



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101223769 B

(45) 授权公告日 2012. 07. 04

(21) 申请号 200680025741. 9

(22) 申请日 2006. 03. 24

(30) 优先权数据

11/137, 303 2005. 05. 24 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2008. 01. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2006/010966 2006. 03. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02006/127111 EN 2006. 11. 30

(73) 专利权人 卓然公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 A·菲什曼 S·珀特塞尔 V·平托

M·沙列夫

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51) Int. Cl.

H04N 1/21 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1260936 A, 2000. 07. 19, 说明书第 5 页第 19-25 行, 第 11 页第 10 行-第 23 页第 9 行、附图 1-4.

CN 1489392 A, 2004. 04. 14, 全文.

US 2002/0051643 A1, 2002. 05. 02, 全文.

US 2002/054229 A1, 2002. 05. 09, 全文.

审查员 黄智

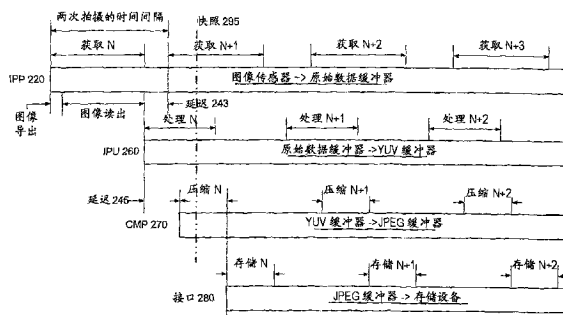
权利要求书 3 页 说明书 10 页 附图 13 页

## (54) 发明名称

在连续的图像获取之间具有降低的延迟的数字静态照相机结构

## (57) 摘要

数字照相机通过以第一顺序将图像序列中的第一图像载入至数字照相机的统一存储器空间并以第二顺序对其进行处理来获取图像序列中的第一图像。在所述第一图像被完全处理之前,所述数字照相机开始获取第二图像并开始利用第二图像的图像数据至少来重写统一存储器空间中第一图像的已处理部分。



1. 一种处理数字照相机中的图像序列的方法,包括:

处理所述图像序列中的第一图像,所述第一图像被以第一顺序载入到所述数字照相机的统一存储器空间中并被以第二顺序处理;以及

在完成所述第一图像的处理之前,利用所述图像序列中第二图像的图像数据来重写所述统一存储器空间中的所述第一图像的至少一部分;

其中所述第一和第二图像中的每个都包括多条图像线,以及所述第一图像的图像线根据预定的存储器分配算法与所述第二图像的图像线不同地分布在所述统一存储器空间中。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一和第二图像以时间交错的顺序被载入到统一存储器空间中并以逻辑渐进的顺序被处理。

3. 根据权利要求1所述的方法,进一步包括:

以逻辑渐进的顺序来处理所述第一图像的预确定数目的图像线;

以时间交错的顺序将所述第二图像的图像线载入到所述统一存储器空间中,以重写所述第一图像的已处理图像线;以及

重复所述处理和载入步骤直到完全处理所述第二图像。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述统一存储器空间包括至少第一和第二存储器缓冲器,并且首先将所述图像序列中的图像的图像线载入所述第一存储器缓冲器以进行处理,然后将所述图像序列中的所述图像的已处理图像线存储在所述第二存储器缓冲器中。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中所述统一存储器空间包括一个或更多存储器设备。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中所述第一和第二图像通过所述数字照相机被连续地捕获。

7. 一种处理数字照相机中的图像序列的方法,所述数字照相机具有图像传感器,所述方法包括:

利用所述图像传感器来获取第一图像和第二图像;

将所述第一图像的图像数据和所述第二图像的图像数据存储在该数字照相机内的统一存储器空间中,包括:在完成所述第一图像的处理之前开始将所述第二图像的图像数据存储在该统一存储器空间中,以及利用所述第二图像的图像数据来至少部分重写所述统一存储器空间中所述第一图像的图像数据;以及

通过对所述图像序列中的所述图像的图像数据至少执行预定的操作来处理所述图像序列中的每个图像;

其中所述第一和第二图像中的每个都包括多条图像线,以及所述第一图像的图像线根据预定的存储器分配算法与所述第二图像的图像线不同地分布在所述统一存储器空间中。

8. 根据权利要求7所述的方法,其中所述第一和第二图像通过所述图像传感器被连续地捕获。

9. 根据权利要求7所述的方法,其中在所述第一图像的图像数据被所述第二图像重写之前,已经对所述第一图像的图像数据执行了所述预定的操作。

10. 根据权利要求7所述的方法,其中所述图像序列中的每个图像的所述图像数据以与所述统一存储器空间的使用方案关联的非连续的顺序存储在所述统一存储器空间中,并且在执行所述预定的操作时所述图像序列中的每个图像的所述图像数据以逻辑渐进的顺序

序从所述统一存储器空间中导出。

11. 根据权利要求 8 所述的方法,其中所述使用方案包括:

将所述图像序列中的图像的图像线以时间交错的顺序存储在所述统一存储器空间中;  
以及

以逻辑渐进的顺序处理所述图像序列中的所述图像的图像线;

其中所述统一存储器空间中的所述图像线根据所述预定的存储器分配算法来布置。

12. 根据权利要求 7 所述的方法,其中所述统一存储器空间包括至少第一和第二存储器缓冲器,并且首先将所述图像序列中的图像的图像线载入所述第一存储器缓冲器以进行处理,然后将所述图像序列中的所述图像的已处理图像线存储在所述第二存储器缓冲器中。

13. 一种数字图像处理器,包括:

容纳统一存储器空间的一个或更多存储器设备;

图像预处理单元,用于将第一图像的图像数据以第一顺序载入到所述统一存储器空间中;以及

图像处理单元,用于以第二顺序来处理所述统一存储器空间中的所述第一图像的图像数据;

其中,所述图像预处理单元被配置成将第二图像的图像数据载入到所述统一存储器空间中,以及在所述图像处理单元完成所述第一图像的图像数据的处理之前利用所述第二图像的图像数据来至少重写所述统一存储器空间中的所述第一图像的一部分;

其中所述第一和第二图像中的每个都包括多条图像线,以及所述第一图像的图像线根据预定的存储器分配算法与所述第二图像的图像线不同地分布在所述统一存储器空间中。

14. 根据权利要求 13 所述的数字图像处理器,其中在所述数字图像处理器的操作期间的任何时刻,存储在所述统一存储器空间中的图像数据的最大量小于与所述第一和第二图像关联的图像数据的总量。

15. 根据权利要求 13 所述的数字图像处理器,其中所述图像预处理单元被配置成根据第一图像线至存储器位置映射载入所述统一存储器空间中的所述第一图像的线,以及根据与所述第一图像线至存储器位置映射不同的第二图像线至存储器位置映射载入所述统一存储器空间中的所述第二图像的线。

16. 根据权利要求 13 所述的数字图像处理器,其中所述统一存储器空间包括至少第一和第二存储器缓冲器,并且将所述图像序列中的图像的图像线载入所述第一存储器缓冲器以用于进行处理以及将所述图像序列中的所述图像的已处理图像线存储在所述第二存储器缓冲器中。

17. 一种数字照相机,包括:

图像传感器;用于捕获原始图像;

非易失性存储设备,用于存储数字照相机输出格式的已处理图像;以及

数字图像处理器,用于将所述原始图像处理并转换成所述数字照相机输出格式的已处理图像;

所述图像处理器进一步包括:

一个或更多存储器设备,容纳统一存储器空间;

图像预处理单元,用于以第一顺序将第一图像的图像数据载入到所述统一存储器空间中;以及

图像处理单元,用于以第二顺序来处理所述统一存储器空间中的所述第一图像的图像数据;

其中,所述图像预处理单元被配置成将第二图像的图像数据载入到所述统一存储器空间中,以及在所述图像处理单元完成所述第一图像的图像数据的处理之前利用所述第二图像的图像数据来至少重写所述统一存储器空间中所述第一图像的一部分;

其中所述第一和第二图像中的每个都包括多条图像线,以及所述第一图像的图像线根据预定的存储器分配算法与所述第二图像的图像线不同地分布在所述统一存储器空间中。

18. 根据权利要求 17 所述的数字照相机,其中在所述数字图像处理器的操作期间的任何时刻,存储在所述统一存储器空间中的图像数据的最大量小于与所述第一和第二图像关联的图像数据的总量。

## 在连续的图像获取之间具有降低的延迟的数字静态照相机 结构

### 技术领域

[0001] 本发明通常涉及数字照相机,并且更具体地涉及具有改善性能的数字照相机结构。

### 背景技术

[0002] 数字照相机是深受喜爱的消费者电子设备。与传统的照相机不同,数字照相机使用称作“图像传感器”的电子设备来捕获图像。然后对图像传感器捕获的图像进行数字化,并将其载入到存储器设备中。数字照相机对存储器设备中的数字图像应用各种图像处理技术,诸如噪声抑制、色彩补偿等。最后,处理过的图像被压缩成具有特定格式的文件,并被存储在非易失性存储设备中以供诸如个人计算机(PC)、个人数字助理(PDA)或者打印机之类的其他电子设备随后使用。

[0003] 用于评价数字照相机性能的参数是两次拍摄的时间间隔(click-to-click time)。该两次拍摄的时间间隔测量了两次连续按压数字照相机的快门按钮之间必须经过的最小时间量。两次拍摄的时间间隔越短,在固定的周期内照相机能够拍摄的图片越多。具有短的两次拍摄的时间间隔的数字照相机可以模仿高端电动胶片照相机的操作来快速连续地拍摄一系列图片。影响数字照相机的两次拍摄的时间间隔的因素包括存储器的大小和对照相机的图像传感器所捕获的图像执行的各种图像数据处理过程的速度。本发明的一个目的是提供一种两次拍摄的时间间隔减小并因此性能得到改善的数字照相机。

### 发明内容

[0004] 提供了一种数字照相机,所述数字照相机通过以第一顺序将图像序列中的第一图像的部分载入到数字照相机的统一存储器空间并以第二顺序对这些部分进行处理来获取第一图像。在第一图像被完全处理之前,数字照相机开始获取第二图像并利用第二图像的图像数据来至少重写统一存储器空间中第一图像的已处理部分。

[0005] 在一些实施例中,数字照相机利用图像传感器捕获第一图像和第二图像。所述第一和第二图像的图像数据存储于数字照相机内统一存储器空间中。特别地,数字照相机在其完成第一图像的处理之前,将第二图像的图像数据存储于所述统一存储空间中。因此,第二图像的图像数据至少部分地重写了所述统一存储器空间中的第一图像的图像数据。

[0006] 在一些实施例中,数字照相机利用图像传感器来获取第一图像,从图像传感器中将第一图像的图像数据读取到数字照相机内的存储器中,并将第一图像的图像数据转换成数字照相机的输出格式。在对第一图像操作的同时,数字照相机同时开始利用图像传感器来获取第二图像。结果,两次拍摄的时间间隔小于用以从图像传感器中读出图像的图像数据的读取时间间隔和将图像的图像数据转换成数字照相机输出格式的转换时间间隔之和。在数字照相机操作期间的任何时刻,存储在存储器中的最大图像数据量小于与第一和第二图像相关联的图像数据的总量。

## 附图说明

- [0007] 图 1A 示出了现有技术的数字照相机的操作的数据流图表。
- [0008] 图 1B 示出了现有技术的数字照相机的操作的时线 (timeline) 图。
- [0009] 图 1C 示出了通过现有技术的数字照相机进行的与图像的捕获相关联的两个不同顺序的方框图。
- [0010] 图 2A 示出了根据本发明第一实施例的数字照相机的数据流图表。
- [0011] 图 2B 示出了根据本发明第一实施例的数字照相机中存储器的空间分配图。
- [0012] 图 2C 示出了根据本发明第一实施例的数字照相机的时线图。
- [0013] 图 2D 示出了根据本发明第一实施例的数字照相机的存储器使用快照图。
- [0014] 图 3A 示出了根据本发明第二实施例的数字照相机的数据流图表。
- [0015] 图 3B 示出了根据本发明第二实施例的数字照相机中存储器的空间分配图。
- [0016] 图 3C 示出了根据本发明第二实施例的数字照相机的时线图；
- [0017] 图 3D 示出了根据本发明第二实施例的数字照相机的存储器使用快照图。
- [0018] 图 4A 和 4B 提供了根据本发明的一些实施例使得数字照相机中的不同部件并行操作的预定存储器分配算法的实例。
- [0019] 图 5 为本发明替代实施例的方框图。
- [0020] 在整个附图的若干视图中, 类似的附图标记指示了相应的部分。

## 具体实施方式

[0021] 图 1A 示出了现有技术数字照相机的操作的数据流图表。当用户按压快门按钮时, 光通过照相机的镜头进入, 并到达图像传感器 110。在完成曝光时间后, 在图像传感器 110 中形成了原始图像。在图像传感器 110 中形成的原始图像通常在 RGB 色域。随后的图像处理过程需要将图像从 RGB 色域转换到 YUV 色域。通常对 YUV 图像数据执行图像处理和压缩操作, 这要求将来自图像传感器的 RGB 图像数据转换成 YUV 图像数据。

[0022] 图像预处理单元 IPP 120 从图像传感器 110 读出原始图像数据, 并将该数据存储在图像数据缓冲器 140 中。在一些实施例中, 容纳统一存储器空间的存储器 130 (包括图像数据缓冲器 140 和 JPEG 缓冲器 150) 是单一的电子设备 (例如 32MB 的 DRAM)。在一些其他实施例中, 存储器 130 包括多个设备。在任一情况下, 存储器 130 都可以被当作是统一存储器空间。正如将在下面更加详细描述的那样, 统一存储器空间还用来实现数字照相机内的其他缓冲器, 诸如一个或更多 YUV 缓冲器和 JPEG 缓冲器。

[0023] 在将原始图像数据全部存储在图像数据缓冲器 140 之后, 图像处理单元 IPU 160 开始应用一系列的处理过程, 以将原始图像数据转换成适合于存储和显示的数字照相机输出格式。对于数字照相机设计的技术人员而言, 这些处理过程都是非常公知的。为了示例的目的, 下面的讨论局限于将图像数据从 RGB 色域转换到 YUV 色域的过程。然而本领域技术人员应当理解, 本发明不依赖于数据照相机所实现的特定图像处理过程。数字照相机输出格式是存储在与数字照相机关联的非易失性存储设备中的已处理数字图像的数据格式。一个示例性的数字照相机输出格式是 JPEG 图像标准。然而, 还可以使用包括私有格式在内的其他图像格式。非易失性存储设备可以采用 Flash ROM、光、磁、或者其他任何类型的数字

存储介质。非易失性存储设备可以是可移动存储器设备,诸如存储器卡或者记忆棒,或者可以是数字照相机的集成部分。

[0024] 理想地,大图像数据缓冲器能够实现更好的数字照相机的性能。然而,对于图像数据缓冲器 140 的大小存在有实际的限制。举例来讲,如果通过图像传感器生成的图像具有 8M 像素,且每个像素对应于两个字节,则图像数据缓冲器的大小至少为 16MB。在除去为其其他用途而保留的存储器空间之后,32MB DRAM 中的剩余的空闲空间仅仅可以容纳一个图像。尽管通过使用更大容量(例如,64MB DRAM)的存储器设备来解决该空间限制在技术上也是可能的,但是这种存储器设备的高成本仍使它在经济上毫无吸引力。因此,YUV 色域中的已处理图像必须通过重写 RGB 色域中的原始图像而存储在图像缓冲器中。正如结合图 1B 将在下面而会很清楚的那样,该要求对于两次拍摄的时间间隔的降低设置了重大的难题。

[0025] 对图像进行了处理之后,数字照相机通常使用图像压缩单元 CMP(有时称为压缩处理器)170 来对已处理的图像进行压缩,以降低其在诸如快闪存储器卡之类的非易失性存储设备 190 上的大小。在相关领域中有许多公知的图像压缩技术。这些技术可以显著地减小数字图像的大小而几乎没有图像质量损失。为了进行说明的目的,下面的讨论将使用 JPEG 方案。然而,本领域技术人员应当理解,本发明不依赖于任何特定的数据压缩技术。

[0026] 为了压缩图像,CMP 170 从图像数据缓冲器 140 中取回已处理的图像,将其转换成 JPEG- 格式文件,并将该文件存储在 JPEG 缓冲器 150 中。一些数字照相机具有固定的图像压缩比(例如 4 : 1),因此 JPEG 缓冲器的大小是个固定值。但是一些其他数字照相机允许用户对于不同的图像选择不同的压缩比。在这种情况下,JPEG 缓冲器的大小是一个取决于用户所选的压缩比的动态值。

[0027] 最后,JPEG- 格式文件形式的压缩图像通过接口 180 被存储在存储设备 190 中。随后,数字照相机可以连接至诸如 PC 之类的另一设备,然后可以将 JPEG- 格式文件从数字照相机传送到该设备。

[0028] 图 1B 是从不同观点示出了现有技术数字照相机的操作的时线图。IPP 120 从图像传感器 110 获取了一系列的原始图像,然后将它们逐一载入到图像数据缓冲器中。注意:这两个图像 N 和 N+1 不必是图像传感器捕获的两个连续图像。相反,图像 N 和 N+1 代表将由 IPU 160 连续处理的两个图像。用于获取图像 N 和 N+1 的图像获取间隔的开始时刻之间的时间间隔被定义为数字照相机的两次拍摄的时间间隔。用于图像获取的时间间隔可以进一步分成用于图像曝光的时间间隔,其后是用于从图像传感器至图像数据缓冲器的图像读出的时间间隔。

[0029] 如图 1B 所示,在图像 N 被完全载入到图像数据缓冲器中之后,IPU 160 开始处理图像 N。IPU 160 将原始图像从 RGB 色域转换到 YUV 色域。由于图像数据缓冲器并没有足够的空间来同时容纳原始图像和已处理图像两者,因此已处理的图像占据了常由原始图像占据的相同空间(或者相同空间中的至少一些)。

[0030] 接着,CMP 170 开始逐个部分地压缩新图像 N,并将每个压缩过的部分移至 JPEG 缓冲器中。在图像压缩的末尾,在数字照相机中同时存在有图像 N 的两个复本,一个是图像数据缓冲器中的未压缩复本,一个是 JPEG 缓冲器中的已压缩复本。仅在完成了图像压缩之后,才允许用户再次按压数字照相机的快门按钮来获取图像 N+1。换言之,现有技术数字照相机的两次拍摄的时间间隔近似为获取图像 N 的时间间隔、处理图像 N 的时间间隔和压缩

图像 N 的时间间隔之和。

[0031] 图像传感器捕获的图像可以包括上百甚至上千条图像线。为了说明的目的,图 1C 中示出的原始图像仅仅具有八条图像线,线 0-7。八条图像线通常分成两个域,例如对应于一个域的四条偶数线以及对应于另一域的四条奇数线。尽管,存在有设计成以渐进顺序来读取原始图像线的图像传感器,但是现今可得到的许多图像传感器仍然设计成以交错顺序来读取原始图像线。换言之,偶数图像线 0、2、4 和 6 首先被分别读出并载入到图像数据缓冲器中的线 0、2、4 和 6,然后奇数图像线 1、3、5 和 7 被分别读出并载入到图像数据缓冲器中的线 1、3、5 和 7。结果,原始图像的八条图像线以物理上渐进的顺序存储在图像数据缓冲器中。这种布置的益处在于,它使得随后的图像处理和图像压缩过程更加容易,这是因为这些过程中有许多过程需要以渐进的顺序进行。

[0032] 图像传感器不是理想的存储设备。一旦原始图像由图像传感器捕获,就必须在预定的时间周期内将其载入到图像数据缓冲器中,以避免丢失信息。如果数字照相机具有可以同时容纳两个或更多原始图像的多图像数据缓冲器,则处理原始图像并将原始图像转换成数字照相机输出格式的操作可以与捕获原始图像并从图像传感器中读出原始图像的操作去耦。在这种情况下,可以在仍正在处理先前捕获的图像的同时,将随后获取的原始图像存储在相同的图像数据缓冲器中。正如上面所述,这个多图像数据缓冲器会显著增加数字照相机的成本。这就是为什么许多数字照相机包括仅仅能够容纳单个原始图像的图像数据缓冲器并因此呈现出长的两次拍摄的时间间隔的原因。

[0033] 再次参考图 1C,现有技术数字照相机的限制可以归因于原始图像的图像线最好以物理渐进的顺序存储在图像缓冲器中的不必要假设。现实中,图像线以时间交错的顺序载入到图像数据缓冲器中,而图像数据缓冲器中的图像线以物理渐进的顺序进行处理(即,图像线在图像缓冲器中以与它们将被处理的顺序相同的顺序物理排序)。因此,在图像 N+1 的第一奇数线(线 1)的分配之前,图像 N+1 的所有偶数线(0、2、4 和 6)必须已经分配到它们在图像数据缓冲器中相应的位置。然而,在图像缓冲器中的图像 N 的最后一条偶数线已经被处理并转换成数字照相机输出格式并因此可被重写之前,在图像缓冲器中没有用于图像 N+1 的最后一条偶数图像线的空间。结果,在用户可以拍摄下张图片之前,他或她必须等待直到完全处理和压缩了图像数据缓冲器中的图像 N 的所有图像线。正如将会在下面说明的那样,如果图像处理单元知道在图像数据缓冲器中到何处以渐进的顺序来找到原始图像的图像线,而不要求以物理渐进的顺序来存储图像线,那么相应的数字照相机的两次拍摄的时间间隔可以得以降低。

[0034] 图 2A-图 2D 示出了根据本发明的第一实施例的数字照相机的操作。具体来讲,图 2A 描述了数字照相机的数据流图表。当与图 1 中的数据流进行比较时,一个显著区别在于图像数据缓冲器 140 被分成两个部分,原始数据缓冲器 240 和 YUV 缓冲器 242。IPP 220 从图像传感器 210 中读出原始图像,并以交错的顺序逐域、逐线地将其载入到原始数据缓冲器 240 中。与图 1A 不同,原始图像线不必以物理渐进顺序存储在原始数据缓冲器中。相反,每个原始图像线根据预定的存储器分配算法被存储在原始数据缓冲器中的特定位置处。相同算法还由 IPU 260 来执行,以使得 IPU 260 知道在原始数据缓冲器 240 中到何处找到原始图像的线以及以逻辑渐进的顺序对它们进行处理(即,从图像的第一图像线至最后图像线,而不管那些图像线在原始数据缓冲器 240 中的物理存储位置)。



[0035] 另外,与其中已处理的图像重写原始图像的现有技术数字照相机不同,根据第一实施例的数字照相机将已处理的图像存储在 YUV 缓冲器 242 中。CMP 270 从 YUV 缓冲器 242 中取回已处理的图像,将其压缩成 JPEG 格式文件并将该文件存储在 JPEG 缓冲器 250 中。注意,YUV 缓冲器是存储器 230 中的动态对象。其位置和大小依赖于存储器 230 的总容量、原始数据缓冲器 240 的大小(其是图像传感器的图像大小的函数)以及 JPEG 缓冲器的大小(其是图像压缩比的函数)。为了说明的目的,随后的讨论假设存储器 230 是 32MBDRAM,图像传感器的图像大小为 7M 像素,并且每个像素对应于 2 个字节。因此原始图像的大小大约为 14MB。

[0036] 图 2B 是适合于在图像压缩比为 2 : 1 时使用的 32MB DRAM 的实例性空间分配图。具体来讲,大约 4MB 的存储器空间保留用于容纳各种类型的软件 260,包括但并不局限于图像处理程序。原始数据缓冲器 240 大约是 14MB 以容纳一个原始图像。由于图像压缩比是 2 : 1,因此 JPEG 缓冲器大约为 7MB。在一些实施例中,为了得到更优的性能,7MB 存储器空间被分割成两半,A 和 B,每半具有约为 3.5MB 的存储器空间。DRAM 中剩余的空闲空间大约为 7MB,这 7MB 被分成两个 YUV 缓冲器 A 和 B,每个具有约为 3.5MB 的存储空间

[0037] 图 2C 示出了根据本发明第一实施例的数字照相机中不同的部件如何并行操作的时线图。IPU 260 在将图像 N 全部载入到原始数据缓冲器之后不久便开始处理图像 N。类似地,已压缩的图像在被完全载入到 JPEG 缓冲器之后不久便通过接口 280 被传输至存储设备。然而,在图 2C 中示出的数字照相机与图 1B 中示出的现有技术的数字照相机之间存在若干重要的区别。

[0038] 值得注意的是,图 2C 描述的是:在获取图像 N+1 之前,图像传感器不需要一直等到图像 N 由 CMP 270 全部压缩。针对该情况,甚至不必要等待图像 N 由 IPU 260 全部处理。两个时间延迟 243 和 245 指示了在 IPU 260 开始处理图像 N 之后并且甚至在 CMP 270 开始压缩图像 N 之前图像传感器就立刻开始获取图像 N+1。时间延迟 243 代表了从图像传感器中读出图像的结束与下一图像获取操作的开始之间的间隔。时间延迟 245 代表了从图像传感器中读出图像的结束与图像压缩的开始之间的图像处理间隔部分。结果,图 2C 示出的两次拍摄的时间间隔显著短于获取图像 N 的时间间隔、处理图像 N 的时间间隔和压缩图像 N 的时间间隔之和。在一些实施例中,时间延迟 243 非常短,并且两次拍摄的时间间隔不长于获取图像 N 的时间间隔的 105%。在其他实施例中,两次拍摄的时间间隔不长于获取图像 N 的时间间隔的 110%,并且在又一些其他实施例中,两次拍摄的时间间隔不长于获取图像 N 的时间间隔的 120%。因此,图 2C 中示出的数字照相机与图 1B 中示出的数字照相机相比已经改善了两次拍摄的时间间隔性能。

[0039] 为何由图像传感器进行的图像 N+1 的获取不必等待图像 N 的完全处理至少存在两个理由。首先,根据本发明第一实施例的数字照相机并不要求原始图像的图像线以物理渐进的方式存储在原始数据缓冲器中。正如将在下面结合图 4A 所示出的那样,不同原始图像中的相同图像线可以存储在原始数据缓冲器中的不同的线(即存储位置)。其次,已处理的图像线不再存储在原始数据缓冲器中,而是存储在独立的 YUV 缓冲器中。在将原始数据缓冲器中的 RGB 格式图像线转换成 YUV 缓冲器中的 YUV 格式的图像线之后,IPU 260 立即释放由 RGB 格式图像线占用的空间,以便 IPP 220 载入与图像 N+1 相关联的下一输入图像线。同时,IPU 260 知晓原始数据缓冲器中的原始图像线的空间顺序,因此它知道如何取回原始

图像线和以逻辑渐进的方式对它们进行处理。图 2C 还建议 CMP 270 可以在 IPU 260 完成处理图像 N 之前开始压缩图像 N。更具体地,在任何时候 YUV 缓冲器中有足够数量的已处理图像线时,CMP 270 就开始压缩图像。

[0040] 图 2D 是根据本发明第一实施例的数字照相机中的存储器使用的概念图或快照 295。注意,原始图像 N 的图像线占据了原始数据缓冲器 240 中的某些存储器空间,原始图像 N+1 的图像线占据了原始数据缓冲器 240 中另外的存储器空间。原始图像 N 和原始图像 N+1 都没有占据原始数据缓冲器中的连续区域。由于原始数据缓冲器 240 的容量并不足以容纳两个完整的图像,因此原始数据缓冲器 240 中的图像线仅构成原始图像 N 和 N+1 的各自部分。为了与原始图像 N 共存,原始图像 N+1 的图像线必须重写原始图像 N 的一些已被处理的图像线。因此,在数字照相机操作期间的任何时刻,存储在原始数据缓冲器 240 中的图像数据的最大量不大于来自图像传感器中与原始图像 N 相关联的图像数据的量 (A) 和来自图像传感器中与原始图像 N+1 相关联的图像数据的量 (B) 之中的较大者。

[0041] IPP 220 根据预定的存储器分配算法将图像 N+1 的交错图像线载入到原始数据缓冲器的特定区域中。同时,IPU 260 根据相同的算法以逻辑渐进的顺序从原始数据缓冲器中取回图像 N 的图像线,然后将图像 N 的已处理的图像线传送至 YUV 缓冲器 B,并且 CMP 270 对 YUV 缓冲器 A 中图像 N 的已处理的图像线进行压缩,并将压缩的版本存储在 JPEG 缓冲器中。

[0042] 如上所述,有多个因素影响 YUV 缓冲器在存储器中的存在及其确切大小。如果图像传感器的图像大小太大或者图像压缩比太小,数字照相机中的存储器可能没有留给 YUV 缓冲器任何空闲空间。如上所述,单独的 YUV 缓冲器仅仅是根据本发明的第一实施例用于数字照相机的改善性能的原因之一。即使在存储器中没有单独的 YUV 缓冲器,仍然可能降低数字照相机的两次拍摄的时间间隔。图 3A- 图 3C 示出了根据本发明第二实施例的这种数字照相机的操作。

[0043] 假定存储器 330 仍是 32MB 的 DRAM,图像传感器的图像大小仍是 7M 像素,由于每个像素对应于 2 个字节因此图像大小为 14MB。但是图像压缩比现在为 1 : 1。换句话说,为了实现最佳的分辨率,根据该实施例没有对已处理的图像进行压缩。因此,在存储器 330 中没有用于单独 YUV 缓冲器的空闲空间。YUV 缓冲器和原始数据缓冲器被合并为存储器 330 中的一个缓冲器 340 (图 3A 和图 3B)。结果,在该实施例中的 IPU 360 被配置成在由 IPU 360 产生了 YUV 数据时,利用 YUV 数据来重写原始图像数据。

[0044] 从一个方面来讲该配置与图 1A 所示的现有技术数字照相机类似,即在获取下一图像之前图像传感器必须等待已处理图像至少部分被移至 JPEG 缓冲器中。这是因为,已处理的图像线将存储在缓冲器 340 中的相同位置,即相应的原始图像线先前所占用的位置。然而,正如将在下面结合图 3C 和图 3D 所展示的那样,在图像传感器获取下一图像之前,它不必等待图像 N 完全被移至 JPEG 缓冲器中。因此,根据本发明第二实施例的数字照相机的两次拍摄的时间间隔也小于获取图像 N 的时间间隔、处理图像 N 的时间间隔和压缩图像 N 的时间间隔之和。

[0045] 如图 3C 所示,从开始处理图像 N 和开始压缩图像 N 有一个时间延迟 345。该时间延迟对于 IPU 360 是必要的,以在缓冲器 340 中累积足够数目的已处理图像线使得能够进行 CMP 370 的操作。同样,在开始压缩图像 N 和开始获取图像 N+1 之间有时间延迟 343。该

时间延迟对于 CMP 370 是必要的,以便在缓冲器 340 中有足够用于图像传感器的空间来开始载入下一图像 N+1 之前压缩足够数目的图像线并将其移至 JPEG 缓冲器中。在开始下一图像的载入前必须压缩的图像线的数量可以通过正在使用的压缩方法学来确定(例如,压缩单元 CMP 370 可以一次压缩一片 8、16 或 32 条像素数据线),并且该组像素线可以称作一片或者一块像素线。在一些实施例中,时间延迟 343 和 345 非常短,并且两次拍摄的时间间隔不长于获取图像 N 的时间间隔的 115%。

[0046] 图 3D 示出的快照 395 提供了根据本发明第二实施例的数字照相机的操作的更加直观性的说明。注意,在缓冲器 340 中存在三种类型的图像数据。原始图像 N+1,原始图像 N 以及已处理的图像 N(图 3D 中指示为“YUV N”)。在 IPU 360 连续处理原始图像 N 的图像线并将其从 RGB 色域转换到 YUV 色域的同时,CMP 370 将先前已处理的图像 N 的 YUV 格式图像线从缓冲器 340 传送到 JPEG 缓冲器。与此同时,IPP 320 将原始图像 N+1 的图像线载入缓冲器 340 中,以重写已经从缓冲器 340 中导出的一些先前已处理的图像 N 的图像线。三个组件 IPP 320、IPU 360 和 CMP 370 可以彼此并行操作的原因在于,它们都遵守预定的存储器分配算法,使得它们知道在缓冲器 340 中到何处取回和/或重写下面的图像线。数字照相机中这些不同的部件以预定的方式得以协调以优化缓冲器 340 的使用。

[0047] 如上所述,IPP 320 从图像传感器中读取原始图像,并将其以交错的顺序载入到原始数据缓冲器中,并且 IPU 360 对原始图像线进行处理,并以逻辑渐进的顺序将其从 RGB 色域转换到 YUV 色域。为了降低数字照相机的两次拍摄的时间间隔,IPP 320 和 IPU 360 需要遵守相同的预定存储器分配算法,以使得 IPP 320 知晓在原始数据缓冲器中下一个空闲缓冲器线位于何处,并使得 IPU 360 知道到何处取回待处理的下一原始图像线。

[0048] 图 4A 和图 4B 结合示出了根据本发明的一些实施例的使图像预处理单元和图像处理单元能够并行操作的示例性存储器分配算法,在该特定情况下,假定在数字照相机中存在有独立的 YUV 缓冲器和原始数据缓冲器。出于说明的目的,进一步假定,通过图像传感器捕获的每个原始图像仅仅有 8 条图像线,并且 8 条图像线被分成两个域:偶数域(包括线 0、2、4 和 6)和奇数域(包括线 1、3、5 和 7)。

[0049] 根据该算法,假定原始数据缓冲器中的一个特定缓冲器线目前容纳原始图像 N 的图像线  $L_N$ ,则原始数据缓冲器中由相同缓冲器线先前所容纳的原始图像 N-1 的图像线  $L_{N-1}$  定义如下:

[0050]  $L_{N-1} = (L_N \% \text{Field\_Num}) * \text{Field\_Size} + L_N / \text{Field\_Num}$ ,

[0051] 其中

- [0052] • Field\_Num 对应于原始图像具有的域的数目;
  - [0053] • Field\_Size 对应于每个域具有的线的数目;
  - [0054] • % 代表取模函数;以及
  - [0055] • 除法操作是其中舍弃了商中的任何小数部分的整数除法
- [0056] 操作,例如  $7/2 = 3$ 。

[0057] 在图 4A 和图 4B 示出的示例中,参数 Field\_Num 等于二 (2),并且参数 Field\_Size 等于四 (4)。因此,前述的公式被简化为

[0058]  $L_{N-1} = (L_N \% 2) * 4 + L_N / 2$ .

[0059] 基于该公式,对于 IPP 可以直截了当地确定到何处以时间交错的顺序来存储刚刚

到达原始数据缓冲器的新原始图像,对于 IPU 可以直截了当地确定如何以逻辑渐进的顺序来处理原始数据缓冲器中现有的原始图像。为了方便起见,下面的表 1 根据该公式列出了四个连续捕获的原始图像在原始数据缓冲器中的物理顺序。注意,原始图像 N+3 的物理顺序与原始图像 N 的物理顺序相同。这暗示了原始图像的物理顺序可以周期性地改变并且该特定实例的周期是三 (3)。此外,应当注意,图像线 2 与前面图像中的图像线 1 占用了相同缓冲器线隙 (buffer line slot),图像线 4 与前面图像中的图像线 2 占用了相同的缓冲器线隙,等等。可以将该模式描述为正根据先前图像中图像线的逻辑顺序存储在缓冲器线中的当前图像中的图像线的时间序列。从另一观点来看,三个连续图像序列中的每个图像与该序列中的其他图像相比,具有不同的图像线至存储器位置的映射。另外,在使用具有三个或更多单独从图像传感器读出到原始数据缓冲器的域的图像传感器的数字照相机中,对于连续图像序列的不同图像线至存储器位置的映射的数目为 F+1,其中 F 代表域的数目。

[0060]

|        | 原始图像 N | 原始图像 N+1 | 原始图像 N+2 | 原始图像  |
|--------|--------|----------|----------|-------|
| 缓冲器线 0 | 图像线 0  | 图像线 0    | 图像线 0    | 图像线 0 |
| 缓冲器线 1 | 图像线 1  | 图像线 2    | 图像线 4    | 图像线 1 |
| 缓冲器线 2 | 图像线 2  | 图像线 4    | 图像线 1    | 图像线 2 |
| 缓冲器线 3 | 图像线 3  | 图像线 6    | 图像线 5    | 图像线 3 |
| 缓冲器线 4 | 图像线 4  | 图像线 1    | 图像线 2    | 图像线 4 |
| 缓冲器线 5 | 图像线 5  | 图像线 3    | 图像线 6    | 图像线 5 |
| 缓冲器线 6 | 图像线 6  | 图像线 5    | 图像线 3    | 图像线 6 |
| 缓冲器线 7 | 图像线 7  | 图像线 7    | 图像线 7    | 图像线 7 |

[0061] 表 1- 四个连续捕获的原始图像的物理顺序

[0062] 图 4A 进一步说明了 IPP 220 和 IPU 260 (图 2A) 如何与原始数据缓冲器并行交互。例如,IPP 220 首先将原始图像 1 的八条交错的图像线载入到原始数据缓冲器中。原始数据缓冲器中的八条线的物理顺序通过图 4B 中的框图 A 来示出。接着,IPU 260 开始以渐进的顺序来处理原始数据缓冲器中的八条图像线。在 IPU 260 处理特定数目的图像线 (例如,二个) 并将其传送到独立的 YUV 缓冲器之后,IPP 220 开始将原始图像 2 载入到原始数据缓冲器中。此时,原始数据缓冲器中仅仅有缓冲器线 0 和缓冲器线 1 准备好接受新的图像线。结果,将最开始两条图像线 0 和 2 分别存储在原始数据缓冲器的缓冲器线 0 和 1 中。

[0063] 在 IPU 260 完成了对原始图像 1 的最后的图像线 7 的处理后,IPP260 继续将原始图像 2 的八条图像线中的剩余图像线载入到原始数据缓冲器中。原始数据缓冲器中的原始图像 2 的八条线的完整物理顺序通过图 4B 中的框图 B 来示出。注意,即使两个连续获得的

图像既以时间交错的顺序到达原始数据缓冲器又以逻辑渐进的顺序离开所述缓冲器,但它们在原始数据缓冲器中也具有不同的物理顺序。

[0064] 对于相关领域技术人员显而易见的是,出于说明的目的对于前述的存储器分配算法进行了简化。图像传感器捕获的现实图像可以具有数百条甚至数千条图像线,并且每个图像线可以包括比两个域更多的域。然而,本发明的原理,即优化存储器空间的使用,如结合 4A 和 4B 所述说明的那样,仍然可以应用而无需任何本质的调整。

[0065] 前述实施例共享的特征是,数字照相机中的存储器被划分成若干区域,每个区域保留用于特定的任务。在第一实施例中,第一区域是原始数据缓冲器,单独负责用于存储原始图像数据,第二区域是 YUV 缓冲器,单独负责用于容纳已处理的图像数据,第三区域是 JPEG 缓冲器,单独负责用于高速缓存已压缩的图像数据。与该划分方案相关联的不利之处是,即使一个区域内的存储器空间当前并未用于其预定的任务,但它也不能用于不同的任务。在一定的程度上,该问题类似于与现有技术数字照相机相关联的问题。因此,对于该问题的解决方案可以进一步改善数字照相机的性能。

[0066] 图 5 示出本发明的这种替代实施例。根据该实施例,数字照相机中的存储器(例如,32MB DRAM)被看作是物理存储器空间。该物理存储器空间中的固定区域(大约 4MB)保留用于存储软件。该物理存储器空间中的剩余部分被分成许多小存储器页面。页面大小的选择实质上是两个竞争的利益之间的折衷。一方面,页面大小越小,存储器利用的效率越高。另一方面,页面大小越小,需要管理的存储器页面也越多,并且系统管理的开销也越高。在一些实施例中,页面大小为 8KB。每个存储器页面并不具有固定的责任。在一个时刻,可以用页面来存储原始图像的一部分,在另一时刻可以用它来存储已压缩 JPEG 文件的一部分。

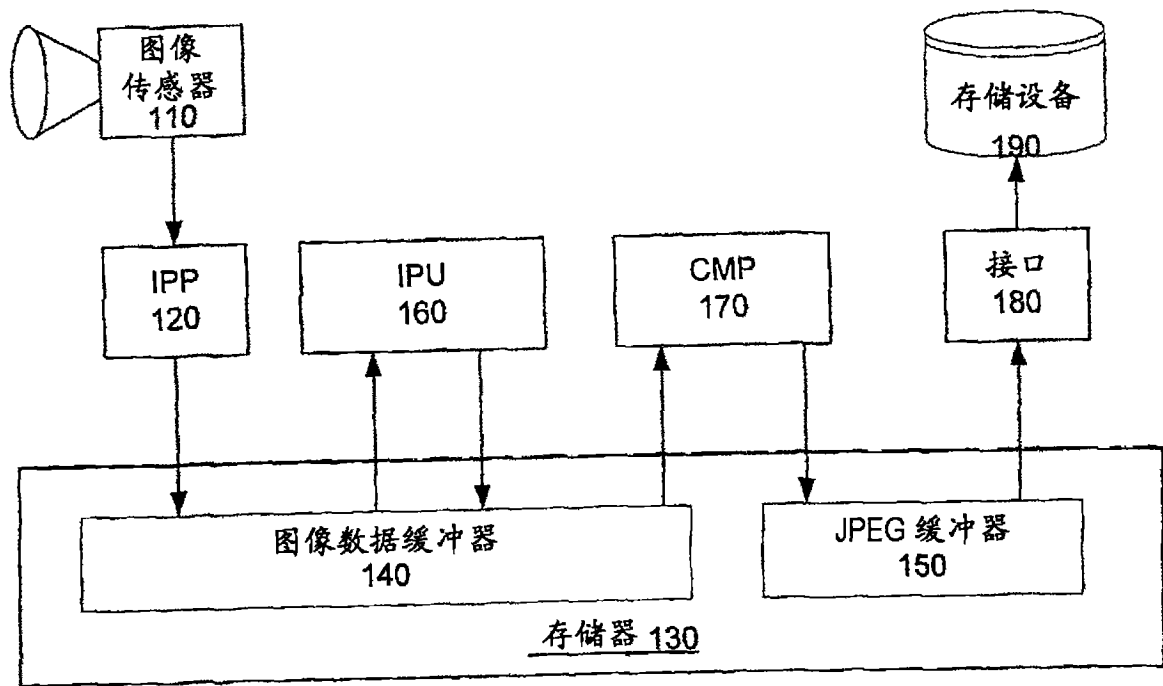
[0067] 除了静态物理存储器空间之外,还存在很大的动态虚拟存储器空间。虚拟存储器空间通常大于物理存储器空间。例如,虚拟存储器空间至少包括原始数据缓冲器(约 16MB)、YUV 缓冲器(约 16MB)、JPEG 读缓冲器和 JPEG 写缓冲器等。有一个页面表或者位图等来将虚拟空间中的每个位置链接或者映射到物理存储器空间中的特定存储器页面。注意两个空间之间的链接是动态的。在数字照相机操作期间,虚拟空间中的不同位置在不同时刻可以占用物理空间中的相同的存储器页面。数字照相机的一个或更多处理器使用虚拟存储器地址来执行其操作,这些存储器地址然后通过页面表被转换成物理地址以用于访问处理器将要使用的数据。当处理器试图使用当前并未映射到物理存储器位置的虚拟存储器地址从而导致了存储器故障时,存储器分配器识别存储器中可用的物理页面,并将其分配给与导致存储器故障的虚拟存储器地址相关联的虚拟存储器页面,并相应地更新页面表。然后恢复处理器的操作。

[0068] 根据该实施例,数字照相机的部件,诸如 IPP 202、IPU 206 和 CMP 270 等,与虚拟存储器空间中的缓冲器进行交互,而不与物理存储器空间进行交互。每个缓冲器然后被映射到在物理存储器空间中的唯一存储器页面组。更具体地,当前使用的页面表的入口可以存储在数字照相机的处理器内页面表高速缓存中,其有时也称作转换旁视缓冲器(TLB)。TLB 中的页面表入口将虚拟存储器页面映射到物理存储器空间的物理页面(有时也称作物理页面帧)。作为虚拟存储器页面至物理存储器页面的动态分配的结果,即使两个图像缓冲器每个都占用了虚拟存储器空间的完全独立的区域,但与两个图像缓冲器关联的存储器页

面可以以混合的方式分布在不同的物理存储器空间中。

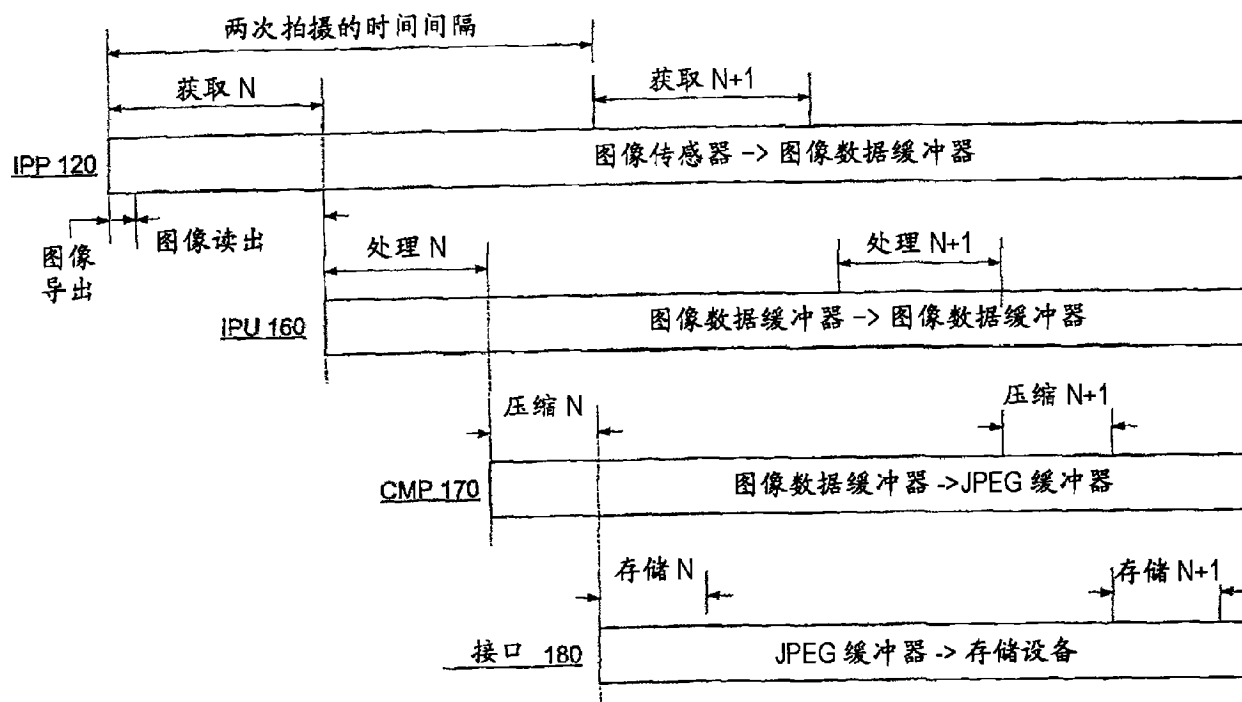
[0069] 与其中例如 IPP 220 或者 IPU 260 的单个部件需要知道图像在原始数据缓冲器中的物理顺序的前述实施例不同, 仅仅存储器分配器需要知道物理顺序。例如, 在任何时刻部件完成操作并释放虚拟空间中的特定缓冲器的一部分时, 存储器分配器相应地更新页面表以允许其他部件来要求物理存储器空间中新释放的存储器页面。类似地, 在任何时刻部件请求特定量的空闲空间时, 存储器分配器扫描页面表, 并在物理空间中保留预确定数量的空闲存储器页面。偶尔, 如果存储器分配器没有找到用于特定操作的足够的空闲空间, 则操作将中断直到可以有所需量的存储器空间可用。根据该实施例, 数字照相机中的每个部件以最优的模式操作。总体上, 与现有技术的数字照相机相比, 该数字照相机可以实现更好的性能。

[0070] 出于说明的目的, 已经参考特定的实施例对前述说明进行了描述。然而, 上述说明性的讨论并不是穷举性的, 也不是要将本发明限制于公开的确切形式。根据上述教导, 可能进行许多变型和更改。



现有技术

图 1A



现有技术

图 1B



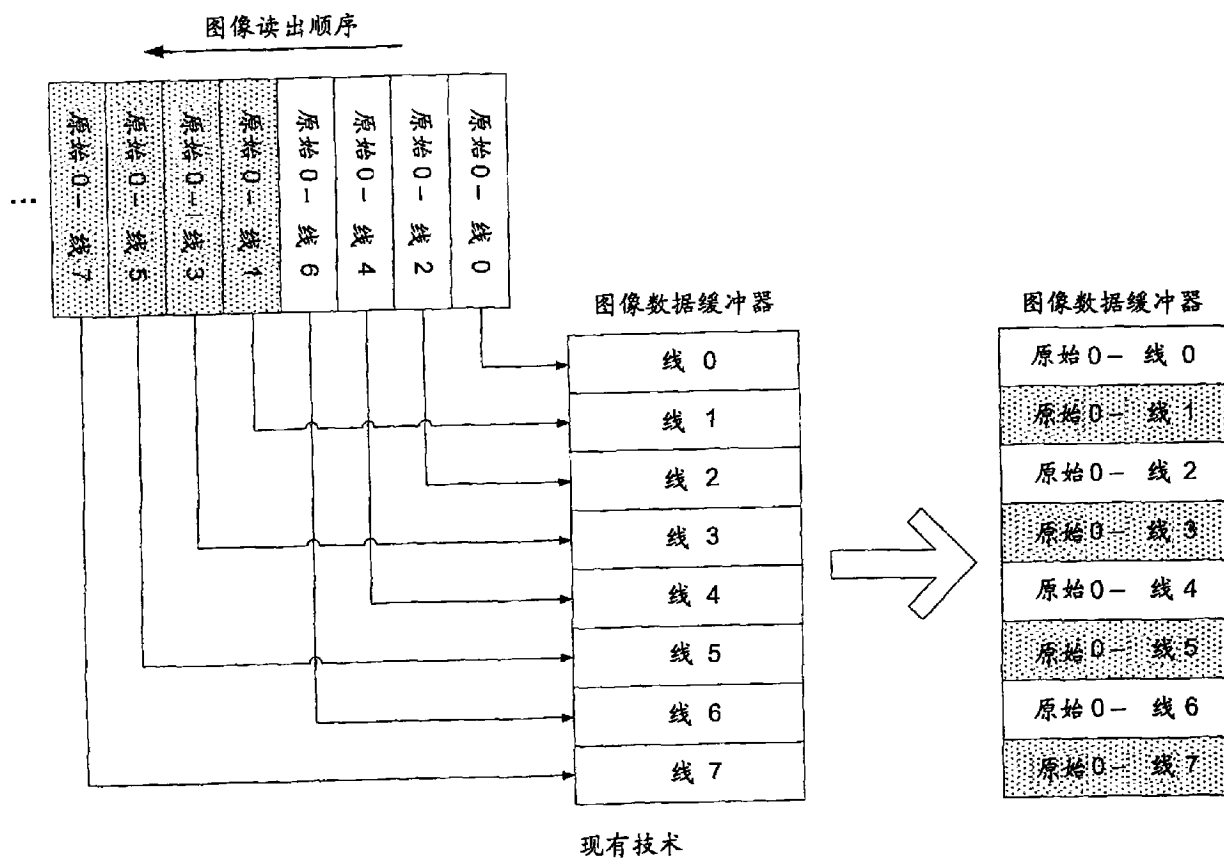


图 1C

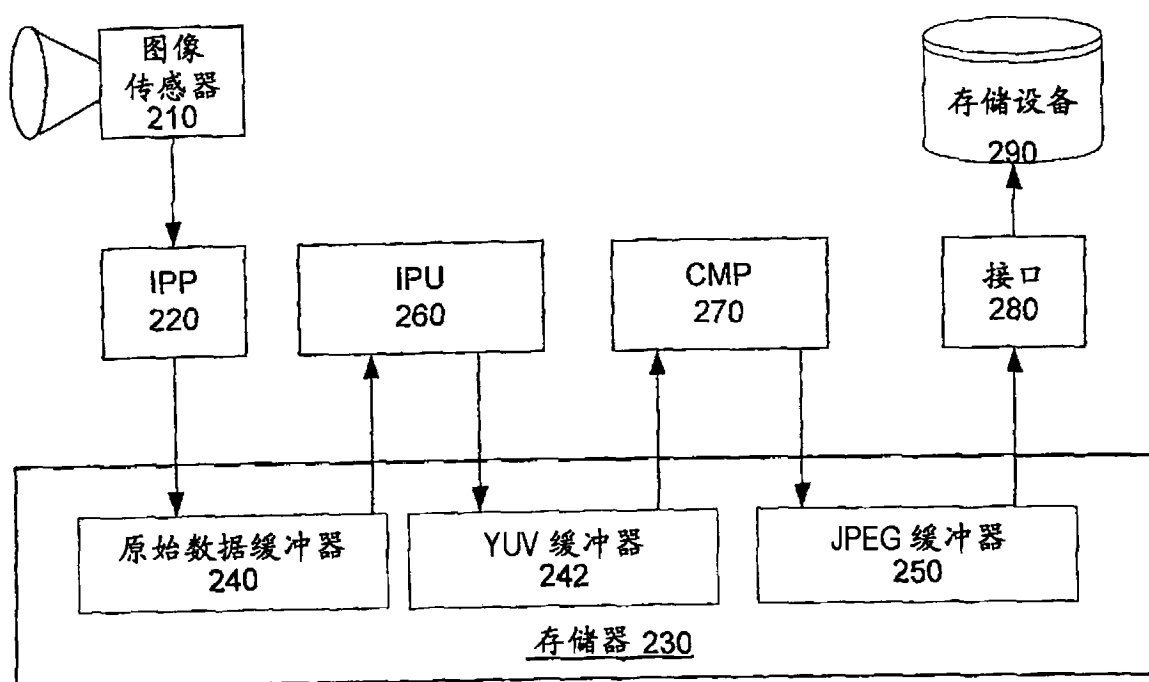


图 2A

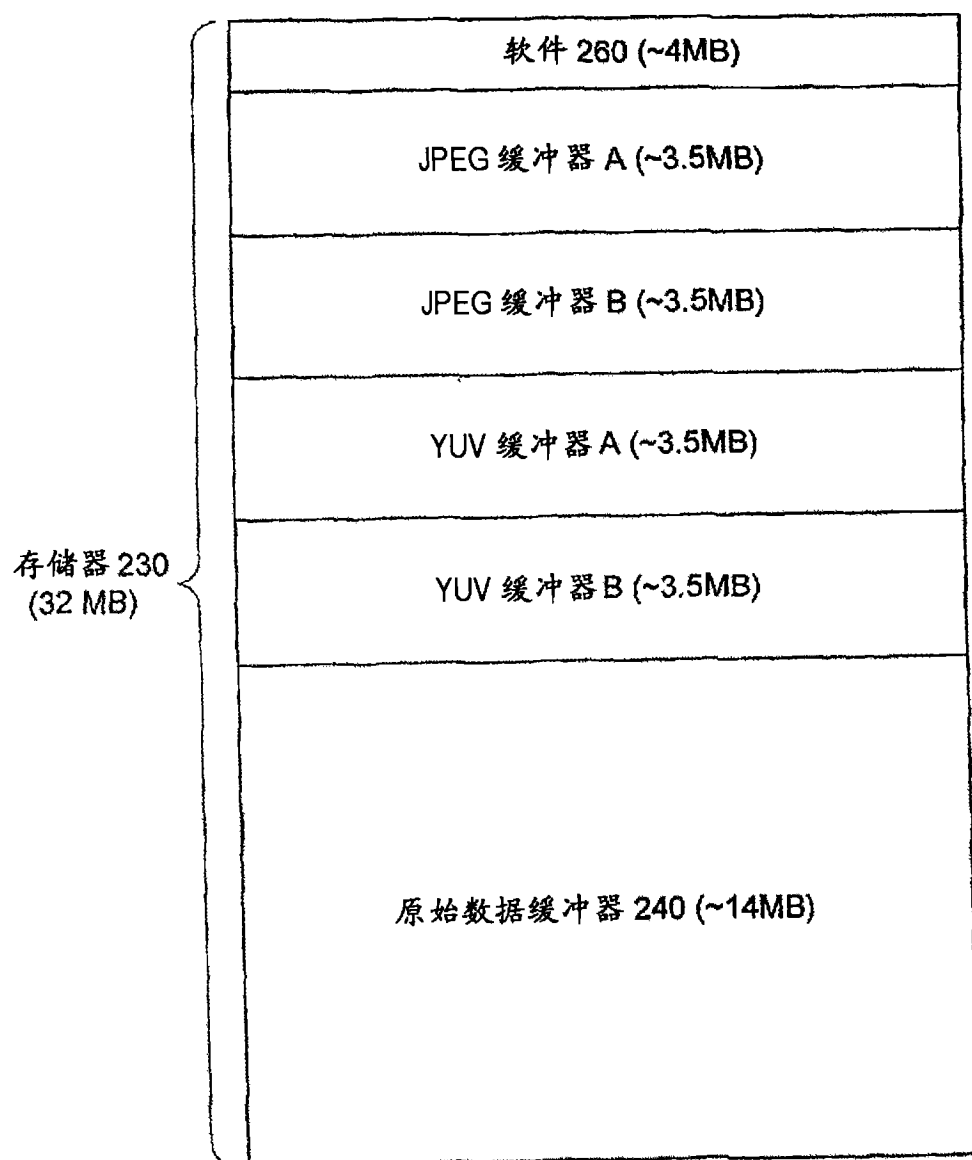


图 2B

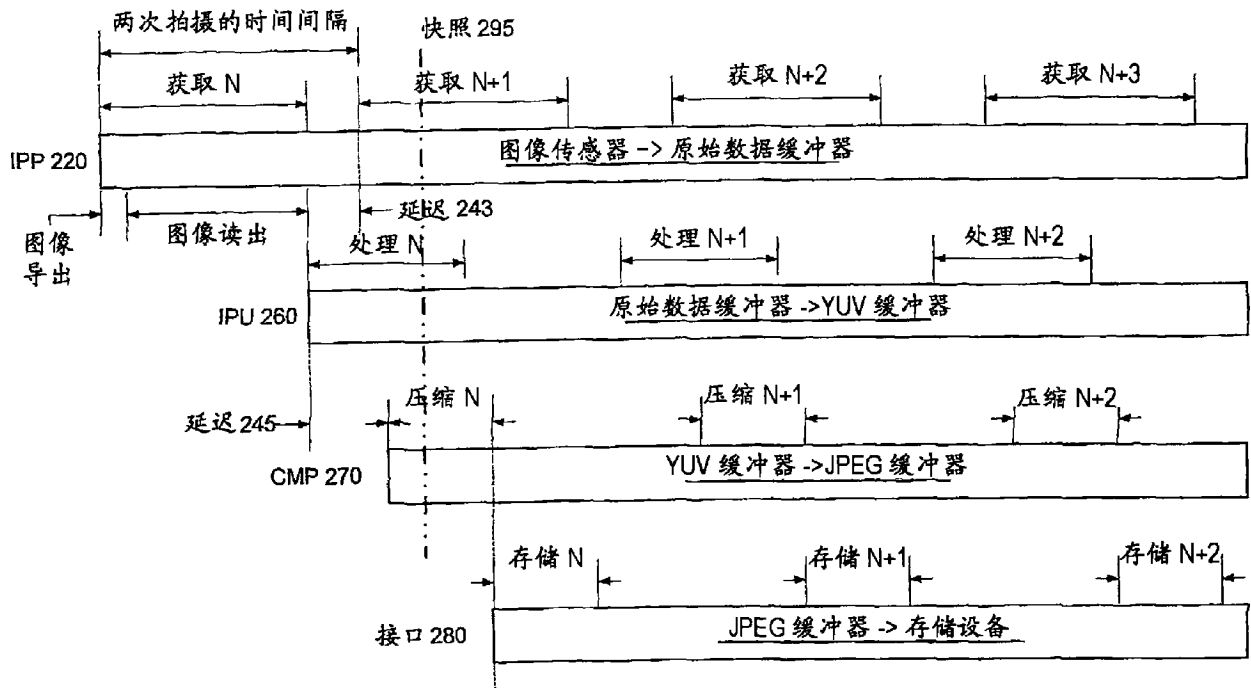


图 2C

快照 295

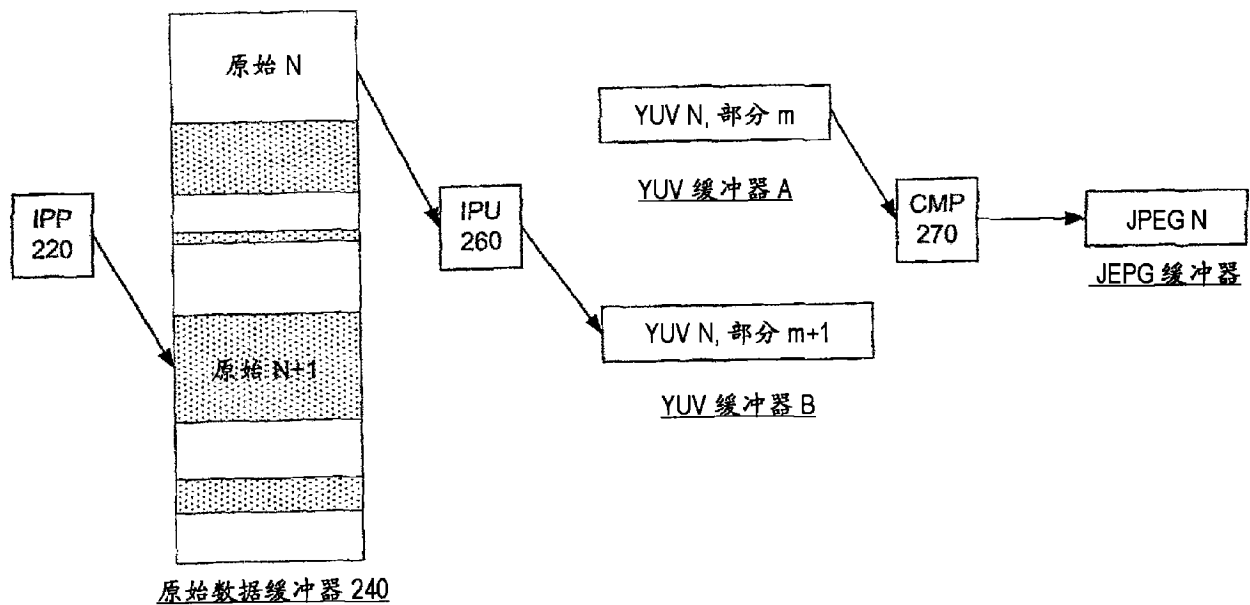


图 2D

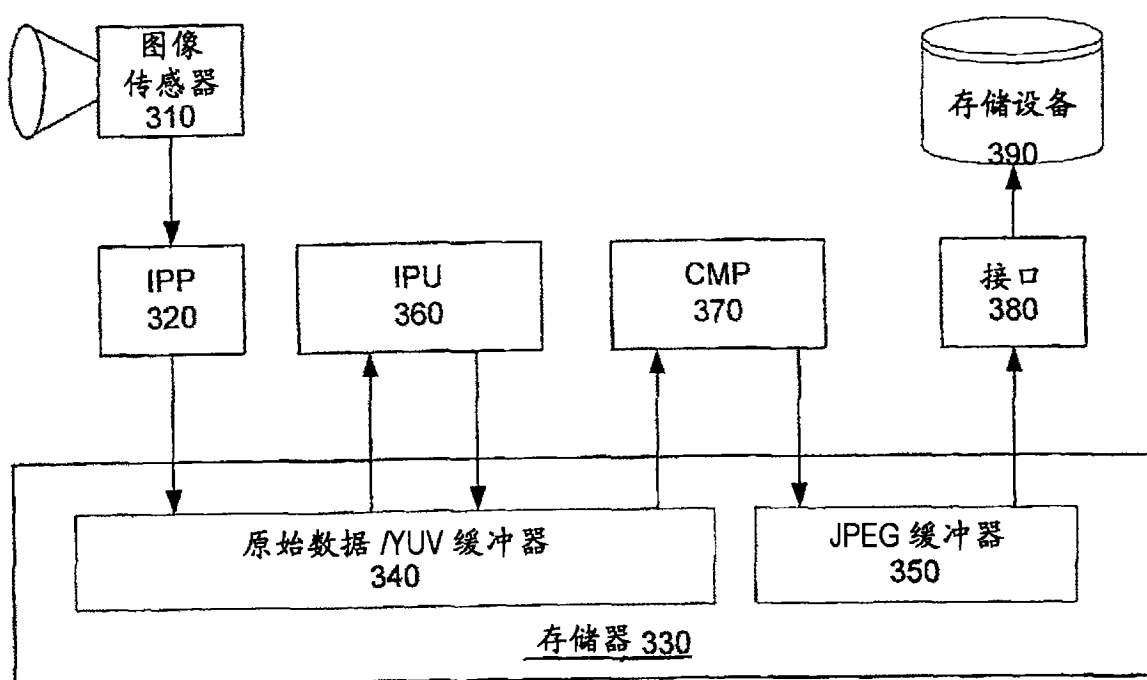


图 3A

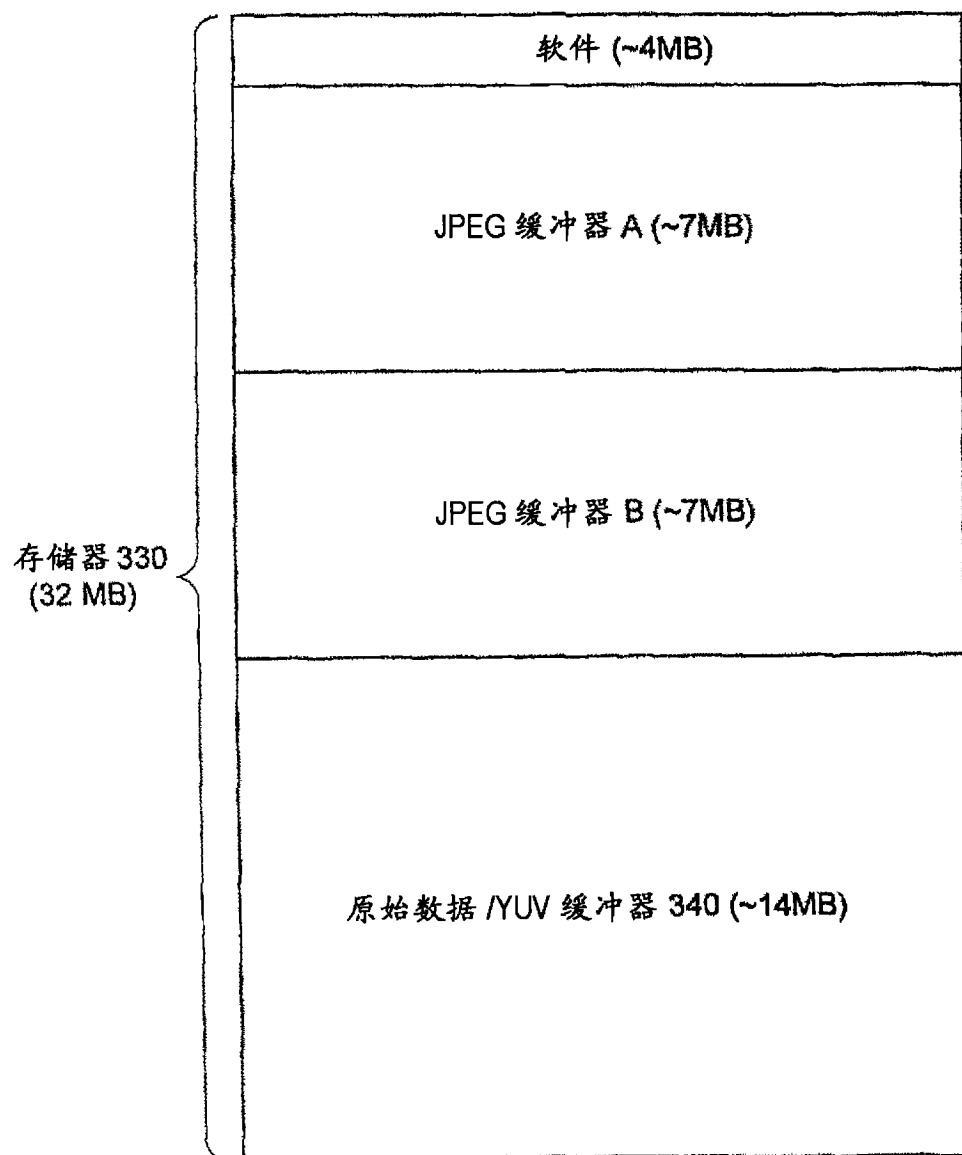


图 3B

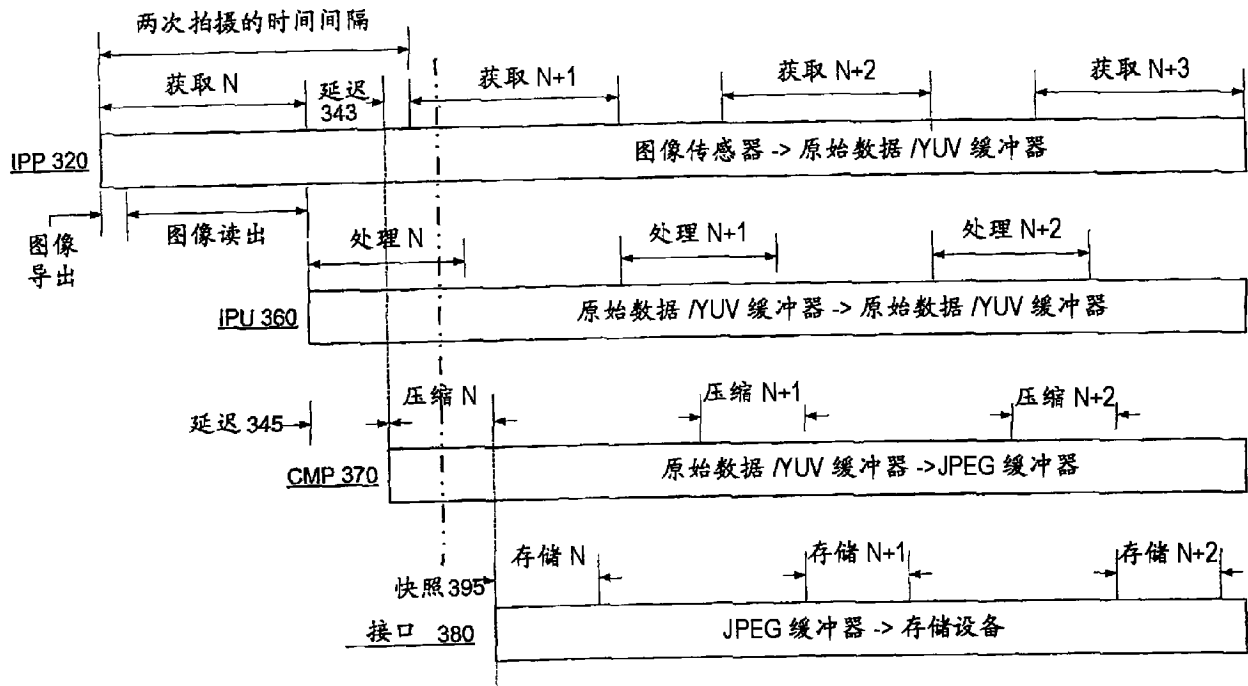


图 3C

快照 395

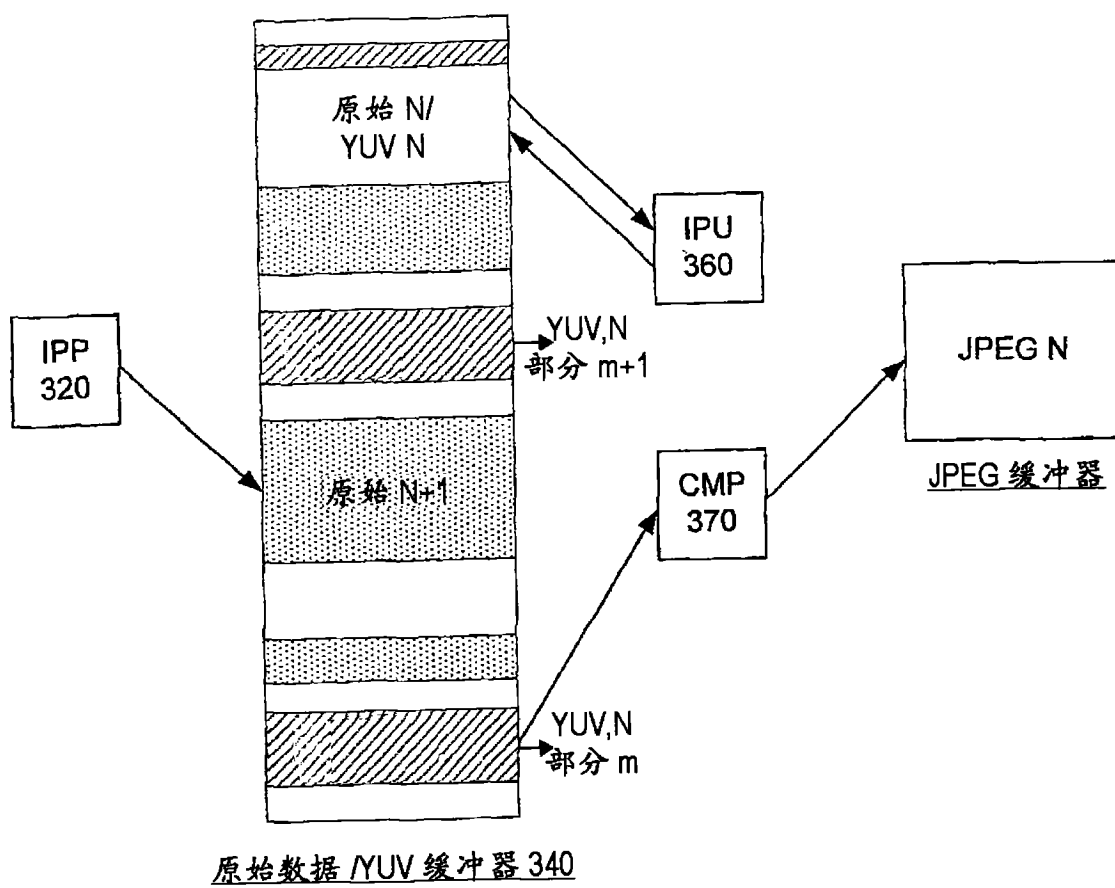


图 3D



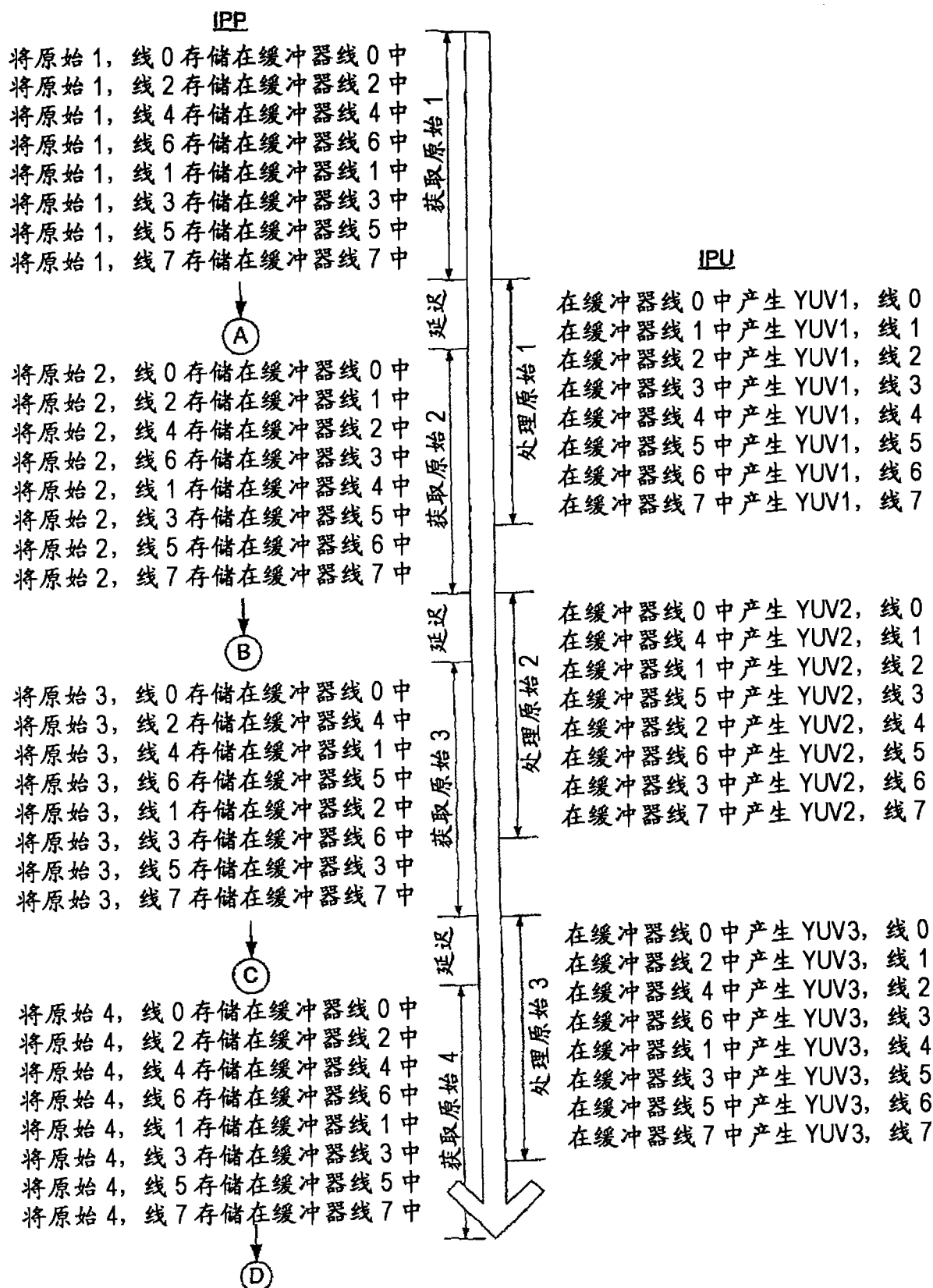


图 4A

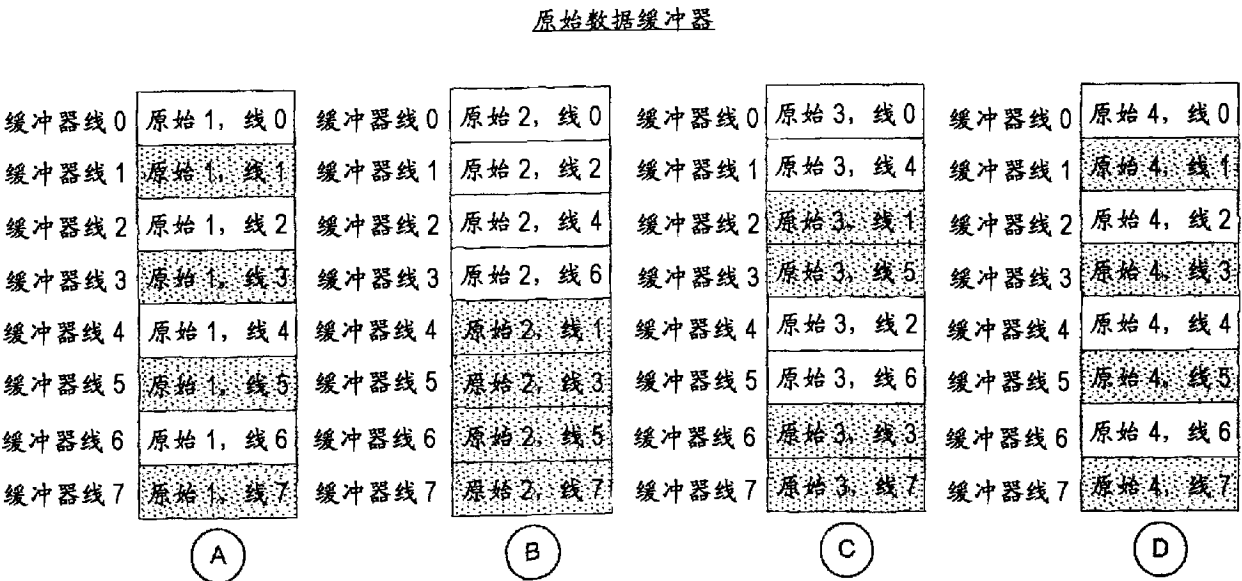


图 4B

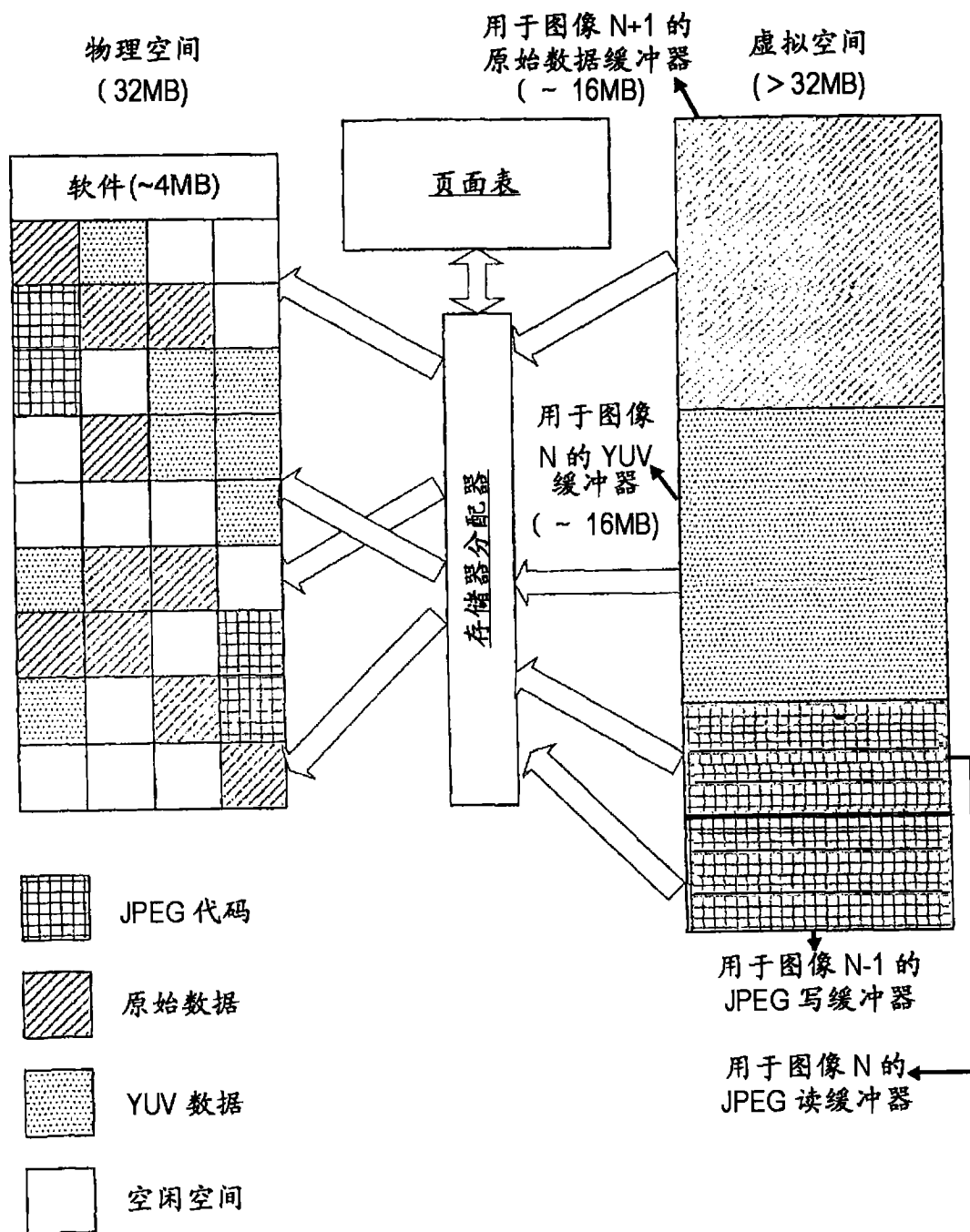


图 5