

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H03M 1/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02828954.4

[45] 授权公告日 2009年2月4日

[11] 授权公告号 CN 100459434C

[22] 申请日 2002.5.13 [21] 申请号 02828954.4

[86] 国际申请 PCT/AT2002/000144 2002.5.13

[87] 国际公布 WO2003/096539 德 2003.11.20

[85] 进入国家阶段日期 2004.11.12

[73] 专利权人 奥地利微系统股份公司

地址 奥地利下普雷姆施泰滕

[72] 发明人 赫尔穆特·蒂勒

[56] 参考文献

JP2000201075A 2000.7.18

CN1159102A 1997.9.10

CN2244738Y 1997.1.8

CN1249422A 2000.4.5

US5691722A 1997.11.25

审查员 马雅凡

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 李勇

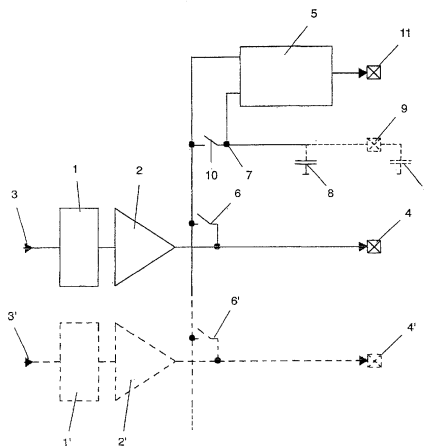
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

[54] 发明名称

具有集成测试电路的数模转换器和确定其过渡周期的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种数模转换器，包括一个集成的测试电路，该测试电路具有一个数字输入端和一个模拟输出端。提供了一个能够与模拟输出端(4)相连接的比较器(5)，所述比较器具有一个与参考电压源相连接的接点，一个数字测试接点(11)和一个逻辑元件，所述逻辑元件与测试接点(11)相连接，用于输出作为模拟输出端(4)处的电压和参考电压之间的差的函数的数字值0或1。



1. 一种数模转换器，具有集成的测试电路，所述测试电路具有一个数字输入端和一个模拟输出端，其特征在于，提供了一个可与模拟输出端（4）相连接的比较器（5），所述比较器具有一个与参考电压源连接的接点（7），一个数字测试接点（11）和一个逻辑元件，其中所述逻辑元件与测试接点（11）相连，从而使测试接点输出作为模拟输出端（4）处的电压和参考电压之间的差的函数的数字值 0 或 1。

2. 如权利要求 1 所述的数模转换器，其特征在于，所述与参考电压源连接的接点（7）通过一个开关（10）与模拟输出端（4）相连接。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的数模转换器，其特征在于，该参考电压源由一个电容器（8）构成。

4. 如权利要求 1 所述的数模转换器，其特征在于，该数模转换器（1）被设计成包括一个连续设置的运算放大器（2）的功率 DA 转换器。

5. 如权利要求 2 所述的数模转换器，其特征在于，所述数模转换器（1）和比较器（5）被集成在一个集成电路中。

6. 如权利要求 3 所述的数模转换器，其特征在于，所述数模转换器、比较器和电容器（8）被集成在一个集成电路中。

7. 用于确定数模转换器的过渡周期的方法，其特征在于包括以下步骤：

— 将一个对应于所存储的模拟目标值的数字字施加到数模转换器的输入端，

— 比较数模转换器的输出端处的模拟信号和所存储的模拟目标值，

— 当数模转换器的输出端处的模拟信号和所存储的模拟目标值

之间的差变得小于过渡容差时，产生一个可以数字方式评估的信号，

—测量向数模转换器的输入端施加数字字和产生可以数字方式评估的信号之间的时间。

具有集成测试电路的数模转换器和确定其过渡周期的方法

技术领域

本发明涉及一种具有集成测试电路的数模转换器，该测试电路具有一个数字输入端和一个模拟输出端。

背景技术

数模转换器(DAC)用于将数字输入编码转换为相应的模拟输出电压。本申请的技术领域是要求高精度和高分辨率转换的数字系统。

在大多数常规的DAC中，数字输入编码被输入至一个模拟开关矩阵，该矩阵通过一个阻性网络产生二进制的分级部分电流。在一个求和单元中，所述部分电流被相加到一起，并可选地被放大，从而在输出端得到一个正比于所施加的输入编码的电压。因此，基本上以具有功率输出还是电压输出来区分数模转换器。

DAC需要大量的结构元件。这些元件的电阻值必须相互间精确匹配，因为漂移特性要尽可能的一致。寄生电容和模拟开关的切换延迟会产生很高的瞬态电压峰值。由于具有低阻抗功率输出和可选地具有与输入编码有关的输出电阻的DAC几乎不能使用，因此使用了输出放大器。然而，这将出现新的误差源，例如偏置电压、过冲倾向、很高的脉冲延迟时间。

关于数模转换器，基本分为静态和动态特性。一个重要的动态特性是过渡周期，表示数字Z从V最大移位到Z后，直到输出信号达到精确度例如为 $1/2$ LSB(最低有效位)的稳态值最多需要花费的时间。只有当数模转换器的分辨率具有一定的精确度时，模拟信号才可用。 $1/2$ LSB表示具有同样的时间常数的DAC将在更高的分辨率下更慢地增进至 $1/2$ LSB。

很多情况下都需要具有短过渡周期的数模转换器。过去，很多DA转换器主要产生功率，该功率根据需要可通过使用一个“片外”电阻转换为电压。这些DA转换器的过渡周期由该片外电阻和各个连接

上的负载电容来决定。

发明内容

目前,能够通过一个连续排列的运算放大器将电流转换为电压的电压 DAC 的应用范围不断扩大。在这种情况下,运算放大器的过渡周期被加到 DA 转换器本身的过渡周期上,运算放大器的过渡周期在大多数情况下明显大于 DA 转换器由于控制环路所引起的过渡周期。这种类型的转换器能够大大减少功率损耗,但是要求在生产过程中在任何情况下检测过渡周期。然而如果要实现具有几十纳秒级的转换器,这将出现问题。因此,本发明的目的就是要提供一种数模转换器,其包括一个集成的测试电路,即使要观察最大能允许的几纳秒的过渡周期,也可用来可靠地测量 DAC 的过渡周期。该集成测试电路即使在一个单元中实现多个 DAC (16 个或更多个)的情况下也能够测量过渡周期。

为了实现这个目标,本发明主要提供了一个可以与模拟输出端相连接的比较器,它具有一个与参考电压源的接点、一个数字测试接点以及一个逻辑元件,其中所述逻辑元件被连接到测试接点,从而使测试接点输出作为模拟输出电压和参考电压之间的差的函数的数字值 0 或 1。由于数模转换器的模拟输出端现在能够被连接到一个比较器,使得将 DAC 所提供的模拟电压和一个适当的参考值进行比较变得可能。因此根据本发明,该比较器包括一个与参考电压源的接点,其中还提供了一个数字测试接点和一个逻辑元件,所述逻辑元件与该测试接点相连接,用以输出作为模拟输出电压和参考电压之间的差的函数的数字值 0 或 1。比较器的逻辑元件此时以以下方式与测试接点值协同工作:如果由比较器所确定的模拟输出电压与参考电压之间的差变得小于过渡容差(例如 $1/2$ LSB),则改变该测试接点的切换状态。由于该参考电压源对应于施加到 DAC 的输入端的数字字的模拟目标值,因此该 DAC 的过渡周期可借助于一个仅以数字方式工作的外部测试设备通过简单的方式来确定。这样,将数字字施加到数模转换器的输入端的时刻和数字测试接点处窗口比较器显示稳定的一致结果的时刻之间的时间可由外部测试设备来测量。这样测试设备只需根据数

字模式测试（是/否）来工作，可以以一种非常简单的方式由通用的数字测试系统实现。因此，对于本发明重要的是比较器包括一个数字测试接点，这样即使几纳秒级的过渡周期也可由测试设备的数字工作模式来检测。

在一个优选实施方式中，参考电压源的连接点通过一个开关被连接至模拟输出端。以这种方式，参考电压源的接点被直接连接至对应于数字测试字的模拟值，这样，例如根据本发明的一个优选的进一步改进，如果参考电压源由一个电容器组成，则可以立即得到期望的参考电压并将其存储在电容器中。如果开关是打开的，则比较器可立即得到各个参考电压。如上所述，该数模转换器可被设计为包括一个连续设置的运算放大器的功率 DA 转换器。如将该数模转换器、比较器和可选的电容器设计在一个集成电路中，则这种结构将具有特别的优点。该集成的测试电路从而能够被设计为一种片上结构，并集成在一个集成电路中。这可以大大减小体积，该数模转换器的过渡周期也可以以一种简单的方式在外部通过数字测试接点进行测试。

如上所述，参考电压源，例如电容器，可被设置在芯片上，这样可在集成电路内立即得到参考电压而无需从外部提供。在电容器中存储 DAC 输出电压并以此产生参考电压的优点在于，参考电压实际上在生成 DAC 输出电压时不会产生误差。如在一个单元内集成了大量的 DAC，测试单元（窗口比较器加 VREF 存储电容）可继续用于测试所有的 DAC。

本发明还涉及一种确定数模转换器的过渡周期的方法，其特征在于包括以下步骤：

—将一个对应于所存储的模拟目标值的数字字施加到数模转换器的输入端，

—比较数模转换器的输出端处的模拟信号和所存储的模拟目标值，

—当数模转换器的输出端处的模拟信号和所存储的模拟目标值之间的差变得小于过渡容差（如 1LSB）时，产生一个可以数字方式评估的信号，

—测量向数模转换器的输入端施加数字字和产生可以数字方式评估的信号之间的时间。

因此，首先将一个数字字施加到数模转换器的输入端，该数字字对应于一个模拟目标值。如上所述，例如可以通过在 DAC 的输出端用该模拟电压为一个电容器充电来实现该模拟目标值的存储。DAC 电压值的过渡周期然后可以在先前存储的模拟目标值处获得，借此当模拟信号和所存储的模拟目标值间的差变得小于过渡容差时，将产生一个数字信号。最简单的情况下，该数字评估信号由数字测试接点的状态 0 和 1 组成。根据本发明，过渡周期的测试属性是仅通过数字方式实现的，过渡周期对应于将输入数字字施加到数模转换器的输入端与产生可以数字方式评估的信号之间的时间。

附图说明

下面，本发明将通过附图中以示意图的方式示出的数模转换器的示例性实施例进行详细描述。其中，图 1 是包括一个集成的测试电路的数模转换器的方框图，图 2 示出了各个连接状态。

具体实施方式

图 1 示出了一个包括一个连续设置的运算放大器 2 的数模转换器 1。数模转换器 1 的数字输入端用 3 表示。数模转换器的模拟输出端用 4 表示，比较器 5 通过一个开关 6 与输出端 4 连接。比较器 5 包括一个与设置在芯片上的电容器 8 的接点 7。该接点 7 可通过一个如图中虚线所示的接点 9 与一个外部电容器 8' 连接。另外，提供了一个开关 10，通过所述开关电容 8 和 8' 可分别与数模转换器的模拟输出端 4 连接。比较器 5 的数字测试接点用 11 表示。如图中虚线所示，还可以提供另外的转换器级 1' 和 2'，这些转换器级可通过开关 6' 连接至比较器 5 和整个测试电路。

为了测量数模转换器的过渡周期，将按照以下方式进行操作：首先，对应于一个模拟目标电压的一个数字字被施加到数模转换器以进行测试。存储 DAC 输出的目标电压为一个参考电压，开关 6 和 10 闭

合,所述的电压从而存储在电容器8中,于是开关10打开。各个开关状态在图2中详细示出。施加到数字接点3的数字编码示于区域12,模拟输出端4的电压示于区域13,开关10的状态示于区域14,数字测试接点11的状态示于区域15。在测试阶段的第一时间段16,电容器8如上所述被参考电压充电,由此开关10如步骤17所示被打开。这使得参考电压保持存储在电容器8中。在接下来的时间范围18中,另一个数字编码被施加到数字接点3,这样接点4处的电压也将改变。这使得测试接点11执行另一开关状态,因为存储在电容器8中的电压和模拟输出端4处的电压之间的差大于过渡容差。该测试过程最好在时刻19开始。最初的数字目标编码被再次施加到数模转换器1的数字接点3,由此DAC1的初始电压经过一段特定的时间周期后增大至模拟目标电压,其特征在于边沿20。各个过渡周期用21表示。在过渡周期期间,比较器5比较存储在电容器8中的参考电压和模拟输出端4处的电压之间的差,一旦这个差小于过渡容差,数字测试接点11的切换状态就如图中的步骤22所示进行变化。这使得外部测试设备能够识别输出端4处的电压已经达到了目标电压值,过渡过程已经结束。

总之,该数模转换器配置有一个测试电路,它能够以一种简单的方式完成过渡周期的数字式测量,从而还对几纳秒级范围内的过渡周期进行可靠测量。整个测试电路设置在一个芯片上,因此对于生产过程中为了立即去除那些不适应所需的过渡周期值的DA转换器的生产线而进行可靠的测量是可行的。

图1

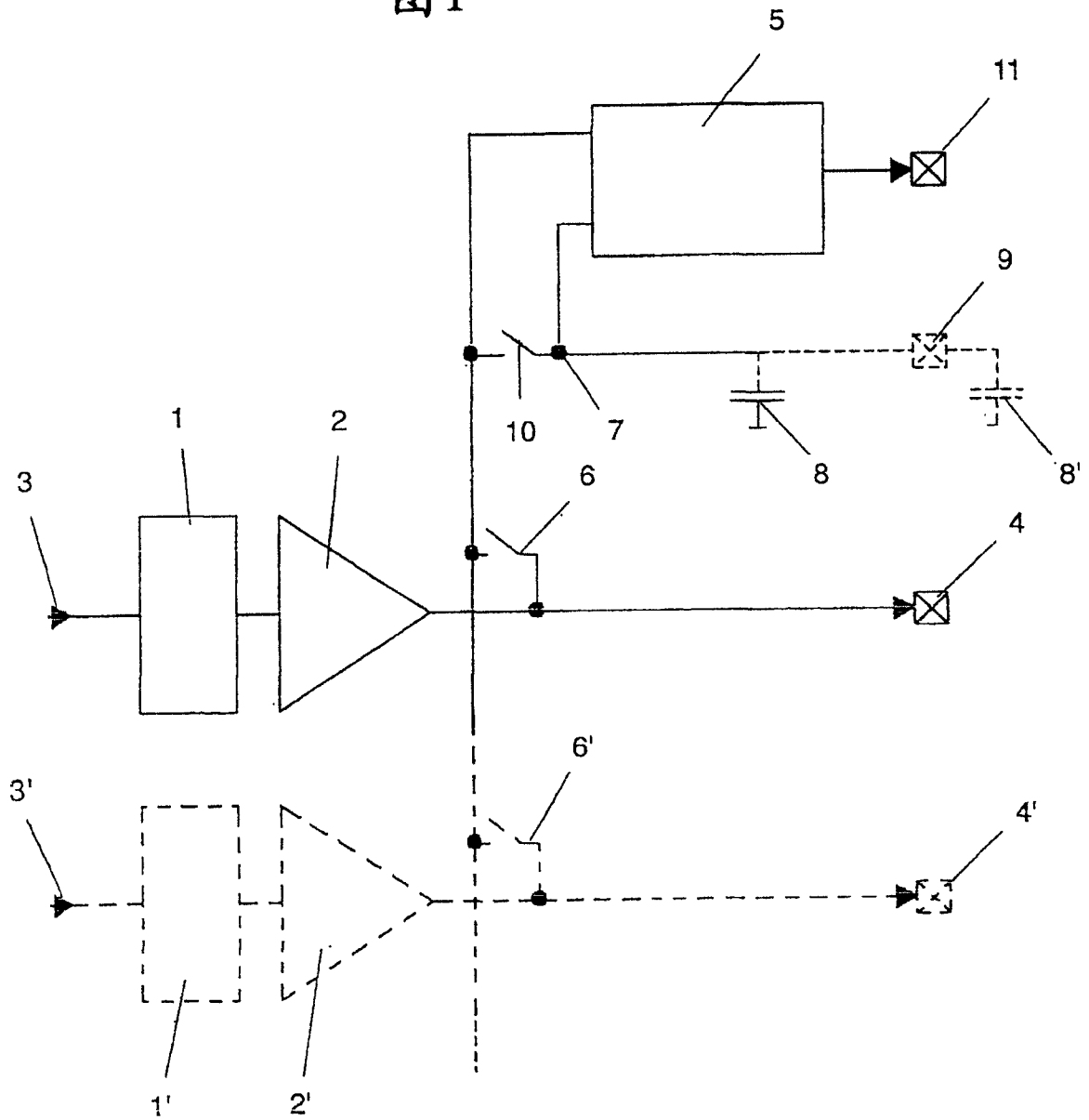


图2

