

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101326816 B

(45) 授权公告日 2010. 11. 03

(21) 申请号 200780000592. 5

代理人 林锦辉

(22) 申请日 2007. 04. 19

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04N 5/232(2006. 01)

118507/2006 2006. 04. 21 JP

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

CN 1717929 A, 全文.

2007. 12. 14

JP 2004-96611 A, 2004. 03. 25, 摘要、图

(86) PCT申请的申请数据

1-14.

PCT/JP2007/058998 2007. 04. 19

US 5838371 A, 1998. 11. 17, 第4栏10行-第

(87) PCT申请的公布数据

6 栏 8 行、图 4.

W02007/123261 EN 2007. 11. 01

审查员 吴琼

(73) 专利权人 卡西欧计算机株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 黑泽和幸 中山仁

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

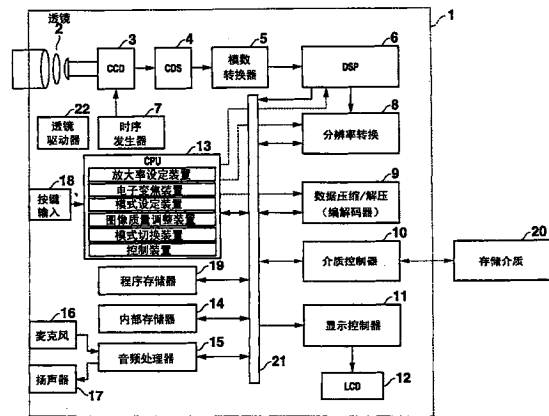
权利要求书 2 页 说明书 16 页 附图 12 页

(54) 发明名称

摄像设备和电子变焦方法

(57) 摘要

基于电子变焦放大率将所拍摄图像信号的读取模式选择性地设定为“3×3 像素相加模式”、“2×2 像素相加模式”或“全部像素模式”中的一个,以便执行电子变焦处理,并获得具有适合于该电子变焦放大率的像素数(像素尺寸)的图像信号。在比切换读取模式的边界放大率更低和更高的两个预设变焦放大率范围中执行锐化处理和柔化处理。两个处理的处理程度在边界放大率上达到最大值。即使当在两个预设变焦放大率范围中,在直接从所拍摄图像信号获得的图像的图像质量变化时,在两个变焦放大率范围中低于边界放大率且与其紧邻的范围中所获得的图像质量可以被设定为更接近于在两个变焦放大率范围中高于边界放大率且与其紧邻的范围中所获得的图像质量,无需考虑电子变焦放大率的变化方向,且不会引起不自然的感觉。



1. 一种摄像设备,包括:

图像拍摄装置,用于输出包含多个像素的所拍摄图像信号;

放大率设定装置,用于设定电子变焦放大率;

电子变焦装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行电子变焦处理;

模式设定装置,用于根据所述电子变焦放大率,设定多个读取模式中的一个,所述多个读取模式在包含在所述所拍摄图像信号中的像素数量上有所不同;以及

图像质量调整装置,用于在由所述模式设定装置设定了所述多个读取模式中的一个时,基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行图像质量调整,其中

所述模式设定装置包括模式切换装置,用于当所述电子变焦放大率达到一预设电子变焦放大率时,切换所述读取模式,以及

在由所述模式设定装置设定了所述多个读取模式中的一个时,随着所述电子变焦放大率接近所述预设电子变焦放大率,所述图像质量调整装置逐渐增大所述图像质量调整的处理程度。

2. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中

随着所述电子变焦放大率从比所述预设电子变焦放大率更小的电子变焦放大率开始接近所述预设电子变焦放大率,所述图像质量调整装置逐渐增大所述图像质量调整的处理程度。

3. 根据权利要求 2 的摄像设备,其中

所述图像质量调整包括锐化处理。

4. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中

随着所述电子变焦放大率从比所述预设电子变焦放大率更大的电子变焦放大率开始接近所述预设电子变焦放大率,所述图像质量调整装置逐渐增大所述图像质量调整的处理程度。

5. 根据权利要求 4 的摄像设备,其中

所述图像质量调整包括柔化处理。

6. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中

所述图像质量调整装置包括:

第一图像质量调整装置,用于随着所述电子变焦放大率从比所述预设电子变焦放大率更小的电子变焦放大率开始接近所述预设电子变焦放大率,逐渐增大第一图像质量调整的处理程度;以及

第二图像质量调整装置,用于随着所述电子变焦放大率从比所述预设电子变焦放大率更大的电子变焦放大率开始接近所述预设电子变焦放大率,逐渐增大第二图像质量调整的处理程度。

7. 根据权利要求 6 的摄像设备,其中

所述第一图像质量调整是锐化处理,所述第二图像质量调整是柔化处理。

8. 根据权利要求 1 的摄像设备,还包括

控制装置,用于控制所述图像质量调整装置是否基于所述电子变焦放大率执行所述图像质量调整。

9. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述图像质量调整包括锐化处理。
10. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述图像质量调整包括柔化处理。
11. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述电子变焦装置包括修整装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行修整处理。
12. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述电子变焦装置包括缩小装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行缩小处理。
13. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述电子变焦装置包括放大装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行放大处理。
14. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述电子变焦装置包括缩放装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行缩小处理和放大处理。
15. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述多个读取模式包括像素相加读取模式。
16. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述多个读取模式包括多个像素相加读取模式,所述多个像素相加读取模式在用于像素相加的像素数上有所不同,并且  
所述模式设定装置设定所述多个读取模式中的一个,以便在所述电子变焦放大率被所述放大率设定装置设定为较大时,将用于所述像素相加的像素数设定为较小。
17. 根据权利要求 1 的摄像设备,其中  
所述多个读取模式包括像素稀疏模式。
18. 一种电子变焦方法,用于包含图像拍摄装置的摄像设备,所述图像拍摄装置输出包含多个像素的所拍摄图像信号,所述方法包括:  
设定电子变焦放大率;  
根据所述电子变焦放大率,设定多个读取模式中的一个,所述多个读取模式在包含在所述所拍摄图像信号中的像素数量上有所不同;  
基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行电子变焦处理;以及  
在设定了所述多个读取模式中的一个时,基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行图像质量调整,其中  
当所述电子变焦放大率达到一预设电子变焦放大率时,切换所述读取模式,以及  
在设定了所述多个读取模式中的一个时,随着所述电子变焦放大率接近所述预设电子变焦放大率,逐渐增大所述图像质量调整的处理程度。

## 摄像设备和电子变焦方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种摄像设备和电子变焦方法,其能够用于具有电子变焦功能的数码相机。

### 背景技术

[0002] 传统上,具有电子变焦功能的摄像设备,例如数码相机,具有以下技术,用于获取与变焦放大率相对应的区域的局部图像。为了从图像传感器(例如电荷耦合器件(CCD))中读出图像信号,除了正常读取模式之外,还预备了像素稀疏(pixel-thinning)模式和像素相加(pixel-addition)模式作为读取模式。在像素相加模式中,用于像素相加的像素数是变化的。通过依据电子变焦放大率对读取模式进行切换来获得包含与变焦放大率相对应的像素数(像素尺寸)的图像信号。从基于所获得的图像信号的图像中提取预设区域的局部图像。随后,将所提取的图像按比例调整。例如在日本专利申请公开特许公报 No. 2004-172845、日本专利申请公开特许公报 No. 2005-191867、日本专利申请公开特许公报 No. 2004-72278、日本专利申请公开特许公报 No. 2004-96611 中说明了用于获取与变焦放大率的设定相对应的区域的局部图像的技术。

[0003] 然而,在切换读取模式时,图像质量不连续地变化。图像质量的变化是由以下因素引起的:例如,用于像素相加的像素数的变化、像素稀疏率的变化、或者放大率或缩小率的变化。因此,在提取和按比例调整处理之后的图像质量在切换读取模式的变焦放大率处变化很大。

### 发明内容

[0004] 本发明的一个目的是提供一种摄像设备和电子变焦方法,用于通过在改变变焦放大率的同时消除在图像质量上的较大变化,来改进电子变焦质量。

[0005] 根据本发明的一个实施例,一种摄像设备,包括:

[0006] 图像拍摄装置,用于输出包含多个像素的所拍摄图像信号;

[0007] 放大率设定装置,用于设定电子变焦放大率;

[0008] 模式设定装置,用于根据所述电子变焦放大率,设定多个读取模式中的一个,所述多个读取模式在包含在所述所拍摄图像信号中的像素数量上有所不同;

[0009] 电子变焦装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行电子变焦处理;以及

[0010] 图像质量调整装置,用于在由所述模式设定装置设定了所述多个读取模式中的一个时,基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行图像质量调整。

[0011] 根据本发明的另一个实施例,一种电子变焦方法,用于包含图像拍摄装置的摄像设备,所述图像拍摄装置输出包含多个像素的所拍摄图像信号,所述方法包括:

[0012] 设定电子变焦放大率;

[0013] 根据所述电子变焦放大率,设定多个读取模式中的一个,所述多个读取模式在包

含在所述所拍摄图像信号中的像素数量上有所不同；

[0014] 基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行电子变焦处理;以及

[0015] 在设定了所述多个读取模式中的一个时,基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行图像质量调整。

[0016] 根据本发明的另一个实施例,一种计算机程序,用于包含图像拍摄装置的摄像设备,所述图像拍摄装置输出包含多个像素的所拍摄图像信号,所述计算机程序包括:

[0017] 第一计算机可读取程序装置,用于设定电子变焦放大率;

[0018] 第二计算机可读取程序装置,用于根据所述电子变焦放大率,设定多个读取模式中的一个,所述多个读取模式在包含在所述所拍摄图像信号中的像素数量上有所不同;

[0019] 第三计算机可读取程序装置,用于基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行电子变焦处理;以及

[0020] 第四计算机可读取程序装置,用于在设定了所述多个读取模式中的一个时,基于所述电子变焦放大率,对所述所拍摄图像信号执行图像质量调整。

#### 附图说明

[0021] 附图包含在说明书中并组成了说明书一部分,示出了本发明的多个实施例,并与以上给出的概述和以下给出的对实施例的详细说明一起用来解释本发明的原理,其中:

[0022] 图 1 是示出根据本发明实施例的数码相机的电子结构的框图;

[0023] 图 2 是示出用于在运动图像拍摄模式中的电子变焦控制处理的设定表的概念图;

[0024] 图 3A 和 3B 是示出 CCD 图像传感器中  $2 \times 2$  像素相加模式的图像信号读取方法的示意图;

[0025] 图 4A 和 4B 是示出 CCD 图像传感器中  $3 \times 3$  像素相加模式的图像信号读取方法的示意图;

[0026] 图 5A 是部分示出由在  $2 \times 2$  像素相加模式中读出的图像信号构成的拜耳 (Bayer) 数据的概念图;

[0027] 图 5B 是部分示出由在  $3 \times 3$  像素相加模式中读出的图像信号构成的拜耳数据的概念图;

[0028] 图 6 是由 CPU13 执行的电子变焦控制处理的流程图;

[0029] 图 7 是示出在运动图像拍摄模式的电子变焦控制处理中存储图像的实例的视图;

[0030] 图 8 是示出在切换读取模式处的变焦放大率附近的图像的模糊程度的图;

[0031] 图 9A 和 9B 是用于示意性示出在切换读取模式处的变焦放大率附近的图像质量变化的抑制效果的视图;

[0032] 图 10 是示出运动图像拍摄模式的电子变焦控制处理中存储图像的另一个实例的视图;

[0033] 图 11 是示出运动图像拍摄模式的电子变焦控制处理中存储图像的再另一个实例的视图;以及

[0034] 图 12A 和 12B 是分别示出在锐化处理 (图 12A) 和柔化处理 (图 12B) 的程度上的变化的图。

## 具体实施方式

[0035] 现在将参考附图来说明根据本发明的摄像设备的一个实施例。图 1 是根据本实施例的数码相机的示意性框图。数码相机具有静态图像拍摄功能和运动图像拍摄功能。以下是数码相机的结构。

[0036] 数码相机包括相机机身 1 和存储介质 20。存储介质 20 是可移动存储器,连接到相机机身 1。相机机身 1 包括光学系统 2 和 CCD 图像传感器 3。光学系统 2 配备了变焦透镜和聚焦透镜。CCD 图像传感器 3 充当图像拍摄元件。时序发生器 7 在 CPU13 的控制下产生水平和垂直驱动信号。响应于所产生的驱动信号对 CCD 图像传感器 3 进行驱动,其对物体的光学图像执行光电转换,并输出转换后的图像信号。在本实施例中,CCD 图像传感器 3 的有效像素数被设定为  $2,880 \times 2,160$  (水平  $\times$  垂直)。此外,作为 CCD 图像传感器 3 的驱动模式,即作为从 CCD 图像传感器 3 读取图像信号的读取模式,预备了三类读取模式,例如“全部像素模式”、“ $2 \times 2$  像素相加模式”和“ $3 \times 3$  像素相加模式”(稍后说明)。

[0037] 相关双采样 (CDS) 电路 4 对从 CCD 图像传感器 3 输出的图像信号执行相关双采样处理。模数转换电路 5 将由 CDS 电路 4 所处理的图像数据转换为数字图像信号。数字图像信号被传递给数字信号处理器 (DSP) 6。DSP6 执行对数字图像信号执行图像处理,例如消隐脉冲钳位 (pedestal clamp) 处理。DSP6 中的亮度 / 色差矩阵电路通过 YUV 转换将数字图像信号转换为亮度 (Y) 信号和色差 (UV) 信号。

[0038] 而且, DSP6 在 CPU13 的控制下执行多种图像处理,例如自动白平衡处理。具体而言,当运行电子变焦功能时, DSP6 充当根据本实施例的图像质量调整器,并按照需要执行锐化处理 (第一图像质量调整) 或柔化处理 (第二图像质量调整)。锐化处理是用于对图像中相对于相邻像素在颜色或亮度上存在很大差别 (等级差别) 的部分 (例如边缘或轮廓线) 进行加重的处理。柔化处理是用于通过减小图像中具有较大差别的部分上的颜色和亮度中的变化 (等级差别) 来减小图像对比度的处理。锐化和柔化处理都在像素单元中执行,该单元包含预设数量的像素。依据在目标像素与相邻像素之间亮度值的差值,通过增大或减小像素单元中的目标像素的亮度值来执行锐化或柔化处理。

[0039] 从 DSP6 输出的 YUV 数据的每一帧都经由数据总线 21 传递,并随后存储在内部存储器 14 中,例如同步动态随机存取存储器 (SDRAM)。存储在内部存储器 14 中的 YUV 数据帧可以由 CPU13 读出。在读出 YUV 数据时,如果有必要,就通过仅从 YUV 数据中提取与预设图像区域相对应的数据来执行提取处理。

[0040] 根据预设图像尺寸,从内部存储器 14 读出的 YUV 数据按需要在缩放电路 8 中依比例缩放。显示控制器 11 将缩放后的 YUV 数据转换为视频信号。液晶显示器 (LCD) 12 将视频信号显示为过程图像 (through image)。

[0041] 在缩放电路 8 中的放大或缩小图像尺寸的缩放处理是基于预设缩放算法而执行的,例如几何内插法 (如零阶内插、一阶内插、三阶内插或射影法)。

[0042] 在静态图像拍摄模式中,数据压缩 / 解压模块 9 基于 JPEG 格式等,压缩和编码从内部存储器 14 读出的 YUV 数据帧。压缩的 YUV 数据在内部存储器 14 中转换为文件格式。该文件格式的数据通过介质控制器 10 作为静态图像数据 (静态图像文件) 存储在存储介质 20 中。在运动图像拍摄模式中,将 YUV 数据帧顺序地提供给数据压缩 / 解压模块 9,由预设运动图像记录格式 (例如运动-JPEG 或 MPEG) 的编解码器进行压缩和编码。最后,YUV

数据帧通过介质控制器 10 传递给存储介质 20, 存储为运动图像文件。

[0043] 在回放模式中, 数据压缩 / 解压模块 9 对从存储介质 20 读出的静态图像或运动图像的数据进行解压。解压的数据在内部存储器 14 中的用于图像数据的工作区中展开, 作为静态图像数据或运动图像帧数据。

[0044] 麦克风 16 容纳在相机机身 1 中。在拍摄带有音频输入的运动图像时, 麦克风 16 拾取音频输入。音频处理模块 15 将该音频输入转换为数字信号。数字化的音频信号被压缩并且作为音频数据发送至内部存储器 14。发送至内部存储器 14 的音频数据与运动图像文件一起存储在存储介质 20 中。而且, 在播放该运动图像时, 音频处理模块 15 解码从内部存储器 14 发送的音频数据, 并将解码后的音频数据转换为模拟音频信号。将该模拟音频信号从容纳在相机机身 1 中的内部扬声器 17 输出。

[0045] 按键输入模块 18 包括操作键, 例如电源键、模式切换键、菜单键、快门键和变焦键。模式切换键用于在静态图像拍摄模式、运动图像拍摄模式和回放模式之间进行模式切换。按键输入模块 18 向 CPU13 输出与用户的按键操作相对应的按键输入信号。当拍摄运动图像时, 快门键还起到记录开始 / 结束按钮的作用。

[0046] 由透镜驱动器 22 根据来自 CPU13 的指令产生透镜驱动信号。根据所产生的驱动信号来驱动光学系统 2 中的聚焦透镜和变焦透镜。基于 CPU13 的自动聚焦 (AF) 控制来将聚焦透镜驱动到聚焦位置。变焦透镜被驱动到与用户的变焦键操作相对应的变焦位置。

[0047] 以上的模块由 CPU13 控制。CPU13 控制以上模块所需的程序和各种数据存储在程序存储器 19 中。程序存储器 19 是可重写非易失性存储器, 例如电可擦除可编程只读存储器 (EEPROM) 或闪存。程序存储器 19 存储与由用户进行设定或更新的、与数码相机的系统或功能有关的另一个设定数据。CPU13 基于程序和按键输入信号, 控制以上模块。

[0048] 而且, 程序存储器 19 存储配置为如图 2 所示的设定表 100 的数据。设定表 100 用于电子变焦控制处理。为各个期望图像尺寸预备了多个设定表 100。即, 为运动图像拍摄模式中多种可记录尺寸分别预备了设定表 100。而且, 为 LCD12 能够在运动图像拍摄模式或静态图像拍摄模式的待机状态中显示为过程图像的多种图像尺寸, 分别预备了设定表 100。

[0049] 每个设定表 100 都包括电子变焦放大率 (无需光学变焦而实现的变焦放大率) 100a, 和与该变焦放大率相对应的设定项目, 例如读取模式 100b, 提取尺寸 100c, 缩放系数 100d 以及图像质量调整 100e。

[0050] 当选择了其中一个期望图像尺寸时, 根据所选的期望图像尺寸读出一个设定表 100。当用户设定了电子变焦放大率时, CPU13 从所读出的设定表 100 中检测与所设定的电子变焦放大率 100a 相对应的项目 100b 到 100e 的设定数据。CPU13 基于检测到的设定数据, 执行电子变焦控制处理。

[0051] 当检测到且设定了与电子变焦放大率 100a 相对应的读取模式 (CCD 图像传感器 3 的驱动模式) 100b 的设定数据时, 就采用所设定的读取模式 100b 驱动 CCD 图像传感器 3, 并从 CCD 图像传感器 3 读出图像信号 (拜耳数据)。从基于所读出图像信号的图像中, 提取与提取尺寸 100c 的设定数据相对应的区域的局部图像。依据缩放系数 (放大率或缩小率) 100d 的设定数据来按比例缩放所提取的图像, 以提供具有所需像素数的图像。在图像质量调整 100e 的设定数据的基础上, 执行图像质量调整处理。以水平和垂直方向上的像素数来表示提取尺寸, 该像素数是通过将基于图像信号的图像的水平方向和垂直方向上的像素数

乘以电子变焦放大率的倒数而获得的。

[0052] 当期望图像尺寸是  $640 \times 480$  像素时,使用图 2 所示的设定表 100。多级电子变焦放大率被设定于  $1 \times$  到  $4.5 \times$  之间。 $4.5 \times$  的电子变焦放大率是不引起图像质量恶化的最大放大率。

[0053] 读取模式 100b 可以设定为三类读取模式,包括全部像素模式、 $2 \times 2$  像素相加模式、以及  $3 \times 3$  像素相加模式。 $3 \times 3$  像素相加模式被设定在  $1 \times$  到  $1.5 \times$  电子变焦放大率之间, $2 \times 2$  像素相加模式被设定在  $1.5 \times$  到  $2.25 \times$  之间,全部像素模式被设定在  $2.25 \times$  到  $4.5 \times$  之间。

[0054] 在所述全部像素模式中,利用普通帧读取处理从 CCD 图像传感器 3 中读出全部有效像素的信号电荷。在所述  $2 \times 2$  像素相加模式中,在水平和垂直方向上的两个像素用于像素相加,且将来自这四个像素的信号电荷相加,作为与一个像素相对应的信号输出。在所述  $3 \times 3$  像素相加模式中,在水平和垂直方向上的三个像素用于像素相加,且将来自这 9 个像素的信号电荷读出,作为与一个像素相对应的信号。

[0055] 以下将说明在  $2 \times 2$  像素相加模式和  $3 \times 3$  像素相加模式中的图像信号读取方法。图 3A、3B、4A 和 4B 是 CCD 图像传感器 3 的示意图。

[0056] 如图所示,CCD 图像传感器 3 包括用作像素的大量光接收元件(由图中的 R、G、B 表明)、垂直转移单元 33、水平转移单元 31 和输出电路 32。垂直转移单元 33 由 CCD 的垂直列构成,并垂直转移来自像素(光接收元件)的信号电荷。水平转移单元 31 由 CCD 的水平行构成,并水平转移从垂直转移单元 33 输出的信号电荷。

[0057] 在  $2 \times 2$  像素相加模式的第一场(field)(奇数场)中,如图 3A 所示,将从奇数行上的像素提取的信号电荷转移到垂直转移单元 33。在垂直转移单元 33 中执行垂直相加,以使得来自两个像素的信号电荷被加在一起。这两个像素位于一列中相邻的奇数行上。就是说,将来自一列中相同颜色分量的两个像素的信号电荷垂直加在一起,以产生垂直相加信号。通过垂直转移单元 33 将垂直相加信号垂直转移到水平转移单元 31。

[0058] 在水平转移单元 31 中,将垂直相加信号加在一起(水平相加)。对从每隔一个垂直转移单元 33(例如奇数列或偶数列)所发送的相同颜色分量的垂直相加信号执行水平相加。由水平相加构成的  $2 \times 2$  像素相加信号从输出电路 32 输出。

[0059] 对剩余的列和奇数行顺序地执行垂直和水平相加。

[0060] 在  $2 \times 2$  像素相加模式的第二场(偶数场)中,如图 3B 所示,将从偶数行上的像素提取的信号电荷转移到垂直转移单元 33。在垂直转移单元 33 中执行垂直相加,以使得来自两个像素的信号电荷被加在一起。这两个像素位于一列中相邻的偶数行上。就是说,将来自相同颜色分量的两个像素的信号电荷垂直加在一起,以产生垂直相加信号。通过垂直转移单元 33 将垂直相加信号发送到水平转移单元 31。

[0061] 在水平转移单元 31 中,将垂直相加信号加在一起(水平相加)。对在从每隔一个垂直转移单元 33(例如奇数列或偶数列)所发送的相同颜色分量的垂直相加信号执行水平相加。由水平相加构成的  $2 \times 2$  像素相加信号从输出电路 32 输出。

[0062] 对剩余的列和偶数行顺序地执行垂直和水平相加。将由垂直和水平相加构成的信号从输出电路 32 顺序输出。

[0063] 图 3A 和 3B 是示出 CCD 图像传感器 3 的局部结构的示意图。由 r1 到 r4 表示的行



是四个相邻的行。注意行  $r_1$  和  $r_3$  是奇数行。由  $c_1$  到  $c_4$  表示的列是任意选择的四个相邻的列。

[0064] 在图 3A 所示的奇数场中,对在奇数行  $r_1$  和  $r_3$  中的红色分量的信号电荷,按如下执行垂直相加:

[0065] 将位于  $(r_1, c_1)$  和  $(r_3, c_1)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $R_1$ ; 以及

[0066] 将位于  $(r_1, c_3)$  和  $(r_3, c_3)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $R_3$ 。

[0067] 将垂直相加信号  $R_1$  和  $R_3$  发送到水平转移单元 31。信号  $R$  得自于  $R_1$  和  $R_3$  的水平相加。将信号  $R$  从输出电路 32 输出。

[0068] 对在奇数行  $r_1$  和  $r_3$  中的绿色分量的信号电荷,按如下执行垂直相加:

[0069] 将位于  $(r_1, c_2)$  和  $(r_3, c_2)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $G_2$ ; 并且

[0070] 将位于  $(r_1, c_4)$  和  $(r_3, c_4)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $G_4$ 。

[0071] 将垂直相加信号  $G_2$  和  $G_4$  加在一起(水平相加),以产生信号  $G$ 。将信号  $G$  从输出电路 32 输出。

[0072] 类似的,对于剩余奇数行和列执行垂直和水平相加。将垂直和水平相加的结果从输出电路 32 输出。

[0073] 在图 3B 所示的偶数场中,对在偶数行  $r_2$  和  $r_4$  中的绿色分量的信号电荷,按如下执行垂直相加:

[0074] 将位于  $(r_2, c_1)$  和  $(r_4, c_1)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $G_1$ ; 并且

[0075] 将位于  $(r_2, c_3)$  和  $(r_4, c_3)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $G_3$ 。

[0076] 将垂直相加信号  $G_1$  和  $G_3$  发送到水平转移单元 31。由  $G_1$  和  $G_3$  的水平相加获得信号  $G'$ 。将信号  $G'$  从输出电路 32 输出。

[0077] 对在偶数行  $r_2$  和  $r_4$  中的蓝色分量的信号电荷,按如下执行垂直相加:

[0078] 将位于  $(r_2, c_2)$  和  $(r_4, c_2)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $B_2$ ; 并且

[0079] 将位于  $(r_2, c_4)$  和  $(r_4, c_4)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $B_4$ 。

[0080] 将垂直相加信号  $B_2$  和  $B_4$  加在一起(水平相加),以产生信号  $B$ 。将信号  $B$  从输出电路 32 输出。

[0081] 对在剩余偶数行和列中的像素的信号电荷顺序地执行垂直和水平相加。将从垂直和水平相加产生的信号从输出电路 32 顺序输出。

[0082] 图 5A 是示出采用  $2 \times 2$  像素相加模式从  $4 \times 4$  像素空间中读出的拜耳数据的概念图。

[0083] 通过对从位于  $(r_1, c_1)$ 、 $(r_1, c_3)$ 、 $(r_3, c_1)$  和  $(r_3, c_3)$  的红色分量像素所提取的信号电荷的垂直和水平相加,来获得信号  $R$ 。将信号  $R$  作为与位于  $(r_2, c_2)$  的像素相对应的信号而读出。

[0084] 类似的,从位于  $(r_1, c_2)$ 、 $(r_1, c_4)$ 、 $(r_3, c_2)$  和  $(r_3, c_4)$  的绿色分量像素的信号电荷获得信号  $G$ 。将信号  $G$  作为与位于  $(r_2, c_3)$  的像素相对应的信号而读出。

[0085] 信号  $G'$  得自于位于  $(r2, c1)$ 、 $(r2, c3)$ 、 $(r4, c1)$  和  $(r4, c3)$  的绿色分量像素的信号电荷。将信号  $G'$  作为与位于  $(r3, c2)$  的像素相对应的信号而读出。

[0086] 从位于  $(r2, c2)$ 、 $(r2, c4)$ 、 $(r4, c2)$  和  $(r4, c4)$  的蓝色分量像素的信号电荷获得信号  $B$ 。将信号  $B$  作为与位于  $(r3, c3)$  的像素相对应的信号而读出。

[0087] 如上所述,通过将水平和垂直方向中的像素数减半,来从  $4 \times 4$  像素数据产生  $2 \times 2$  像素的拜耳数据。拜耳数据包含  $4 \times 4$  像素数据的信息。

[0088] 当像素数增加时,以  $2 \times 2$  像素相加模式读出所拍摄图像信号,能够类似地减小像素数。

[0089] 在 CCD 图像传感器 3 的有效像素数是  $2880 \times 2160$  像素,且以  $2 \times 2$  像素相加模式读出所拍摄图像数据的情况下,获得  $1440 \times 1080$  像素的拜耳数据。

[0090] 在  $3 \times 3$  像素相加模式的第一场(奇数场)中,如图 4A 所示,将从奇数行上的像素提取的信号电荷转移到垂直转移单元 33。在垂直转移单元 33 中执行垂直相加,以使得来自三个像素的信号电荷被加在一起。这三个像素位于三个相邻的奇数行上。就是说,将来自一列中相同颜色分量的三个像素的信号电荷垂直加在一起,以产生垂直相加信号。通过垂直转移单元 33 将垂直相加信号垂直转移到水平转移单元 31。

[0091] 在水平转移单元 31 中,将垂直相加信号加在一起(水平相加)。对从每隔一个垂直转移单元 33(例如奇数列或偶数列)所发送的相同颜色分量的垂直相加信号执行水平相加。由水平相加构成的  $3 \times 3$  像素相加信号从输出电路 32 输出。

[0092] 对剩余的列和奇数行顺序地执行垂直和水平相加。将垂直和水平相加的结果从输出电路 32 顺序输出。

[0093] 在  $3 \times 3$  像素相加模式的第二场(偶数场)中,如图 4B 所示,将从偶数行上的像素提取的信号电荷转移到垂直转移单元 33。在垂直转移单元 33 中执行垂直相加,以使得来自三个像素的信号电荷被加在一起。这三个像素位于一列中相邻的偶数行上。就是说,将来自相同颜色分量的三个像素的信号电荷垂直加在一起,以产生垂直相加信号。通过垂直转移单元 33 将垂直相加信号发送到水平转移单元 31。

[0094] 在水平转移单元 31 中,将垂直相加信号加在一起(水平相加)。对从每隔一个垂直转移单元 33(例如奇数列或偶数列)所发送的相同颜色分量的垂直相加信号执行水平相加。由水平相加构成的  $3 \times 3$  像素相加信号从输出电路 32 输出。

[0095] 图 4A 和 4B 是示出 CCD 图像传感器 3 的局部结构的示意图。由  $r1$  到  $r6$  表示的行是 6 个相邻的行。注意行  $r1$ 、 $r3$  和  $r5$  是奇数行。由  $c1$  到  $c6$  表示的列是任意选择的 6 个相邻的列。

[0096] 在图 4A 所示的奇数场中,对在奇数行  $r1$ 、 $r3$  和  $r5$  中的红色分量的信号电荷,按如下执行垂直相加:

[0097] 将位于  $(r1, c1)$ 、 $(r3, c1)$  和  $(r5, c1)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $R1$ ;

[0098] 将位于  $(r1, c3)$ 、 $(r3, c3)$  和  $(r5, c3)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $R3$ ;并且

[0099] 将位于  $(r1, c5)$ 、 $(r3, c5)$  和  $(r5, c5)$  的像素的信号电荷加在一起,以产生垂直相加信号  $R5$ 。

[0100] 将垂直相加信号 R1、R3 和 R5 发送到水平转移单元 31。信号 R 得自于 R1、R3 和 R5 的水平相加。信号 R 从输出电路 32 输出。

[0101] 对在奇数行 r1、r3 和 r5 中的绿色分量的信号电荷，按如下执行垂直相加：

[0102] 将位于 (r1, c2)、(r3, c2) 和 (r5, c2) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G2；

[0103] 将位于 (r1, c4)、(r3, c4) 和 (r5, c4) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G4；并且

[0104] 将位于 (r1, c6)、(r3, c6) 和 (r5, c6) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G6。

[0105] 将垂直相加信号 G2、G4 和 G6 加在一起（水平相加），以产生信号 G。信号 G 从输出电路 32 输出。

[0106] 类似的，对于剩余的奇数行和列顺序地执行垂直和水平相加。垂直和水平相加的结果从输出电路 32 输出。

[0107] 在图 4B 中所示的偶数场中，对在偶数行 r2、r4 和 r6 中绿色分量的信号电荷，按如下执行垂直相加：

[0108] 将位于 (r2, c1)、(r4, c1) 和 (r6, c1) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G1；

[0109] 将位于 (r2, c3)、(r4, c3) 和 (r6, c3) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G3；及

[0110] 将位于 (r2, c5)、(r4, c5) 和 (r6, c5) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 G5。

[0111] 将垂直相加信号 G1、G3 和 G5 发送到水平转移单元 31。由 G1、G3 和 G5 的水平相加获得信号 G'。信号 G' 从输出电路 32 输出。

[0112] 对在偶数行 r2、r4 和 r6 中的蓝色分量的信号电荷，按如下执行垂直相加：

[0113] 将位于 (r2, c2)、(r4, c2) 和 (r6, c2) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 B2；

[0114] 将位于 (r2, c4)、(r4, c4) 和 (r6, c4) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 B4；并且

[0115] 将位于 (r2, c6)、(r4, c6) 和 (r6, c6) 的像素的信号电荷加在一起，以产生垂直相加信号 B6。

[0116] 将垂直相加信号 B2、B4 和 B6 加在一起（水平相加），以产生信号 B。信号 B 从输出电路 32 输出。

[0117] 对在剩余偶数行和列中的像素的信号电荷顺序地执行垂直和水平相加。将由垂直和水平相加产生的信号顺序地从输出电路 32 输出。

[0118] 图 5B 是示出以  $3 \times 3$  像素相加模式从  $6 \times 6$  像素空间中读出的拜耳数据的概念图。

[0119] 通过对从位于 (r1, c1)、(r1, c3)、(r1, c5)、(r3, c1)、(r3, c3)、(r3, c5)、(r5, c1)、(r5, c3) 和 (r5, c5) 的红色分量像素所提取的信号电荷的垂直和水平相加，来获得信号 R。将信号 R 作为与位于 (r3, c3) 的像素相对应的信号而读出。即，以  $3 \times 3$  像素相加模式将来自 9 个像素的信号电荷作为与一个像素相对应的信号而读出。

[0120] 因此,通过将  $6 \times 6$  像素数据的像素数在水平和垂直上减小到三分之一,能够获得  $2 \times 2$  像素的拜耳数据。

[0121] 当像素数增加时,以  $3 \times 3$  像素相加模式读出所拍摄图像信号,能够类似地减小像素数。

[0122] 在 CCD 图像传感器 3 的有效像素数是  $2880 \times 2160$  像素,且以  $3 \times 3$  像素相加模式读出所拍摄图像数据的情况下,能够获得  $960 \times 720$  像素的拜耳数据。

[0123] 在以  $2 \times 2$  像素相加模式和  $3 \times 3$  像素相加模式读出图像信号时,可以采用另一种特定方式。

[0124] 在设定表 100 中的图像质量调整 100e 存储了与变焦放大率相对应的锐化或柔化处理的程度。在与图 2 所示的  $640 \times 480$  像素的期望图像尺寸相对应的设定表 100 中,电子变焦放大率 100a 的值从  $1 \times$  到  $4.5 \times$  变动(放大)。在  $1.5 \times$  的电子变焦放大率(边界放大率)上,图像信号的读取模式从  $3 \times 3$  像素相加模式切换到  $2 \times 2$  像素相加模式。在  $2.25 \times$  的边界放大率上,读取模式从  $2 \times 2$  像素相加模式切换到全部像素模式。在低于边界放大率的预设放大率范围中,执行锐化处理。锐化处理的程度随变焦放大率而逐渐增大。在边界放大率上,锐化处理的程度达到最大值。当变焦放大率达到边界放大率时,图像质量调整从锐化处理切换到柔化处理。在高于边界放大率的预设放大范围中执行柔化处理。柔化处理的程度在边界放大率上设定为最大值。而且由柔化处理所产生的在边界放大率上的图像质量(模糊程度)应等于由锐化处理所造成的在边界放大率上的图像质量(模糊程度)。柔化处理的程度随着变焦放大率的增大而逐渐减小。

[0125] 接下来,将解释具有以上根据本实施例的结构数码相机的操作。图 6 是示出在运动或静态图像拍摄模式中由 CPU13 所执行的电子变焦控制处理的流程图。当电子变焦放大率被设定在电子变焦范围之内时,执行该电子变焦控制处理。所述电子变焦范围指示高于仅通过驱动光学系统 2 的变焦透镜所能够实现的最大光学变焦放大率的放大率范围。当用户操作变焦键(在步骤 S1 为“YES”),CPU13 改变电子变焦放大率的设定(步骤 S2)。

[0126] 通过参考与预先准备的期望图像尺寸相对应设定表 100(图 2),依据变化后的电子变焦放大率,读出各个设定项目 100b 到 100e 的设定值(设定内容)(步骤 S3)。

[0127] 基于所读出的设定值执行以下处理。

[0128] 基于读取模式 100b 的设定值来切换从 CCD 图像传感器 3 读取所拍摄图像信号(拜耳数据)的读取模式(步骤 S4)。

[0129] 依据图像质量调整 100e 的设定,通过锐化处理或柔化处理来调整所拍摄图像数据的图像质量(步骤 S5)。

[0130] 从经过图像质量调整的图像数据中提取与提取尺寸 100c 的设定相对应的区域(步骤 S6)。步骤 S6 的提取处理被称为“修整(trimming)”。

[0131] 缩放电路 8 依据缩放系数 100d 的设定,放大或缩小所提取的图像区域(步骤 S7)。

[0132] 借助于以上的电子变焦控制处理能够获得期望图像尺寸的图像数据。

[0133] 此后,每次操作变焦键时,即每次改变电子变焦放大率时,就重复执行步骤 S2 到 S7 的处理。另外,当电子变焦放大率保持不变时,设定项目 100b 到 100e 的设定值保持与未改变的电子变焦放大率相对应的设定。对运动图像或过程图像重复执行基于设定值的处理。

[0134] (1) 期望图像尺寸是“640×480”像素的情况：

[0135] 图 7 是示出基于图 2 所示的设定表 100 的电子变焦控制处理的具体内容的视图。图 2 所示的设定表 100 与 640×480 像素的期望图像尺寸相对应。在本实例中，假定用户在运动图像拍摄模式中将电子变焦放大率从 1× 改变为 4.5×（最大放大率）。

[0136] 当电子变焦放大率被初始设定为 1× 时，图像信号的读取模式被设定为 3×3 像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“960×720”，用于在内部存储器 14 中的存储。将 960×720 像素的 YUV 数据按比例缩放，变为具有期望图像尺寸（640×480 像素）的存储图像（帧图像）。

[0137] 在 1× 到 1.5×（边界放大率）的电子变焦放大率范围内，响应于电子变焦放大率的增大（放大），随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小，缩放系数逐渐增大（缩小率的逐渐减小）。通过执行提取处理和缩小处理能够获得 640×480 像素的期望图像尺寸。

[0138] 当从以 3×3 像素相加模式读出的 960×720 像素的所拍摄图像数据中提取 640×480 像素的区域时，所提取的区域与 1.5× 电子变焦放大率的图像相对应。在 1.5× 的电子变焦放大率上，缩小处理不是必需的。1.5× 的电子变焦放大率被设定为边界放大率。由于在 1.5× 的电子变焦放大率上的缩放系数是 100%，因此能够仅通过执行提取处理来获得 640×480 像素的期望图像尺寸。

[0139] 当电子变焦放大率达到 1.5×（边界放大率）时，图像信号的读取模式被切换到 2×2 像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“1440×1080”，用于在内部存储器 14 中的存储。

[0140] 在 1.5× 到 2.25× 的电子变焦放大率范围内，响应于电子变焦放大率的增大，随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小，缩放系数逐渐增大（缩小率的逐渐减小）。通过执行提取处理和缩小处理能够获得具有 640×480 像素的期望图像尺寸的存储图像。

[0141] 当从以 2×2 像素相加模式读出的 1440×1080 像素的所拍摄图像数据中提取 640×480 像素的区域时，所提取的区域与没有进行缩小处理的 2.25× 电子变焦放大率的图像相对应。2.25× 的电子放大率被设定为边界放大率。由于在 2.25× 的电子变焦放大率上的缩放系数是 100%，因此能够仅通过执行提取处理来获得 640×480 像素的期望图像尺寸。

[0142] 当电子变焦放大率达到 2.25×（边界放大率）时，图像信号的读取模式被切换到全部像素模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“2880×2160”，用于在内部存储器 14 中的存储。

[0143] 在 2.25× 到 4.5× 的电子变焦放大率范围内，响应于电子变焦放大率的增大，随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小，缩放系数逐渐增大（缩小率的逐渐减小）。通过执行提取处理和缩小处理能够获得具有 640×480 像素的期望图像尺寸的存储图像。由于在 4.5× 的电子变焦放大率（即最大放大率）上的缩放系数是 100%，因此能够无需缩放处理而仅通过执行提取处理来获得 640×480 像素的期望图像尺寸。

[0144] 此外，与以上提取处理和缩小处理并行地执行锐化处理或柔化处理，作为图像质量调整。

[0145] 当电子变焦放大率被增大时（放大），图像质量调整的内容在边界放大率（1.5× 和 2.25×）上从锐化处理变为柔化处理。在预设的较低放大率范围 A 中执行锐化处理，较

低放大率范围 A 位于与边界放大率相比的较低放大率一侧（参考图 8）。在较低放大率范围 A 中，锐化处理的处理程度随电子变焦放大率而逐渐增大，并在边界放大率上终止于最大程度。在相对于边界放大率的较高放大率一侧上的预设的较高放大率范围 B 内，执行柔化处理（参考图 8）。在较高放大率范围 B 中，柔化处理的处理程度在边界放大率上设定为最大值。随后，柔化处理的处理程度随电子变焦放大率的增大而逐渐减小。

[0146] 图 8 是示出所拍摄图像上的模糊程度的示意图。就是说，图 8 是示出在较低放大率范围 A 和较高放大率范围 B 中存储图像的模糊程度上的变化的图。图 8 中的实线指示根据本实施例的模糊程度。虚线指示没有执行图像质量调整（锐化处理或柔化处理）情况下的模糊程度。

[0147] 如图 8 中虚线所示，在边界放大率上的模糊程度是不连续的。就是说，对图像信号的读取模式进行切换引起了所拍摄图像质量的相当大的变化。切换读取模式导致了用于像素相加的像素数的变化。图像质量的变化是由于用于像素相加的像素数的变化而造成的。用于像素相加的像素数的增大通过使边缘部分黯淡（extinguish）或降低对比度，而导致了模糊程度升高。以上在图像质量中的显著变化不能通过仅借助于执行提取处理和缩小处理而提供的电子变焦控制来消除。

[0148] 然而，在根据本实施例的上述实例中，边界放大率（ $1.5\times$  和  $2.25\times$ ）分割了图像质量调整的内容。即在较低放大率范围 A 中执行锐化处理（第一图像质量调整处理），在较高放大率范围 B 中执行柔化处理（第二图像质量调整处理）。锐化处理和柔化处理的处理程度在边界放大率上被设定为最大值。就是说，在位于边界放大率两侧的预设放大率范围中执行相反类型的图像质量调整，且其处理程度在边界放大率上设定为最大值。从而，模糊程度在边界放大率上连续地变化（如图 8 中实线所示）。因此，通过消除由切换图像信号的读取模式所引起的图像质量的较大变化，能够进一步提高电子变焦功能的质量。

[0149] 即使当电子变焦放大率从较高放大率侧变为较低放大率侧时，也能够实现模糊程度借以在边界放大率上连续的电子变焦功能。

[0150] 图 9A 和 9B 是示出与图 7 所示实例中的  $2.25\times$  的电子变焦放大率（边界放大率）相对应的所拍摄图像模糊程度的示意图。图 9 所示的原始图像 201 指示通过从以  $2\times 2$  像素相加模式读出的所拍摄图像中提取  $640\times 480$  像素而获得的图像。存储图像 202 表示从经最大程度的锐化处理的原始图像 201 中获得的图像。图 9B 中的原始图像 301 示出了通过以“全部像素模式”读出的所拍摄图像中提取“ $1260\times 960$ ”像素并将提取区域缩小 50% 而获得的图像。存储图像 302 表示从经最大程度的柔化处理的原始图像 301 中获得的图像。

[0151] 当相互比较原始图像 201 和 301 时，在其图像质量之间辨认出较大差别。然而，在经过图像质量调整的存储图像 202 和 302 之间不会辨认出较大差别。

[0152] 上述效果不限于运动图像拍摄模式中的运动图像拍摄。当基于与运动图像拍摄模式和静态图像拍摄模式中的过程图像的尺寸相对应的设定表 100，通过执行图 6 所示的电子变焦控制处理，在待机状态中在 LCD12 上显示过程图像时，也能够获得上述效果。

[0153] 图 6 所示的电子变焦控制处理不仅能够在待机状态中执行，还能够在静态图像拍摄模式中拍摄静态图像时执行。可以依据与存储图像的尺寸（除了最大尺寸之外）相对应的预备的设定表之一来执行该电子变焦控制处理，存储图像的尺寸可以预先设定。

[0154] 当期望图像尺寸被设定为  $640\times 480$  像素时，通过提取处理和缩小处理的组合来

获得  $640 \times 480$  像素的图像。然而,会存在期望图像尺寸是通过提取处理和稍后所述的放大处理的组合来获得的情况。(2) 期望图像尺寸是“ $960 \times 720$ ”像素的情况:

[0155] 以下参考图 10 来说明在期望图像尺寸被设定为  $960 \times 720$  像素的电子变焦控制处理的具体内容。为了执行该电子变焦控制处理,用于本实例的设定表(未示出)存储了与图 2 所示设定表 100 不同的设定数据。在本实例中,切换图像信号的读取模式时的电子变焦放大率(边界放大率)被设定为  $1.5 \times$  和  $3 \times$ 。

[0156] 如图 10 所示,当电子变焦放大率是  $1 \times$  时,所拍摄图像信号的读取模式被设定为  $3 \times 3$  像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“ $960 \times 720$ ”,用于在内部存储器 14 中的存储。由于期望图像尺寸是  $960 \times 720$  像素,就不必在  $1 \times$  上执行提取处理和放大处理。读出的 YUV 数据被存储为存储图像(帧图像)。

[0157] 在  $1 \times$  与  $1.5 \times$  之间的电子变焦放大率范围内,响应于电子变焦放大率的增大,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(放大率)逐渐增大。通过执行提取处理和放大处理能够获得  $960 \times 720$  像素的期望图像尺寸。

[0158] 当从以  $2 \times 2$  像素相加模式读出的  $1,440 \times 1,080$  像素的拍摄图像数据中提取  $960 \times 720$  像素的区域时,所提取的区域与  $1.5 \times$  电子变焦放大率的图像相对应。放大处理在  $1.5 \times$  的电子变焦放大率不是必需的。 $1.5 \times$  的电子变焦放大率被设定为边界放大率。

[0159] 当电子变焦放大率达到  $1.5 \times$ (边界放大率)时,图像信号的读取模式从  $3 \times 3$  像素相加模式切换到  $2 \times 2$  像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“ $1,440 \times 1,080$ ”,用于在内部存储器 14 中的存储。由于提取尺寸被设定为  $960 \times 720$  像素,且缩放系数在  $1.5 \times$  的电子变焦放大率上被设定为 100%,因此能够仅通过提取处理获得  $960 \times 720$  像素的期望图像尺寸。

[0160] 在  $1.5 \times$  到  $3 \times$  之间的电子变焦放大率范围内,响应于电子变焦放大率的增大,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(放大率)逐渐增大。通过执行提取处理和放大处理能够获得  $960 \times 720$  像素的期望图像尺寸。

[0161] 当从以全部像素模式读出的  $2,880 \times 2,160$  像素的拍摄图像数据中提取  $960 \times 720$  像素的区域时,所提取的区域与  $3 \times$  电子变焦放大率的图像相对应。放大处理在  $3 \times$  的电子变焦放大率不是必需的。 $3 \times$  的电子变焦放大率被设定为边界放大率。

[0162] 当电子变焦放大率达到  $3 \times$ (边界放大率)时,图像信号的读取模式从  $2 \times 2$  像素相加模式切换到全部像素模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“ $2,880 \times 2,160$ ”,用于在内部存储器 14 中的存储。由于提取尺寸被设定为  $960 \times 720$  像素,且缩放系数在  $3 \times$  的电子变焦放大率上被设定为 100%,能够仅通过提取处理来获得  $960 \times 720$  像素的期望图像尺寸。

[0163] 当电子变焦放大率的设定高于  $3 \times$  时,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(放大率)逐渐增大。能够通过执行提取处理和放大处理来获得  $960 \times 720$  像素的期望图像尺寸。

[0164] 此外,与以上提取处理和缩小处理并行地执行锐化处理或柔化处理,作为图像质量调整。

[0165] 当电子变焦放大率被增大时(放大),图像质量调整的内容在边界放大率( $1.5 \times$  和  $3 \times$ )上从锐化处理变为柔化处理。在预设的较低放大率范围中执行锐化处理,所述较低

放大率范围位于与边界放大率相比的较低放大率一侧。在该较低放大率范围中,锐化处理的处理程度随电子变焦放大率而逐渐增大,并在边界放大率上终止于最大程度。在相对于边界放大率的较高放大率一侧的预设的较高放大率范围内,执行柔化处理。在该较高放大率范围中,柔化处理的处理程度在边界放大率上设定为最大值。随后,柔化处理的处理程度随电子变焦放大率的增大而逐渐减小(参考图 8)。

[0166] 当切换图像信号的读取模式时,所拍摄图像的质量不可避免地被改变。而且,由于在较低放大率范围内通过放大处理来获得期望图像尺寸所需的像素数,因此降低了图像质量。

[0167] 然而,在本实例中,边界放大率(1.5×和3×)分割了图像质量调整的内容。即,在较低放大率范围中执行锐化处理,在较高放大率范围中执行柔化处理。锐化处理和柔化处理的处理程度在边界放大率上设定为最大值。就是说,在位于边界放大率两侧的预设放大率范围中,图像质量连续变化,而没有显著的间隙。从而,模糊程度在边界放大率上连续地变化,如图 8 中实线所示。

[0168] 即使是当电子变焦放大率从较高放大率一侧变为较低放大率一侧时,也能够实现模糊程度借以在边界放大率上连续的电子变焦功能。

[0169] (3) 期望图像尺寸是“800×600”像素的情况:

[0170] 以下参考图 11 来解释图像尺寸被设定为“800×600”像素的电子变焦控制处理的具体内容。为了执行该电子变焦控制处理,用于本实例的设定表(未示出)存储了与图 2 所示设定表 100 不同的设定数据。在本实例中,切换图像信号的读取模式时的电子变焦放大率(边界放大率)被设定为 1.6×和 2.6×。

[0171] 如图 11 所示,当电子变焦放大率是 1×时,所拍摄图像信号的读取模式被设定为 3×3 像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“960×720”,用于在内部存储器 14 中的存储。仅仅对 YUV 数据执行缩小处理,以获得期望图像尺寸(800×600 像素)。

[0172] 在 1×到 1.2×之间的电子变焦放大率范围内,响应于电子变焦放大率的增大,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(缩小率的逐渐减小)逐渐增大。能够通过执行提取处理和缩小处理来获得 800×600 像素的期望图像尺寸。

[0173] 当从以 3×3 像素相加模式读出的 960×720 像素的拍摄图像数据中提取 800×600 像素的区域时,所提取的区域与 1.2×电子变焦放大率的图像相对应。缩放处理(放大或缩小)在 1.2×的电子变焦放大率上不是必需的。由于在 1.2×的电子变焦放大率上缩放系数是 100%,因此可以仅通过提取处理来获得 800×600 像素的期望图像尺寸。

[0174] 在 1.2×到 1.6×之间的电子变焦放大率范围内,响应于电子变焦放大率的增大,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(放大率)逐渐增大。能够通过执行提取处理和放大处理来获得 800×600 像素的期望图像尺寸。

[0175] 当电子变焦放大率达到 1.6×(边界放大率)时,图像信号的读取模式从 3×3 像素相加模式切换到 2×2 像素相加模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为“1,440×1,080”,用于在内部存储器 14 中的存储。

[0176] 在 1.6×到 1.8×之间的电子变焦放大率范围内,响应于电子变焦放大率的增大,随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小,缩放系数(缩小率的逐渐减小)逐渐增大。



能够通过提取处理和缩小处理来提供  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。

[0177] 当电子变焦放大率达到  $1.8 \times$  时, 缩放系数达到 100%。仅通过提取处理来提供  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。缩小处理在  $1.8 \times$  的电子变焦放大率上不是必需的。

[0178] 在  $1.8 \times$  到  $2.6 \times$  之间的电子变焦放大率范围内, 响应于电子变焦放大率的增大, 随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小, 缩放系数 (放大率) 逐渐增大。能够通过执行提取处理和放大处理来获得  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。

[0179] 当电子变焦放大率达到  $2.6 \times$  (边界放大率) 时, 图像信号的读取模式从  $2 \times 2$  像素相加模式切换到全部像素模式。包含在所拍摄图像数据的一个帧中的像素数被设定为 “2, 880  $\times$  2, 160”, 用于在内部存储器 14 中的存储。

[0180] 在  $2.6 \times$  到  $3.6 \times$  之间的电子变焦放大率范围内, 响应于电子变焦放大率的增大, 随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小, 缩放系数逐渐增大 (缩小率的逐渐减小)。能够通过提取处理和缩小处理来提供  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。

[0181] 当电子变焦放大率达到  $3.6 \times$  时, 缩放系数达到 100%。仅通过提取处理来获得  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。缩小处理在  $3.6 \times$  的电子变焦放大率上不是必需的。

[0182] 当电子变焦放大率的设定高于  $3.6 \times$  时, 响应于电子变焦放大率的增大, 随着从 YUV 数据进行提取的提取尺寸逐渐减小, 缩放系数 (放大率) 逐渐增大。能够通过提取处理和放大处理来获得  $800 \times 600$  像素的期望图像尺寸。

[0183] 此外, 与以上提取处理和缩小处理并行地执行锐化处理或柔化处理, 作为图像质量调整。

[0184] 当电子变焦放大率被增大时 (放大), 图像质量调整的内容在边界放大率 ( $1.6 \times$  和  $2.6 \times$ ) 上从锐化处理变为柔化处理。在预设的较低放大率范围中执行锐化处理, 所述较低放大率范围位于与边界放大率相比的较低放大率一侧。在该较低放大率范围中, 锐化处理的处理程度随电子变焦放大率而逐渐增大, 并在边界放大率上终止于最大程度。在相对于边界放大率的较高放大率一侧的预设的较高放大率范围内, 执行柔化处理。在该较高放大率范围中, 柔化处理的处理程度在边界放大率上被设定为最大值。随后, 柔化处理的处理程度随电子变焦放大率的增大而逐渐减小 (参考图 8)。

[0185] 当切换图像信号的读取模式时, 所拍摄图像的质量不可避免的被改变。而且, 由于在较低放大率范围内通过放大处理来获得期望图像尺寸所需的像素数, 因此降低了图像质量。

[0186] 然而, 在本实例中, 边界放大率 ( $1.6 \times$  和  $2.6 \times$ ) 分割了图像质量调整的内容。即, 在较低放大率范围中执行锐化处理, 在较高放大率范围中执行柔化处理。锐化处理和柔化处理的处理程度在边界放大率上设定为最大值。就是说, 在位于该边界放大率两侧的预设放大率范围中图像质量连续变化, 而没有显著的间隙。从而, 模糊程度在边界放大率上连续地变化, 如图 8 中实线所示。

[0187] 即使是当电子变焦放大率从较高放大率一侧变为较低放大率一侧时, 也能够实现模糊程度借以在边界放大率上连续的电子变焦功能。

[0188] 在本实施例中, 对在相对于边界放大率的较低放大率一侧上的预设范围中执行锐化处理, 在相对于边界放大率的较高放大率一侧上的预设范围中执行柔化处理的情况给出了说明。然而, 图像质量调整并不限于以上的情况。可以按如下执行图像质量调整。就是

说,如图 12A 所示,可以仅在相对于边界放大率的较低放大率一侧上的范围中执行锐化处理。或者,如图 12B 所示,可以仅在相对于边界放大率的较高放大率一侧上的范围中执行柔化处理。

[0189] 在图 12A 和 12B 所示的情况下,可以执行电子变焦控制处理,以使得模糊程度在边界放大率上是连续的。由于模糊程度在边界放大率上是连续的,因此即使当电子变焦放大率从较低放大率一侧变到较高放大率一侧时,或者当电子变焦放大率从较高放大率一侧变到较低放大率一侧时,也能够执行图像质量调整而不会在模糊程度上引起显著的间隙。因此,通过消除由所拍摄图像信号的读取模式的切换所引起的图像质量上的较大变化,能够改善电子变焦控制处理的质量。此外,能够使得在边界放大率附近处理程度骤变。

[0190] 在本实施例中,给出的解释是关于锐化处理和柔化处理的处理程度根据电子变焦放大率的变化而分阶段变化的情况的。然而,只要两个图像质量调整的处理程度能够在边界放大率上设定为最大值,处理程度的一个阶段就可以与电子变焦放大率的几个阶段相对应。当配置为电子变焦放大率以无级方式 (stepless fashion) (或以用户不能识别的阶段) 变化时,锐化处理或柔化处理的程度就能够以无级方式变化。执行锐化处理或柔化处理的范围不限于紧邻着所述边界放大率的较低或较高范围。除了  $1\times$  和最大电子变焦放大率之外,可以通过在其中设定了统一读取模式的电子变焦放大率范围来执行锐化处理或柔化处理。

[0191] 切换所拍摄图像信号的读取模式导致了图像质量的变化,例如模糊程度上的变化。在本实施例中,在位于边界放大率两侧的预设放大率范围中执行锐化处理和柔化处理的图像质量调整。执行锐化处理和柔化处理,来抑制主要由于边缘部分的丢失或对比度的减小所引起的模糊程度上的变化。然而,图像质量调整并不限于以上情况。就是说,可以通过在位于边界放大率两侧的预设放大率范围中执行除锐化和柔化处理之外的预设图像质量调整,来抑制除模糊程度之外的图像质量变化。当图像质量调整的处理程度在边界放大率上被设定为最大值时,图像质量可连续地变化。通过消除由于电子变焦放大率被改变所引起的图像质量上的较大变化,改善了电子变焦控制处理的质量。

[0192] 在本实施例中,在同一边界放大率上执行与不同读取模式相对应的两类处理。然而,可以在边界放大率上执行单一的处理。例如,可以在边界放大率上一直执行与在其中用于像素相加的像素数较小的读取模式相对应的处理。或者,可以按如下来执行电子变焦控制。就是说,当在放大操作中电子变焦放大率达到边界放大率时,执行与在其中用于像素相加的像素数较小的读取模式相对应的处理,当在缩小操作中电子变焦放大率达到边界放大率时,执行与在其中用于像素相加的像素数较大的读取模式相对应的处理。

[0193] 在本实施例中,预备了三类所拍摄图像信号的读取模式,包括“全部像素模式”、“ $2\times 2$  像素相加模式”和“ $3\times 3$  像素相加模式”,并根据电子变焦放大率来设定读取模式。然而,可以预备四类或更多类所拍摄图像信号的读取模式。此外,像素相加不限于以上情况。 $5\times 5$  像素相加,在水平或垂直方向上的 2 或 3 像素相加等都能够执行。此外,作为所拍摄图像信号的读取模式 (CCD 图像传感器 3 的驱动模式),可以预备一个或多个像素稀疏模式。像素稀疏模式在像素稀疏率上发生变化。而且,像素相加模式和像素稀疏模式都可以作为图像信号的读取模式来提供,可以适当地将像素稀疏模式设定为与电子变焦放大率相对应的读取模式。

[0194] 在根据本实施例的电子变焦控制处理中,从设定表 100 中检测与电子变焦放大率相对应的读取模式、提取尺寸、缩放系数(放大率和缩小率)和图像质量调整的设定内容。然而,可以基于预设条件运算或算数运算来获取设定内容。

[0195] 此外,对经过 YUV 转换并临时存储在内部存储器 14 中的图像数据(YUV 数据),执行用于从所拍摄图像中提取预设提取尺寸的图像区域的提取处理。然而,可以对在 YUV 转换之前的图像信号(拜耳数据)执行提取处理。

[0196] 当为了读出所拍摄图像信号而执行像素相加时(在图像传感器之内或之外),图像传感器不限于 CCD 图像传感器,而可以是另一种图像传感器,例如互补金属氧化物半导体(CMOS)传感器。当图像传感器被配置为如同在 CMOS 传感器中一样选择性地读出预设像素的电荷信号时,能够在读出所拍摄图像信号时执行以上的提取处理。

[0197] 以上解释了在提取处理之前执行锐化处理和柔化处理的结构。然而,可以提供这样的结构:使得对通过提取处理而获取的图像数据执行图像质量调整处理。此外,在本实施例中,解释了在放大处理或缩小处理之前执行锐化处理和柔化处理的结构。然而,可以提供这样的结构:其中,在放大处理或缩小处理之后对图像数据执行以上的图像质量调整处理。

[0198] 在本实施例中,解释了本发明用于数码相机的情況。但本发明可以被用于其他具有电子变焦功能的摄像设备,例如数码摄像机、具有相机功能的移动电话终端、具有相机功能的个人数字助理(PDA)等。摄像设备可以并不总是具有光学变焦功能。

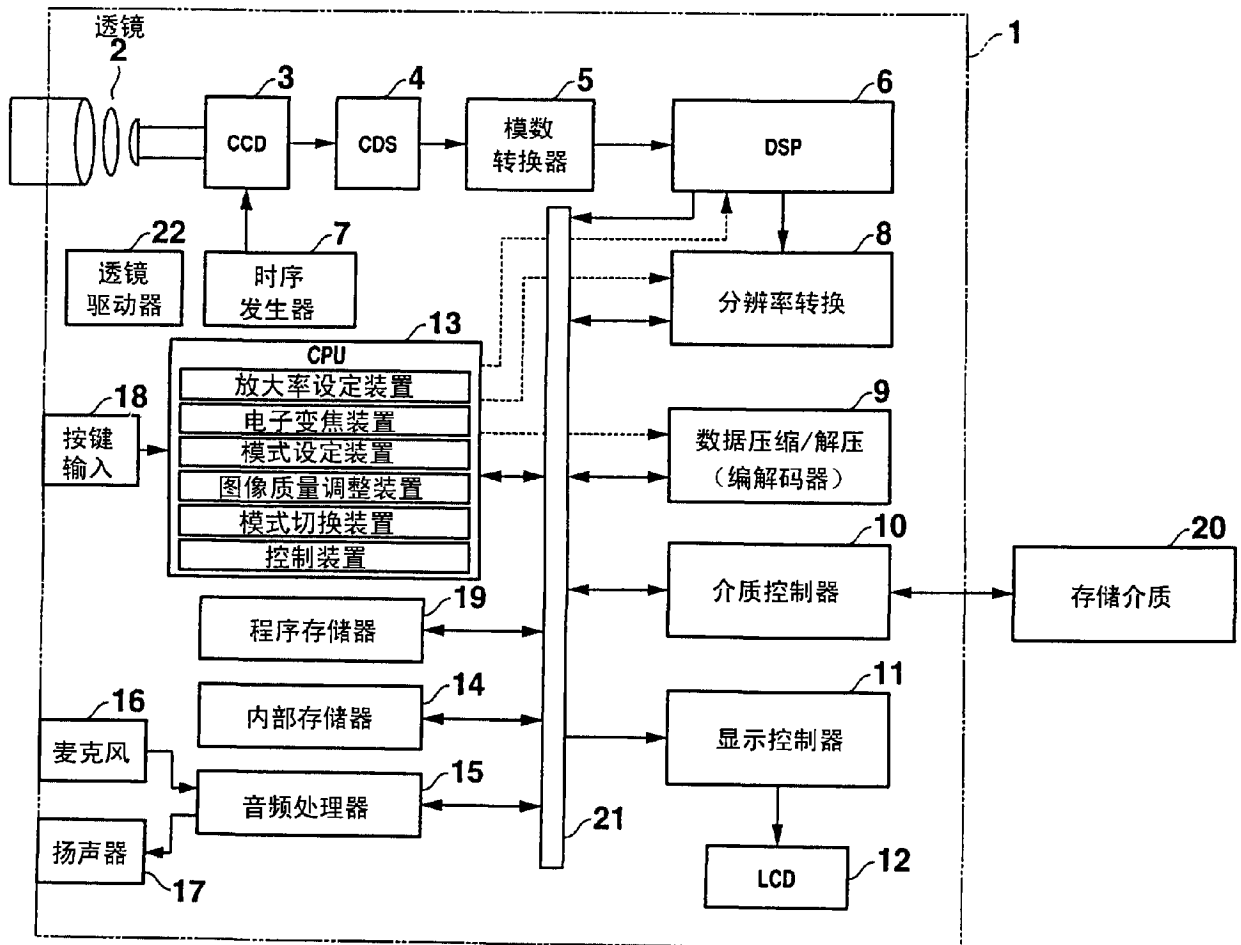


图1

100

100a	100b	100c	100d	100e
变焦放大率	读取模式	提取尺寸	缩放系数	图像质量调整
1×	3×3像素 相加	全部区域	66.67%	无
↑ ↓		↑ ↓	↑ ↓	锐化 (最小程度)
1.5×		640×480	100%	锐化 (最大程度)
1.5×	2×2像素 相加	960×720	66.67%	柔化 (最大程度)
↑ ↓		↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
				柔化 (最小程度)
				无
2.25×		640×480	100%	锐化 (最大程度)
2.25×	全部像素	1,260×960	50%	柔化 (最大程度)
↑ ↓		↑ ↓	↑ ↓	↑ ↓
				柔化 (最小程度)
4.5×		640×480	100%	无

图2

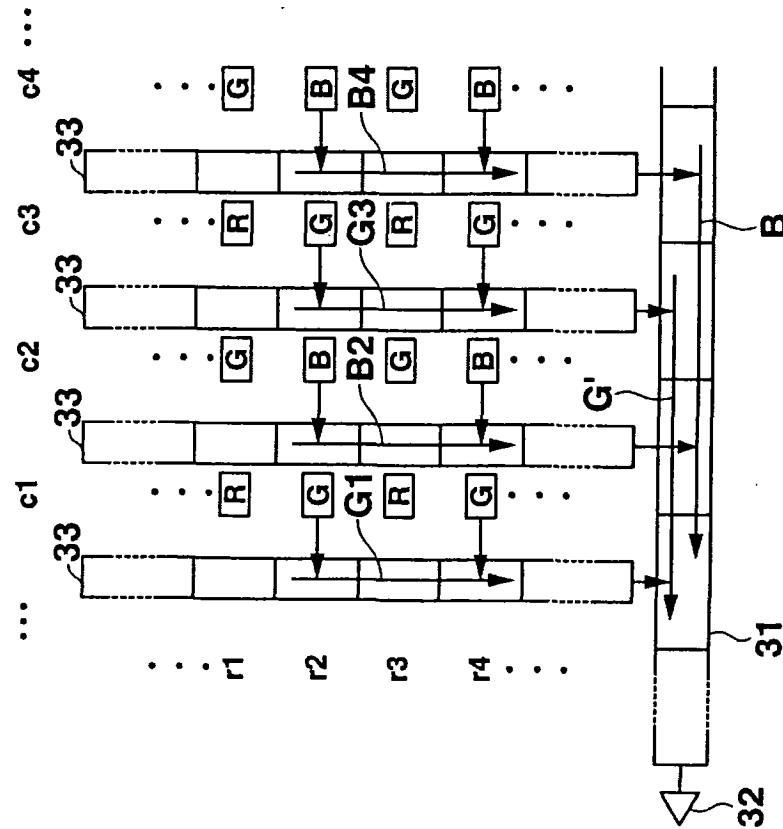


图 3A

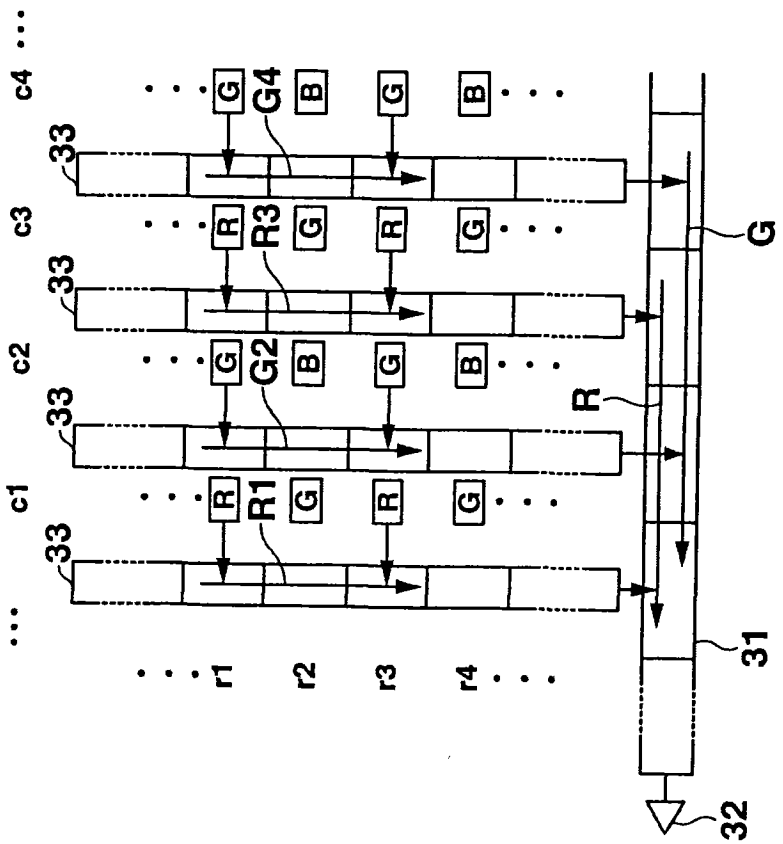


图 3B

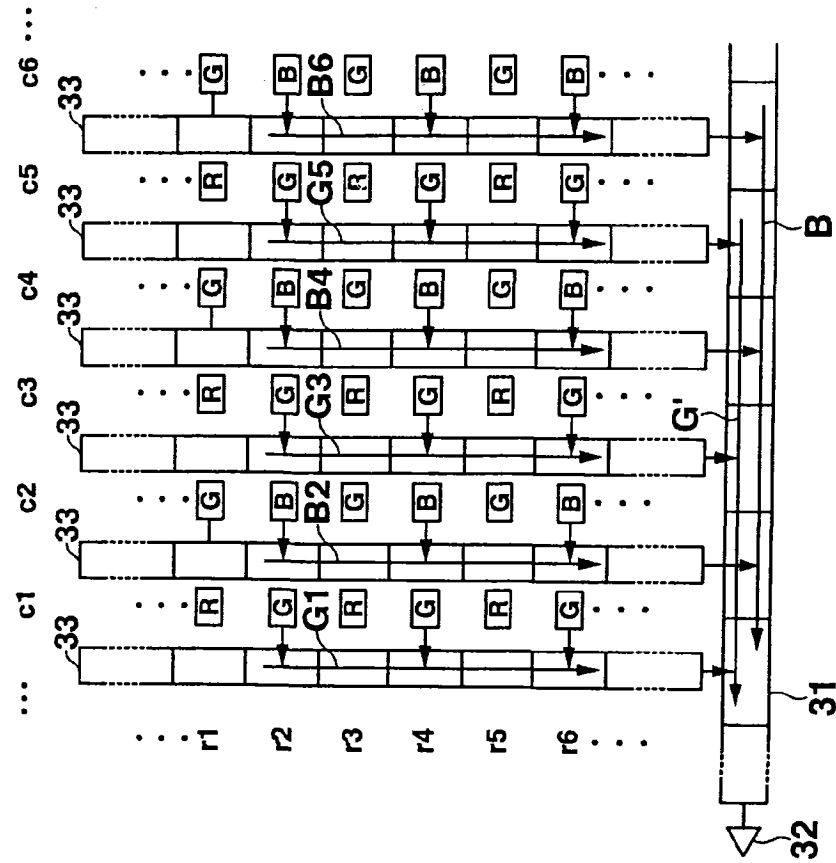


图4B

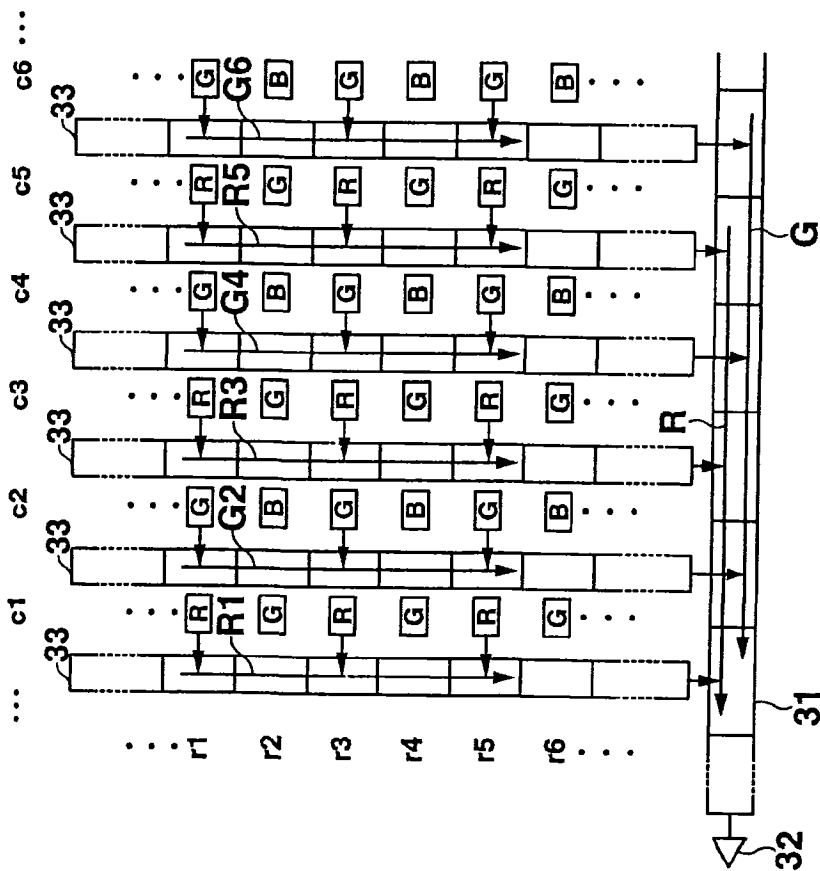


图4A

	c1	c2	c3	c4
r1	R	G	R	G
r2	G	B (R)	G (G)	B
r3	R	G (G)	R (B)	G
r4	G	B	G	B

图5A

	c1	c2	c3	c4	c5	c6
r1	R	G	R	G	R	G
r2	G	B	G	B	G	B
r3	R	G	R (R)	G (G)	R	G
r4	G	B	G (G)	B (B)	G	B
r5	R	G	R	G	R	G
r6	G	B	G	B	G	B

图5B



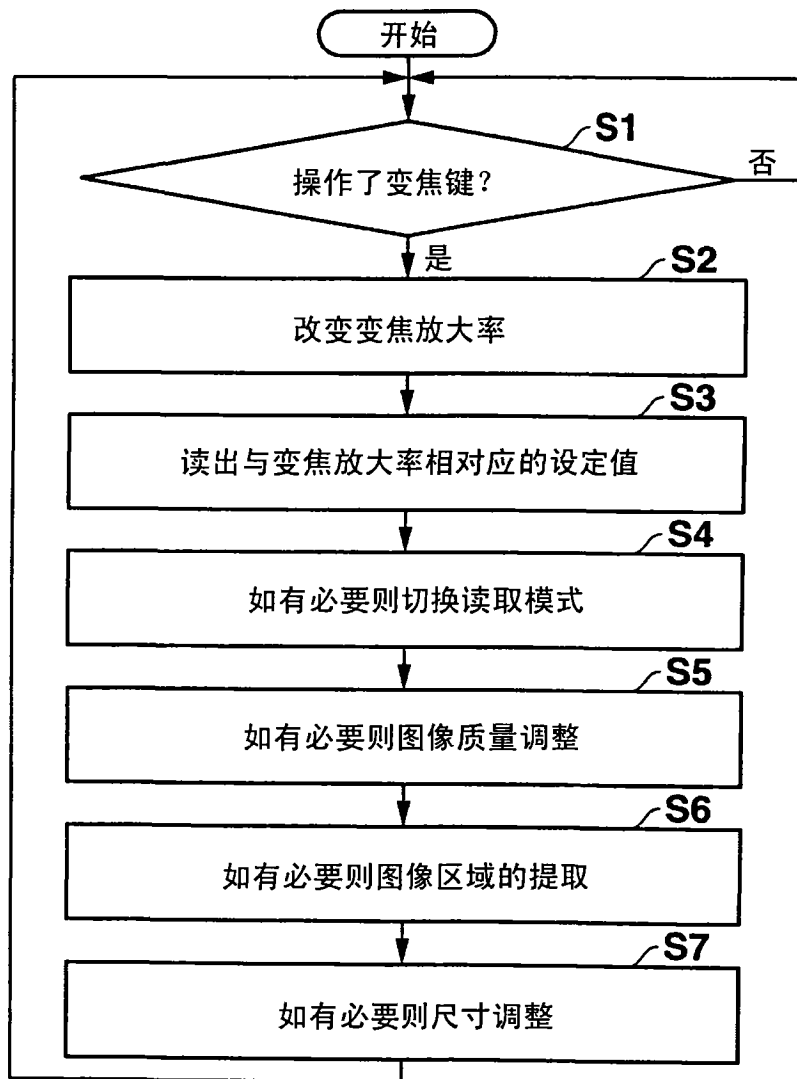


图6

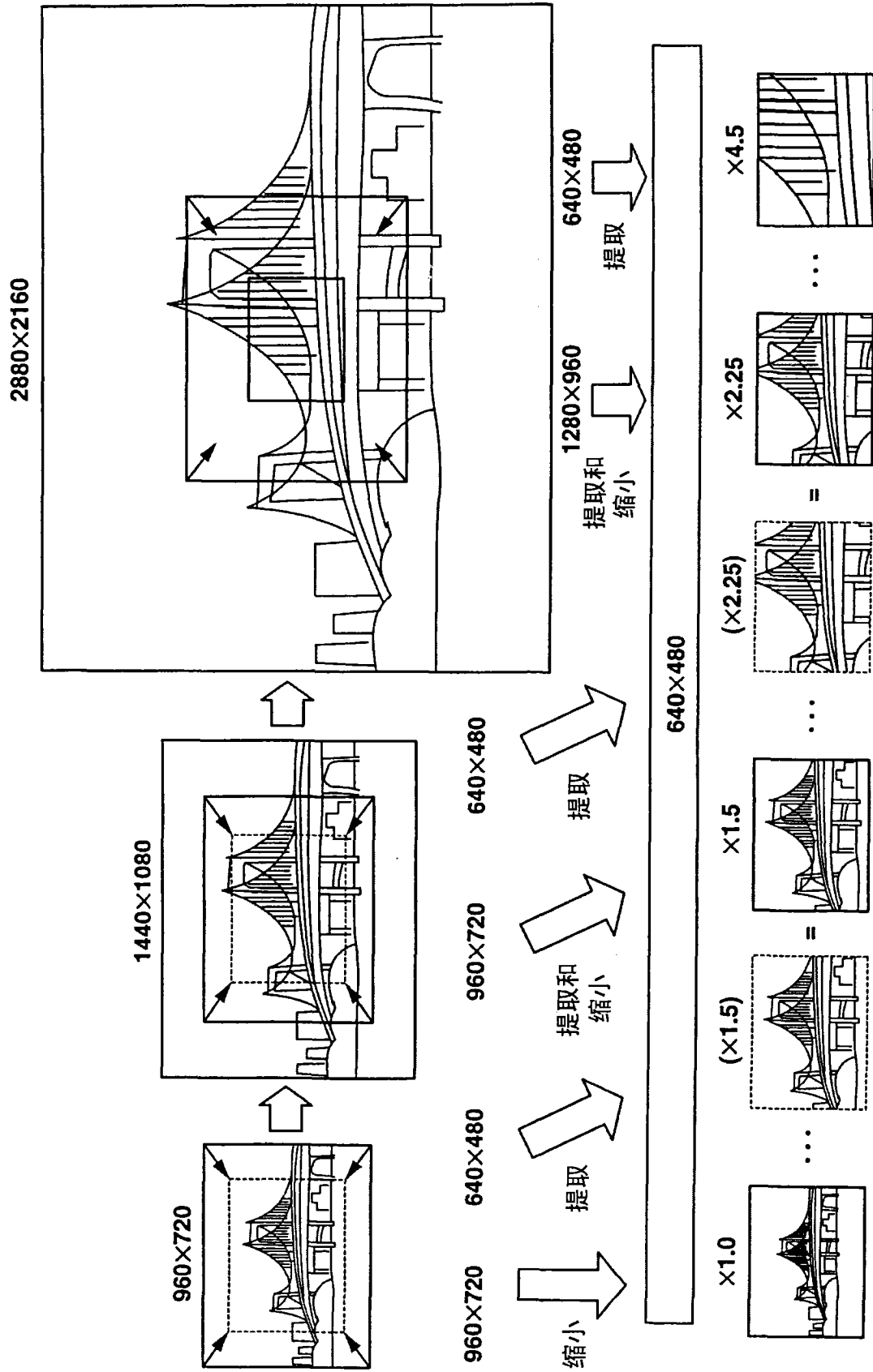


图7

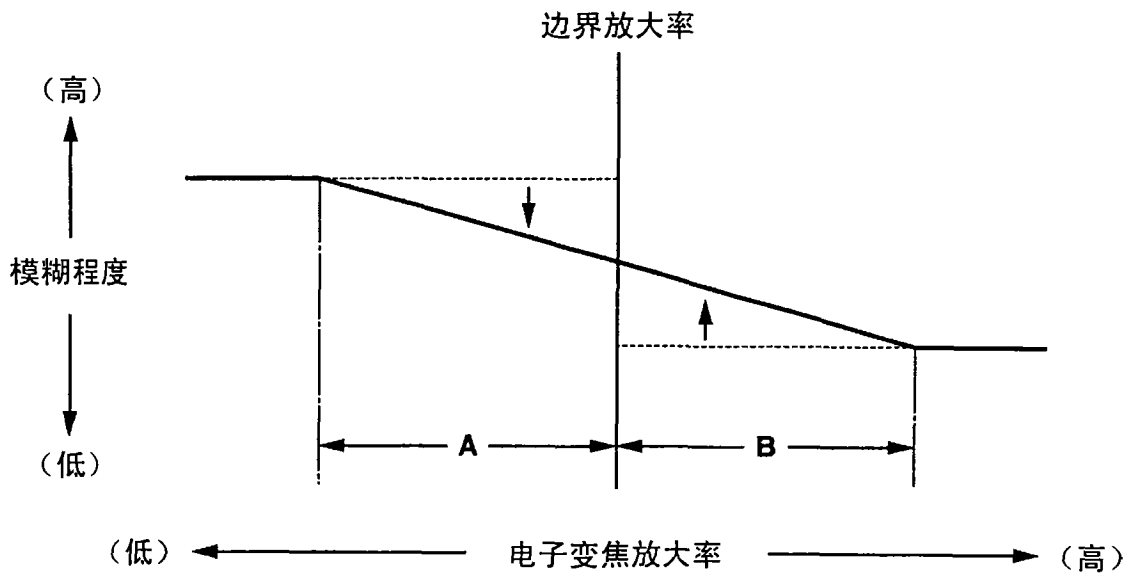


图8

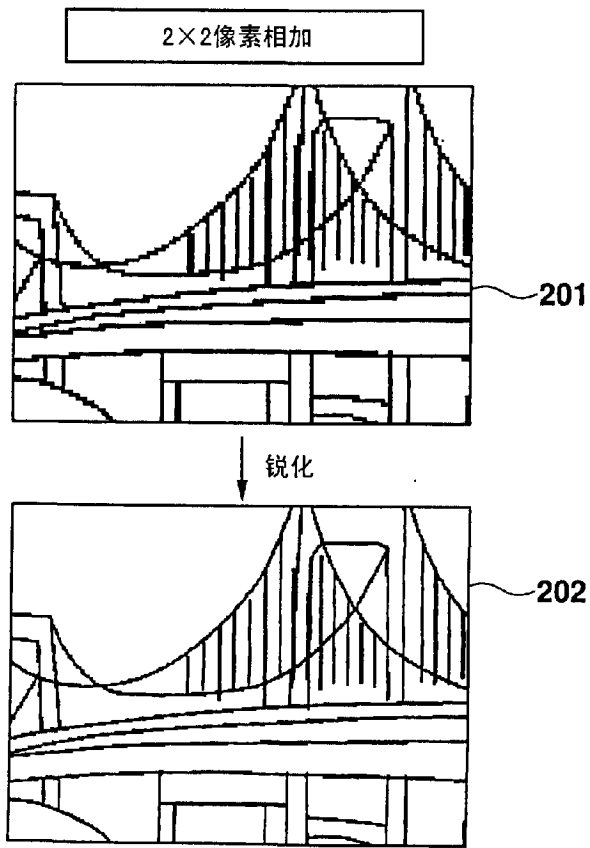


图9A

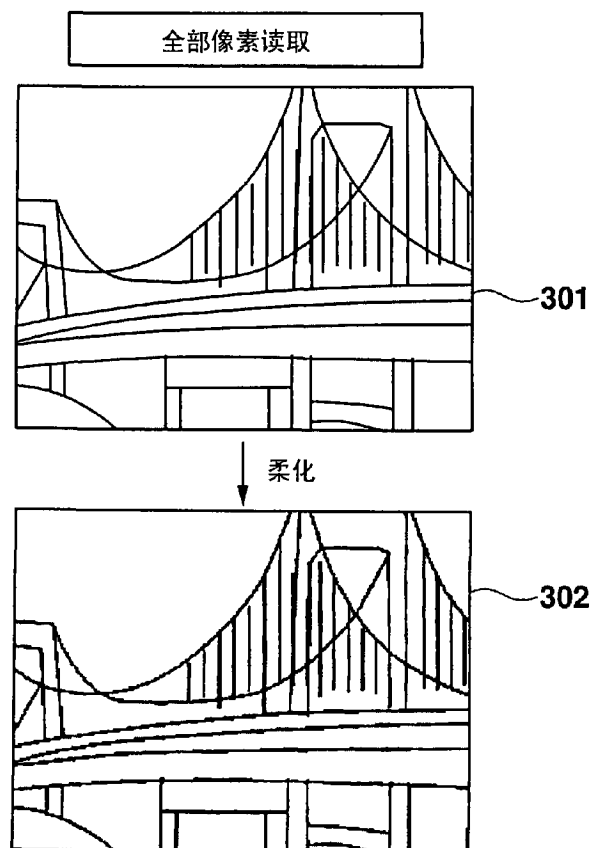


图9B

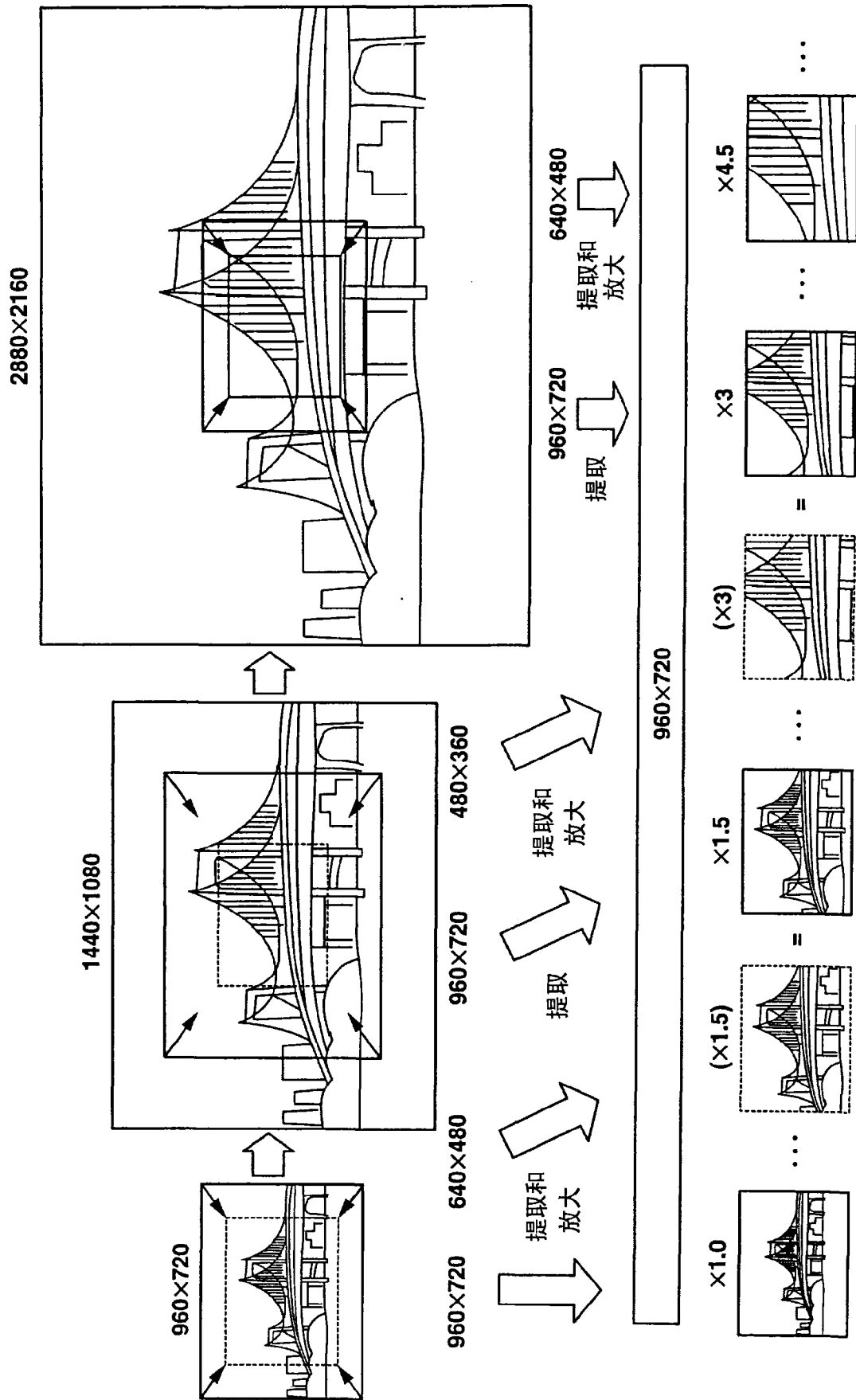


图10

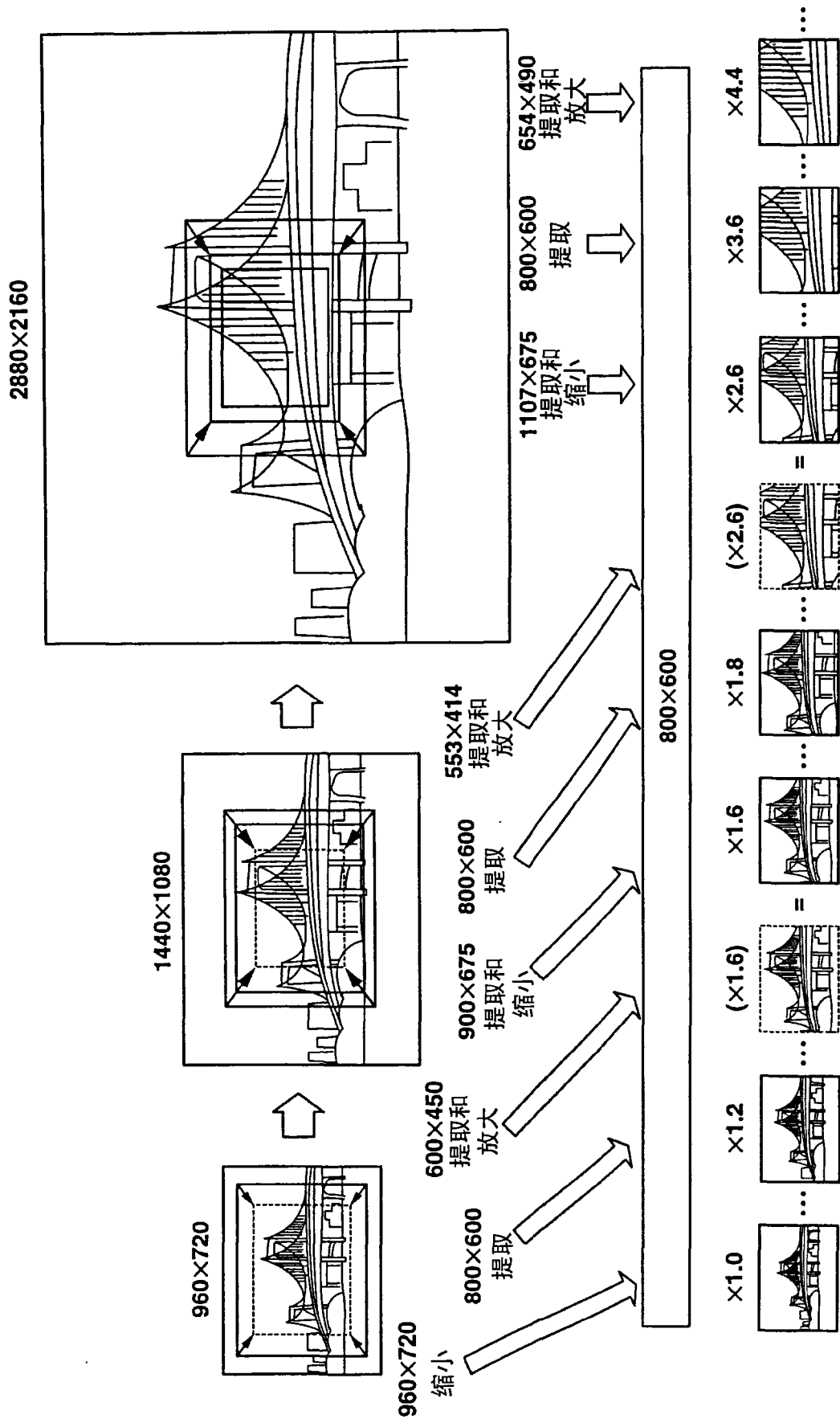


图11

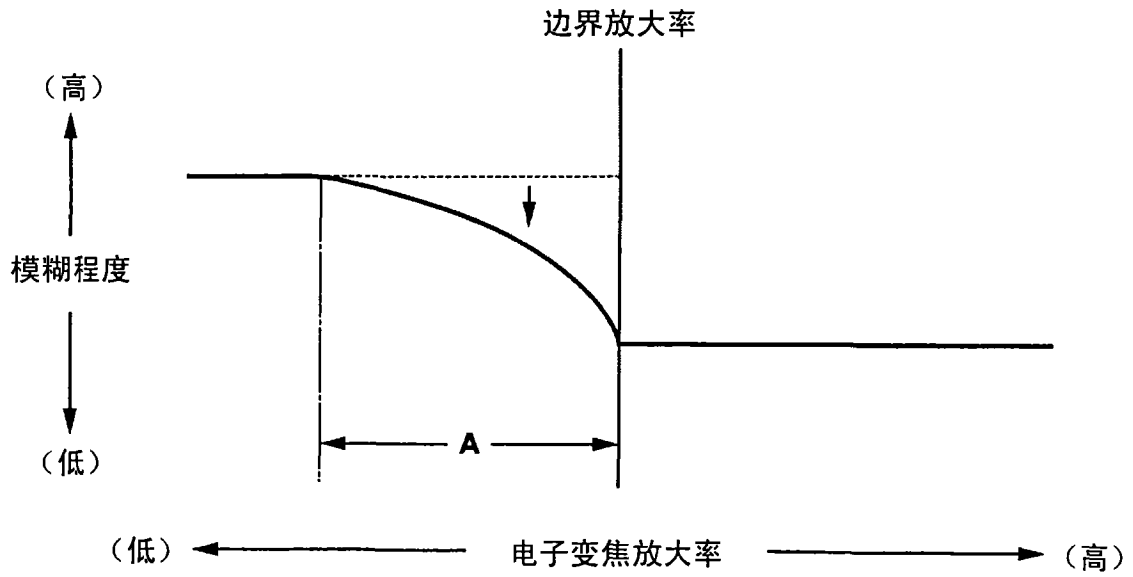


图12A

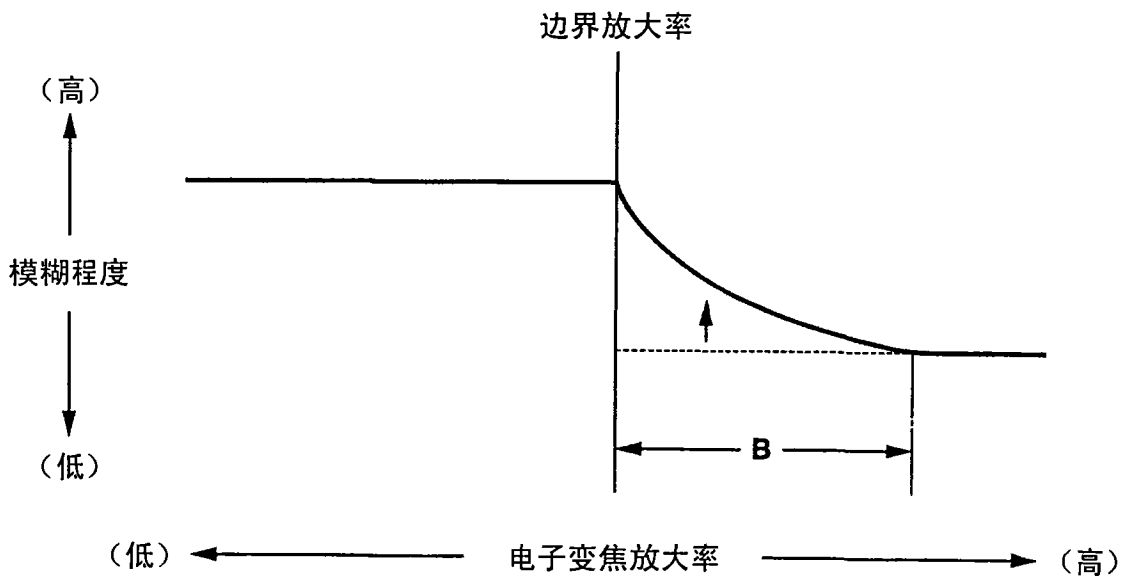


图12B