

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1893279 B

(45) 授权公告日 2010.06.23

(21) 申请号 200610103087.0

体实施方式部分第 1 段 .

(22) 申请日 2006.07.10

US 6633250 B2, 2003.10.14, 全文 .

(30) 优先权数据

61863/05 2005.07.08 KR

全文 .

CN 1567729 A, 2005.01.19, 说明书第 4 页第
10—14 行, 25—27 行、权利要求 2, 17.

(73) 专利权人 三星电子株式会社

审查员 刘芳

地址 韩国京畿道

专利权人 学校法人浦项工科大学校

(72) 发明人 李浩荣 刘龙相 朴鸿濬 裴俊炫

张永赞

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 吕晓章 李晓舒

(51) Int. Cl.

H03M 1/10(2006.01)

H03M 1/12(2006.01)

(56) 对比文件

JP 1999-88174 A5, 2005.02.24, 全文 .

说明书第 4 页第 10—14 行, 25—27 行、权
利要求 2.

全文 .

CN 1447526 A, 2003.10.08, 说明书第 4 页具

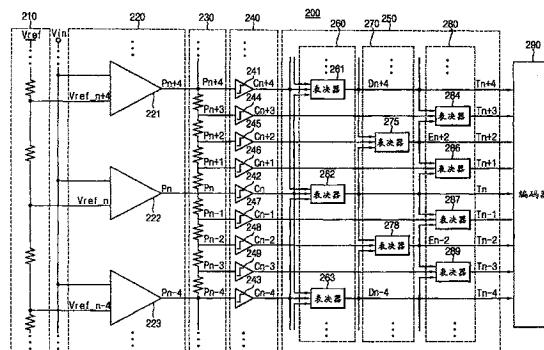
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 9 页

(54) 发明名称

数据转换器中的泡沫错误抑制器

(57) 摘要

一种泡沫错误抑制器包含级联的前端和后端表决部分, 用来纠正来自内插的、跨越多个比特的泡沫错误。前端表决部分从根据前置放大信号确定的第一温度计编码生成第一校正代码。后端表决部分从第一校正代码和根据对前置放大信号的内插确定的第二温度计编码生成第二校正代码。



1. 一种泡沫错误抑制器,包含 :

前端表决部分,用来从根据前置放大信号确定的第一温度计编码生成第一校正代码 ;
和

后端表决部分,用来从第一校正代码和根据对前置放大信号的内插确定的第二温度计
编码生成第二校正代码,

其中前端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的一组 m 个连续第一温
度计编码确定多数比特值、生成相应的第一校正代码,以及

其中后端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的第二温度计编码和与
该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码确定多数比特值、生成相应的第二校正
代码。

2. 如权利要求 1 所述的泡沫错误抑制器,还包含 :

另一后端表决部分,用来从第一校正代码、第二校正代码、和根据对前置放大信号的进
一步内插确定的第三温度计编码生成第三校正代码,

其中所述另一后端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的第三温度计
编码、和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一确定多
数比特值、生成相应的第三校正代码。

3. 如权利要求 1 所述的泡沫错误抑制器,还包含 :

级联耦合的多个后端表决部分,每个后端表决部分根据第一校正代码、由级联中任一
先前的后端表决部分生成的相应校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相
应的温度计编码,生成相应的校正代码。

4. 如权利要求 3 所述的泡沫错误抑制器,其中后端表决部分的总数等于 k ,其中 2^k-1 为
两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

5. 如权利要求 1 所述的泡沫错误抑制器,其中第一和第二校正代码被耦合到模数转换
器内的编码器,该编码器生成对应于输入电压的数字代码。

6. 一种模数转换器,包含 :

前置放大器,用来从输入电压和基准电压生成前置放大信号 ;

内插部分,用来从前置放大信号生成内插信号 ;

比较部分,用来从前置放大信号生成第一温度计编码,和从内插信号生成第二温度计
编码 ; 和

泡沫错误抑制器,包括 :

前端表决部分,用来从第一温度计编码生成第一校正代码 ; 和

后端表决部分,用来从第一校正代码和第二温度计编码生成第二校正代码,

其中前端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的一组 m 个第一温度计
编码确定多数比特值、生成相应的第一校正代码,以及

其中后端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的第二温度计编码和与
该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码确定多数比特值、生成相应的第二校正
代码。

7. 如权利要求 6 所述的模数转换器,其中泡沫错误抑制器还包含 :

另一后端表决部分,用来从第一校正代码、第二校正代码、和根据对前置放大信号的进

一步内插确定的第三温度计编码生成第三校正代码，

其中所述另一后端表决部分包含多个表决器，每个表决器通过根据相应的第三温度计编码和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一确定多数比特值、生成相应的第三校正代码。

8. 如权利要求 6 所述的模数转换器，其中泡沫错误抑制器还包含：

级联耦合的多个后端表决部分，每个后端表决部分根据第一校正代码、由级联中任一先前的后端表决部分生成的相应校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相应的温度计编码，生成相应的校正代码。

9. 如权利要求 8 所述的模数转换器，其中后端表决部分的总数等于 k ，其中 2^k-1 为两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

10. 如权利要求 6 所述的模数转换器，还包含：

编码器，用来从第一和第二校正代码生成对应于输入电压的数字代码。

11. 一种纠正泡沫错误的方法，包含：

通过对根据前置放大信号确定的第一温度计编码的多数比特表决，生成第一校正代码；和

通过对第一校正代码、和根据对前置放大信号的内插确定的第二温度计编码的多数比特表决，生成第二校正代码，

其中通过相应的一组 m 个连续第一温度计编码中的多数比特表决，生成每个第一校正代码，以及

其中通过相应的第二温度计编码、和与该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码中的多数比特表决，生成每个第二校正代码。

12. 如权利要求 11 所述的方法，还包含：

通过对第一校正代码、第二校正代码、和根据对前置放大信号的进一步内插确定的第三温度计编码的多数比特表决，生成第三校正代码，

其中，通过相应的第三温度计编码、和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一中的多数比特表决，生成每个第三校正代码。

13. 如权利要求 11 所述的方法，还包含：

从第一校正代码、级联中任一先前校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相应的温度计编码，级联地生成多组校正代码。

14. 如权利要求 13 所述的方法，其中，校正代码组的总数等于 k ，其中 2^k-1 为两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

15. 如权利要求 11 所述的方法，还包含：

在模数转换器内，从第一和第二校正代码，编码对应于输入电压的数字代码。

数据转换器中的泡沫错误抑制器

[0001] 本申请要求 2005 年 7 月 8 日向韩国知识产权局提交的韩国专利申请 No. 2005-61863 的优先权，在此并入其整体公开作为参考。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及诸如模数转换器等的数据转换器中的错误纠正，更具体地，本发明涉及具有内插的模数转换器中的泡沫错误 (bubble error) 的纠正。

背景技术

[0003] 将模拟信号转换为数字代码的模数转换器 (ADC) 广泛用于各种电子设备，例如显示器设备、计算机、家用电器、和通信系统。随着多媒体服务变得普及，ADC 对于图像信号处理应用正在变得越来越重要。

[0004] ADC 一般被包含在系统中，作为在模拟块和数字块之间调解信号传递的从属块，由此直接影响系统的性能。由此，已经开发出各种类型的 ADC，以改善系统性能。

[0005] 瞬时 (flash) ADC 最常用于快速性能，而小尺寸的流水线 ADC 用于慢速性能。内插瞬时 ADC 用于提高输入信号解晰度，并且折叠内插 (folding-interpolating) ADC 使用内插和折叠技术来预处理输入信号。

[0006] 图 1 示出了常规瞬时 ADC 的电路图，图 2 为列出图 1 的 ADC 内的泡沫错误例子的表。参照图 1，瞬时 ADC 5 包含基准电压生成器 1，用于生成具有不同电压电平的多个基准电压。瞬时 ADC 5 还包含多个比较器 2，用来比较输入信号 Vin 和基准电压，以生成判定 (decision) 代码。瞬时 ADC 5 的编码器 3 将判定代码编码为表示输入信号 Vin 的数字代码。在比较器之前，可以安装多个前置放大器 (未显示)。

[0007] 来自比较器 2 的判定代码被称为温度计编码 (thermometer code)，其在理想状态下在连续的' 1' 和' 0' 之间具有清晰的边界。编码器 3 检测这样的边界，以生成相应的数字代码，以表示输入信号 Vin。

[0008] 在温度计编码中，连续的' 1' 和' 0' 之间的边界表达了重要信息。由此，在理想状态下，温度计编码应该只有一条清晰的边界，如图 2 中的例子 5 所示。不幸的是，更一般的情况是在这样的所希望的边界附近，温度计编码具有' 1' 和' 0' 的非规则分布，如图 2 中的例子 1、2、3 和 4 所示。

[0009] 该' 1' 和' 0' 的非规则分布被称为泡沫错误，因为该非规则分布看起来象温度计中液体顶层处的泡沫。这样的泡沫错误由许多因素引起，例如在判定代码转变期间与高速时钟同步运行的比较器 2 的元稳定性 (meta-stability)、来自时钟信号的回扫噪声 (kickback noise)、大信号分量、或者带宽限制。

[0010] 图 2 的点线表示具有泡沫错误的、' 1' 和' 0' 之间的估计边界（称为“最佳猜测 (best guess)”）。希望估计边界为例子 5 的理想边界。比较器 2 可以包含泡沫错误抑制器 (rejecter)，用来当生成温度计编码时消除泡沫错误。

[0011] 图 3 示出了具有泡沫错误抑制器 20 的常规瞬时 ADC，其用来纠正由多个连续比较

器 11、12、13、14 和 15 生成的温度计编码。泡沫错误抑制器 20 内的多个表决器 (voter) 21、22、23、24 和 25 中的每一个耦合到比较器 11、12、13、14 和 15 中的相应一个, 用来纠正温度计编码 C1、C2、C3、C4 和 C5 中的相应一个。

[0012] 每个表决器 21、22、23、24 和 25 接收温度计编码 C1、C2、C3、C4 或者 C5 中的相应一个以及来自两个相邻比较器的两个相邻温度计编码 (如图 3 所示)。图 4 示出了图 3 中接收三个温度计编码 C1、C2 和 C3 的示例表决器 22 的电路图。该示例表决器 22 包含具有反相器 51、52 和 53 的 NAND 门 41、42 和 43, 以及 OR 门 60, 如图 4 所示配置。

[0013] 利用图 4 的这种配置, 示例表决器 22 输出三个温度计编码 C1、C2 和 C3 的比特值中的多数比特值, 以生成校正代码 C2' (即, 图 3 中的 T2)。例如, 当三个温度计编码 C1、C2 和 C3 的比特值分别为 '1'、'0' 和 '1' 时, 第二表决器 22 输出多数比特值 '1'。可替换地, 当三个温度计编码 C1、C2 和 C3 的比特值分别为 '0'、'0' 和 '1' 时, 第二表决器 22 输出多数比特值 '0'。图 3 中的其他表决器 21、23、24 和 25 中的每一个都类似地操作, 以分别生成校正代码 T1、T3、T4 和 T5。

[0014] 图 5 示出了说明通过图 3 中的泡沫错误抑制器 20 消除泡沫错误的过程的状态图。参照图 3、4 和 5, 当第二比较器 12 输出 '0' 并且第三比较器 13 输出 '1' 时, 发生泡沫错误。在该例子中, 第二表决器 22 接收温度计编码 '1'、'0' 和 '1', 并且生成多数比特值 '1'。第三表决器 23 接收温度计编码 '0'、'1' 和 '0', 并且生成多数比特值 '0'。通过这种方式, 泡沫错误由第二表决器 22 和第三表决器 23 纠正。

[0015] 然而, 因为常规泡沫错误抑制器根据三个连续的温度计编码来确定多数比特值, 所以不能正确地纠正跨越两个或更多个比特的泡沫错误。具体地, 在内插瞬时 ADC 或折叠内插 ADC 中, 经常发生跨越许多个比特的泡沫错误。在该情况下, 常规泡沫错误抑制器不能完全消除泡沫错误。

发明内容

[0016] 相应地, 本发明实施例的泡沫错误抑制器包含级联的表决部分, 用来纠正此类来自内插的、跨越多个比特的泡沫错误。

[0017] 根据本发明一个实施例的泡沫错误抑制器包含级联的前端表决 (front voting) 部分和后端表决 (end voting) 部分。前端表决部分从根据前置放大信号 (preamble) 确定的第一温度计编码生成第一校正代码。后端表决部分从第一校正代码和根据对前置放大信号的内插确定的第二温度计编码生成第二校正代码, 其中前端表决部分包含多个表决器, 每个表决器通过根据相应的一组 m 个连续第一温度计编码确定多数比特值、生成相应的第一校正代码, 以及其中后端表决部分包含多个表决器, 每个表决器通过根据相应的第二温度计编码和与该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码确定多数比特值、生成相应的第二校正代码。

[0018] 在本发明的另一示例实施例中, 该泡沫错误抑制器还包含另一后端表决部分, 用来从第一校正代码、第二校正代码和根据对前置放大信号的进一步内插确定的第三温度计编码生成第三校正代码, 所述另一后端表决部分包含多个表决器。每个该表决器通过根据相应的第三温度计编码和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一确定多数比特值、生成相应的第三校正代码。

[0019] 在本发明的另一示例实施例中,该泡沫错误抑制器还包含级联耦合的多个后端表决部分。每个该后端表决部分根据第一校正代码、由级联中任一先前的后端表决部分生成的相应校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相应的温度计编码,生成相应的校正代码。

[0020] 在本发明的示例实施例中,后端表决部分的总数等于 k ,其中 2^k-1 为两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

[0021] 当第一和第二校正代码被耦合到在模数转换器内、生成对应于输入电压的数字代码的编码器时,使用本发明就可以具有特别的优点。但是,本发明的泡沫错误抑制器可以用于任何其他类型的数据转换器,或者用于希望有泡沫错误纠正的任何电子设备。

[0022] 通过这种方式,级联的表决部分对来自对前置放大信号的内插的、跨越多个比特的泡沫错误进行纠正。

[0023] 根据本发明另一个实施例的模数转换器包含:前置放大器,用来从输入电压和基准电压生成前置放大信号;内插部分,用来从前置放大信号生成内插信号;比较部分,用来从前置放大信号生成第一温度计编码,和从内插信号生成第二温度计编码;和泡沫错误抑制器,该泡沫错误抑制器包括:前端表决部分,用来从第一温度计编码生成第一校正代码;和后端表决部分,用来从第一校正代码和第二温度计编码生成第二校正代码,其中前端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的一组 m 个第一温度计编码确定多数比特值、生成相应的第一校正代码,以及其中后端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的第二温度计编码和与该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码确定多数比特值、生成相应的第二校正代码。

[0024] 在本发明的另一示例实施例中,泡沫错误抑制器还包含:另一后端表决部分,用来从第一校正代码、第二校正代码、和根据对前置放大信号的进一步内插确定的第三温度计编码生成第三校正代码,其中所述另一后端表决部分包含多个表决器,每个表决器通过根据相应的第三温度计编码和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一确定多数比特值、生成相应的第三校正代码。

[0025] 在本发明的另一示例实施例中,泡沫错误抑制器还包含:级联耦合的多个后端表决部分,每个后端表决部分根据第一校正代码、由级联中任一先前的后端表决部分生成的相应校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相应的温度计编码,生成相应的校正代码。

[0026] 在本发明的另一示例实施例中,后端表决部分的总数等于 k ,其中 2^k-1 为两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

[0027] 在本发明的另一示例实施例中,模数转换器还包含:编码器,用来从第一和第二校正代码生成对应于输入电压的数字代码。

[0028] 根据本发明另一个实施例的纠正泡沫错误的方法包含:通过对根据前置放大信号确定的第一温度计编码的多数比特表决,生成第一校正代码;和通过对第一校正代码、和根据对前置放大信号的内插确定的第二温度计编码的多数比特表决,生成第二校正代码,其中通过相应的一组 m 个连续第一温度计编码中的多数比特表决,生成每个第一校正代码,以及其中通过相应的第二温度计编码、和与该相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码中的多数比特表决,生成每个第二校正代码。

[0029] 在本发明的另一示例实施例中，所述方法还包含：通过对第一校正代码、第二校正代码、和根据对前置放大信号的进一步内插确定的第三温度计编码的多数比特表决，生成第三校正代码，其中，通过相应的第三温度计编码、和与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码之一和第二校正代码之一中的多数比特表决，生成每个第三校正代码。

[0030] 在本发明的另一示例实施例中，所述方法还包含：从第一校正代码、级联中任一先前校正代码、和根据对前置放大信号的相应内插确定的相应的温度计编码，级联地生成多组校正代码。

[0031] 在本发明的另一示例实施例中，校正代码组的总数等于 k ，其中 $2^k - 1$ 为两个相邻前置放大信号之间的内插数目。

[0032] 在本发明的另一示例实施例中，所述方法还包含：在模数转换器内，从第一和第二校正代码，编码对应于输入电压的数字代码。

附图说明

[0033] 当参照附图详细描述本发明的示范性实施例时，本发明的以上和其他特征和优点将更加明显，其中：

[0034] 图 1 示出了常规瞬时模数转换器 (ADC) 的电路图；

[0035] 图 2 示出了图 1 的 ADC 内的示例泡沫错误的表；

[0036] 图 3 示出了用于图 1 的瞬时 ADC 的示例泡沫错误抑制器的电路图；

[0037] 图 4 为图 3 中示例表决器的电路图；

[0038] 图 5 为说明通过图 3 中的泡沫错误抑制器消除泡沫错误的过程的状态图；

[0039] 图 6 示出了根据本发明示例实施例的、具有包含级联的两个表决部分的泡沫错误抑制器的模数转换器的电路图；

[0040] 图 7 示出了根据本发明另一示例实施例的、具有包含级联的三个表决部分的泡沫错误抑制器的模数转换器的电路图；

[0041] 图 8 为说明示出了根据本发明实施例的、通过图 7 中的泡沫错误抑制器消除泡沫错误的示例过程的状态图；和

[0042] 图 9 为说明示出了根据本发明实施例的、通过图 7 中的泡沫错误抑制器消除泡沫错误的另一示例过程的状态图。

[0043] 此处所指的附图是为了说明清楚而绘制的，不一定成比例绘制。图 1、2、3、4、5、6、7、8 和 9 中，具有相同附图标记的元件指具有类似结构和 / 或功能的元件。

具体实施方式

[0044] 图 6 示出了根据本发明示例实施例的模数转换器 (ADC) 100 的电路图。参照图 6，ADC 100 包含基准电压生成器 110、前置放大部分 120、内插部分 130、比较部分 140、泡沫错误抑制器 150、和编码器 180。

[0045] 基准电压生成器 110 用形成分压器的电阻器阵列实现，用来生成具有不同电压电平的多个基准电压 V_{ref_n+2} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-2} 。基准电压 V_{ref_n+2} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-2} 中的每一个由前置放大部分 120 的多个前置放大器 121、122 和 123 中的相应一个前置放大器输入。

[0046] 前置放大器 121、122 和 123 分别根据输入信号 V_{in} 以及基准电压 V_{ref_n+2} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-2} ，分别生成前置放大信号 P_{n+2} 、 P_n 和 P_{n-2} 。例如，前置放大器 121、122 和 123 中的每一个放大输入信号 V_{in} 与基准电压 V_{ref_n+2} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-2} 中相应一个之间的电压差。

[0047] 内插部分 130 用形成分压器的电阻器阵列实现，用来内插前置放大信号 P_{n+2} 、 P_n 和 P_{n-2} ，以生成内插信号 P_{n+1} 和 P_{n-1} 。例如，从前置放大信号 P_{n+2} 和 P_n 之间的内插生成内插信号 P_{n+1} ，并且从前置放大信号 P_n 和 P_{n-2} 之间的内插生成内插信号 P_{n-1} 。

[0048] 比较部分 140 接收前置放大信号 P_{n+2} 、 P_n 和 P_{n-2} 以及内插信号 P_{n+1} 和 P_{n-1} ，以生成温度计编码 C_{n+2} 、 C_{n+1} 、 C_n 、 C_{n-1} 和 C_{n-2} 。比较部分 140 包含多个比较器 141、142、143、144 和 145，用来分别从前置放大或内插信号 P_{n+2} 、 P_n 、 P_{n-2} 、 P_{n+1} 和 P_{n-1} 生成温度计编码 C_{n+2} 、 C_n 、 C_{n-2} 、 C_{n+1} 和 C_{n-1} 。

[0049] 来自比较部分 140 的温度计编码趋向于具有来自由于前置放大器 121、122 和 123 以及比较器 141、142、143、144 和 145 的偏移引起的噪声的泡沫错误。在比较部分 140 之后，泡沫错误抑制器 150 消除此类泡沫错误。

[0050] 泡沫错误抑制器 150 包含级联的前端表决部分 160 和后端表决部分 170。泡沫错误抑制器 150 包含至少一个后端表决部分 170，其中当在两个相邻前置放大信号之间的内插信号的数目等于 $2^k - 1$ 时，泡沫错误抑制器 150 中的（多个）后端表决部分的总数等于 k 。在图 6 中， $k = 1$ ，其中在任意两个相邻前置放大信号（ P_{n+2} 和 P_n ）或（ P_n 和 P_{n-2} ）之间生成一个内插信号。

[0051] 前端表决部分 160 包含多个前端表决器 161、162 和 163，其接收第一温度计编码 C_{n+2} 、 C_n 和 C_{n-2} 中的相应一个。另外，前端表决器 161、162 和 163 中的每一个接收两个相邻第一温度计编码，以根据三个相邻第一温度计编码确定多数比特值，从而分别生成第一校正代码 D_{n+2} 、 D_n 和 D_{n-2} 。

[0052] 例如，前端表决器 162 接收三个相邻第一温度计编码 C_{n+2} 、 C_n 和 C_{n-2} ，并且确定它们当中的多数比特值，以生成第一校正代码 D_n 。由此，前端表决部分 160 的前端表决器 161、162 和 163 消除第一温度计编码 C_{n+2} 、 C_n 和 C_{n-2} 中的任何泡沫错误。

[0053] 后端表决部分 170 通过利用来自前端表决部分 160 的第一校正代码 D_{n+2} 、 D_n 和 D_{n-2} ，消除第二温度计编码 C_{n+1} 和 C_{n-1} 中的任何泡沫错误。后端表决部分 170 包含多个后端表决器 174 和 175，其分别接收第二温度计编码 C_{n+1} 和 C_{n-1} 。另外，后端表决器 174 和 175 中的每一个接收第一校正代码 D_{n+2} 、 D_n 和 D_{n-2} 中与后端表决器的相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码。后端表决器 174 和 175 通过根据此类输出确定多数比特值，分别生成第二校正代码 E_{n+1} 和 E_{n-1} 。

[0054] 例如，后端表决器 174 接收第二温度计编码 C_{n+1} ，和与第二温度计编码 C_{n+1} 相邻的第一校正代码 D_{n+2} 和 D_n 。后端表决器 174 确定此类输入 C_{n+1} 、 D_{n+2} 和 D_n 中的多数比特值，以生成第二校正代码 E_{n+1} 。类似地，后端表决器 175 确定第二温度计编码 C_{n-1} 以及相邻第一校正代码 D_n 和 D_{n-2} 中的多数比特值，以生成第二校正代码 E_{n-1} 。

[0055] 第一和第二校正代码 D_{n+2} 、 E_{n+1} 、 D_n 、 E_{n-1} 和 D_{n-2} 分别耦合至编码器，作为编码器输入 T_{n+2} 、 T_{n+1} 、 T_n 、 T_{n-1} 和 T_{n-2} 。然后，编码器根据此类消除了泡沫错误的编码器输入 T_{n+2} 、 T_{n+1} 、 T_n 、 T_{n-1} 和 T_{n-2} ，确定对应于输入电压 V_{in} 的数字代码。

[0056] 在这种方式下,通过具有级联的表决部分 160 和 170,有效地消除了(多个)来自内插部分 130 中的内插的、跨越多个比特的泡沫错误。

[0057] 图 7 示出了根据本发明另一示例实施例的、具有多个后端表决部分 270 和 280 的模数转换器(ADC)200 的电路图。参照图 7,ADC 200 包含基准电压生成器 210、前置放大部分 220、内插部分 230、比较部分 240、泡沫错误抑制器 250、和编码器 290。

[0058] 基准电压生成器 210 用形成分压器的电阻器阵列实现,用来生成具有不同电压电平的多个基准电压 V_{ref_n+4} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-4} 。前置放大部分 220 的前置放大器 221、222 和 223 分别根据输入信号 V_{in} 以及基准电压 V_{ref_n+4} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-4} ,分别生成前置放大信号 P_{n+4} 、 P_n 和 P_{n-4} 。例如,前置放大器 221、222 和 223 中的每一个放大输入信号 V_{in} 与基准电压 V_{ref_n+4} 、 V_{ref_n} 和 V_{ref_n-4} 中相应一个之间的电压差。

[0059] 内插部分 230 包含形成分压器的电阻器阵列,用来内插前置放大信号 P_{n+4} 、 P_n 和 P_{n-4} ,以生成内插信号 P_{n+3} 、 P_{n+2} 、 P_{n+1} 、 P_{n-1} 、 P_{n-2} 和 P_{n-3} 。内插信号 P_{n+3} 、 P_{n+2} 和 P_{n+1} 由相邻前置放大信号 P_{n+4} 和 P_n 之间的内插生成。内插信号 P_{n-1} 、 P_{n-2} 和 P_{n-3} 由相邻前置放大信号 P_n 和 P_{n-4} 之间的内插生成。在图 7 的示例中,内插的数目和由此的两个相邻前置放大信号 (P_{n+4} 和 P_n) 或 (P_n 和 P_{n-4}) 之间内插信号的数目为 2^k-1 ,其中 k 为 2。

[0060] 比较部分 240 接收前置放大信号 P_{n+4} 、 P_n 和 P_{n-4} ,以从其分别生成第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 。内插信号 P_{n+2} 和 P_{n-2} 从前置放大信号 P_{n+4} 、 P_n 和 P_{n-4} 的内插生成。其他内插信号 P_{n+3} 、 P_{n+1} 、 P_{n-1} 和 P_{n-3} 从前置放大信号 P_{n+4} 、 P_n 和 P_{n-4} 以及内插信号 P_{n+2} 和 P_{n-2} 的进一步内插生成。

[0061] 比较部分 240 还接收内插信号 P_{n+2} 和 P_{n-2} ,以分别从其生成第二温度计编码 C_{n+2} 和 C_{n-2} 。比较部分 240 还接收内插信号 P_{n+3} 、 P_{n+1} 、 P_{n-1} 和 P_{n-3} ,以分别从其生成第三温度计编码 C_{n+3} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 和 C_{n-3} 。

[0062] 比较部分 240 包含多个比较器 241、242、243、244、245、246、247、248 和 249,用来分别从前置放大和内插信号 P_{n+4} 、 P_n 、 P_{n-4} 、 P_{n+3} 、 P_{n+2} 、 P_{n+1} 、 P_{n-1} 、 P_{n-2} 和 P_{n-3} 分别生成温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 、 C_{n-4} 、 C_{n+3} 、 C_{n+2} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 、 C_{n-2} 和 C_{n-3} 。

[0063] 第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 更可能具有由于偏移引起的泡沫错误,并且此类泡沫错误可能影响内插信号 P_{n+3} 、 P_{n+2} 、 P_{n+1} 、 P_{n-1} 、 P_{n-2} 和 P_{n-3} ,从而引起多比特泡沫错误。泡沫错误抑制器 250 在比较部分 240 之后,以消除此类多比特泡沫错误。

[0064] 泡沫错误抑制器 250 包含级联的前端表决部分 260、以及第一和第二后端表决部分 270 和 280。泡沫错误抑制器 250 中的后端表决部分 270 和 280 的总数为 $k = 2$,其中两个相邻前置放大信号之间的内插信号的数目等于 2^k-1 。在图 7 中,在任意两个相邻前置放大信号 (P_{n+4} 和 P_n) 或 (P_n 和 P_{n-4}) 之间,生成相应的三个内插信号。

[0065] 前端表决部分 260 包含多个前端表决器 261、262 和 263,每个前端表决器接收相应的一组 $m = 3$ 个相邻第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 。前端表决器 261、262 和 263 中的每一个根据此类的相应输入确定相应的多数比特值,以生成第一校正代码 D_{n+4} 、 D_n 和 D_{n-4} 中的相应一个。

[0066] 例如,前端表决器 262 接收三个相邻第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 。然后,前端表决器 262 确定此类输入 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 中的多数比特值,以生成相应的第一校正代码 D_n 。通过这种方式,前端表决器 261、262 和 263 在生成第一校正代码 D_{n+4} 、 D_n 和 D_{n-4} 时,

从第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 中消除泡沫错误。

[0067] 第一后端表决部分 270 包含多个第一后端表决器 275 和 278，每个第一后端表决器接收第二温度计编码 C_{n+2} 和 C_{n-2} 中的相应一个。另外，第一后端表决器 275 和 278 中的每一个接收第一校正代码 D_{n+4} 、 D_n 和 D_{n-4} 中与相应第二温度计编码相邻的两个第一校正代码。第一后端表决器 275 和 278 中的每一个确定此类输入中的多数比特值，以生成第二校正代码 E_{n+2} 和 E_{n-2} 中的相应一个。

[0068] 例如，第一后端表决器 275 接收第二温度计编码 C_{n+2} 和与该第二温度计编码 C_{n+2} 相邻的第一校正代码 D_{n+4} 和 D_n 。然后，第一后端表决器 275 确定此类输入 C_{n+2} 、 D_{n+4} 和 D_n 中的多数比特值，以生成第二校正代码 E_{n+2} 。另一第一后端表决器 278 类似操作，以根据输入 C_{n-2} 、 D_{n-4} 和 D_n 生成第二校正代码 E_{n-2} 。通过这种方式，第一后端表决器 275 和 278 消除第二温度计编码 C_{n+2} 和 C_{n-2} 中的泡沫错误。

[0069] 第二后端表决部分 280 包含多个第二后端表决器 284、286、287 和 289，每个第二后端表决器接收第三温度计编码 C_{n+3} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 和 C_{n-3} 中的相应一个。另外，第二后端表决器 284、286、287 和 289 中的每一个接收与该相应第三温度计编码相邻的第一校正代码 D_{n+4} 、 D_n 和 D_{n-4} 之一以及第二校正代码 E_{n+2} 和 E_{n-2} 之一。第二后端表决器 284、286、287 和 289 中的每一个确定此类输入中的多数比特值，以生成第三校正代码 T_{n+3} 、 T_{n+1} 、 T_{n-1} 和 T_{n-3} 中的相应一个。

[0070] 例如，第二后端表决器 286 接收第三温度计编码 C_{n+1} 。另外，第二后端表决器 286 接收与第三温度计编码 C_{n+1} 相邻的第二校正代码 E_{n+2} 和第一校正代码 D_n 。然后，第二后端表决器 286 确定此类输入 C_{n+1} 、 E_{n+2} 和 D_n 中的多数比特值，以生成第三校正代码 T_{n+1} 。其他第二后端表决器 284、287 和 289 类似操作，以分别生成第三校正代码 T_{n+3} 、 T_{n-1} 和 T_{n-3} 。通过这种方式，第二后端表决器 284、286、287 和 289 对第三温度计编码 C_{n+3} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 和 C_{n-3} 中的泡沫错误进行纠正。

[0071] 图 8 为说明通过图 7 的泡沫错误抑制器消除泡沫错误的示例过程的状态图。图 8 中上部分的实点表示来自比较器 241、242、243、244、245、246、247、248 和 249 的温度计编码。具体地，加圈点表示从前置放大信号生成的第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 。未加圈点从内插信号生成，并且包含第二和第三温度计编码 C_{n+3} 、 C_{n+2} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 、 C_{n-2} 和 C_{n-3} 。

[0072] 参照图 7 和 8，假定所有温度计编码 C_{n+4} 、 C_{n+3} 、 C_{n+2} 、 C_{n+1} 、 C_n 、 C_{n-1} 、 C_{n-2} 、 C_{n-3} 和 C_{n-4} 都具有逻辑高代码' 1 '。然而，由于前置放大器中大的偏移电压，对于一个第一温度计编码 C_n 造成了泡沫错误，从而在相邻的第二和第三温度计编码 C_{n+2} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 和 C_{n-2} 中也发生了泡沫错误。

[0073] 首先，前端表决部分 260 纠正第一温度计编码 C_{n+4} 、 C_n 和 C_{n-4} 中的泡沫错误，以生成第一校正代码 D_{n+4} 、 D_n 和 D_{n-4} ，如图 8 所示。随后，第一后端表决部分 270 纠正第二温度计编码 C_{n+2} 和 C_{n-2} 中的泡沫错误，以生成第二校正代码 E_{n+2} 和 E_{n-2} ，如图 8 所示。另外，第二后端表决部分 280 纠正第三温度计编码 C_{n+3} 、 C_{n+1} 、 C_{n-1} 和 C_{n-3} 中的泡沫错误，以生成第三校正代码 T_{n+3} 、 T_{n+1} 、 T_{n-1} 和 T_{n-3} ，如图 8 所示。结果，在图 8 中，每个最终输出代码为逻辑高' 1 '。

[0074] 图 9 为说明通过图 7 的泡沫错误抑制器消除泡沫错误的另一示例过程的状态图。参照图 9，比较器输出的温度计编码具有' 0 '序列，然后返回到' 1 '，然后到' 0 '，最终

到' 1' 序列。这样的模式说明了边界处的典型泡沫错误。

[0075] 参照图 7 和 9, 前端表决部分 260 纠正第一温度计编码 (图 9 中显示为加圈点) 中的任何泡沫错误, 如图 9 中第一级纠正所示。另外, 第一后端表决部分 270 纠正第二温度计编码中的任何泡沫错误, 如图 9 中第二级纠正所示。另外, 第二后端表决部分 280 纠正第三温度计编码中的任何泡沫错误, 如图 9 中第三级纠正所示。

[0076] 最终输出代码在连续' 0' 和连续' 1' 之间具有一个边界。以这种方式, 通过具有级联的表决部分 260、270 和 280, 有效地消除了来自内插部分 230 中内插的跨越多个比特的 (多个) 泡沫错误。

[0077] 虽然参照本发明的示例性实施例具体显示并描述了本发明, 但是本领域技术人员应该理解: 在不脱离权利要求限定的本发明的精神和范围的前提下, 可以进行形式和细节的各种修改。例如, 此处显示和描述的任意数目的元件、或者设备类型、或者状态图都只是作为例子。

[0078] 另外, 针对在模数转换器内使用的泡沫错误抑制器描述了本发明。但是, 本发明实施例的泡沫错误抑制器还可以用于其他类型的数据转换器内, 或者用于任意类型的电子设备或系统内。

[0079] 本发明只由权利要求及其等价物限定。

5

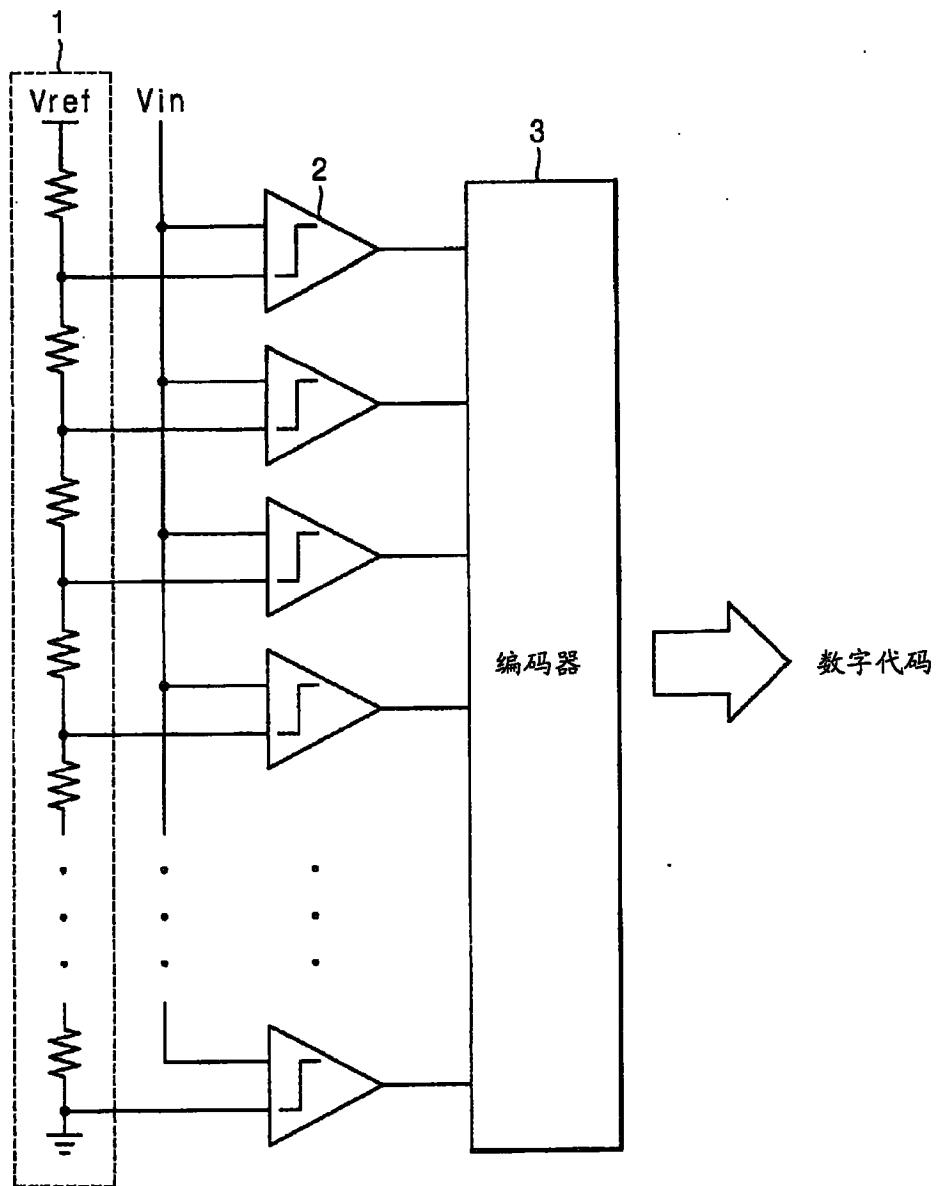


图 1

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
1	0	0	1	0
· · ·	· · ·	· · ·	· · ·	· · ·
0	1	1	0	1
1	1	1	0	1
1	0	1	1	1
1	1	1	1	1
1	1	1	1	1
例子 1	例子 2	例子 3	例子 4	例子 5 (理想情况)

图 2

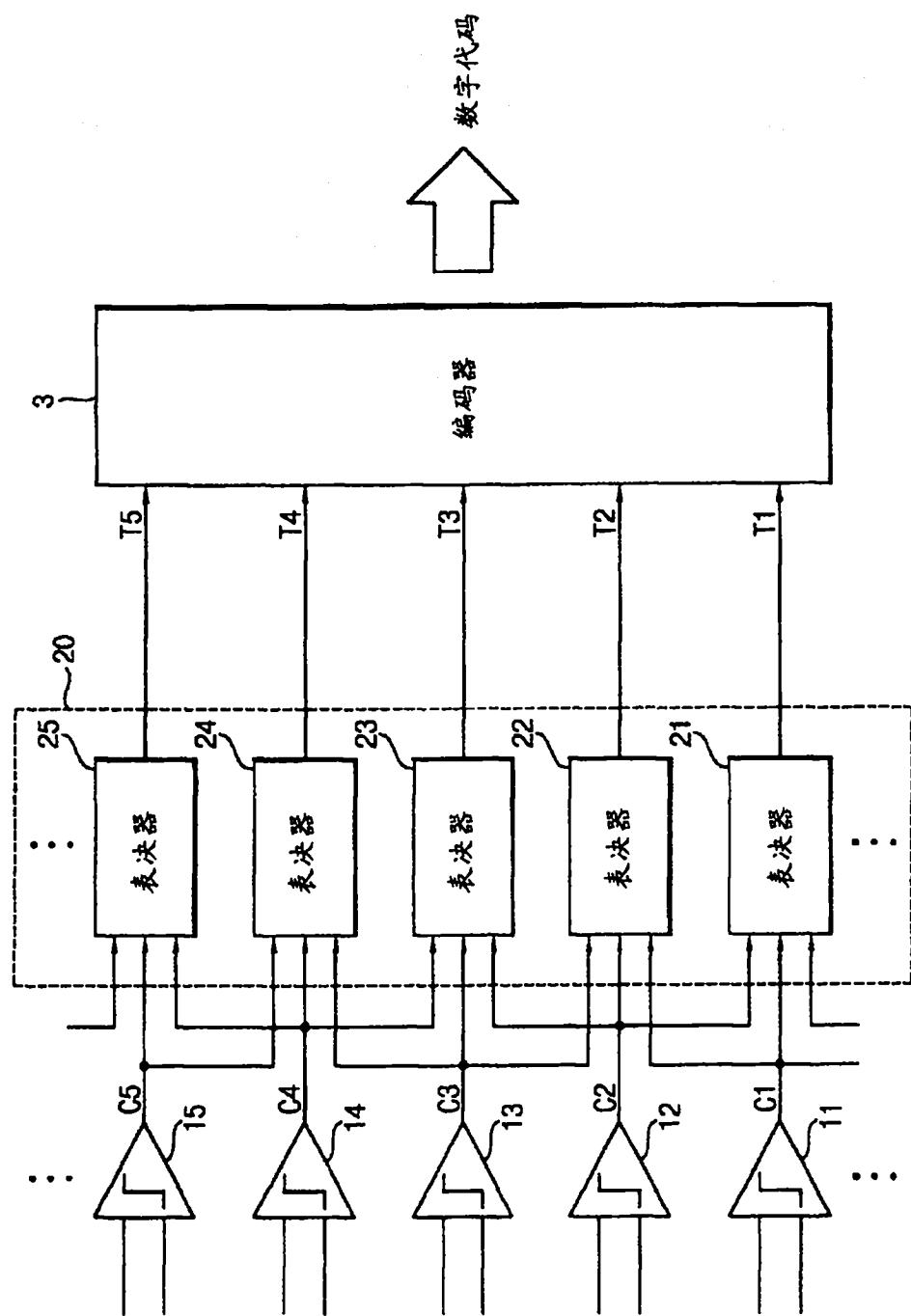


图 3

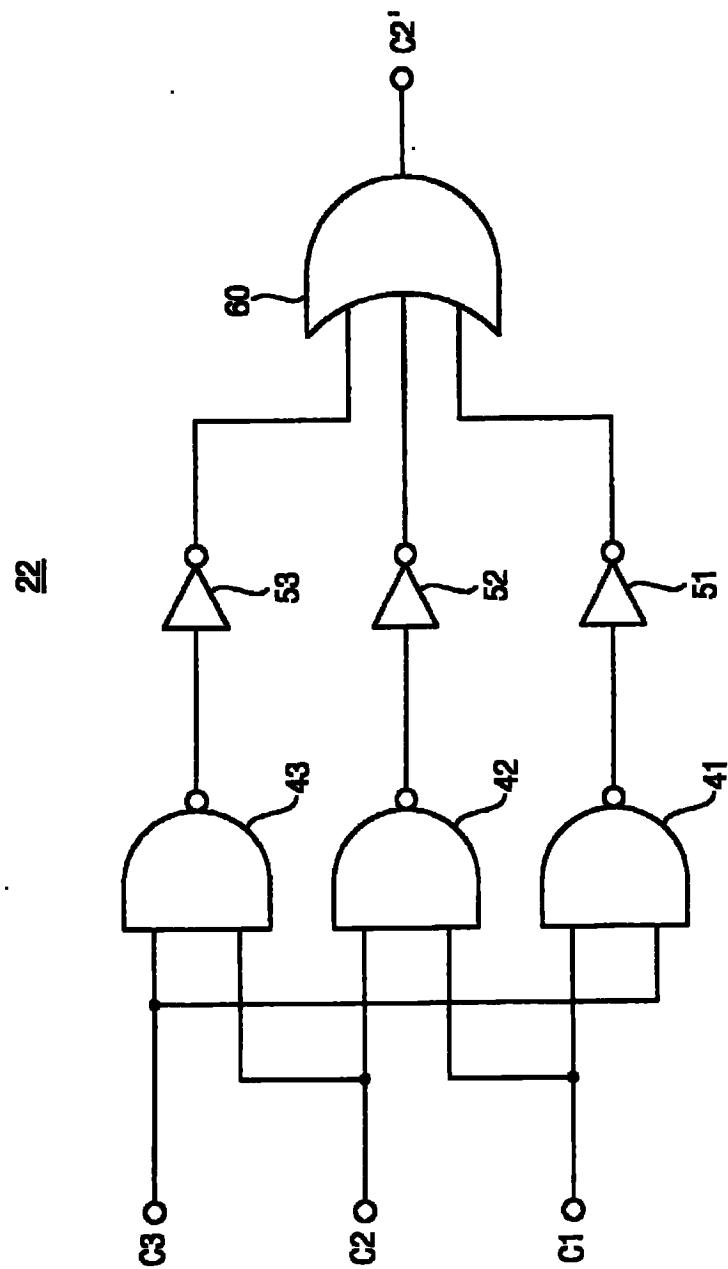


图 4

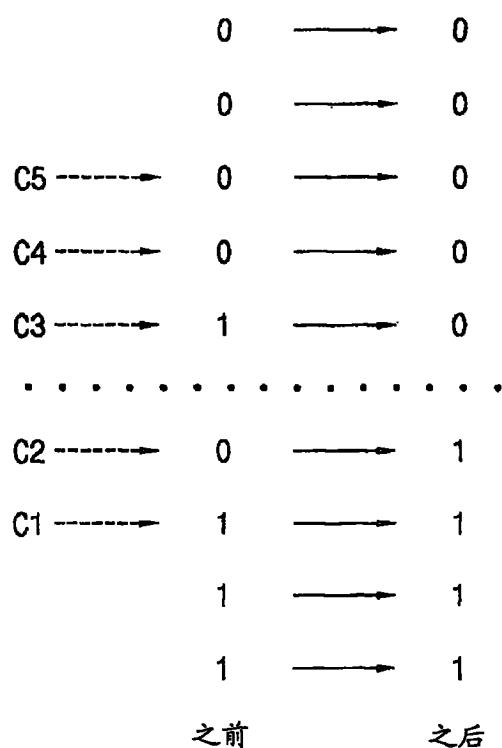


图 5

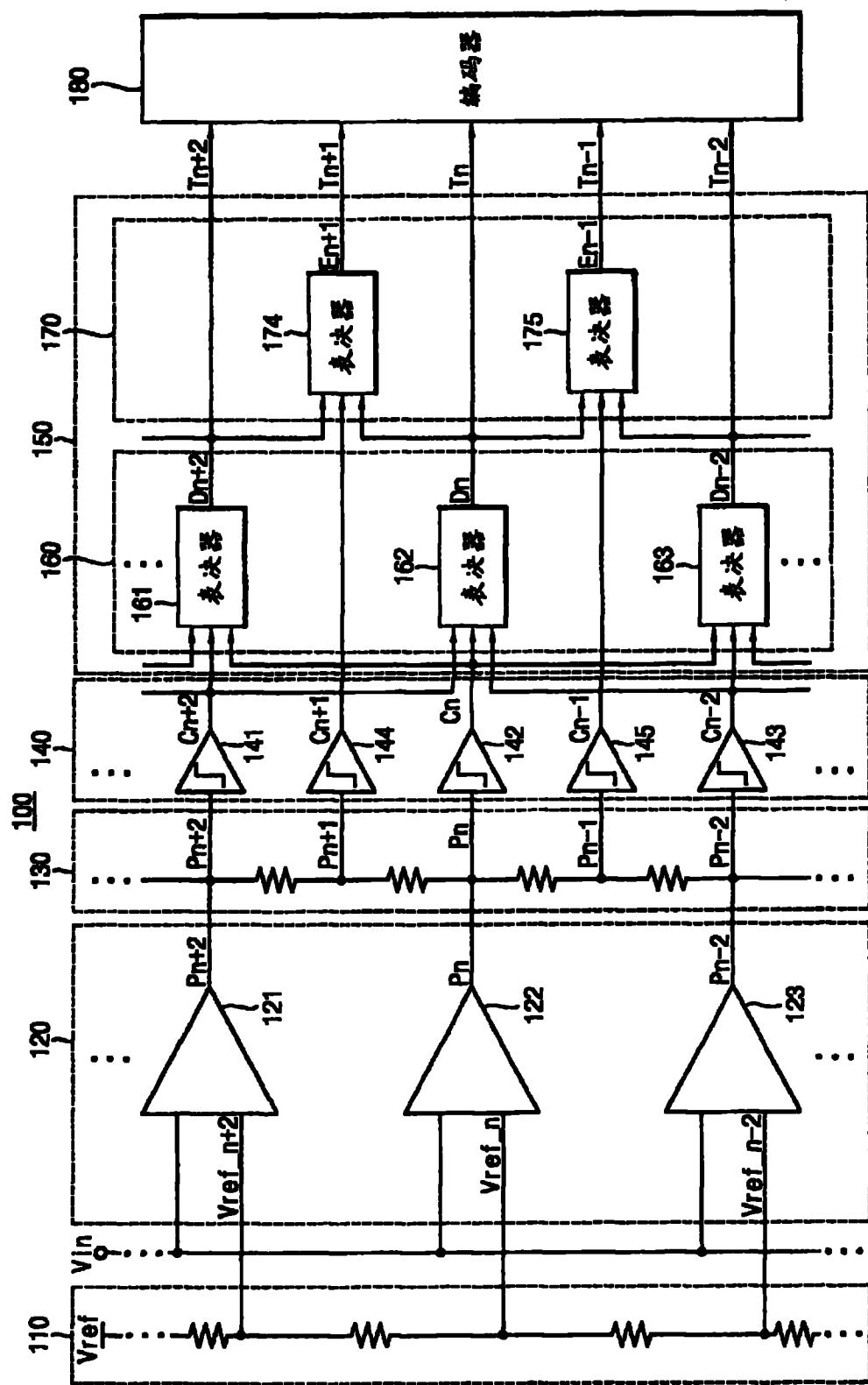


图 6

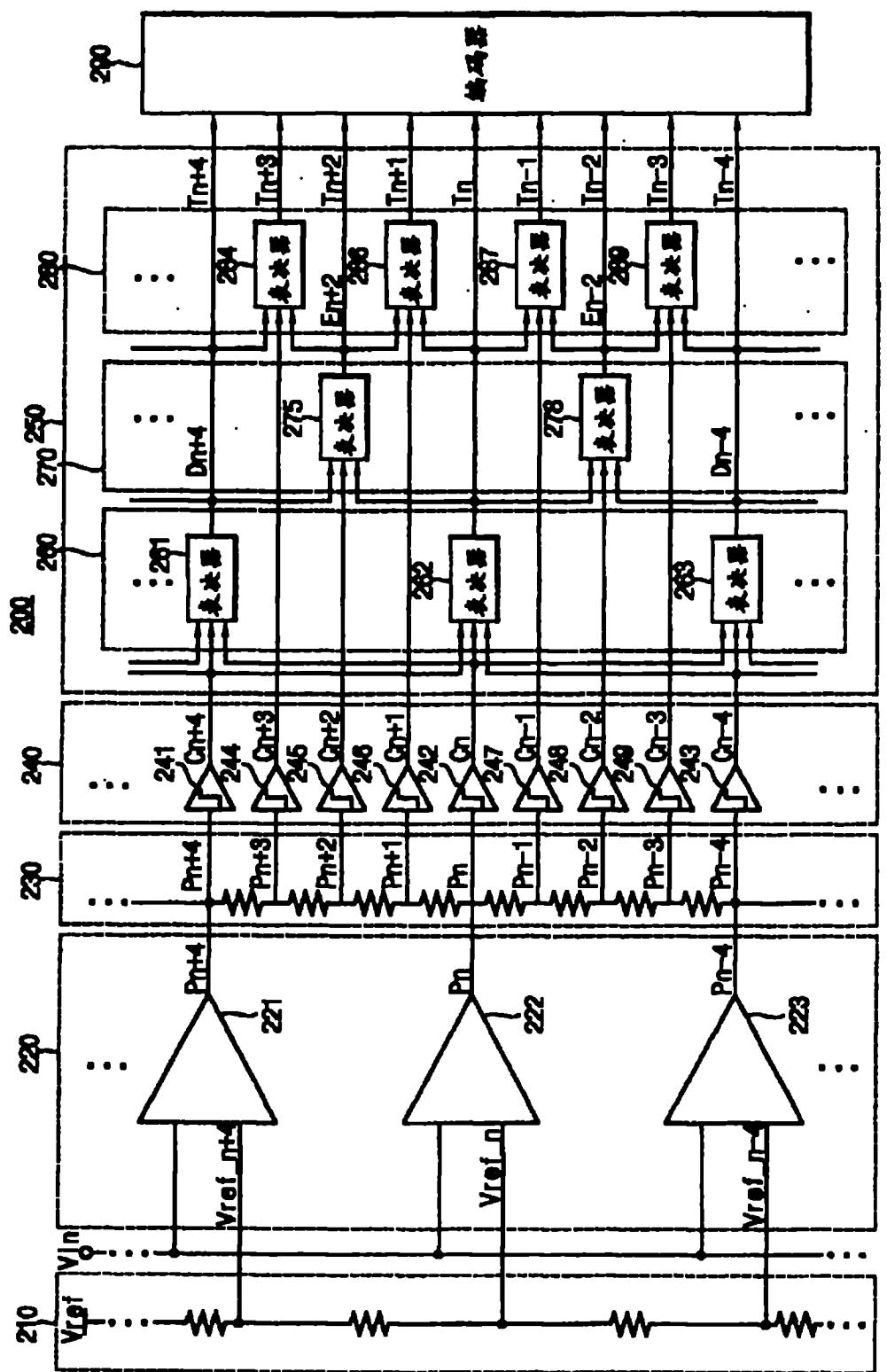


图 7

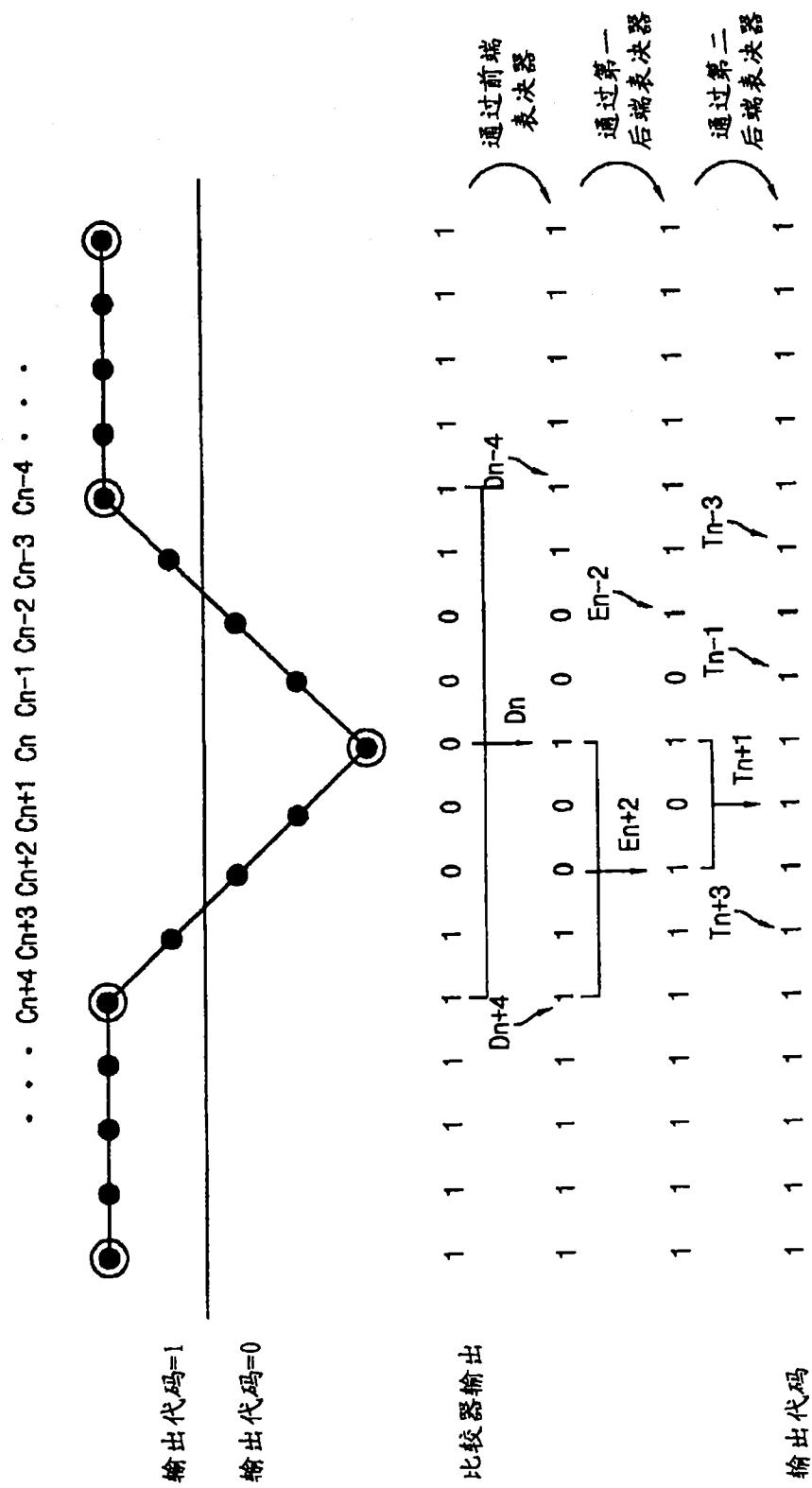


图 8

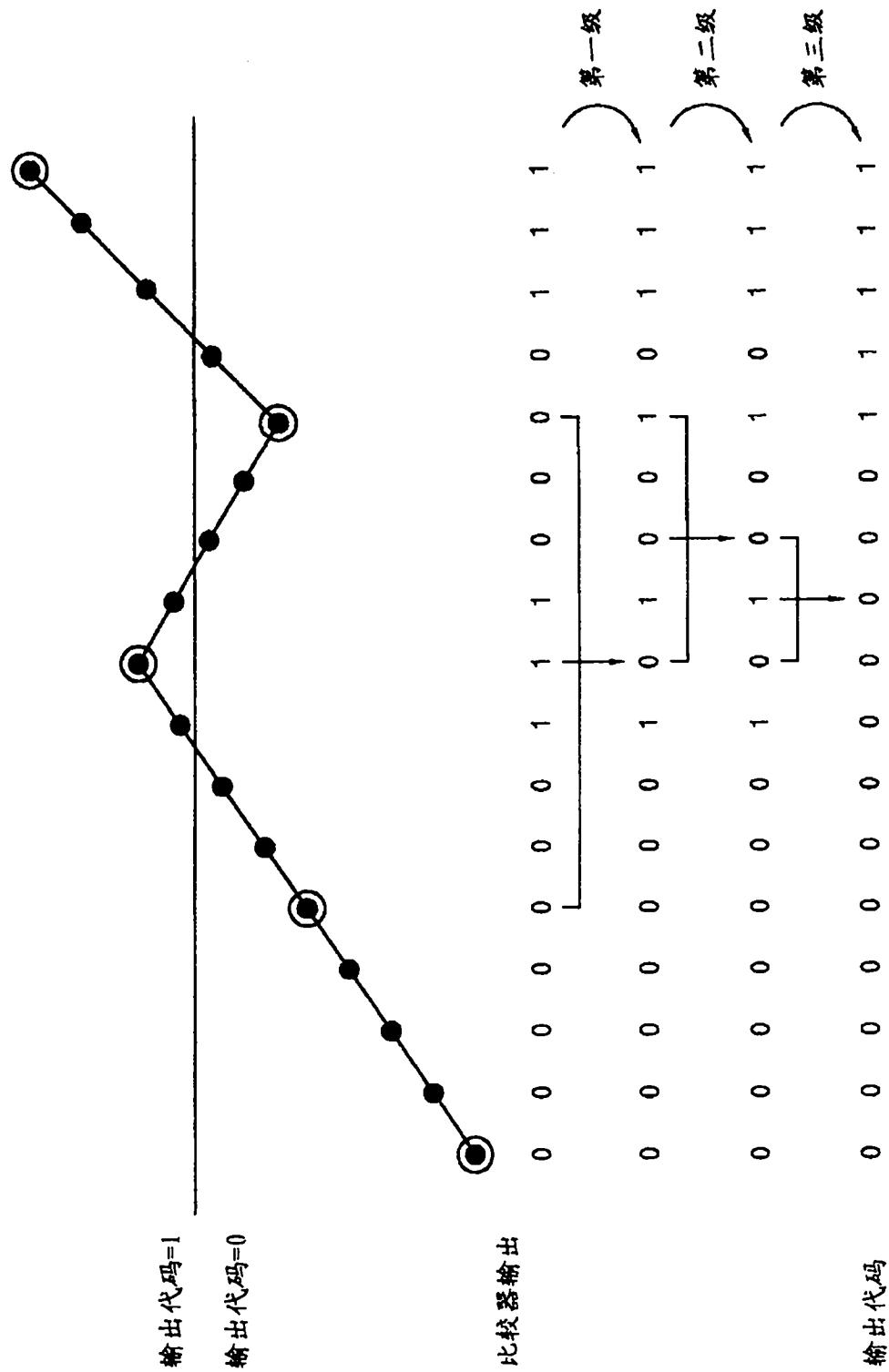


图 9