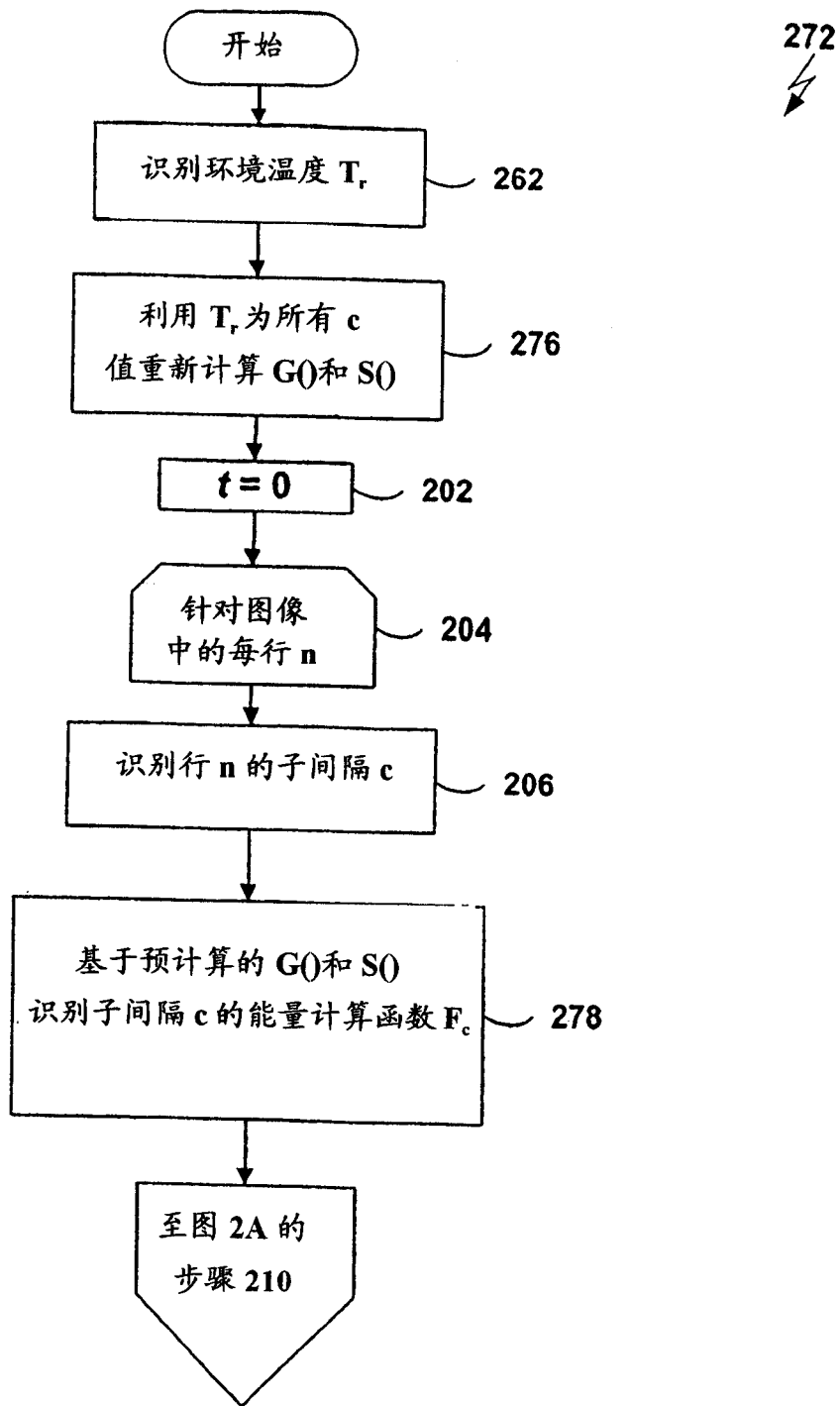


图 2E

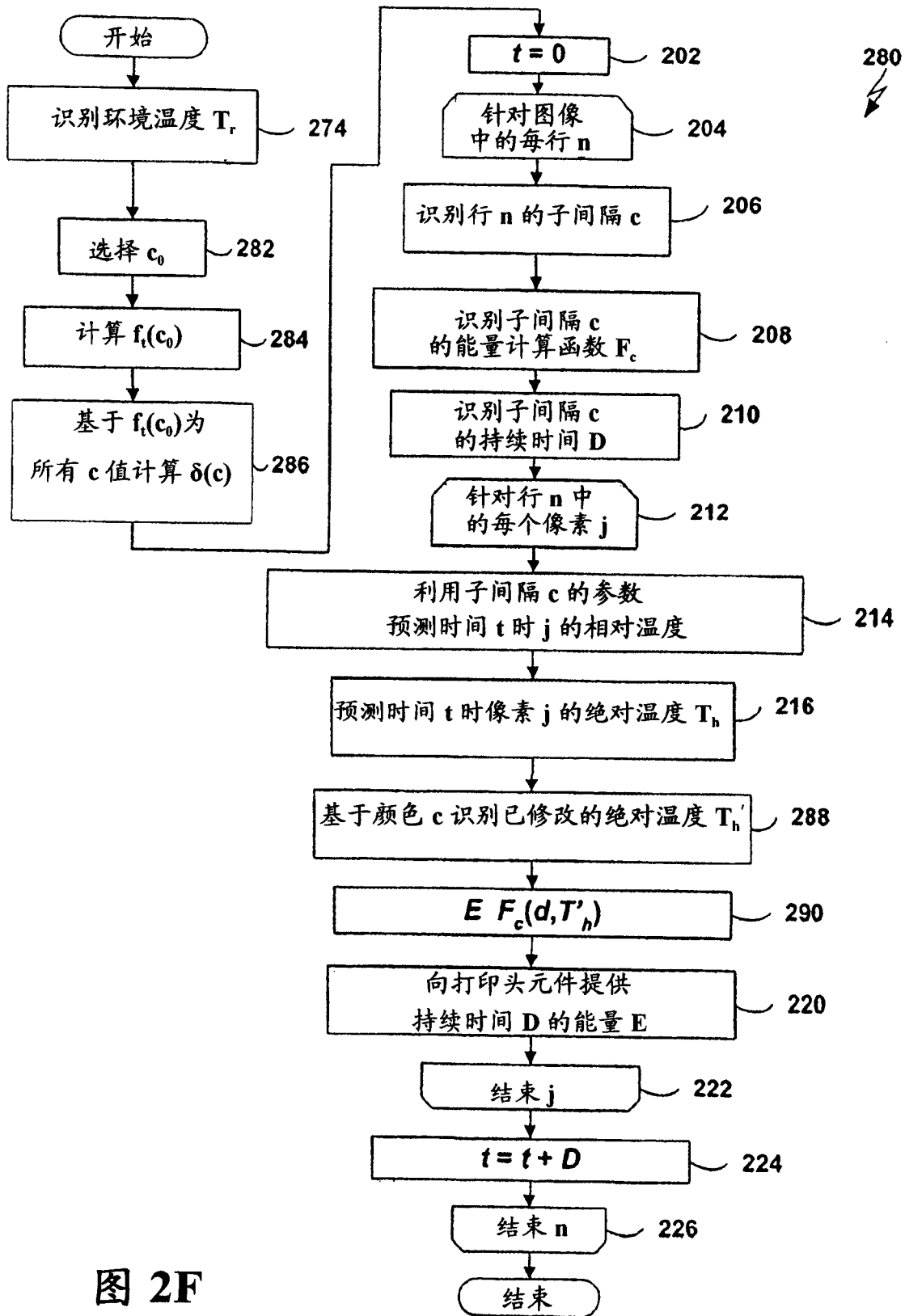


图 2F