



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1929562 B

(45) 授权公告日 2010.09.29

(21) 申请号 200610128685.3

(22) 申请日 2006.09.08

(30) 优先权数据

2005-261095 2005.09.08 JP

(73) 专利权人 索尼株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 野村博文 伊东真博

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司
11240

代理人 李伟

(51) Int. Cl.

H04N 5/235 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1602050 A, 2005.03.30, 说明书全文.

审查员 孙一凡

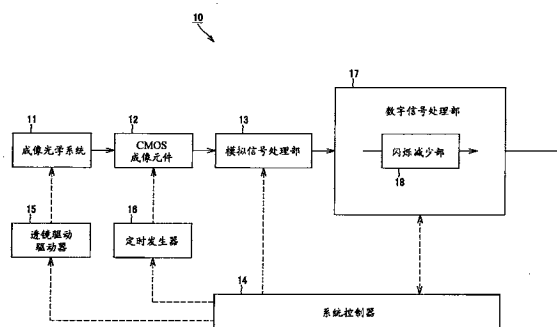
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 18 页

(54) 发明名称

闪烁减少方法、闪烁减少电路和图像拾取装置

(57) 摘要

为了防止图像质量下降,如果场景中存在运动对象,通过使用先前检测出的值,则能够在没有错误校正闪烁的风险的情况下对闪烁进行校正。将通过在不短于水平周期期间内对包括闪烁分量的输入视频信号进行积分得到的积分值和邻近场或帧的积分值之间的差值进行归一化。然后,推定闪烁分量的振幅分量和相位分量。根据处于荧光灯照明下的概率,生成用于除去所推定出的闪烁分量的振幅分量和相位分量的闪烁系数。通过计算确定闪烁系数和输入视频信号,从而得到减少了闪烁分量的视频信号。



1. 一种闪烁减少方法,用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量,所述方法包括:

积分步骤,在长于水平周期的时间段内对通过拍摄所述对象得到的输入视频信号进行积分;

归一化步骤,对所述积分步骤中得到的积分值或邻近场或帧的积分值之间的差值进行归一化;

提取步骤,提取出在所述归一化步骤中经过归一化的积分值或差值的频谱;

推定步骤,根据所述提取步骤中提取出的所述频谱推定所述闪烁分量;

减法步骤,获取通过在长于水平周期的时间段内对所述输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值,并确定所述积分值的差值;

计算步骤,根据所述减法步骤中确定的积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率;

闪烁减少信号生成步骤,根据由所述积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率,生成闪烁减少信号,用以删除所述推定步骤中推定出的闪烁分量;以及

算术运算步骤,对所述输入视频信号和所述闪烁减少信号生成步骤中生成的所述闪烁减少信号进行算术运算。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中:

所述闪烁分量的振幅分量和相位分量在所述推定步骤中根据所述提取步骤中提取出的所述频谱计算确定,以及

所述闪烁减少信号生成步骤包括:

抑制系数计算步骤,根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定抑制系数;以及

乘法步骤,将所述抑制系数计算步骤中计算确定的所述抑制系数和所述推定步骤中计算确定的所述振幅分量相乘。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中:

所述闪烁分量的振幅分量和相位分量在所述推定步骤中根据所述提取步骤中提取出的所述频谱计算确定,以及

所述闪烁减少信号生成步骤包括:

滤波系数计算步骤,根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定滤波系数;以及

应用步骤,将所述滤波系数计算步骤中计算确定的所述滤波系数应用于在所述推定步骤中计算确定的所述振幅分量和所述相位分量。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中:

所述闪烁分量的振幅分量和相位分量在所述推定步骤中根据所述提取步骤中提取出的所述频谱计算确定,以及

所述闪烁减少信号生成步骤包括:

抑制系数计算步骤,根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定抑制系数;

滤波系数计算步骤,根据处于荧光灯照明下的概率,计算确定滤波系数;

乘法步骤,将所述抑制系数计算步骤中算出的所述抑制系数和在所述推定步骤中计算

确定的所述振幅分量相乘；以及

应用步骤，将所述滤波系数计算步骤中计算确定的所述滤波系数应用于在所述推定步骤中计算确定的所述相位分量。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，其中：

所述闪烁分量的振幅分量和相位分量在所述推定步骤中根据所述提取步骤提取出的所述频谱计算确定，以及

所述闪烁减少信号生成步骤包括：

保存步骤，保存所述推定步骤中算出的所述闪烁分量的振幅数据和相位数据；

切换信号计算步骤，根据处于荧光灯照明下的概率，计算确定用于选择当前振幅和相位或先前振幅和相位的切换信号；以及

切换步骤，针对振幅分量和相位分量，利用在所述切换信号计算步骤中计算确定的切换信号，切换至当前数据或先前数据。

6. 一种闪烁减少电路，用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量，所述电路包括：

积分装置，用于在长于水平周期的时间段内对通过拍摄所述对象得到的输入视频信号进行积分；

归一化装置，用于对所述积分装置得到的积分值或邻近场或帧的积分值之间的差值进行归一化；

提取装置，用于提取出通过所述归一化装置归一化的积分值或差值的频谱；

推定装置，用于根据所述提取装置提取出的所述频谱推定所述闪烁分量；

减法装置，用于获取通过在长于水平周期的时间段内对所述输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值，并确定所述积分值的差值；

计算装置，用于根据所述减法装置确定的所述积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率；

闪烁减少信号生成装置，用于根据由所述积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率，生成闪烁减少信号，用以删除由所述推定装置推定出的所述闪烁分量；以及

算术运算装置，用于对所述输入视频信号和所述闪烁减少信号生成装置生成的所述闪烁减少信号进行算术运算。

7. 根据权利要求 6 所述的电路，其中：

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱，计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量，以及

所述闪烁减少信号生成装置包括：

抑制系数计算装置，用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率，计算确定抑制系数；以及

乘法装置，用于将所述抑制系数计算装置计算确定的所述抑制系数和所述推定装置计算确定的所述振幅分量相乘。

8. 根据权利要求 6 所述的电路，其中：

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱，计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量，以及

所述闪烁减少信号生成装置包括：

滤波系数计算装置，用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率，计算确定滤波系数；以及

滤波装置，用于将所述滤波系数计算装置计算确定的所述滤波系数应用于所述推定装置计算确定的所述振幅分量和所述相位分量。

9. 根据权利要求 6 所述的电路，其中：

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱，计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量，以及

所述闪烁减少信号生成装置包括：

抑制系数计算装置，用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率，计算确定抑制系数；

滤波系数计算装置，用于根据处于荧光灯照明下的概率，计算确定滤波系数；

乘法装置，将所述抑制系数计算装置算出的所述抑制系数和所述推定装置计算确定的所述振幅分量相乘；以及

滤波装置，将所述滤波系数计算装置计算确定的所述滤波系数应用于所述推定装置计算确定的所述相位分量。

10. 根据权利要求 6 所述的电路，其中：

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱，计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量，以及

所述闪烁减少信号生成装置包括：

延迟装置，用于保存所述推定装置算出的所述闪烁分量的振幅数据和相位数据；

切换信号计算装置，用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率，计算确定用于选择当前振幅和相位或先前振幅和相位的切换信号；以及

切换装置，针对振幅分量和相位分量，利用所述切换信号切换至当前数据或先前数据。

11. 一种带有闪烁减少电路的图像拾取装置，所述闪烁减少电路用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量，所述电路包括：

积分装置，用于在长于水平周期的时间段内对通过拍摄所述对象得到的输入视频信号进行积分；

归一化装置，用于对所述积分装置得到的积分值或邻近场或帧的积分值之间的差值进行归一化；

提取装置，用于提取出通过所述归一化装置归一化的积分值或差值的频谱；

推定装置，用于根据所述提取装置提取出的所述频谱推定所述闪烁分量；

减法装置，用于获取通过在长于水平周期的时间段内对所述输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值，并确定所述积分值的差值；

计算装置，用于根据所述减法装置确定的所述积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率；

闪烁减少信号生成装置，用于根据由所述积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率，生成闪烁减少信号，用以删除由所述推定装置推定出的所述闪烁分量；以及

算术运算装置,用于对所述输入视频信号和所述闪烁减少信号生成装置生成的所述闪烁减少信号进行算术运算。

12. 根据权利要求 11 所述的装置,其中:

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱,计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量,以及

所述闪烁减少信号生成装置包括:

抑制系数计算装置,用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定抑制系数;以及

乘法装置,用于将所述抑制系数计算装置计算确定的所述抑制系数和所述推定装置计算确定的所述振幅分量相乘。

13. 根据权利要求 11 所述的装置,其中:

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱,计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量,以及

所述闪烁减少信号生成装置包括:

滤波系数计算装置,用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定滤波系数;以及

滤波装置,用于将所述滤波系数计算装置计算确定的所述滤波系数应用于所述推定装置计算确定的所述振幅分量和所述相位分量。

14. 根据权利要求 11 所述的装置,其中:

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱,计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量,以及

所述闪烁减少信号生成装置包括:

抑制系数计算装置,用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定抑制系数;

滤波系数计算装置,用于根据处于荧光灯照明下的概率,计算确定滤波系数;

乘法装置,将所述抑制系数计算装置算出的所述抑制系数和所述推定装置计算确定的所述振幅分量相乘;以及

滤波装置,将所述滤波系数计算装置计算确定的所述滤波系数应用于所述推定装置计算确定的所述相位分量。

15. 根据权利要求 11 所述的装置,其中:

所述推定装置根据所述提取装置提取出的所述频谱,计算确定所述闪烁分量的振幅分量和相位分量,以及

所述闪烁减少信号生成装置包括:

延迟装置,用于保存所述推定装置算出的所述闪烁分量的振幅数据和相位数据;

切换信号计算装置,用于根据由所述积分值差值计算确定的处于荧光灯照明下的概率,计算确定用于选择当前振幅和相位或先前振幅和相位的切换信号;以及

切换装置,针对振幅分量和相位分量,利用所述切换信号切换至当前数据或先前数据。

闪烁减少方法、闪烁减少电路和图像拾取装置

[0001] 相关申请的交叉参考

[0002] 本发明包含于 2005 年 9 月 8 日向日本专利局提交的日本专利申请第 2005-261095 号的主体,其全部内容结合于此,作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及一种闪烁减少方法和一种闪烁减少电路,该方法和电路应用于处于荧光灯照明下的诸如摄像机或者数码照相机的图像拾取装置,该图像拾取装置包括通常是 CMOS(互补金属氧化物半导体)成像元件的 XY 地址扫描型成像元件(成像器、摄像传感器),本发明还涉及一种适合使用该方法和电路的图像拾取装置。

背景技术

[0004] 当在由民用交流电源供电的荧光灯的直射光线下利用摄像机拍摄对象图像时,由于荧光灯亮度变化(光照量的改变)频率(是民用交流电源的两倍高)与摄像机垂直同步频率之间的差异,作为图像拍摄操作的结果输出的视频信号的亮度将出现时间上的波动,或者所谓的闪烁。

[0005] 例如,在民用交流电频率为 50 赫兹的地区,当通过 NTSC 方式的 CCD 摄像机(具有 60 赫兹的垂直同步频率)在非反相型(non-inverter type)荧光灯的照明下拍摄对象图像时,如附图中图 1 所示,各个像素的曝光值对于每个场来说各不相同,这是因为场周期为 1/60 秒,而荧光灯的亮度变化周期为 1/100 秒,使得各个场的曝光时间相对于荧光灯的亮度变化而发生改变。

[0006] 相对于荧光灯亮度变化的曝光时间每三个场恢复为最初值,因此,亮度的变化是以三个场的周期进行循环重复的。换言之,每个场的亮度比(闪烁表现方式)随曝光周期改变,但是闪烁周期不改变。

[0007] 然而,在诸如数码相机的行进型(progressive type)相机中,当垂直同步频率为 30 赫兹时,每三帧重复亮度变化。

[0008] 在 XY 地址扫描型成像元件(通常为 CMOS 成像元件)的情况下,每个像素的曝光时间与水平方向上的前一像素的曝光时间顺序改变一个时钟(像素时钟)周期,因此所有像素的曝光时间彼此都不相同,致使每一帧中都会出现闪烁,表现为图像中的黑条图案。换言之,引起图像质量严重下降。

[0009] 已经提出了通过提取不存在运动对象的静止部分、在提取出的区域内检测闪烁然后校正闪烁,来减少在荧光灯照明下,出现在来自 XY 地址扫描型成像元件的视频信号中的闪烁的技术(例如,参见专利文献 1:日本专利申请公开出版物第 2001-119708 号)。

发明内容

[0010] 然而,当运动对象进入场景从而占据所摄图像的整个区域时,由于图像中不存在静止部分,因而将无法检测闪烁。此外,由于上述技术使用了通过划分图像产生的多个区

域,会带来增加电路尺寸的缺点。

[0011] 因此,希望在场景中存在运动对象的情况下,通过不使用图像的多个区域来校正闪烁并且在没有错误校正闪烁的风险的情况下,使用先前检测到的值来进行校正,来防止图像质量下降。

[0012] 通过在下文中以实施例的方式给出的描述,本发明的其他目的和具体优势将会显而易见。

[0013] 根据本发明的实施例,提供了一种闪烁减少方法,用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量,该方法包括:积分步骤,在长于水平周期的时间段内对通过拍摄对象得到的输入视频信号进行积分;归一化(normalization)步骤,对在积分步骤中得到的积分值或邻近场或帧的积分值之间的差值进行归一化;提取步骤,提取出在归一化步骤中经过归一化的积分值或差值的频谱;推定步骤,根据提取步骤中提取出的频谱推定闪烁分量;减法步骤,获取通过在长于水平周期的时间段内对输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值,并确定这些积分值的差值;计算步骤,根据减法步骤中确定的积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率;闪烁减少信号生成步骤,生成闪烁减少信号,用以根据由积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率(probability),删除在推定步骤中推定出的闪烁分量;以及算术运算步骤,对输入视频信号和闪烁减少信号生成步骤中生成的闪烁减少信号进行算术运算。

[0014] 根据本发明的实施例,还提供了一种闪烁减少电路,用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量,该电路包括:积分装置,用于在长于水平周期的时间段内,对通过拍摄对象得到的输入视频信号进行积分;归一化装置,用于对积分装置得到的积分值或邻近场或帧的积分值间的差值进行归一化;提取装置,用于提取出通过归一化装置归一化的积分值或差值的频谱;推定装置,用于根据提取装置提取出的频谱推定闪烁分量;减法装置,用于获取通过在长于水平周期的时间段内对输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值,并确定这些积分值的差值;计算装置,用于根据减法装置确定的积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率;闪烁减少信号生成装置,用于生成闪烁减少信号,用以根据由积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率,删除推定装置推定出的闪烁分量;以及算术运算装置,用于对输入视频信号和闪烁减少信号生成装置生成的闪烁减少信号进行算术运算。

[0015] 根据本发明的实施例,还提供了一种具有闪烁减少电路的图像拾取装置,该闪烁减少电路用于减少包含于在荧光灯照明下利用 XY 地址扫描型成像元件拍摄对象得到的视频信号中的荧光灯闪烁分量,该电路包括:积分装置,用于在长于水平周期的时间段内,对通过拍摄对象得到的输入视频信号进行积分;归一化装置,用于对积分装置得到的积分值或邻近场或帧的积分值间的差值进行归一化;提取装置,用于提取出通过归一化装置归一化的积分值或差值的频谱;推定装置,用于根据提取装置提取出的频谱推定闪烁分量;减法装置,用于获取通过在长于水平周期的时间段内对输入视频信号进行积分得到的当前积分值和当前场之前数场的场的积分值,并确定这些积分值的差值;计算装置,用于根据减法装置确定的积分值差值计算处于荧光灯照明下的概率;闪烁减少信号生成装置,用于生成闪烁减少信号,用以根据由积分值差值计算出来的处于荧光灯照明下的概率,删除推定装

置推定出的闪烁分量；以及算术运算装置，用于对输入视频信号和闪烁减少信号生成装置生成的闪烁减少信号进行算术运算。

[0016] 因而，根据本发明，能够检测并校正 XY 地址扫描型成像元件（通常是 CMOS 成像元件）所特有的荧光灯闪烁问题，而不管被拍摄的对象、视频信号电平和荧光灯的类型如何，并且，能够不使用光接收元件和多个区域，减少由于运动对象引起的错误校正。因此，能够通过使用先前检测到的值在不发生错误校正的情况下校正闪烁，并且，即使存在运动对象，也能够防止由于闪烁造成的图像质量下降。

附图说明

[0017] 图 1 示出了根据本发明实施例的图像拾取装置的示意方框图；

[0018] 图 2 示出了设置在图 1 所示图像拾取装置实施例的数字信号处理部中的闪烁减少部的示意方框图；

[0019] 图 3 示出了当拍摄对象是均匀图案时图像的闪烁的示意图；

[0020] 图 4 示出了设置在图 1 所示图像拾取装置的系统控制器中的参数控制部的示意方框图；

[0021] 图 5 示出了图 4 所示参数控制部的增益计算部的函数的曲线图；

[0022] 图 6 是图 4 所示参数控制部的控制操作顺序的流程图；

[0023] 图 7 示出了根据本发明实施例的另一图像拾取装置的示意方框图；

[0024] 图 8 示出了设置在图 7 所示图像拾取装置实施例的数字信号处理部中的闪烁减少部的示意方框图；

[0025] 图 9 示出了设置在图 1 和图 7 所示图像拾取装置的系统控制器中的另一参数控制部的示意方框图；

[0026] 图 10 示出了图 9 所示参数控制部的系数计算部的函数的曲线图；

[0027] 图 11 示出了设置在图 9 所示参数控制部中的 LPF 的示意方框图；

[0028] 图 12 是图 9 所示参数控制部的控制操作顺序的流程图；

[0029] 图 13 示出了能够设置在图 1 和图 7 所示图像拾取装置的系统控制器中的替换参数控制部的示意方框图；

[0030] 图 14 是图 13 所示参数控制部的控制操作顺序的流程图；

[0031] 图 15 示出了能够设置在图 1 和图 7 所示图像拾取装置的系统控制器中的另一可选参数控制部的示意方框图；

[0032] 图 16 示出了设置在图 15 所示参数控制部中的切换控制部的函数的曲线图；

[0033] 图 17 示出了设置在图 15 所示参数控制部中的延迟电路的示意方框图；以及

[0034] 图 18 是图 15 所示参数控制部的控制操作顺序的流程图。

具体实施方式

[0035] 下面，将参照附图详细描述根据本发明的优选实施例。然而，本发明决不限于下文中描述的实施例，这些实施例可以在不偏离本发明的精神和原则之内进行各种不同方式的修改和变更。

[0036] 例如，本发明可应用于具有图 1 所示结构的图像拾取装置。

[0037] 参照图 1, 图像拾取装置 10 是通过使用 XY 地址扫描型成像元件实现的摄像机, 该成像元件为 CMOS 成像元件 12。图像拾取装置 10 包括: 成像光学系统 11、CMOS 成像元件 12、模拟信号处理部 13、系统控制器 14、透镜驱动驱动器 15、定时发生器 16 和数字信号处理部 17。

[0038] 在该图像拾取装置 10 中, 来自对象的光经由成像光学系统 11 进入 CMOS 成像元件 12, 在 CMOS 成像元件 12 中经过光电转换, 从而从 CMOS 成像元件 12 获得模拟视频信号。

[0039] CMOS 成像元件 12 通过在 CMOS 衬底上二维地排列多个具有光电二极管 (光门)、传输门 (快门晶体管)、切换晶体管 (地址晶体管)、放大晶体管和复位晶体管 (复位门) 的像素, 连同垂直扫描电路、水平扫描电路和视频信号输出电路一起形成。

[0040] CMOS 成像元件 12 可以是原色系或补色系, 由 CMOS 成像元件 12 获得的模拟信号可以是 RGB 的原色信号或者补色系的信号。

[0041] 在经 A/D 转换转变成数字信号之前, 来自 CMOS 成像元件 12 的模拟信号通过模拟信号处理部 13 对每一种颜色进行采样保持处理, 该模拟信号处理部以 IC (集成电路) 实现, 并通过 AGC (自动增益控制) 进行增益控制。

[0042] 在最终转变成亮度信号 Y 和色差信号 R-Y、B-Y 并从数字信号处理部 17 中输出之前, 来自模拟信号处理部 13 的数字视频信号通过以 IC 实现的数字信号处理部 17 处理, 并且每个信号的闪烁分量通过数字信号处理部 17 中的闪烁减少部 18 减少。

[0043] 系统控制器 14 通常以微型计算机实现, 从而可以控制像机中的各个部件。

[0044] 具体来说, 透镜驱动控制信号由系统控制器 14 提供给以 IC 实现的透镜驱动驱动器 15, 并且成像光学系统 11 的透镜由透镜驱动驱动器 15 控制。

[0045] 类似地, 定时控制信号从系统控制器 14 提供给定时的定时发生器 16, 并且, 各种定时信号由定时发生器 16 提供给 CMOS 成像元件 12 来驱动 CMOS 成像元件 12。

[0046] 此外, 每个信号部件的检测信号从数字信号处理部 17 取入系统控制器 14 中, 使得不同颜色的色彩信号通过模拟信号处理部 13 根据如上所述来自系统控制器 14 的 AGC 信号进行增益控制, 并且, 数字信号处理部 17 的信号处理操作同样由系统控制器 14 控制。

[0047] 如图 2 所示, 设置在上述数字信号处理部 17 中的闪烁减少部 18 包括: 归一化处理模块 20 和算术运算模块 30, 数字视频信号从上文所述的模拟信号处理部 13 提供给他们; 以及与归一化处理模块 20 相连的 DFT 模块 40 和与算术运算模块 30 相连的闪烁生成模块 41。

[0048] 归一化处理模块 20 依次包括: 积分模块 21, 输入视频信号 $In'(x, y)$ 或数字视频信号从上述模拟信号处理部 13 提供给它; 与积分模块 21 相连的积分值保存模块 22; 平均值计算模块 23; 差值计算模块 24 和归一化模块 25。

[0049] 如图 3 所示, 示出了当对象为均匀图案时的图像闪烁, 闪烁分量通常与对象的信号强度成比例。

[0050] 因此, 如果对象在任意选取的场 n 中任意选取的像素 (x, y) 上的输入视频信号 (经过闪烁减少处理之前的亮度信号或者 RGB 原色信号) 为 $In'(x, y)$, 则如下面的公式 (1) 所示, $In'(x, y)$ 为不包括闪烁分量的信号分量和与信号分量成比例的闪烁分量的和。

[0051] $In'(x, y) = [1 + \Gamma_n(y)] \times In(x, y) \quad \dots (1)$

[0052] 在公式 (1) 中, $In(x, y)$ 为信号分量, $\Gamma_n(y) \times In(x, y)$ 为闪烁分量, 其中 $\Gamma_n(y)$

为闪烁系数。由于水平周期相对于荧光灯的发光周期来说非常短,因而可以假定闪烁系数在同一场的同一行中为常数。因此,闪烁系数由 $\Gamma_n(y)$ 表示。

[0053] 为了使 $\Gamma_n(y)$ 一般化,将它展开为成傅立叶级数,如以下公式 (2) 所示。

$$[0054] \quad \Gamma_n(y) = \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m \times \cos \left[m \times \frac{2\pi}{\lambda_0} \times y + \Phi_{m,n} \right]$$

$$[0055] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m \times \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n})$$

[0056] 其中

$$[0057] \quad \lambda_0 = \frac{2 \times f_L}{f_V} \quad \dots (2)$$

[0058] 这样,能够以全面涵盖作为荧光灯类型函数变化的不同发光特性和余辉特性的形式表示闪烁系数。

[0059] 关于公式 (2), λ_0 为图 3 所示的图像内闪烁的波长。如果从每个场中读出的行数为 M,则相当于 $L (= M / \lambda_0)$ 行。在公式 (2) 中, ω_0 为利用 λ_0 归一化的标准角频率。

[0060] 在公式 (2) 中, γ_m 为各阶 ($m = 1, 2, 3, \dots$) 闪烁分量的振幅, Φ_{mn} 表明各阶闪烁分量的初相位,它是荧光灯的发光周期和曝光时间的函数。然而,注意, Φ_{mn} 由垂直同步频率和荧光灯的频率决定,因此,某一场和紧邻其之前的场之间 Φ_{mn} 差值 (或者 $\Delta \Phi_{m,n}$) 由下面的公式 (3) 表示。

$$[0061] \quad \Delta \Phi_{m,n} = -m \times \lambda_0 \times 2\pi \quad \dots (3)$$

[0062] 在闪烁减少部 18 的积分模块 21 中,在像平面水平方向上以行为单位对输入视频信号 $In'(x, y)$ 进行积分以确定积分值 $F_n(y)$,如公式 (4) 所示,它减少了当检测闪烁时图像模式的影响。

$$[0063] \quad \Gamma_n(y) = \sum_x In'(x, y) = \sum_x ([1 + \Gamma_n(y)] \times In(x, y))$$

$$[0064] \quad = \sum_x \Gamma_n(y) + \Gamma_n(y) \sum_x In(x, y)$$

$$[0065] \quad = \alpha_n(y) + \alpha_n(y) \times \Gamma_n(y) \quad \dots (4)$$

[0066] 在公式 (4) 中, $\alpha_n(y)$ 是信号分量 $In(x, y)$ 在一行上的积分值,如下面公式 (5) 所示。

$$[0067] \quad \alpha_n(y) = \sum_x In(x, y) \quad \dots (5)$$

[0068] 计算确定的积分值 $F_n(y)$ 存储保存在积分值保存模块 22 中,以在后续场中检测闪烁使用。积分值保存模块 22 设计为能够保存至少 K 个场的积分值。注意, K 为删除闪烁分量必要的场数,由垂直同步频率 f_V 和荧光灯的频率 f_L 利用公式 (6) 获得。在公式 (6) 中, GCD 为确定最大公约数的函数。

$$[0069] \quad K = \frac{f_V}{GCD(2 \times f_L, f_V)} \quad \dots (6)$$

[0070] 如果对象是均匀的,则信号分量 $In(x, y)$ 的积分值 $\alpha_n(y)$ 为常数,因此,容易从输入视频信号 $In'(x, y)$ 的积分值 $F_n(y)$ 中提取闪烁分量 $\alpha_n(y) \times \Gamma_n(y)$ 。

[0071] 然而,对象一般在 $\alpha_n(y)$ 中包含 $m \times \omega_0$ 分量,因此无法从对象本身的信号分量中的亮度分量和色彩分量中分离闪烁分量的亮度分量和色彩分量。简言之,不可能只纯粹地提取出闪烁分量。此外,由于公式 (4) 中第二项的闪烁分量相对于第一项的信号分量来说非常小,因而闪烁分量基本被淹没在信号分量中。

[0072] 此外,闪烁减少部 18 使用连续 K 个场的积分值,从而从积分值 $F_n(y)$ 中除去 $\alpha_n(y)$ 的影响。

[0073] 具体来说,在此例中,当计算确定一行的积分值 $F_n(y)$ 时,从积分值保存模块 22 中读出从 $(K-1)$ 场前相同行的积分值 $F_{n-(K-1)}(y)$ 到紧前场中相同行的积分值 $F_{n-1}(y)$,然后计算确定 K 个积分值 $F_n(y), \dots, F_{n-(K-1)}(y)$ 的平均值 $AVE[F_n(y)]$ 。

[0074] 如果在 K 个连续场的期间内可以认为对象基本相同,则可认为对 K 个连续场来说 $\alpha_n(y)$ 值相同。如果在 K 个场中对象的移动足够小,那么上述假设实际上不会引起任何问题。此外,当计算 K 个连续场的积分值的平均值时,从公式 (3) 的关系中可以看出,加入闪烁分量的相位依次变化 $-\lambda_0 \times m \times 2\pi$ 的信号,结果使得闪烁分量被除去。因此,平均值 $AVE[F_n(y)]$ 用下面的公式 (7) 表示。

$$\begin{aligned}
 [0075] \quad AVE[F_n(y)] &= \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} F_{n-k}(y) \\
 [0076] \quad &= \frac{1}{K} \left\{ \sum_{k=0}^{K-1} \alpha_{n-k}(y) + \alpha_{n-k}(y) \times \Gamma_{n-k}(y) \right\} \\
 [0077] \quad &= \frac{1}{K} \sum_{k=0}^{K-1} \alpha_{n-k}(y) + \frac{1}{K} \alpha_{n-k}(y) \times \Gamma_{n-k}(y) \\
 [0078] \quad &= \alpha_n(y) + \frac{1}{K} \alpha_n(y) \sum_{k=0}^{K-1} \Gamma_{n-k}(y) \\
 [0079] \quad &= \alpha_n(y) \dots (7)
 \end{aligned}$$

[0080] 注意, K 个连续场的积分值的平均值根据下面所示的公式 (8) 的近似计算确定。然而,当对象移动大时,公式 (8) 的近似不成立。

$$[0081] \quad \alpha_n(y) \simeq \alpha_{n-1}(y) \simeq \alpha_{n-2}(y) \dots (8)$$

[0082] 这样,针对对象移动大的情况所提供的闪烁减少部 18 在积分值保存模块 22 中保存不小于三个场的积分值,并计算确定包括当前场的积分值 $F_n(y)$ 在内的不小于 $(K+1)$ 个场的积分值的平均值。通过这样的设置,能够减小由于时间低通滤波器的作用而引起的对象移动的影响。

[0083] 此外,在闪烁减少部 18 中,归一化模块 25 对来自差值计算模块 24 的差值 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ 进行归一化,即将该差值除以来自平均值计算模块 23 的平均值 $AVE[F_n(y)]$,从而计算确定经过归一化的差值 $gn(y)$ 。

[0084] 经过归一化的差值 $gn(y)$ 利用上述公式 (7) 和下述公式 (9) 和三角函数的和差化积公式展开为下面所示的公式 (10),并根据上述公式 (3) 的关系由下面公式 (11) 表示。

$$\begin{aligned}
 [0085] \quad F_n(y) - F_{n-1}(y) &= \{ \alpha_n(y) + \alpha_n(y) \times \Gamma_n(y) \} - \{ \alpha_{n-1}(y) + \alpha_{n-1}(y) \times \Gamma_{n-1}(y) \} \\
 [0086] \quad &= \alpha_n(y) \times \{ \Gamma_n(y) - \Gamma_{n-1}(y) \}
 \end{aligned}$$

$$[0087] \quad = \alpha_n(y) \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m \times \{ \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n}) - \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n-1}) \}$$

... (9)

$$[0088] \quad g_n(y) = \frac{\{F_n(y) - F_{n-1}(y)\}}{AVE[F_n(y)]}$$

$$[0089] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} \gamma_m \times \{ \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n}) - \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n-1}) \}$$

$$[0090] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \times \gamma_m \times \sin(m \times \omega_0 \times y + \frac{\Phi_{m,n} + \Phi_{m,n-1}}{2}) \times \sin(\frac{\Phi_{m,n} - \Phi_{m,n-1}}{2})$$

... (10)

$$[0091] \quad g_n(y) = \sum_{m=1}^{\infty} (-2) \times \gamma_m \times \sin(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n} + \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2}) \times \sin(-\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2})$$

$$[0092] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} 2 \times \gamma_m \times \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n} + \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2} - \frac{\pi}{2}) \times \sin(\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2})$$

$$[0093] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} 2 \times \gamma_m \times \sin(\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2}) \times \cos(m \times \omega_0 \times y + \Phi_{m,n} + \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2} - \frac{\pi}{2})$$

$$[0094] \quad = \sum_{m=1}^{\infty} |A_m| \times \cos(m \times \omega_0 \times y + \theta_m) \quad \dots (11)$$

[0095] 注意,公式(11)中的 $|A_m|$ 和 θ_m 分别用下面所示的公式(12)和公式(13)表示。

$$[0096] \quad |A_m| = 2 \times \gamma_m \times \sin\left(\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2}\right) \quad \dots (12)$$

$$[0097] \quad \theta_m = \Phi_{m,n} + \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2} - \frac{\pi}{2} \quad \dots (13)$$

[0098] 由于对象的信号强度对差值 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ 留有影响,因而由于闪烁引起的亮度变化的程度和颜色变化的程度可随图像中的区域而变化。然而,由于上述归一化的结果,亮度变化程度和颜色变化程度在图像的所有区域上可以相等。

[0099] 注意,分别用公式(12)和公式(13)表示的 $|A_m|$ 和 θ_m 为经过归一化的差值 $g_n(y)$ 的、各阶频谱的振幅和初相位。因此,利用下面所示公式(14)和(15),当归一化差值 $g_n(y)$ 经过傅立叶变换,并检测出各阶频谱的振幅 $|A_m|$ 和初相位 θ_m 的时候,可以确定上述公式(2)所示的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 $\Delta\Phi_{mn}$ 。

$$[0100] \quad \gamma_m = \frac{|A_m|}{2 \times \sin\left(\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2}\right)} \quad \dots (14)$$

$$[0101] \quad \Phi_{m,n} = \theta_m - \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2} + \frac{\pi}{2} \quad \dots (15)$$

[0102] 在图2所示的闪烁减少部18的实例中,DFT模块40对相当于从归一化模块25得到的归一化差值 $g_n(y)$ 中闪烁的波长(针对行L)的数据执行离散傅里叶变换。

[0103] 如果 DFT 运算为 $DFT[gn(y)]$, 并且阶数 m 的 DFT 结果为 $Gn(m)$, 则 DFT 运算由下面所示的公式 (16) 表示。

$$[0104] \quad DFT[gn(y)] = Gn(m) = \sum_{i=0}^{L-1} gn(i) \times W^{m \times i} \quad \dots (16)$$

[0105] 公式 (16) 中的 W 用下述公式 (17) 表示。

$$[0106] \quad W = \exp[-j \times \frac{2\pi}{L}] \quad \dots (17)$$

[0107] 根据 DFT 的定义, 上述公式 (12)、(13) 和公式 (16) 的关系用下述公式 (18) 和 (19) 表示。

$$[0108] \quad |Am| = 2 \times \frac{|Gn(m)|}{L} \quad \dots (18)$$

$$[0109] \quad \theta_m = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im}(Gn(m))}{\text{Re}(Gn(m))} \right)$$

[0110] 其中,

[0111] $\text{Im}(Gn(m))$: 虚部

[0112] $\text{Re}(Gn(m))$: 实部 $\dots (19)$

[0113] 因此, 根据公式 (14)、(15)、(18) 和 (19), 可以利用下面所示公式 (20) 和 (21) 确定各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 。

$$[0114] \quad \gamma_m = \frac{|Gn(m)|}{L \times \sin(\frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2})} \quad \dots (20)$$

$$[0115] \quad \Phi_{m,n} = \tan^{-1} \left(\frac{\text{Im}(Gn(m))}{\text{Re}(Gn(m))} \right) - \frac{\Delta\Phi_{m,n}}{2} + \frac{\pi}{2} \quad \dots (21)$$

[0116] 使 DFT 运算的数据长度等于闪烁的波长, 这是因为, 这么做的话, 能够直接获得 ω_0 整数倍的一组离散频谱。

[0117] 一般来说, 处理数字信号时使用的是 FFT (高速傅里叶变换) 来进行傅立叶变换。不过, 在本发明的实施例中使用的是 DFT。原因在于 DFT 比 FFT 更方便, 这是因为傅立叶变换的数据长度不等于二次幂。然而, 同样可以通过处理输入 / 输出数据使用 FFT。

[0118] 在荧光灯照明下, 事实上可以足够精确地近似闪烁分量, 即使阶数 m 的范围限制在小于十阶 (tenth)。因此, 由于没有必要输出 DFT 运算的所有数据, 在操作效率方面, 如果同使用 FFT 相比, 使用 DFT 不会对本发明的用途造成不便。

[0119] DFT 模块 40 首先应用由公式 (16) 定义的 DFT 运算提取频谱, 并利用公式 (20) 和 (21) 的运算推定各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 。

[0120] 在图 2 所示的闪烁减少部 18 中, 闪烁生成模块 41 根据从 DFT 模块 40 中得到的 γ_m 和 Φ_{mn} 的推定值, 计算确定由上述公式 (2) 表示的闪烁系数 $\Gamma_n(y)$ 。

[0121] 然而, 如上文指出, 在荧光灯照明下, 如果阶数 m 的范围限制在十阶, 实际上可以足够精确地近似闪烁分量。因此, 当通过公式 (2) 计算确定闪烁系数 $\Gamma_n(y)$ 时, 可以将总和阶数限制为预定的数目, 例如限制在二阶从而不会致使其无穷大。

[0122] 由上述公式 (1), 用下面所示的公式 (22) 表示不包含任何闪烁分量的信号分量

$\ln(x, y)$ 。

$$[0123] \quad \ln(x, y) = \frac{\ln'(x, y)}{1 + \Gamma n(y)} \quad \dots (22)$$

[0124] 图 2 所示的闪烁减少部 18 中, 算数运算模块 30 给从闪烁生成模块 41 得到的闪烁系数 $\Gamma n(y)$ 加 1, 并用加和 $[1 + \Gamma n(y)]$ 除输入视频信号 $\ln'(x, y)$ 。

[0125] 于是, 结果是, 包含在输入视频信号 $\ln'(x, y)$ 中的闪烁分量基本上被完全除去, 并从算数运算模块 30 得到实际上不包括任何闪烁分量的信号分量 $\ln(x, y)$ 作为输出视频信号 (减少了闪烁的 RGB 原色信号或者亮度信号)。

[0126] 图像拾取装置 10 的系统控制器 14 从上述闪烁减少部 18 中的 DFT 模块 40 接收闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 作为输入, 并设置有参数控制部 14*, 积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的积分值 $Y(n-k)$ 从积分值保存模块 22 中提供给它。

[0127] 参数控制部 14* 可以是典型的具有图 4 所示结构的参数控制部 14A。

[0128] 参数控制部 14A 包括振幅增益计算部 50 和乘法器 55。

[0129] 参数控制部 14A 接收由 DFT 模块 40 确定的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 作为输入。

[0130] 振幅增益计算部 50 根据当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$, 输出闪烁分量的振幅 γ_m 的抑制增益。振幅增益计算部 50 包括: 减法器 51, 当前闪烁检测区域的积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的积分值 $Y(n-k)$ 从积分值保存模块 22 提供给它; 与减法器 51 相连的绝对值 (ABS) 电路 52; 连接到 ABS 电路 52 的低通滤波器 (LPF) 53 和连接到 LPF53 的增益计算部 54。

[0131] 减法器 51 计算确定当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0132] ABS 电路 52 将减法器 51 的输出值转化为相应的绝对值。当减法器 51 的输出值很小时, 可以假定没有运动对象, 并且认为振幅 γ_m 高度可靠。另一方面, 如果减法器 51 的输出值较大, 由于可以推测存在运动对象, 则认为振幅 γ_m 的可靠性低。

[0133] LPF53 为用于减少由于外部干扰引起的从 ABS 电路 52 输出的积分差值 $\Delta Y(n)$ 中的过量波动的滤波器。LPF 最好设置有这样的时间常数, 以提供一个能够可靠地确定要拍摄的场景是处于荧光灯照明下还是处于非荧光灯照明下、并防止 LPF 对外部干扰反应过于强烈的时间段。

[0134] 如图 5 所示, 增益计算部 54 根据 LPF53 的输出值, 输出 0 到 1 间的一个值。具体来说, 增益计算部 54 在 LPF53 输出值大于临界值 thrB 时输出 0, 在 LPF53 输出值小于临界值 thrA 时输出 1, 而当 LPF53 的输出值介于临界值 thrA 和临界值 thrB 之间时它输出线性内插值。简言之, 当 LPF53 的输出可靠性高时它输出 1, 而可靠性低时输出 0。

[0135] 然后, 乘法器 55 将各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和增益计算部 54 的输出值相乘。

[0136] 针对 DFT 的每一阶执行增益计算处理。基本上, DFT 的第一阶为主分量。然而, 尤其在使用高速快门时产生高阶分量的情况下, 希望通过计算来确定高阶增益。此外, 因为除荧光灯频谱之外的任何频谱都远离荧光灯的相位分量, 使得增益被抑制, 所以即使通常计算确定到高阶增益也不会引起问题。

[0137] 图 6 是参数控制部 14A 的控制操作顺序的流程图。

[0138] 参照图 6, 在第一步或者步骤 S10 中, 将当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的差值设置为积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0139] 在下一步或者步骤 S11 中, 将积分值差值 $\Delta Y(n)$ 的绝对值设置为 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 。

[0140] 在步骤 S12 中, 将通过对 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 应用 LPF 处理获得的值设置为 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 。

[0141] 在步骤 S13 中, 利用图 5 中所示的函数由 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 计算确定抑制增益。

[0142] 本发明可以应用于具有图 7 所示结构的图像拾取装置 100。

[0143] 参照图 7, 图像拾取装置 100 是通过使用 XY 地址扫描型成像元件实现的摄像机, 该成像元件为 CMOS 成像元件 112。图像拾取装置 100 包括: 成像光学系统 111、CMOS 成像元件 112、模拟信号处理部 113、系统控制器 114、透镜驱动驱动器 115、定时发生器 116、数字信号处理部 117 和亮度检测部 119。

[0144] 在该图像拾取装置 100 中, 来自对象的光经由成像光学系统 111 进入 CMOS 成像元件 112, 在 CMOS 成像元件 112 中经过光电转换, 从而从 CMOS 成像元件 112 中获得模拟视频信号

[0145] CMOS 成像元件 112 通过在 CMOS 衬底上二维地排列多个具有光电二极管 (光门)、传输门 (快门晶体管)、切换晶体管 (地址晶体管)、放大晶体管和复位晶体管 (复位门) 的像素, 连同垂直扫描电路、水平扫描电路和视频信号输出电路一起形成。

[0146] CMOS 成像元件 112 可以是原色系或补色系的, 由 CMOS 成像元件 112 获得的模拟信号可以是 RGB 的原色信号或者补色系的信号。

[0147] 在经 A/D 转换转变成数字信号之前, 来自 CMOS 成像元件 112 的模拟信号通过模拟信号处理部 113 对每一种颜色进行采样保持处理, 该模拟信号处理部以 IC (集成电路) 实现, 并通过 AGC (自动增益控制) 进行增益控制。

[0148] 在最终转变成亮度信号 Y 和色差信号 R-Y、B-Y 并从数字信号处理部 117 中输出之前, 来自模拟信号处理部 113 的数字视频信号通过以 IC 实现的数字信号处理部 117 处理, 并且每个信号的闪烁分量通过数字信号处理部 117 中的闪烁减少部 118 减少。

[0149] 来自模拟信号处理部 113 的数字视频信号被提供给亮度检测部 119, 该亮度检测部 119 将当前亮度级 $Y(n)$ 和 K 场前的亮度级 $Y(n-k)$ 间的差值输出至系统控制器 114。

[0150] 系统控制器 114 通常实现为微型计算机, 从而可以控制像机中的各个部件。

[0151] 具体来说, 透镜驱动控制信号由系统控制器 114 提供给以 IC 实现的透镜驱动驱动器 115, 并且成像光学系统 111 的透镜由透镜驱动驱动器 115 控制。

[0152] 类似地, 定时控制信号从系统控制器 114 提供给定时发生器 116, 并且, 各种定时信号由定时发生器 116 提供给 CMOS 成像元件 112 来驱动 CMOS 成像元件 112。

[0153] 此外, 每个信号部件的检测信号从数字信号处理部 117 取入系统控制器 114 中, 使得不同颜色的色彩信号通过模拟信号处理部 113 根据如上所述来自系统控制器 114 的 AGC 信号进行增益控制, 并且, 数字信号处理部 117 的信号处理操作同样由系统控制器 114 控制。

[0154] 如图 8 所示, 设置在上述数字信号处理部 117 中的闪烁减少部 18 包括: 归一化处理模块 120 和算术运算模块 130, 数字视频信号从上文所述的模拟信号处理部 113 提供给他们; 以及与归一化处理模块 120 相连的 DFT 模块 40 和与算术运算模块 130 连接的闪烁生成模块 141。

[0155] 归一化处理模块 120 依次包括：积分模块 121，输入视频信号 $I_n'(x, y)$ 或数字视频信号从上述模拟信号处理部 113 提供给它；与到积分模块 121 相连的积分值保存模块 122；平均值计算模块 123；差值计算模块 124 和归一化模块 125。

[0156] 在闪烁减少部 118 中，通过积分模块 121 在像平面水平方向上以行为单位对输入视频信号 $I_n'(x, y)$ 进行积分以确定积分值 $F_n(y)$ ，如上述公式 (4) 所示，从而减少了当检测闪烁时图像模式的影响。

[0157] 由积分模块 121 计算确定的积分值 $F_n(y)$ 存储保存在积分值保存模块 122 中，以在后续场中检测闪烁使用。积分值保存模块 122 设计为能够保存至少 K 个场的积分值。注意， K 为删除闪烁分量必要的场数，根据垂直同步频率 f_v 和荧光灯的频率 f_l 利用公式 (6) 得到。在公式 (6) 中， GCD 为确定最大公约数的函数。

[0158] 如果对象是均匀的，则信号分量 $I_n(x, y)$ 的积分值 $\alpha_n(y)$ 为常数，因此，很容易从输入视频信号 $I_n'(x, y)$ 的积分值 $F_n(y)$ 中提取闪烁分量 $\alpha_n(y) \times \Gamma_n(y)$ 。

[0159] 然而，对象一般包含 $\alpha_n(y)$ 中的 $m \times \omega_o$ 分量，因此不可能从对象本身的信号分量中的亮度分量和色彩分量中分离出闪烁分量的亮度分量和色彩分量。简言之，不可能只纯粹地提取出闪烁分量。此外，由于公式 (4) 中第二项的闪烁分量相对于第一项的信号分量来说非常小，因而闪烁分量基本被淹没在信号分量中。

[0160] 此外，闪烁减少部 18 使用连续 K 个场的积分值，从而从积分值 $F_n(y)$ 中消除 $\alpha_n(y)$ 的影响。

[0161] 具体来说，在此例中，当通过计算确定一行的积分值 $F_n(y)$ 时，从积分值保存模块 122 中读出 $(K-1)$ 场前中相同行的积分值 $F_{n-(K-1)}(y)$ 和紧前场中相同行的积分值 $F_{n-1}(y)$ ，然后从平均值计算模块 123 中计算确定 K 个积分值 $F_n(y), \dots, F_{n-(K-1)}(y)$ 的平均值 $AVE[F_n(y)]$ 。

[0162] 如果在 K 个连续场的期间内可以认为对象基本相同，则可认为对 K 个连续场来说 $\alpha_n(y)$ 值相同。如果在 K 个场中对象的移动足够小，那么上述假设实际上不会引起任何问题。此外，当计算 K 个连续场的积分值的平均值时，从与上述公式 (3) 的关系中可以看出，加入闪烁分量的相位依次变化 $-\lambda_o \times m \times 2\pi$ 的信号，结果使得闪烁分量被除去。因此，平均值 $AVE[F_n(y)]$ 用上述公式 (7) 表示。

[0163] 注意， K 个连续场的积分值的平均值在上述公式 (8) 的近似成立的假设之下通过计算确定。然而，当对象移动大时，公式 (8) 的近似不成立。

[0164] 这样，针对对象移动大的情况所提供的闪烁减少部 18 在积分值保存模块 122 中保存不小于三个场的积分值，并计算确定包括当前场的积分值 $F_n(y)$ 在内的不小于 $(K+1)$ 个场的积分值的平均值。通过这样的设置，能够减小由于时间低通滤波器的作用而引起的对象移动的影响。

[0165] 此外，在闪烁减少部 118 中，归一化模块 125 对来自差值计算模块 124 的差值 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ 进行归一化，即将该差值除以来自平均值计算模块 123 的平均值 $AVE[F_n(y)]$ ，从而计算确定经过归一化的差值 $g_n(y)$ 。

[0166] 经过归一化的差值 $g_n(y)$ 通过上述公式 (11) 表示。

[0167] 由于对象的信号强度对差值 $F_n(y) - F_{n-1}(y)$ 留有影响，因而由于闪烁引起的亮度变化的程度和颜色变化的程度可随图像中的区域而变化。然而，作为上述归一化的结果，亮

度变化程度和颜色变化程度在图像的所有区域上可以相等。

[0168] 注意,分别用上述公式 (12) 和公式 (13) 表示的 $|A_m|$ 和 θ_m 为经过归一化的差值 $g_n(y)$ 的、各阶频谱的振幅和初相位。因此,利用上述公式 (14) 和 (15),当归一化差值 $g_n(y)$ 经过傅立叶变换,并检测出各阶频谱的振幅 $|A_m|$ 和初相位 θ_m 的时候,可以确定上述公式 (2) 所示的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 $\Delta\Phi_{mn}$ 。

[0169] 在图 8 所示的闪烁减少部 118 的实例中,DFT 模块 140 对相当于从归一化模块 125 得到的归一化差值 $g_n(y)$ 中闪烁的波长(针对行 L)的数据执行离散傅里叶变换。

[0170] 如果 DFT 运算为 $DFT[g_n(y)]$,并且阶数 m 的 DFT 结果为 $G_n(m)$,则 DFT 运算由上述公式 (16) 表示。

[0171] 因此,可以利用上述公式 (20) 和 (21) 确定各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 。

[0172] 使 DFT 运算的数据长度等于闪烁的波长(针对行 L),这是因为这么做的话,能够直接获得 ω_0 整数倍的一组离散频谱。

[0173] 一般来说,处理数字信号时使用的是 FFT(高速傅里叶变换)来进行傅立叶变换。不过,在本发明的实施例中使用的是 DFT。原因在于 DFT 比 FFT 更方便,这是因为傅立叶变换的数据长度不等于二次幂。然而,同样可以通过处理输入/输出数据使用 FFT。

[0174] 在荧光灯照明下,实际上可以足够精确地近似闪烁分量,即使阶数 m 的范围限制在小于十阶。因此,由于没有必要输出 DFT 运算的所有数据,在操作效率方面,如果同使用 FFT 相比,使用 DFT 不会对本发明的用途造成不便。

[0175] DFT 模块 140 首先应用由上述公式 (16) 定义的 DFT 运算提取频谱,并利用上述公式 (20) 和 (21) 的运算推定各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 。

[0176] 在图 8 所示的闪烁减少部 118 中,闪烁生成模块 141 根据从 DFT 模块 140 中得到的 γ_m 和 Φ_{mn} 的推定值,计算确定由上述公式 (2) 表示的闪烁系数 $\Gamma_n(y)$ 。

[0177] 然而,如上文指出,在荧光灯照明下,如果阶数 m 的范围限制在小于十阶,实际上可以足够精确地近似闪烁分量。因此,当通过上述公式 (2) 计算确定闪烁系数 $\Gamma_n(y)$ 时,可以将总和阶数限制为预定的数目,例如限制在二阶从而不会致使其无穷大。

[0178] 由上述公式 (1),用上述公式 (22) 表示不包含任何闪烁分量的信号分量 $I_n(x, y)$ 。

[0179] 因此,在图 8 所示的闪烁减少部 118 中,算数运算模块 130 给从闪烁生成模块 141 得到的闪烁系数 $\Gamma_n(y)$ 加 1,并用加和 $[1 + \Gamma_n(y)]$ 除输入视频信号 $I_n'(x, y)$ 。

[0180] 于是,结果是,包含在输入视频信号 $I_n'(x, y)$ 中的闪烁分量被基本完全除去,并从算数运算模块 130 得到实际上不包括任何闪烁分量的信号分量 $I_n(x, y)$ 作为输出视频信号(减少了闪烁的 RGB 原色信号或者亮度信号)。

[0181] 因此,图像拾取装置 110 的系统控制器 114 从上述闪烁减少部 118 中的 DFT 模块 140 接收闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 作为输入,并设置有参数控制部 14*,积分值 $Y(n-k)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的积分值 $Y(n)$ 从亮度检测部 119 提供给它。

[0182] 参数控制部 14*可以是典型的具有图 4 所示结构的参数控制部 14A,并按照图 6 的流程图所示顺序,针对每一阶 DFT 执行增益计算处理,从而根据当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$,输出闪烁分量的振幅 γ_m 的抑制增益。

[0183] 设置在上述图像拾取装置 10 的系统控制器 14 或者上述图像拾取装置 100 的系统控制器 114 中的参数控制部 14* 可以不是具有图 4 所示结构的参数控制部 14A, 而可以是具有图 9 所示结构的参数控制部 14B。

[0184] 图 9 所示的参数控制部 14B 具有滤波系数计算部 60 和两个低通滤波器 (LPF) 65a、65b, 这两个滤波器的滤波特性可变。

[0185] 在参数控制部 14B 中, 通过上述 DFT 模块 40 或者 DTF 模块 140 计算确定的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 输入至 LPF65a、65b 中, 并将当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$ 输入至上述闪烁系数计算部 60 中。

[0186] 闪烁系数计算部 60 包括: 减法器 61, 当前闪烁检测区域的积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的积分值 $Y(n-k)$ 提供给它; 与减法器 61 相连的绝对值 (ABS) 电路 62; 与 ABS 电路 62 相连的低通滤波器 (LPF) 63 和与 LPF63 相连的两个系数计算部 64a、64b。

[0187] 在闪烁系数计算部 60 中, 减法器 61 计算确定当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0188] ABS 电路 62 将减法器 61 的输出值转化为相应的绝对值。当减法器 61 的输出值很小时, 可以假定没有运动对象, 并且认为振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 高度可靠。另一方面, 如果减法器 61 的输出值较大, 由于可以推测存在运动对象, 则认为振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 可靠性低。

[0189] LPF 63 为用于减少由于外部干扰引起的从 ABS 电路 62 输出的积分差值 $|\Delta Y(n)|$ 中的过量波动的滤波器。LPF 最好设置有时间常数, 以提供一个能够可靠地确定要拍摄的场景是处于荧光灯照明下还是处于非荧光灯照明下、并防止 LPF 对外部干扰反应过于强烈的时间段。

[0190] 如图 10 所示, 系数计算部 64a、64b 根据 LPF 63 的输出值, 输出 0 到 1 间的一个值。具体来说, 它们在 LPF 63 输出值大于临界值 $thrB$ 时输出 0, 在 LPF 63 输出值小于临界值 $thrA$ 时输出 1, 而当 LPF 63 的输出值介于临界值 $thrA$ 和临界值 $thrB$ 之间时它们输出线性内插值。简言之, 当 LPF 63 的输出可靠性最高时它们输出 1, 而可靠性最低时输出 0。

[0191] LPF 65a 利用由系数计算部 64a 得到的闪烁系数, 对各阶闪烁分量的相位 Φ_{mn} 执行 LPF 处理。

[0192] LPF 65b 利用由系数计算部 64b 得到的闪烁系数, 对各阶闪烁分量的振幅 γ_m 执行 LPF 处理。

[0193] 如图 11 所示, 每个 LPF 65a、65b 都具有用于以权值 a 加权的加权电路 651、加法器 652、用于产生延迟量 Z^{-1} 的延迟电路 653 和权值为 $1-a$ 的加权电路 654。当系数 a 较大时, 当前检测值重加权, 而系数小时当前检测值轻加权, 并且之前的检测值重加权。通过这种设置, 如果场景中出现运动对象, 那么可以通过使用先前的检测值正确地进行校正并消除校正错误。

[0194] 系数计算处理针对 DFT 的每一阶进行。基本上, DFT 的第一阶为主分量。然而, 尤其在使用高速快门时产生高阶分量的情况下, 希望通过计算来确定高阶增益。此外, 因为除荧光灯频谱之外的任何频谱都远离荧光灯的相位分量, 使得增益被抑制, 所以即使通常计算确定到高阶增益也不会引起问题。

[0195] 为降低由于对象造成的校正误差, 可以不考虑 $Y(n)$ 为针对相位的 LPF 65a 选择一

个长的时间常数,并使只有 LPF 65b 根据 $Y(n)$ 的函数而变化。然而,在从存在非反相荧光灯照明到不存在非反相荧光灯的照明的转变情况下,可能发生缓慢的跟随行为,反之亦然。

[0196] 图 12 是参数控制部的控制操作顺序的流程图。

[0197] 参照图 12,在第一步或者步骤 S20 中,将当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的差值设置为积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0198] 在下一步或者步骤 S21 中,将积分值差值 $\Delta Y(n)$ 的绝对值设置为 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 。

[0199] 在步骤 S22 中,将通过对 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 应用 LPF 处理获得的值设置为 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 。

[0200] 在步骤 S23 中,利用图 10 中所示的函数由 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 计算确定滤波系数。图 10 中所示的函数分别保存振幅和相位的临界值,并计算确定滤波系数求振幅和相位。

[0201] 设置在上述图像拾取装置 10 的系统控制器 14 或者上述图像拾取装置 100 的系统控制器 114 中的参数控制部 14* 可以是具有图 13 所示结构的参数控制部 14C。

[0202] 图 13 所示的参数控制部 14C 具有计算部 70、滤波特性可变的低通滤波器 (LPF) 75a 和乘法器 75b。

[0203] 在参数控制部 14C 中,通过上述 DFT 模块 40 或者 DTF 模块 140 计算确定的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 输入至 LPF75a 和乘法器 75b 中,而将当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$ 从上述归一化处理模块 20 或者亮度检测部 119 中输入至上述计算部 70 中。

[0204] 计算部 70 根据当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$,输出闪烁分量的振幅 γ_m 的 LPF 系数。计算部 70 包括:减法器 71,当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$ 提供给它;连接到减法器 71 的绝对值 (ABS) 电路 72;连接到 ABS 电路 72 的低通滤波器 (LPF) 73;连接到 LPF 73 的系数计算部 74a 和增益计算部 74b。

[0205] 在计算部 70 中,减法器 71 计算确定当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0206] ABS 电路 72 将减法器 71 的输出值转化为相应的绝对值。当减法器 71 的输出值很小时,可以假定没有运动对象。因此认为振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 具有高可靠性。另一方面,如果减法器 71 的输出值较大,由于可以推测存在运动对象,则认为振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 的可靠性低。

[0207] LPF 73 为用于减少由于外部干扰引起的从 ABS 电路 72 输出的积分差值 $|\Delta Y(n)|$ 中的过量波动的滤波器。LPF 最好设置有这样的时间常数,从而提供一个能够可靠地确定要拍摄的场景是处于荧光灯照明下还是处于非荧光灯照明下、并防止 LPF 对外部干扰反应过于强烈的时间段。

[0208] 如图 10 所示,系数计算部 74a 根据 LPF 73 的输出值输出 0 到 1 间的一个值。具体来说,它在 LPF 73 输出值大于临界值 $thrB$ 时输出 0,在 LPF 73 输出值小于临界值 $thrA$ 时输出 1,而当 LPF 73 的输出值介于临界值 $thrA$ 和临界值 $thrB$ 之间时输出线性内插值。简言之,当 LPF 73 的输出可靠性最高时它输出 1,而可靠性最低时输出 0。

[0209] 如图 10 所示,增益计算部 74b 根据 LPF 73 的输出值输出 0 到 1 间的一个值。具体来说,它在 LPF 73 输出值大于临界值 $thrB$ 时输出 0,在 LPF 73 输出值小于临界值 $thrA$ 时输出 1,而当 LPF 73 的输出值介于临界值 $thrA$ 和临界值 $thrB$ 之间时输出线性内插值。

简言之,当 LPF 73 的输出可靠性高时它输出 1,而可靠性低时输出 0。

[0210] LPF 75a 利用由系数计算部 74a 得到的闪烁系数,对各阶闪烁分量的相位 Φ_{mn} 执行 LPF 处理。

[0211] 乘法器 75b 将各阶闪烁分量的振幅 γ_m 同增益计算部 74b 的输出值相乘。

[0212] LPF 75a 具有如上述图 11 所示的结构。当系数 a 较大时,当前检测值重加权,而系数小时当前检测值轻加权,并且之前的检测值重加权。通过这种设置,如果场景中出现运动对象,那么可以通过使用先前的检测值正确地进行校正并消除校正误差。

[0213] 系数计算处理针对 DFT 的每一阶进行。基本上,DFT 的第一阶为主分量。然而,尤其在使用高速快门时产生高阶分量的情况下,希望通过计算来确定高阶增益。此外,因为除荧光灯频谱之外的任何频谱都远离荧光灯的相位分量,使得增益被抑制,所以即使通常计算确定到高阶增益也不会引起问题

[0214] 为降低由于对象造成的校正误差,可以不考虑 $Y(n)$,为用于相位的 LPF 75a 选择一个长的时间常数,并使只有 LPF 75b 根据 $Y(n)$ 的函数而变化。然而,在从存在非反相荧光灯照明到不存在非反相荧光灯的照明的转变情况下,可能发生缓慢的跟随行为,反之亦然。

[0215] 图 14 是参数控制部的控制操作顺序的流程图。

[0216] 参照图 14,在第一步或者步骤 S30 中,将当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的差值设置为积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0217] 在下一步或者步骤 S31 中,将积分值差值 $\Delta Y(n)$ 的绝对值设置为 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 。

[0218] 在步骤 S32 中,将通过对 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 应用 LPF 处理获得的值设置为 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 。

[0219] 在步骤 S33 中,利用图 10 中所示的函数由 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 计算确定滤波系数。

[0220] 在步骤 S34 中,利用图 5 中所示的函数由 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 计算确定抑制增益。

[0221] 设置在上述图像拾取装置 10 的系统控制器 14 或者上述图像拾取装置 100 的系统控制器 114 中的参数控制部 14*可以是具有图 15 所示结构的参数控制部 14D。

[0222] 图 15 所示的参数控制部 14D 具有延迟量切换部 80 和两个延迟电路 85a、85b,每个延迟电路都具有可以自由切换的延迟量。

[0223] 在参数控制部 14D 中,通过上述 DFT 模块 40 或者 DTF 模块 140 计算确定的各阶闪烁分量的振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 输入至 LPF75a 和乘法器 75b 中,并将当前闪烁检测区域的总积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的总积分值 $Y(n-k)$ 输入至上述延迟量切换部 80 中。

[0224] 延迟量切换部 80 根据当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$,控制闪烁分量的振幅 γ_m 延迟量和初相位 Φ_{mn} 延迟量的操作。延迟量切换部 80 包括:减法器 81,当前闪烁检测区域的积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的闪烁检测区域的积分值 $Y(n-k)$ 提供给它;与减法器 81 连接的绝对值 (ABS) 电路 82;连接至 ABS 电路 82 的低通滤波器 (LPF) 83;和与 LPF 83 相连的切换控制部 84。

[0225] 在延迟量切换部 80 中,减法器 81 计算确定当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0226] ABS 电路 82 将减法器 81 的输出值转化为相应的绝对值。当减法器 81 的输出值很小时,可以假定没有运动对象。因此认为振幅 γ_m 和初相位 Φ_{mn} 具有高可靠性。另一方面,如果减法器 81 的输出值较大,则由于可以推测存在运动对象,可认为振幅 γ_m 和初相位

Φ_{mn} 的可靠性低。

[0227] LPF 83 为用于减少由于外部干扰引起的从 ABS 电路 82 中输出的积分差值 $|\Delta Y(n)|$ 中的过量波动的滤波器。LPF 最好设置有时间常数, 以提供一个能够可靠地确定要拍摄的场景是处于荧光灯照明下还是处于非荧光灯照明下、并防止 LPF 对外部干扰反应过于强烈的时间段。

[0228] 如图 16 所示, 切换控制部 84a 根据 LPF 83 的输出值输出 0 到 1 间的一个值。具体来说, 它在 LPF 83 输出值大于临界值 thr 时输出 0, 而在 LPF 83 输出值小于临界值 thr 时输出 1。简言之, 当 LPF83 的输出可靠性高时它输出 1, 而可靠性低时输出 0。

[0229] 延迟电路 85a 在延迟电路 85b 中针对各阶闪烁分量的振幅 y_m 设置由切换控制部 84 指明的值。

[0230] 延迟电路 85b 在延迟电路 85b 中针对各阶闪烁分量的相位 Φ_{mn} 设置由切换控制部 84 指明的值。

[0231] 如图 17 所示, 每个延迟电路 85a、85b 都具有延迟量为 Z^k 的延迟元件 851 和切换开关 852。当切换控制信号 $ctrl$ 为 1 时, 切换开关 852 选择信号 A, 而切换控制信号 $ctrl$ 为 0 时, 切换开关 852 选择信号 B。简言之, 可靠性高时它选择当前信号 A, 但是为了使用可靠的先前检测值而选择 K 场前的信号。

[0232] 系数计算处理针对 DFT 的每一阶进行。基本上, DFT 的第一阶为主分量。然而, 尤其在使用高速快门时产生高阶分量的情况下, 希望通过计算来确定高阶增益。此外, 因为除荧光灯频谱之外的任何频谱都远离荧光灯的相位分量, 使得增益被抑制, 所以即使通常计算确定到高阶增益也不会引起问题。

[0233] 图 18 是参数控制部的控制操作顺序的流程图。

[0234] 参照图 18, 在第一步或者步骤 S40 中, 将当前积分值 $Y(n)$ 和 K 场前的积分值 $Y(n-k)$ 间的差值设置为积分值差值 $\Delta Y(n)$ 。

[0235] 在下一步或者步骤 S41 中, 将积分至差值 $\Delta Y(n)$ 的绝对值设置为 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 。

[0236] 在步骤 S42 中, 将通过对 $\Delta Y_{ABS}(n)$ 应用 LPF 处理获得的值设置为 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 。

[0237] 在步骤 S43 中, 延迟电路 85a 和延迟电路 85b 的延迟量在 $\Delta Y_{LPF_ABS}(n)$ 的基础上根据图 16 所示的函数进行切换。

[0238] 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

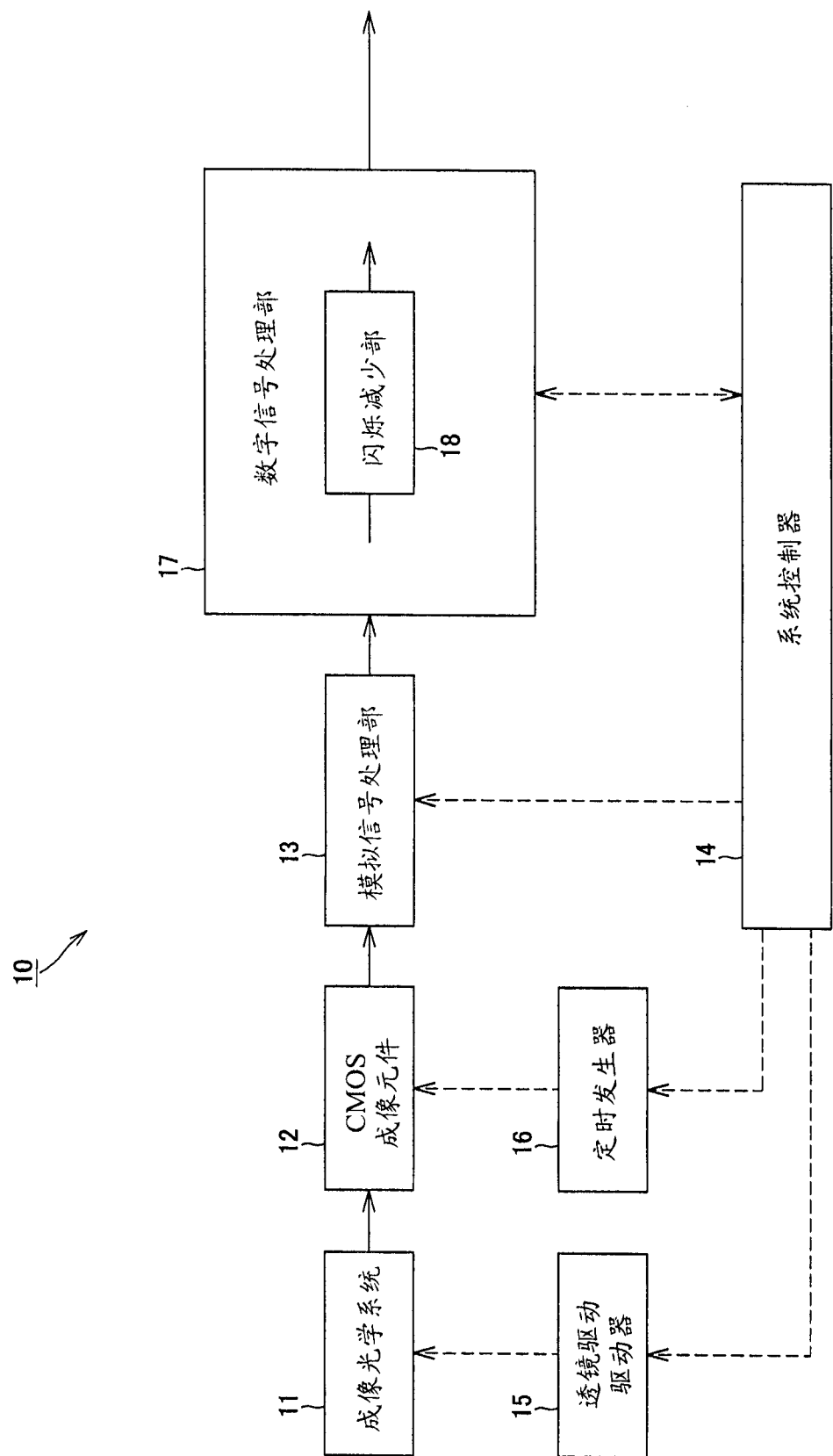


图 1

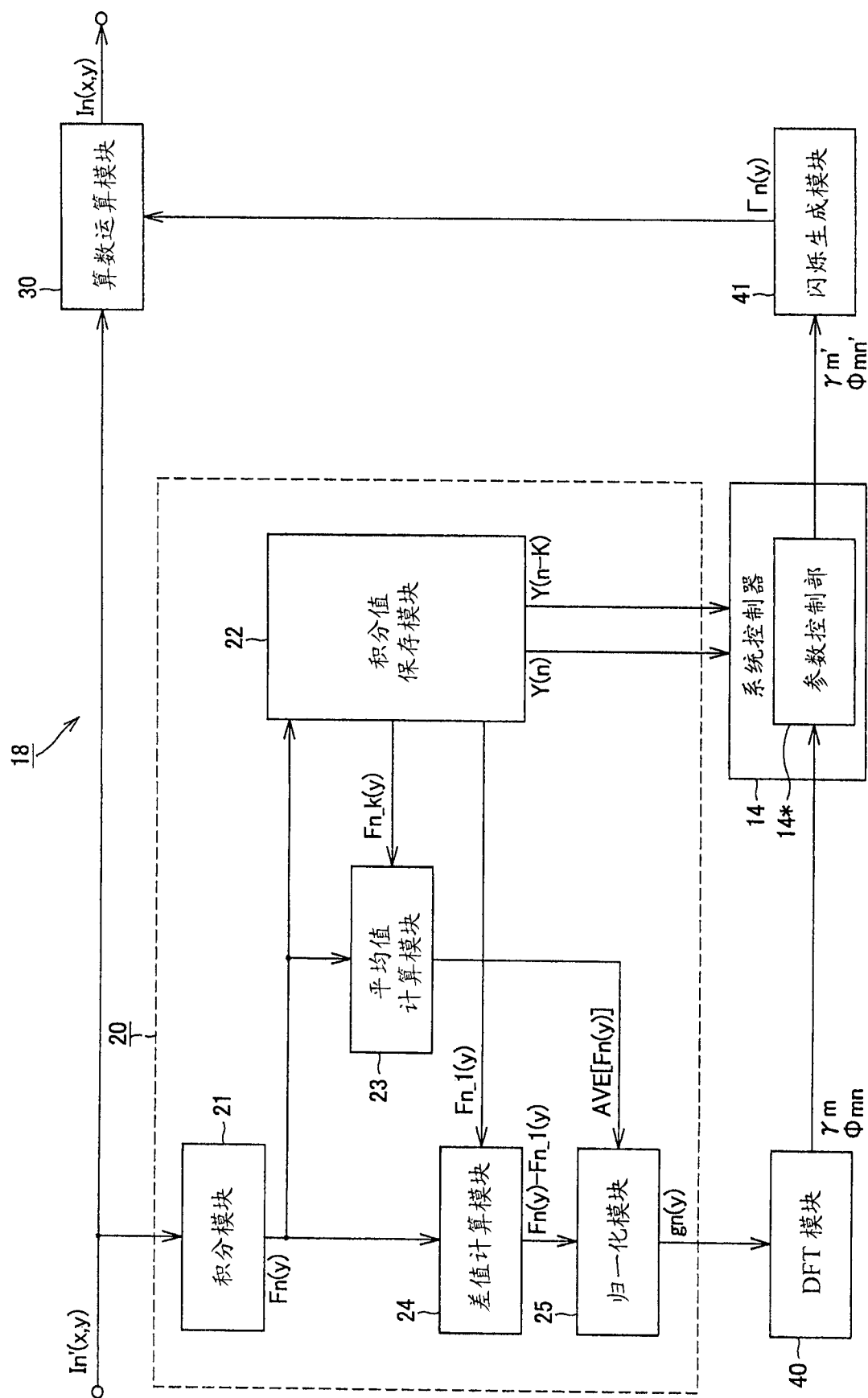


图 2

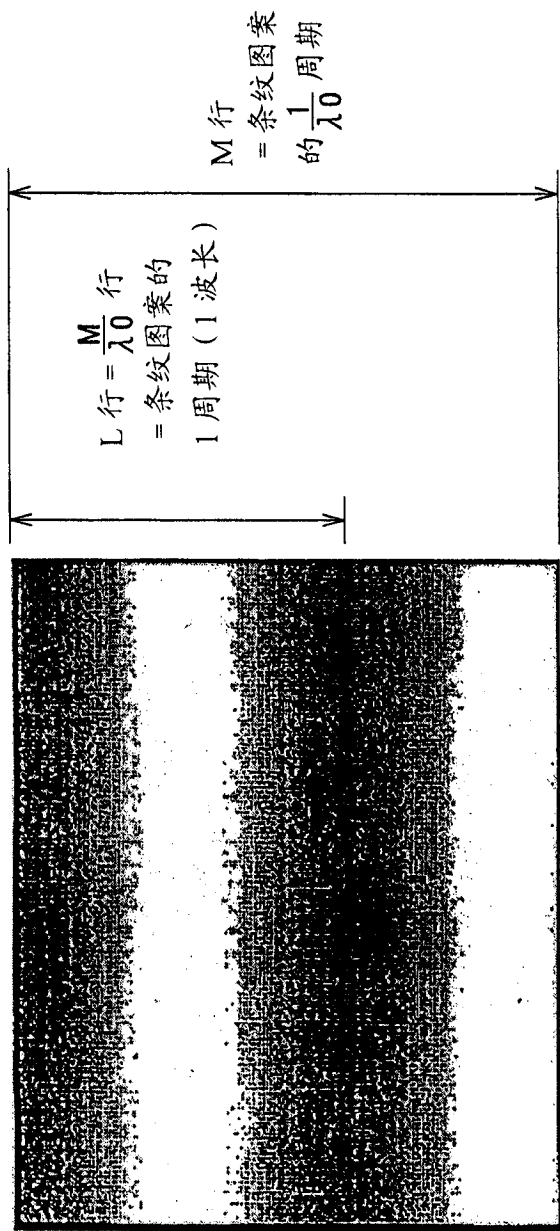


图 3

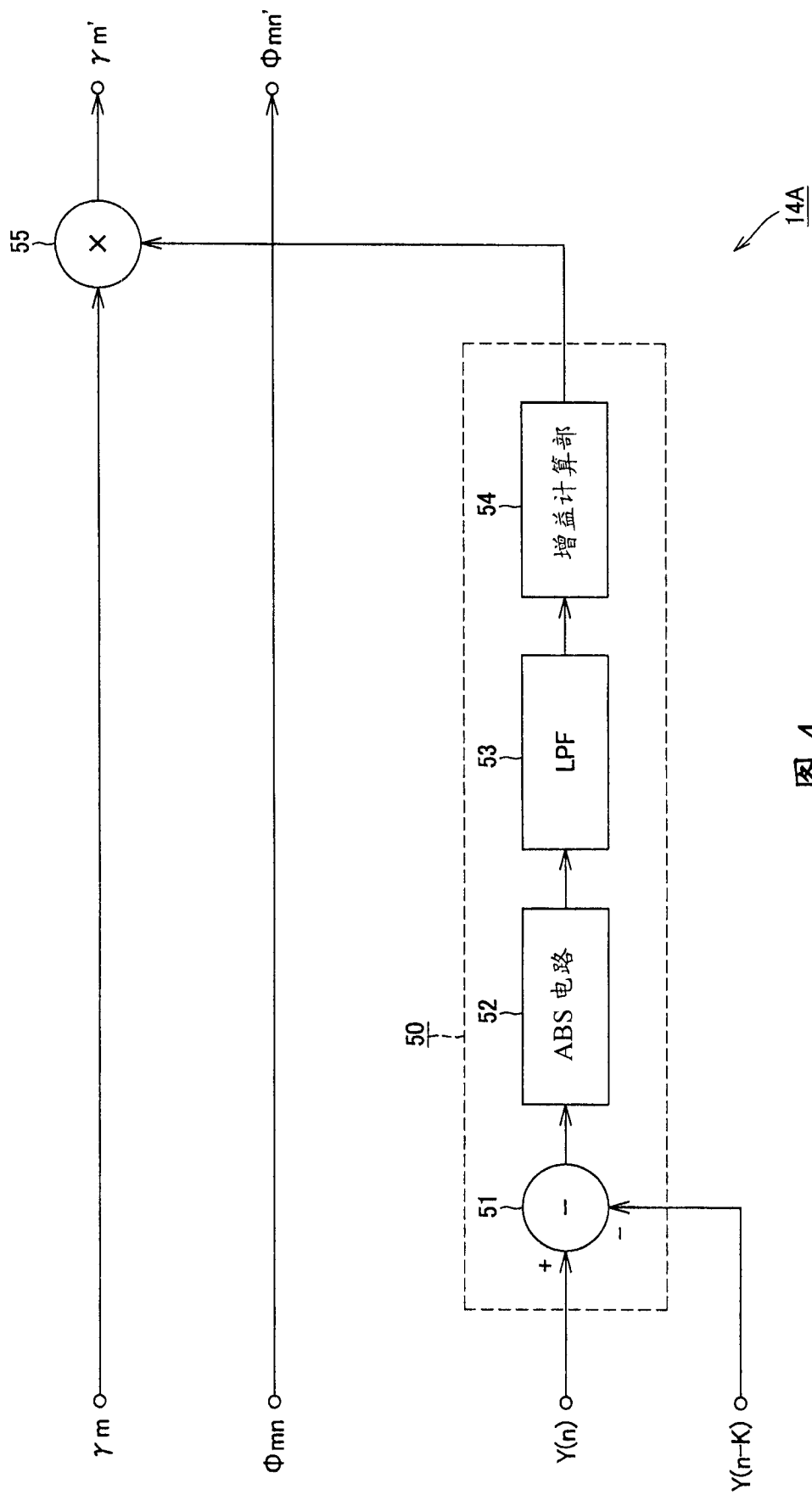


图 4

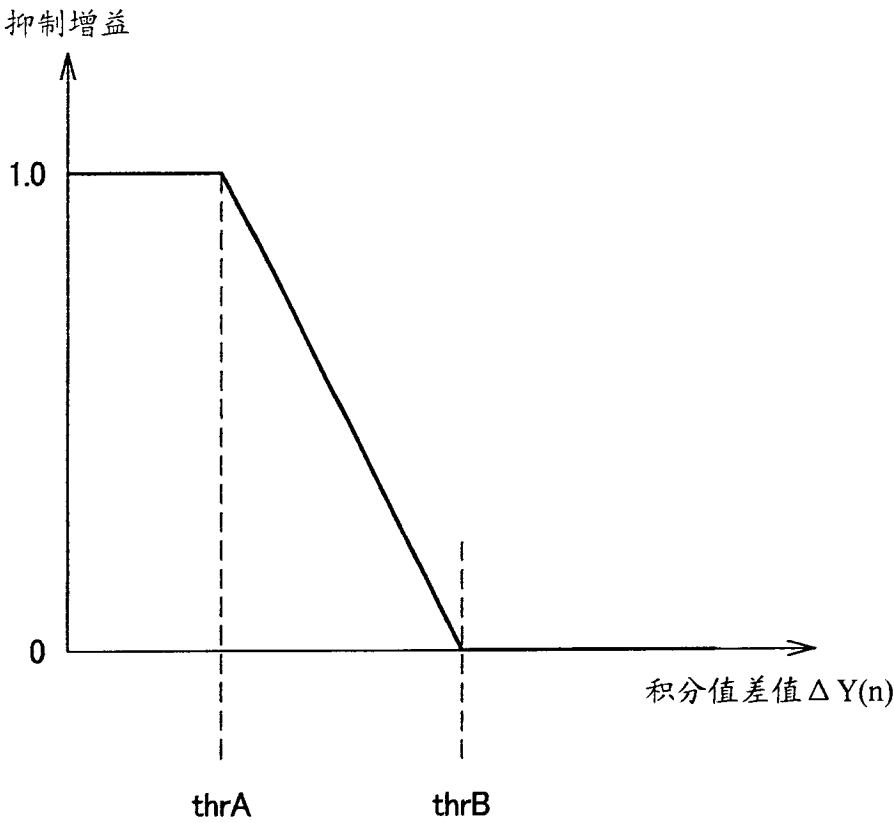


图 5

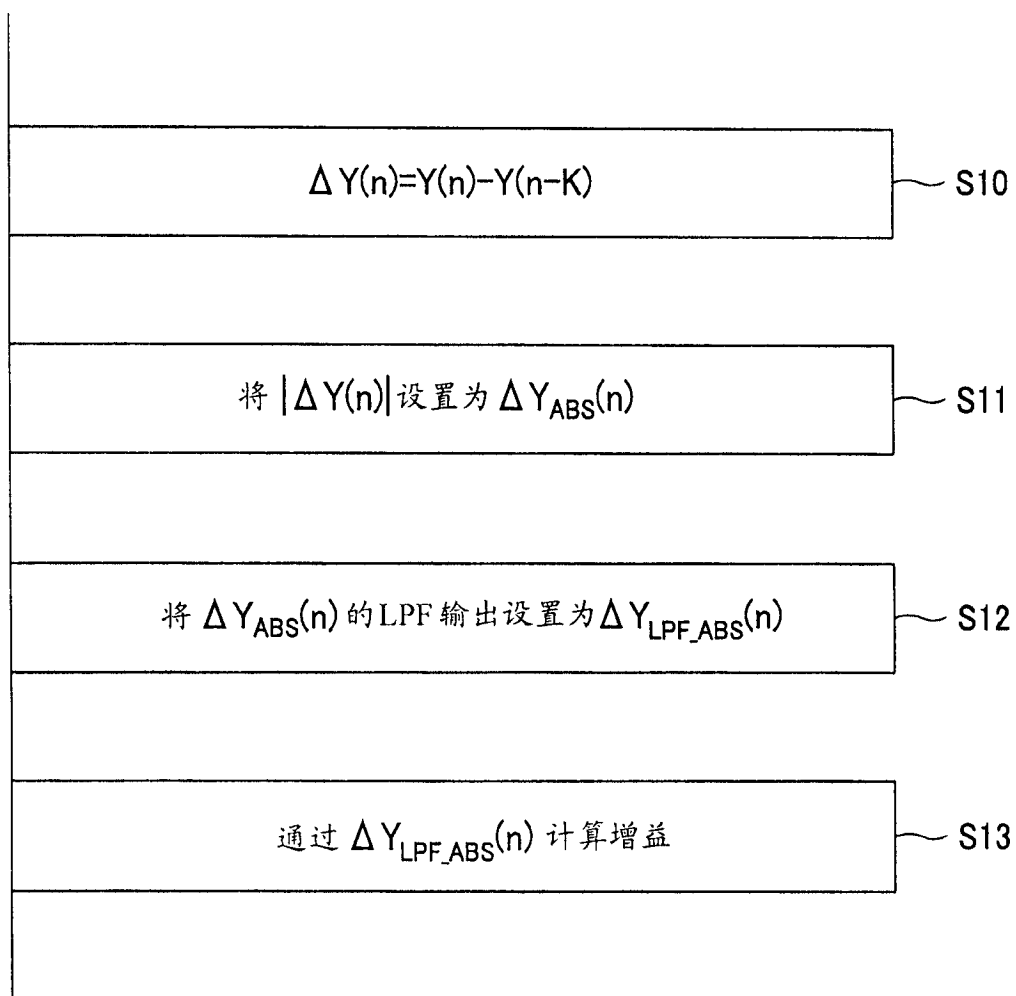


图 6

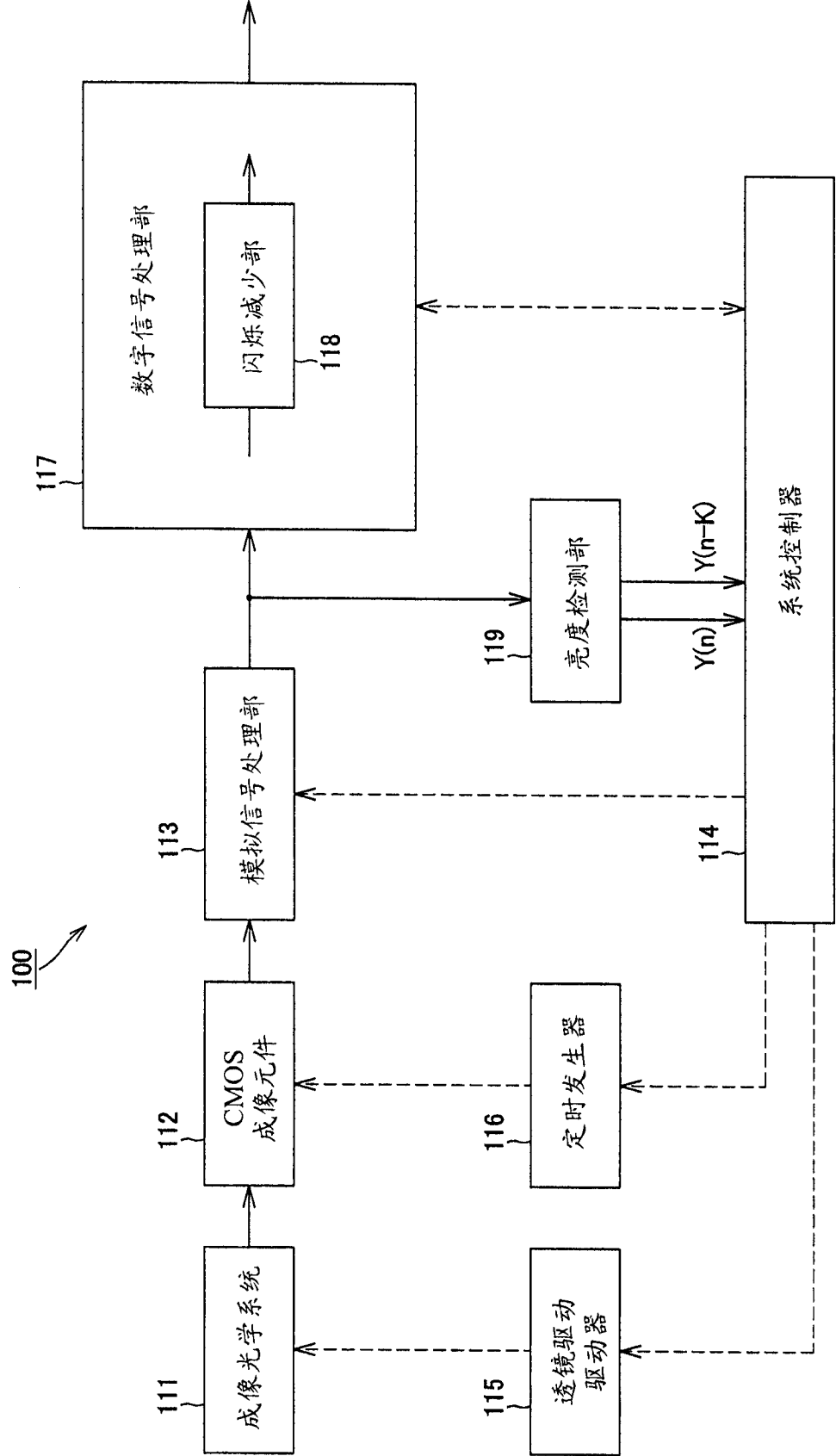


图 7

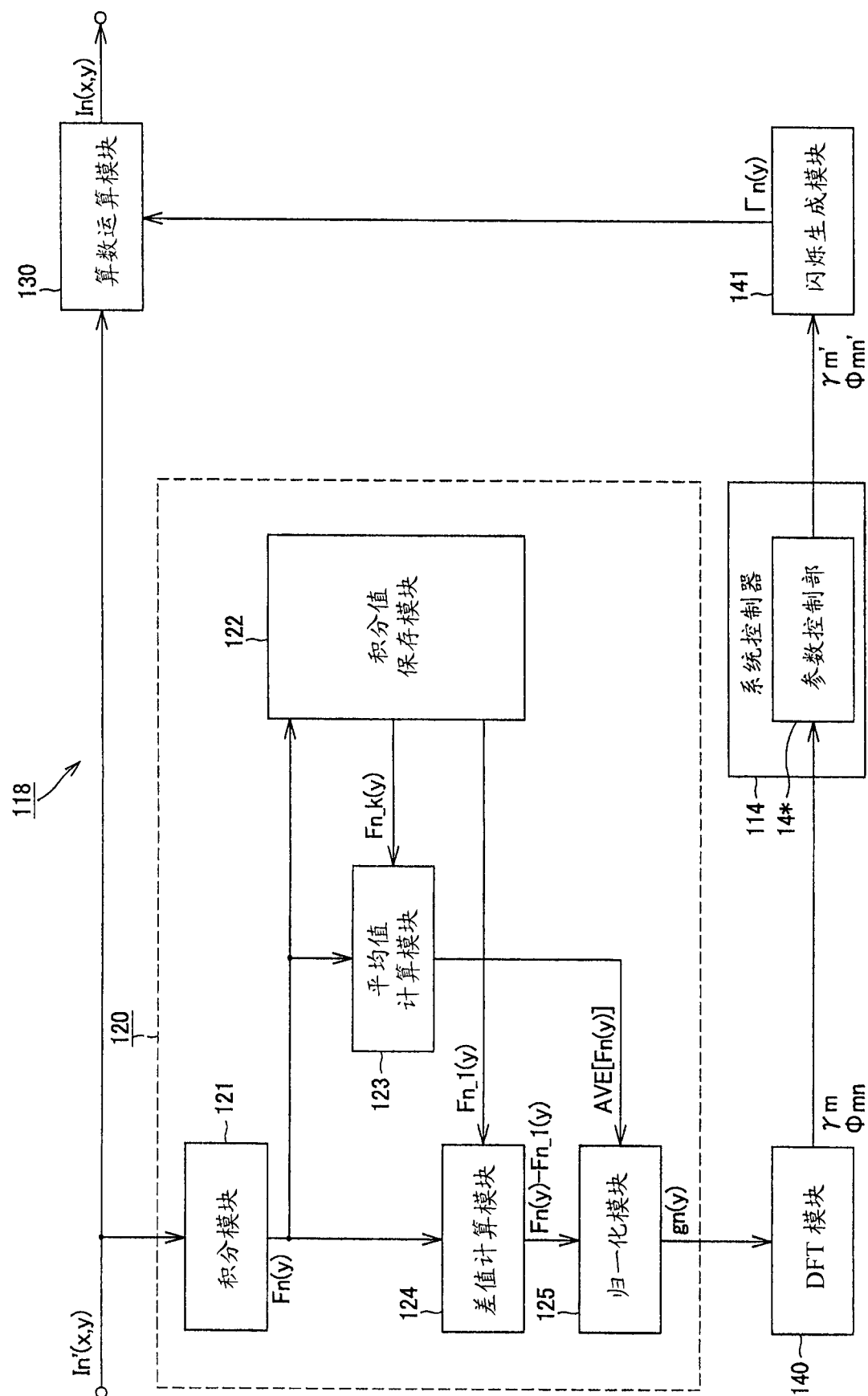


图 8

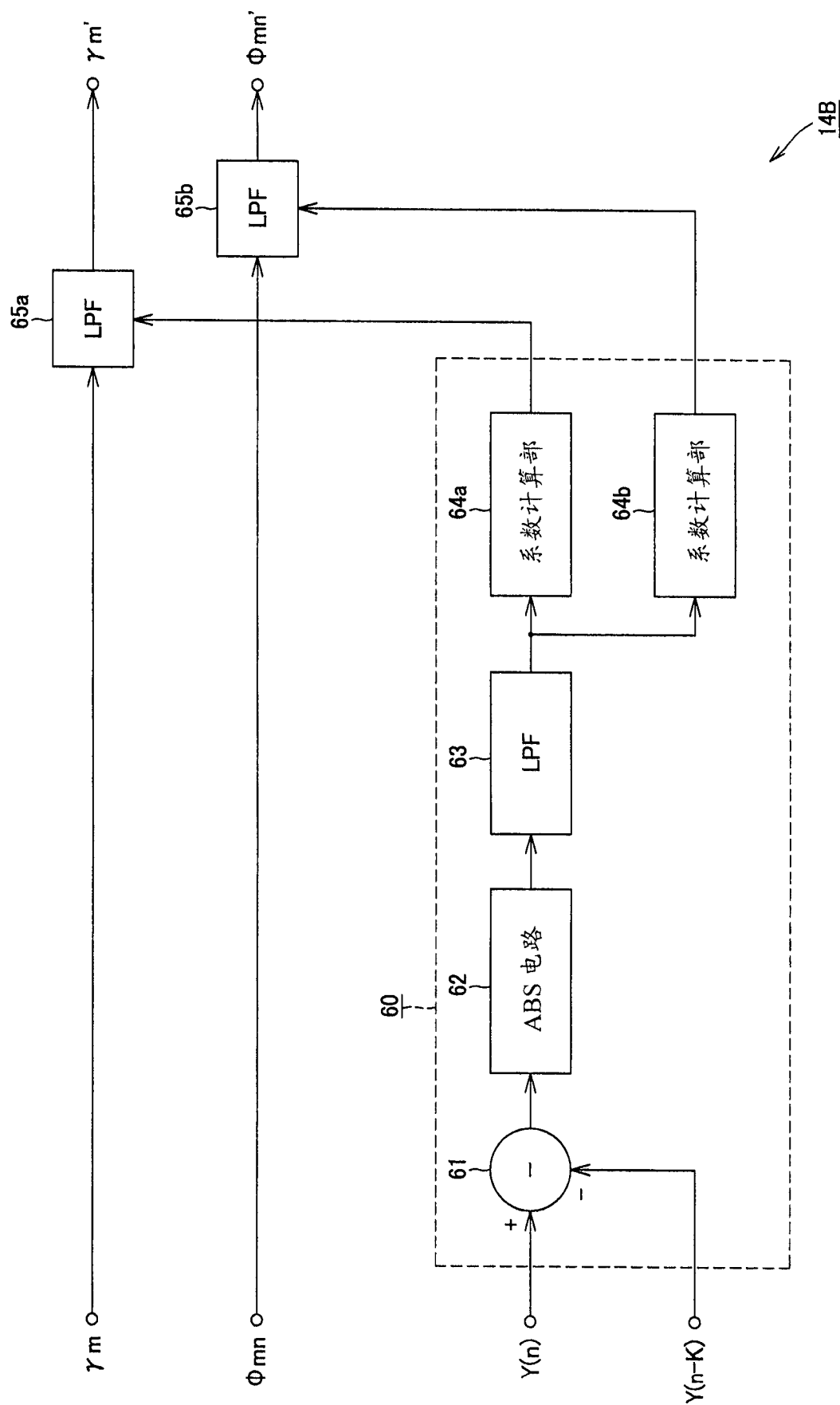


图 9

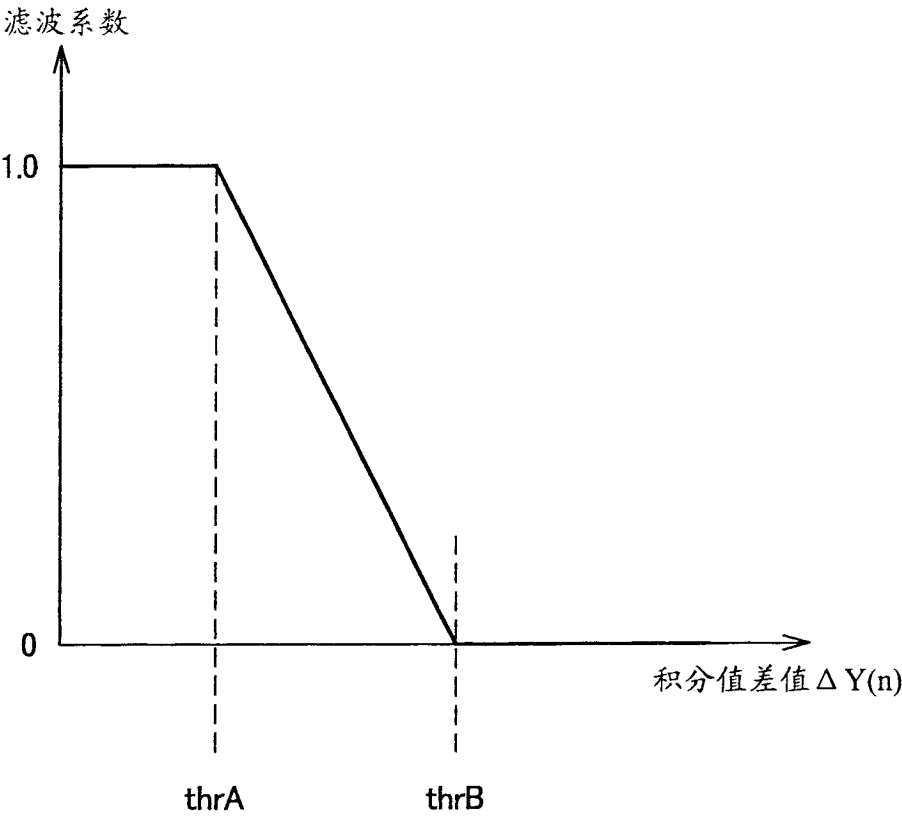


图 10

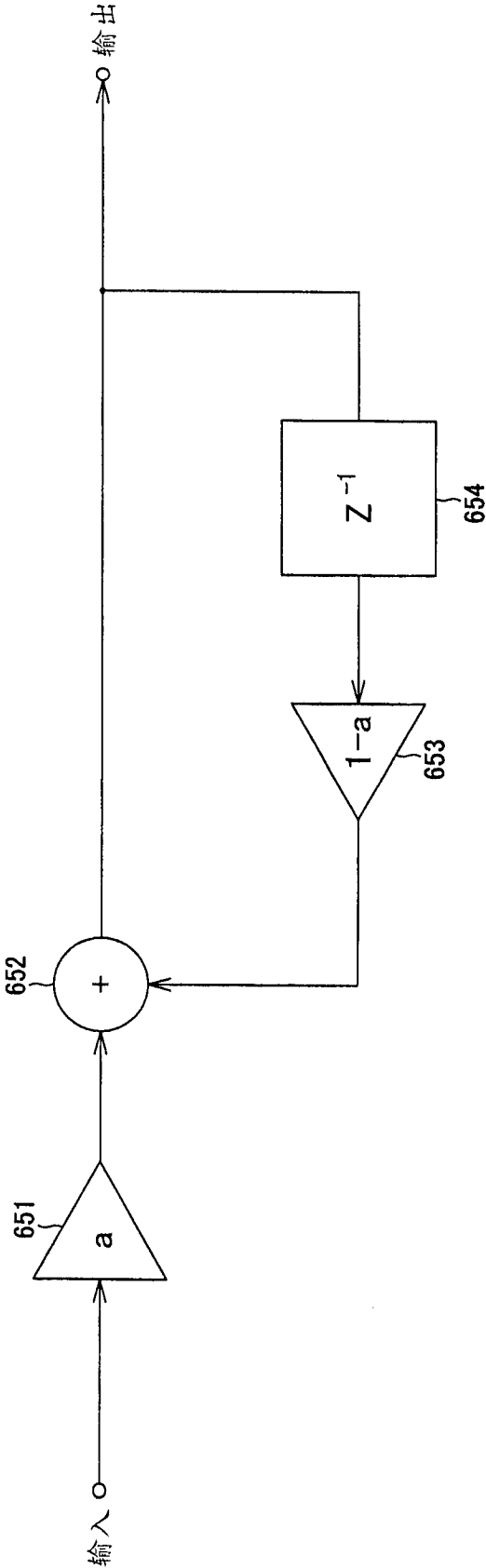


图 11

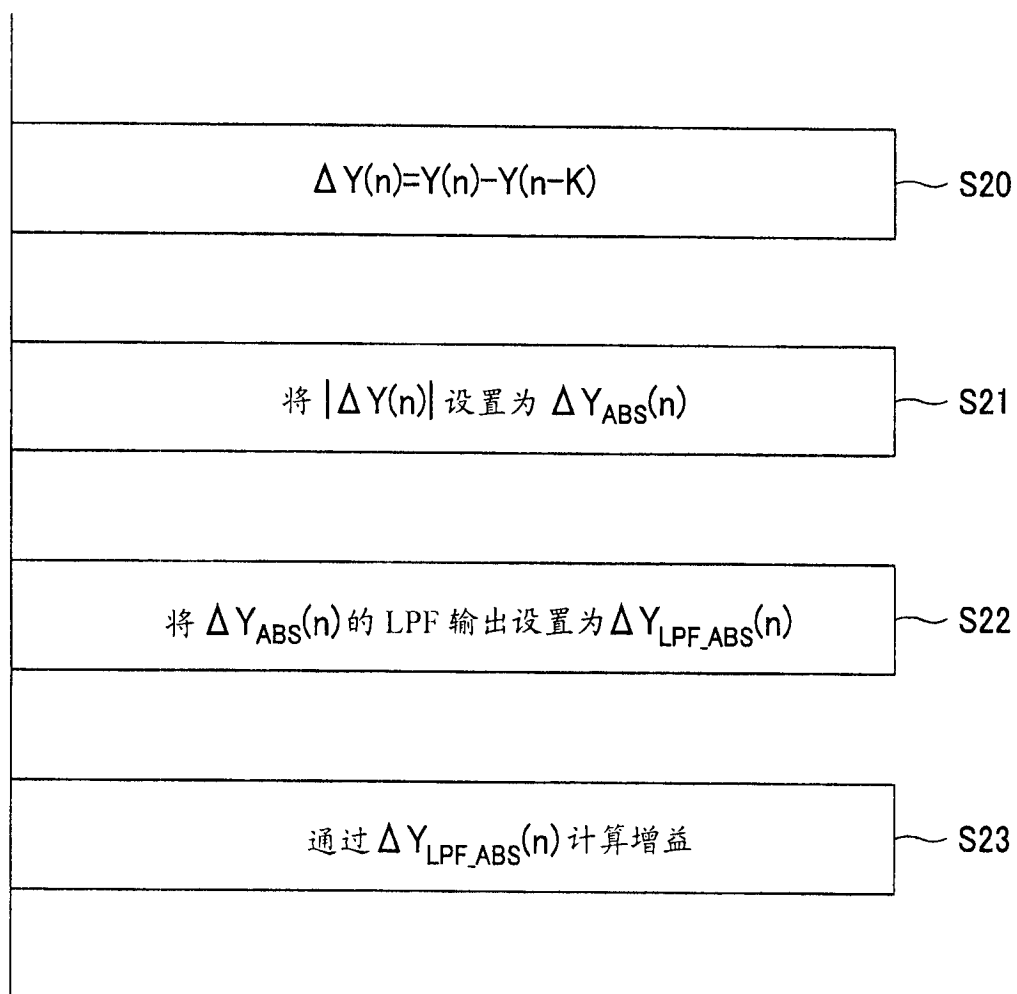


图 12

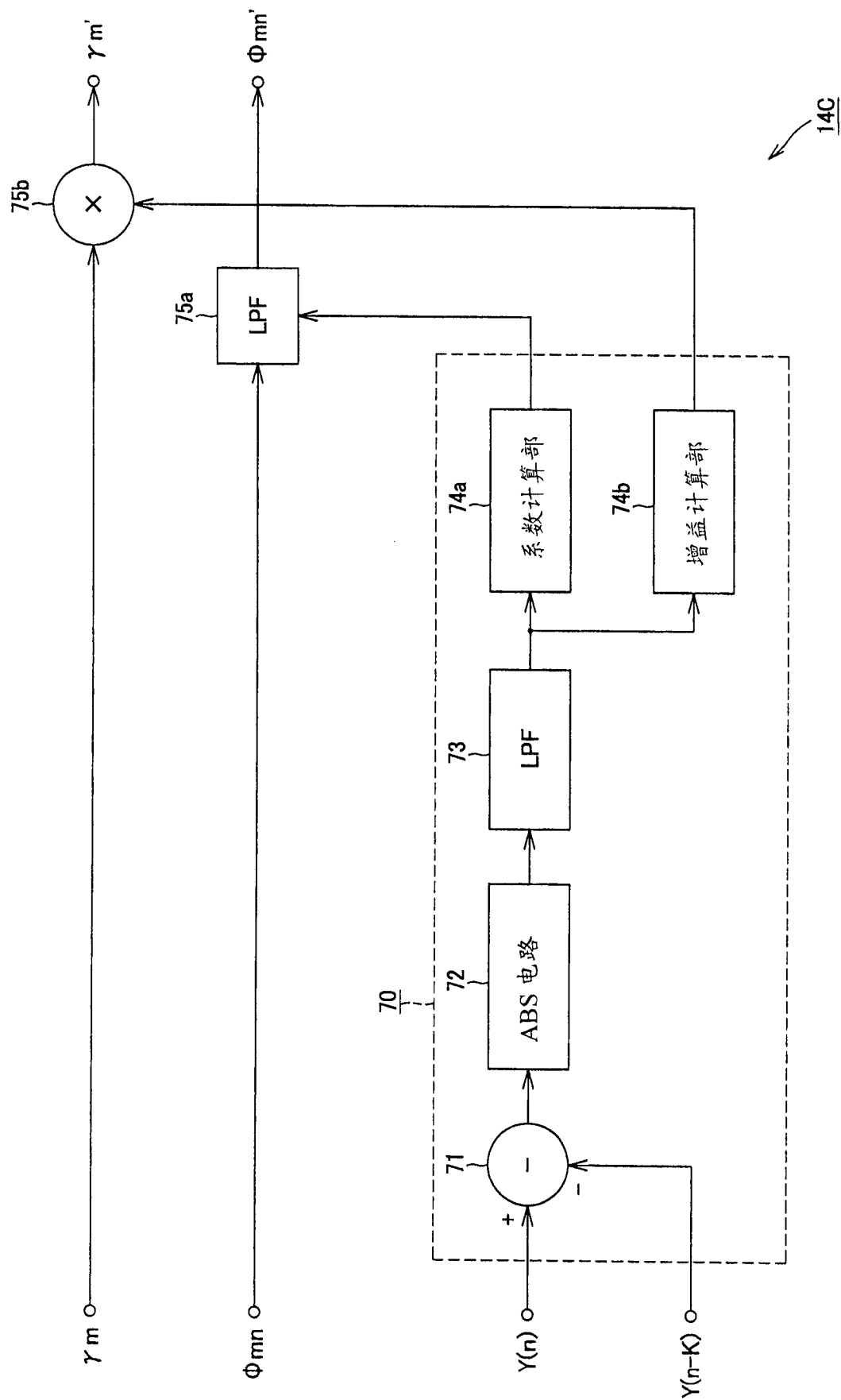


图 13

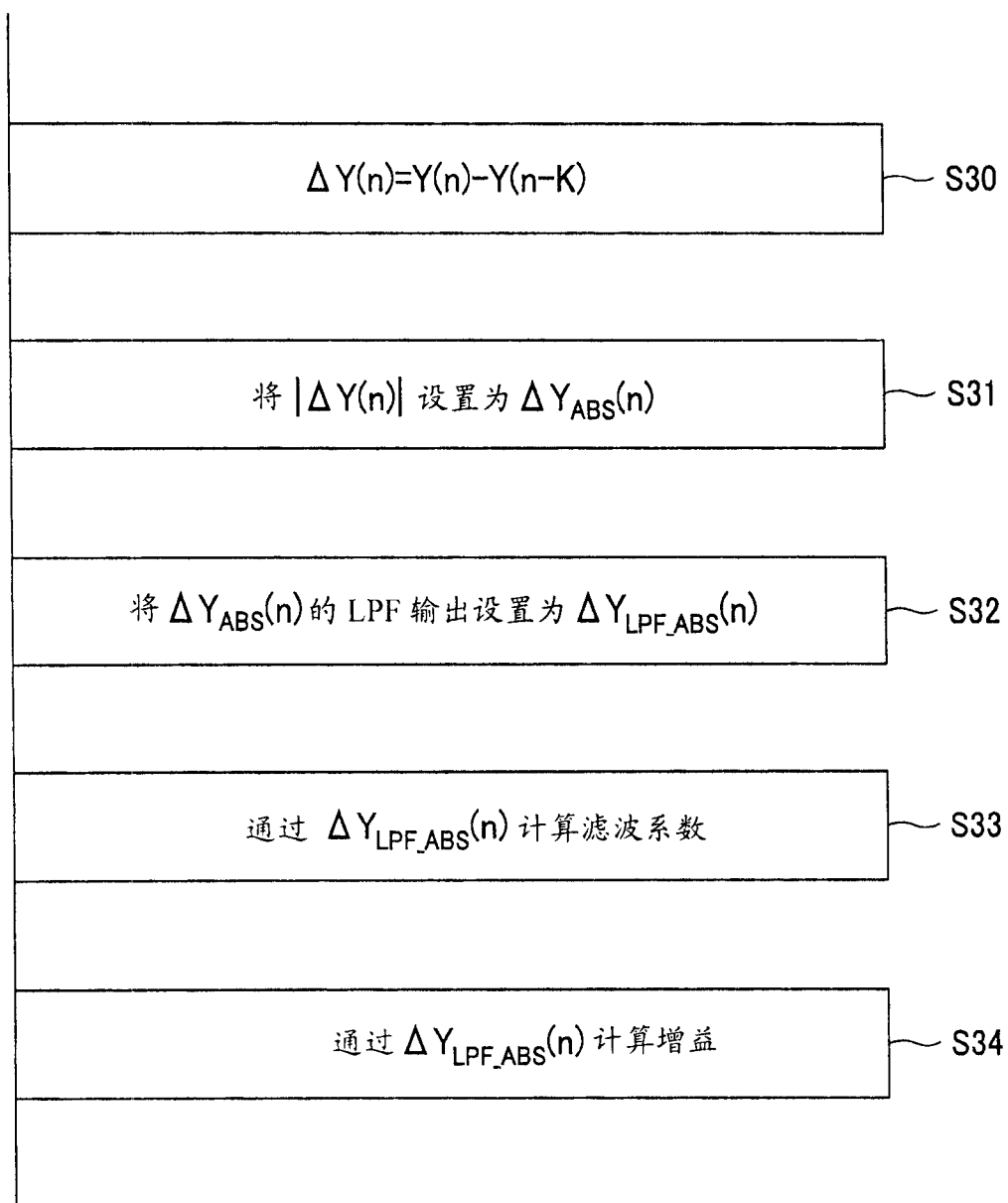


图 14

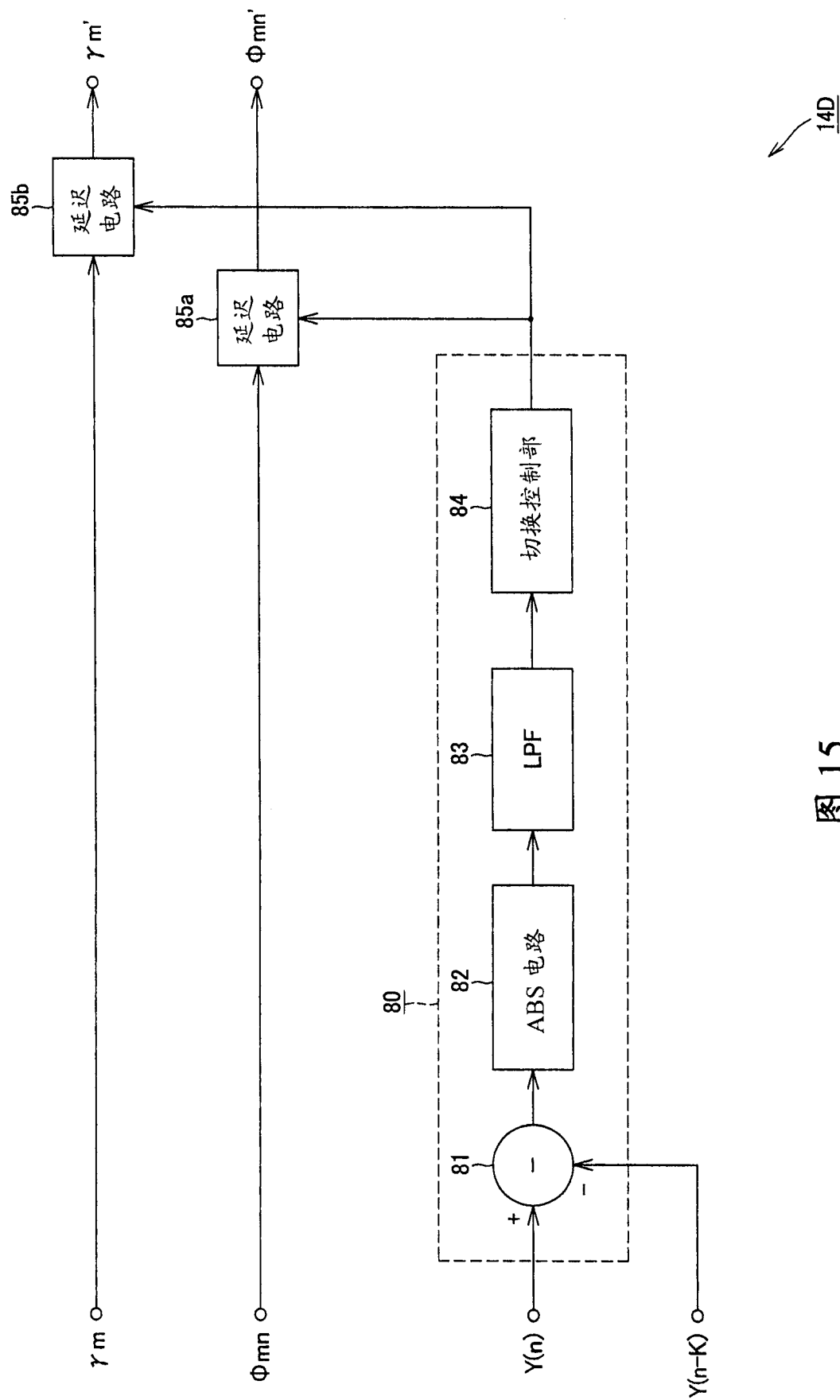


图 15

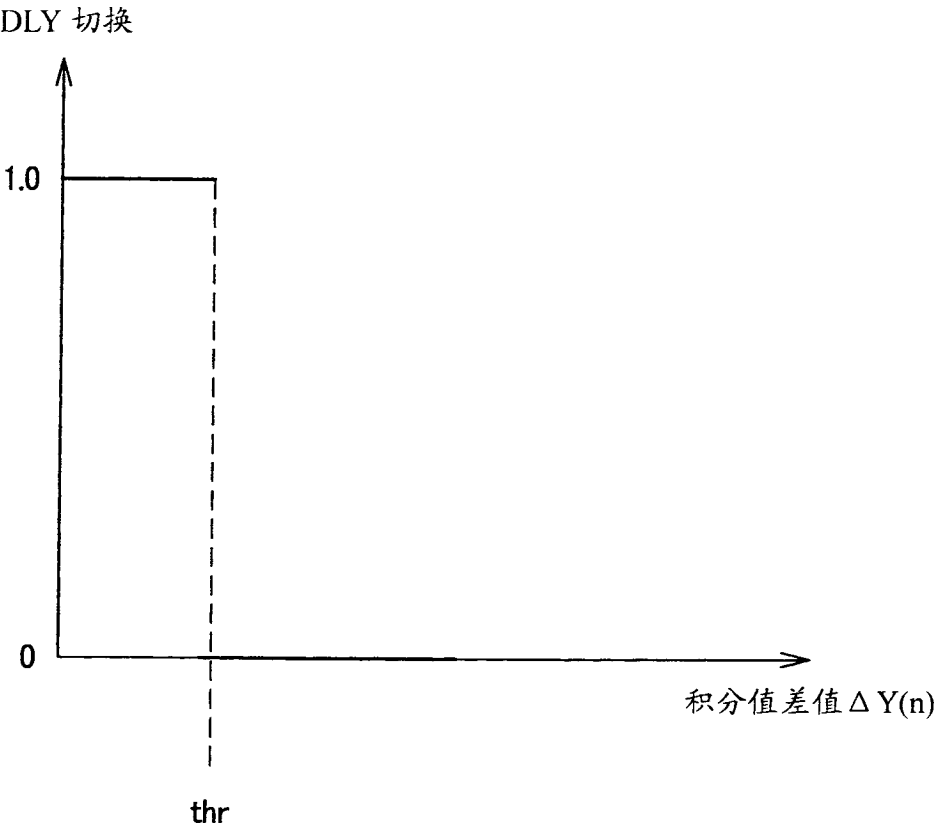


图 16

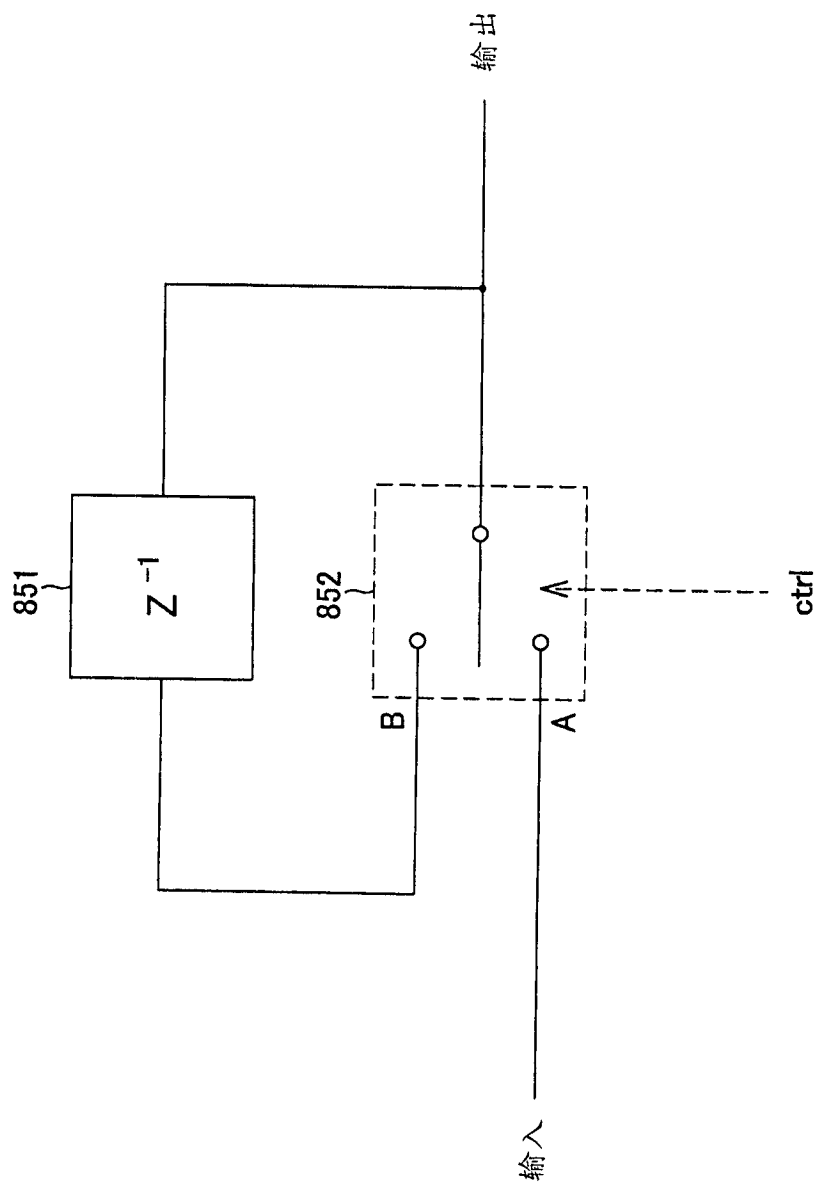


图 17

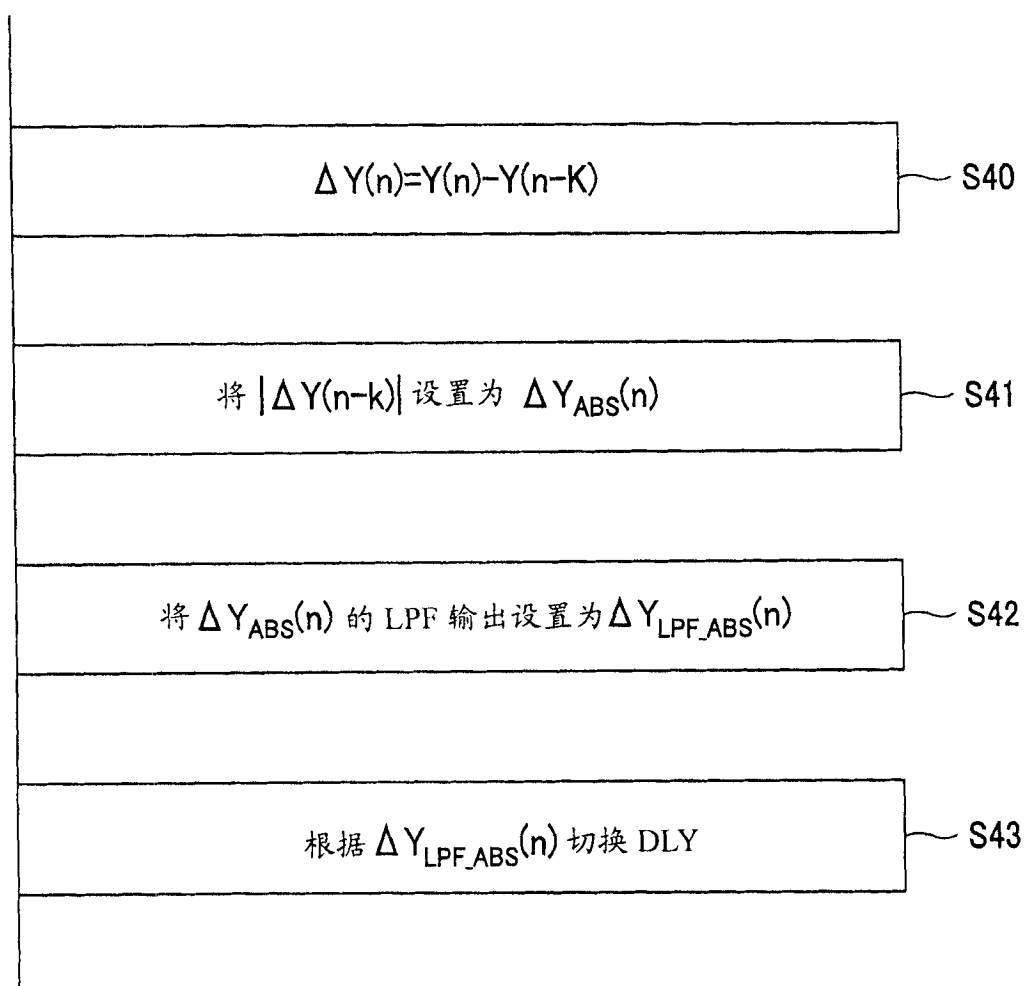


图 18