



(45) 授权公告日 2013.07.17

权利要求书2页 说明书10页 附图15页

1. 一种流水线 A/D 转换器,具有多个级联连接的级,级联连接的级中的每一个级执行对应于位的一部分的 A/D 转换,使得通过所述多个级将输入至所述级的第一级的模拟信号顺序地从最高有效位至最低有效位转换为数字信号,

所述级中的每一个级包括:

AD 转换部分,其通过数字化所述级的输入模拟信号来生成对应于位的一部分的数字信号;

DA 转换部分,其包括电压供应部分和逻辑运算部分,所述电压供应部分从多个电平的参考电压中选择参考电压并输出所选择的参考电压,所述逻辑运算部分基于所述 AD 转换部分生成的所述数字信号输出用于控制所述电压供应部分所执行的选择的信号,由此输出所选择的参考电压作为模拟参考信号;以及

余数运算部分,其通过对所述输入模拟信号执行与所述模拟参考信号的相加/相减并以预定因子执行放大来生成余数模拟信号,并将所述余数模拟信号供应至所述级的下一级作为输入模拟信号,

所述流水线 A/D 转换器配置为使得能够通过供应测试信号代替所述输入模拟信号来对所述级的至少一部分执行测试,

所述流水线 A/D 转换器还包括:控制部分,其能够分别根据正常操作模式和测试模式控制至所述余数运算部分的所述输入模拟信号的供应和所述 DA 转换部分所执行的所述参考电压的选择,

其中,所述余数运算部分包括输入开关、运算放大器、采样电容器和反馈环电容器,所述输入开关控制所述输入模拟信号的输入,所述采样电容器的一端连接至所述运算放大器的输入端子,且所述采样电容器的另一端连接至所述输入开关,所述反馈环电容器经由反馈改变开关连接在所述运算放大器的所述输入端子和输出端子之间,并且

所述 DA 转换部分包括辅助电压供应部分和辅助电容器,所述辅助电压供应部分从所述多个电平的所述参考电压中选择参考电压并将其输出,所述辅助电容器的一端连接至所述运算放大器的所述输入端子,所述辅助电容器的另一端连接至所述辅助电压供应部分,

其中,所述控制部分能够选择所述逻辑运算部分的所述输出信号和 DA 转换控制信号之一,以使用所述信号之一控制所述电压供应部分所执行的所述参考电压选择,并且

在所述测试模式中,所述控制部分执行控制以通过关断所述输入开关来停止至所述余数运算部分的所述输入模拟信号的供应并且停止基于所述数字信号的所述 DA 转换部分的所述参考电压选择,同时基于所述 DA 转换控制信号执行参考电压选择以用于测试中,由此给所述余数运算部分中的所述输入开关的下游路径供应所述模拟参考信号以及由所述参考电压中的预定的一个构成的代替所述输入模拟信号的所述测试信号,并且

其中,在所述测试模式时,所述控制部分执行控制,以向所述余数运算部分供应所述电压供应部分和所述辅助电压供应部分的输出电压,

在所述测试模式中所述余数运算部分的采样时段期间,所述控制部分执行控制以使用所述采样电容器采样所述测试信号,同时控制所述反馈改变开关为关断,以及

在所述测试模式中所述余数运算部分的放大时段期间,所述控制部分执行控制以将所选择的模拟参考信号输入至所述采样电容器,同时控制所述反馈改变开关为开通,由此在所采样的测试信号和所述模拟参考信号之间执行预定操作。

2. 如权利要求 1 所述的流水线 A/D 转换器,还包括:

偏置切换开关,其一端连接在所述反馈环电容器和所述反馈改变开关之间,而另一端连接至偏置电压,

其中,在所述测试模式时,所述控制部分控制所述偏置切换开关在所述余数运算部分的所述采样时段期间为开通。

3. 如权利要求 1 所述的流水线 A/D 转换器,

其中,所述辅助电容器的电容值 C_c 关于所述采样电容器的电容值 C_s 或所述反馈环电容器的电容值 C_f 满足关系 $C_c = a \times C_s$ 或 $C_c = a \times C_f$ (a 为常数,其中, $0 < a \leq 1$)。

4. 如权利要求 1 所述的流水线 A/D 转换器,

其中,所述多个级中的至少一个级配置为执行多个位的 A/D 转换。

5. 如权利要求 2 所述的流水线 A/D 转换器,

其中,所述辅助电容器的电容值 C_c 关于所述采样电容器的电容值 C_s 或所述反馈环电容器的电容值 C_f 满足关系 $C_c = a \times C_s$ 或 $C_c = a \times C_f$ (a 为常数,其中, $0 < a \leq 1$)。

6. 如权利要求 2 所述的流水线 A/D 转换器,

其中,所述多个级中的至少一个级配置为执行多个位的 A/D 转换。

7. 如权利要求 3 所述的流水线 A/D 转换器,

其中,所述多个级中的至少一个级配置为执行多个位的 A/D 转换。

流水线 A/D 转换器

技术领域

[0001] 本发明涉及流水线 A/D 转换器,并且更具体地,涉及用于校正流水线 A/D 转换器的输出的技术。

背景技术

[0002] 随着视听领域、信息通信等的数字化,在 AD 转换器中需要较快的速度和较高的分辨率,AD 转换器是关键设备。流水线 AD 转换器在近些年得到了许多应用,就速度和功耗来说,其是极优的电路。然而,随着设备性能的增加,要求流水线 AD 转换器具有更高精度,以及高速度、低电压、多位转换以及低成本。

[0003] 图 16 是示出流水线 A/D 转换器的基本配置的框图。此流水线 A/D 转换器包括 n 级,即第一级 1[1] 至第 n 级 1[n],这些级级联连接,以闪速 (flash)AD 转换器 2 作为最后级。输入模拟信号 V_{in} 由该 n 级从最高有效位到最低有效位一次一位地转换为数字信号。作为由数字运算部分 6 组合的 n 级和闪速 AD 转换器 2 的输出信号的结果,获得了从被期望数量的位数 A/D 转换的输入模拟信号 V_{in} 得到的输出信号。

[0004] 虽然图 16 中仅详细示出了第一级 1[1] 的配置,但是其它级的配置类似。即,每一级由 AD 转换部分 3、DA 转换部分 4、以及余数运算 (remainder operation) 部分 5 构成。

[0005] AD 转换部分 3 生成并输出通过将至该级的模拟信号输入三进制化 (ternarizing) 而获得的数字信号,并且将该数字信号供应至 DA 转换部分 4。DA 转换部分 4 基于 AD 转换部分 3 输出的数字信号生成模拟参考信号,并将模拟参考信号供应至余数运算部分 5。通过减去 DA 转换部分 4 输出的模拟参考信号并针对该级的输入模拟信号执行放大,余数运算部分 5 生成余数模拟信号,并将余数模拟信号供应至下一级作为输入模拟信号。

[0006] 图 17 示出了用于使用 DA 转换部分 4 和余数运算部分 5 获得规定功能的电路。DA 转换部分 4 由逻辑运算部分 7 和电压供应部分 8 组成。其它元件,即运算放大器 9、采样电容器 C_s 、反馈环电容器 C_f 、以及开关 10 至 12 构成了图 16 中的余数运算部分 5。DA 转换部分 4 输出的模拟参考信号供应至采样电容器 C_s 和开关 10 之间的连接节点。还有,采样电容器 C_s 的运算放大器 9 侧经由开关 15 连接至 $bias0$ 。需要注意,在以下描述中,采样电容器 C_s 和反馈环电容器 C_f 的电容值将分别由 C_s 和 C_f 表示。

[0007] 电压供应部分 8 通过切换三个开关来选择并供应三进制 (ternary) 参考电压 $+V_{ref}$ 、 $0V$ 以及 $-V_{ref}$ 。逻辑运算部分 7 基于从 AD 转换部分 3 输出的数字信号的值输出用于切换电压供应部分 8 的开关的信号。在电压供应部分 8 中,根据数字信号的值选择三进制参考电压中的一个,并将其作为模拟参考信号 V_{dac} 供应。

[0008] 作为图 17 中所示的时钟 $\phi 1$ 和时钟 $\phi 2$ 交替地取高电平 (H) 和低电平 (L) 值的结果,此电路执行采样时段和放大时段的运算。在时钟 $\phi 1$ 为 H 且 $\phi 2$ 为 L 的状态,开关 10 和 11 开通且开关 12 关断,导致输入模拟信号 V_{in} 被采样于采样电容器 C_s 中。在时钟 $\phi 1$ 为 L 且 $\phi 2$ 为 H 的状态,开关 10 和 11 关断且开关 12 开通,导致采样电容器 C_s 中采样的电荷重新分配给采样电容器 C_s 和反馈环电容器 C_f 。还有,逻辑运算部分 7 操作,且模拟参考信号 V_{dac} 从

电压供应部分 8 供应至采样电容器 C_s 。结果,由运算放大器 9 放大的输出信号 V_{out} 如下:

$$[0009] \quad V_{out} = \{(C_s + C_f) / C_f\} \cdot V_{in} - (C_s / C_f) \cdot V_{dac} \quad (1)$$

[0010] 如果设定 $C_s = C_f$, 则

$$[0011] \quad V_{out} = 2 \cdot V_{in} - V_{dac} \quad (2)$$

[0012] 将参照图 18 的输入-输出特性更详细地描述运算放大器 9 的输出信号 V_{out} 。图 18 中的水平轴示出供应至每一级的模拟信号 V_{in} 。竖直轴示出运算放大器 9 的输出信号 V_{out} 。如此图中所示,水平轴上输入模拟信号 V_{in} 的电平被分成第一范围 ($-V_{ref}$ 至 $-V_{ref}/4$)、第二范围 ($-V_{ref}/4$ 至 $+V_{ref}/4$)、以及第三范围 ($+V_{ref}/4$ 至 V_{ref})。

[0013] 使用对应于每一个范围的边界的参考电压,AD 转换部分 3 根据输入模拟信号 V_{in} 生成三进制数字信号。在电压供应部分 8 中,使用逻辑运算部分 7 基于此数字信号输出的控制信号,选择电压 $+V_{ref}$ 、 $0V$ 和 $-V_{ref}$ 中的一个。此外,作为等式 (2) 的运算的结果,运算放大器 9 的输出信号 V_{out} 关于输入模拟信号 V_{in} 的输入-输出特性将如图 18 中所示。

[0014] 以此方式,通过根据输入模拟信号 V_{in} 的电平生成模拟参考信号,并针对输入模拟信号 V_{in} 执行相加/相减,能够防止运算放大器 9 的输出信号 V_{out} 超过下一级 1 的 AD 转换部分 3 的输入范围。还有,如上述,在采样电容器 C_s 和反馈环电容器 C_f 的电容值相等时,每一级的模拟输入-输出特性将是理想的。即运算放大器 9 的增益刚好为“2”,并且图 18 中的特性的非线性部分 ($V_{in} = \pm V_{ref}/4$ 的部分) 中的不连续宽度将是等效于刚好一位的 V_{ref} 。

[0015] 然而,实际中,在采样电容器 C_s 和反馈环电容器 C_f 的电容值之间存在小的误差。在增益中发生了由电容值误差引起的误差,并且级的模拟输入-输出特性不同于规定的特性。即,在 $C_f < C_s$ 时,不连续宽度将大于一位,且当 $C_f > C_s$ 时,不连续宽度将小于一位。

[0016] 上述电容值误差是级的模拟输入-输出特性中的退化的主要原因,并且消除此误差将导致改善流水线 A/D 转换器的转换精度。然而,在流水线 A/D 转换器的分辨率为 12 位或更高的情况下,可容忍的误差将不超过约 0.04%。在模拟信号区校正此误差是极困难的,从而需要使用数字处理的误差校正。

[0017] 诸如图 19 中所示的流水线 A/D 转换器公开于专利文献 1 中,作为用于执行对由该电容值误差引起的转换误差的校正的配置的范例。此 A/D 转换器包括多个级 30 和可变电 30A、数字推算部分 31、控制部分 32、多个输入切换部分 33、级评估部分 34、多个校正值计算部分 35、以及输出校正部分 36。级 30 和可变电 30A 具有与上述级类似的功能。数字推算部分 31 设置有数字推算核 (core) 31a,其对应于级,并将对应级的数字输出增加到来自先前级的数字输出移位一位所得到的结果上。

[0018] 控制部分 32 控制每一个输入切换部分 33 和每一个可变电 30A 中的开关组的操作。输入开关部分 33 与可变电 30A 对应地设置,并且在控制部分 32 的控制下在正常输入信号和测试信号之间切换对应的可变电 30A 的输入。正常输入信号指在执行正常转换操作时,输入至每一级的模拟信号。测试信号是用于探测级中的电容值误差的规定大小的模拟信号。测试信号例如是使用 D/A 转换器等生成的 (未示出)。

[0019] 级评估部分 34 基于输出校正部分 36 的数字输出估计每一个可变电 30A 的模拟输出误差。即,在测试信号已输入至电容值误差待估计的可变电 30A (测试级) 的情况下,大小取决于测试级的电容值误差的转换误差包括在从流水线 A/D 转换器获得的数字输出中。

因此,根据此数字输出估计模拟输出误差。

[0020] 校正值计算部分 35 对应于此可变级 30A 设置,并基于级评估部分 34 估计的电容值误差生成可变级 30A 的输出误差特性。基于这些特性,使用经由延迟元件 37 输入的数字推算部分 31 的中间输出,校正值计算部分 35 计算对应可变级 30A 的数字输出误差作为数字校正值。

[0021] 基于从校正值计算部分 35 输出的数字校正值,输出校正部分 36 校正数字推算部分 31 的数字输出。

[0022] 以此方式,对于每一个可变级 30A,估计可变级 30A 中的反馈环电容器和采样电容器之间的电容值误差引起的输出误差,并基于此估计的误差计算数字校正值。然后使用这些数字校正值校正流水线 A/D 转换器的数字输出。

[0023] 还有,在专利文献 2 中,公开了用于供应诸如上述的测试信号的特定配置。

[0024] 专利文献 1 :JP2006-67201A

[0025] 专利文献 2 :JP2007-13885A

发明内容

[0026] 本发明所解决的技术问题

[0027] 利用上述常规范例的配置,需要提供用于供应测试信号的测试信号输入线,以执行对由电容值误差引起的转换误差的校正。还有,需要 A/D 转换器外部的诸如 DA 转换器的装置,以生成测试信号。

[0028] 然而,如果经由测试信号输入线供应测试信号,则引起了供应的测试信号的精度的问题。即,测试信号与实际输入的模拟信号不处于相同状态,因为测试信号输入线不同于用于供应正常输入模拟信号的线,并且还产生了由测试信号输入线的长度和寄生元件引起的信号退化。当测试信号的精度低时,不能预期关于基于测试信号的评估结果的高精度。

[0029] 通过提供用于生成 A/D 转换器外部的测试信号的装置,电路大小的增加是不可避免的,并且评估结果也受到了此测试信号生成装置的特性的影响。

[0030] 注意,除用于校正诸如上述常规范例中的电容值误差外,在执行用于校正 AD 转换器中的级差异误差、增益误差以及偏移误差的各种类型的测试,以及用于检查和评估目的时,也使用供应至级的测试信号。

[0031] 因此,本发明的目的是提供流水线 A/D 转换器,该转换器能够使用小尺度的配置输入供应至级的测试信号以执行各种类型的测试,无需提供与用于正常操作的线分开的测试信号线。

[0032] 解决问题的手段

[0033] 本发明的一种流水线 A/D 转换器,具有多个级联连接的级,级联连接的级中的每一个级执行对应于位的一部分的 A/D 转换,使得通过所述多个级将输入至所述级的第一级的模拟信号顺序地从最高有效位至最低有效位转换为数字信号。所述级中的每一个级包括:AD 转换部分,其通过数字化所述级的输入模拟信号来生成对应于位的一部分的数字信号;DA 转换部分,其基于所述 AD 转换部分生成的所述数字信号,从多个电平的参考电压中选择参考电压,并输出所选择的参考电压作为模拟参考信号;以及余数运算部分,其通过对所述输入模拟信号执行与所述模拟参考信号的相加/相减并以预定因子执行放大来生成

余数模拟信号,并将所述余数模拟信号供应至所述级的下一级作为输入模拟信号。所述流水线 A/D 转换器配置为使得能够通过供应测试信号代替所述输入模拟信号来对所述级的至少一部分执行测试。

[0034] 为了解决以上问题,本发明所述流水线 A/D 转换器还包括:控制部分,其能够分别根据正常操作模式和测试模式控制至所述余数运算部分的所述输入模拟信号的供应和所述 DA 转换部分所执行的所述参考电压的选择。在所述测试模式中,所述控制部分执行控制以停止至所述余数运算部分的所述输入模拟信号的供应并且停止基于所述数字信号的所述 DA 转换部分的所述参考电压选择,同时基于 DA 转换控制信号执行参考电压选择以用于测试中,由此给所述余数运算部分供应所述模拟参考信号以及由所述参考电压中的预定的一个构成的代替所述输入模拟信号的所述测试信号。

[0035] 发明效果

[0036] 根据具有上述配置的流水线 A/D 转换器,能够通过正常操作模式和测试模式中共享电压供应部分来供应测试信号和模拟参考信号,无需提供用于供应测试信号的测试信号线。因此,能够精确地供应测试信号。还有,因为共享电压供应部分,所以无需提供用于生成测试信号的诸如 A/D 转换器外部的 DA 转换器的装置,并且能够抑制电路大小的增加。

附图说明

[0037] 图 1 是示出本发明的实施例 1 中构成流水线 A/D 转换器的一个级的基本配置的框图;

[0038] 图 2 是示出级的主要部分的具体配置的框图;

[0039] 图 3 是示出图 2 中所示的级的变形的框图;

[0040] 图 4 是示出实施例 2 中构成流水线 A/D 转换器的一个级的主要部分的框图;

[0041] 图 5 是示出级的总体配置的框图;

[0042] 图 6 示出了级的模拟输入-输出特性;

[0043] 图 7 示出了测试模式时,采样时段和放大时段中级的状态转变的范例;

[0044] 图 8 对比正常操作模式和测试模式时,级的余数运算部分的状态;

[0045] 图 9 是示出图 5 中的 DA 转换控制部分的配置的框图;

[0046] 图 10 示出了供应至 DA 转换控制部分的控制信号的波形的范例;

[0047] 图 11 示出了实施例 2 中改变级的辅助电容器的电容值时,输入-输出特性的改变;

[0048] 图 12 示出了测试模式时,级构成的流水线 A/D 转换器的 A/D 转换;

[0049] 图 13 是示出第一级中采用多位配置的流水线 A/D 转换器的级的主要部分的范例的框图;

[0050] 图 14 是示出实施例 3 中构成流水线 A/D 转换器的一个级的主要部分的框图;

[0051] 图 15 示出了测试模式时,采样时段和放大时段中级的状态转变的范例;

[0052] 图 16 是示出常规流水线 A/D 转换器的基本配置的框图;

[0053] 图 17 是示出构成流水线 A/D 转换器的一个级的主要部分的框图;

[0054] 图 18 示出了级的模拟输入-输出特性;

[0055] 图 19 是具有用于校正转换误差的配置的常规流水线 A/D 转换器的框图。

- [0056] 参考数字描述
- [0057] 1[1]-1[n] 第一级至第 n 级
- [0058] 2 闪速 AD 转换器
- [0059] 3 AD 转换部分
- [0060] 4 DA 转换部分
- [0061] 5 余数运算部分
- [0062] 6 数字运算部分
- [0063] 7 逻辑运算部分
- [0064] 8 电压供应部分
- [0065] 9 运算放大器
- [0066] 10-12、15-17 开关
- [0067] 13、13a、13b 输入 SW 控制部分
- [0068] 14、14a、14b DA 转换控制部分
- [0069] 18 辅助电压供应部分
- [0070] 19a-19g 选择控制部分
- [0071] 20 选择电路
- [0072] 21 EOR 门
- [0073] 22 AND 门
- [0074] 30 级
- [0075] 30A 可变级
- [0076] 31 数字推算部分
- [0077] 31a 数字推算核
- [0078] 32 控制部分
- [0079] 33 输入切换部分
- [0080] 34 级评估部分
- [0081] 35 校正值计算部分
- [0082] 36 输出校正部分
- [0083] 37 延迟元件
- [0084] Cs 采样电容器
- [0085] Cf 反馈环电容器

具体实施方式

[0086] 以以上配置为基础,本发明的流水线 A/D 转换器能够进行如下修改。

[0087] 即,流水线 A/D 转换器能够如下配置。余数运算部分包括控制输入模拟信号的输入的输入开关。DA 转换部分包括选择并输出参考电压的电压供应部分、基于 AD 转换部分生成的数字信号输出用于控制电压供应部分所执行的选择的信号、以及控制部分。控制部分能够选择逻辑运算部分的输出信号和 DA 转换控制信号之一,以便使用所述信号之一控制电压供应部分所执行的参考电压选择,并且在测试模式时,控制部分控制输入开关为关断并使用 DA 转换控制信号控制参考电压选择,使得将测试信号供应至输入开

关的下游路径。

[0088] 在此配置中,流水线 A/D 转换器能够配置成使得余数运算部分包括运算放大器、采样电容器、以及反馈环电容器,其中,采样电容器的一端连接至运算放大器的输入端子,而其另一端连接至输入开关,反馈环电容器经由反馈改变开关连接在运算放大器的输入端子和输出端子之间。在测试模式时,在余数运算部分的采样时段期间,控制部分执行控制以使用采样电容器对测试信号进行采样,同时控制反馈改变开关为关断,并且在放大时段期间,控制部分执行控制以输入所选择的模拟参考信号至采样电容器,同时控制反馈改变开关为开通,由此执行采样的测试信号和模拟参考信号之间的预定操作。

[0089] 在此配置中,优选地,流水线 A/D 转换器包括偏置切换开关,且在测试模式时,控制部分控制偏置切换开关在余数运算部分的采样时段期间为开通,偏置切换开关的一端连接在反馈环电容器和反馈改变开关之间,且另一端连接至偏置电压。

[0090] 还有,在任何上述配置中,优选地,流水线 A/D 转换器包括从多个电平的参考电压选择参考电压并将其输出的辅助电压供应部分、辅助电容器、以及控制部分,辅助电容器的一端连接至运算放大器的输入端子,而其另一端连接至辅助电压供应部分,在测试模式时,控制部分执行控制,使得向余数运算部分供应电压供应部分和辅助电压供应部分的输出电压。

[0091] 在此配置中,流水线 A/D 转换器能够配置成使得辅助电容器的电容值 C_c 关于采样电容器的电容值 C_s 或反馈环电容器的电容值 C_f 满足关系 $C_c = a \times C_s$ 或 $C_c = a \times C_f$ (a 为常数,其中, $0 < a \leq 1$)。

[0092] 在任何上述配置中,流水线 A/D 转换器能够配置成使得多个级的至少之一执行多个位的 A/D 转换。

[0093] 以下,将参照附图描述本发明的实施例。

[0094] 实施例 1

[0095] 图 1 是本发明的实施例 1 中构成流水线 A/D 转换器的级的框图。在此配置中,与图 16 和 17 中所示的常规范例中的元件具有相同功能的元件具有相同的参考数字,并且将部分省略重复描述。

[0096] 除由 AD 转换部分 3、DA 转换部分 4 和余数运算部分 5 构成的基本配置外,此级设置有输入 SW 控制部分 13 和 DA 转换控制部分 14。输入 SW 控制部分 13 控制至余数运算部分 5 的输入模拟信号的供应。DA 转换控制部分 14 能够根据正常操作模式和测试模式控制 DA 转换部分 4 中的参考电压的选择。在正常操作模式中,输出模拟参考信号,在测试模式中,将代替输入模拟信号的测试信号与模拟参考信号一起输出。

[0097] 虽然省略了其示例,但是本实施例的流水线 A/D 转换器配置为能够通过向预定级供应测试信号来执行预定测试,如图 19 中所示的常规流水线 A/D 转换器那样。

[0098] 图 2 是示出关于图 1 中所示的级的部分的更具体的配置,即不包括 AD 转换部分 3 的部分。基本上,输入 SW 控制部分 13a 和 DA 转换控制部分 14a 设置于与图 17 中所示的常规范例类似的配置中。还有,代替图 17 中的开关 12,开关 16 的一端连接于反馈环电容器 C_f 和开关 12 之间,且偏置电压 $bis1$ 供应至开关 16 的另一端。

[0099] 输入 SW 控制部分 13a 和 DA 转换控制部分 14a 使用分别供应到它们的控制信号,根据正常操作模式或测试模式操作。即,输入 SW 控制部分 13a 基于输入 SW 控制信号控制

开关 10 的切换。DA 转换控制部分 14a 基于 DA 转换控制信号控制电压供应部分 8 的运算。

[0100] 在正常操作模式时,使用时钟 $\phi 1$ 和时钟 $\phi 2$,与参照图 17 描述的常规范例中类似地控制开关,并且开关执行采样时段和放大时段的操作。

[0101] 以下,将描述测试模式情况下的操作。在测试模式时,开关 10 由输入 SW 控制部分 13a 保持在断开状态,且至余数运算部分的输入模拟信号的供应,即采样电容器 Cs 被封锁。还有,DA 转换控制部分 14a 停止基于逻辑运算部分 7 的输出执行的电压供应部分 8 的参考电压选择,基于 DA 转换控制信号选择参考电压,并供应选择的参考电压作为采样时段中的测试信号,代替输入模拟信号。类似地,还通过基于 DA 转换控制信号选择参考电压来供应放大时段中的模拟参考信号。

[0102] 在时钟 $\phi 1$ 和时钟 $\phi 2$ 的定时,控制电压供应部分 8 以选择分别的预定参考电压,并供应模拟参考信号和作为测试信号的选择的参考电压。开关 12、15 和 16 根据时钟 $\phi 1$ 和时钟 $\phi 2$ 执行采样时段和放大时段的操作,与常规范例类似。因此,在时钟 $\phi 1$ 的定时,即采样时段,开关 15 和 16 将开通,并供应偏置电压 bias0 和偏置电压 bias1。在时钟 $\phi 2$ 的定时,即放大时段,开关 15 和 16 将关断,且开关 12 将开通。

[0103] 作为上述操作的结果,在采样时段中,由电压供应部分 8 选择预定参考电压并将其供应至采样电容器 Cs 作为测试信号,并执行采样。还有,在放大时段中,基于作为采样操作的结果而保持的信号和从电压供应部分 8 供应的模拟参考信号,由运算放大器 9 执行预定放大运算。

[0104] 因此,能够通过正常操作模式和测试模式中共享电压供应部分 8 来供应测试信号和模拟参考信号,无需提供用于供应测试信号的测试信号线。还有,由于用于通过利用 DA 转换控制信号控制 DA 转换控制部分 4 来切换电压供应部分 8 的开关的配置,所以能够以小尺度配置实现测试信号输入状态。也没有必要提供诸如流水线 A/D 转换器外部的 DA 转换器的测试信号生成装置。

[0105] 图 3 示出了图 2 中配置的变形。利用此电路,开关 10 至 12 的部署类似于图 17 中的常规范例。然而,开关 17 的一端连接在反馈环电容器 Cf 和开关 12 之间,且偏置电压 bias1 供应至开关 17 的另一端。此外,除开关 10 外,开关 11 和 17 也在输入 SW 控制部分 13a 的控制下。即,在正常操作模式中,开关 17 保持在关断状态,开关 10 和 11 在时钟 $\phi 1$ 的定时开通。另一方面,在测试模式中,开关 10 和 11 保持在关断状态,且开关 17 在时钟 $\phi 1$ 的定时开通。诸如此的配置能够执行与图 2 中所示的级类似的操作。

[0106] 实施例 2

[0107] 图 4 是示出本发明的实施例 2 中构成流水线 A/D 转换器的级的部分的框图。与图 2 中所示的实施例 1 中的元件相同的元件具有相同的参考数字,并且将省略重复描述。

[0108] 本实施例不同于实施例 1,因为辅助电容器 Cc 的一端连接至运算放大器 9 的输入端子。辅助电容器 Cc 的另一端连接至辅助电压供应部分 18,与采样电容器 Cs 类似,并且通过切换三个开关向辅助电容器供应参考电压 +Vref、0V 和 -Vref。

[0109] 电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 由 DA 转换控制部分 14b 控制。即,在测试模式时,基于 DA 转换控制信号,而不是逻辑运算部分 7 的输出,来执行参考电压的选择,并且供应测试信号和模拟参考信号。因此,至运算放大器 9 的输入信号是通过组合从电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 供应的模拟信号而获得的信号。

[0110] 辅助电容器 C_c 设定为满足以下等式 (3), 其中, C_c 表示辅助电容器 C_c 的电容值。

$$[0111] \quad C_c = a \times C_s \text{ (或 } C_f) \quad (0 < a \leq 1) \quad (3)$$

[0112] 因此, 即使在由电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 选择相同参考电压的情况下, 经由辅助电容器 C_c 输入至运算放大器 9 的信号也将不同于经由采样电容器 C_s 输入的信号。这使得对于使用参考电压 $+V_{ref}$ 、 $0V$ 和 $-V_{ref}$ 供应的模拟信号, 能够提高设定值的自由度。能够根据测试目标近合适设定常数 a 。

[0113] 图 5 是示出本实施例中构成流水线 A/D 转换器的级的总体配置的框图。即, 在图 4 中所示的配置中增加了 AD 转换部分 3, 并且示出了与 DA 转换控制部分 14b 的连接关系。还有, 示出了对于输入 SW 控制部分 13a 的更具体的配置。此外, 经由开关 16 供应参考电压 0 作为 $bias_1$, 并且开关 16 由 DA 转换控制信号控制。

[0114] 将参照图 6 和 7 描述测试模式中图 5 中所示的极的操作。图 6 示出了图 5 中的级的模拟输入 - 输出特性。测试点 P1、P2、P3 和 P4 对应于模拟输入 - 输出特性的非线性部分中模拟输出的最大值和最小值。因为电容值误差对模拟输出信号的影响在这些点最大, 所以如果在该条件下输入测试信号并执行余数运算, 则能够精确地评估电容值误差。为了获得此特性图中所示的四个测试点 P1、P2、P3 和 P4 的输入 - 输出关系, 如例如图 7 中所示地控制电压供应部分 8、辅助电压供应部分 18 和开关 16 的状态。

[0115] 图 7 示出了测试模式时, 采样时段和放大时段的范例状态转变。即, 示出了电压供应部分 8、辅助电压供应部分 18 和开关 16 的控制状态与测试信号 V_{in} 和模拟参考信号 V_{dac} 的设定值、以及从运算放大器 9 输出的模拟输出信号 V_{out} 的值的关系。电压供应部分区域下的 Main、Aux 和 S 区域分别表示电压供应部分 8、辅助电压供应部分 18 和开关 16 的控制状态。“0”指示选择 $0V$, “+1”指示选择 $+V_{ref}$, 以及“-1”指示选择 $-V_{ref}$ 。模拟输出信号 V_{out} 的右手区域表示与图 6 中的测试点 P1、P2、P3 和 P4 的对应关系。注意, 图 7 中的 V_{out} 是校正电容器 $C_c = 0.5 \times C_s$ 的情况下的范例。

[0116] 图 8 将正常操作模式中余数运算部分的状态与图 7 中所示的测试点 P1 和 P2 (测试模式 1、2) 的情况下范例状态转变中余数运算部分的状态进行对比。以此方式, 基于测试模式中的 DA 转换控制信号, 在采样时段中, 能够将在电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 中选择的预定参考电压供应至余数运算部分作为测试信号, 并且在放大时段中, 能够类似地将预定模拟参考信号供应至余数运算部分。

[0117] 图 9 是示出图 5 中所示的 DA 转换控制部分 14b 的配置的框图。DA 转换控制部分 14b 由七个选择控制部分 19a 至 19g 构成。选择控制部分 19a 至 19c 分别输出用于控制电压供应部分 8 中的三个开关的开通 / 关断状态的信号。选择控制部分 19d 至 19f 分别输出用于控制辅助电压供应部分 18 中的三个开关的开通 / 关断状态的信号。选择控制部分 19g 输出用于控制开关 16 的开通 / 关断状态的信号。仅示例了关于选择控制部分 19a 的具体配置。选择控制部分 19a 由选择电路 20、EOR 门 21 和 AND 门 22 构成。其它选择控制部分 19b 至 19g 具有类似配置。

[0118] 输入至选择控制部分 19a 至 19g 的 DA 转换控制信号 a_1 至 a_6 分别是用于控制采样时段中电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 中的三个开关的状态的信号。DA 转换控制信号 b_1 至 b_6 分别是用于控制放大时段中电压供应部分 8 和辅助电压供应部分 18 的三个开关的状态的信号。图 10 示出了时钟 ϕ_2 、输入 SW 控制信号、以及 DA 转换控制信号 a_1 至

a6 和 b1 至 b6 的波形的范例。

[0119] 逻辑运算部分 7 的输出输入至选择控制部分 19a 至 19c 中的选择电路 20 的输入端子 A。H 电平、L 电平、H 电平以及 H 电平信号分别输入至选择控制部分 19d 至 19g 中的选择电路 20 的输入端子 A。DA 转换控制信号 a1 至 a6 分别输入至选择控制部分 19a 至 19f 的选择电路 20 的输入端子 B 和 EOR 门 21 的一个输入端子。DA 转换控制信号 a1 输入至选择控制部分 19g 的选择电路 20 的输入端子 B 和 EOR 门 21 的一个输入端子。DA 转换控制信号 b1 至 b6 分别输入至选择控制部分 19a 至 19f 中的选择电路 20 的输入端子 C 和 EOR 门 21 的其它输入端子。L 电平信号输入至选择控制部分 19g 中的选择电路 20 的输入端子 C 和 EOR 门 21 的其它输入端子。

[0120] EOR 门 21 的输出信号、时钟 $\phi 2$ 、以及输入 SW 控制信号输入至选择控制部分 19a 至 19f 的 AND 门 22。供应 AND 门 22 的输出信号和输入 SW 控制信号作为选择电路 20 的控制信号 S0 和 S1。基于诸如上述的输入信号,选择控制部分 19a 至 19f 中的选择电路 20 以诸如图 9 中所示的表 23 中表示的逻辑切换并输出输入端子 A 至 C 的输入信号。

[0121] 图 11 示出了在用于确定辅助电容器 C_c 的电容值 ($C_c = a \times C_s$) 的常数 a 改变时,模拟输入 - 输出特性的改变的范例,即模拟输出信号 V_{out} 能够取的值的范例。如上述,通过将辅助电压供应部分 18 的输出和电压供应部分 8 的输出进行组合,能够增大供应至运算放大器 9 的模拟输入信号的设定值的自由度。图 11 中,与图 6 中所示的测试点 P1 和 P2 ($a = 0.5$) 一起示出了四个测试点 ($a \approx 0$ 或 $a \approx 1$) 的范例。以此方式,通过使用辅助电压供应部分 18,供应具有取决于应用的设定值的测试信号是可能的。

[0122] 图 12 示出了 8 位流水线 A/D 转换器中由数字运算部分 6 使用以虚线围住的四个前述级的输出,以第三级 1[3] 作为测试目标,执行的运算的情况。利用诸如上述的配置,当设定 $a = 0.5$ 时,输出结果将如下,并且对图 11 中的测试点 P1 的模拟信号进行 A/D 转换。

[0123] $2^5 \times (3/4) = 24[\text{LSB}]$

[0124] 实施例 3

[0125] 实施例 3 中的流水线 A/D 转换器是通过施加实施例 2 的级配置,在采用多位级配置以使得实现诸如上述的测试模式操作的情况下获得的范例。

[0126] 图 13 示出了多位级的范例的主要部分。利用此级的配置,三个正常 1.5 位级的转换功能合并到了单个级中。流水线系统中的功耗主要由存在于级中的运算放大器的功耗决定。已知采用多位级配置对减小功耗是有效的,因为能够减小运算放大器的数量。

[0127] 利用图 13 中所示的多位级,使用八个输入电容器 C_s ,并且它们彼此并联连接,输入模拟信号 V_{in} 供应至其一个端子,而其另一端子连接至运算放大器 9 的输入端子。开关 10 插入于每一个输入电容器 C_s 的一端处。多位级由八个电压供应部分 8[1] 至 8[8] 构成,并且逻辑运算部分输出分别供应到八个电压供应部分。

[0128] 电压供应部分 8[1] 构成为使得选择性地输出三进制参考电压,并且电压供应部分 8[1] 包括三个开关。参考电压 V_{RT} 、 V_{RB} 和 $V_{RM} (= (V_{RT} - V_{RB})/2)$ 分别供应至开关的输入侧。电压供应部分 8[2] 至 8[8] 构成为使得选择性地输出二进制参考电压,并包括两个开关。参考电压 V_{RT} 和参考电压 V_{RB} 分别供应至开关的输入侧。作为此配置的结果,电压供应部分 8[1] 至 8[8] 均根据逻辑运算部分输出选择性地输出三进制参考电压 V_{RM} 、 V_{RT} 和 V_{RB} 或二进制参考电压 V_{RT} 和 V_{RB} 中的一个。

[0129] 结果,通过将从电压供应部分 8[1] 至 8[8] 独立供应至八个输入电容器 C_s 的参考电压进行组合,实质上生成了取决于 AD 转换部分 3 的输出的 15 位模拟参考信号 V_{dac} 并将其供应至余数运算部分。在余数运算部分的操作中,模拟参考信号 V_{dac} 的值设定为与基于 15 位数字化 (quantization) 的输入 - 输出特性对应。

[0130] 图 14 是示出本实施例中构成流水线 A/D 转换器的级的部分的框图。通过施加实施例 2 的级配置于与图 13 中所示的类似的多位级配置,获得了该级。辅助电压供应部分 8[c] 已增加至图 13 的配置。还有,虽然省略了其示例,但是提供了输入 SW 控制部分 13a 和 DA 转换控制部分 14b,类似于实施例 2,并且切换正常操作模式和测试模式。还有,电压供应部分 8[1] 至 8[8] 和辅助电压供应部分 8[c] 根据逻辑运算部分输出选择性地输出三进制参考电压 VRM、VRT 和 VRB 或二进制参考电压 VRT 和 VRB 中的一个。

[0131] 图 15 示出了测试模式时,图 14 中的多位级在采样时段和放大时段中的范例状态转变。即,示出了辅助电容器 $C_c = 0.5 \times C_s$ 时,电压供应部分 8[1] 至 8[8]、以及辅助电压供应部分 8[c] 的控制状态与测试信号 V_{in} 和模拟参考信号 V_{dac} 的设定值 (相对值)、以及输出信号 V_{out} 的值的關係。电压供应部分区域下的区域 1 至 8 和 c 分别示出了电压供应部分 8[1] 至 8[8] 和辅助电压供应部分 8[c] 的控制状态。“0”指示选择 VRM,“+1”指示选择 +Vref,以及“-1”指示选择 -Vref。

[0132] 如上述,将本发明的配置施加于多位级配置还使得能够以小尺度配置输入供应至级以执行各种类型的测试的测试信号,无需提供与用于正常操作的线分开的测试信号线。

[0133] 工业适应性

[0134] 本发明的流水线 A/D 转换器能够精确地供应测试信号,并且能够抑制任何电路大小的增加,其作为用于视听领域、信息通信等中的流水线 A/D 转换器是有用的。

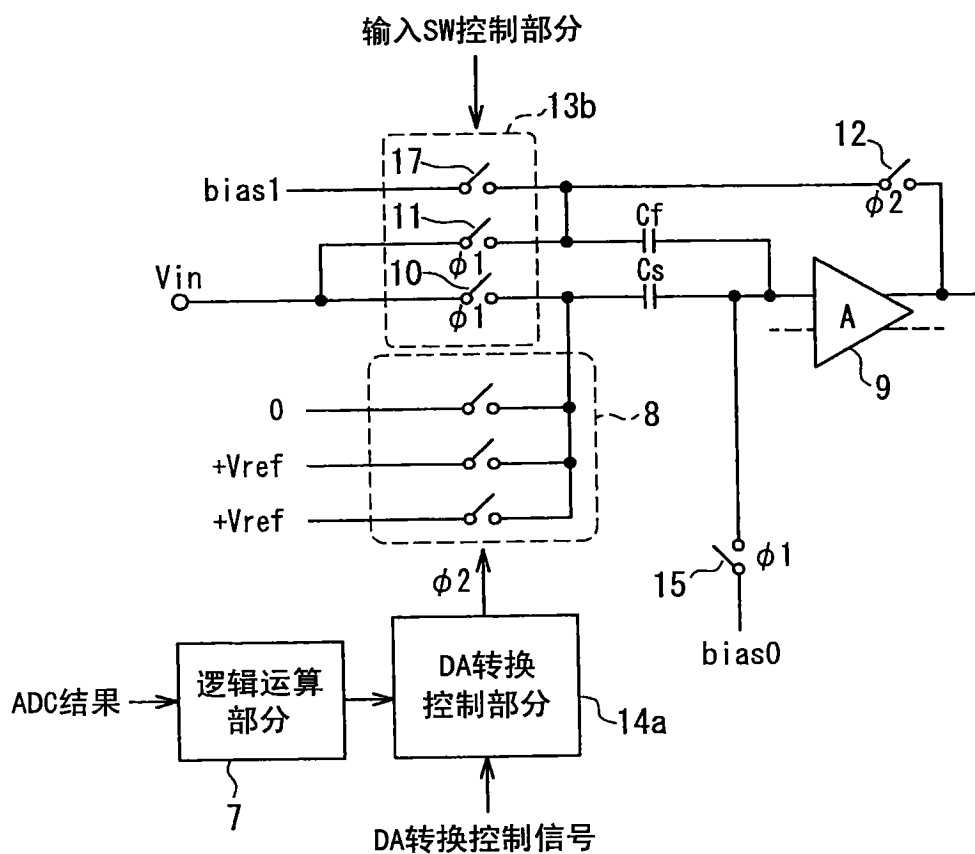


图 3

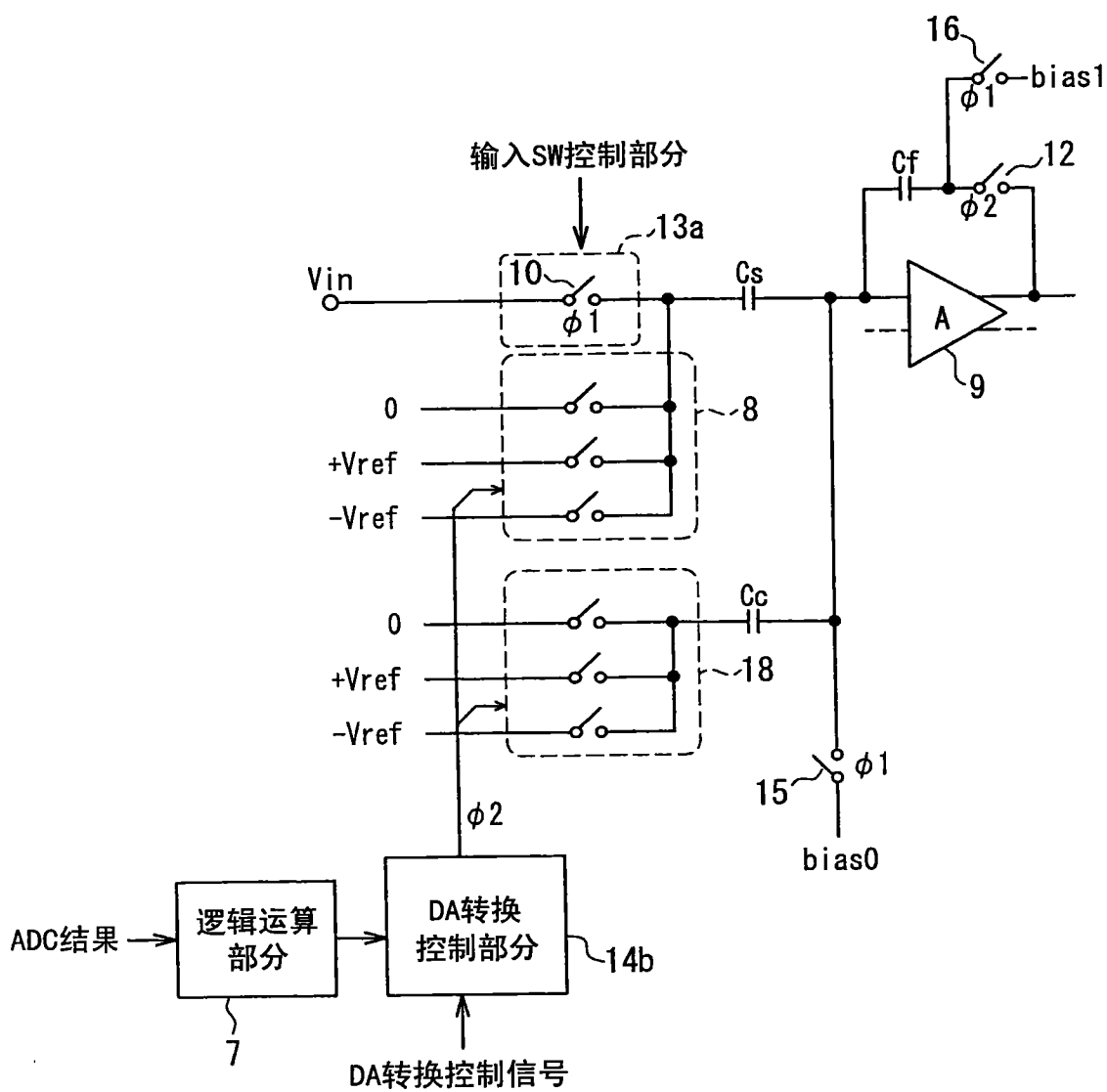


图 4

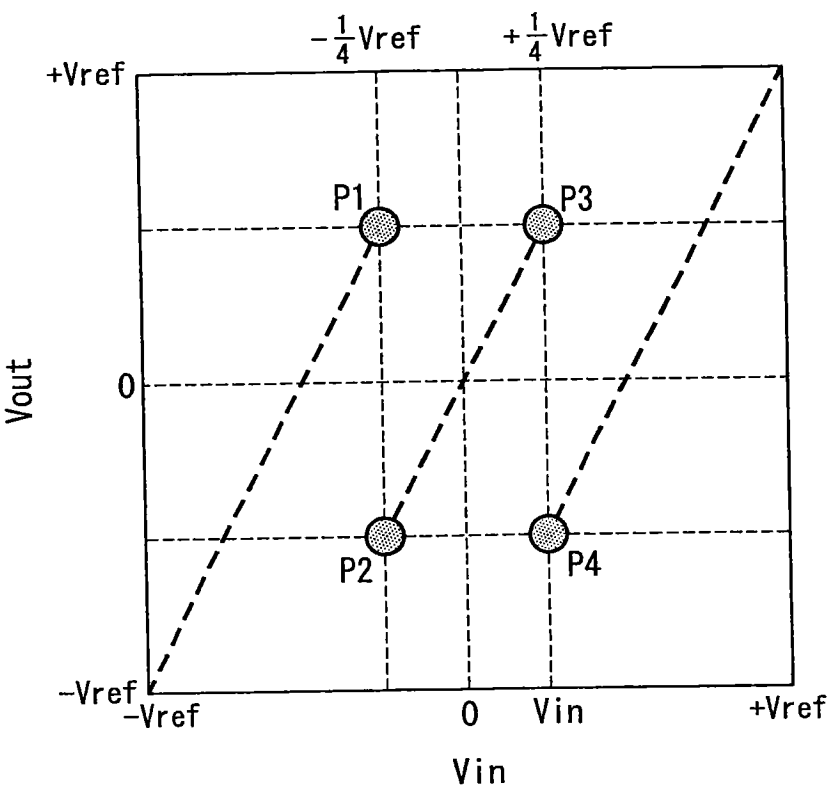


图 6

采样时段				放大时段				Vout	
Vin (×Vref)	电压供应部分			Vdac	电压供应部分				
	Main	Aux	s		Main	Aux	s		
-1/4	0	-1	开通	-1	-1	0	关断	+0.5Vref	P1
				0	0	0	关断	-0.5Vref	P2
+1/4	0	+1	开通	0	0	0	关断	+0.5Vref	P3
				1	+1	0	关断	-0.5Vref	P4

图 7

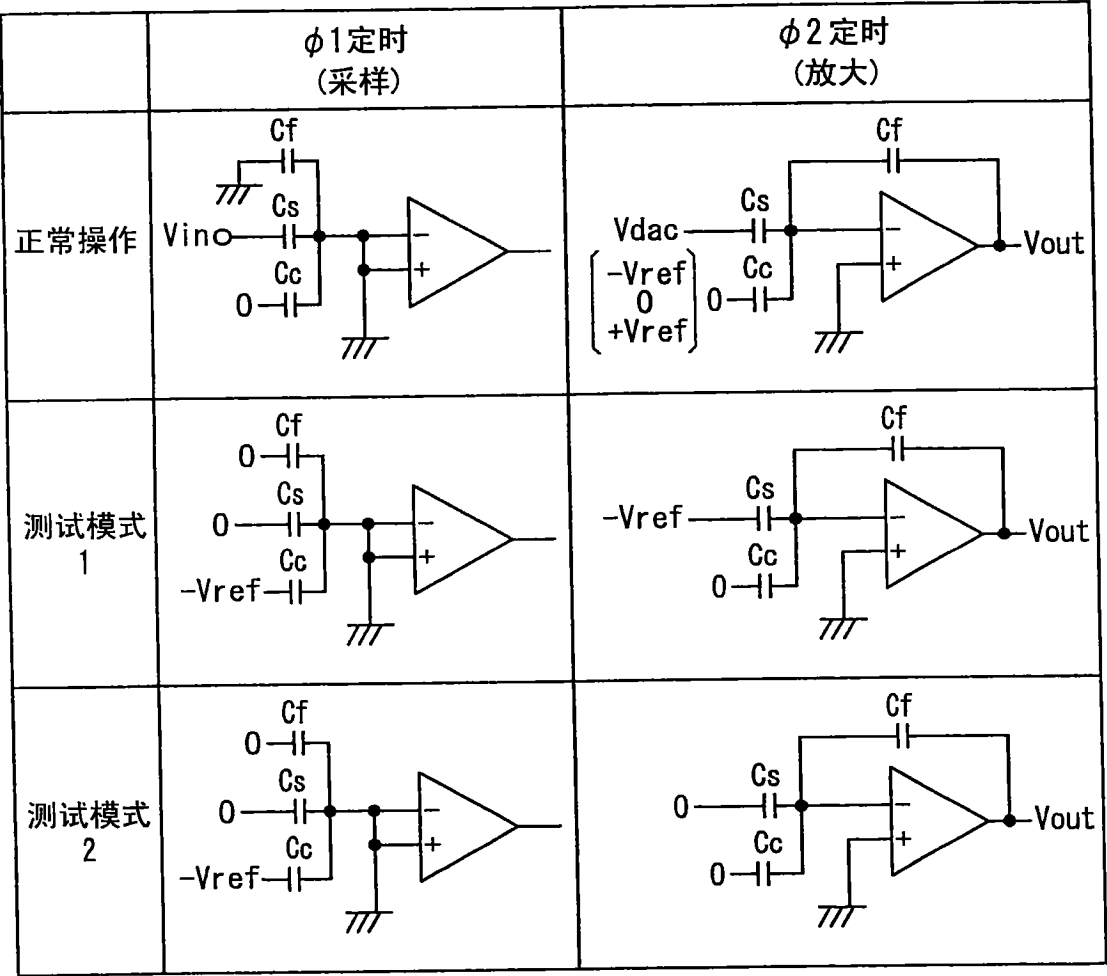


图 8

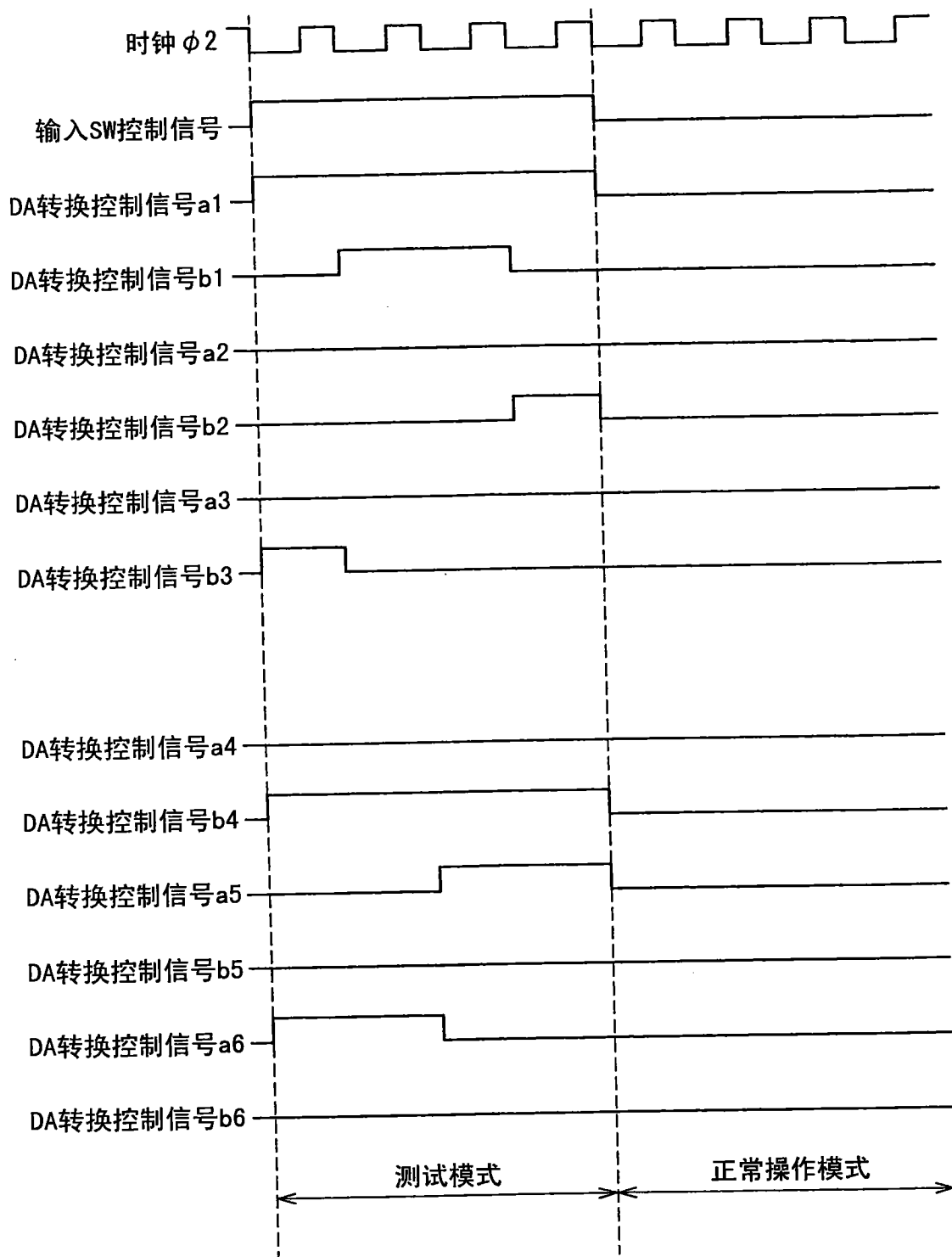


图 10

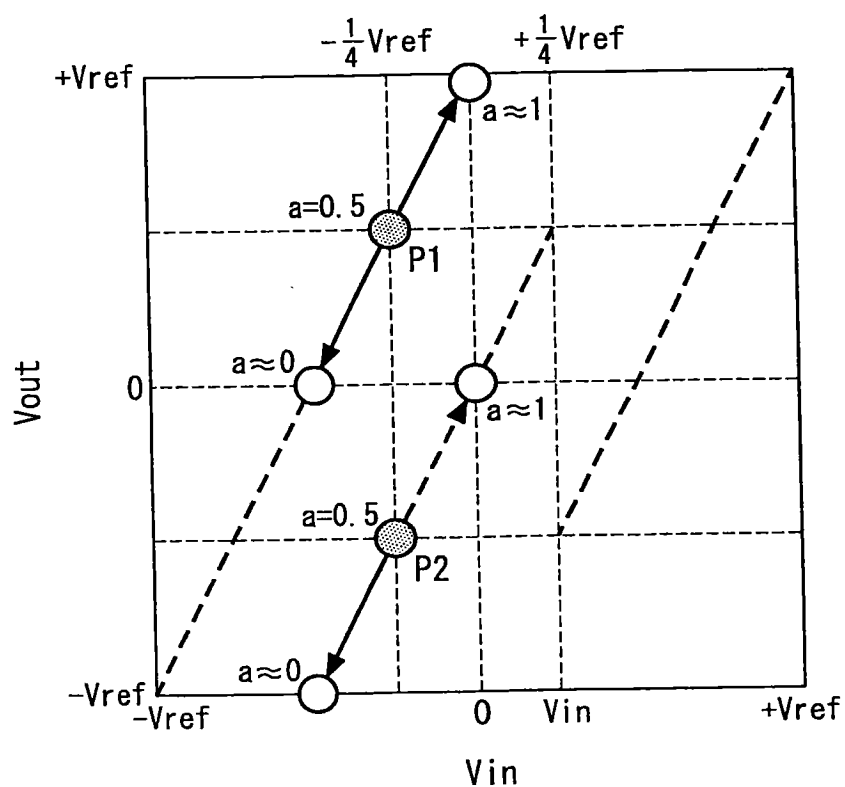


图 11

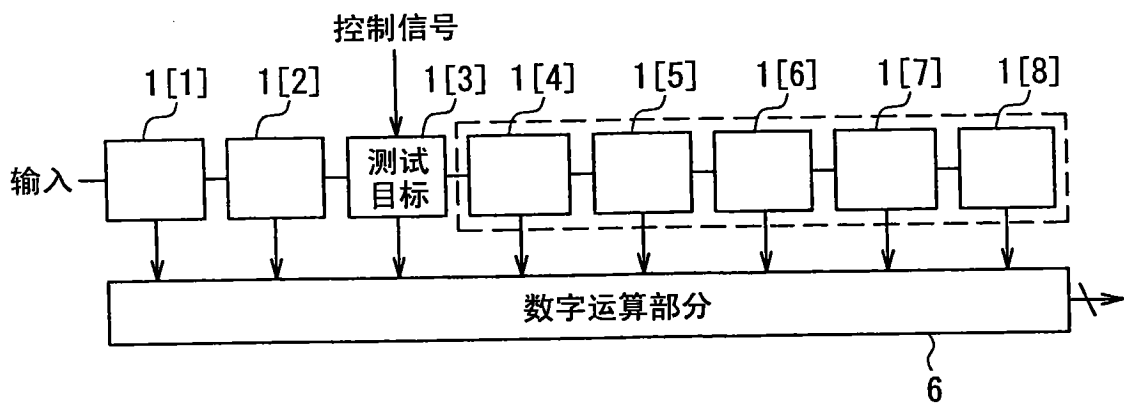


图 12

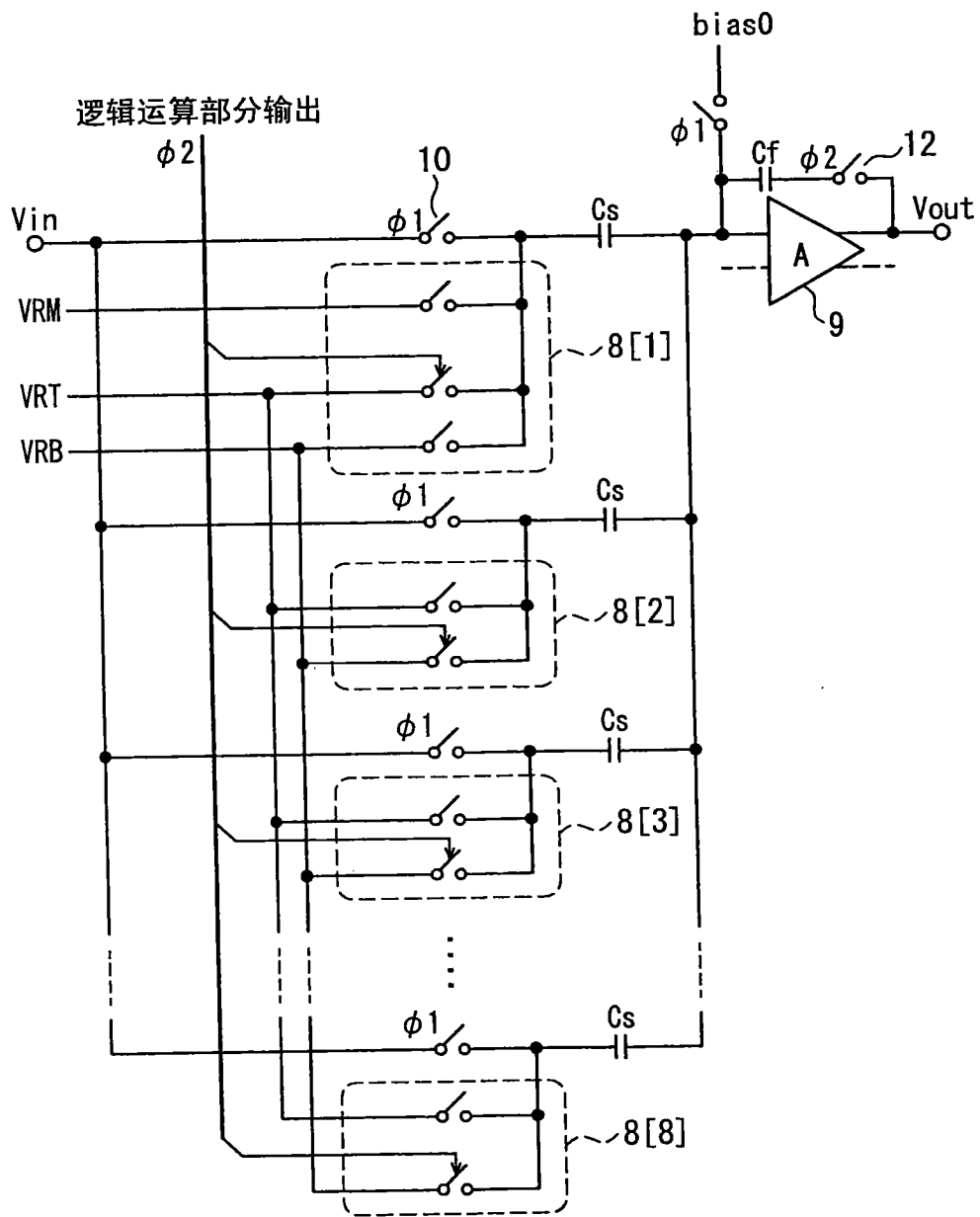


图 13

采样时段										放大时段									
Vin (×Vref)	电压供应部分									Vdac	电压供应部分								
	1	2	3	4	5	6	7	8	c		1	2	3	4	5	6	7	8	c
-15/16	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-8	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
										-7	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
-13/16	-1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-7	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0
										-6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0
-11/16	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-6	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0
										-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0
-9/16	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-5	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	0
										-4	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	0
.																			
-1/16	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	1	1	1	0
										0	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0
+1/16	0	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0
										1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	0
.																			
+9/16	0	1	1	1	1	1	1	-1	-1	4	-1	-1	1	1	1	1	1	1	0
										5	0	-1	1	1	1	1	1	1	0
+11/16	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	5	0	-1	1	1	1	1	1	1	0
										6	-1	1	1	1	1	1	1	1	0
+13/16	0	1	1	1	1	1	1	1	-1	6	-1	1	1	1	1	1	1	1	0
										7	0	1	1	1	1	1	1	1	0
+15/16	-1	1	1	1	1	1	1	1	-1	7	0	1	1	1	1	1	1	1	0
										8	1	1	1	1	1	1	1	1	0

图 15

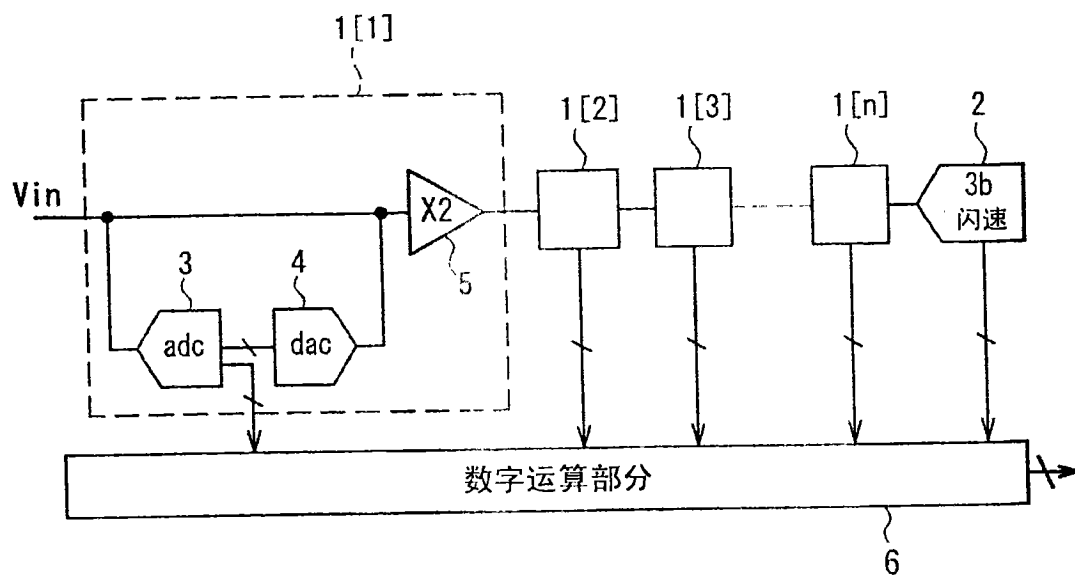


图 16 现有技术

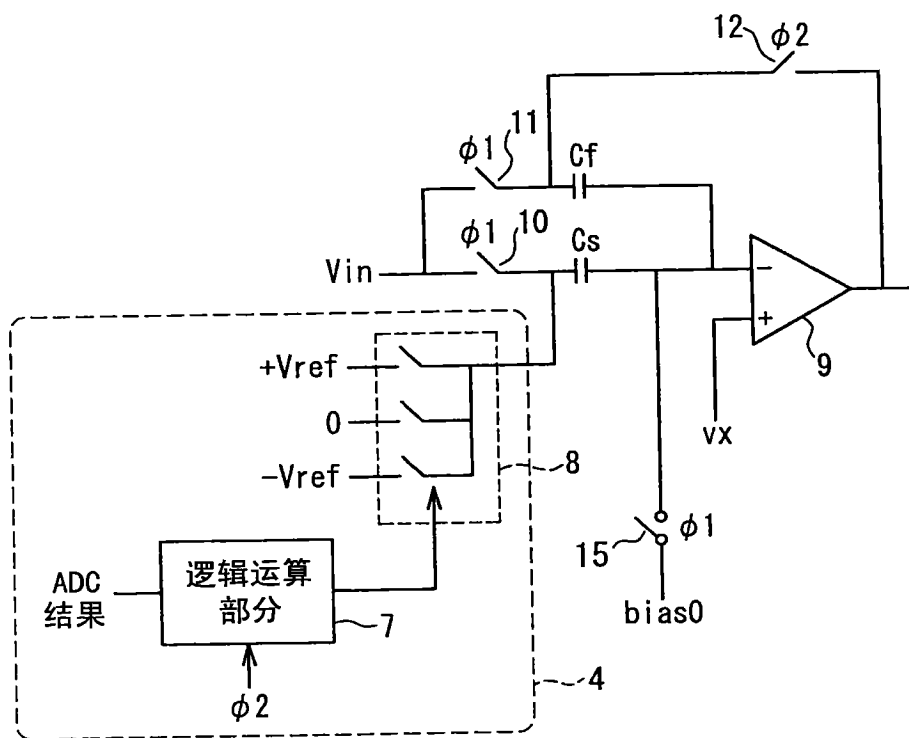


图 17 现有技术

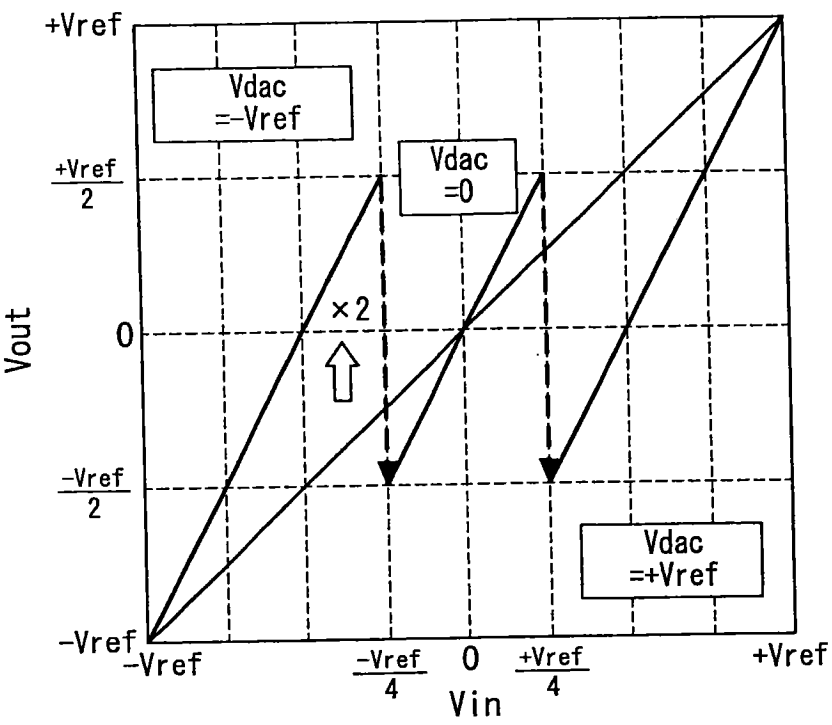


图 18 现有技术

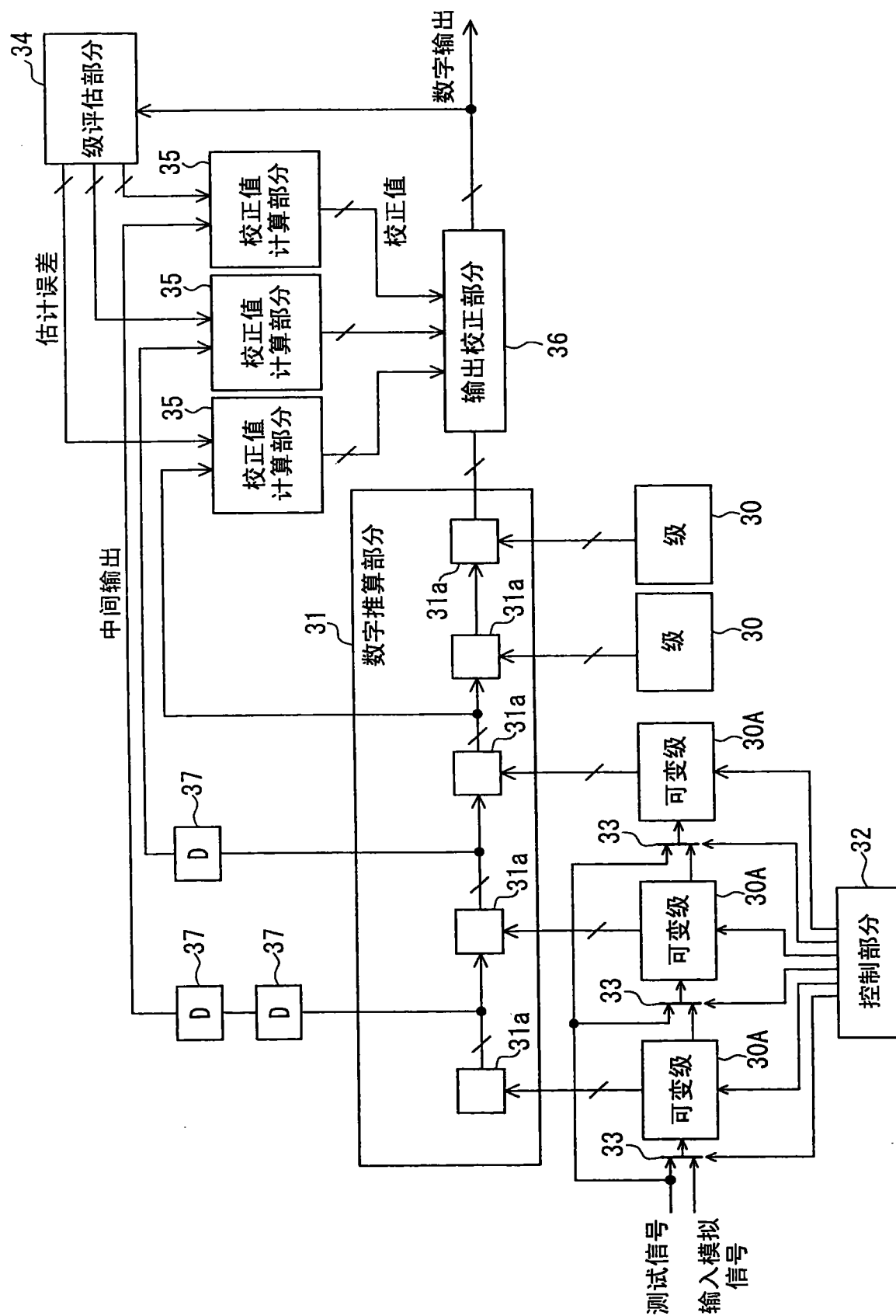


图 19 现有技术