

## (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  
2017 年 9 月 21 日 (21.09.2017)



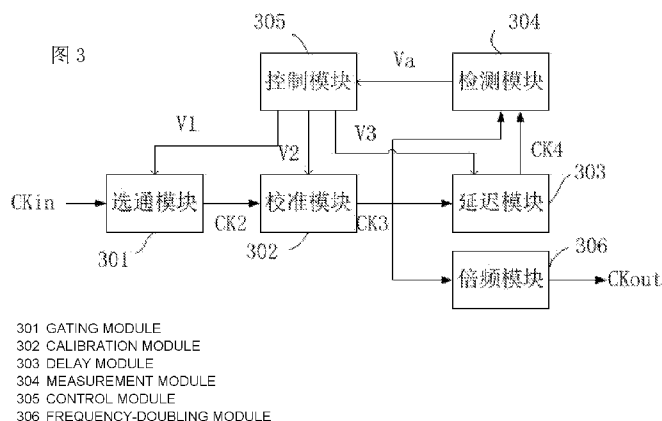
(10) 国际公布号  
WO 2017/157026 A1

- (51) 国际专利分类号:  
H03K 3/017 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/104539
- (22) 国际申请日: 2016 年 11 月 4 日 (04.11.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:  
201610151078.2 2016 年 3 月 16 日 (16.03.2016) CN
- (71) 申请人: 珠海全志科技股份有限公司 (ALLWINNER TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省珠海市高新区唐家湾镇科技二路 9 号张丕阳, Guangdong 519000 (CN)。
- (72) 发明人: 符卓剑 (FU, Zhuojian); 中国广东省珠海市高新区唐家湾镇科技二路 9 号张丕阳, Guangdong 519000 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市君之泉知识产权代理有限公司 (SHENZHEN J&Q INTELLECTUAL PROPERTY CO., LTD); 中国广东省深圳市福田区深南大道 6015 号本元大厦 9A 张丕阳, Guangdong 518040 (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, DJ, 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, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, 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, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

[见续页]

(54) Title: CLOCK DUTY-CYCLE CALIBRATION AND FREQUENCY-DOUBLING CIRCUIT

(54) 发明名称: 时钟占空比校准及倍频电路



(57) Abstract: Provided is a clock duty-cycle calibration and frequency-doubling circuit, used in the design of a square-wave frequency multiplier and relating to the technical field of integrated circuits, comprising: a gating module (301), which performs a phase-inversion operation on a clock signal according to a control signal; a calibration module (302), which adjusts the duty cycle according to the control signal and the clock signal and ultimately outputs a clock signal having a 50% duty cycle; a delay module (303), which performs a delay operation on the clock signal according to the control signal; a measurement module (304), which compares the clock signal and outputs a feedback signal; a control module (305), which outputs a control signal according to the feedback signal; a frequency-doubling module (306), which performs a frequency-doubling operation on the clock signal. Thus it is possible to achieve clock-signal frequency-doubling with low circuit complexity and at low cost.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/157026 A1

RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **本国际公布:**  
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。  
TG)。

---

一种时钟占空比校准及倍频电路,用于方波倍频器设计中,涉及集成电路技术领域,包括:选通模块(301),根据控制信号对时钟信号做反相操作;校准模块(302),根据控制信号和时钟信号进行占空比的调节,最终输出 50% 占空比的时钟信号;延迟模块(303),根据控制信号对时钟信号延迟操作;检测模块(304),对时钟信号进行比对,输出反馈信号;控制模块(305),根据反馈信号输出控制信号;倍频模块(306),对时钟信号进行倍频操作。能够以较小的电路复杂性和低成本实现高精度的时钟信号倍频。

## 时钟占空比校准及倍频电路

### 技术领域

本发明涉及集成电路技术领域，具体涉及一种使用在方波倍频器中的时钟占空比校准及倍频电路。

### 背景技术

在无线通信领域和时钟信号生成领域，为了实现更低的低带内相位噪声和高频量化噪声，需要时钟信号倍频技术来降低锁相环的倍频倍数，时钟信号倍频技术可通过模拟电路和数字电路的方式实现。

图 1 示出了利用数字电路方式实现时钟信号倍频的方法，输入时钟信号  $V_{in}$  经过一个延时  $\Delta T$  后，与自身进行异或运算，便得到了倍频输出时钟信号  $V_{out}$ 。通常输入时钟信号占空比在 40%~60%之间，而利用数字电路方式来实现时钟信号倍频需要输入时钟信号的占空比尽可能接近 50%，否则输出时钟信号会有额外杂散分量，如图 2 所示，输入时钟信号占空比偏离 50%，此时输出时钟信号不仅包含了输入时钟信号的两倍分量，还包含了一倍和三倍频率分量，这将恶化锁相环输出时钟信号的纯净度。

由上可见实现时钟信号倍频的难点在于时钟信号占空比的校准，用模拟电路来实现时钟信号占空比校准的方案功耗较大，而用数字电路来实现时钟信号占空比校准的方案则面临着相位噪声、面积、动态范围等多方面的折中制约。

### 发明内容

本发明的目的是，提供一种时钟占空比校准及倍频电路，能够以较小的电路复杂性和低成本实现高精度的时钟信号倍频。

本发明提供了一种时钟占空比校准及倍频电路，包括：

选通模块，用于根据第一控制信号  $V1$  对输入的第一时钟信号  $CK_{in}$  做反相

后输出第二时钟信号 CK2;

校准模块, 用于根据第二控制信号 V2 对第二时钟信号 CK2 进行占空比的调节, 最终输出 50% 占空比的第三时钟信号 CK3;

延迟模块, 用于根据第三控制信号 V3 对第三时钟信号 CK3 进行延迟操作后输出第四时钟信号 CK4;

检测模块, 用于对输入的第三时钟信号 CK3 和第四时钟信号 CK4 进行比对, 并根据比对的结果输出反馈信号 Va;

控制模块, 用于根据输入的反馈信号 Va, 输出第一控制信号 V1、第二控制信号 V2 及第三控制信号 V3;

倍频模块, 用于对第三时钟信号 CK3 进行倍频操作, 输出第五时钟信号 CKout。

作为优选方案, 所述校准模块包括第一延迟单元和第二延迟单元及门电路, 其中第一延迟单元和第二延迟单元并联后连接门电路, 所述第一延迟单元和第二延迟单元为相同的可调延迟单元。

作为优选方案, 所述门电路为与门电路或者或门电路。

作为优选方案, 所述延迟模块包括:

第三延迟单元, 用于对第三时钟信号 CK3 进行延迟处理;

第四延迟单元, 用于对经第三延迟单元延迟过后的第三时钟信号 CK3 再进行延迟处理, 输出第四时钟信号 CK4;

所述第三延迟单元和第四延迟单元串接, 且为相同的可调延迟单元。

作为优选方案, 所述检测模块包括:

第一边沿触发器, 用于比对第三时钟信号 CK3 和第四时钟信号 CK4 的相位差是否为 360 度, 将比对结果作为反馈信号输出。

作为优选方案，在第三时钟信号 CK3 和第四时钟信号 CK4 的相位差不为 360 度时，第三延迟单元和第四延迟单元调整同样的延迟值。

作为优选方案，所述检测模块还包括：

第二边沿触发器，用于比对第三时钟信号 CK3 和经由第三延迟单元延迟后的时钟信号两者的方波上升沿是否对齐下降沿，将比对结果作为反馈信号输出。

作为优选方案，在第三时钟信号 CK3 和第四时钟信号 CK4 的相位差为 360 度时，若第二边沿触发器的反馈信号与预设值不同，选通器使第一时钟信号 CKin 反向通过；

所述预设值为第一时钟信号 CKin 的占空比符合校准模块门电路的运算规则时第二边沿触发器的反馈信号值。

作为优选方案，在第三时钟信号 CK3 和经由第三延迟单元延迟后的时钟信号两者的方波上升沿不对齐下降沿时，第一延迟单元或第二延迟单元调整延迟值。

作为优选方案，所述倍频模块包括：

固定延迟单元，用于对第三时钟信号 CK3 进行延迟处理；

异或门电路，用于将第三时钟信号 CK3 和固定延迟单元延迟过后的第三时钟信号 CK3 进行异或运算获得倍频的第五时钟信号 CKout。

与现有技术相比，本发明时钟占空比校准及倍频电路实现了倍频延迟单元与校准延迟单元的分离，简化了电路设计；而校准延迟单元要求大的动态范围与小的调节步进精度，对相位噪声性能则没有要求，倍频延迟单元可以为固定延迟，只要求低相位噪声设计即可，这样就能实现不同电路模块的最优设计，减小了功耗和面积消耗。

## 附图说明

图 1 是数字电路方式实现时钟信号倍频的示意图；

图 2 是时钟信号倍频电路中输入时钟信号占空比偏离 50% 时输出时钟信号的示意图；

图 3 是本发明时钟占空比校准及倍频电路的功能模块图；

图 4 是本发明时钟占空比校准及倍频电路一实施例的电路结构示意图；

图 5 是图 4 电路结构校准流程中时钟信号状态的时序图；

图 6 是本发明时钟占空比校准及倍频电路另一实施例的电路结构示意图。

## 具体实施方式

利用本发明时钟占空比校准及倍频电路对时钟信号进行延迟、比较和逻辑运算处理，能够以较小的电路复杂性和低成本实现高精度的时钟信号倍频。

下面结合附图对本发明的优选实施例进行进一步的详细说明。

参阅图 3，本发明时钟占空比校准及倍频电路包括选通模块 301、校准模块 302、延迟模块 303、检测模块 304、控制模块 305 以及倍频模块 306。

其中选通模块 301 根据第一控制信号 V1 对输入的第一时钟信号 CKin 做反相后输出第二时钟信号 CK2 至校准模块 302。在一实施方式中，选通模块 301 可使用选通器。

校准模块 302 根据第二控制信号 V2 对第二时钟信号 CK2 进行占空比的调节，最终输出 50% 占空比的第三时钟信号 CK3 至延迟模块 303、检测模块 304 及倍频模块 306。在一实施方式中，校准模块 302 包括由两个相同的可调延迟单元组成的差分相位调节电路和门电路。

延迟模块 303 根据第三控制信号 V3 对第三时钟信号 CK3 进行延迟操作后输出第四时钟信号 CK4 至检测模块 304。在一实施方式中，延迟模块 303 包括两个相同的可调延迟单元。

检测模块 304 对输入的第三时钟信号 CK3 和第四时钟信号 CK4 进行比对，

并根据比对的结果输出反馈信号  $V_a$  至控制模块 305。在一实施方式中，检测模块 304 包括两个边沿触发器。

控制模块 305 根据输入的反馈信号  $V_a$ ，输出第一控制信号  $V_1$ 、第二控制信号  $V_2$  及第三控制信号  $V_3$ 。在一实施方式中，控制模块 305 可利用边沿触发器的反馈信号对延迟单元和选通器进行控制。具体如何控制延迟单元和选通器是现有技术，故在此不做赘述。

在具体的实施方式中，检测模块 304 包括了两个边沿触发器，其中一个用于检测延迟模块 304 输入第三时钟信号  $CK_3$  和输出第四时钟信号  $CK_4$  的方波上升沿是否对齐，即输入输出时钟信号的相位差是否为 360 度，控制模块 305 根据检测的结果对延迟模块 303 的两个延迟单元做相同延迟值调整的操作，使输入输出时钟信号的相位差为 360 度；而后，另一边沿触发器用于检测延迟模块 304 输入第三时钟信号  $CK_3$  及其输入端延迟单元输出的时钟信号方波的上升沿是否对齐下降沿，控制模块 305 先根据此时这一边沿触发器的反馈信号及校准模块 302 所选用门电路来决定是否控制选通模块 301 将第一时钟信号  $CK_{in}$  做反相后输出，再调整校准模块 302 其中一个延迟单元的延迟值，当第三时钟信号  $CK_3$  与所述延迟单元输出时钟信号方波的上升沿对齐下降沿时，第三时钟信号  $CK_3$  的占空比为 50%。

倍频模块 306 对第三时钟信号  $CK_3$  进行倍频操作，输出第五时钟信号  $CK_{out}$ 。在一实施方式中，倍频模块 306 包括固定延迟单元和异或门电路。

下面通过两个实施例对本发明的技术方案进行详细说明。

图 4 和图 5 分别是本发明时钟占空比校准及倍频电路一实施例的电路结构示意图和校准流程中时钟信号状态的时序图。

参阅图 4，本实施例的选通模块包括一个选通器 MUX；校准模块包括由两个相同的可调延迟单元  $DL_1$  和  $DL_2$  组成的差分相位调节电路以及与门电路；延迟模块包括两个相同的可调延迟单元  $DL_3$  和  $DL_4$  串联组成的电路；检测模块包括两个上升沿 D 触发器  $cal_1$  和  $cal_2$ ，其中第一触发器  $cal_1$  用于检测 A 点与 C 点

同一时序时钟信号方波的上升沿是否对齐，第二触发器 cal2 用于检测同一时序 B 点时钟信号的方波上升沿是否对齐 A 点时钟信号的方波下降沿，以上两个触发器将检测结果反馈至控制模块；倍频模块包括一个固定延迟单元 DL5 和异或门电路。

下面结合图 5 对本实施例的校准及倍频流程进行详细说明，在对时钟信号做占空比校准及倍频之前，首先将延迟单元 DL1 和 DL2 调整为相同的延迟值，这样在输入时钟信号后，A 点时钟信号的占空比就与输入时钟信号的一致，这样就避免了只采用单个延迟单元时对其要接近零延迟的技术要求，以及对所采用的两个延迟单元 DL1 和 DL2 的动态范围的技术要求；然后将固定延迟的延迟单元 DL5 根据需要的倍频数值设置延迟值。

首先，输入时钟信号，在这一步骤中，输入时钟信号占空比的大小不会影响到技术手段的实施，我们采用占空比大于 50% 的时钟信号方波进行说明，此时电路中 A、B、C 三点的时钟信号波形图如步骤 1 中的 1 所示，我们需要将 C 点时钟信号的方波上升沿对齐 A 点时钟信号的方波上升沿，即将 A、C 两点的时钟信号相位差调整为 360 度，此时 A、C 两点同时对上升沿 D 触发器 cal1 输入时钟信号，那么这时的上升沿 D 触发器 cal1 将输出反馈信号值  $Q=0$ ，同时将反馈信号输出到控制模块，控制模块则根据上升沿 D 触发器 cal1 输入的反馈信号值  $Q=0$  对延迟单元 DL3 和 DL4 输出控制信号，而延迟单元 DL3 和 DL4 根据输入的控制信号对时钟信号进行延迟操作，逐步提高延迟值直到 C 点时钟信号的方波上升沿与 A 点时钟信号的方波上升沿对齐，即步骤 1 中的 2 所示，此时上升沿 D 触发器 cal1 输出的反馈信号值将发生反转，即  $Q=1$ ，而控制模块依据上升沿 D 触发器 cal1 输出反馈信号的改变控制延迟单元 DL3 和 DL4 保持此时的延迟值，此时 A 点与 C 点的时钟信号相位差为 360 度，在步骤 1 中，控制模块不对上升沿 D 触发器 cal2 的反馈信号做反应。

其次，当 A、C 两点的时钟信号相位差为 360 度后，由于延迟单元 DL3 和 DL4 为相同的延迟单元，那么此时 A、B 两点的时钟信号相位差为 180 度，此时控制

单元开始对上升沿 D 触发器 cal2 的反馈信号做反应。在此实施例中校准模块选用了与门电路进行时钟信号占空比的校准，所以输入校准模块的时钟信号占空比必须大于 50% 与才能通过与门电路的运算得到 50% 占空比的时钟信号，而此时延迟单元 DL1 和 DL2 设置为相同的延迟值，即校准模块输入的时钟信号占空比与 A 点输出时钟信号的占空比一致，那么控制模块首先要根据由上升沿 D 触发器 cal2 输入的反馈信号去控制选通器 MUX 调整 A 点时钟信号的占空比，此时若输入时钟信号的占空比大于 50%，则电路中 A、B、C 三点的时钟信号波形图如步骤 2 中的 3 所示，上升沿 D 触发器 cal2 将输出反馈信号值  $Q=1$ ，若输入时钟信号的占空比小于 50%，由于 A、B 两点的时钟信号相位差为 180 度，则上升沿 D 触发器 cal2 将输出反馈信号值  $Q=0$ ；当反馈信号值  $Q=1$  时，控制模块控制选通器 MUX 令输入时钟信号通过，当反馈信号值  $Q=0$  时，控制模块控制选通器 MUX 令输入时钟信号反相通过，通过以上操作可保证 A 点时钟信号的占空比大于 50%，即校准模块输入的时钟占空比大于 50%；当控制模块确认上升沿 D 触发器 cal2 输出反馈信号值  $Q=1$  时，控制模块控制选通器 MUX 状态保持。其次，在完成对 A 点时钟信号占空比的调整后，开始将 B 点时钟信号的方波上升沿对齐 A 点时钟信号的方波下降沿，此时电路中 A、B、C 三点的时钟信号波形图如步骤 2 中的 3 所示，控制模块则根据上升沿 D 触发器 cal2 输入的反馈信号值  $Q=1$  对延迟单元 DL1 或 DL2 输出控制信号，而延迟单元 DL1 或 DL2 根据输入的控制信号对时钟信号进行延迟操作，经延迟单元 DL1 或 DL2 延迟后的时钟信号与自身进行与运算，逐步减少占空比，由于 A 点与 B 点的时钟信号相位差为 180 度，那么 B 点时钟信号的方波上升沿与 A 点时钟信号的方波下降沿就会随着占空比的减少而逐步对齐，当 A 点时钟信号的方波下降沿对齐 B 点时钟信号的上升沿时，此时各点的时钟信号方波如步骤 2 中的 4 所示，那么上升沿 D 触发器 cal2 输出的反馈信号值将发生反转，即  $Q=0$ ，而控制模块依据上升沿 D 触发器 cal2 输出反馈信号的改变去控制延迟单元 DL1 或 DL2 保持此时的延迟值，由于 A 点与 B 点的时钟信号相位差为 180 度，那么我们便在 A、B、C 三点都得到了占空比为 50% 的时钟信

号。在实际运用中，根据时钟信号方波的技术特性，触发器的工作原理是逐次逼近型的，即当两点的边沿接近到一定的程度时触发器就会发生反转，这个接近的精度由所选用触发器和延迟单元的性质来决定，同时也决定了最终得到的时钟信号占空比的精度；在其他实施方式中，上升沿触发器的控制端输入时钟信号可以调换，用于检测 A、B 两点边沿对齐的边沿触发器也可以采用下降沿触发器。

最终占空比为 50% 的时钟信号方波在 A 点输入由固定延迟单元 DL5 和异或门组成的倍频模块，时钟信号经过事先调节好的固定延迟单元 DL5 延迟后与自身进行异或运算，便可得到需要的纯净的输入时钟信号的倍频输出。

图 6 示出了本发明时钟占空比校准及倍频电路另一实施例的电路结构，其与图 4 示出的实施例不同之处在于校准模块采用了或门电路进行时钟信号占空比的调整，这就要求输入校准模块的时钟信号占空比要小于 50%，而 A、B 点的边沿触发器控制端的输入为 A 点的时钟信号，在此实施例中，只需将控制模块根据边沿触发器所给出的不同反馈信号而做出的控制行为做调整，即可实现本发明的技术目的。

本发明时钟占空比校准及倍频电路实现了倍频电路延迟单元动态范围与调节分辨率分离设计的同时，也实现了延迟单元相位噪声性能与功耗面积的分离设计，极大降低电路设计复杂度。其中倍频延迟单元与校准延迟单元分离，简化了电路设计；而校准延迟单元要求大的动态范围与小的调节步进精度，对相位噪声性能则没有要求，倍频延迟单元可以为固定延迟，只要求低相位噪声设计即可，这样就能实现不同电路模块的最优设计，减小了功耗和面积消耗。

应当理解的是，以上优选实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非用以限定，对本领域技术人员来说，可以对上述优选实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而所有这些修改和替换，都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

## 权 利 要 求 书

---

1. 一种时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，包括：  
选通模块，用于根据第一控制信号（V1）对输入的第一时钟信号（CKin）做反相后输出第二时钟信号（CK2）；  
校准模块，用于根据第二控制信号（V2）对第二时钟信号（CK2）进行占空比的调节，最终输出 50% 占空比的第三时钟信号（CK3）；  
延迟模块，用于根据第三控制信号（V3）对第三时钟信号（CK3）进行延迟操作后输出第四时钟信号（CK4）；  
检测模块，用于对输入的第三时钟信号（CK3）和第四时钟信号（CK4）进行比对，并根据比对的结果输出反馈信号（Va）；  
控制模块，用于根据输入的反馈信号（Va），输出第一控制信号（V1）、第二控制信号（V2）及第三控制信号（V3）；  
倍频模块，用于对第三时钟信号（CK3）进行倍频操作，输出第五时钟信号（CKout）。
2. 如权利要求 1 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述校准模块包括第一延迟单元和第二延迟单元及门电路，其中第一延迟单元和第二延迟单元并联后连接门电路，所述第一延迟单元和第二延迟单元为相同的可调延迟单元。
3. 如权利要求 2 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述门电路为与门电路或者或门电路。
4. 如权利要求 1 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述延迟模块包括：  
第三延迟单元，用于对第三时钟信号（CK3）进行延迟处理；  
第四延迟单元，用于对经第三延迟单元延迟过后的第三时钟信号（CK3）再

进行延迟处理，输出第四时钟信号（CK4）；

所述第三延迟单元和第四延迟单元串接，且为相同的可调延迟单元。

5. 如权利要求 1 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述检测模块包括：

第一边沿触发器，用于比对第三时钟信号（CK3）和第四时钟信号（CK4）的相位差是否为 360 度，将比对结果作为反馈信号输出。

6. 如权利要求 5 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，在第三时钟信号（CK3）和第四时钟信号（CK4）的相位差不为 360 度时，第三延迟单元和第四延迟单元调整同样的延迟值。

7. 如权利要求 1 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述检测模块还包括：

第二边沿触发器，用于比对第三时钟信号（CK3）和经由第三延迟单元延迟后的时钟信号两者的方波上升沿是否对齐下降沿，将比对结果作为反馈信号输出。

8. 如权利要求 7 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，在第三时钟信号（CK3）和第四时钟信号（CK4）的相位差为 360 度时，若第二边沿触发器的反馈信号与预设值不同，选通器使第一时钟信号（CKin）反向通过；  
所述预设值为第一时钟信号（CKin）的占空比符合校准模块门电路的运算规则时第二边沿触发器的反馈信号值。

9. 如权利要求 8 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，在第三时钟信号（CK3）和经由第三延迟单元延迟后的时钟信号两者的方波上升沿不对齐下降沿时，第一延迟单元或第二延迟单元调整延迟值。

10. 如权利要求 1 所述的时钟占空比校准及倍频电路，其特征在于，所述倍频模

块包括：

固定延迟单元，用于对第三时钟信号（CK3）进行延迟处理；

异或门电路，用于将第三时钟信号（CK3）和固定延迟单元延迟过后的第三时钟信号（CK3）进行异或运算获得倍频的第五时钟信号（CKout）。

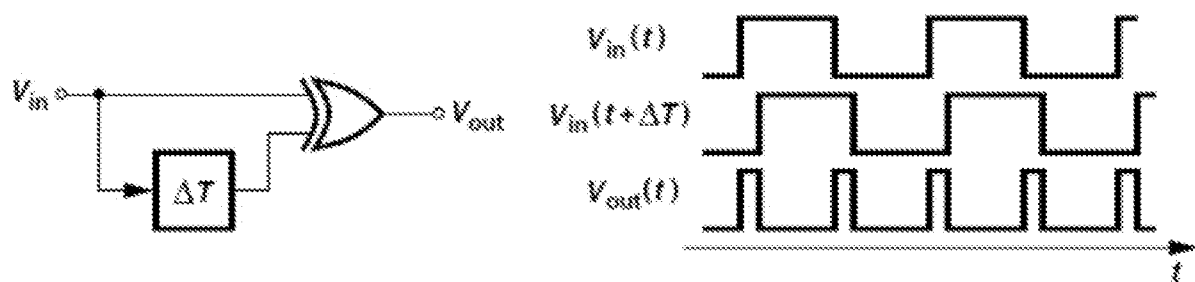


图 1

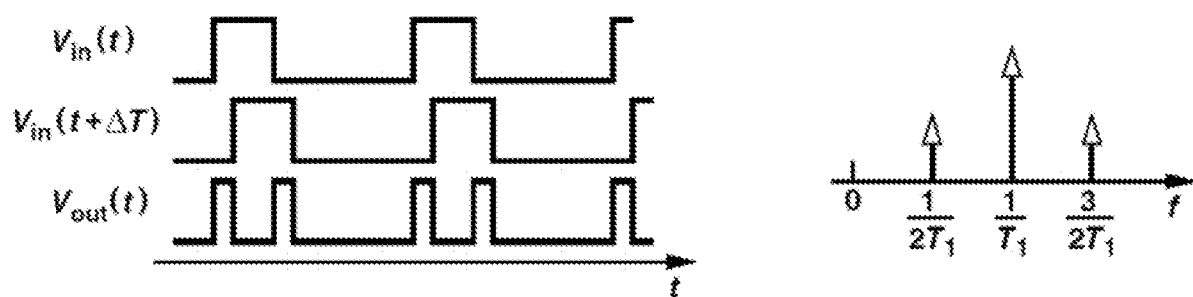


图 2

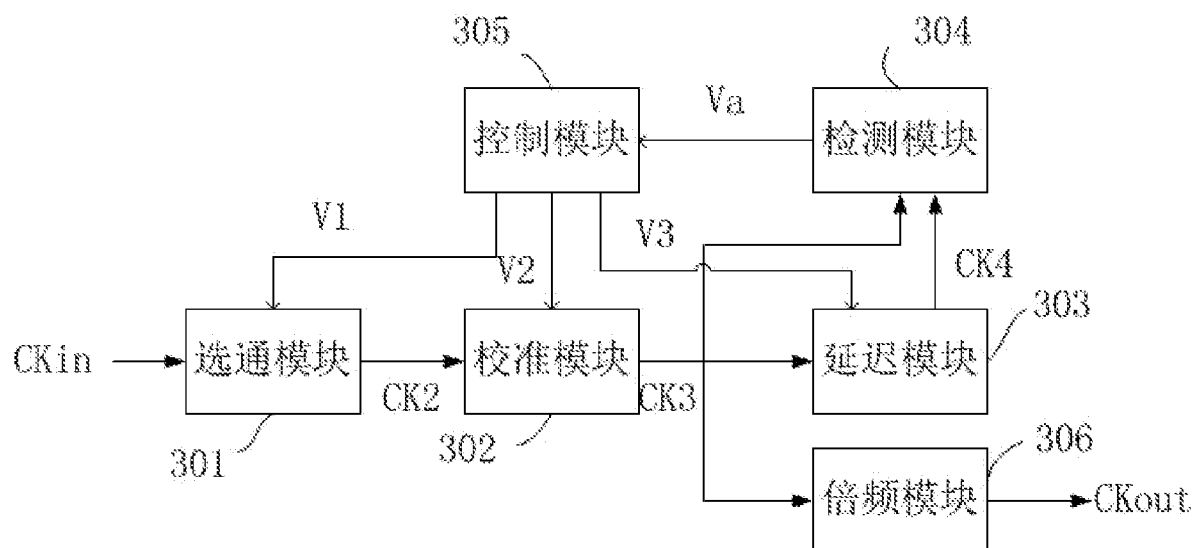


图 3

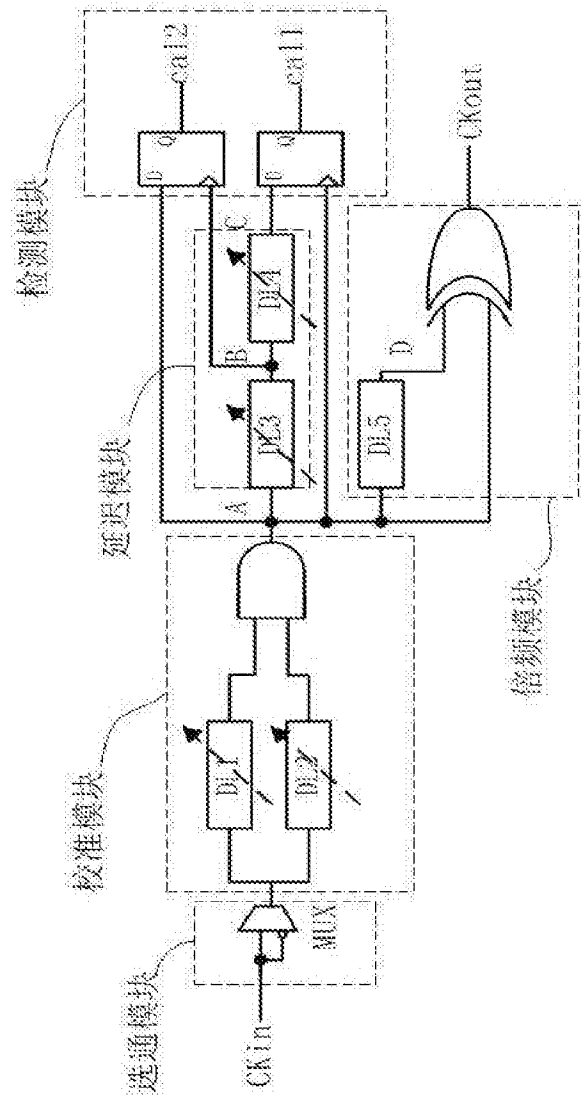


图 4

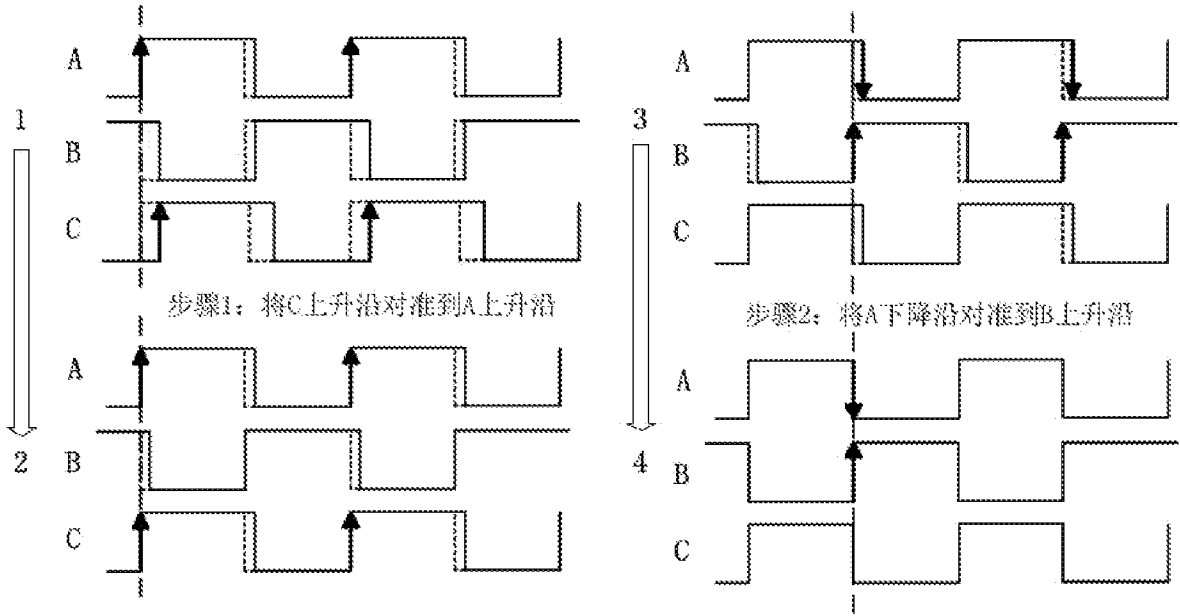


图 5

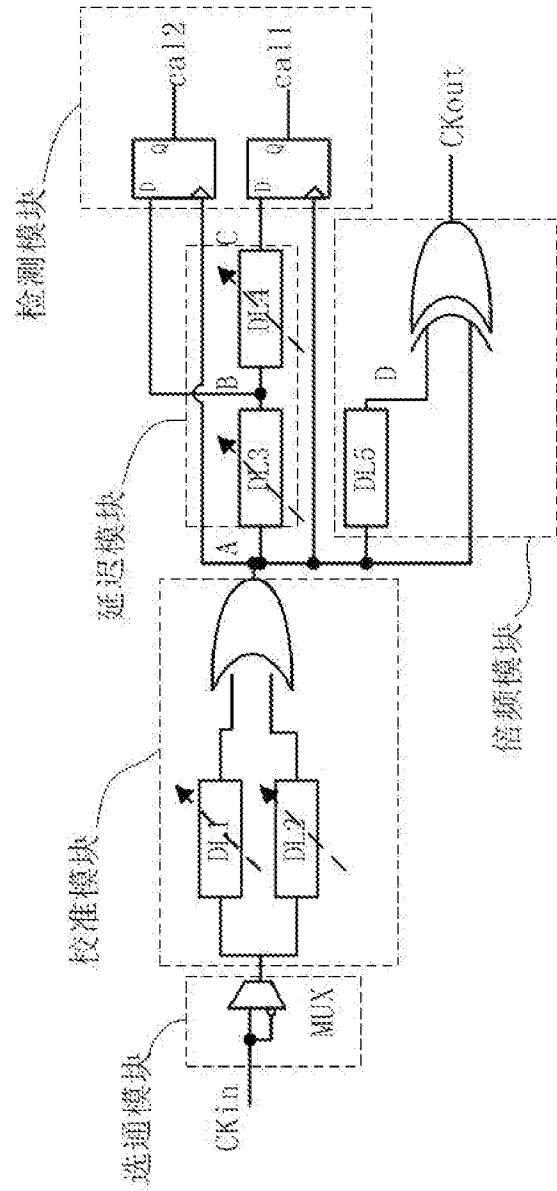


图 6

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/104539**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03K 3/017 (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)

H03K

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: duty cycle, calibrate, frequency doubling, reversed-phase, compare, clock, duty, cycle, adjust+, correct+, frequency, multi+, gate+, revers+, phase, control, delay, detect+, feedback

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                       | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| PX        | CN 105743463 A (ALLWINNER TECHNOLOGY CO., LTD.), 06 July 2016 (06.07.2016), claims 1-10                                                  | 1-10                  |
| A         | CN 101227184 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 23 July 2008 (23.07.2008), description, page 5, line 11 to page 8, the last line, and figures 1-9 | 1-10                  |
| A         | CN 1487669 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.), 07 April 2004 (07.04.2004), the whole document                                                     | 1-10                  |
| A         | CN 104124964 A (XI'AN SINOCHIP SEMICONDUCTOR CO., LTD.), 29 October 2014 (29.10.2014), the whole document                                | 1-10                  |
| A         | CN 104753499 A (SHANGHAI HUAHONG GRACE SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CORPORATION), 01 July 2015 (01.07.2015), the whole document           | 1-10                  |
| A         | WO 9837656 A2 (RAMBUS INC.), 27 August 1998 (27.08.1998), the whole document                                                             | 1-10                  |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

|                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| * Special categories of cited documents:                                                                                                                                | "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                                              |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance                                                                | "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                                                                     |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date                                                                               | "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 |
| "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) | "&" document member of the same patent family                                                                                                                                                                                                    |
| "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                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                  |

Date of the actual completion of the international search  
20 January 2017 (20.01.2017)

Date of mailing of the international search report  
**08 February 2017 (08.02.2017)**

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  
**LI, Ying**  
Telephone No.: (86-10) 010-61648081

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2016/104539**

### C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 5646564 A (XILINX INC.), 08 July 1997 (08.07.1997), the whole document          | 1-10                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/CN2016/104539**

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family    | Publication Date  |
|--------------------------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| CN 105743463 A                             | 06 July 2016     | None             |                   |
| CN 101227184 A                             | 23 July 2008     | CN 101227184 B   | 22 June 2011      |
| CN 1487669 A                               | 07 April 2004    | JP 4447874 B2    | 07 April 2010     |
|                                            |                  | IT MI20031643 A1 | 06 April 2004     |
|                                            |                  | DE 10336300 A1   | 15 April 2004     |
|                                            |                  | TW I281321 B     | 11 May 2007       |
|                                            |                  | US 2004066873 A1 | 08 April 2004     |
|                                            |                  | JP 2004129255 A  | 22 April 2004     |
|                                            |                  | TW 200414686 A   | 01 August 2004    |
|                                            |                  | CN 100530968 C   | 19 August 2009    |
|                                            |                  | KR 20040031389 A | 13 April 2004     |
|                                            |                  | US 7184509 B2    | 27 February 2007  |
|                                            |                  | DE 10336300 B4   | 02 March 2006     |
|                                            |                  | KR 100486268 B1  | 03 May 2005       |
|                                            |                  | IT 1348476 B     | 30 October 2008   |
| CN 104124964 A                             | 29 October 2014  | None             |                   |
| CN 104753499 A                             | 01 July 2015     | None             |                   |
| WO 9837656 A2                              | 27 August 1998   | EP 1633049 B1    | 19 November 2008  |
|                                            |                  | US 7039147 B2    | 02 May 2006       |
|                                            |                  | EP 1601130 A2    | 30 November 2005  |
|                                            |                  | EP 1031203 A2    | 30 August 2000    |
|                                            |                  | EP 1601130 A3    | 28 February 2007  |
|                                            |                  | EP 1031203 A4    | 16 April 2003     |
|                                            |                  | EP 1633049 A3    | 28 February 2007  |
|                                            |                  | EP 1633049 A2    | 08 March 2006     |
|                                            |                  | US 6125157 A     | 26 September 2000 |
|                                            |                  | US 6539072 B1    | 25 March 2003     |
|                                            |                  | US 2004223571 A1 | 11 November 2004  |
|                                            |                  | EP 1601130 B1    | 10 December 2008  |
|                                            |                  | US 7308065 B2    | 11 December 2007  |
|                                            |                  | WO 9837656 A3    | 19 November 1998  |
|                                            |                  | US 2006188051 A1 | 24 August 2006    |
|                                            |                  | DE 69840242 E    | 02 January 2009   |
|                                            |                  | DE 69840350 E    | 22 January 2009   |
| US 5646564 A                               | 08 July 1997     | US 5815016 A     | 29 September 1998 |

| <b>A. 主题的分类</b><br>H03K 3/017 (2006.01) i<br><br>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>B. 检索领域</b><br>检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)<br>H03K<br><br>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献<br><br>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))<br>WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 时钟, 占空比, 校准, 修正, 调整, 倍频, 选通, 反相, 延迟, 延时, 检测, 控制, 反馈, 比较, 比对, clock, duty, cycle, adjust+, correct+, frequency, multi+, gate+, revers+, phase, control, delay, detect+, feedback                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                  |                                                 |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| <b>C. 相关文件</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105743463 A (珠海全志科技股份有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06)<br/>权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101227184 A (东南大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23)<br/>说明书第5页第11行-第8页最后1行, 附图1-9</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1487669 A (三星电子株式会社) 2004年 4月 7日 (2004 - 04 - 07)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104124964 A (西安华芯半导体有限公司) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104753499 A (上海华虹宏力半导体制造有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 9837656 A2 (RAMBUS INC.) 1998年 8月 27日 (1998 - 08 - 27)<br/>全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                  |                                                 | 类 型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | PX | CN 105743463 A (珠海全志科技股份有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06)<br>权利要求1-10 | 1-10 | A | CN 101227184 A (东南大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23)<br>说明书第5页第11行-第8页最后1行, 附图1-9 | 1-10 | A | CN 1487669 A (三星电子株式会社) 2004年 4月 7日 (2004 - 04 - 07)<br>全文 | 1-10 | A | CN 104124964 A (西安华芯半导体有限公司) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29)<br>全文 | 1-10 | A | CN 104753499 A (上海华虹宏力半导体制造有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01)<br>全文 | 1-10 | A | WO 9837656 A2 (RAMBUS INC.) 1998年 8月 27日 (1998 - 08 - 27)<br>全文 | 1-10 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                | 相关的权利要求                                         |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| PX                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | CN 105743463 A (珠海全志科技股份有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06)<br>权利要求1-10           | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 101227184 A (东南大学) 2008年 7月 23日 (2008 - 07 - 23)<br>说明书第5页第11行-第8页最后1行, 附图1-9 | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 1487669 A (三星电子株式会社) 2004年 4月 7日 (2004 - 04 - 07)<br>全文                       | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 104124964 A (西安华芯半导体有限公司) 2014年 10月 29日 (2014 - 10 - 29)<br>全文                | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | CN 104753499 A (上海华虹宏力半导体制造有限公司) 2015年 7月 1日 (2015 - 07 - 01)<br>全文              | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WO 9837656 A2 (RAMBUS INC.) 1998年 8月 27日 (1998 - 08 - 27)<br>全文                  | 1-10                                            |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| <input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  |                                                 |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| * 引用文件的具体类型:<br>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件<br>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利<br>“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)<br>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件<br>“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<br>“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<br>“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<br>“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<br>“&” 同族专利的文件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  |                                                 |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| 国际检索实际完成的日期<br><br>2017年 1月 20日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                  | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2017年 2月 8日                   |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<br><br>中华人民共和国国家知识产权局 (ISA/CN)<br>中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088<br>传真号 (86-10) 62019451                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  | 受权官员<br><br>李英<br><br>电话号码 (86-10) 010-61648081 |      |                   |         |    |                                                                        |      |   |                                                                                  |      |   |                                                            |      |   |                                                                   |      |   |                                                                     |      |   |                                                                 |      |

### 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 |
|------|---------------------------------------------------------------|---------|
| A    | US 5646564 A (XILINX INC.) 1997年 7月 8日 (1997 - 07 - 08)<br>全文 | 1-10    |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/104539

| 检索报告引用的专利文件 |           |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |             |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|-----------|----|----------------|------|-------------|----|----------------|
| CN          | 105743463 | A  | 2016年 7月 6日    | 无    |             |    |                |
| CN          | 101227184 | A  | 2008年 7月 23日   | CN   | 101227184   | B  | 2011年 6月 22日   |
| CN          | 1487669   | A  | 2004年 4月 7日    | JP   | 4447874     | B2 | 2010年 4月 7日    |
|             |           |    |                | IT   | MI20031643  | A1 | 2004年 4月 6日    |
|             |           |    |                | DE   | 10336300    | A1 | 2004年 4月 15日   |
|             |           |    |                | TW   | I281321     | B  | 2007年 5月 11日   |
|             |           |    |                | US   | 2004066873  | A1 | 2004年 4月 8日    |
|             |           |    |                | JP   | 2004129255  | A  | 2004年 4月 22日   |
|             |           |    |                | TW   | 200414686   | A  | 2004年 8月 1日    |
|             |           |    |                | CN   | 100530968   | C  | 2009年 8月 19日   |
|             |           |    |                | KR   | 20040031389 | A  | 2004年 4月 13日   |
|             |           |    |                | US   | 7184509     | B2 | 2007年 2月 27日   |
|             |           |    |                | DE   | 10336300    | B4 | 2006年 3月 2日    |
|             |           |    |                | KR   | 100486268   | B1 | 2005年 5月 3日    |
|             |           |    |                | IT   | 1348476     | B  | 2008年 10月 30日  |
| CN          | 104124964 | A  | 2014年 10月 29日  | 无    |             |    |                |
| CN          | 104753499 | A  | 2015年 7月 1日    | 无    |             |    |                |
| WO          | 9837656   | A2 | 1998年 8月 27日   | EP   | 1633049     | B1 | 2008年 11月 19日  |
|             |           |    |                | US   | 7039147     | B2 | 2006年 5月 2日    |
|             |           |    |                | EP   | 1601130     | A2 | 2005年 11月 30日  |
|             |           |    |                | EP   | 1031203     | A2 | 2000年 8月 30日   |
|             |           |    |                | EP   | 1601130     | A3 | 2007年 2月 28日   |
|             |           |    |                | EP   | 1031203     | A4 | 2003年 4月 16日   |
|             |           |    |                | EP   | 1633049     | A3 | 2007年 2月 28日   |
|             |           |    |                | EP   | 1633049     | A2 | 2006年 3月 8日    |
|             |           |    |                | US   | 6125157     | A  | 2000年 9月 26日   |
|             |           |    |                | US   | 6539072     | B1 | 2003年 3月 25日   |
|             |           |    |                | US   | 2004223571  | A1 | 2004年 11月 11日  |
|             |           |    |                | EP   | 1601130     | B1 | 2008年 12月 10日  |
|             |           |    |                | US   | 7308065     | B2 | 2007年 12月 11日  |
|             |           |    |                | WO   | 9837656     | A3 | 1998年 11月 19日  |
|             |           |    |                | US   | 2006188051  | A1 | 2006年 8月 24日   |
|             |           |    |                | DE   | 69840242    | E  | 2009年 1月 2日    |
|             |           |    |                | DE   | 69840350    | E  | 2009年 1月 22日   |
| US          | 5646564   | A  | 1997年 7月 8日    | US   | 5815016     | A  | 1998年 9月 29日   |

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)