

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2024 年 7 月 4 日 (04.07.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/139108 A1

(51) 国际专利分类号:

H03M 1/00 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2023/102897

(22) 国际申请日:

2023 年 6 月 27 日 (27.06.2023)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202211735587.1 2022年12月31日 (31.12.2022) CN

(71) 申请人: 深圳市中兴微电子技术有限公司 (**SANECHIPS TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽街道留仙大道中兴工业园, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 郭安强 (**GUO, Anqiang**); 中国广东省深圳市南山区西丽街道留仙大道中兴工业园, Guangdong 518055 (CN)。蔡任桓 (**CAI, Renhuan**); 中国广东省深圳市南山区西丽街道留仙大道中兴工业园, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京康信知识产权代理有限公司 (**KANGXIN PARTNERS, P.C.**); 中国北京市海淀区知春路甲 48 号盈都大厦 A 座 16 层, Beijing 100098 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,

CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) **Title:** ANALOG-TO-DIGITAL CONVERSION DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 模数转换装置及方法

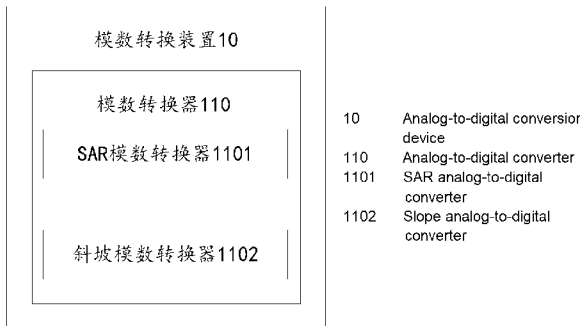


图 1

(57) **Abstract:** Embodiments of the present disclosure provide an analog-to-digital conversion device and method. The analog-to-digital conversion device comprises: an analog-to-digital converter, wherein the analog-to-digital converter comprises N successive approximation register (SAR) analog-to-digital converters and M slope analog-to-digital converters, N is a positive integer greater than or equal to 1, and M is a positive integer greater than 1; and the output ends of the N SAR analog-to-digital converters are connected to the input ends of the M slope analog-to-digital converters.

(57) 摘要: 本公开实施例提供了一种模数转换装置及方法, 模数转换装置包括: 模数转换器, 其中, 模数转换器包括N个逐次逼近型SAR模数转换器、M个斜坡模数转换器, 其中, N为大于或者等于1的正整数, M为大于1的正整数; N个SAR模数转换器的输出端与M个斜坡模数转换器的输入端连接。

WO 2024/139108 A1

模数转换装置及方法

相关申请的交叉引用

本公开基于 2022 年 12 月 31 日提交的发明名称为“模数转换装置及方法”的中国专利申请 CN202211735587.1，并且要求该专利申请的优先权，通过引用将其所公开的内容全部并入本公开。

技术领域

本公开实施例涉及通信领域，具体而言，涉及一种模数转换装置及方法。

背景技术

逐次逼近型 (successive approximation register, SAR) 模数转换器 (analog-digital converter, ADC)、斜坡型 (Slope) 模数转换器、流水线型 (Pipeline) 模数转换器均是现有技术，属于专业领域文献公开的技术架构，其中 SAR ADC 转换速率与量化位数负相关，即同等情况下量化精度越高转换速率越慢，而且单位电容器件的工艺制造固有匹配程度难以满足高精度的要求；Slope ADC 的转换速率与量化位数也是负相关，同等情况下，量化精度增加，转换时间更长，以二进制为例，量化位数每提高 1bit，转换时间多 1 倍；Pipeline ADC 将若干级子 ADC 以流水线形式逐级并行，电路复杂度高，级间增益放大功耗占比大，多级级间增益校准复杂。

目前公开技术的常规做法，有针对 SAR ADC 的能效优化和校准技术，有针对 Slope ADC 交织的技术，有针对性 Pipeline ADC 速度优化的技术，其中 SAR ADC 和 Slope ADC 由于速度与精度的折中，难以达到高速高精度模数转换，Pipeline ADC 虽然具有速度优势，但是转换精度与流水线级数需要折中，高精度往往意味着高复杂度和大功耗。

发明内容

本公开实施例提供了一种模数转换装置及方法，以至少解决相关技术中无法达到高速高精度模数转换，模数转换功耗过大的问题。

根据本公开的一个实施例，提供了一种模数转换装置，包括：模数转换器，其中，所述模数转换器包括 N 个逐次逼近型 SAR 模数转换器、M 个斜坡模数转换器，其中，N 为大于或者等于 1 的正整数，M 为大于 1 的正整数；所述 N 个 SAR 模数转换器的输出端与所述 M 个斜坡模数转换器的输入端连接。

根据本公开的另一个实施例，提供了一种模数转换方法，采用上述模数转换装置实现，包括：所述 SAR 模数转换器采集模拟电压信号，并根据时序信息对所述模拟电压信号进行逐次逼近模数转换；根据完成逐次逼近模数转换信号与所述模拟电压信号，获得所述 SAR 模数转换器的量化残差，并获得第一量化输出信号；所述量化残差经过所述级间增益模块进入所述斜坡模数转换器，所述斜坡模数转换器根据所述时序信息对所述量化残差进行比较处理，获得第二量化输出信号；对齐编码模块根据所述时序信息将所述第一量化输出信号和所述第二量化输出信号对齐，并根据级间增益关系对所述第一量化输出信号和所述第二量化输出信

号进行编码输出。

附图说明

- 图 1 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图；
图 2 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图
图 3 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图；
图 4 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图；
图 5 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图；
图 6 是根据本公开实施例的模数转换方法的流程图；
图 7 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的结构原理图；
图 8 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的时序举例示意图；
图 9 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的结构原理图；
图 10 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的时序举例示意图；
图 11 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的结构原理图；
图 12 是根据本公开的场景区实施例的模数转换装置的时序举例示意图。

具体实施方式

下文中将参考附图并结合实施例来详细说明本公开的实施例。

需要说明的是，本公开实施例的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。

本公开实施例提供了一种模数转换装置，图 1 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图，如图 1 所示，模数转换装置 10 包括：模数转换器 110，其中，模数转换器 110 包括 N 个逐次逼近型 SAR 模数转换器 1101、 M 个斜坡模数转换器 1102，其中， N 为大于或者等于 1 的正整数， M 为大于 1 的正整数； N 个 SAR 模数转换器 1101 的输出端与 M 个斜坡模数转换器 1102 的输入端连接。

在一个示例性实施例中，图 2 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图，如图 2 所示，模数转换器 110 还包括：级间增益模块 2101， N 个 SAR 模数转换器 1101 的输出端连接至级间增益模块 2101 的输入端，级间增益模块 2101 的输出端连接至 M 个斜坡模数转换器 1102 的输入端。

在一个示例性实施例中， N 等于 1， M 大于 1，一个所述 SAR 模数转换器的输出端连接级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端分别连接 M 个所述斜坡模数转换器的输入端。

在一个示例性实施例中， N 大于 1， M 大于 1，且 M 是 N 的 k 倍， k 为大于 1 的整数，其中 N 个 SAR 模数转换器中的每个 SAR 模数转换器连接至一级间增益模块的输入端，该级间增益模块的输出端连接至 M 个斜坡模数转换器中对应的 k 个斜坡模数转换器的输入端，形成一个第一采样通道，从而形成 N 个并联的所述第一采样通道。

在一个示例性实施例中， N 大于 1， M 大于 1，且 N 等于 M ， N 个所述 SAR 模数转换器中的每个所述 SAR 模数转换器的输出端分别连接所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端分别连接至 M 个所述斜坡模数转换器中的每个所述斜坡模数转换器的输入端，使得每个所述 SAR 模数转换器与一个对应的 SAR 模数转换器形成一个第二采样通道，以形成 N 个

并联的所述第二采样通道。

在一个示例性实施例中， N 大于 1， M 大于 1， N 个所述 SAR 模数转换器的输出端逐一连接所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端逐一对应连接 M 个所述斜坡模数转换器的输入端，以形成一个第三采样通道。

在本公开的上述实施例中，上述 N 个并联的第一采样通道在工作时，按照系统设置或者工作人员设置的时序信息进行工作，具体情况可以是在同一时序即同一时刻，有多个第一采样通道工作，也可以是在同一时刻，有一个第一采样通道工作，同理在下一时刻也可以有一个或者多个第一采样通道工作，或者 N 个第一采样通道都是工作状态，需要根据实际情况进行设定，这里不做具体限制。同理，上述实施例中的 N 个并联的第二采样通道的工作方式与 N 个并联的第一采样通道的工作方式是相同的，都需要结合实际情况，按照系统设置或者工作人员设置的时序信息进行工作，这里不再赘述。同理第三采样通道的个数也可以有多个，工作方式如上不再赘述。

在一个示例性实施例中，图 3 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图，如图 3 所示，模数转换装置 30 包括：模数转换器 310，其中，模数转换器 310 除了包括模数转换器 110 中的各部件之外，还包括：多个第一模数转换器 3101，其中，第一模数转换器 3101 用于获取量化残差；多个第一模数转换器 3101、 N 个 SAR 模数转换器 1101、级间增益模块 2101、 M 个斜坡模数转换器 1102 依次连接；或者， N 个 SAR 模数转换器 1101、多个第一模数转换器 3101、级间增益模块 2101、 M 个斜坡模数转换器 1102 依次连接。

在一个示例性实施例中，图 4 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图，如图 4 所示，模数转换装置 40 除了包括图 2 中的各部件之外，还包括：时序控制模块 410，设置为向模数转换装置 40 提供时序信息；对齐编码模块 420，设置为根据时序信息，对 SAR 模数转换器 1101 输出的第一量化输出信号和斜坡模数转换器 1102 输出的第二量化输出信号，进行时序对齐并编码输出。

在一个示例性实施例中，图 5 是根据本公开实施例的模数转换装置的结构框图，如图 5 所示，模数转换装置 50 除了包括图 4 中的各部件之外，还包括：参考电平模块 510，设置为向模数转换装置 50 提供参考电平；电源模块 520，设置为向模数转换装置 50 提供电源。

通过上述本公开实施例，提供了一种模数转换装置，包括：模数转换器，其中，模数转换器包括 N 个逐次逼近型 SAR 模数转换器、 M 个斜坡模数转换器，其中， N 为大于或者等于 1 的正整数， M 为大于 1 的正整数； N 个 SAR 模数转换器的输出端与 M 个斜坡模数转换器的输入端连接。解决了相关技术中无法达到高速高精度模数转换，模数转换功耗过大的问题，达到了高速高精度模数转换，且保持低功耗的效果。

在本公开实施例中，还提供了一种模数转换方法，采用上述实施例中的模数转换装置实现，图 6 是根据本公开实施例的模数转换方法的流程图，如图 6 所示，该流程包括：

步骤 S602，SAR 模数转换器采集模拟电压信号，并根据时序信息对模拟电压信号进行逐次逼近模数转换；

步骤 S604，根据完成逐次逼近模数转换信号与模拟电压信号，获得 SAR 模数转换器的量化残差，并获得第一量化输出信号；

步骤 S606，量化残差经过级间增益模块进入斜坡模数转换器，斜坡模数转换器根据时序信息对量化残差进行比较处理，获得第二量化输出信号；

步骤 S608, 对齐编码模块根据时序信息将第一量化输出信号和第二量化输出信号对齐, 并根据级间增益关系对第一量化输出信号和第二量化输出信号进行编码输出。

在一个示例性实施例中, 斜坡模数转换器根据时序信息对量化残差进行比较处理, 获得第二量化输出信号, 包括: 斜坡模数转换器根据时序信息, 将量化残差与预设的斜坡信号进行比较处理, 获得第二量化输出信号。

为了使得本领域的技术人员更好地理解本公开实施例的技术方案, 下面结合具体的场景实施例进行阐述。

场景实施例一

在本公开的场景实施例中, 吸取了 SAR ADC、Slope ADC、Pipeline ADC 的优点, 形成了一类新的模数转换器架构。将 SAR ADC 和 Slope ADC 级联, 前级为 SAR ADC, 发挥其高速和低功耗的优势, 且能通过逐次逼近得到量化后的残差, 后级为 Slope ADC, 发挥其结构简单的优势, 两级之间有可选的级间放大模块, 用以设置特定的级间增益来缩放前级残差。

在实际实施过程中, 有如下组合实施方案:

1. 后级可以采用若干个 (L 组) Slope ADC 时间交织工作, 对应前级单个 SAR ADC。
2. SAR ADC 和 Slope ADC 构成的级联结构, 作为一个通道, 可以拓展到若干通道 (K 组) 时间交织工作。
3. 若干组 (C 组) 的 SAR ADC 也可以组成一类前级, 与若干组 (L 组) 的 Slope ADC 形成级联, 并进行时间交织工作。

其中, L、K、C 均为正整数。

在本公开的场景实施例中, 时间交织工作的含义是模数转换器按照系统设置或者工作人员设置的时序信息进行工作, 具体情况可以包含不同的模数转换器可以在同一时序即同一时刻进行工作, 也可以根据实际需要, 在同一时刻只有一个模数转换器工作, 下一时刻有另外一个模数转换器工作。同理, 对于下一时刻也可以有多个模数转换器同时工作。

根据应用需求, 可以灵活选用以上结构, 以高能效的形式实现中 (~100MS/s)/高 (~1GS/s)/超高速 (>10GS/s)、中 (8~10bit)/高精度 (10~14bit) 模数转换器, 克服精度、速度、复杂度的制约难度。

在具体实施过程中, 本公开实施例提供如下具体实施方案, 但需要注意的是, 所述的如下具体实施方案仅作举例说明, 具体的数量关系不做限制。

(1) 前级单个 SAR ADC, 后级采用若干个 (L 组) Slope ADC 时间交织工作, 前后级形成级联。

(2) 将单个 SAR ADC 和单个 Slope ADC 级联, 前级为 SAR ADC, 后级为 Slope ADC, 级间放大模块可选, 以其作为一个通道, 拓展到若干通道 (K 组) 时间交织工作。

(3) 前级由若干组 (C 组) SAR ADC 组成, 后级由若干组 (L 组) Slope ADC 组成, 前后级形成级联, 并进行时间交织工作。

(4) 在 (1) 的基础上, 以其作为一个通道, 拓展到若干通道 (K 组) 时间交织工作。

本公开的场景实施例可能的可替代可拓展的技术方案有:

(5) SAR-Slope ADC 两级结构拓展成 sar (若干级 SAR ADC) -Slope (1 级 Slope ADC)、x (若干级其他可获得残差的 ADC) -SAR (若干级 SAR ADC) -Slope (1 级 Slope ADC)、SAR (若干级 SAR ADC) -x (若干级其他可获得残差的 ADC) -Slope (1 级 Slope ADC)。

(6) 以上所有单通道形式的级联结构, 均可拓展到若干通道时间交织工作形式。

在本公开的场景实施例中, 模数转换装置前级的 SAR ADC, 可选的级间增益模块(buffer), 后级 Slope ADC, 编码器(encoder), 以及 ADC 的常见辅助外设(时钟、参考电平、电源等), 其中前级和后级的参考电平可以关联也可以不关联, 前级和后级可以共用一套时钟也可以不共用, 电源亦可共用或者不共用。

本公开的场景实施例的技术原理如下:

第一阶段: 前级 N-bit SAR ADC 采样到模拟电压信号后, 保持该信号, 在时钟(clock_SAR)控制下进行 N-bit 精度的逐次逼近模数转换, 转换完后利用 SAR ADC 内的数模转换器与原始采样信号相减, 得到 SAR ADC 的量化残差, 获得 SAR ADC 的量化输出 (N-bit 有效数字码);

第二阶段: SAR ADC 得到残差之后, 将残差采样(经过可选的级间增益模块)到后级 M-bit slope ADC 上, 保持该信号, 在时钟(clock_slope)控制下与指定的斜坡信号进行比较判决, 获得 slope ADC 的量化输出 (M-bit 有效数字码), 此过程与第一阶段可以串行也可以并行;

第三阶段: 将前级 N-bit 有效数字码和后级 M-bit 有效数字码根据级间增益的关系, 对齐时序, 编码输出;

第四阶段: 若涉及时间交织工作, 根据时序关系, 对齐前级 N-bit 有效数字码和后级 M-bit 有效数字码, 根据级间增益的关系, 编码输出, 若未进行时间交织, 则无此阶段。

场景实施例二

本场景实施例对应场景实施例一中的具体方案(1)。图 7 是根据本公开的场景实施例的模数转换装置的结构原理图, 如图 7 所示, 推荐配置: 前级 sar 与后级 slope 的量化精度 $N \approx M$; 适合高速高精度应用场景 ($8 \sim 14\text{bit}$, $\sim 1\text{GS/s}$)。

以 $L=4$ 为例, 如图 8 所示, clk (sar) 信号中, 低电平表示 sar ADC 采样阶段, 高电平表示 sar ADC 量化和残差采样到 slope ADC 阶段; 在 Process (sar) 信号中, Q 表示 sar ADC 的量化阶段, R 表示 sar ADC 的残差保持和 slope ADC 采样阶段, S 表示 sar ADC 的采样阶段; 在 Process (slope1) 信号中, Q 表示第一条 slope ADC 的量化阶段, 也是 clk (slope1) 信号的高电平阶段, S 表示第一条 slope ADC 的采样阶段, 也是 clk (slope1) 信号的低电平阶段; 以此类推, Process (slope L) 信号和 clk (slope L) 分别对应第 L 条 slope ADC, S 表示采样阶段, Q 表示量化阶段。时间协调要求单个 sar ADC 的速率不低于 L 倍的单个 slope ADC 速率。

场景实施例三

本场景实施例对应场景实施例一中的具体方案(4)。图 9 是根据本公开的场景实施例的模数转换装置的结构原理图, 如图 9 所示, 推荐配置: 前级 sar 与后级 slope 的量化精度 $N > M$; 适合超高速中高精度应用场景 ($8 \sim 14\text{bit}$, $xx\text{GS/s}$)。

以 K 通道为例, 如图 10 所示, clk (ch1) 信号中, 低电平表示第一条通道采样阶段, 高电平表示第一条通道量化阶段; 在 Process (ch1) 信号中, Q 表示第一条通道量化阶段, S 表示第一条通道采样阶段; 以此类推, Process (ch K) 信号和 clk (ch K) 分别对应第 K 条通道, S 表示采样阶段, Q 表示量化阶段。通道内的时序参考最优方案一, 时间协调要求单个通道的采样时间不高于 $1/K$ 每个通道的转换时间。

场景实施例四

本场景实施例对应场景实施例一中的具体方案(3)。图 11 是根据本公开的场景实施例的

模数转换装置的结构原理图，如图 11 所示，推荐配置：前级 sar 与后级 slope 的量化精度 $N > M$ ，通道数 $C < L$ ；适合高速高精度应用场景（8~14bit，1xGS/s）。

以 $C=3$ ， $L=5$ 为例，即 3 条 sar ADC 在前级交织，5 条 slope ADC 在后级交织，如图 12 所示，clk (sar1) 信号中，低电平表示 sar ADC 采样阶段，高电平表示 sar ADC 量化和残差采样到 slope ADC 阶段；在 Process (sar1) 信号中，Q 表示 sar ADC 的量化阶段，R 表示 sar ADC 的残差保持和 slope ADC 采样阶段，S 表示 sar ADC 的采样阶段；在 Process (slope1) 信号中，Q 表示第一条 slope ADC 的量化阶段，也是 clk (slope1) 信号的高电平阶段，S(sar1) 表示第一条 slope ADC 的采样阶段且是采样的第一条 sar ADC 的残差，也是 clk (slope1) 信号的低电平阶段；以此类推，clk (sar C) 和 Process (sar C) 表示第 C 条通道的 sar ADC，Process (slope L) 信号和 clk (slope L) 分别对应第 L 条 slope ADC，S(sar C) 表示采样阶段且采样的是第 C 条 sar ADC 的残差，Q 表示量化阶段。时间协调要求 L 倍的单个 sar ADC 的速率等于 C 倍的单个 slope ADC 速率。

在本公开实施例的上述场景实施例中，推荐配置不代表唯一配置，相同或相似架构下的不同配置也均在本公开实施例技术保护范围之内，在场景实施例一的具体方案（4）和（5）中描述的其他可替代或者可拓展类型，也均在本公开实施例的技术保护范围之内。

在模数转换技术中，相应类似的针对模数转换器产品，版图可划分成两块，其中一块出现大面积对称的规则的电容器（金属层），附近伴有对称紧凑的晶体管器件电路（多晶硅、金属线等区域），另一块也出现大面积的电容器（金属层），附近伴有面积占比少量的晶体管器件电路（多晶硅、金属线等区域）的方案，也应该在本公开实施例的保护范围之内。

综上，本公开实施例提供的模数转换装置具有如下效果：综合了 sar ADC、slope ADC、pipeline ADC 的优点，将一个 ADC 拆成若干段，一部分在 sar ADC 中处理，一部分在 slope ADC 中处理，并行或者串行量化，最终的两类 ADC 的量化结果编码合并输出，得到完整的 ADC 输出结果。前级使用 sar ADC，利用了其高能效比和高速特性，因为 sar ADC 尤其适合进行中等精度的快速转换，并且转换完成容易得到量化残差。采用 pipeline ADC 的思想，前级的残差经过可选的级间增益采样到后级的 slope ADC，可利用 sar ADC 转换后的空闲时间，后级串行或者并行工作，提高时间的利用率（典型提高 2 倍速率）。后级采用 slope ADC，结构简单，适合多通道拓展形成时间交织工作。本公开实施例并非是 sar ADC、slope ADC、pipeline ADC 的简单叠加，而是结构和时序上的精巧配合，形成一类全新的模数转换器架构，实现高速高精度模数转换特性。

本公开实施例提供的模数转换器技术，能将模拟信号转换为数字信号，可能的应用包括但不限于：信号基站、手机通信、wifi、蓝牙、光通信、精密测量仪器、传感器系统、汽车、雷达、水声等。通过若干通道的时间交织，本公开实施例的技术方案可实现高速/超高速模数转换器，亦可实现高/低速高/低精度模数转换器，即可以往低精度和低速方向兼容。还可以用于解决 sar ADC 和 slope ADC 的匹配性和噪声等影响精度的问题，兼容实现超高精度模数转换器。

以上所述仅为本公开实施例的优选实施例而已，并不用于限制本公开实施例，对于本领域的技术人员来说，本公开实施例可以有各种更改和变化。凡在本公开实施例的原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本公开实施例的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种模数转换装置，包括：模数转换器，其中，所述模数转换器包括 N 个逐次逼近型 SAR 模数转换器、 M 个斜坡模数转换器，其中， N 为大于或者等于 1 的正整数， M 为大于 1 的正整数；

所述 N 个 SAR 模数转换器的输出端与所述 M 个斜坡模数转换器的输入端连接。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其中，所述模数转换器还包括：级间增益模块，所述 N 个 SAR 模数转换器的输出端连接至所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端连接至所述 M 个斜坡模数转换器的输入端。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其中， N 等于 1， M 大于 1，一个所述 SAR 模数转换器的输出端连接级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端分别连接 M 个所述斜坡模数转换器的输入端。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其中， N 大于 1， M 大于 1，且 M 是 N 的 k 倍， k 为大于 1 的整数，其中 N 个 SAR 模数转换器中的每个 SAR 模数转换器连接至一级间增益模块的输入端，该级间增益模块的输出端连接至 M 个斜坡模数转换器中对应的 k 个斜坡模数转换器的输入端，形成一个第一采样通道，从而形成 N 个并联的所述第一采样通道。

5、根据权利要求 1 所述的装置，其中， N 大于 1， M 大于 1，且 N 等于 M ， N 个所述 SAR 模数转换器中的每个所述 SAR 模数转换器的输出端分别连接所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端分别连接至 M 个所述斜坡模数转换器中的每个所述斜坡模数转换器的输入端，使得每个所述 SAR 模数转换器与一个对应的 SAR 模数转换器形成一个第二采样通道，以形成 N 个并联的所述第二采样通道。

6、根据权利要求 1 所述的装置，其中， N 大于 1， M 大于 1， N 个所述 SAR 模数转换器的输出端逐一连接所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端逐一对应连接 M 个所述斜坡模数转换器的输入端，以形成一个第三采样通道。

7、根据权利要求 2 所述的装置，其中，还包括：多个第一模数转换器，其中，所述第一模数转换器设置为获取量化残差；

多个所述第一模数转换器的输出端连接至所述 N 个 SAR 模数转换器的输入端，所述 N 个 SAR 模数转换器的输入端连接至级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端连接至所述 M 个斜坡模数转换器的输入端；

或者，所述 N 个 SAR 模数转换器的输入端连接至多个所述第一模数转换器的输入端，多个所述第一模数转换器的输出端连接至所述级间增益模块的输入端，所述级间增益模块的输出端连接至所述 M 个斜坡模数转换器的输入端。

8、根据权利要求 1 所述的装置，其中，还包括：

时序控制模块，设置为向所述模数转换装置提供时序信息；

对齐编码模块，设置为根据所述时序信息，对所述 SAR 模数转换器输出的第一量化输出

信号和所述斜坡模数转换器输出的第二量化输出信号，进行时序对齐并编码输出。

9、根据权利要求1所述的装置，其中，还包括：

参考电平模块，设置为向所述模数转换装置提供参考电平；

电源模块，设置为向所述模数转换装置提供电源。

10、一种模数转换方法，采用权利要求1-9任一所述的模数转换装置实现，包括：

所述 SAR 模数转换器采集模拟电压信号，并根据时序信息对所述模拟电压信号进行逐次逼近模数转换；

根据完成逐次逼近模数转换信号与所述模拟电压信号，获得所述 SAR 模数转换器的量化残差，并获得第一量化输出信号；

所述量化残差经过所述级间增益模块进入所述斜坡模数转换器，所述斜坡模数转换器根据所述时序信息对所述量化残差进行比较处理，获得第二量化输出信号；

对齐编码模块根据所述时序信息将所述第一量化输出信号和所述第二量化输出信号对齐，并根据级间增益关系对所述第一量化输出信号和所述第二量化输出信号进行编码输出。



图 1



图 2



图 3



图 4

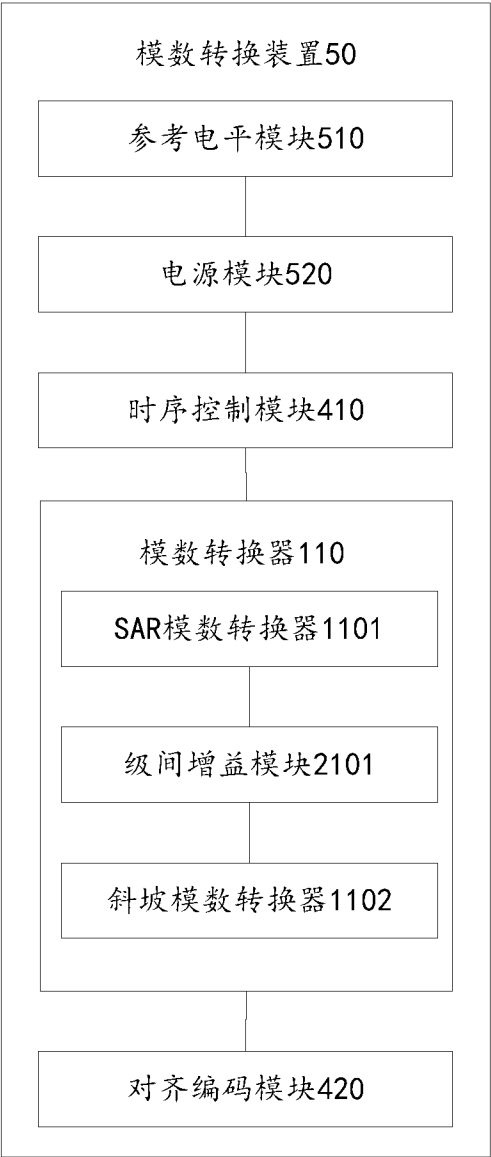


图 5

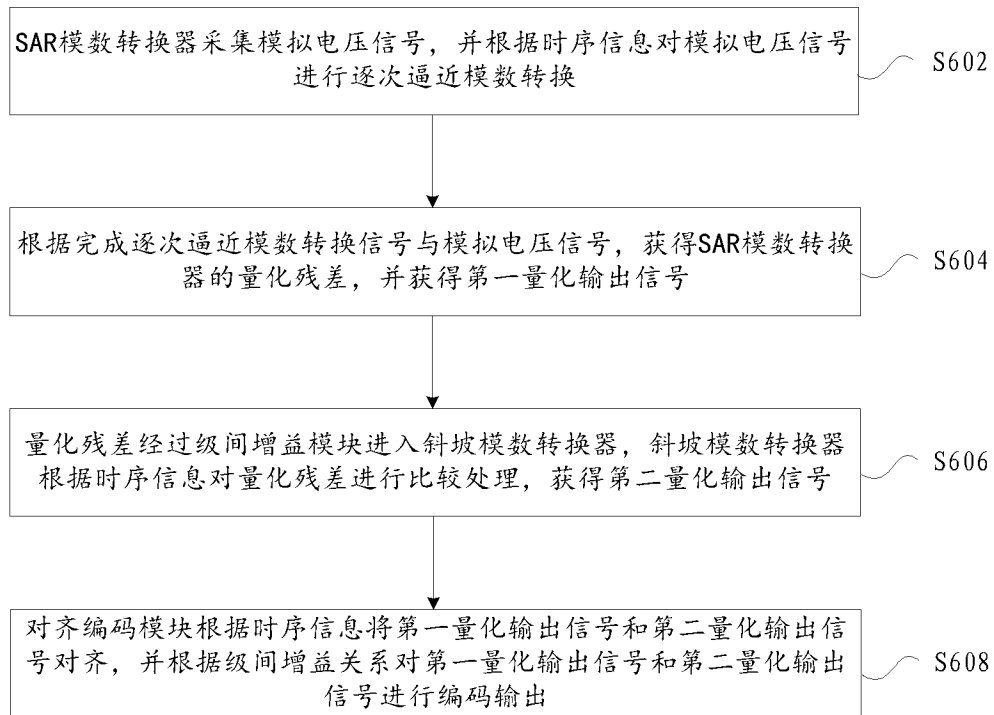


图 6

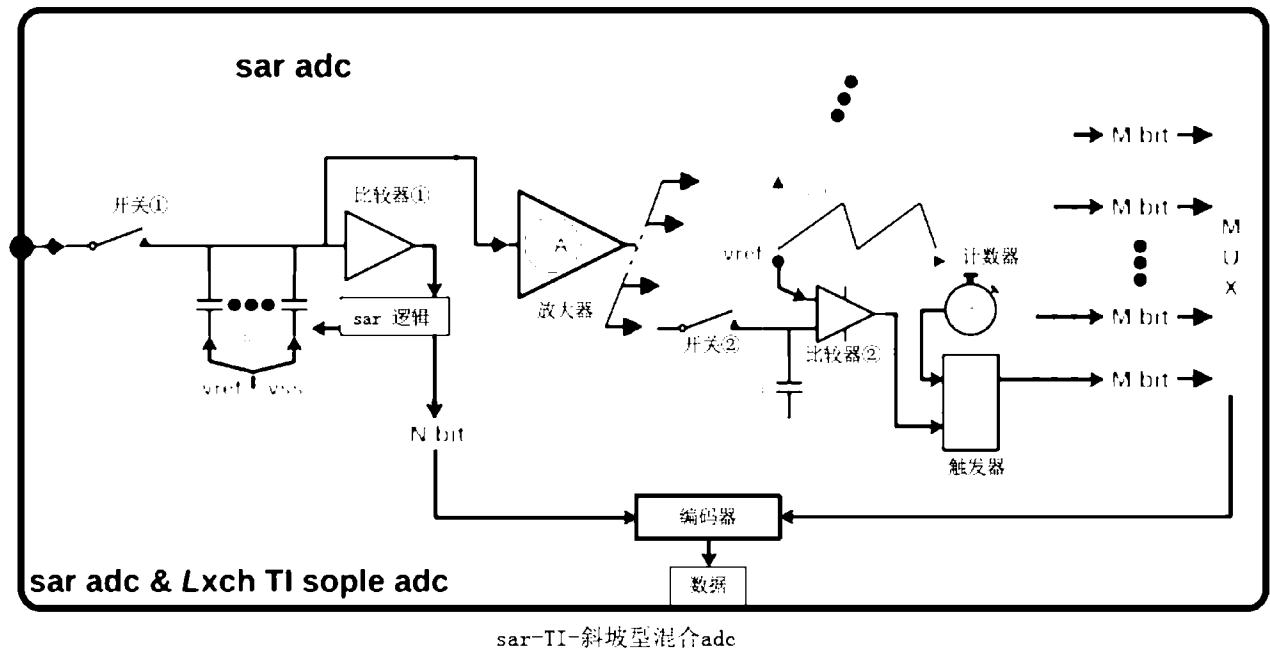


图 7

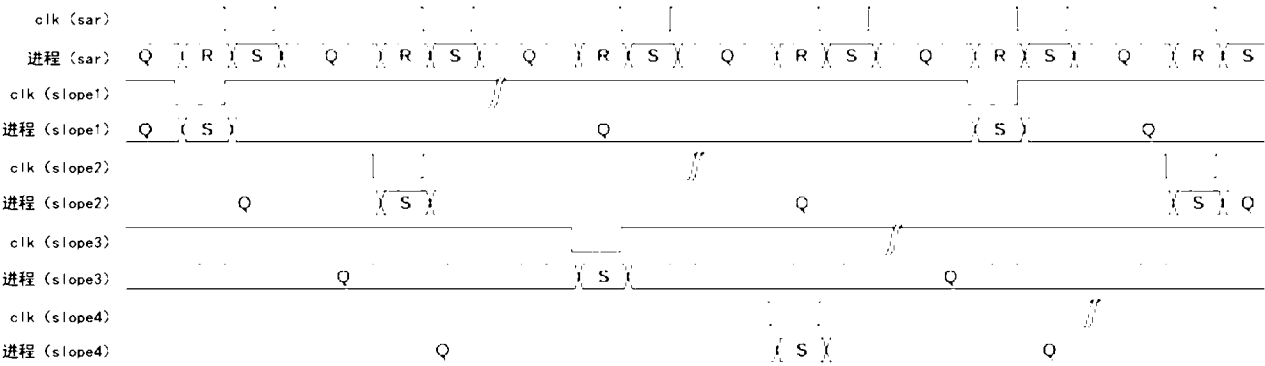


图 8

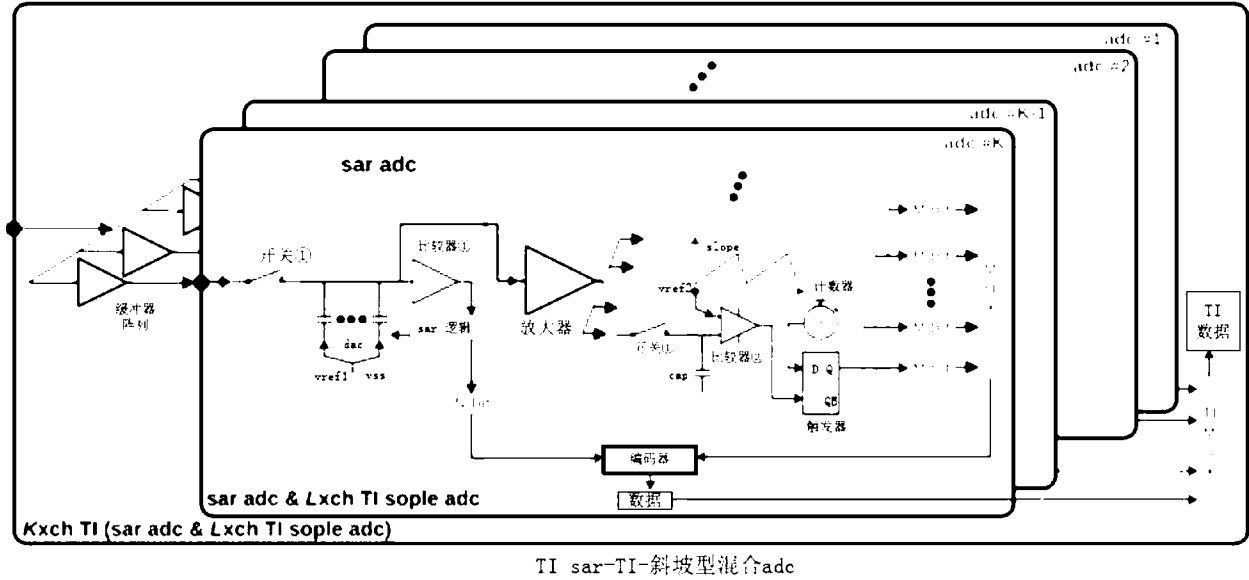


图 9

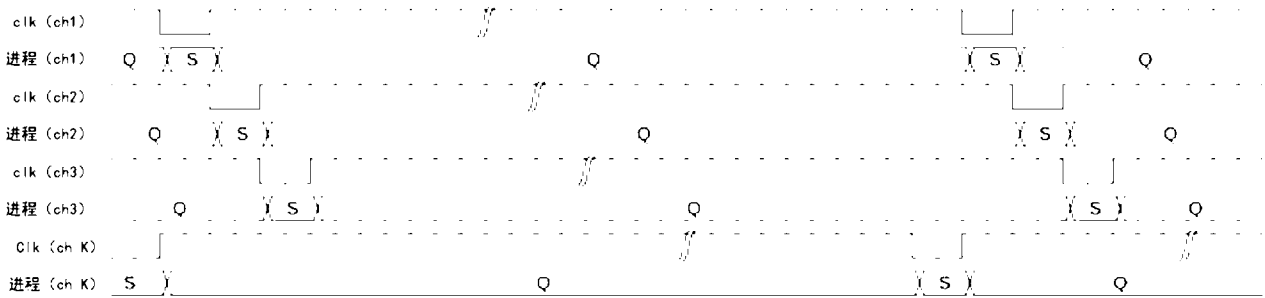
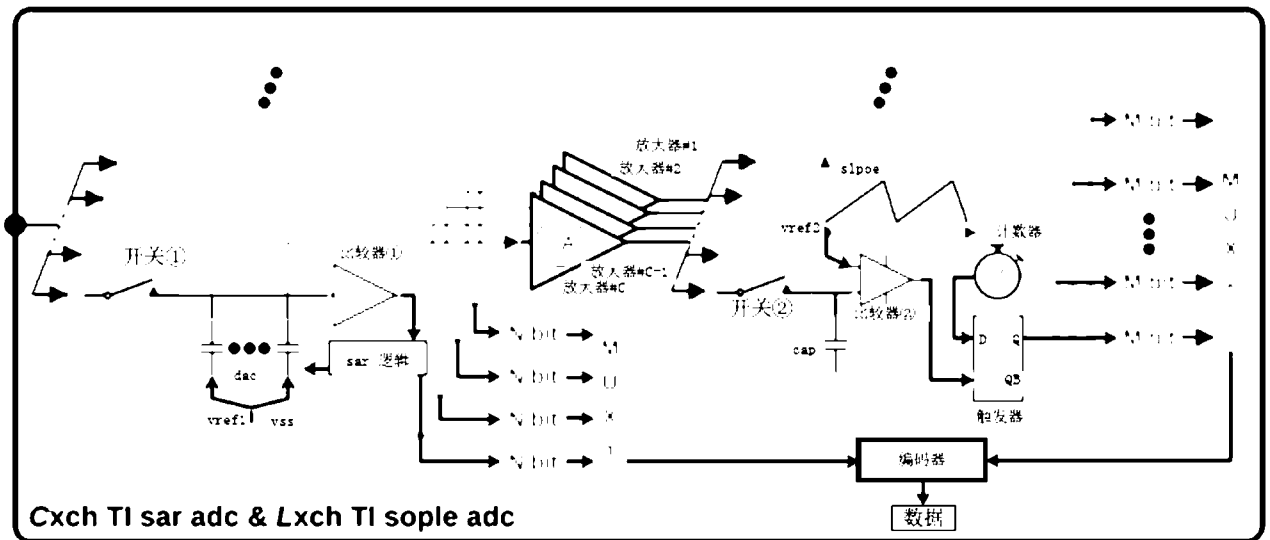


图 10



TI-sar-TI-斜坡型混合adc

图 11

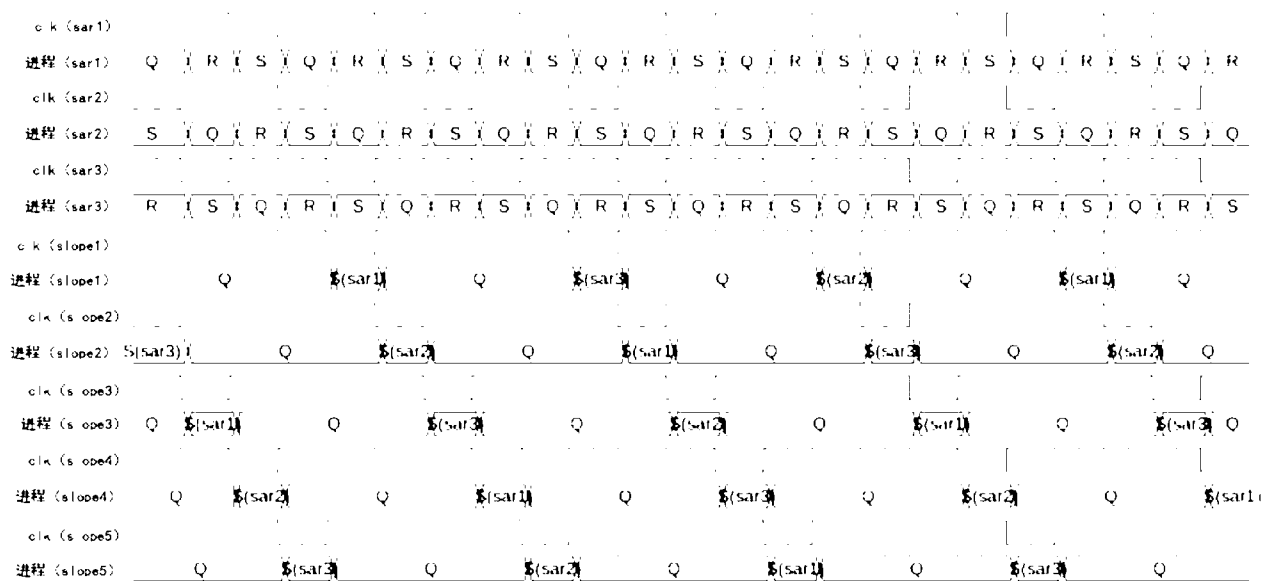


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/102897

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03M1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H03M1/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

VEN, CNTXT, ENTXT, ENTXTC, CNKI: SAR, 逐次, 模数, 逼近, 转换, 斜坡, analog-to-digital, input-end, output-end

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111464186 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 28 July 2020 (2020-07-28) description, paragraphs [0039]-[0043], and figures 1-2	1-6, 9
A	CN 114978165 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 30 August 2022 (2022-08-30) entire document	1-10
A	CN 103888141 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 25 June 2014 (2014-06-25) entire document	1-10
A	CN 104320141 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 28 January 2015 (2015-01-28) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“D” document cited by the applicant in the international application

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 September 2023

Date of mailing of the international search report

18 September 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/102897

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111464186	A	28 July 2020	None			
CN	114978165	A	30 August 2022	None			
CN	103888141	A	25 June 2014	WO	2015154671	A1	15 October 2015
				CN	103888141	B	27 October 2017
CN	104320141	A	28 January 2015	CN	104320141	B	14 November 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2023/102897

A. 主题的分类 H03M1/00 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) H03M1/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) VEN, CNTXT, ENTXT, ENTXTC, CNKI:SAR, 逐次, 模数, 逼近, 转换, 斜坡, analog-to-digital, input-end, output-end		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 111464186 A (合肥工业大学) 2020年7月28日 (2020 - 07 - 28) 说明书[0039]-[0043]段及图1-2	1-6, 9
A	CN 114978165 A (上海交通大学) 2022年8月30日 (2022 - 08 - 30) 全文	1-10
A	CN 103888141 A (华为技术有限公司) 2014年6月25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-10
A	CN 104320141 A (华南理工大学) 2015年1月28日 (2015 - 01 - 28) 全文	1-10
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2023年9月11日		国际检索报告邮寄日期 2023年9月18日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 马驰 电话号码 (+86) 62412168

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/102897

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	111464186	A	2020年7月28日	无			
CN	114978165	A	2022年8月30日	无			
CN	103888141	A	2014年6月25日	W0	2015154671	A1	2015年10月15日
				CN	103888141	B	2017年10月27日
CN	104320141	A	2015年1月28日	CN	104320141	B	2017年11月14日