(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
2015 年 4 月 2 日 (02.04.2015)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2015/043020 A1

(51) 国际专利分类号:
G01R 19/25 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2013/085583

(22) 国际申请日: 2013 年 10 月 21 日 (21.10.2013)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201310461129.8 2013 年 9 月 30 日 (30.09.2013) CN

(71) 申请人: **中国科学院微电子研究所 (THE INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF CHINESE ACADEMY OF SCIENCES)** [CN/CN]; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。

(72) 发明人: **赵野 (ZHAO, Ye)**; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。 **周玉梅 (ZHOU, Yumei)**; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。 **黑勇 (HEI, Yong)**; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。 **王洪祥 (WANG, Hongxiang)**; 中国北京市朝阳区北土城西路 3 号, Beijing 100029 (CN)。

(74) 代理人: **北京华沛德权律师事务所 (BEIJING BRIGHT & RIGHT LAW FIRM)**; 中国北京市朝阳区朝外大街乙 12 号昆泰国际大厦 1008 室, Beijing 100020 (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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)。

[见续页]

(54) **Title**: HIGH-PRECISION VOLTAGE DETECTION CIRCUIT AND METHOD

(54) **发明名称** : 一种高精度电压检测电路及方法

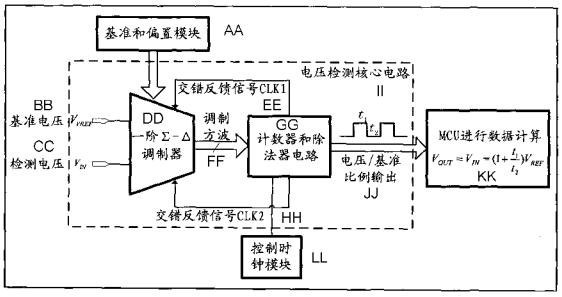


图 1 / FIG. 1

AA REFERENCE AND OFFSET MODULE
BB REFERENCE VOLTAGE
CC DETECTION VOLTAGE
DD FIRST-ORDER Σ-Δ MODULATOR
EE STAGGERED FEEDBACK SIGNAL CLK1
FF MODULATION SQUARE WAVE
GG COUNTER AND DIVIDER CIRCUIT
HH STAGGERED FEEDBACK SIGNAL CLK2
II VOLTAGE DETECTION CORE CIRCUIT
JJ VOLTAGE/REFERENCE PROPORTION OUTPUT
KK MCU CONDUCTING DATA COMPUTATION
LL CLOCK CONTROL MODULE

(57) **Abstract**: Provided is a high-precision voltage detection circuit, comprising a modulator, a counter and frequency divider module and an MCU processing module. By using the modulator and a counter and a frequency divider, a ratio of a voltage to be detected and a reference voltage is modulated into a modulation square-wave signal, the precision of the voltage detection is made to depend on a ratio of the counting number of a high-level clock and the counting number of a low-level clock, and staggered feedback control signals are generated by the counter and frequency divider to control the modulator, so that the offset voltage of the modulator can be eliminated, the precision of the voltage detection can be increased to a great extent; and moreover, a further correction of detection data can also be realized by the MCU processing module, thereby increasing the accuracy of detection once again.

(57) **摘要**:

[见续页]

WO 2015/043020 A1

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则 4.17(ii))

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

本发明提供一种高精度电压检测电路，包括调制器、计数器和分频器模块、MCU=处理模块，通过使用调制器、计数器和分频器，将待检测电压与基准电压比值调制为调制方波信号，并使电压检测的精度取决于调制方波信号的高电平时钟计数个数和低电平时钟计数个数的比值决定，并由计数器和分频器产生交错反馈控制信号控制调制器，可以消除调制器的失调电压，极大程度的提高了电压检测精度，并且通过 MCU 处理模块，也可以实现对检测数据的进一步修正，从而再次提高检测的准确度。

一种高精度电压检测电路及方法

技术领域

本发明涉及数模混合集成电路设计领域， 特别涉及一种由数字运算电路及其反馈的交错信号控制的电压检测电路。

背景技术

传感器一种常用的电子元件，随着集成电路的飞速发展，集成传感器也随之发展，现有的集成传感器一般都是将检测信号转换为电压信号再进行处理。由此电压信号的检测成为了集成传感器设计的关键，电压检测电路成为了传感器电路中的核心电路，其检测精度直接决定了整体传感器的有效精度。

现有电压检测电路为了能够实现检测信号的数字化，基本上都采用 A/D 转换电路，根据应用背景的不同，可选用的转换电路可能不同，但是不论哪种结构的 A/D 转换电路，都会存在电荷注入、时钟馈通、采样尖峰等非理想因素，从而导致电压采样的结果精度不高。现有技术中也有通过提高 ENOB 来实现更高的检测精度。这样做虽然可以在一定程度上提高电压采样的精度，但使得整体电路的功耗、面积等开销骤然增大，复杂度也随之增加，最终导致电路的系统复杂，易用性差，成本高昂。

发明内容

针对传统电压检测电路方案需采用数模转换器才能输出数字信号，导致电路开销过大等缺点。本发明要解决的技术问题是提供一种高精度、无需数模转换器即可输出数字码信号的高精度电压检测电路以及方法。

为了解决以上技术问题，本发明提供一种高精度电压检测电路，包括:

调制器，用以接收待检测电压以及基准电压，并输出调制方波信号，所述调制方波信号的占空比为所述待检测电压与所述基准电压的比例;

计数器和分频器模块，用以接收所述调制器输出的调制方波信号，将所述调制方波信号转换为数字码输出的同时产生两个相互交错的反馈控制信号，所述反馈控制信号输出给所述调制器;

MCU 处理模块，接收所述计数器和分频器模块输出的数字码，并根据所述数字码计算出待检测电压。

优选的，所述电压检测电路还包括:

基准和偏置电路，用于辅助调制器，给所述调制器提供所需的基准电压和偏置电压;

控制时钟模块，用于给所述计数器和分频器模块提供所需的高频时钟信号。

优选的，所述调制器为一阶Σ-Δ调制器，包括斩波运算放大器、N 管输入比较器、P 管输入比较器、RS 型触发器、采样开关、电阻和电容，所述斩波运算放大器用于接收所述基准电压以及待检测电压，所述 N 管输入比较器与所述 P 管输入比较器产生监视所述电容充放电的阀值电压，所述 N 管输入比较器的输出端与所述 P 管输入比较器的输出端分别连接所述 RS 型触发器的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出反馈信号控制所述采样开关。

优选的，所述斩波运算放大器的正向输入端接所述基准电压，所述斩波运算放大器的反向输入端通过所述电阻接所述待检测电压，所述待检测电压与所述运算放大器的反向输入端之间设有采样开关以及电阻，所述斩波运算放大器的输出端与所述运算放大器的反向输入端之间跨接有电容，所述斩波运算放大器的输出端同时连接所述 N 管输入比较器和所述 P 管输入比较器，所述 N 管输入比较器的输出端与所述 P 管输入比较器的输出端分别连接所述 RS 型触发器的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出端输出反馈信号控制所述采样开关

优选的，所述斩波运算放大器包括三个斩波开关，其中一个输入斩波开关和两个输出斩波开关，所述交错的反馈控制信号控制所述斩波开关，每个斩波开关的输出端设有一个折叠结构的共源共栅放大器。

优选的，所述斩波开关由四个反向非交叠时钟控制的四个传输门构成。

优选的，所述计数器和分频器模块包括第一计数器、第二计数器和除法器，所述第一计数器与第二计数器接收所述调制器输出的调制方波信号，并输出所述调制方波信号的高低电平的保持时间给所述除法器，所述除法器以数字码形式输出所述调制方波信号的高低电平的占空比给所述 MCU 处理模块。

一种电压检测方法，其特征在于，包括:

通过调制器将待检测电压与基准电压的比值调制为调制方波信号;

通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码;

通过MCU处理模块计算出待测电压的值。

优选的，所述通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码包括:

通过计数器计算调制方波信号的高电平保持时间和低电平保持时间;

通过除法器计算高电平保持时间和低电平保持时间的比值，输出数字码。

优选的，所述通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码时，所述计数器与分频器产生交错控制反馈信号给所述调制器。

通过使用调制器、计数器和分频器，将待检测电压与基准电压比值调制为调制方波信号，并使电压检测的精度取决于调制方波信号的高电平时钟计数个数和低电平时钟计数个数的比值决定，并由计数器和分频器产生交错反馈控制信号控制调制器，可以消除调制器的失调电压，极大程度的提高了电压检测精度，并且通过MCU处理模块，也可以实现对检测数据的进一步修正，从而再次提高检测的准确度。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明:

图1是本发明的高精度电压检测电路实施例的电路原理框图;

图2是本发明的高精度电压检测电路实施例的调制器电路原理示意图;

图3是本发明的高精度电压检测电路实施例的斩波运放电路原理示意图;

图4是本发明的高精度电压检测电路实施例的斩波开关电路原理示意图;

图5是本发明的高精度电压检测电路实施例的计数器及除法器电路原理示意图;

图6是本发明的高精度电压检测电路实施例的电压检测方法的流程图;

图7是本发明的高精度电压检测电路实施例的计数器及除法器输出时序波形图。

具体实施方式

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明，使本发明的上述及其它目的、特征和优势将更加清晰。在全部附图中相同的附图标记指示相同的部分。并未刻意按比例绘制附图，重点在于示出本发明的主旨。

如图 1 所示，本发明的一种高精度电压检测电路，包括调制器，所述调制器为一阶Σ-Δ调制器，用以接收待检测电压以及基准电压，并输出调制方波信号，所述调制方波信号的占空比为所述待检测电压与所述基准电压的比例；所述一阶Σ-Δ调制器连接有基准和偏置电路，所述基准和偏置电路用于辅助调制器，给所述调制器提供所需的基准电压和偏置电压。计数器和分频器模块，所述计数器和分频器模块将调制器用以接收所述调制器输出的调制方波信号，将所述调制方波信号转换为数字码输出的同时产生两个相互交错的反馈控制信号 CLK1 和 CLK2，所述反馈控制信号输出给所述一阶Σ-Δ调制器；控制时钟模块，用于给所述计数器和分频器模块提供所需的高频时钟信号。MCU 处理模块，接收所述计数器和分频器模块输出的数字码，并根据所述数字码计算出待检测电压。所述数字码为高电平保持时间 t1 和低电平保持时间 t2 的比值。

在本实施例中，一阶Σ-Δ调制器包括斩波运算放大器、N 管输入比较器、P 管输入比较器、RS 型触发器、采样开关、电阻和电容，如图 2 所示，所述斩波运算放大器 101 的正向输入端接所述基准电压，所述斩波运算放大器 101 的反向输入端通过所述电阻 108 接所述待检测电压，所述待检测电压与所述运算放大器 101 的反向输入端之间设有采样开关 S1 和 S2 以及电阻 108，所述斩波运算放大器 101 的输出端与所述斩波运算放大器 101 的反向输入端之间跨接有电容 107，所述斩波运算放大器 101 的输出端同时连接所述 N 管输入比较器和所述 P 管输入比较器，所述 N 管输入比较器的输出端与所述 P 管输入比较器的输出端分别连接所述 RS 型触发器的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出端输出反馈信号控制所述采样开关。

所述斩波运算放大器 101 用于接收所述基准电压以及待检测电压，所述 N 管输入比较器 102 与所述 P 管输入比较器 103 产生监视所述电容 107 充放电的阀值电压 VH 和 VL。所述 N 管输入比较器 102 的输出端与所述 P 管输入比较器 103 的输出端分别连接所述 RS 型触发器 104 的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出反馈信号 Q 和 $\bar{Q}$ 控制所述采样开关 S1 和 S2。

如图 3 所示，本实施例中，所述斩波运算放大器包括三个斩波开关，其中

一个输入斩波开关和两个输出斩波开关，所述交错的反馈控制信号控制所述斩波开关，每个斩波开关的输出端设有一个折叠结构的共源共栅放大器。其连接关系如图 3 所示，在此不再一一赘述。如图 4 所示，所述斩波开关由四个反向非交叠时钟控制的四个传输门构成。

在本实施例中，所述计数器和分频器模块包括第一计数器、第二计数器和除法器，如图 5 所示，所述第一计数器 201 与第二计数器 202 接收所述调制器输出的调制方波信号，并输出所述调制方波信号的高低电平的保持时间给所述除法器 203，所述除法器 203 以数字码形式输出所述调制方波信号的高低电平的占空比给所述 MCU 处理模块。

如图 6 所示，一种电压检测方法，其特征在于，包括以下步骤:

步骤 S100: 调制器将待检测电压与基准电压的比值调制为调制方波信号;

步骤 S101: 计数器计算调制方波信号的高电平保持时间和低电平保持时间;

步骤 S1010: 所述计数器与分频器产生交错控制反馈信号给所述调制器

步骤 S102: 除法器计算高电平保持时间和低电平保持时间的比值，输出数字码;

步骤 103: 通过 MCU 处理模块计算出待测电压的值。

本实施例电压检测的工作原理:

首先，一阶 Σ-Δ 调制器的工作原理:

假设 RS 触发器初始时 Q 为高电平、则 $\bar{Q}$ 为低电平，此时则采样开关 S1 闭合采样开关 S2 断开，待检测电压 VIN 通过电阻 108 对电容 107 充电，得到充电电流为:

$$I_1 = \frac{V_{IN} - V_1}{R} \qquad (1)$$

假设电容 107 的充电时间为 t1，由图 2 可知电容 107 正端电压 V1 不变，因此在充电过程中电容下极板的电压慢慢下降，当下降到阀值电压 VL 以下时 P 管输入比较器 103 翻转，从而使得 RS 触发器翻转，最终导致采样开关 S1 断开采样 S2 闭合，V1 通过电阻 108 对电容 107 放电:

$$I_2 = \frac{V_1}{R} \qquad (2)$$

同理，放电时间如果为 t2，放电过程中电容下极板电压慢慢上升，上升到阀值电压 VH 以上时 N 管输入比较器 102 翻转，从而使得 RS 触发器翻转，最终导致采样开关 S1 闭合采样开关 S2 断开又对电容 107 充电，由此形成一个周期，RS 触发器输出调制方波 109。因为充电时电容 107 下极板电平由阀值电压 VH 下降到阀值电压 VL，放电时电容下极板电平由阀值电压 VL 上升到阀值电压 VH，由充放电电荷总量相等可得:

$$I_1 \times t_1 = I_2 \times t_2 \qquad (3)$$

将公式（2）与（3）代入（3）得到:

$$V_{IN} = (1+\frac{t_1}{t_2})V_1 \qquad (4)$$

由运算放大器的原理可得

$$V1 = VREF \qquad (5)$$

将公式（5）代入（4）式得:

$$V_{IN} = (1+\frac{t_1}{t_2})V_{REF} \qquad (6)$$

由公式（6）可得，测出 t1 与 t2 的比例便可得出 VIN。

一阶 Σ-Δ 调制器输出的调制方波输入到计数器 1 和计数器 2，二者分别以高频时钟去计算调制方波的高电平和低电平的保持时间，除法器负责将两个数据的比例求出；与此同时，计数器及除法器电路模块还会输出交错反馈的斩波运放控制信号，具体时序关系在图 7 中给予说明。

图 7 是计数器和除法器电路输出的时序波形图，如果调制方波的高电平保持时间为 t1，低电平保持时间为 t2，则有:

$$\begin{cases} t_1 = n_1 \cdot t_0 \\ t_2 = n_2 \cdot t_0 \end{cases} \quad (7)$$

其中 t0 为计数器的时钟周期，n 即为时钟周期数，结合公式（6）可得:

$$V_{IN} = (1 + \frac{n_1}{n_2}) V_{REF} \quad (8)$$

计数器将计数结果传递给除法器，由除法器计算出 n1 与 n2 的比值，进而可以输出电压 VIN 与基准电压 VREF 的比例值 210。同时为了消除运放引入的失调电压误差。

采用图 3 中所示的斩波运放结构。斩波运放能够有效的消除 offset 和 1/f 噪声，传统斩波开关的调制频率 f_{chop} 需要满足:

$$f_{chop} \geq \frac{2}{t_1 + t_2} \quad (9)$$

由图 2 可知，稳定的 V1 可以得到更高的精度，加入斩波开关以后，开关的每次动作都会引起 V1 的波动，使电路引入额外的误差，这样会使斩波的效果大打折扣。为了解决这个问题，本发明提出一种新的方法，通过交错反馈的方法来控制斩波开关（交错反馈控制信号由计数器和除法器电路给出）: 电路工作时，每个采样数据周期结束后斩波开关的控制信号翻转一次，如图 7 中的 201 和 202 所示，斩波控制开关随输入数据的上升沿而交错改变，假设第一个数据周期有:

$$V_1 = V_{REF} + V_{offset} \quad (10)$$

则第二个周期有:

$$V_1 = V_{REF} - V_{offset} \quad (11)$$

对电压采样两个周期后将公式（10）和（11）代入公式（8），对结果求平均可得:

$$V_{IN} = (1+\frac{t_1}{t_2})V_1 \quad (12)$$

结果与公式（4）的相同，可以看到offset电压已经消掉。斩波运放虽带有斩波开关，但其实际工作原理已经不同于传统斩波运放，offset 并未经过斩波调制而被低通滤波器滤除，而是由于两个交错反馈控制的周期所引入的offset 大小相等、方向相反，通过求平均的方法将其消除，因此斩波频率不再严格符合公式（9）的要求。多周期采样求平均还可以提高 t1 与 t2 比值的精度。假设交错反馈信号翻转的频率约为 1KHz-10KHz，对运放而言主要的 1/f 噪声都集中在低频，可知交错反馈控制的斩波运放能够有效地将 1/f 噪声滤除。

由四个反向非交叠时钟控制的四个传输门构成斩波开关，当时钟信号CLK1、CLK2 即斩波信号发生交错反馈时，与输入 IN1、IN2 连接的两个传输门交替导通，即完成将输入信号 IN1、IN2 分别调制到 OUT1 和 OUT2，配合斩波运放达到消除失调电压的目的。

调制器中采用了 P 输入比较器与 N 输入比较器。两个比较器用来确定电容充放电阈值电压，需要一直监视电压的变化，因而使能后需要一直工作。由于两个比较器监视电压值不同，这里分别采用 N 管作为输入对管（适用于输入共模比较高的情况）和 P 管作为输入对管（适用于输入共模较低的情况）的两个比较器，来完成调制器中电容充放电阈值电压的监视。

利用本发明电路进行仿真，如果仿真给定的检测电压为 20V，当采用 16 位的数字除法器电路时，那么仿真得到除法器输出码为：1001000010010101，其中前三位为整数部分，后面 13 位为小数部分，通过 MCU 运算电路计算出的

检测电压为 20.072V，检测误差为 0.36%。

通过在检测电路中加入斩波运放，并利用计数器和除法器计算电路产生的交错反馈控制信号，能够有效抑制运放offset对检测精度的影响。例如，在运放输入对管引入10%的失配，给定的输入电压为20V时，得到除法器的输出码为：1001000000000100，通过MCU运算电路计算得到电压为20.0024V。从计算结果可以看出，运放的offset电压并未体现在除法器输出端，说明人为设置的offset已经被完全消除，证明了由交错反馈信号控制的斩波运放能够实现消除失调，达到高精度检测的目的。

表 1 电压检测仿真结果

Detected Voltage (V)	Calculated Voltage (V)	Error (%)
20	20.10	0.5
15	14.93	0.47
10	9.97	0.3
5	4.997	0.06
3	2.9996	0.013
2.5	2.5008	0.032
2	2.001	0.05

在以上的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明。但是以上描述仅是本发明的较佳实施例而已，本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施，因此本发明不受上面公开的具体实施的限制。同时任何熟悉本领域技术人员在不脱离本发明技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求

1. 一种高精度电压检测电路，其特征在于，包括:

调制器，用以接收待检测电压以及基准电压，并输出调制方波信号，所述调制方波信号的占空比为所述待检测电压与所述基准电压的比例;

计数器和分频器模块，用以接收所述调制器输出的调制方波信号，将所述调制方波信号转换为数字码输出的同时产生两个相互交错的反馈控制信号，所述反馈控制信号输出给所述调制器;

MCU 处理模块，接收所述计数器和分频器模块输出的数字码，并根据所述数字码计算出待检测电压。

2. 根据权利要求 1 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述电压检测电路还包括:

基准和偏置电路，用于辅助调制器，给所述调制器提供所需的基准电压和偏置电压;

控制时钟模块，用于给所述计数器和分频器模块提供所需的高频时钟信号。

3. 根据权利要求 1 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述调制器为一阶 Σ-Δ 调制器，包括斩波运算放大器、N 管输入比较器、P 管输入比较器、RS 型触发器、采样开关、电阻和电容，所述斩波运算放大器用于接收所述基准电压以及待检测电压，所述 N 管输入比较器与所述 P 管输入比较器产生监视所述电容充放电的阀值电压，所述 N 管输入比较器的输出端与所述 P 管输入比较器的输出端分别连接所述 RS 型触发器的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出反馈信号控制所述采样开关。

4. 根据权利要求 3 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述斩波运算放大器的正向输入端接所述基准电压，所述斩波运算放大器的反向输入端通过所述电阻接所述待检测电压，所述待检测电压与所述运算放大器的反向输入端之间设有采样开关以及电阻，所述斩波运算放大器的输出端与所述运算放大器的反向输入端之间跨接有电容，所述斩波运算放大器的输出端同时连接所述 N 管输入比较器和所述 P 管输入比较器，所述 N 管输入比较器的输出端与所述 P 管输入比较器的输出端分别连接所述 RS 型触发器的两个输入端，所述 RS 型触发器的输出端输出反馈信号控制所述采样开关

5. 根据权利要求 3 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述斩波运

算放大器包括三个斩波开关，其中一个输入斩波开关和两个输出斩波开关，所述交错的反馈控制信号控制所述斩波开关，每个斩波开关的输出端设有一个折叠结构的共源共栅放大器。

6. 根据权利要求 5 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述斩波开关由四个反向非交叠时钟控制的四个传输门构成。

7. 根据权利要求 1 所述的高精度电压检测电路，其特征在于，所述计数器和分频器模块包括第一计数器、第二计数器和除法器，所述第一计数器与第二计数器接收所述调制器输出的调制方波信号，并输出所述调制方波信号的高低电平的保持时间给所述除法器，所述除法器以数字码形式输出所述调制方波信号的高低电平的占空比给所述 MCU 处理模块。

8. 一种电压检测方法，其特征在于，包括:

通过调制器将待检测电压与基准电压的比值调制为调制方波信号;

通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码;

通过 MCU 处理模块计算出待测电压的值。

9. 根据权利要求 8 所述的电压检测方法，其特征在于，所述通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码包括:

通过计数器计算调制方波信号的高电平保持时间和低电平保持时间;

通过除法器将高电平保持时间和低电平保持时间的比值，输出数字码。

10. 根据权利要求8所述的电压检测方法，其特征在于，所述通过计数器和分频器将所述调制方波信号转换为数字码时，所述计数器与分频器产生交错控制反馈信号给所述调制器。

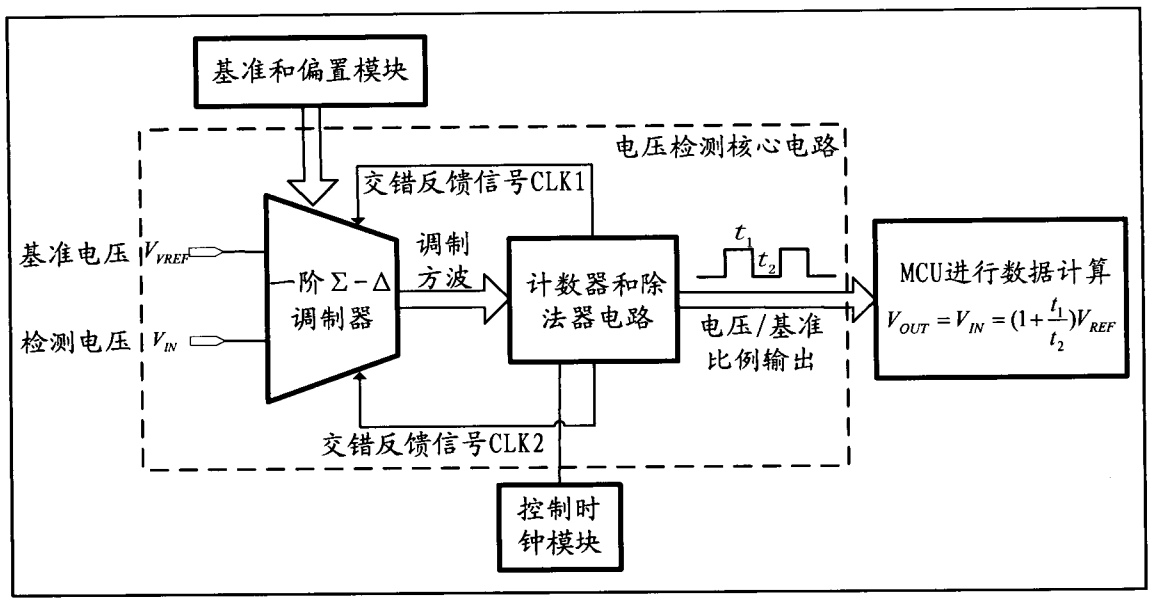

基准和偏置模块
电压检测核心电路
交错反馈信号CLK1
基准电压
V_{VREF}
检测电压
V_{IN}
阶Σ-Δ
调制器
调制
方波
计数器和除
法器电路
t_1
t_2
电压/基准
比例输出
MCU进行数据计算
$V_{OUT}=V_{IN}=(1+\frac{t_1}{t_2})V_{REF}$
交错反馈信号CLK2
控制时
钟模块

图 1

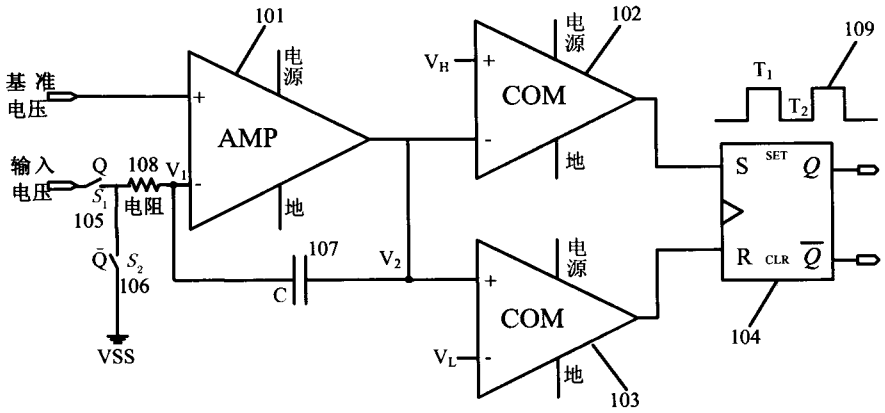

101
电源
基准
电压
AMP
地
输入
电压
Q
108
V_1
S_1
105
电阻
$\bar{Q}$
S_2
106
VSS
107
C
V_2
V_H
COM
102
电源
地
V_L
COM
电源
地
103
109
T_1
T_2
S
SET
Q
R
CLR
$\bar{Q}$
104

图 2

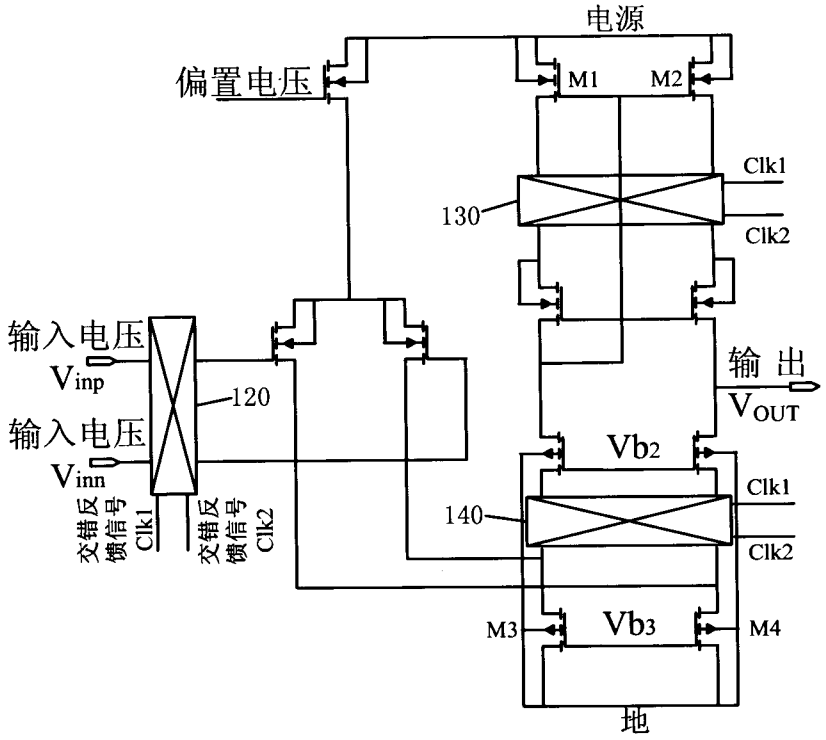

电源
偏置电压
M1
M2
Clk1
130
Clk2
输入电压
Vinp
120
输入电压
Vinn
输 出
VOUT
Vb2
Clk1
140
Clk2
交错反馈信号 Clk1
交错反馈信号 Clk2
M3
Vb3
M4
地

图 3

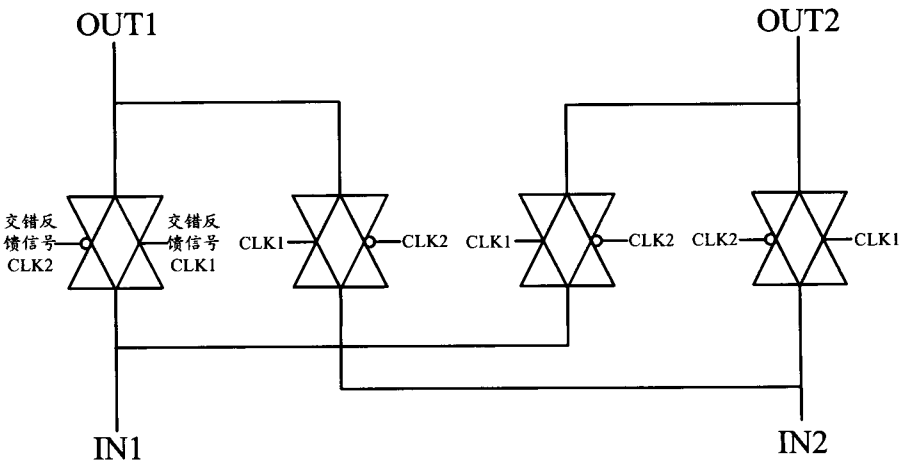

OUT1
OUT2
交错反馈信号 CLK2
交错反馈信号 CLK1
CLK1
CLK2
CLK1
CLK2
CLK2
CLK1
IN1
IN2

图 4

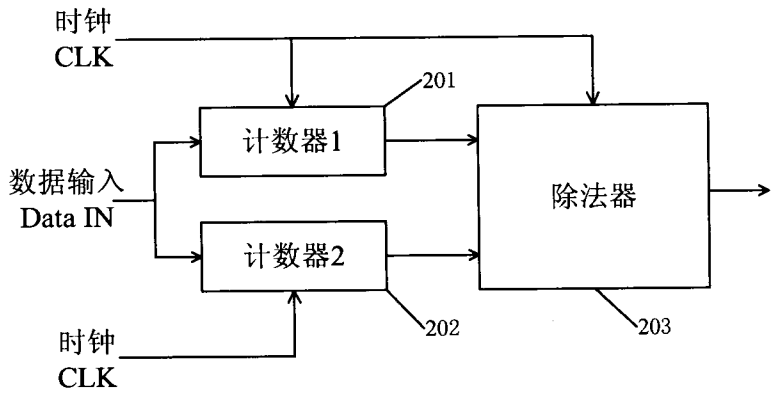

时钟
CLK
201
计数器1
数据输入
Data IN
计数器2
除法器
时钟
CLK
202
203

图 5

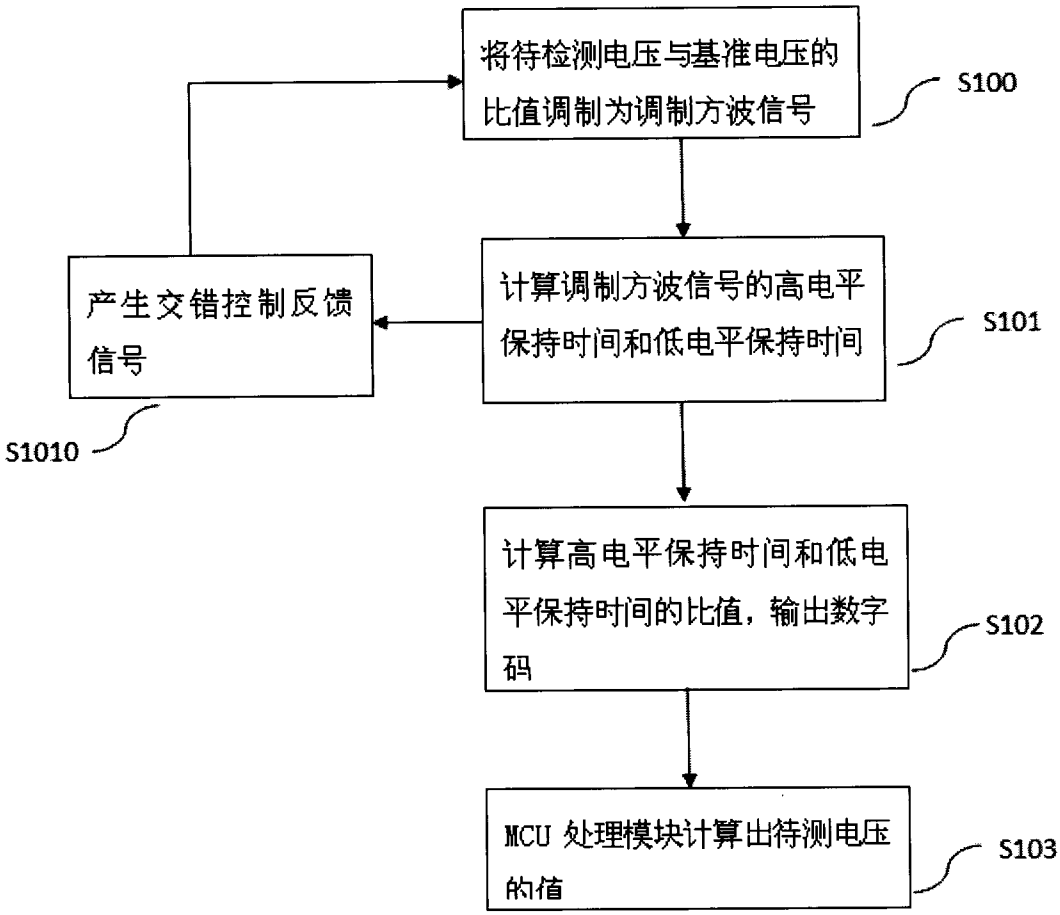

将待检测电压与基准电压的比值调制为调制方波信号
S100
计算调制方波信号的高电平保持时间和低电平保持时间
S101
产生交错控制反馈信号
S1010
计算高电平保持时间和低电平保持时间的比值，输出数字码
S102
MCU 处理模块计算出待测电压的值
S103

图 6

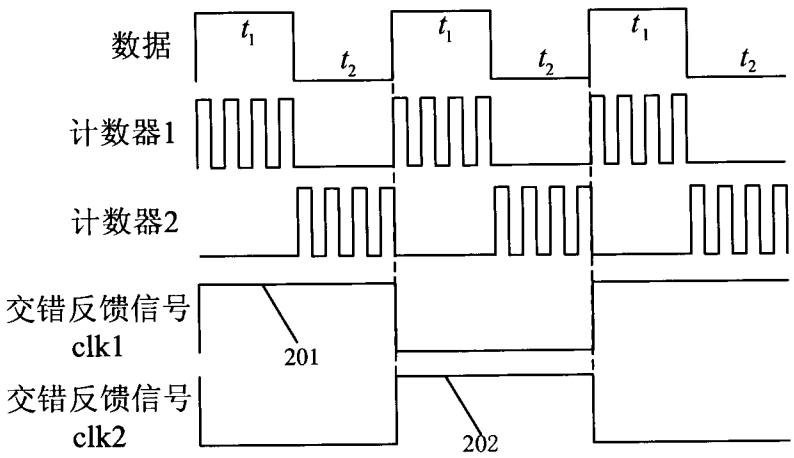


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/085583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 19/25 (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)

G01R 19

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)

CNABS, CNTXT, VEN, CJFD: square wave, count, frequency division, SQUARE, MODULATE, COUNTER, FEEDBACK, VOLTAGE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 1981444 A (ENDRESS+HAUSER WETZER GMBH + CO. KG et al.), 13 June 2007 (13.06.2007), figures 1-2, and description, pages 5-8	1-2, 8, 10
A	CN 1981444 A (ENDRESS+HAUSER WETZER GMBH + CO. KG et al.), 13 June 2007 (13.06.2007), figures 1-2, and description, pages 5-8	3-7, 9
X	CN 101063693 A (SHANGHAI SENCHANG ELECTRIC TECHNOLOGY CO., LTD.), 31 October 2007 (31.10.2007), figures 1-3, and description, pages 3-5	1-2, 8, 10
A	CN 102282769 A (MITSUMI ELECTRIC CO., LTD.), 14 December 2011 (14.12.2011), the whole document	1-10
A	CN 85103529 B (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION), 25 February 1987 (25.02.1987), the whole document	1-10
A	US 2004222799 A1 (TEXAS INSTR. INC.), 11 November 2004 (11.11.2004), the whole document	1-10
A	GB 2222333 A (OMEGA ELECTRIC LTD.), 28 February 1990 (28.02.1990), the whole 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

"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	Date of mailing of the international search report
05 June 2014 (05.06.2014)	**07 July 2014 (07.07.2014)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **WANG, Xiaoping** Telephone No.: (86-10) **62085739**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2009)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/085583

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 1981444 A	13 June 2007	EP 1743428 A1	17 January 2007
		RU 2324286 C1	10 May 2008
		ES 2333734 T3	26 February 2010
		CN 1981444 B	16 November 2011
		US 2008258956 A1	23 October 2008
		WO 2005112268 A1	24 November 2005
		DE 502005008378 D1	03 December 2009
		DE 102004023145 A1	24 January 2005
		US 7649489 B2	19 January 2010
		EP 1743428 B1	21 October 2009
		AT 446611 T	15 November 2009
CN 101063693 A	31 October 2007	CN 101063693 B	30 May 2012
CN 102282769 A	14 December 2011	JP 4918928 B2	18 April 2012
		JP 2010166268 A	29 July 2010
		US 2011270552 A1	03 November 2011
		KR 20110114528 A	19 October 2011
		WO 2010082565 A1	22 July 2010
		US 8712709 B2	29 April 2014
CN 85103529 B	25 February 1987	DE 3516590 A1	13 November 1986
		DE 3516590 C2	17 May 1990
		US 4672236 A	09 June 1987
		CH 669464 A5	15 March 1989
		CN 85103529 A	05 November 1986
US 2004222799 A1	11 November 2004	US 6898534 B2	24 May 2005
GB 2222333 A	28 February 1990	GB 8818185 D0	01 September 1988

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2013/085583

A. 主题的分类

G01R 19/25(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)

G01R19

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）)

CNABS，CNTXT，VEN，CJFD：方波，调制，计数，分频，反馈，电压,SQUARE,MODULATE,COUNTER,FEEDBACK,VOLTAGE

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 1981444A（恩德莱斯和豪瑟尔韦泽两合公司等）2007年 6月 13日 (2007-06-13) 图1—2，说明书第5—8页	1-2，8，10
A	CN 1981444A（恩德莱斯和豪瑟尔韦泽两合公司等）2007年 6月 13日 (2007-06-13) 图1—2，说明书第5—8页	3-7，9
X	CN 101063693A（上海东昌电气科技有限公司）2007年 10月 31日 (2007-10-31) 图1—3，说明书第3—5页	1-2，8，10
A	CN 102282769A（三美电机株式会社）2011年 12月 14日 (2011-12-14) 全文	1-10
A	CN 85103529B（三菱电机株式会社）1987年 2月 25日 (1987-02-25) 全文	1-10
A	US 2004222799A1 (TEXAS INSTR. INC.) 2004年 11月 11日 (2004-11-11) 全文	1-10
A	GB 2222333A (OMEGA ELECTRIC LTD.) 1990年 2月 28日 (1990-02-28) 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

“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	国际检索报告邮寄日期
2014年 6月 05日	2014年 7月 07日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN) 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 中国 传真号 (86-10)62019451	王晓萍 电话号码 (86-10)62085739

表 PCT/ISA/210（第2页）(2009年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/085583

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	1981444A	2007年 6月 13日	EP	1743428A1	2007年 1月 17日
			RU	2324286C1	2008年 5月 10日
			ES	2333734T3	2010年 2月 26日
			CN	1981444B	2011年 11月 16日
			US	2008258956A1	2008年 10月 23日
			WO	2005112268A1	2005年 11月 24日
			DE	502005008378D1	2009年 12月 03日
			DE	102004023145A1	2005年 11月 24日
			US	7649489B2	2010年 1月 19日
			EP	1743428B1	2009年 10月 21日
			AT	446611T	2009年 11月 15日
CN	101063693A	2007年 10月 31日	CN	101063693B	2012年 5月 30日
CN	102282769A	2011年 12月 14日	JP	4918928B2	2012年 4月 18日
			JP	2010166268A	2010年 7月 29日
			US	2011270552A1	2011年 11月 03日
			KR	20110114528A	2011年 10月 19日
			WO	2010082565A1	2010年 7月 22日
			US	8712709B2	2014年 4月 29日
CN	85103529B	1987年 2月 25日	DE	3516590A1	1986年 11月 13日
			DE	3516590C2	1990年 5月 17日
			US	4672236A	1987年 6月 09日
			CH	669464A5	1989年 3月 15日
			CN	85103529A	1986年 11月 05日
US	2004222799A1	2004年 11月 11日	US	6898534B2	2005年 5月 24日
GB	2222333A	1990年 2月 28日	GB	8818185D0	1988年 9月 01日