

# (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  
2018 年 4 月 26 日 (26.04.2018)



(10) 国际公布号  
**WO 2018/072439 A1**

(51) 国际专利分类号:  
*G11C 29/48* (2006.01) *H04L 12/26* (2006.01)

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)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/085226

(22) 国际申请日: 2017 年 5 月 19 日 (19.05.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201610920467.7 2016 年 10 月 21 日 (21.10.2016) CN

(71) 申请人: 深圳市中兴微电子有限公司 (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: 任域峰 (REN, Yuhao); 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)。 杨丽宁 (YANG, Lining); 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)。 孙建伟 (SUN, Jianwei);

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路 21 号中关村知识产权大厦 B 座 2 层, Beijing 100080 (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, KH, 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,

(54) Title: TEST DATA GENERATION METHOD AND DEVICE, AND COMPUTER STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种测试信号产生方法及装置、计算机存储介质

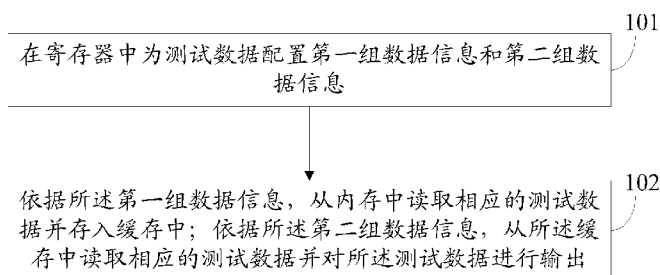


图 1

- 101 Configure a first group of data information and a second group of data information for test data in a register
- 102 Read corresponding test data from a memory and store same in a cache according to the first group of data information, and read corresponding test data from the cache and output the test data according to the second group of data information

(57) Abstract: Disclosed are a test data generation method and device, and a computer storage medium. The method comprises: configuring a first group of data information and a second group of data information for test data in a register; reading corresponding test data from a memory and storing same in a cache according to the first group of data information; and reading corresponding test data from the cache and outputting the test data according to the second group of data information.

(57) 摘要: 本发明公开了一种测试信号产生方法及装置、计算机存储介质, 包括: 在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息; 依据所述第一组数据信息, 从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中; 依据所述第二组数据信息, 从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。



WO 2018/072439 A1

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)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

## 一种测试信号产生方法及装置、计算机存储介质

### 相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201610920467.7、申请日为 2016 年 10 月 21 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

### 技术领域

本发明涉及系统芯片（SoC，System on Chip）测试技术领域，尤其涉及一种测试信号产生方法及装置、计算机存储介质。

### 背景技术

在工程设计中引入 SoC 可以简化设计，增加系统稳定性，降低产品成本。然而随着 SoC 规模增大，设计成本和测试成本与日俱增，SoC 的可测试性成为设计工作中非常重要的内容，它为缩短产品上市周期，及时定位发现问题提供有力支撑。为了满足 SoC 的可测试性，必须在 SoC 原型设计中增加可以产生测试信号的单元，即测试信号产生模块（TSG，Test Signal Generator）。

传统的 TSG 通过两种方式产生测试信号，公式法或存储法。其中：

公式法通过配置的初始值和生成多项式产生伪随机序列，通过对伪随机序列的处理来产生测试信号。这种方法产生的测试信号十分有限，信号源只能按照既定的配置产生，信号之间具有相关性。不能根据用户需求产生灵活的测试数据。

存储法即将用户定义的测试数据存储在硬件存贮资源中，循环读出其中的数据产生测试数据源。然而为保证测试的完整性，测试信号的长度一

般至少需要两个数据帧长的周期，这种方法需要耗费大量的存储资源，这些存储资源也不能被其他功能单元复用，对 SOC 的存储，面积，功耗等带来巨大成本。

## 发明内容

5           为解决上述技术问题，本发明实施例提供了一种测试信号产生方法及装置、计算机存储介质。

本发明实施例提供的测试信号产生方法，包括：

在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；

10           依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

本发明实施例中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

15           在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据长度；

在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。

本发明实施例中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

20           对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；

将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

本发明实施例中，所述从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中，包括：

判断缓存空间是否已存满；

25           当所述缓存空间未存满时，从内存中读取测试数据并存入缓存中。

本发明实施例中，所述依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出，包括：

依据所述帧头延时量和帧头周期时，确定同步信息；基于所述同步信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

5 本发明实施例中，所述依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中，包括：

将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址；

检测缓存空间是否已存满；

当所述缓存空间未存满时，向内存发送针对当前数据读地址的读请求；

10 如果当前数据读地址是数据末尾地址，则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址，作为下一次的数据读地址；如果当前数据读地址不是数据末尾地址，则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的数据读地址；

检测所述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应，当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时，将读响应携带的测试数据存入缓存中。

本发明实施例中，所述缓存由乒乓寄存器组成；

相应地，所述将读响应携带的测试数据存入缓存中，包括：

采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

20 本发明实施例提供的测试信号产生装置，包括：

配置单元，配置为在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；

缓存写控制单元，配置为依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；

25 缓存读控制单元，配置为依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读

取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

本发明实施例中，所述配置单元，还配置为在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据长度；在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。

5 本发明实施例中，所述配置单元，还配置为对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

本发明实施例中，所述缓存写控制单元，还配置为判断缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，从内存中读取测试数据并存入缓存中。

10 本发明实施例中，所述缓存读控制单元，还配置为依据所述帧头延时量和帧头周期时，确定同步信息；基于所述同步信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

本发明实施例中，所述缓存写控制单元，还配置为将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址；检测缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，向内存发送针对当前数据读地址的读请求；如果当前数据读地址是数据末尾地址，则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址，作为下一次的数据读地址；如果当前数据读地址不是数据末尾地址，则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的数据读地址；检测所述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应，当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时，将读响应携带的测试数据存入缓存中。

本发明实施例中，所述缓存由乒乓寄存器组成；

相应地，所述缓存写控制单元，还配置为采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

本发明实施例提供的计算机存储介质存储有计算机程序，该计算机程序配置为执行上述测试信号产生方法。

本发明实施例的技术方案中，在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。上述方案中，测试数据存储在 TSG 外部的内存中，用户可以对测试数据进行灵活配置，针对 TSG 产生测试信号的灵活性和 TSG 的存储资源这一问题，本发明实施例所提出的基于软硬件交互的测试信号产生方法既节省了硬件存储资源，也可以根据用户需求灵活配置测试数据。

### 附图说明

附图以示例而非限制的方式大体示出了本文中所讨论的各个实施例。

图 1 为本发明实施例的测试信号产生方法的流程示意图；

图 2 为本发明实施例的基于软硬件交互的 SoC 测试数据产生框图；

图 3 为本发明实施例的将内存中的数据写入缓存的流程示意图；

图 4 为本发明实施例的测试信号产生装置的结构组成示意图一；

图 5 为本发明实施例的测试信号产生装置的结构示意图二。

### 具体实施方式

为了能够更加详尽地了解本发明实施例的特点与技术内容，下面结合附图对本发明实施例的实现进行详细阐述，所附附图仅供参考说明之用，并非用来限定本发明实施例。

本发明实施例的主要目的是提供一种 SOC 系统设计中产生测试信号的方法及装置。本发明实施例的方法通过软硬件交互的方式，使硬件模块能够实时高效的读取外部存储模块（也即内存）的测试数据，节约了硬件存储资源的同时允许用户可以灵活配置测试数据，包括数据功率、波形、长度等。解决了 SOC 设计中传统 TSG 测试数据灵活配置和消耗硬件存储资源

的问题。

图 1 为本发明实施例的测试信号产生方法的流程示意图，如图 1 所示，本示例中的测试信号产生方法应用于测试信号产生装置中，所述测试信号产生方法包括以下步骤：

- 5        步骤 101：在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息。

本发明实施例中，测试信号产生装置开放寄存器、缓存空间、以及所述缓存空间的读写控制单元。此外，本发明实施例所指的内存位于测试信号产生装置以外，用户可以通过软件的方式在内存中灵活配置测试数据，  
10    包括：数据功率、波形、长度等。测试信号产生装置只需要从内存中依据配置信息进行测试数据的读取与输出即可。

本发明实施例中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据  
15    长度；

在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。

本发明实施例中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

- 20        对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；  
      将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

步骤 102：依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

- 25        本发明实施例中，所述从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中，

包括:

判断缓存空间是否已存满;

当所述缓存空间未存满时,从内存中读取测试数据并存入缓存中。

本发明实施例中,所述依据所述第二组数据信息,从所述缓存中读取

5 相应的测试数据并对所述测试数据进行输出,包括:

依据所述帧头延时量和帧头周期时,确定同步信息;基于所述同步信息,从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

本发明实施例中,所述依据所述第一组数据信息,从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中,包括:

10 将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址;

检测缓存空间是否已存满;

当所述缓存空间未存满时,向内存发送针对当前数据读地址的读请求;

如果当前数据读地址是数据末尾地址,则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址,作为下一次的数据读地址;如果当前数据读  
15 地址不是数据末尾地址,则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的数据读地址;

检测所述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应,当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时,将读响应携带的测试数据存入缓存中。

上述方案中,所述缓存由乒乓寄存器组成;

20 相应地,所述将读响应携带的测试数据存入缓存中,包括:

采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

下面结合 TSG 应用场景对本发明实施例的测试信号产生方法做进一步详细描述。

25 参照图 2,图 2 为本发明实施例的基于软硬件交互的 SoC 测试数据产

生框图，如图 2 所示，总线右侧为 TSG 硬件架构，总线右侧为 TSG 硬件架构的外部内存以及相应的软件。本发明实施例对 TSG 硬件架构作了如下改进：

1) 在 TSG 硬件架构中：开放缓存空间和缓存空间的读写控制单元，用以将从内存中读取的测试数据写入缓存和从缓存中读出。

2) 在 TSG 硬件架构中：开放描述测试数据信息（也即第一组数据信息和第二组数据信息）的寄存器堆，第一组数据信息包括数据首地址（Addr）、数据长度（len）；第二组数据信息包括：帧头延时量（fr\_dly）、帧头周期（fr\_cyc），通过软件为 TSG 配置寄存器。

3) 在 TSG 硬件架构中：开放同步控制接口，以接收寄存器堆内的数据帧头来同步 TSG 开始向后级硬件结构输出测试数据。如果没有外部的帧头驱动信息，可以在 TSG 结构中开放产生帧头的单元。

基于图 2 所示的框架结构，本发明实施例的测试信号产生方法包括以下步骤：

步骤 1：软件通过总线将用户配置的测试数据写入内存空间；

步骤 2：软件通过总线给 TSG 配置寄存器，并使能 TSG；

步骤 3：TSG 从内存中读取测试数据作为测试数据源输出给后级模块。

上述方案中步骤 1 具体表述为：

步骤 1.1：用户通过软件配置寄存器及寄存器地址；

步骤 1.2：软件通过总线将寄存器按地址写入硬件；

步骤 1.3：硬件通过寄存器地址解析寄存器中的配置信息。

上述方案中步骤 3 包含两个并行的操作流程：

流程 3.1：TSG 使能后判断缓存是否已存满，未存满则从内存空间读取测试数据，存入缓存；

流程 3.2：TSG 检测到同步驱动信息后，从缓存中读取测试数据，按照

后级模块的时序要求输出。

上述方案中，步骤 3 中的流程 3.1 和流程 3.2 是同时操作的。参照图 3，步骤 3 所述的流程 3.1 中，读取内存空间的数据写入缓存具体包括：

步骤 3.1.1：数据读地址置为寄存器配置的数据首地址；

5       步骤 3.1.2：检测缓存是否存满，若未存满，执行步骤 3.1.3，否则执行步骤 3.1.2。

步骤 3.1.3：判断当前数据读地址是否为数据末尾地址，若否，则执行步骤 3.1.4，若是，则执行步骤 3.1.5。

10       步骤 3.1.4：向内存发起当前数据读地址的读请求，将当前数据度地址 +1。

步骤 3.1.5：向内存发起当前数据读地址的读请求，将当前数据读地址变更为寄存器配置的数据首地址。

步骤 3.1.6：检测内存是否返回测试数据，若未返回，执行步骤 3.1.6，否则执行步骤 3.1.7。

15       步骤 3.1.7：将测试数据写入缓存空间，执行步骤 3.1.2。

从上述方案可以看出，采用本发明实施例的测试信号产生方法，与传统的 SOC 测试信号产生模块相比，至少具有以下有益效果：

1、用户可以灵活配置测试数据，包括测试数据的数字波形，数据长度。

20       2、相比传统公式法生成数据的 TSG，本方案支持用户灵活配置数据源，因此在数据校验是支持多种校验方式，提高了数据校验的灵活性。

3、相比传统存储法生成数据的 TSG，保证数据灵活可配的同时，节省了相应数据源大小的硬件存储空间，节约了 SOC 设计资源。

4、本发明所述的产生测试信号的方法，不局限于 SOC 设计，在其他通信系统，数字 IC 设计中可广泛应用。

25       图 4 为本发明实施例的测试信号产生装置的结构组成示意图一，如图 4

所示，所述装置包括：

配置单元 41，配置为在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；

缓存写控制单元 42，配置为依据所述第一组数据信息，从内存中读取  
5 相应的测试数据并存入缓存中；

缓存读控制单元 43，配置为依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

本发明实施例中，所述配置单元 41，还配置为在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据长度；在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。  
10

本发明实施例中，所述配置单元 41，还配置为对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

本发明实施例中，所述缓存写控制单元 42，还配置为判断缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，从内存中读取测试数据并存入缓存中。  
15

本发明实施例中，所述缓存读控制单元 43，还配置为依据所述帧头延时量和帧头周期时，确定同步信息；基于所述同步信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

20 本发明实施例中，所述缓存写控制单元 42，还配置为将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址；检测缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，向内存发送针对当前数据读地址的读请求；如果当前数据读地址是数据末尾地址，则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址，作为下一次的数据读地址；如果当前数据读地址不是数据  
25 末尾地址，则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的数据读地址；检测所

述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应，当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时，将读响应携带的测试数据存入缓存中。

本发明实施例中，所述缓存由乒乓寄存器组成；

相应地，所述缓存写控制单元 42，还配置为采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

本领域技术人员应当理解，图 4 所示的测试信号产生装置中的各单元的实现功能可参照前述测试信号产生方法的相关描述而理解。图 4 所示的测试信号产生装置中的各单元的功能可通过运行于处理器上的程序而实现，也可通过具体的逻辑电路而实现。

在实际应用中，所述测试信号产生装置中的各个单元所实现的功能，均可由位于测试信号产生装置中的中央处理器（CPU，Central Processing Unit）、或微处理器（MPU，Micro Processor Unit）、或数字信号处理器（DSP，Digital Signal Processor）、或现场可编程门阵列（FPGA，Field Programmable Gate Array）等实现。

图 5 为本发明实施例的测试信号产生装置的结构示意图二，如图 5 所示，所述装置包括：apb 模块，wr\_ctrl 模块，rd\_ctrl 模块和由乒乓寄存器组成的缓存模块。基于此结构，本发明实施例的测试信号产生方法包括以下步骤：

步骤 1：软件将测试数据写入内存。

步骤 2：apb 模块通过解析总线信息对 TSG 进行寄存器配置，配置的寄存器包括数据首地址、数据长度、帧头延时量和帧头周期。

步骤 3：TSG 从内存中读取测试数据输出给后级硬件模块。

其中，步骤 3 包含两个并行操作流程：

流程 3.1：TSG 使能后判断缓存是否存满，未存满则从内存空间读取测试数据，存入缓存；

流程 3.2: TSG 检测到同步信息后, 从缓存中读取测试数据。

上述方案中, 步骤 3 中的流程 3.1 和流程 3.2 是同时操作的。步骤 3 所述的流程 3.1 中, 读取内存空间的数据写入缓存具体包括:

步骤 3.1.1: 数据读地址置为寄存器配置的数据首地址;

5       步骤 3.1.2: 检测 Ping\_reg 寄存器是否存满, 若未存满, 执行步骤 3.1.3, 否则执行步骤 3.1.7。

步骤 3.1.3: 向内存发起当前数据读地址的读请求。

步骤 3.1.4: 若当前数据读地址是数据末尾地址, 则将数据度地址变更为寄存器配置的数据首地址, 否则将数据读地址+1。

10       步骤 3.1.5: 检测内存是否返回测试数据, 若未返回, 执行步骤 3.1.5, 否则执行步骤 3.1.6。

步骤 3.1.6: 将测试数据写入 Ping\_reg 寄存器, 执行步骤 3.1.7。

步骤 3.1.7: 检测 Pang\_reg 寄存器是否存满, 若未存满, 执行步骤 3.1.8, 否则执行步骤 3.1.7。

15       步骤 3.1.8: 向内存发起当前数据读地址的读请求。

步骤 3.1.9: 若当前数据读地址是数据末尾地址, 则将数据读地址变更为寄存器配置的数据首地址, 否则将数据读地址+1。

步骤 3.1.10: 检测内存是否返回测试数据, 若未返回, 执行步骤 3.1.10, 否则执行步骤 3.1.2。

20       上述方案中步骤 3 所述的流程 3.2, 读取缓存空间的数据输出给后级模块具体包括:

步骤 3.2.1: 检测是否有数据帧头 (作为同步信息) 到来, 如果同步信息到来, 执行步骤 3.2.2, 否则执行步骤 3.2.1。

25       步骤 3.2.2: 判断 Ping\_reg 是否为空, 如果非空, 读取 Ping\_reg 寄存器中的数据输出给后模块, 否则执行步骤 3.2.3。

步骤 3.2.3: 判断 Pang\_reg 是否为空, 如果非空, 读取 Pang\_reg 寄存器中的数据输出给后级模块, 否则执行步骤 3.2.2。

本发明实施例的上述方案, 在 SoC 系统测试中提供了一种产生测试数据的方法及装置。这种基于软硬件交互的方法有效节约了硬件存储资源,  
5 同时可以允许用户对测试数据灵活配置。

本领域内的技术人员应明白, 本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此, 本发明可采用硬件实施例、软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且, 本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质 (包括但不限于磁盘  
10 存储器和光学存储器等) 上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、  
15 嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理  
20 设备以特定方式工作的计算机可读存储器中, 使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品, 该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上, 使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机  
25 实现的实现, 从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现

在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

相应地，本发明实施例还提供一种计算机存储介质，其中存储有计算机程序，该计算机程序配置为执行本发明实施例的测试信号产生方法。

5       以上所述，仅为本发明的较佳实施例而已，并非用于限定本发明的保护范围。

### 工业实用性

本发明实施例的技术方案，在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息  
10       和第二组数据信息；依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。上述方案中，测试数据存储在 TSG 外部的内存中，用户可以对测试数据进行灵活配置，针对 TSG 产生测试信号的灵活性和 TSG 的存储资源这一问题，本发明实施例所提出的基于软硬件交互的测试信号产生方法既节省了硬件存储资源，也可以根据用户需求  
15       灵活配置测试数据。

## 权利要求书

1、一种测试信号产生方法，所述方法包括：

在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；

依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；  
5 依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

2、根据权利要求1所述的测试信号产生方法，其中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据长度；  
10

在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。

3、根据权利要求1所述的测试信号产生方法，其中，所述在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息，包括：

15 对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；  
将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

4、根据权利要求1所述的测试信号产生方法，其中，所述从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中，包括：

判断缓存空间是否已存满；

20 当所述缓存空间未存满时，从内存中读取测试数据并存入缓存中。

5、根据权利要求2所述的测试信号产生方法，其中，所述依据所述第二组数据信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出，包括：

依据所述帧头延时量和帧头周期时，确定同步信息；基于所述同步信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。  
25

6、根据权利要求 2 所述的测试信号产生方法，其中，所述依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中，包括：

将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址；

检测缓存空间是否已存满；

5 当所述缓存空间未存满时，向内存发送针对当前数据读地址的读请求；

如果当前数据读地址是数据末尾地址，则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址，作为下一次的数据读地址；如果当前数据读地址不是数据末尾地址，则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的  
10 数据读地址；

检测所述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应，当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时，将读响应携带的测试数据存入缓存中。

7、根据权利要求 6 所述的测试信号产生方法，其中，所述缓存由乒乓寄存器组成；  
15 乒乓寄存器组成；

相应地，所述将读响应携带的测试数据存入缓存中，包括：

采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

8、一种测试信号产生装置，所述装置包括：

20 配置单元，配置为在寄存器中为测试数据配置第一组数据信息和第二组数据信息；

缓存写控制单元，配置为依据所述第一组数据信息，从内存中读取相应的测试数据并存入缓存中；

缓存读控制单元，配置为依据所述第二组数据信息，从所述缓存中  
25 读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

9、根据权利要求 8 所述的测试信号产生装置，其中，所述配置单元，还配置为在寄存器中为测试数据配置如下第一组数据信息：数据首地址、数据长度；在寄存器中为测试数据配置如下第二组数据信息：帧头延时量和帧头周期。

5 10、根据权利要求 8 所述的测试信号产生装置，其中，所述配置单元，还配置为对总线信息进行解析，得到第一组数据信息和第二组数据信息；将所述第一组数据信息和所述第二组数据信息配置在寄存器中。

11、根据权利要求 8 所述的测试信号产生装置，其中，所述缓存写控制单元，还配置为判断缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，  
10 从内存中读取测试数据并存入缓存中。

12、根据权利要求 9 所述的测试信号产生装置，其中，所述缓存读控制单元，还配置为依据所述帧头延时量和帧头周期时，确定同步信息；基于所述同步信息，从所述缓存中读取相应的测试数据并对所述测试数据进行输出。

15 13、根据权利要求 9 所述的测试信号产生装置，其中，所述缓存写控制单元，还配置为将数据读地址设置为寄存器中配置的所述数据首地址；检测缓存空间是否已存满；当所述缓存空间未存满时，向内存发送针对当前数据读地址的读请求；如果当前数据读地址是数据末尾地址，则将当前数据读地址设置为寄存器配置的所述数据首地址，作为下一次  
20 的数据读地址；如果当前数据读地址不是数据末尾地址，则将当前数据读地址加 1 后作为下一次的数据读地址；检测所述内存是否返回针对当前数据读地址的读响应，当所述内存返回针对当前数据读地址的读响应时，将读响应携带的测试数据存入缓存中。

14、根据权利要求 13 所述的测试信号产生装置，其中，所述缓存由  
25 乒乓寄存器组成；

相应地，所述缓存写控制单元，还配置为采用乒乓操作的方式将每次读响应携带的测试数据存入所述乒乓寄存器中。

15、一种计算机存储介质，所述计算机存储介质中存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令配置为执行权利要求 1-7 任一项所述的邻

5 测试信号产生方法。

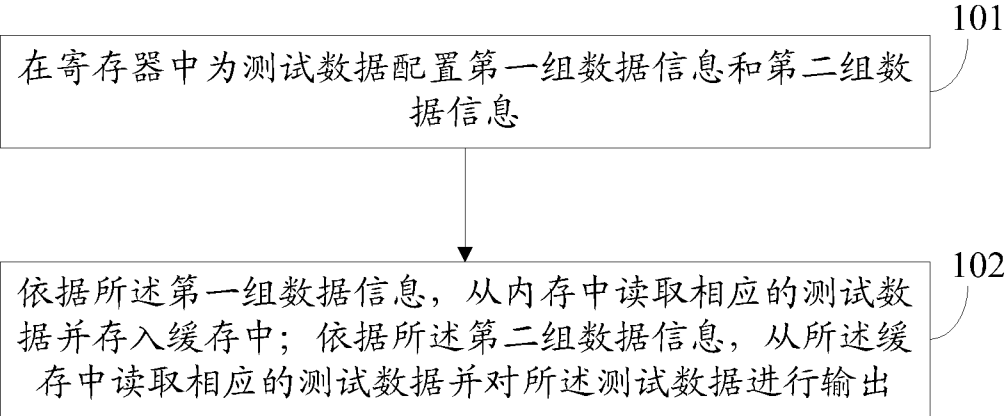


图 1

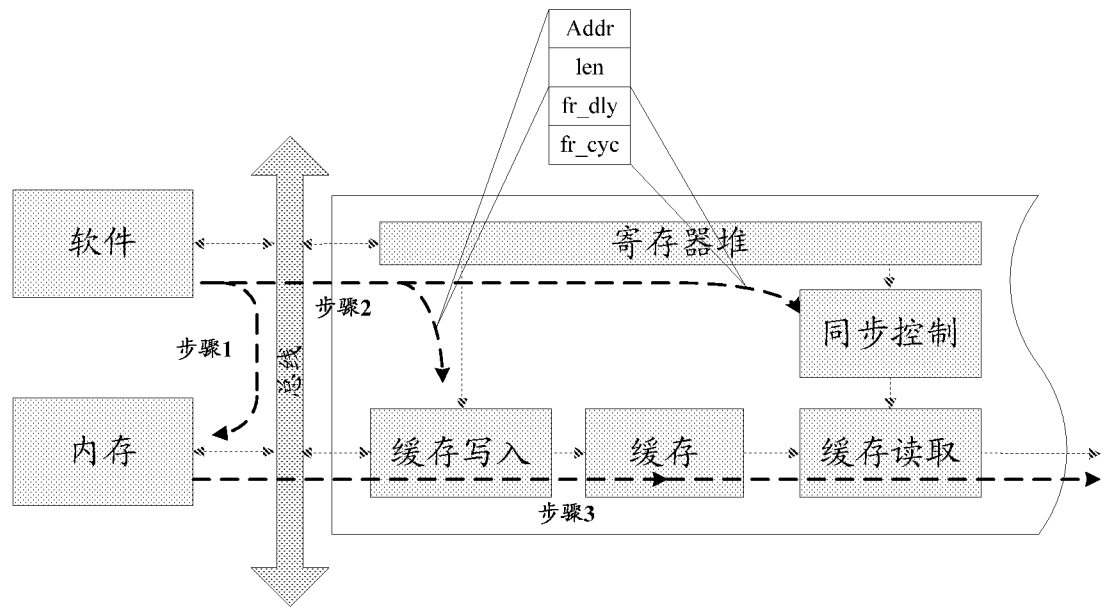


图 2

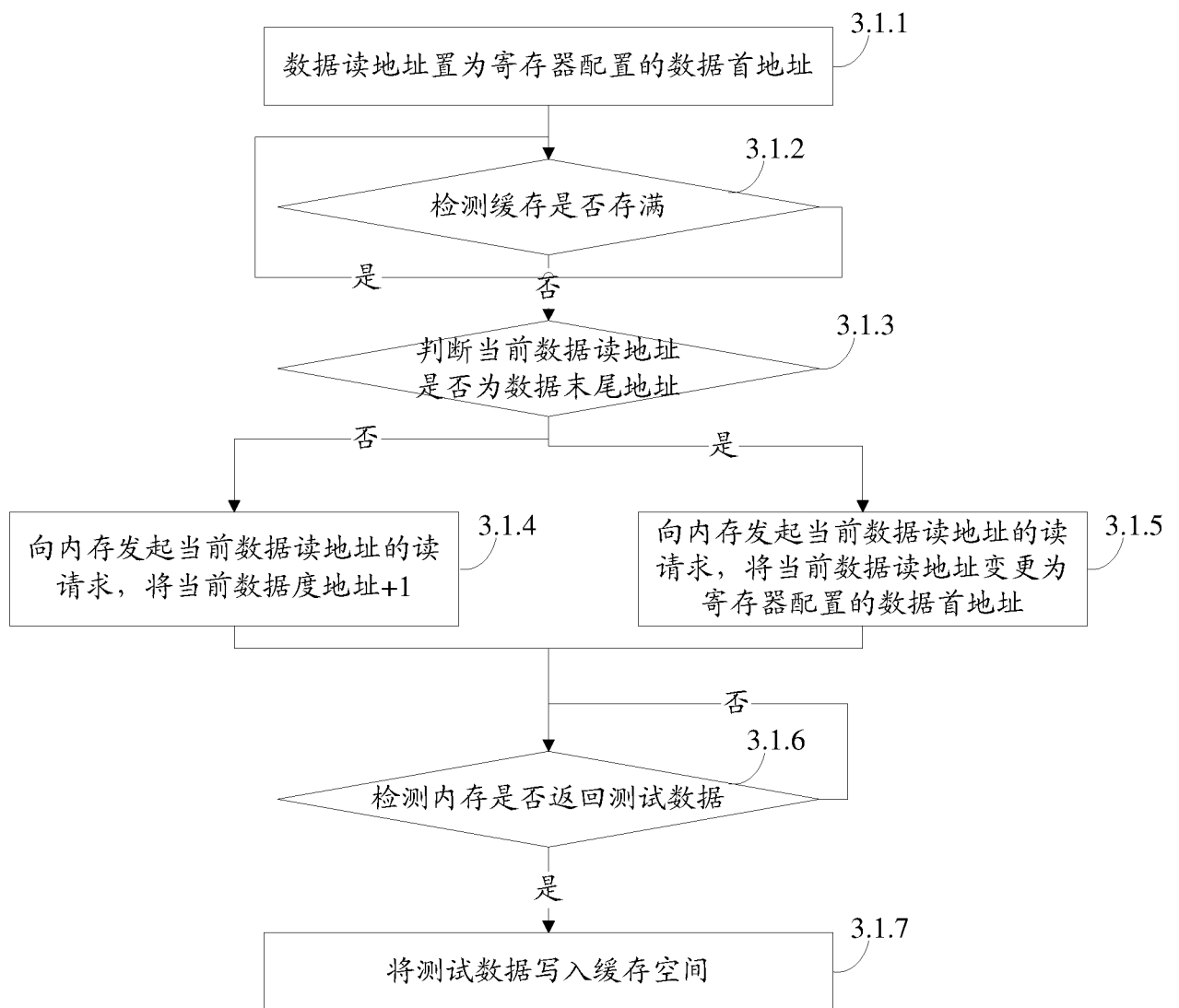


图 3



图 4

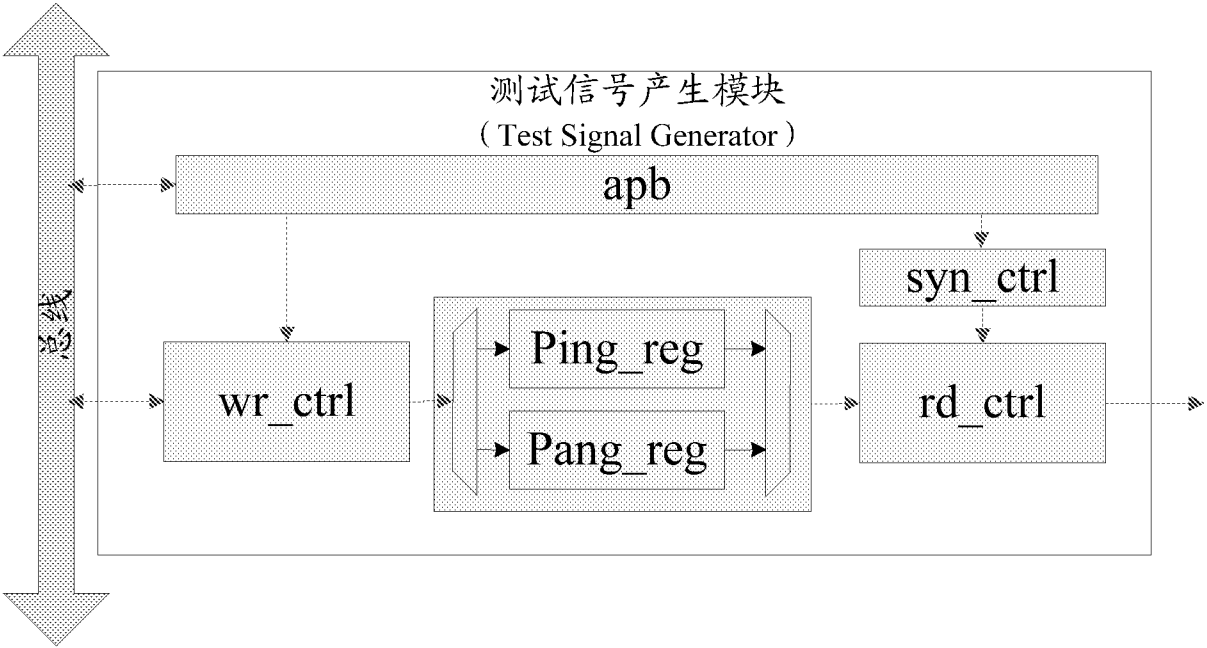


图 5

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/CN2017/085226

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G11C 29/48 (2006.01) i; H04L 12/26 (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)

G11C; H04L; G06F

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)

CNTEXT; SIPOABS; CNABS; DWPI; CNKI: 测试信号, 延时, 寄存器, 起始地址, 首地址, 长度, 周期, 帧头, 缓存, 空间, 同步, 乒乓, test, signal, time, delay, register, start, first, address, length, period, cycle, frame, head, cache, buffer, space, synchronization, ping-pong

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | CN 104378256 A (MAIPU COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 February 2015 (25.02.2015), description, paragraphs [0052]-[0087] | 1-15                  |
| A         | CN 105446843 A (SPREADTRUM COMMUNICATION (SHANGHAI) CO., LTD.) 30 March 2016 (30.03.2016), entire document                     | 1-15                  |
| A         | US 2014223114 A1 (LSI CORPORATION) 07 August 2014 (07.08.2014), entire document                                                | 1-15                  |

☐ 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<br>10 July 2017                                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br>02 August 2017      |
| Name and mailing address of the ISA<br>State Intellectual Property Office of the P. R. China<br>No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao<br>Haidian District, Beijing 100088, China<br>Facsimile No. (86-10) 62019451 | Authorized officer<br><br>LIU, Fang<br><br>Telephone No. (86-10) 62089108 |

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

International application No.  
PCT/CN2017/085226

| Patent Documents referred<br>in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|--------------------------------------------|------------------|---------------|------------------|
| CN 104378256 A                             | 25 February 2015 | None          |                  |
| CN 105446843 A                             | 30 March 2016    | None          |                  |
| US 2014223114 A1                           | 07 August 2014   | US 9189379 B2 | 17 November 2015 |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/085226

| <b>A. 主题的分类</b><br>G11C 29/48 (2006.01) i; H04L 12/26 (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>G11C, H04L, G06F<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>CNTXT; SIPOABS; CNABS; DWPI; CNKI: 测试信号, 延时, 寄存器, 起始地址, 首地址, 长度, 周期, 帧头, 缓存, 空间, 同步, 乒乓, test, signal, time, delay, register, start, first, address, length, period, cycle, frame, head, cache, buffer, space, synchronization, ping-pong                                                                                                                              |                                                                                   |                                             |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| <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>X</td> <td>CN 104378256 A (迈普通信技术股份有限公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25)<br/>说明书第[0052]-[0087]段</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105446843 A (展讯通信上海有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30)<br/>全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2014223114 A1 (LSI CORPORATION) 2014年 8月 7日 (2014 - 08 - 07)<br/>全文</td> <td>1-15</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 | X | CN 104378256 A (迈普通信技术股份有限公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25)<br>说明书第[0052]-[0087]段 | 1-15 | A | CN 105446843 A (展讯通信上海有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30)<br>全文 | 1-15 | A | US 2014223114 A1 (LSI CORPORATION) 2014年 8月 7日 (2014 - 08 - 07)<br>全文 | 1-15 |
| 类 型*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 引用文件, 必要时, 指明相关段落                                                                 | 相关的权利要求                                     |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CN 104378256 A (迈普通信技术股份有限公司) 2015年 2月 25日 (2015 - 02 - 25)<br>说明书第[0052]-[0087]段 | 1-15                                        |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CN 105446843 A (展讯通信上海有限公司) 2016年 3月 30日 (2016 - 03 - 30)<br>全文                   | 1-15                                        |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | US 2014223114 A1 (LSI CORPORATION) 2014年 8月 7日 (2014 - 08 - 07)<br>全文             | 1-15                                        |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| <input 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 7月 10日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                   | 国际检索报告邮寄日期<br><br>2017年 8月 2日               |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |
| ISA/CN的名称和邮寄地址<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>刘芳<br><br>电话号码 (86-10) 62089108 |      |                   |         |   |                                                                                   |      |   |                                                                 |      |   |                                                                       |      |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2017/085226

| 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          | 104378256  | A  | 2015年 2月 25日   | 无             |                |
| CN          | 105446843  | A  | 2016年 3月 30日   | 无             |                |
| US          | 2014223114 | A1 | 2014年 8月 7日    | US 9189379 B2 | 2015年 11月 17日  |