

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 5/208 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510052936. X

[45] 授权公告日 2008 年 1 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 100362851C

[22] 申请日 2005. 3. 2

[21] 申请号 200510052936. X

[30] 优先权

[32] 2004. 3. 11 [33] JP [31] 2004 - 068299

[73] 专利权人 三洋电机株式会社

地址 日本国大阪府

[72] 发明人 中茎俊朗

[56] 参考文献

US6285411B1 2001. 9. 4

JP2003 - 32513A 2003. 1. 31

US6433836B1 2002. 8. 13

审查员 张 璇

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公
司

代理人 李香兰

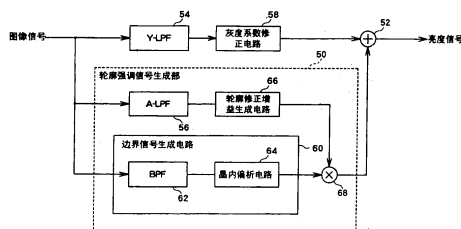
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 7 页

[54] 发明名称

图像信号处理装置

[57] 摘要

本发明提供一种图像信号处理装置。轮廓修正增益生成电路(66)根据预先设定的变换特性函数,生成对应于通过 A-LPF(56)后的图像信号的信号电平的增益信号。边界信号生成电路(60)根据图像信号的二次微分信号生成对应于图像轮廓的边界信号。在乘法电路(68)中将增益与边界信号相乘,轮廓强调信号生成部(50)将其作为轮廓强调信号输出。另一方面,图像信号由设在和轮廓强调信号生成部(50)不同的系统的信号通路上的灰度系数修正电路(58)实施灰度系数修正。加法合成电路(52)将来自轮廓强调信号生成部(50)的轮廓强调信号合成到灰度系数修正后的图像信号。



1、一种图像信号处理装置，其中强调图像信号的特定频率成分，修正再生图像轮廓，其特征在于，该图像信号处理装置包括轮廓强调信号生成电路，其具有：

从原图像信号提取出对应于图像轮廓的特定频率成分并生成边界信号的边界信号生成电路；和

根据上述原图像信号的信号电平，生成增益信号的增益生成电路；

所述轮廓强调信号生成电路根据上述增益信号变换上述边界信号的振幅，并生成修正上述再生图像轮廓的轮廓强调信号。

2、根据权利要求1所述的图像信号处理装置，其特征在于，

上述边界信号生成电路具有：

从上述原图像信号提取上述特定频率成分的频率滤波电路；和

从上述频率滤波电路的输出信号除去峰值在所定基准值以下的波形的噪音除去电路，

根据上述噪音除去电路的输出信号来生成上述边界信号。

3、根据权利要求1所述的图像信号处理装置，其特征在于，上述增益生成电路预先设定非线性增益定义函数，根据该增益定义函数，确定对应于上述原图像信号的信号电平的上述增益信号的信号电平。

4、根据权利要求1所述的图像信号处理装置，其特征在于，上述轮廓强调信号生成电路具有：将上述增益信号乘以上述边界信号并生成上述轮廓强调信号的乘法电路。

5、根据权利要求1所述的图像信号处理装置，其特征在于，具有：

对应上述原图像信号实施基于非线性特性的灰度修正的灰度修正电路；和

将上述轮廓强调信号与上述灰度修正后的上述原图像信号相加并生成输出图像信号的加法电路。

图像信号处理装置

技术领域

本发明涉及强调图像信号的特定频率成分，修正再生图像轮廓的图像信号处理装置。

背景技术

作为画质调整的处理方法之一，有强调图像轮廓的轮廓修正处理。图 10 是说明轮廓修正处理原理的示意性时间图。图 10 (a) 表示作为原图像信号的灰度信号。图 10 (b) 是对应于原图像信号的二次微分波形的轮廓强调信号（窗孔信号：aperture signal），在此，图示出了将原图像信号进行二次微分后，反转极性的信号。轮廓强调信号在亮度信号的上升沿、下降沿，即在图像中的边界部分有大的振动。图 10 (c) 是实施轮廓修正处理的图像信号，是通过将图 10 (a) 的原图像信号和图 10 (b) 的轮廓强调信号相加合成而生成的。这样，在实施轮廓修正处理的图像信号中，在上升时一旦下降后再上升，以使其超过所定的电平后返回的方式进行轮廓强调。由此，图像的轮廓被强调，可提高图像的鲜明度。

图 11 是生成轮廓强调信号的轮廓强调信号产生电路的简要构成的框图。由带通滤波器（Band Pass Filter: BPF）2 取出输入信号中的特定带域（例如 1.5MHz 附近）的频率成分。在该提取处理中容易产生噪音脉冲。为了除去该噪音而设置有晶内偏析电路 4。晶内偏析电路 4 仅透过振幅超过所定阈值的脉冲，其以下的脉冲作为噪音除去。透过晶内偏析电路 4 的脉冲在增益电路 6 中乘以所定的增益。在此，二次微分波形生成对应于亮度信号的上升沿、下降沿的陡度的振幅。即，如果原图像的边界是尖锐的，则相应轮廓强调的程度也变强。但是，过于强的轮廓强调会使图像不自然。为防止这种情况，设置有限幅电路（clip circuit）8。当由增益电路 6 进行增益调整的二次微分波形的振幅超过设定的上限、下限时，限幅电路 8 以

其上限、下限限幅该波形。

其次，对于亮度信号，除进行上述轮廓修正外，还实施对应于构成显示特性或图像的像素的亮度分布的非线性变换处理，进行使再生图像达到视觉上最佳灰度的灰度等级修正。作为该灰度修正常见灰度系数修正，在该修正中进行强调低亮度部分、抑制高亮度部分的处理。在轮廓修正方式中，原来存在几种与灰度系数修正有关的方式。

第1方式是在轮廓强调信号与亮度信号合成后实施灰度系数修正。在该方式中，在图像信号的高亮度侧和低亮度侧轮廓修正有效一方反映灰度系数修正并成为非对称。具体是，即使在原图像信号中亮度信号的上升沿侧相同，当该上升沿发生在高亮度区域时轮廓强调相对弱，当发生在低亮度区域时轮廓强调相对强。存在该强调的程度不同依赖于灰度系数修正，出现视觉上不自然图像的问题。

第2方式是由原亮度信号生成轮廓强调信号，与实施了灰度系数修正的亮度信号合成。在该方式中，在原图像信号中即使亮度信号的上升沿侧相同，灰度系数修正的结果为：当该上升沿发生在高亮度区域时亮度信号的电平变化相对小，当发生在低亮度区域时相对大。另一方面，轮廓强调信号不受灰度系数修正的影响，不依赖于上升沿发生的亮度区域，而呈同样大小。即，对应于亮度信号的上升量的轮廓强调，在高亮度侧相对强，在低亮度侧相对弱，同样存在出现视觉上不自然图像的问题。

第3方式是根据实施灰度系数修正的图像信号生成轮廓强调信号。为此，由BPF2的微分处理生成的噪音脉冲电平对应于亮度信号电平变化。具体是，在高亮度侧噪音电平相对低，在低亮度侧噪音电平相对大。其结果，在具有一定阈值的晶内偏析电路4中，存在不能正确除去噪音的问题。

作为解决这些方式中问题的现有方式，有在下述专利文献1中记载的方式。图12是通过该现有方式对亮度信号实施轮廓强调的亮度信号生成电路的框图。该电路由以下部分构成：生成根据从摄像装置等输入的图像信号进行了灰度系数修正的亮度信号的主系统；和相对该主系统并列设置且根据图像信号来生成轮廓强调信号的轮廓强调信号生成部20。在主系统中，由低通滤波器（Low Pass Filter: LPF）（Y-LPF22）取得的亮度信号Y在Y信号用灰度系数修正电路24中实施灰度系数修正。另一方面，

在轮廓强调信号生成部 20 中, 具有与图 11 所示的轮廓强调信号生成电路同样构成的边界信号产生电路 26 提取对应于轮廓的特定频率成分并生成边界信号。对该边界信号实施与主系统不同的灰度系数修正, 生成轮廓强调信号。通过将该轮廓强调信号和从主系统输出的亮度信号在加法合成电路 28 中进行加法合成, 从而获得实施轮廓修正后的输出图像信号。

轮廓强调信号生成部 20 如下所述地生成轮廓强调信号。首先, 在边界信号产生电路 26 的输出中除去直流成分, 由于会失去亮度信息, 故不能直接进行灰度系数修正。因此, 将由 LPF (A-LPF30) 取得的亮度信号与从边界信号产生电路 26 输出的边界信号合成。之后, 通过实施灰度系数修正, 从而取得在实施了边界信号用灰度系数修正后的亮度信号上重叠实施了相同边界信号用灰度系数修正后的边界信号成分的信号。在此, 这两个成分重叠后的信号中的轮廓强调信号是起因于边界信号的成分。因此, 轮廓强调信号生成部 20 为了除去这两种成分中的亮度信号起因成分, 在上述边界信号和亮度信号合成中, 生成两种信号: 应用加法合成电路 32 进行两信号相加后的信号、和应用减法差分电路 34 从亮度信号减去边界信号后的信号。加法合成电路 32 的输出由边界信号用灰度系数修正电路 36 进行灰度系数修正, 另一方面, 减法差分电路 34 的输出由边界信号用灰度系数修正电路 38 进行灰度系数修正。而且, 在减法差分电路 40 中, 通过从边界信号用灰度系数修正电路 36 的输出中减去边界信号用灰度系数修正电路 38 的输出, 从而使包含于两输出的亮度信号差分相互抵消, 只有边界信号起因成分作为轮廓强调信号被取出。

【专利文献 1】

特开 2003—32513 号公报

根据图 12 所示的现有电路, 对于亮度信号和边界信号可以根据另一个变换特性函数来进行灰度系数修正, 容易得到视觉最佳的再生图像。在其另一方面, 该现有电路存在因轮廓强调信号生成部 20 构成复杂而使电路规模变大的问题。

发明内容

本发明是为了解决上述问题而进行的, 其目的在于, 以更加简单的电

路构成提供一种不随亮度信号的电平不同而变化、进行视觉最佳的轮廓强调的图像信号处理装置。

本发明涉及的图像信号处理装置包括轮廓强调信号生成电路，其具有：从原图像信号提取出对应于图像轮廓的特定频率成分并生成边界信号的边界信号生成电路；和根据上述原图像信号的信号电平，生成增益信号的增益生成电路；上述轮廓强调信号生成电路根据上述增益信号变换上述边界信号的振幅，并生成修正上述再生图像轮廓的轮廓强调信号。

在其他的本发明涉及的图像信号处理装置中，上述边界信号生成电路具有：从上述原图像信号提取上述特定频率成分的频率滤波电路；从上述频率滤波电路的输出信号除去峰值在所定基准值以下的波形的噪音除去电路，根据上述噪音除去电路的输出信号来生成上述边界信号。

另外，在其他本发明涉及的图像信号处理装置中，上述增益生成电路预先设定非线性增益定义函数，根据该增益定义函数，确定对应于上述原图像信号的信号电平的上述增益信号的信号电平。

再者，在其他本发明涉及的图像信号处理装置中，上述轮廓强调信号生成电路具有：将上述增益信号乘以上述边界信号并生成上述轮廓强调信号的乘法电路。

进而，在其他本发明涉及的图像信号处理装置中，具有：对应上述原图像信号实施基于非线性特性的灰度修正的灰度修正电路；和将上述轮廓强调信号与上述灰度修正后的上述原图像信号相加并生成输出图像信号的加法电路。

根据本发明，在将从图像轮廓中提取的边界信号的振幅根据提取位置的原图像信号的信号电平进行变换而得到轮廓强调信号的处理中，将边界信号和原图像信号合成，不经过从合成的信号中除去原图像信号成分的处理。即，在本发明中，边界信号直接根据增益信号变换振幅，生成轮廓强调信号。据此，可得到生成轮廓强调信号的处理简单，实现其电路构成也简单的效果。

附图说明

图1是本发明实施方式的亮度信号生成电路的简要的框图。

图 2 是表示 Y-LPF 和 A-LPF 透过特性的频率特性图。

图 3 是表示设定于灰度系数修正电路的变换特性函数示例的示意性曲线图。

图 4 是表示设定于轮廓修正增益生成电路的变换特性函数的一例的示意性曲线图。

图 5 是表示设定于轮廓修正增益生成电路的变换特性函数的另一示例的示意性曲线图。

图 6 是输入轮廓强调信号生成部的图像信号的信号波形的示意图。

图 7 是对应与图 6 图像信号的波形，从边界信号生成电路输出的边界信号的信号波形的示意图。

图 8 是在乘法电路中生成的轮廓强调信号的信号波形的示意图。

图 9 是表示加法合成电路的输出信号波形的示意图。

图 10 是说明轮廓修正处理原理的示意性时间图。

图 11 是现有的生成轮廓强调信号的轮廓强调信号产生电路的简要的构成框图。

图 12 是由该现有方式对亮度信号实施灰度系数修正和轮廓强调的亮度信号生成电路的框图。

图中：50—轮廓强调信号生成部，52—加法合成电路，54—Y-LPF，56—A-LPF，58—灰度系数修正电路，60—边界信号生成电路，62—BPF，64—晶内偏析电路，66—轮廓修正增益生成电路，68—乘法电路。

具体实施方式

以下，根据附图对本发明的实施方式（以下称为实施方式）进行说明。

图 1 是本发明实施方式的亮度信号生成电路的简要的框图。该电路具有轮廓强调信号生成部 50。轮廓强调信号生成部 50，相对生成根据从摄像装置等输入的图像信号（原图像信号）进行了灰度系数修正后的亮度信号的主系统而被并列设置，根据图像信号生成轮廓强度信号。本亮度信号生成电路在加法合成电路 52 中，将从主系统输出的亮度信号和从轮廓强调信号生成部 50 输出的轮廓强调信号相加合成，并将实施轮廓修正后的亮度信号作为输出图像信号输出。

从摄像装置等输入的图像信号，亮度信号和颜色信号为频率多重化，设置于主系统的 LPF54（以下标记为 Y-LPF）及设置于轮廓强调信号生成部 50 的 LPF56（以下标记为 A-LPF）均从该图像信号取出亮度信号成分。图 2 是表示 Y-LPF54 和 A-LPF56 的透过特性的频率特性图。所有的滤波电路均在水平采样频率 f_H 的 $1/2$ 处有极小点，在其附近使输出信号衰减。Y-LPF54 的特性 80 由于在滤波中不损失亮度信号的分辨率，故设定其有急剧的衰减特性。另一方面，A-LPF56 的特性 82 设定为与 Y-LPF54 的特性 80 相比具有平缓衰减特性。这是因为避免了在轮廓强调信号生成部 50 中所用的亮度信号中混入被称为锯齿状（jaggy）的一种波纹噪音。而且，不设置 A-LPF56，将 Y-LPF54 的输出供给到轮廓强调信号生成部 50，应用其进行轮廓强调信号生成处理，从而可简化电路构成。

主系统的构成包括：Y-LPF54、和对该输出进行灰度系数修正的灰度系数修正电路 58。图 3 是表示设定于灰度系数修正电路 58 的变换特性函数示例的示意性曲线图，横轴表示输入电平、纵轴表示输出电平。在此，输入数据、输出数据是 8 位，表示值分别在 $0\sim 255$ 的范围内变化的情况。如该图所示，灰度系数修正电路 58 是非线性变换电路，在该例中，变换特性函数在输入电平低的范围具有大的斜率，在输入电平高的范围具有小的斜率。变换特性函数例如由变换表或数式预先设定于灰度系数修正电路 58 中。在采用变换表的情况下，按照被数字化的输入电平的各值输出电平值被登录于该表中。而且，当根据数式由输入电平通过运算求取输出电平时，例如，将在划分输入电平后的多个区间各自的变换特性函数进行线性近似，表示该直线的参数被登录到灰度系数修正电路 58 中。这些表、参数的登录通过将数据存储在存储器而实现。在应用表时，灰度系数修正电路 58 生成对应于输入电平的地址，并读取输出存储在存储器的该地址的输出电平。另一方面，当根据在每个输入电平的区间指定的数式来求取输出电平时，灰度系数修正电路 58 判别输入电平属于哪个区间，从存储器读出对应于该区间的数式的参数，应用其来进行计算输出电平的处理。

在轮廓强调信号生成部 50 中，图像信号被输入到 A-LPF56 和边界信号生成电路 60。边界信号生成电路 60 构成为包括：BPF62 及晶内偏析电

路 64。BPF62 通过从原图像信号提取特定带域（例如：1.5MHz 附近）的频率成分，从而生成、输出图像信号的二次微分波形。在此，二次微分波形在亮度中产生间隙的部分、即在图像的轮廓位置变大，因此，应用其可生成表示轮廓的边界信号。晶内偏析电路 64 只透过振幅超过所定阈值的脉冲。在由 BPF62 进行的提取处理中，作为包含于图像信号的随机噪音等引起的二次微分波形产生噪音脉冲。晶内偏析电路 64 根据该噪音脉冲的峰值设定其阈值，将 BPF62 的输出信号中、该阈值以下的脉冲作为噪音除去。由晶内偏析电路 64 除去噪音的信号作为边界信号从边界信号生成电路 60 输出。而且二次微分波形产生对应于亮度信号的上升沿、下降沿陡度的振幅。即，如果原图像的边界尖锐，则相应地其轮廓强调的程度变强。但是，过于强的轮廓强调会使图像不自然。为防止该情况，在边界信号生成电路 60 中，与图 11 所示的原来电路相同，具有限幅电路，当二次微分波形的振幅超过设定上限时，可以以该上限限幅该波形。

另一方面，轮廓强调信号生成部 50 的 A-LPF56 如上所述从图像信号提取亮度信号成分。轮廓修正增益生成电路 66 根据从 A-LPF56 输入的亮度信号的信号电平生成、输出轮廓修正增益 G。具体是，在轮廓修正增益生成电路 66 中设定变换特性函数，根据该函数亮度信号电平被变换为轮廓修正增益 G。变换特性函数例如根据变换表和数式而预先设定于轮廓修正增益生成电路 66，而且，可以设定非线性的变换特性。在应用变换表时，在每个数字化的输入电平值中，增益值被登录于该表。而且，当根据数式由输入电平运算、求取输出电平时，将在划分输入电平后的多个区间各自的变换特性函数进行线性近似，表示该直线的参数被登录到轮廓修正增益生成电路 66。这些表、参数的登录通过将数据存储在存储器来实现。在应用表时，轮廓修正增益生成电路 66 生成对应于输入电平的地址，并读取输出存储在存储器中该地址的增益值。另一方面，当根据在每个输入电平的区间指定的数式求取增益值时，轮廓修正增益生成电路 66 判别输入电平是属于哪个区间，从存储器读出对应于该区间的数式的参数，应用其进行计算增益值的处理。

从边界信号生成电路 60 输出的边界信号及从轮廓修正增益生成电路 66 输出的轮廓修正增益 G 被输入到乘法电路 68。乘法电路 68 将轮廓修正

增益 G 与边界信号相乘，生成轮廓强调信号。求得的轮廓强调信号从轮廓强调信号生成部 50 输出，如上所述，在加法合成电路 52 中与灰度系数修正后的亮度信号进行相加合成。

下面说明本亮度信号生成电路的动作。图 4 及图 5 是分别表示设定于轮廓修正增益生成电路 66 的变换特性函数的一例的示意性曲线图，横轴表示输入的亮度信号电平 ($0\sim 255$)，纵轴表示输出值的轮廓修正增益 G 。该变换特性函数例如设定为：使将轮廓强调信号和灰度系数修正后的亮度信号合成的信号特性的画质最佳。例如，该变换特性函数可以与灰度系数修正的变换特性函数的斜率相关联而进行设定。例如，图 4、图 5 的变换特性函数对应于图 3 所示的灰度系数修正特性，按以下要求进行调整：在灰度系数修正特性的斜率大的低输入电平侧将增益值 G 设定的大，以使图像的轮廓被比较强地强调，在灰度系数修正特性的斜率小的高输入电平侧将增益值 G 设定的小，以通过灰度比较使轮廓不被过度强调。

图 6 是输入轮廓强调信号生成部 50 的图像信号的信号波形的示意图，示出了在时刻 t_1 从电平 d_1 到电平 d_2 ，在时刻 t_2 从电平 d_2 到电平 d_3 ，分别上升相同阶跃 P 亮度值的波形。附带说明，在同图中，横轴表示时间，纵轴表示信号电平。在此，图像信号是将图像沿所定的扫描线扫描得到的时间系列信号，图中横轴位置的各时刻对应沿扫描线的图像内空间位置。其在以下的图 7~图 10 中也相同。

图 7 是对应图 6 的图像信号波形而从边界信号生成电路 60 输出的边界信号的信号波形的示意图。在此，原图像信号的 2 阶段上升沿相似，在时刻 t_1 、 t_2 任何一个上升沿都作为边界信号生成相同大小 δ 的负脉冲信号 70-1、70-2 及正脉冲信号 72-1、72-2。而且，为了方便，在图中以只在某一点值发生变化的波形表示边界信号，但该波形是只从特定频率成分提取得到的理想波形。实际上，BPF62 提取带域宽的频率成分的结果，在图像的边界出现的边界信号的正脉冲信号、负脉冲信号成为以峰值点为中心、某种程度上平滑扩大的波形。

另一方面，在负脉冲信号 70-1、70-2 及正脉冲信号 72-1、72-2 的各定时内，将从 A-LPF56 输入到轮廓修正增益生成电路 66 的信号电平分别设为 d_{D1} 、 d_{D2} 、 d_{U1} 、 d_{U2} ，将对应于这些各信号电平的增益 G 值设

为 g_{D1} 、 g_{D2} 、 g_{U1} 、 g_{U2} 。以下以在轮廓修正增益生成电路 66 中设定图 4 的变换特性函数的情况为例进行说明。如在图 4 的特性中，将对应于信号电平 $d1 \sim d3$ 的增益值 G 设为 $g1 \sim g3$ ，则 $g1 > g2 > g3$ 。在此，

$$d1 \leq d_{D1}, d_{U1} \leq d2, d2 \leq d_{D2}, d_{U2} \leq d3 \dots \dots \dots (1)$$

据此，在负脉冲信号 70-1、70-2 及正脉冲信号 72-1、72-2 被从边界信号生成电路 60 输入到乘法电路 68 的各定时内，成为

$$g1 \geq g_{D1}, g_{U1} \geq g2, g2 \geq g_{D2}, g_{U2} \geq g3 \dots \dots \dots (2)$$

的增益值 g_{D1} 、 g_{D2} 、 g_{U1} 、 g_{U2} 被从轮廓修正增益生成电路 66 输入到乘法电路 68。附带说明，在 (1)、(2) 式中，等号在忽视由 A-LPF56 引起的图像信号的平滑化的情况下成立。

图 8 是在乘法电路 68 中生成的轮廓强调信号的信号波形的示意图。图 8 的负脉冲信号 74-1、74-2、正脉冲信号 76-1、76-2 分别对应于图 7 的负脉冲信号 70-1、70-2、正脉冲信号 72-1、72-2。这些负脉冲信号 74-1、74-2、正脉冲信号 76-1、76-2 的峰值在乘法电路 68 中分别乘以上述增益值的结果，由从边界信号生成电路 60 输出时的峰值 δ 分别被变换为 δ_{D1} 、 δ_{D2} 、 δ_{U1} 、 δ_{U2} 。在此，根据在时刻 $t1$ 附近和时刻 $t2$ 附近的图像信号的信号电平差引起的增益 G 的不同，呈 $\delta_{D1} > \delta_{D2}$ ， $\delta_{U1} > \delta_{U2}$ 。

图 9 是表示加法合成电路 52 的输出信号波形的示意图。该信号波形是合成对应于图 6 图像信号的灰度系数修正电路 58 的输出信号、和图 8 所示的轮廓强调信号后形成的。在此， $d1'$ 、 $d2'$ 、 $d3'$ 是分别由对应于输入信号电平 $d1$ 、 $d2$ 、 $d3$ 的灰度系数修正电路 58 进行灰度系数修正后的信号电平。

根据以上的本亮度信号生成电路，与对应于亮度信号成分的灰度系数修正可以独立地确定轮廓强调信号的振幅。例如，在高亮度部分灰度系数修正的变换特性曲线的斜率变小、灰度被压缩，但通过将边界信号相乘的轮廓修正增益生成电路 66 的增益信号设定的比该灰度系数修正的斜率大，从而可实现最亮点控制部分处理、得到清晰的图像。另一方面，在亮度低的部分，通过将增益信号设定的比灰度系数修正的斜率小，从而使噪音不明显。而且，本亮度信号生成电路可以以简单的电路构成来实现

这种圆滑的轮廓强调信号的生成。

而且，在上述构成中，在边界信号生成电路 60 中具有晶内偏析电路 64，通过除去所定阈值以下的脉冲，来防止噪音被轮廓强调。但代替设置晶内偏析电路 64，在轮廓修正增益生成电路 66 中，在相当于设定在晶内偏析电路 64 的阈值的输入信号电平以下，增益也可以设定为例如 0 的变换特性函数。

再者，代替乘法电路 68 设置其他运算电路，轮廓修正增益生成电路可构成如下：作为增益信号，生成用于该运算电路的变换参数。例如，作为运算电路也可以设置加法电路。这种情况下，轮廓修正增益生成电路 66 例如将来自 A-LPF56 的输入信号的范围划分为多个区间，按照每个区间输出一定的增益信号，加法电路将该增益和边界信号生成电路 60 输出的边界信号相加，并作为轮廓强调信号输出。

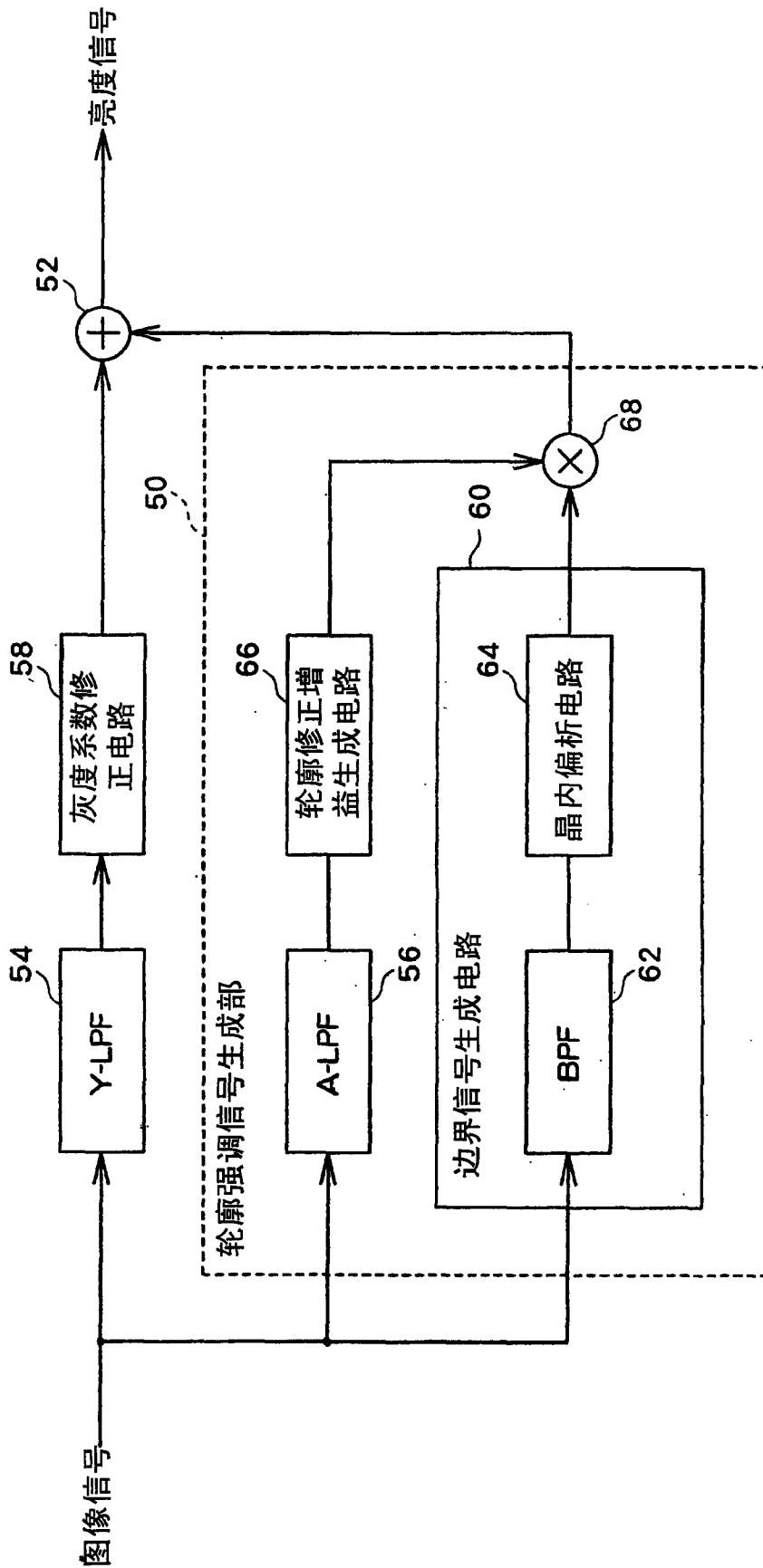


图 1

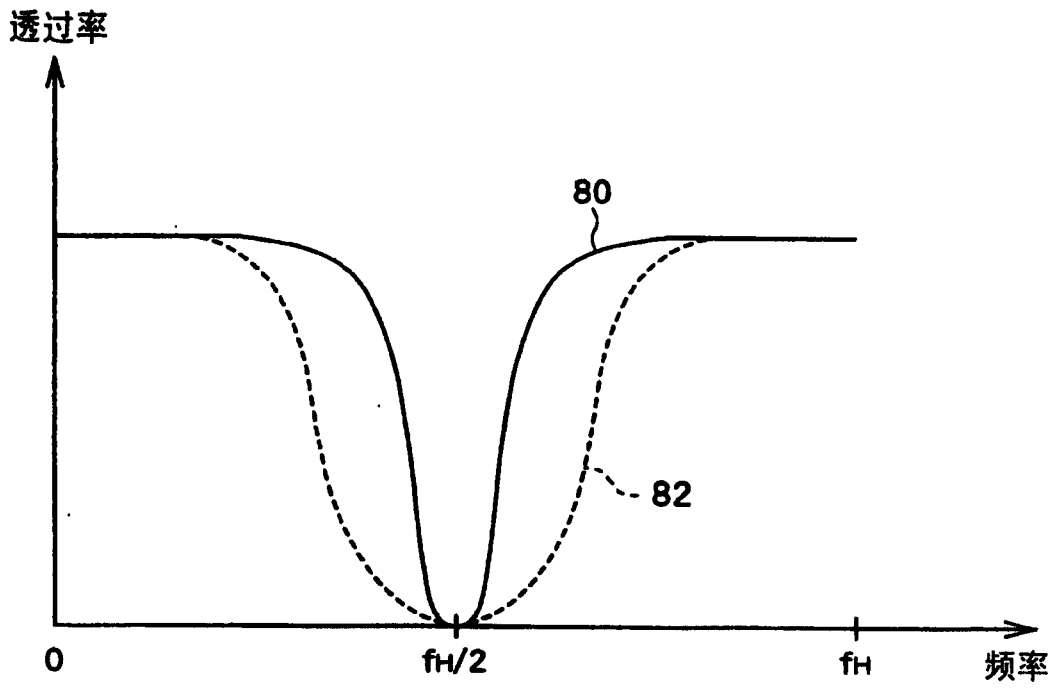


图 2

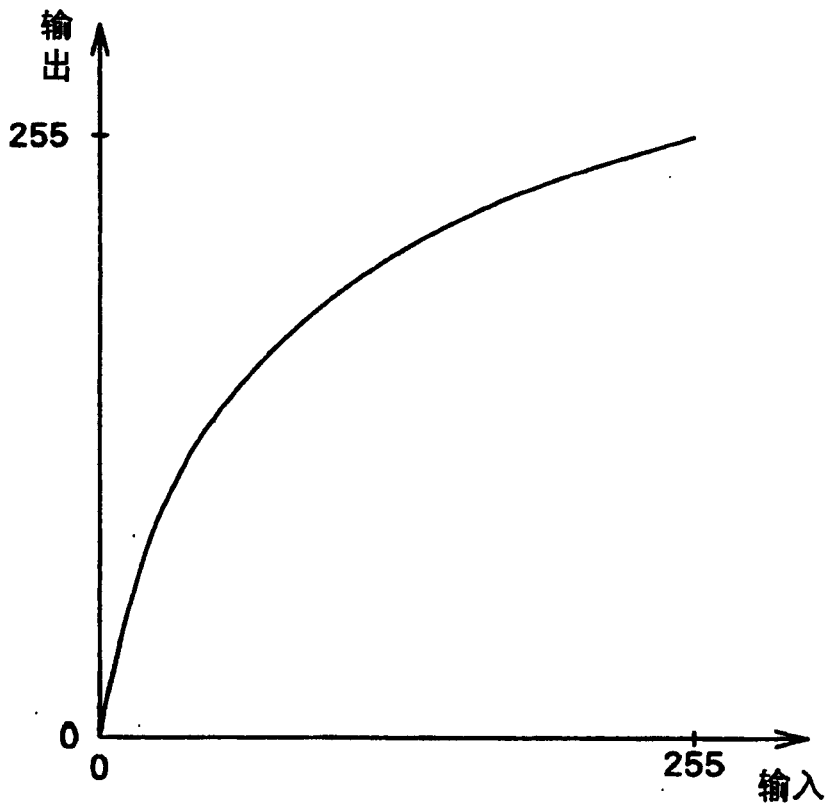


图 3

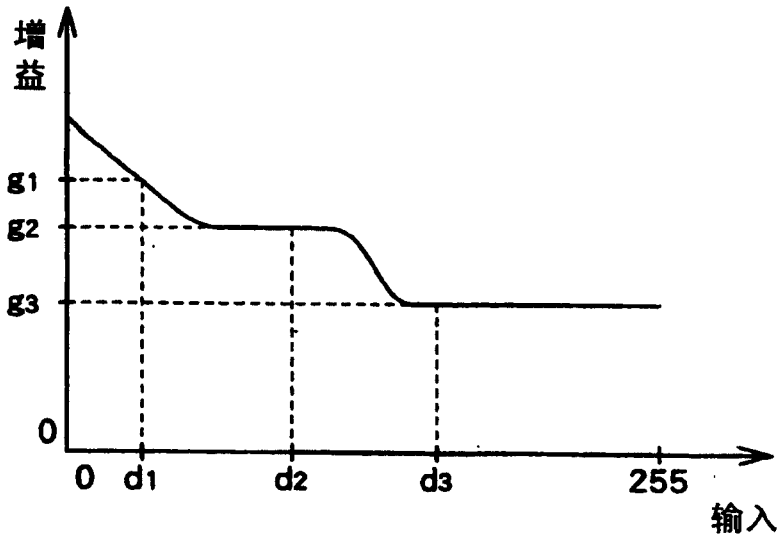


图 4

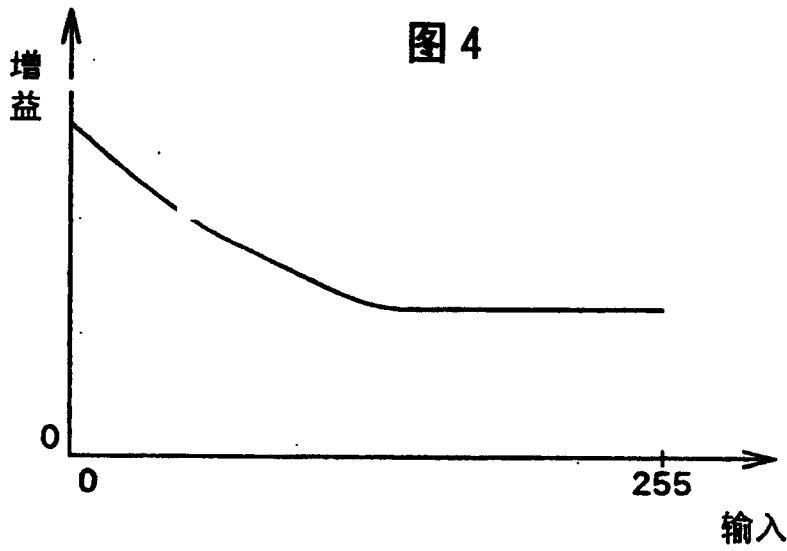


图 5

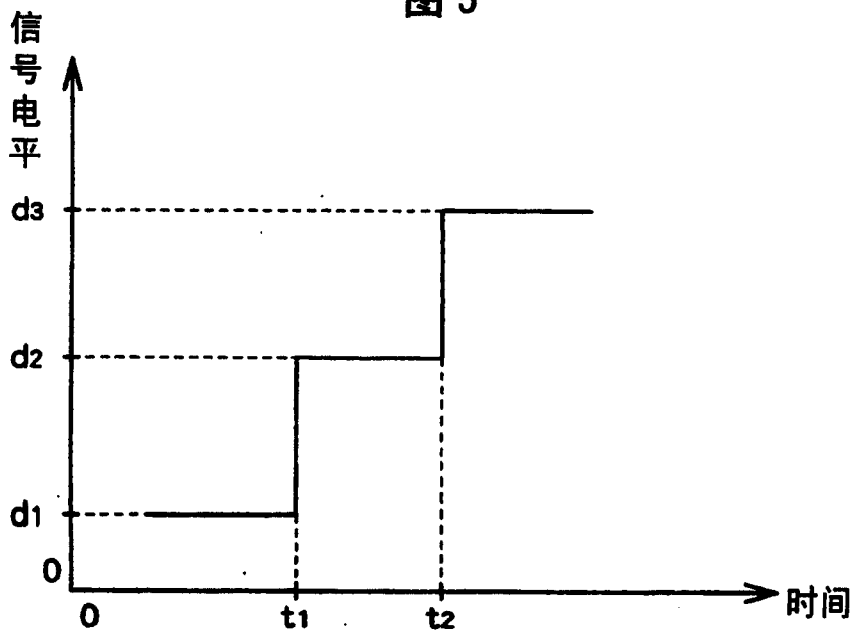


图 6

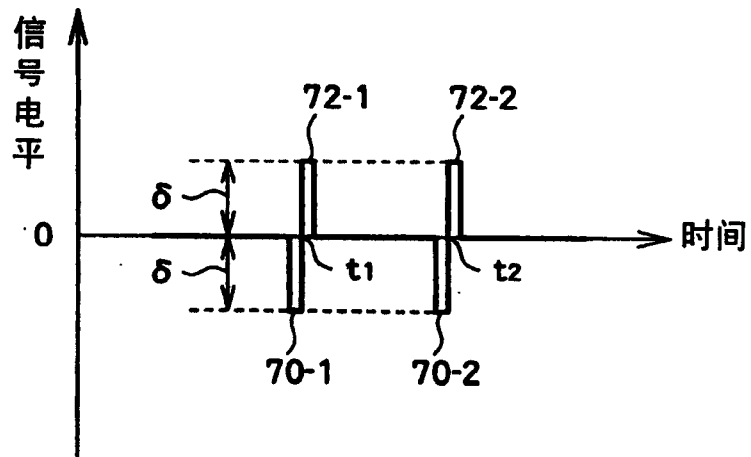


图 7

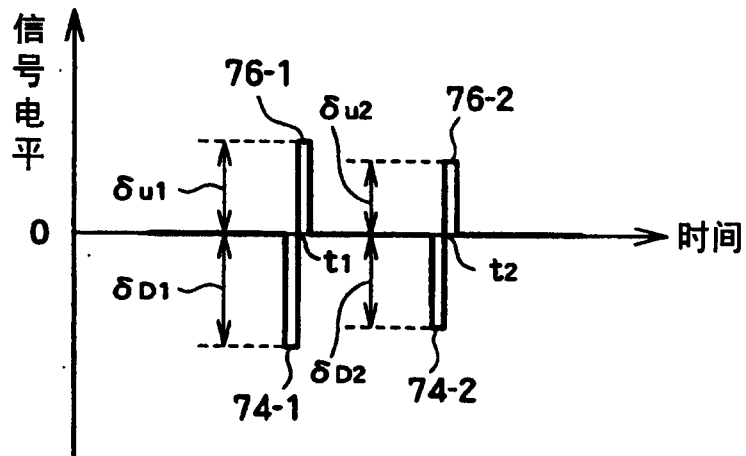


图 8

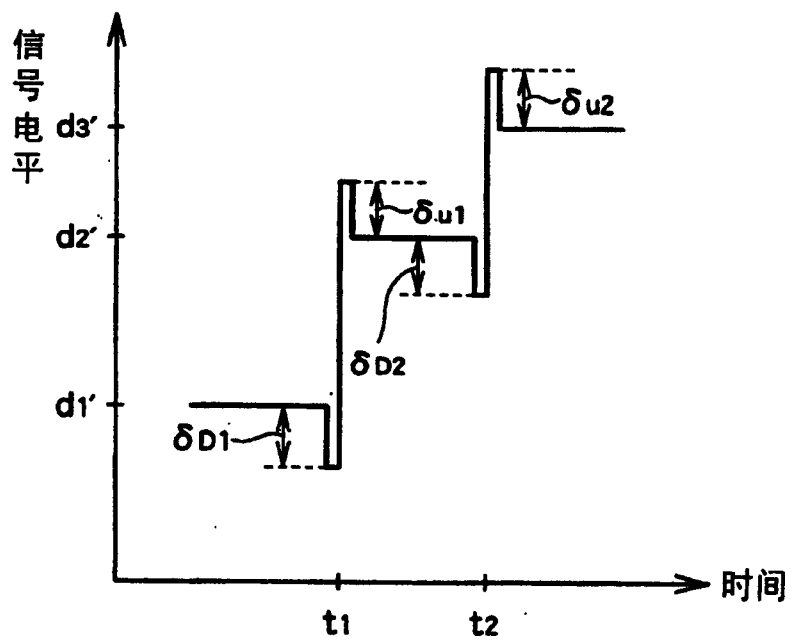


图 9

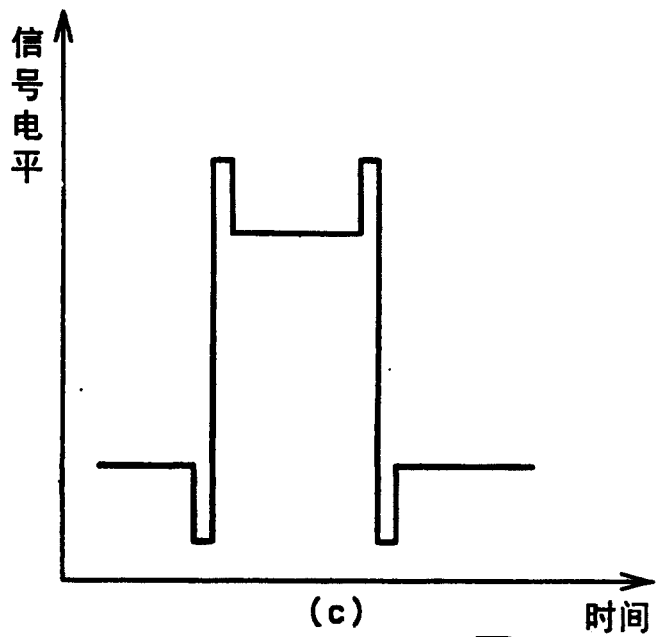
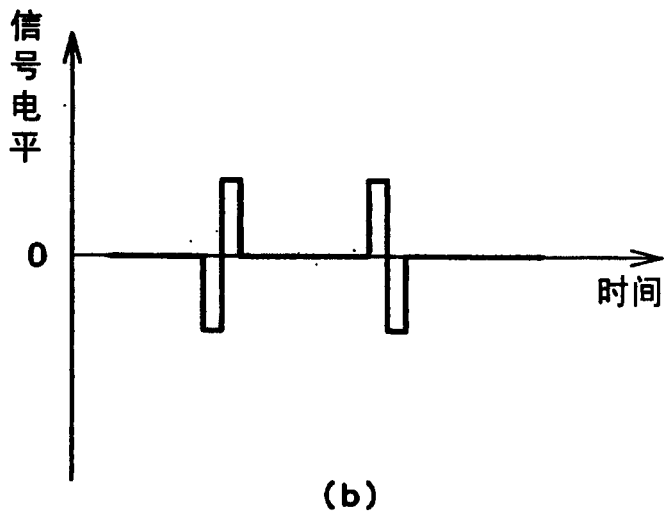
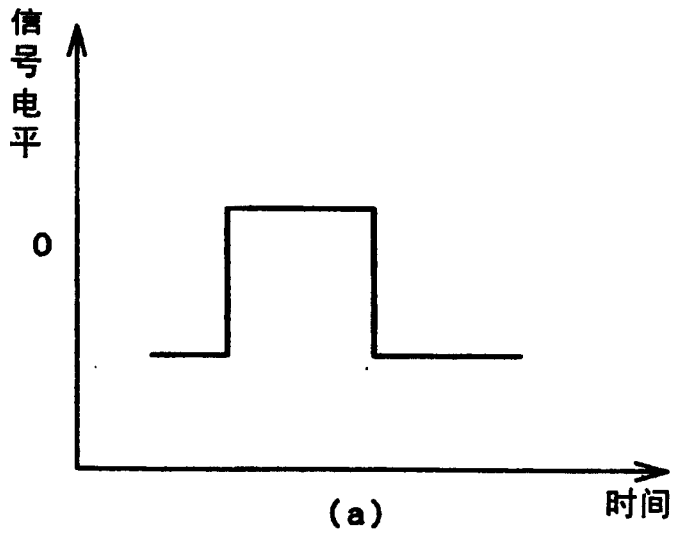


图 10

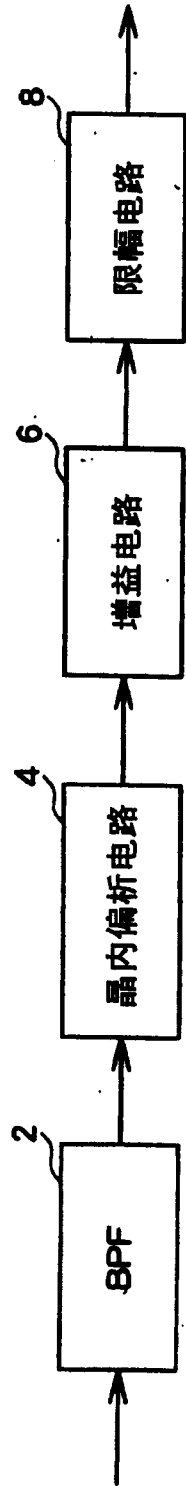


图 11

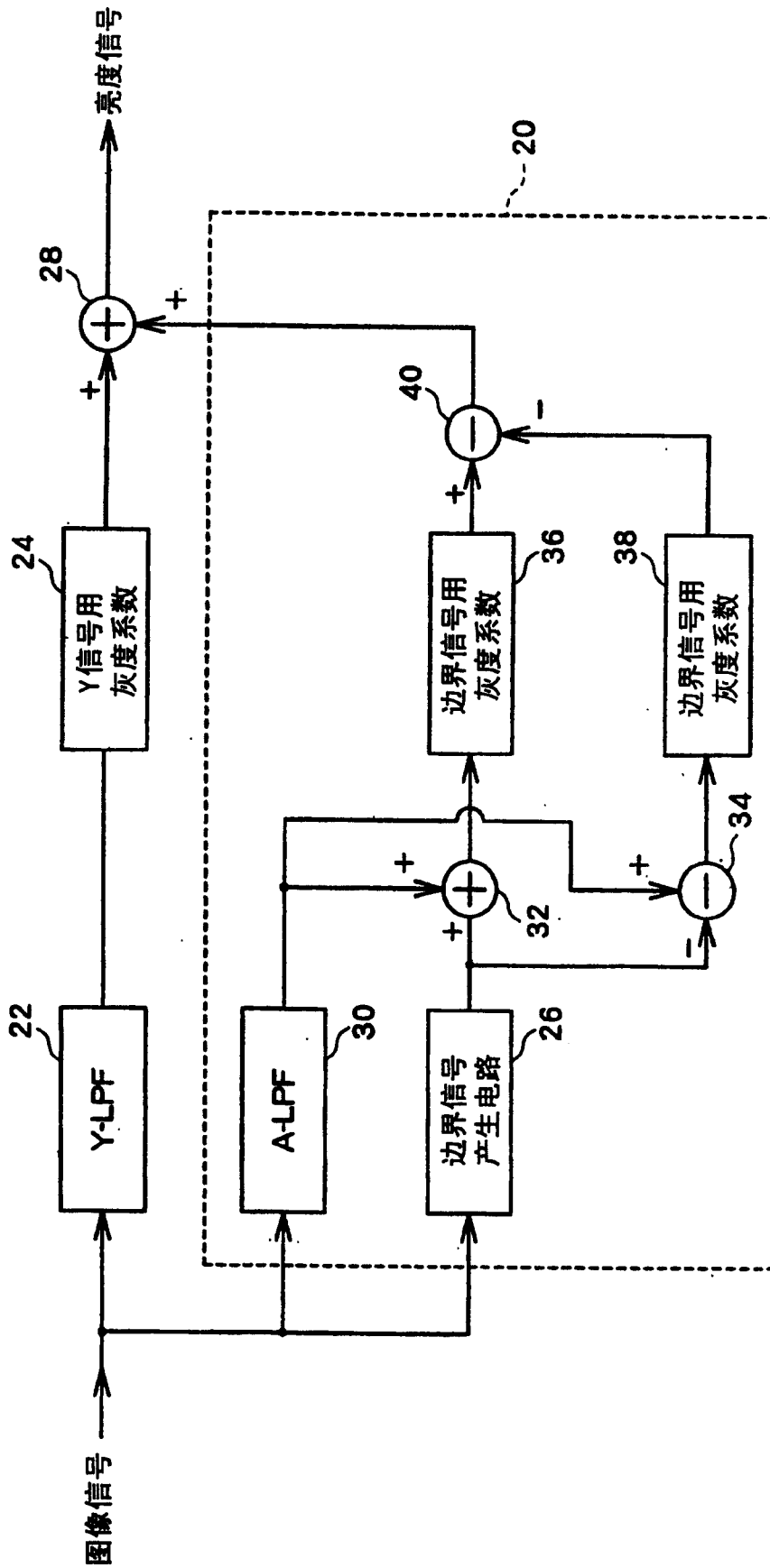


图 12