

# (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  
2020 年 9 月 10 日 (10.09.2020)



(10) 国际公布号  
**WO 2020/177549 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**G06F 16/27** (2019.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/076106

(22) 国际申请日: 2020 年 2 月 21 日 (21.02.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
201910168960.1 2019 年 3 月 6 日 (06.03.2019) CN

(71) 申请人: 阿里巴巴集团控股有限公司 (**ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED**) [—/CN]; 开曼群岛大开曼资本大厦一座四层 847 号邮箱, Grand Cayman (KY)。

(72) 发明人: 汪翔 (**WANG, Xiang**); 中国浙江省杭州市余杭区文一西路 969 号 3 号楼 5 楼阿里巴巴集团法务部, Zhejiang 311121 (CN)。

(74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (**BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.**); 中国北京市金融街 35 号国际企业大厦 A 座 16 层, Beijing 100033 (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, JO, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,

(54) **Title:** DATA READING AND WRITING METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 数据的读写方法和装置

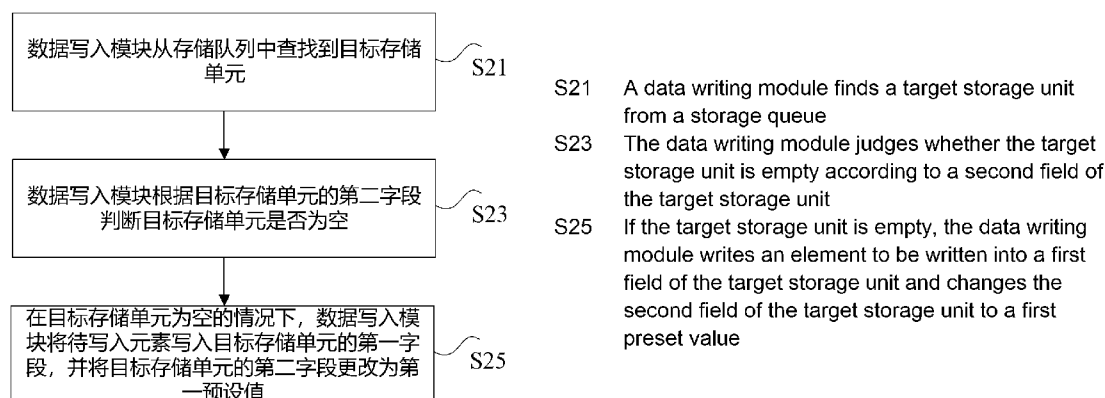


图 2

(57) **Abstract:** The present invention discloses a data reading and writing method and device. The method comprises: a data writing module finds a target storage unit from a storage queue, the storage queue including a plurality of storage units, and each storage unit at least including a first field for storing elements and a second field for storing reading-writing identifiers; the data writing module judges whether the target storage unit is empty according to the second field of the target storage unit; if the target storage unit is empty, the data writing module writes an element to be written into the first field of the target storage unit and changes the second field of the target storage unit to a first preset value, the first preset value being used for indicating that an element has been written into the target storage unit. The invention solves the technical problem that JDK blocking queues are prone to out-of-order conflicts under high concurrency conditions, resulting in lower concurrency efficiency.

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, 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))。

---

**(57) 摘要：**本发明公开了一种数据的读写方法和装置。其中，该方法包括：数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。本发明解决了JDK自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题。

## 数据的读写方法和装置

本申请要求 2019 年 03 月 06 日递交的申请号为 201910168960.1、发明名称为“数据的读写方法和装置”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

### 5 技术领域

本发明涉及数据处理领域，具体而言，涉及一种数据的读写方法和装置。

### 背景技术

分布式数据库系统是指利用高速计算机网络，将物理上分散的多个数据存储单元连接起来组成一个逻辑上统一的数据库。分布式数据库的基本思想是原来集中式数据库中的数据分散存储到多个通过网络连接的数据存储节点上，以获取更大的存储容量和更高的访问量。但分布式数据库在面对高并发的情况下，多线程并行运行且无法保证各个线程间指令的运行顺序，因此容易发生乱序冲突的问题。

针对 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的问题，目前尚未提出有效的解决方案。

### 发明内容

本发明实施例提供了一种数据的读写方法和装置，以至少解决 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题。

20 根据本发明实施例的一个方面，提供了一种数据的读写方法，包括：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

25 根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种数据的读写方法，包括：数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据读取模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否已被写入；在目标存储单元已被写入元素的情况下，数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更

30

改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元为空。

根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种数据的读写装置，包括：查找模块，用于数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；  
5 判断模块，用于数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；写入模块，用于在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

根据本发明实施例的另一方面，还提供了一种数据的读写装置，包括：查找模块，  
10 用于数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；判断模块，用于数据读取模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否已被写入；写入模块，用于在目标存储单元已被写入元素的情况下，数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于  
15 表示目标存储单元为空。

在本发明实施例中的存储单元中包括用于存储元素的字段和用于存储读写标识的字段，在数据写入模块向存储队列的存储单元中写入元素之前，通过存储单元的读写标识确定该单元是否为空，从而确定是否访问该存储单元以向其写入元素，进而可以避免数据读取模块还未从存储单元读取元素，数据写入模块就先于数据读取模块访问存储单元  
20 所导致的乱序冲突的情况，解决了 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题，提高了并发效率。

### 附图说明

此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解，构成本申请的一部分，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：  
25

图 1 示出了一种用于实现数据的读写方法的计算机终端（或移动设备）的硬件结构框图；

图 2 是根据本申请实施例 1 的数据的读写方法的流程图；

图 3 是根据本申请实施例 1 的一种分布式数据库的阻塞队列的示意图；

30 图 4 是根据本申请实施例 1 的一种数据写入模块向存储队列写入元素的示意图；

图 5 是相差倍数为  $2^n$  的线程乱序访问同一个 Hub 的示意图；

图 6 是根据本申请实施例 1 的一种相差倍数为  $2^n$  的线程读写数据的示意图；

图 7 是根据本申请实施例 2 的一种数据的读写方法的流程；

图 8 是根据本申请实施例 2 的一种数据读取模块读取存储队列元素的示意图；

5 图 9 是根据本申请实施例 3 的一种数据的读写装置的示意图；

图 10 是根据本申请实施例 4 的一种数据的读写装置的示意图；以及

图 11 是根据本申请实施例 5 的一种计算机终端的结构框图。

### 具体实施方式

10 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都应当属于本发明保护的范围。

15 需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、  
20 产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

首先，在对本申请实施例进行描述的过程中出现的部分名词或术语适用于如下解释：

Queue：即队列，是一种常见的数据结构，队列是一种操作受限制的线性表。进行插入操作的端称为队尾，进行取出操作的端称为队头。

25 元素：用于表示对队列进行插入和取出操作的基本单位。

有界队列：指的是队列的一种特殊形式，队列的长度存在上限。当队列中的元素个数等于队列长度时，队列为满的状态。

Producer：即生产者，本申请中的生产者用于表示对队列进行插入操作的行为模块。

Consumer：即消费者，本申请中的消费者用于表示对队列进行取出操作的行为模块。

30 BlockingQueue：即阻塞队列，阻塞队列在队列的基础上，支持阻塞等待。当队列为

空时，消费者等待队列中有元素时再取出。当队列为满时，生产者等待队列不为满时再插入。

Handler: Lindorm 的内部对象，负责执行请求。一个 Handler 对应于一个线程。

JDK: 即 Java Development Kit, JDK 是整个 Java 开发的核心，它包含了 JAVA 的运行环境 (JVM+Java 系统类库) 和 JAVA 工具。

RPC 模块: 即 Remote Procedure Call, RPC 是远程过程调用的简称, RPC 模块是实现远程过程调用的程序模块。

Cacheline: 高速缓存块, CPU 从内存读取或写入数据的最小单位。X86 CPU 一般 Cacheline 大小为 64 Byte。

Lindorm: 一种面向海量数据在线处理的分布式数据库。

LindormBlockingQueue: 是本申请提出的一种兼容 JDK BlockingQueue 接口的阻塞队列。主要用于 Lindorm 内部 RPC 模块与 Handler 进行 RPC 请求暂存与传递。

false-sharing-padding: false-sharing 是伪共享, 指的是计算机体系架构中, cpu 会以 cacheline 为最小单位, 将内存数据缓存到 cpu cache 中, 同时对相邻的无关变量做修改。由于它们可能处于同一 cacheline 中, 导致性能的衰退。false-sharing-padding 指的是通过对变量前后增加无意义的填充空间, 使其独占一 cacheline, 避免 false-sharing。

cacheline dirty read: 一种基于 cpu cache 的优化策略。指部分场合不需要知道内存中共享变量的精确值时, 允许从 cpu cache 中进行脏读。这种策略可以加速程序的运行。

## 实施例 1

根据本发明实施例, 还提供了一种数据的读写方法的实施例, 需要说明的是, 在附图的流程图示出的步骤可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行, 并且, 虽然在流程图中示出了逻辑顺序, 但是在某些情况下, 可以以不同于此处的顺序执行所

本申请实施例一所提供的方法实施例可以在移动终端、计算机终端或者类似的运算装置中执行。图 1 示出了一种用于实现数据的读写方法的计算机终端 (或移动设备) 的硬件结构框图。如图 1 所示, 计算机终端 10 (或移动设备 10) 可以包括一个或多个 (图中采用 102a、102b, ……., 102n 来示出) 处理器 102 (处理器 102 可以包括但不限于微处理器 MCU 或可编程逻辑器件 FPGA 等的处理装置)、用于存储数据的存储器 104、以及用于通信功能的传输模块。除此以外, 还可以包括: 显示器、输入/输出接口 (I/O 接口)、

通用串行总线（USB）端口（可以作为 I/O 接口的端口中的一个端口被包括）、网络接口、电源和/或相机。本领域普通技术人员可以理解，图 1 所示的结构仅为示意，其并不对上述电子装置的结构造成限定。例如，计算机终端 10 还可包括比图 1 中所示更多或者更少的组件，或者具有与图 1 所示不同的配置。

5 应当注意到的是上述一个或多个处理器 102 和/或其他数据处理电路在本文中通常可以被称为“数据处理电路”。该数据处理电路可以全部或部分的体现为软件、硬件、固件或其他任意组合。此外，数据处理电路可为单个独立的处理模块，或全部或部分的结合到计算机终端 10（或移动设备）中的其他元件中的任意一个内。如本申请实施例中所涉及到的，该数据处理电路作为一种处理器控制（例如与接口连接的可变电阻终端路  
10 径的选择）。

存储器 104 可用于存储应用程序的软件程序以及模块，如本发明实施例中的数据的读写方法对应的程序指令/数据存储装置，处理器 102 通过运行存储在存储器 104 内的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的数据的读写方法。存储器 104 可包括高速随机存储器，还可包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存  
15 储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器 104 可进一步包括相对于处理器 102 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至计算机终端 10。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

传输装置用于经由一个网络接收或者发送数据。上述的网络具体实例可包括计算机  
20 终端 10 的通信供应商提供的无线网络。在一个实例中，传输装置包括一个网络适配器（Network Interface Controller, NIC），其可通过基站与其他网络设备相连从而可与互联网进行通讯。在一个实例中，传输装置可以为射频（Radio Frequency, RF）模块，其用于通过无线方式与互联网进行通讯。

显示器可以例如触摸屏式的液晶显示器（LCD），该液晶显示器可使得用户能够与  
25 计算机终端 10（或移动设备）的用户界面进行交互。

此处需要说明的是，在一些可选实施例中，上述图 1 所示的计算机设备（或移动设备）可以包括硬件元件（包括电路）、软件元件（包括存储在计算机可读介质上的计算机代码）、或硬件元件和软件元件两者的结合。应当指出的是，图 1 仅为特定具体实例的一个实例，并且旨在示出可存在于上述计算机设备（或移动设备）中的部件的类型。

30 在上述运行环境下，本申请提供了如图 2 所示的数据的读写方法。图 2 是根据本申请实施例 1 的数据的读写方法的流程图。

步骤 S21，数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括

多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段。

具体的，上述数据写入模块可以是 RPCReader。存储队列既可以是应用在分布式数据库中的阻塞队列，该队列为一个有界队列。上述读写标识是用于表征存储单元的读写状态的标识，用于数据写入模块或数据读取模块根据该标识来确定存储单元当前的读写状态。存储单元的读写状态用于表示其状态是否允许被读取或被写入元素。

数据写入模块确定目标存储单元，可以是根据队列的规则，每次确定当前的存储单元的下一个存储单元为目标存储单元。

图 3 是根据本申请实施例 1 的一种分布式数据库的阻塞队列的示意图，结合图 3 所示，在一种可选的实施例中，存储队列可以使用一个长度为  $2^n$  的数组作为存储结构。数组中总共有  $2^n$  个 Hub（存储单元）。每个 Hub 由 value（第一字段）与 code（第二字段）两个字段构成。value 用于存放数据写入模块写入的元素，code 用于存放生产者与消费者模式下的访问控制标识，即上述读写标识。

步骤 S23，数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空。

数据写入模块确定目标存储单元后，读取目标存储单元的第二字段中的内容，并根据第二字段的内容确定目标存储单元是否为空。仍以 Hub 包括 value 与 code 为例，数据写入模块取出目标 Hub，并读取 Hub 的 code 字段，根据 Hub 的 code 字段来确定目标单元是否为空。

在一种可选的实施例中，code 中的内容可以为 A 或 B 两种。code 值为 A 表示 Hub 为空，code 值为 B 表示 Hub 已被写入元素。数据写入模块读取 Hub 的 code 值后，判断其是否为 A，从而可以确定该 Hub 是否为空。

步骤 S25，在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

在上述步骤中，仅当数据写入模块确定目标存储单元为空的情况下，向存储单元写入元素。如果目标存储单元不为空，则数据写入模块可以确定新的目标存储单元，并进入确定新的目标存储单元是否为空的步骤，直至查找到为空的存储单元。

在数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元后，该目标存储单元的状态已经发生变更，因此数据写入模块还需要更改目标存储单元的第二字段中的读写标识，以更改目标存储单元的状态。

在一种可选的实施例中，结合图 3 所示，仍以 code 值为 A 表示 Hub 为空，code 值

为 B 表示 Hub 已被写入元素为例。队列在初始状态下，存储队列中的 Hub 均为空，因此 Hub 对应的 code 值均为 A。数据写入模块在向 Hub 的 value 中写入一个元素后，还需要将该 Hub 的 code 值更改为 B。在非初始状态下，Producer（数据写入模块）检测目标 Hub 的 code 值是否为 A，如果目标 Hub 的 code 值为 A，则确定目标 Hub 为空，因此 Producer 将待写入的元素写入目标 Hub 的 value 中，并将该 Hub 的 code 值更改为 B。

需要说明的是，如果一个存储单元被写入了元素，但在数据读取模块读取该存储单元中的元素之前，数据写入模块确定了该存储单元为目标存储单元，则数据写入模块对其第二字段进行检测即可确定目标存储单元不为空，因此数据写入模块会重新查找新的目标存储单元，从而避免了乱序冲突。

还需要说明的是，本实施例的上述存储队列是一个类，其接口完全兼容 JDK 标准的 BlockingQueue。无需付出额外学习成本即可使用。

本申请实施例中的存储单元中包括用于存储元素的字段和用于存储读写标识的字段，在数据写入模块向存储队列的存储单元中写入元素之前，通过存储单元的读写标识确定该单元是否为空，从而确定是否访问该存储单元以向其写入元素，进而可以避免数据读取模块还未从存储单元读取元素，数据写入模块就先于数据读取模块访问存储单元所导致的乱序冲突的问题，进而提高并发效率。

由此，本申请上述实施例解决了 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题。

作为一种可选的实施例，在数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元之前，上述方法还包括：数据写入模块判断存储队列是否存在允许插入元素的空间；如果存储队列存在允许插入元素的空间，则进入数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元的步骤。

当存储队列为满时，不允许数据写入模块继续写入，因此数据写入模块在确定目标存储模块之前，还需要存储队列是否已满。

在一种可选的实施例中，Producer 在获取到待写入元素后，首先判断存储队列是否已满，如果存储队列已满，则不存在允许插入元素的空间，如果存储队列未满，则确定存在允许插入元素的空间。

作为一种可选的实施例，数据写入模块判断存储队列是否存在允许插入元素的空间，包括：数据写入模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；数据写入模块获取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；数据写入模块将差值与存储队列的队列长度进行比对；如果差值小于队列长度，则确定存储队列存在允许插入元素的空间；如果差值等于存储队列的队列长度，则确定存储队列不存在允许插入

元素的空间。

在上述方案中，数据写入模块具有对应的数据写入指针，数据读取模块具有对应的数据读取指针。数据写入指针指向数据写入模块将元素放入存储队列的最后一个存储单元，而数据读取指针指向数据读取模块将元素取出存储队列的最后一个存储单元。两个指针的值均可以为 long 型并单调递增。数据写入模块仅修改数据写入指针，数据读取模块仅修改数据读取指针。

数据写入模块可以从缓存中获取数据写入指针和数据读取指针，并通过与位运算确定数据写入指针与数据读取指针所指向的存储单元，与对队列的长度取模相比，与位运算即为确定指针在存储队列中的偏移量，运算消耗较小，进而能够加速运算过程。

在一种可选的实施例，数据写入指针为 Produced 指针，数据读取指针为 Consumed 指针，存储队列的队列长度为  $2^n$ 。在 Producer 确定目标存储单元前，现读取 Produced 指针和 Consumed 指针的差值。如果 Produced 指针和 Consumed 指针的差值小于  $2^n$ ，则确定存储的队列不满，如果 Produced 指针和 Consumed 指针的差值等于  $2^n$ ，则确定存储的队列已满。

作为一种可选的实施例，数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元，包括：数据写入模块通过比较并交换操作，在数据写入指针的当前值的基础上加一，得到目标值；数据写入模块确定目标值在存储队列中所指示的存储单元为目标存储单元。

比较并交换操作为 CAS 操作，上述方案通过数据读取指针与数据写入指针将各个线程间的临界区缩小至对数据读取指针和数据写入指针变量的 CAS 修改上。在上述方案中，数据是无锁的，因此需要进行 CAS 操作来确保数据写入模块获取的指针是最新的指针。具体的，本申请上述的比较并操作过程可以是，数据写入模块从缓存中获取数据写入指针和数据读取指针后，将从缓存中获取的数据写入指针与内存中的数据写入指针进行比对，由于内存中保存的是最新的指针，因此如果比对结果为一一致，则可以确定数据写入模块从缓存获取的数据写入指针为最新的指针，由此可以进行加一操作，得到目标值。

而如果不对结果为不一致，则确定数据写入指针已经发生变化，因此如果 CAS 操作失败，则数据写入模块需要重新从内存中读取数据写入指针和数据读取指针。

在一种可选的实施例中，Producer 在 CAS 操作成功后，在指针的当前位置加 1，得到目标存储单元的指针，结合图 3 所示，Producer 的指针 Produced 加 1 后指向 Hub: 2，则 Hub: 2 为 Producer 的目标存储单元。

作为一种可选的实施例，数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空，包括：数据写入模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据读取模块从目标存储单元读取数据后，将目

标存储单元的第二字段更改为第二预设值；如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元为空；如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，则确定目标存储单元不为空。

在上述方案中，为数据读取模块从存储单元中读取元素后，将存储单元第二字段更改为第二预设值，因此当数据写入模块检测到目标存储单元的第二字段的读写标识为第二预设值时，则说明数据读取模块已经将目标存储单元的元素进行了读取，当数据写入模块检测到目标存储单元的第二字段的读写标识不为第二预设值时，则说明目标存储单元中的元素还未被数据读取单元读取，因此无法写入数据。

需要说明的是，当存储队列在初始状态时，每个存储单元的第二字段的读写标识均可以设置为第二预设值。

作为一种可选的实施例，对第一预设值与二的  $n$  次方之差取反，得到第二预设值，其中， $n$  用于表示存储队列的队列长度。

在上述方案中，第一预设值根据第二预设值确定。

在一种可选的实施例中，如果第一预设值为  $p$ ，则第二预设值为  $\sim(p - 2^n)$ ，其中，‘ $\sim$ ’ 用于表示取反位操作。

作为一种可选的实施例，第一预设值为目标存储单元的单元标识。

具体的，目标存储单元的单元标识用于表示存储单元在存储队列中的位置，结合图 3 所示，对于具有  $2^n$  个存储单元的存储队列，其单元标识由 0 至  $(2^n - 1)$ ，第一预设值即为目标存储单元的单元标识。

在一种可选的实施例中，结合图 3 所示，目标存储单元为 Hub: 2 的存储单元，则第一预设值  $p=2$ ，第二预设值为  $\sim(2 - 2^n)$ 。在该示例中，当数据写入模块确定目标存储单元中第二字段的读写标识为  $\sim(2 - 2^n)$  时，则将元素写入目标存储单元，并将目标存储单元的第二字段的读写标识修改为 2。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将等待写入对象插入数据写入链表。

在上述方案中，该存储结构还包括数据写入链表，用于当存储队列已满时，数据写入模块生成数据写入对象，并将数据写入对象保存在数据写入链表中，等待数据读取模块的唤醒。

在一种可选的实施例中，结合图 3 所示，数据写入链表为 ProducerParker，支持无锁且并发安全，当 Producer 发现队列满时，则生成 Parker，放置到 ProducerParker 链

表尾部，并将线程设置为闲置状态。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将等待读取对象插入数据读取链表。

5       在上述方案中，该存储结构还包括数据读取链表，用于当存储队列已空时，数据读取模块生成数据读取对象，并将数据写入对象保存在数据读取链表中，等待数据写入模块的唤醒。

10       在一种可选的实施例中，结合图 3 所示，数据写入链表为 ConsumerParkers，支持无锁且并发安全，当 Consumer 发现队列为空时，则生成 Parker，放置到 ConsumerParkers 链表尾部，并将线程设置为闲置状态。

上述方案基于自管理的 ConsumerParkers 与 ProducerParkers 无锁链表实现 Blocking，进而降低了额 Consumer 或 Producer 在等待时的开销，提升了资源利用效率。

15       作为一种可选的实施例，在数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，上述方法还包括：数据写入模块查找数据读取链表中是否包括等待读取对象；如果数据读取链表中包括等待读取对象，则唤醒等待读取对象对应的数据读取模块进行数据读取。

在上述方案中，数据写入模块在每次向存储队列写入元素之后，都可以检查数据读取链表中是否有等待的数据读取对象，并在数据读取链表中存在数据读取对象时，将该数据读取对象唤醒，由数据读取对象对应的数据读取模块来读取队列中的元素。

20       图 4 是根据本申请实施例 1 的一种数据写入模块向存储队列写入元素的示意图，下面结合图 4 对上述实施例中的数据的读写方法进行说明。

S51，Producer 读取 Produced 与 Consumed 指针，并判断 Produced 与 Consumed 的差值是否小于队列长度，如果 Produced 与 Consumed 的差值小于队列长度，则进入步骤 S52，否则进入步骤 S56。

25       在上述步骤中，如果 Produced 与 Consumed 的差值小于队列长度，则说明队列有空间可以插入元素，否则，说明队列已经没有空间。

S52，Producer 通过 CAS 操作将 Produced 指针加 1，得到的值为 p。如果 CAS 操作失败，则返回步骤 S51，否则继续执行步骤 S53。

30       S53，Producer 将 p 所对应的 Hub 取出。并以 spin 的方式等待直到 Hub 中 code 字段的值改变成为  $\sim(p - 2^n)$ 。（‘ $\sim$ ’是取反位操作）。

上述步骤用于确定 Hub 中当元素已被 Consumed 读取，Hub 的状态为空，允许 Producer

写入元素。

S54, Producer 将 Hub 中 value 字段的值设置为被插入的元素。并将 code 字段修改为 p。

5 S55, Producer 检查 ConsuemrParkers 链表, 如检测到 ConsuemrParkers 链表中存在等待的 Parker, 则将 ConsumerParks 中的第一个 Parker 取出并唤醒其中线程。

S56, Producer 生成一个 Parker 对象, 并将其插入 ProducerParkers 链表队尾, 等待 Consumer 唤醒。当 Producer 被唤醒后, 返回步骤 S51 继续执行。

10 需要说明的是, 在高并发情况下多线程并行运行, 各个线程间的指令运行顺序是无法保证的, 因此可能会出现如下两种乱序冲突的情况: a) Producer 与 Consumer 对同一个指针值的 Hub 的访问存在乱序冲突。原因是在多线程运行的程序中, 各个线程间的指令运行顺序是无法保证的, Consumer 可能先于 Producer 访问 Hub, Producer 没有修改 Hub.value 时, Consumer 访问 Hub 会取不到元素。b) 相差倍数为  $2^n$  的线程, 可能会乱序访问同一个 Hub。如图 5 所示, (甲)(乙)(丙)(丁) 4 个线程, (甲)(乙)分别需要写和读下标为 2 的 Hub。(丙)(丁)分别需要写和读下标为 18 的 Hub。由于数组大小为 16, 因此这 4 个线程实际访问的是同一个 Hub。

本申请上述实施例中的 LindormBlockingQueue 使用 code 这一字段来解决冲突。Producer 和 Consumer 有两条规则: 1 Producer 必须等待 code 为  $\sim(p-2^n)$  时, 才可以继续操作。操作完成后, 将 code 修改为 p; 2 Consumer 必须等待 code 为 c 时, 才可以继续操作。操作完成后, 将 code 修改为  $\sim c$ 。

20 结合图 6 所示, 甲需要先等待 code 为  $\sim(-14)$  时, 才可以写入元素, 并修改 code 为 2;

乙等待到 code 为 2 时, 才读取元素, 并修改为  $\sim 2$ ;

丙等待 code 为  $\sim 2$  时, 写入元素, 并修改为 18;

丁等待 code 为 18 时, 读取元素, 并修改为  $\sim 18$ ;

25 如此, 则解决了上述 a) 和 b) 两类乱序冲突问题。

还需要说明的是, 对于 Consumed 与 Produced 指针, Hub 中的 code 值, 均可以使用了 false sharing padding 技术与 cacheline dirty read 技术进行优化。从而进一步提高了并发能力, 减少了线程间冲突。

30 需要说明的是, 对于前述的各方法实施例, 为了简单描述, 故将其都表述为一系列的动作组合, 但是本领域技术人员应该知悉, 本发明并不受所描述的动作顺序的限制, 因为依据本发明, 某些步骤可以采用其他顺序或者同时进行。其次, 本领域技术人员也

应该知悉，说明书中所描述的实施例均属于优选实施例，所涉及的动作和模块并不一定是本发明所必须的。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到根据上述实施例的方法可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件，但很多情况下前者是更佳的实施方式。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质（如 ROM/RAM、磁碟、光盘）中，包括若干指令用以使得一台终端设备（可以是手机，计算机，服务器，或者网络设备等）执行本发明各个实施例的方法。

## 10 实施例 2

根据本发明实施例，还提供了一种数据的读写方法的实施例，图 7 是根据本申请实施例 2 的一种数据的读写方法的流程，如图 7 所示所示，该方法包括：

步骤 S71，数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段。

具体的，上述数据读取模块可以是 Handler。存储队列既可以是应用在分布式数据库中的阻塞队列，该队列为一个有界队列。上述读写标识是用于表征存储单元的读写状态的标识，用于数据写入模块或数据读取模块根据该标识来确定存储单元当前的读写状态。存储单元的读写状态用于表示其状态是否允许被读取或被写入元素。

数据读取模块查找目标存储单元，可以是根据队列的规则，每次确定当前的存储单元的下一个存储单元为目标存储单元。

图 4 是根据本申请实施例 1 的一种分布式数据库的阻塞队列的示意图，结合图 4 所示，在一种可选的实施例中，存储队列可以使用一个长度为  $2^n$  的数组作为存储结构。数组中总共有  $2^n$  个 Hub（存储单元）。每个 Hub 由 value（第一字段）与 code（第二字段）两个字段构成。value 用于存放数据写入模块写入的元素，code 用于存放生产者与消费者模式下的访问控制标识，即上述读写标识。

步骤 S73，数据读取模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否已被写入。

数据读取模块查找到目标存储单元后，读取目标存储单元的第二字段中的内容，并根据第二字段的内容确定目标存储单元是否已被写入元素。仍以 Hub 包括 value 与 code 为例，数据读取模块取出目标 Hub，并读取 Hub 的 code 字段，根据 Hub 的 code 字段来

确定目标单元是否已被写入元素。

在一种可选的实施例中，code 中的内容可以为 A 或 B 两种。code 值为 A 表示 Hub 为空，code 值为 B 表示 Hub 已被写入元素。数据读取模块读取 Hub 的 code 值后，判断其是否为 B，从而可以确定该 Hub 是否已被写入元素。

- 5        步骤 S75，在目标存储单元已被写入元素的情况下，数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元为空。

在上述步骤中，仅当数据读取模块确定目标存储单元已被写入元素的情况下，从存储单元中读取元素。如果目标存储单元不为空，则数据读取模块可以确定新的目标存储单元，并进入确定新的目标存储单元是否被写入元素的步骤，直至查找到为空的存储单元。

在数据读取模块从目标存储单元中读取元素后，该目标存储单元的状态已经发生变更，因此数据读取模块还需要更改目标存储单元的第二字段中的读写标识，以更改目标存储单元的状态。

- 15        在一种可选的实施例中，结合图 4 所示，仍以 code 值为 A 表示 Hub 为空，code 值为 B 表示 Hub 已被写入元素为例。Consumer（数据读取模块）检测目标 Hub 的 code 值是否为 B，如果目标 Hub 的 code 值为 B，则确定目标 Hub 已被写入元素，因此 Consumer 从 Hub 的 value 中读取元素，并将该 Hub 的 code 值更改为 A。

需要说明的是，如果一个存储单元被写入了元素，但在数据读取模块读取该存储单元中的元素之前，数据写入模块确定了该存储单元为目标存储单元，则数据写入模块对其第二字段进行检测即可确定目标存储单元不为空，因此数据写入模块会重新查找新的目标存储单元，从而避免了乱序冲突。

- 25        本申请实施例中的存储单元中包括用于存储元素的字段和用于存储读写标识的字段，在数据读取模块读取存储队列存储单元中的元素之前，通过存储单元的读写标识确定该单元是否包括已写入的元素，从而确定是否访问该存储单元以从中读取元素，进而可以避免数据写入模块还未向存储单元写入元素，数据读取模块就先于数据写入模块访问存储单元所导致的乱序冲突的问题，进而提高并发效率。

由此，本申请上述实施例解决了 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题。

- 30        作为一种可选的实施例，在数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元之前，上述方法还包括：数据读取模块判断存储队列是否存在允许读取的元素；如果存储队列存在允许读取的元素，则进入数据读取模块读取目标存储单元内的元素的步骤。

当存储队列为空时，不允许数据读取模块继续读取，因此数据读取模块在查找目标存储模块之前，还需要存储队列是否为空。

在一种可选的实施例中，Consumer 在接收到数据读取任务后，首先判断存储队列是否为空，如果存储队列为空，则不存在允许读取元素的空间，如果存储队列不为空，则  
5 确定存在允许读取元素的空间。

作为一种可选的实施例，数据读取模块判断存储队列是否存在允许读取的元素，包括：数据读取模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；数据读取模块获取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；如果差值大于零，则  
10 确定存储队列存在允许读取的元素；如果差值等于存储队列的队列长度，则确定存储队列不存在允许读取的元素。

在上述方案中，数据写入模块具有对应的数据写入指针，数据读取模块具有对应的数据读取指针。数据写入指针指向数据写入模块将元素放入存储队列的最后一个存储单元，而数据读取指针指向数据读取模块将元素取出存储队列的最后一个存储单元。两个指针的值均可以为 long 型并单调递增。数据写入模块仅修改数据写入指针，数据读取模块仅修改数据读取指针。  
15

数据写入模块可以从缓存中获取数据写入指针和数据读取指针，并通过与位运算确定数据写入指针与数据读取指针所指向的存储单元，与对队列的长度取模相比，与位运算即为确定指针在存储队列中的偏移量，运算消耗较小，进而能够加速运算过程。

在一种可选的实施例中，数据写入指针为 Produced 指针，数据读取指针为 Consumed 指针，存储队列的队列长度为  $2^n$ 。在 Producer 确定目标存储单元前，现读取 Produced 指针和 Consumed 指针的差值。如果 Produced 指针和 Consumed 指针的差值大于零，则确定存在允许读取的元素，如果 Produced 指针和 Consumed 指针的差值等于 0，则确定不存在允许读取的元素。  
20

作为一种可选的实施例，其特征在于，数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，包括：数据读取模块通过比较并交换操作，在数据读取指针的当前值的基础上加一，得到目标值；数据读取模块确定目标值在存储队列中所指示的存储单元为目标存储单元。  
25

比较并交换操作为 CAS 操作，在上述方案中，数据是无锁的，因此需要进行 CAS 操作来确保数据读取模块获取的指针是最新的指针。具体的，本申请上述的比较并操作过程可以是，数据读取模块从缓存中获取数据写入指针和数据读取指针后，将从缓存中获取的数据读取指针与内存中的数据读取指针进行比对，由于内存中保存的是最新的指针，因此如果比对结果为一一致，则可以确定数据读取模块从缓存获取的数据读取指针为最新的指针，由此可以进行加一操作，得到目标值。  
30

而如果不对结果为不一致，则确定数据读取指针已经发生变化，因此如果 CAS 操作失败，则数据读取模块需要重新从内存中读取数据写入指针和数据读取指针。

在一种可选的实施例中，Producer 在 CAS 操作成功后，在指针的当前位置加 1，得到目标存储单元的指针，结合图 4 所示，Consumer 的指针 Consumed 加 1 后指向 Hub: 1，  
5 则 Hub: 1 为 Producer 的目标存储单元。

作为一种可选的实施例，数据读取模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否已被写入，包括：数据读取模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据写入模块将元素写入目标存储单元后，将目标存储单元的第二字段更改为第二预设值；如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元已被写入；如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，  
10 则确定目标存储单元未被写入。

数据写入模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据读取模块从目标存储单元读取数据后，将目标存储单元的第二字段更改为第二预设值；

15 如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元为空；

如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，则确定目标存储单元不为空。

在上述方案中，为数据写入模块向存储单元写入元素后，将存储单元第二字段更改为第二预设值，因此当数据读取模块检测到目标存储单元的第二字段的读写标识为第二预设值时，则说明数据写入模块已经向目标存储单元写入了元素，当数据读取模块检测到目标存储单元的第二字段的读写标识不为第二预设值时，则说明目标存储单元还未被写入元素，因此无法进行读取。  
20

作为一种可选的实施例，对第一预设值与第二预设值互为相反数。

在一种可选的实施例中，如果第一预设值为  $c$ ，则第二预设值为  $\sim c$ ，其中，‘ $\sim$ ’用于表示取反位操作。

25 作为一种可选的实施例，第二预设值为目标存储单元的单元标识。

具体的，目标存储单元的单元标识用于表示存储单元在存储队列中的位置，结合图 4 所示，对于具有  $2^n$  个存储单元的存储队列，其单元标识由 0 至  $(2^n - 1)$ ，第一预设值即为目标存储单元的单元标识。

在一种可选的实施例中，结合图 4 所示，目标存储单元为 Hub: 1 的存储单元，则第一预设值  $p = -1$ ，第二预设值为 1。在该示例中，当数据读取单元确定目标存储单元中第二字段的读写标识为 1 时，读取目标存储单元中的元素，并将目标存储单元的第二字段  
30

的读写标识修改为-1。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将等待读取对象插入数据读取链表。

- 5       在上述方案中，该存储结构包括数据读取链表，用于当存储队列已空时，数据读取模块生成数据读取对象，并将数据写入对象保存在数据读取链表中，等待数据写入模块的唤醒。

- 10       在一种可选的实施例中，结合图 4 所示，数据写入链表为 ConsumerParkers，支持无锁且并发安全，当 Consumer 发现队列为空时，则生成 Parker，放置到 ConsumerParkers 链表尾部，并将线程设置为闲置状态。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将等待写入对象插入数据写入链表。

- 15       在上述方案中，该存储结构还包括数据写入链表，用于当存储队列已满时，数据写入模块生成数据写入对象，并将数据写入对象保存在数据写入链表中，等待数据读取模块的唤醒。

在一种可选的实施例中，结合图 4 所示，数据写入链表为 ProducerParker，支持无锁且并发安全，当 Producer 发现队列满时，则生成 Parker，放置到 ProducerParker 链表尾部，并将线程设置为闲置状态。

- 20       作为一种可选的实施例，在数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，上述方法还包括：数据读取模块查找数据写入链表中是否包括等待写入对象；如果数据写入链表中包括等待写入对象，则唤醒等待写入对象对应的数据写入模块进行数据写入。

- 25       在上述方案中，数据读取模块在每次从存储队列读取元素之后，都可以检查数据写入链表中是否有等待写入的数据写入对象，并在数据写入链表中存在数据写入对象时，将该数据写入对象唤醒，由数据写入对象对应的数据写入模块将元素写入存储队列中。

图 8 是根据本申请实施例 2 的一种数据读取模块读取存储队列元素的示意图，下面结合图 8 对上述实施例中的数据的读写方法进行说明。

- 30       S81，Consumer 读取 Produced 与 Consumed 指针，并判断 Produced 与 Consumed 的差值是否大于 0，Produced 与 Consumed 的差值大于 0，则进入步骤 S82，否则进入步骤 S86。

在上述步骤中，如果 Produced 与 Consumed 的差值大于 0，则说明队列中有元素可以获取，否则，说明队列已经没有剩余元素。

S82, Consumer 尝试通过 CAS 操作，将 Consumed 指针加 1，得到的值为 c。如果 CAS 操作失败，则返回步骤 S81，否则继续执行步骤 S83。

5 S83, Consumer 将 c 所对应的 Hub 取出。并以 spin 的方式等待直到 Hub 中 code 字段的值改变成为 c。

S84, Consumer 将 Hub 中 value 字段的值设置为空，并将 code 字段修改为~c。

S85, Consumer 检查 ProducerParkers 链表，如检测到 ProducerParkers 链表有 Parker，则将 ProducerParkers 中的第一个 Parker 取出并唤醒其中线程。

10 S86, Consumer 生成一个 Parker 对象，并将其插入 ConsumerParkers 链表队尾，等待 Producer 唤醒。当 Consuemr 被唤醒后，返回步骤 S81 继续执行。

### 实施例 3

根据本发明实施例，还提供了一种用于实施实施例 1 中的数据的读写方法的数据的读写装置，图 9 是根据本申请实施例 3 的一种数据的读写装置的示意图，如图 9 所示，  
15 该装置 900 包括：

查找模块 902，用于数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段。

20 判断模块 904，用于数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空。

写入模块 906，用于在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

25 此处需要说明的是，上述查找模块 902、查找模块 102 对应于实施例 1 中的步骤 S21 至步骤 S25，两个模块与对应的步骤所实现的实例和应用场景相同，但不限于上述实施例一所公开的内容。需要说明的是，上述模块作为装置的一部分可以运行在实施例一提供的计算机终端 10 中。

30 作为一种可选的实施例，上述装置还包括：确定模块，用于在数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元之前，数据写入模块判断存储队列是否存在允许插入元素的空间；进入模块，用于如果存储队列存在允许插入元素的空间，则进入数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元的步骤。

作为一种可选的实施例，确定模块包括：第一获取子模块，用于数据写入模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；第二获取子模块，用于数据写入模块获取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；比对子模块，用于数据写入模块将差值与存储队列的队列长度进行比对；第一确定子模块，用于如果差值小于队列长度，则确定存储队列存在允许插入元素的空间；第二确定子模块，用于如果差值等于存储队列的队列长度，则确定存储队列不存在允许插入元素的空间。

作为一种可选的实施例，查找模块包括：操作子模块，用于数据写入模块通过比较并交换操作，在数据写入指针的当前值的基础上加一，得到目标值；第三确定子模块，用于数据写入模块确定目标值在存储队列中所指示的存储单元为目标存储单元。

作为一种可选的实施例，判断模块包括：判断子模块，用于数据写入模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据读取模块从目标存储单元读取数据后，将目标存储单元的第二字段更改为第二预设值；第四确定子模块，用于如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元为空；第五确定子模块，用于如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，则确定目标存储单元不为空。

作为一种可选的实施例，对第一预设值与二的  $n$  次方之差取反，得到第二预设值，其中， $n$  用于表示存储队列的队列长度。

作为一种可选的实施例，第一预设值为目标存储单元的单元标识。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将等待写入对象插入数据写入链表。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将等待读取对象插入数据读取链表。

作为一种可选的实施例，上述装置还包括：再次查找模块，用于在数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，数据写入模块查找数据读取链表中是否包括等待读取对象；唤醒模块，用于如果数据读取链表中包括等待读取对象，则唤醒等待读取对象对应的数据读取模块进行数据读取。

#### 实施例 4

根据本发明实施例，还提供了一种用于实施实施例 2 中的数据的读写方法的数据的读写装置，图 10 是根据本申请实施例 4 的一种数据的读写装置的示意图，如图 10 所示，

该装置 100 包括：

查找模块 102，用于数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段。

- 5        判断模块 104，用于数据读取模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否已被写入。

读取模块 106，用于在目标存储单元已被写入元素的情况下，数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元为空。

- 10       此处需要说明的是，上述查找模块 102、判断模块 104 和读取模块 106 对应于实施例 2 中的步骤 S71 至步骤 S75，两个模块与对应的步骤所实现的实例和应用场景相同，但不限于上述实施例一所公开的内容。需要说明的是，上述模块作为装置的一部分可以运行在实施例一提供的计算机终端 10 中。

- 15       作为一种可选的实施例，上述装置还包括：确定模块，用于在数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元之前，数据读取模块判断存储队列是否存在允许读取的元素；进入模块，用于如果存储队列存在允许读取的元素，则进入数据读取模块读取目标存储单元内的元素的步骤。

- 20       作为一种可选的实施例，确定模块包括：第一获取子模块，用于数据读取模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；第二获取子模块，用于数据读取模块获取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；第一确定子模块，用于如果差值大于零，则确定存储队列存在允许读取的元素；第二确定子模块，用于如果差值等于存储队列的队列长度，则确定存储队列不存在允许读取的元素。

- 25       作为一种可选的实施例，查找模块包括：操作子模块，用于数据读取模块通过比较并交换操作，在数据读取指针的当前值的基础上加一，得到目标值；第三确定子模块，用于数据读取模块确定目标值在存储队列中所指示的存储单元为目标存储单元。

- 30       作为一种可选的实施例，判断模块包括：判断子模块，用于数据读取模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据写入模块将元素写入目标存储单元后，将目标存储单元的第二字段更改为第二预设值；第四确定子模块，用于如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元已被写入；第五确定子模块，用于如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，则确定目标存储单元未被写入。

作为一种可选的实施例，对第一预设值与第二预设值互为相反数。

作为一种可选的实施例，第二预设值为目标存储单元的单元标识。

作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将等待读取对象插入数据读取链表。

- 5       作为一种可选的实施例，存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将等待写入对象插入数据写入链表。

- 10       作为一种可选的实施例，上述装置还包括：再次查找模块，用于在数据读取模块读取目标存储单元内的元素，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，数据读取模块查找数据写入链表中是否包括等待写入对象；唤醒模块，用于如果数据写入链表中包括等待写入对象，则唤醒等待写入对象对应的数据写入模块进行数据写入。

### 实施例 5

- 15       本发明的实施例可以提供一种计算机终端，该计算机终端可以是计算机终端群中的任意一个计算机终端设备。可选地，在本实施例中，上述计算机终端也可以替换为移动终端等终端设备。

可选地，在本实施例中，上述计算机终端可以位于计算机网络的多个网络设备中的至少一个网络设备。

- 20       在本实施例中，上述计算机终端可以执行数据的读写方法中以下步骤的程序代码：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

- 25       可选地，图 11 是根据本发明实施例 5 的一种计算机终端的结构框图。如图 11 所示，该计算机终端 A 可以包括：一个或多个（图中仅示出一个）处理器 1102、存储器 1104、以及外设接口 1106。

- 30       其中，存储器可用于存储软件程序以及模块，如本发明实施例中的数据的读写方法和装置对应的程序指令/模块，处理器通过运行存储在存储器内的软件程序以及模块，从而执行各种功能应用以及数据处理，即实现上述的数据的读写方法。存储器可包括高速随机存储器，还可以包括非易失性存储器，如一个或者多个磁性存储装置、闪存、或者其他非易失性固态存储器。在一些实例中，存储器可进一步包括相对于处理器远程设置

的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至终端 A。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

处理器可以通过传输装置调用存储器存储的信息及应用程序，以执行下述步骤：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

10 可选的，上述处理器还可以执行如下步骤的程序代码：在数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元之前，数据写入模块判断存储队列是否存在允许插入元素的空间；如果存储队列存在允许插入元素的空间，则进入数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元的步骤。

15 可选的，上述处理器还可以执行如下步骤的程序代码：数据写入模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；数据写入模块获取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；数据写入模块将差值与存储队列的队列长度进行比对；如果差值小于队列长度，则确定存储队列存在允许插入元素的空间；如果差值等于存储队列的队列长度，则确定存储队列不存在允许插入元素的空间。

20 可选的，上述处理器还可以执行如下步骤的程序代码：数据写入模块通过比较并交换操作，在数据写入指针的当前值的基础上加一，得到目标值；数据写入模块确定目标值在存储队列中所指示的存储单元为目标存储单元。

25 可选的，上述处理器还可以执行如下步骤的程序代码：数据写入模块读取目标存储单元的第二字段，判断目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据读取模块从目标存储单元读取数据后，将目标存储单元的第二字段更改为第二预设值；如果目标存储单元的读写标识为第二预设值，则确定目标存储单元为空；如果目标存储单元的读写标识不为第二预设值，则确定目标存储单元不为空。

可选的，对第一预设值与二的  $n$  次方之差取反，得到第二预设值，其中， $n$  用于表示存储队列的队列长度。

可选的，第一预设值为目标存储单元的单元标识。

30 可选的，存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将等待写入对象插入数据写入链表。

可选的，存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将等待读取对象插入数据读取链表。

可选的，上述处理器还可以执行如下步骤的程序代码：在数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，  
5 数据写入模块查找数据读取链表中是否包括等待读取对象；如果数据读取链表中包括等待读取对象，则唤醒等待读取对象对应的数据读取模块进行数据读取。

采用本发明实施例，提供了一种数据的读写方法的方案。本申请实施例中的存储单元中包括用于存储元素的字段和用于存储读写标识的字段，在数据写入模块向存储队列的存储单元中写入元素之前，通过存储单元的读写标识确定该单元是否为空，从而确定  
10 是否访问该存储单元以向其写入元素，进而可以避免数据读取模块还未从存储单元读取元素，数据写入模块就先于数据读取模块访问存储单元所导致的乱序冲突的情况，解决了 JDK 自带的阻塞队列在高并发的情况下容易发生乱序冲突，导致并发效率较低的技术问题，提高了并发效率。

本领域普通技术人员可以理解，图 11 所示的结构仅为示意，计算机终端也可以是智能手机（如 Android 手机、iOS 手机等）、平板电脑、掌上电脑以及移动互联网设备（Mobile Internet Devices, MID）、PAD 等终端设备。图 11 其并不对上述电子装置的结构造成限定。例如，计算机终端 A 还可包括比图 11 中所示更多或者更少的组件（如网络接口、显示装置等），或者具有与图 11 所示不同的配置。  
15

本领域普通技术人员可以理解上述实施例的各种方法中的全部或部分步骤是可以通  
20 过程序来指令终端设备相关的硬件来完成，该程序可以存储于一计算机可读存储介质中，存储介质可以包括：闪存盘、只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、随机存取器（Random Access Memory, RAM）、磁盘或光盘等。

## 实施例 6

本发明的实施例还提供了一种存储介质。可选地，在本实施例中，上述存储介质可  
25 以用于保存上述实施例一所提供的数据的读写方法所执行的程序代码。

可选地，在本实施例中，上述存储介质可以位于计算机网络中计算机终端群中的任意一个计算机终端中，或者位于移动终端群中的任意一个移动终端中。

可选地，在本实施例中，存储介质被设置为存储用于执行以下步骤的程序代码：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；数据  
30 写入模块根据目标存储单元的第二字段判断目标存储单元是否为空；在目标存储单元为空的情况下，数据写入模块将待写入元素写入目标存储单元的第一字段，并将目标存储

单元的第二字段更改为第一预设值，其中，第一预设值用于表示目标存储单元已被写入元素。

上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。

在本发明的上述实施例中，对各个实施例的描述都各有侧重，某个实施例中没  
5 述的部分，可以参见其他实施例的相关描述。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的技术内容，可通过其它的方式实现。其中，以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的，例如所述单元的划分，仅仅为一种逻辑功能划分，实际实现时可以有另外的划分方式，例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另一点，所显示或  
10 讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口，单元或模块的间接耦合或通信连接，可以是电性或其它的形式。

所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的  
15 目的。

另外，在本发明各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中，也可以是各个单元单独物理存在，也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现，也可以采用软件功能单元的形式实现。

所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，  
20 可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可为个人计算机、服务器或者网络设备等）执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U 盘、只读存储器（ROM，Read-Only Memory）、  
25 随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、移动硬盘、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

## 权 利 要 求 书

1.一种数据的读写方法，其特征在于，包括：

数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，所述存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二  
5 字段；

所述数据写入模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否为空；

在所述目标存储单元为空的情况下，所述数据写入模块将待写入元素写入所述目标存储单元的第一字段，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，所  
10 述第一预设值用于表示所述目标存储单元已被写入元素。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元之前，所述方法还包括：

所述数据写入模块判断所述存储队列是否存在允许插入元素的空间；

如果所述存储队列存在允许插入元素的空间，则进入所述数据写入模块从存储队列  
15 中查找目标存储单元的步骤。

3.根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述数据写入模块判断所述存储队列是否存在允许插入元素的空间，包括：

所述数据写入模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；

所述数据写入模块获取所述数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间  
20 的差值；

所述数据写入模块将所述差值与所述存储队列的队列长度进行比对；

如果所述差值小于所述队列长度，则确定所述存储队列存在允许插入元素的空间；

如果所述差值等于所述存储队列的队列长度，则确定所述存储队列不存在允许插入元素的空间。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，数据写入模块从存储队列中查找目标存储单元，包括：

所述数据写入模块通过比较并交换操作，在所述数据写入指针的当前值的基础上加一，得到目标值；

所述数据写入模块确定所述目标值在存储队列中所指示的存储单元为所述目标存  
30 储单元。

5.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述数据写入模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否为空，包括：

所述数据写入模块读取所述目标存储单元的第二字段，判断所述目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据读取模块从所述目标存储单元读取数据后，将所述目标存储单元的第二字段更改为所述第二预设值；

如果所述目标存储单元的读写标识为所述第二预设值，则确定所述目标存储单元为空；

如果所述目标存储单元的读写标识不为所述第二预设值，则确定所述目标存储单元不为空。

10 6.根据权利要求 5 所述的方法，其特征在于，对所述第一预设值与二的  $n$  次方之差取反，得到所述第二预设值，其中， $n$  用于表示所述存储队列的队列长度。

7.根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，所述第一预设值为所述目标存储单元的单元标识。

15 8.根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果所述存储队列不存在允许插入元素的空间，则所述数据写入模块生成等待写入对象，并将所述等待写入对象插入所述数据写入链表。

9.根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果所述存储队列不存在允许读取的元素，则数据读取模块生成等待读取对象，并将所述等待读取对象插入所述数据读取链表。

20 10. 根据权利要求 9 所述的方法，其特征在于，在所述数据写入模块将待写入元素写入所述目标存储单元的第一字段，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，所述方法还包括：

所述数据写入模块查找所述数据读取链表中是否包括所述等待读取对象；

25 如果所述数据读取链表中包括所述等待读取对象，则唤醒所述等待读取对象对应的数据读取模块进行数据读取。

11. 一种数据的读写方法，其特征在于，包括：

数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，所述存储队列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；

30 所述数据读取模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否已被写入；

在所述目标存储单元已被写入元素的情况下，所述数据读取模块读取所述目标存储单元内的元素，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，所述第一预设值用于表示所述目标存储单元为空。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，在所述数据读取模块从存储队列中  
5 查找目标存储单元之前，所述方法还包括：

所述数据读取模块判断所述存储队列是否存在允许读取的元素；

如果所述存储队列存在允许读取的元素，则进入所述数据读取模块读取所述目标存储单元内的元素的步骤。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述数据读取模块判断所述存储队  
10 列是否存在允许读取的元素，包括：

所述数据读取模块读取数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值；

所述数据读取模块获取所述数据写入指针的当前值和数据读取指针的当前值之间的差值；

如果所述差值大于零，则确定所述存储队列存在允许读取的元素；

- 15 如果所述差值等于所述存储队列的队列长度，则确定所述存储队列不存在允许读取的元素。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其特征在于，数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，包括：

- 20 所述数据读取模块通过比较并交换操作，在所述数据读取指针的当前值的基础上加一，得到目标值；

所述数据读取模块确定所述目标值在存储队列中所指示的存储单元为所述目标存储单元。

15. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述数据读取模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否已被写入，包括：

- 25 所述数据读取模块读取所述目标存储单元的第二字段，判断所述目标存储单元的读写标识是否为第二预设值，其中，数据写入模块将元素写入所述目标存储单元后，将所述目标存储单元的第二字段更改为所述第二预设值；

如果所述目标存储单元的读写标识为所述第二预设值，则确定所述目标存储单元已被写入；

- 30 如果所述目标存储单元的读写标识不为所述第二预设值，则确定所述目标存储单元

未被写入。

16. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，对所述第一预设值与所述第二预设值互为相反数。

17. 根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述第二预设值为所述目标存储单元  
5 元的单元标识。

18. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述存储队列所属的存储结构还包括数据读取链表，如果所述存储队列不存在允许读取的元素，则所述数据读取模块生成等待读取对象，并将所述等待读取对象插入所述数据读取链表。

19. 根据权利要求 11 所述的方法，其特征在于，所述存储队列所属的存储结构还包括数据写入链表，如果所述存储队列不存在允许插入元素的空间，则数据写入模块生成等待写入对象，并将所述等待写入对象插入所述数据写入链表。  
10

20. 根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，在所述数据读取模块读取所述目标存储单元内的元素，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值之后，所述方法还包括：

15 所述数据读取模块查找所述数据写入链表中是否包括所述等待写入对象；

如果所述数据写入链表中包括所述等待写入对象，则唤醒所述等待写入对象对应的数据写入模块进行数据写入。

21. 一种数据的读写装置，其特征在于，包括：

查找模块，用于数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，所述存储  
20 队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；

判断模块，用于所述数据写入模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否为空；

写入模块，用于在所述目标存储单元为空的情况下，所述数据写入模块将待写入元  
25 素写入所述目标存储单元的第一字段，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，所述第一预设值用于表示所述目标存储单元已被写入元素。

22. 一种数据的读写装置，其特征在于，包括：

查找模块，用于数据读取模块从存储队列中查找目标存储单元，其中，所述存储队  
30 列包括多个存储单元，每个存储单元包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；

判断模块，用于所述数据读取模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否已被写入；

写入模块，用于在所述目标存储单元已被写入元素的情况下，所述数据读取模块读取所述目标存储单元内的元素，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，

5 其中，所述第一预设值用于表示所述目标存储单元为空。

23. 一种存储介质，其特征在于，所述存储介质包括存储的程序，其中，在所述程序运行时控制所述存储介质所在设备执行如下步骤：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，所述存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；所述数据写入模块根据所述目标  
10 存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否为空；在所述目标存储单元为空的情况下，所述数据写入模块将待写入元素写入所述目标存储单元的第一字段，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设值，其中，所述第一预设值用于表示所述目标存储单元已被写入元素。

24. 一种处理器，其特征在于，所述处理器用于运行程序，其中，所述程序运行时  
15 执行如下步骤：数据写入模块从存储队列中查找到目标存储单元，其中，所述存储队列包括多个存储单元，每个存储单元至少包括：用于存放元素的第一字段和用于存放读写标识的第二字段；所述数据写入模块根据所述目标存储单元的第二字段判断所述目标存储单元是否为空；在所述目标存储单元为空的情况下，所述数据写入模块将待写入元素写入所述目标存储单元的第一字段，并将所述目标存储单元的第二字段更改为第一预设  
20 值，其中，所述第一预设值用于表示所述目标存储单元已被写入元素。

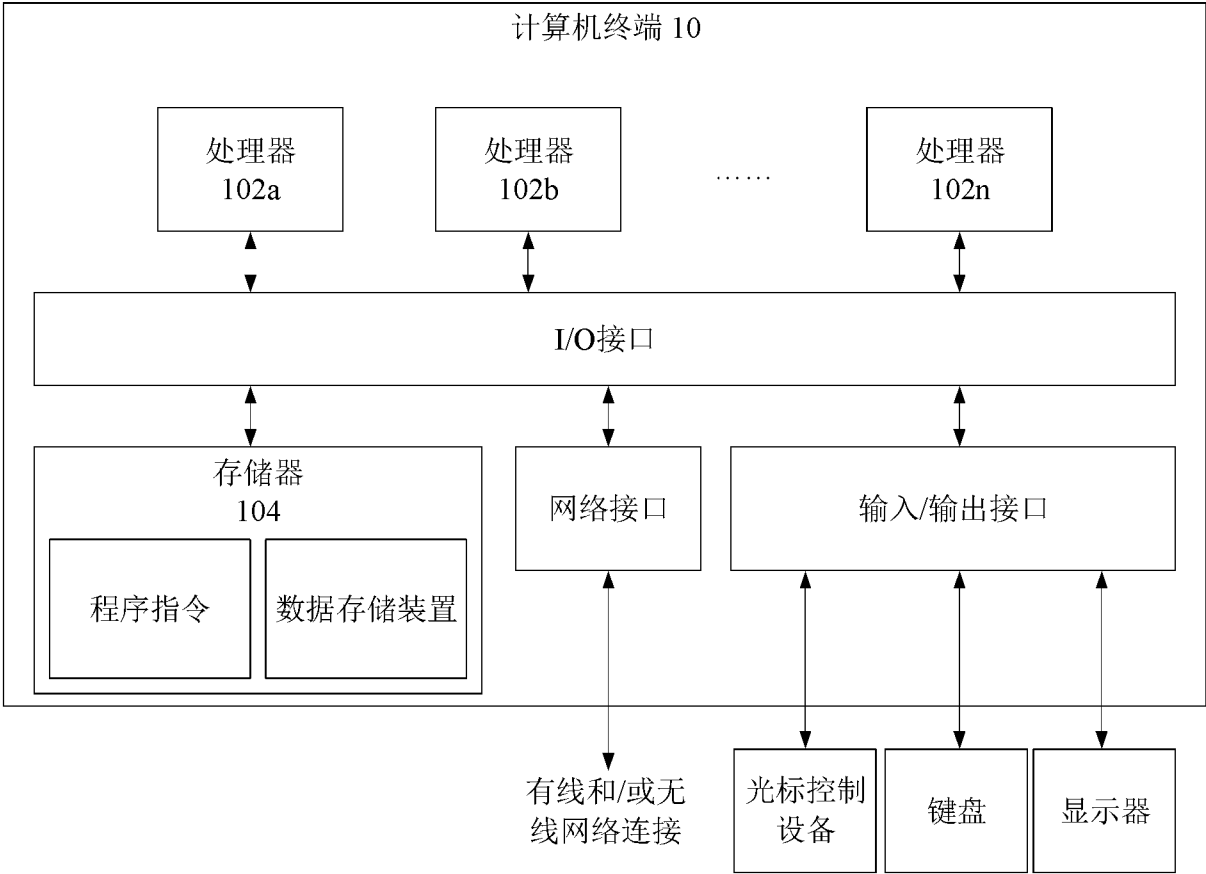


图 1

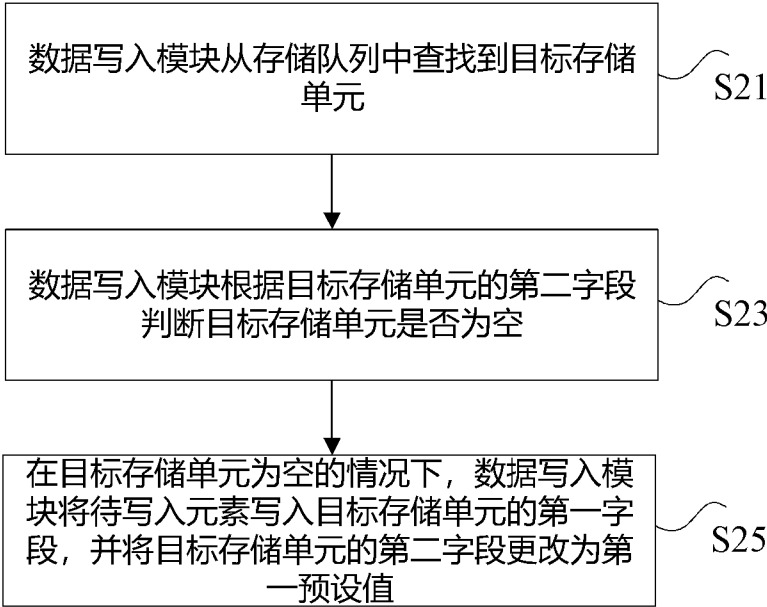


图 2

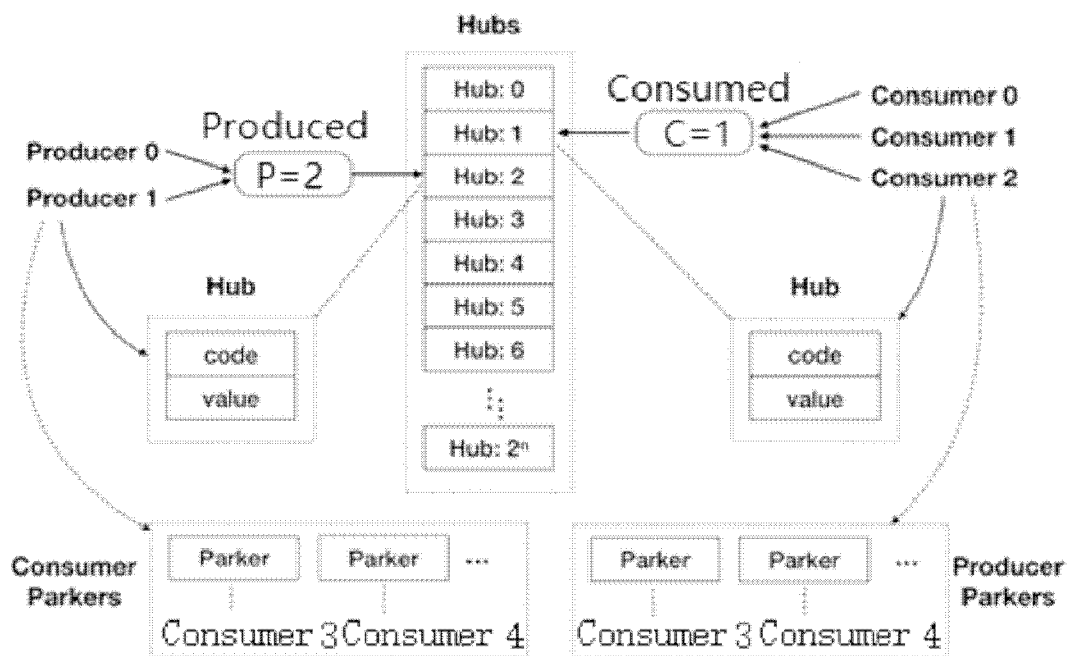


图 3

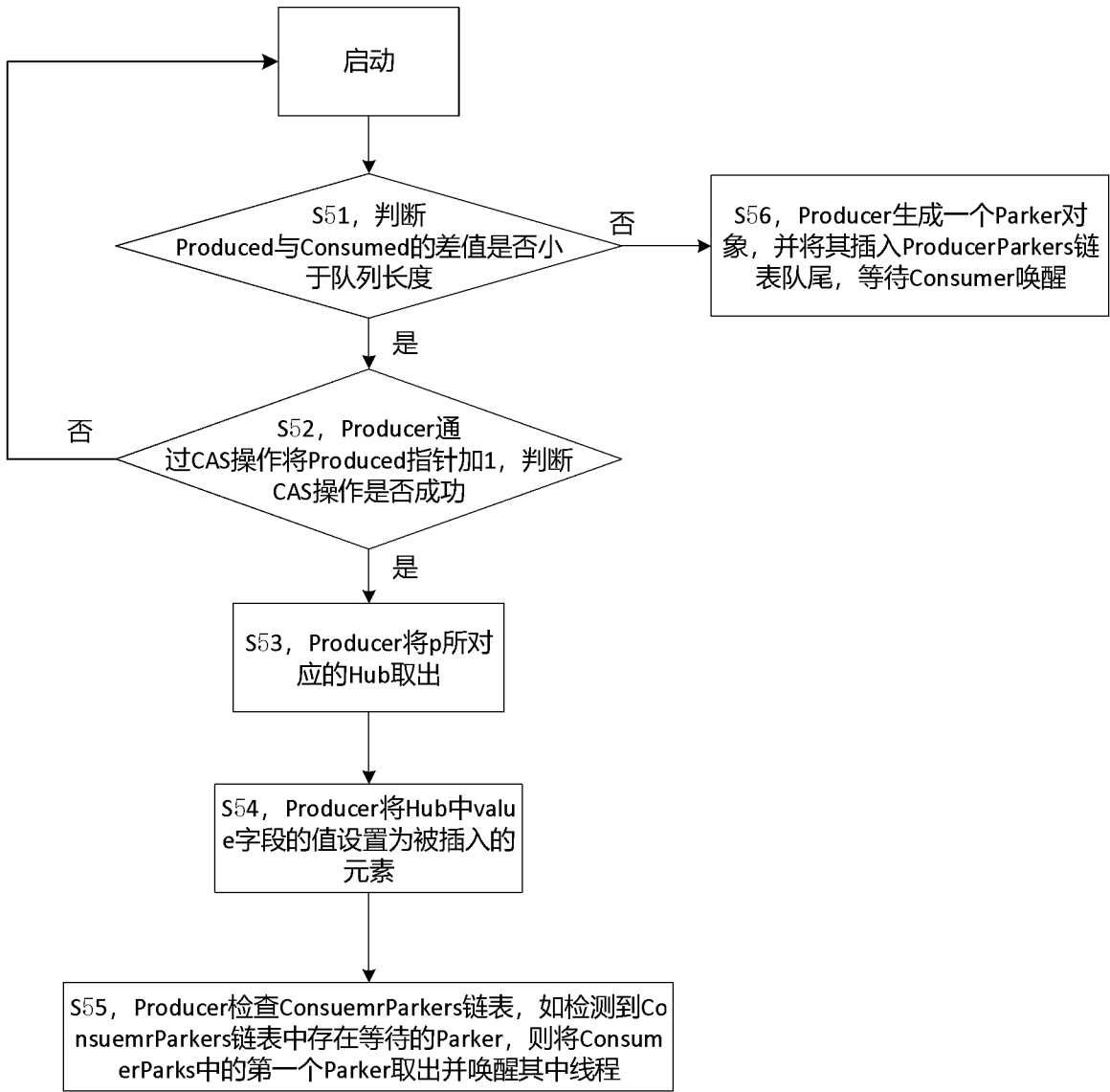


图 4

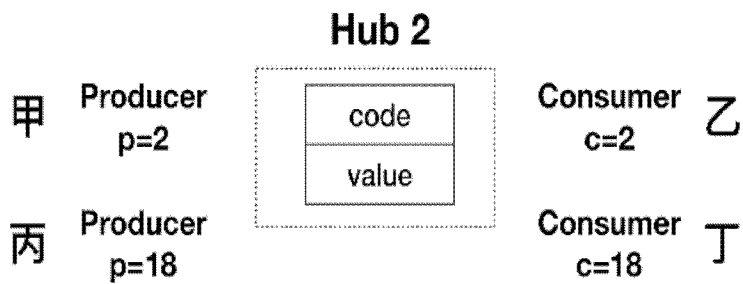


图 5

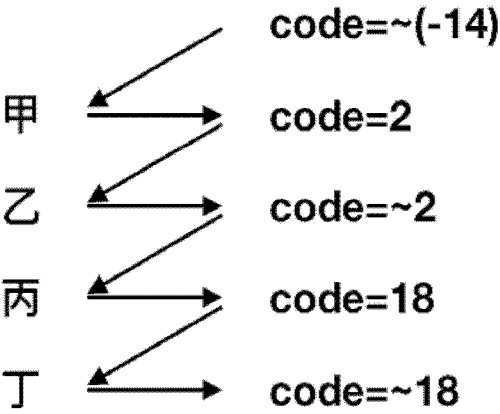


图 6

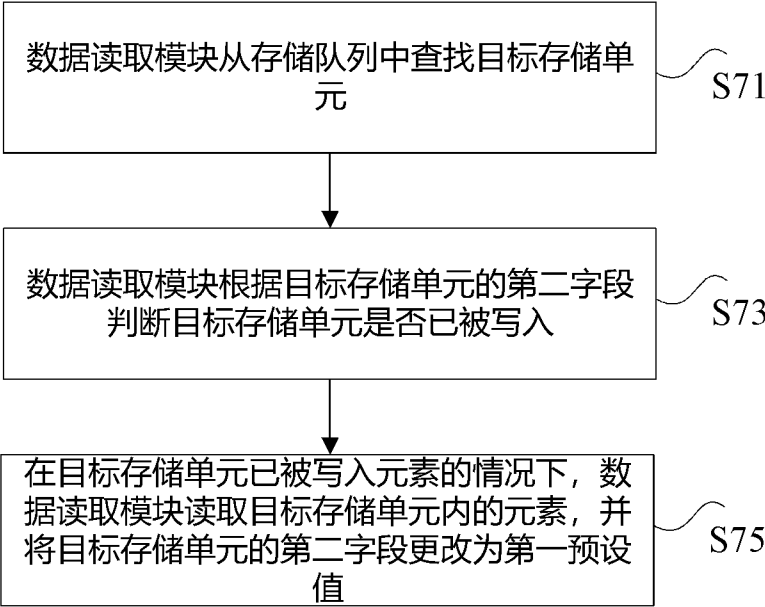


图 7

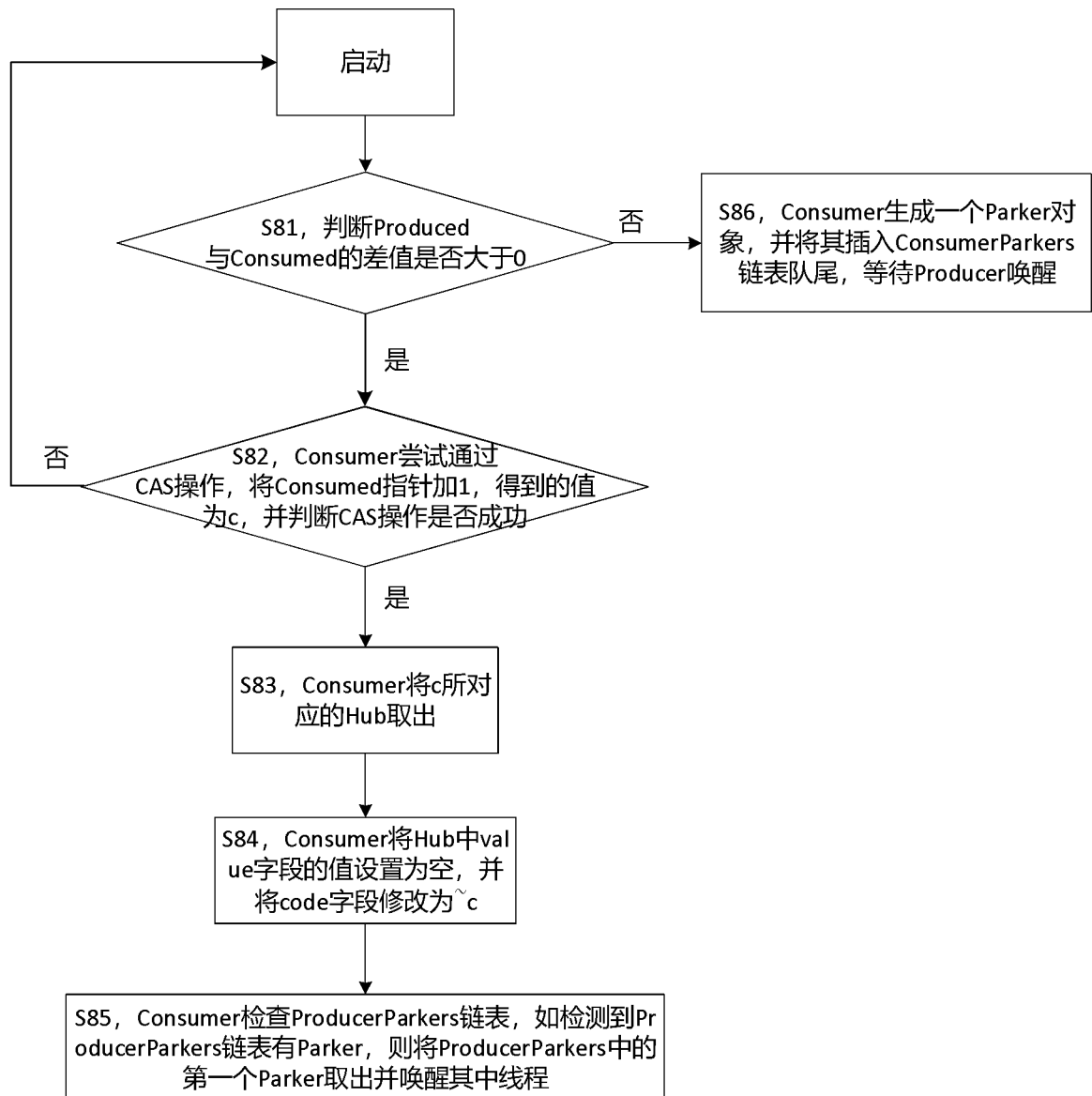


图 8

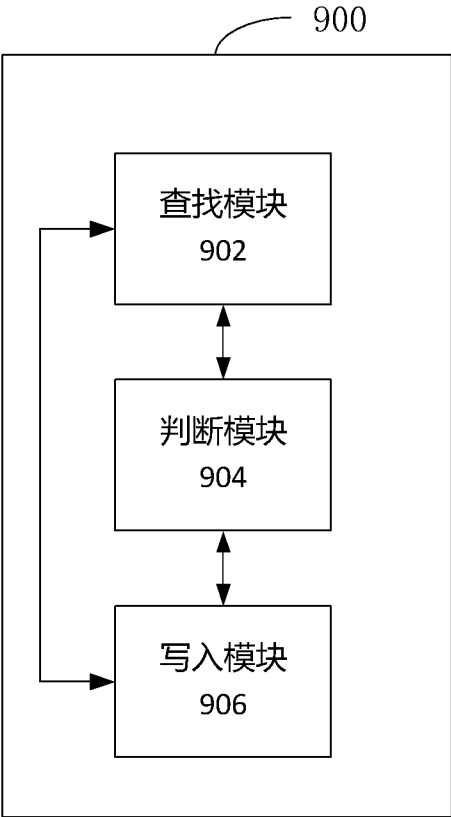


图 9

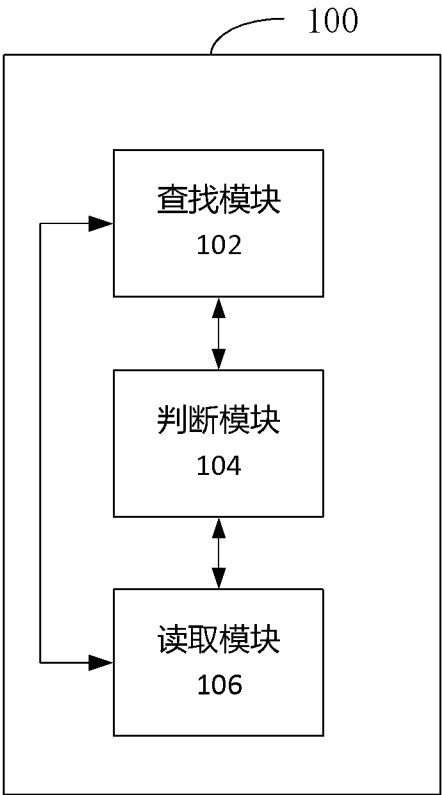


图 10

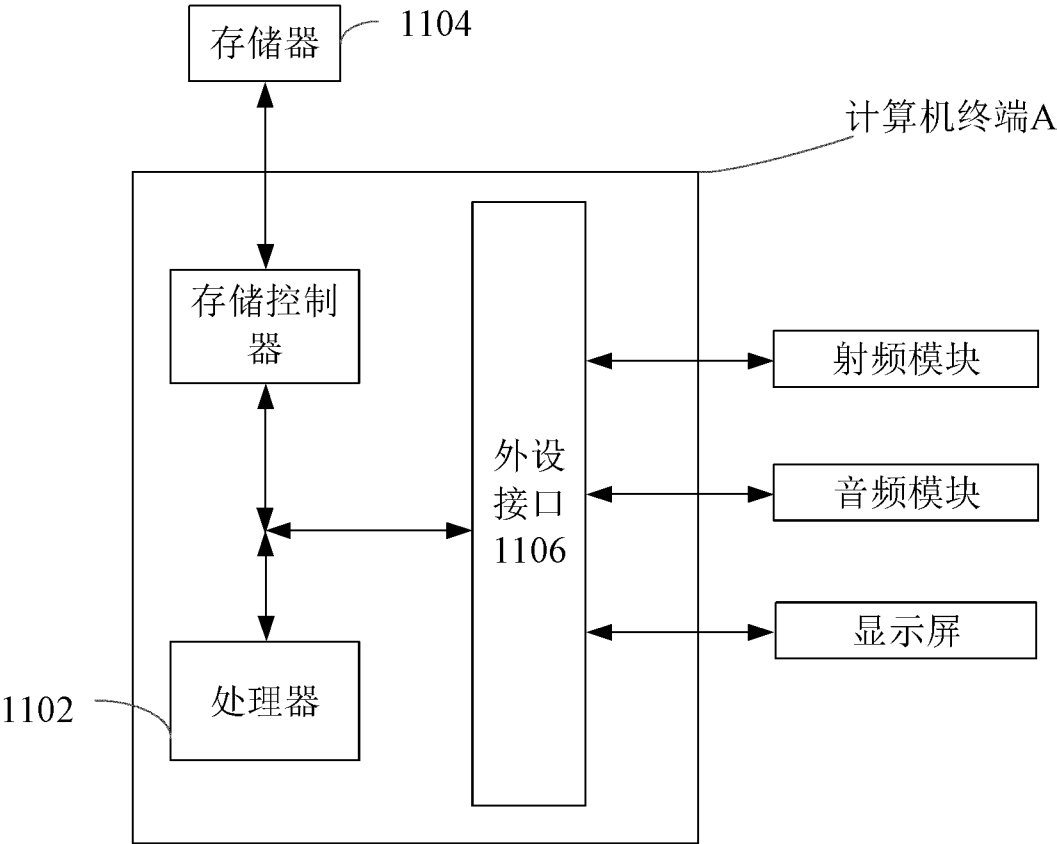


图 11

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/076106

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

G06F 16/27(2019.01)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)

G06F; G11C

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, DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI: 数据, 读写, 标识, 空, data, empty, flag, memory

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                               | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | CN 104281535 A (GIGADEVICE SEMICONDUCTOR (BEIJING) INC.) 14 January 2015<br>(2015-01-14)<br>description, paragraphs [0051]-[0063]                                                                                                | 1-24                  |
| X         | CN 101162608 A (BEIJING HUAQI INFORMATION DIGITAL TECHNOLOGY CO., LTD.; BEIJING HUAQI DIGITAL TECHNOLOGY LAB CO., LTD.) 16 April 2008<br>(2008-04-16)<br>description page 7, paragraph 1 to the second paragraph from the bottom | 1-24                  |
| X         | CN 104142979 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 12 November 2014<br>(2014-11-12)<br>description, paragraphs [0035]-[0046]                                                                                                        | 1-24                  |
| X         | US 9501407 B1 (HU RAY RUEY-HSIEN et al.) 22 November 2016 (2016-11-22)<br>description, column 3, paragraphs 1-3                                                                                                                  | 1-24                  |



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

12 May 2020

Date of mailing of the international search report

19 May 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

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

International application No.

**PCT/CN2020/076106**

| Patent document<br>cited in search report |           |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |           |   | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|-----------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------|---|--------------------------------------|
| CN                                        | 104281535 | A  | 14 January 2015                      | CN                      | 104281535 | B | 17 November 2017                     |
| CN                                        | 101162608 | A  | 16 April 2008                        | CN                      | 101162608 | B | 01 December 2010                     |
| CN                                        | 104142979 | A  | 12 November 2014                     | CN                      | 104142979 | B | 25 July 2017                         |
| US                                        | 9501407   | B1 | 22 November 2016                     | None                    |           |   |                                      |

## 国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/076106

## A. 主题的分类

G06F 16/27 (2019.01) 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)

G06F; G11C

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, DWPI, SIPOABS, CNTXT, CNKI:数据, 读写, 标识, 空, data, empty, flag, memory

## 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 104281535 A (北京兆易创新科技股份有限公司) 2015年 1月 14日 (2015 - 01 - 14)<br>说明书第51-63段                        | 1-24    |
| X    | CN 101162608 A (北京华旗资讯数码科技有限公司 北京华旗数码技术实验室有限责任公司) 2008年 4月 16日 (2008 - 04 - 16)<br>说明书第7页第1段-倒数第2段 | 1-24    |
| X    | CN 104142979 A (武汉理工大学) 2014年 11月 12日 (2014 - 11 - 12)<br>说明书第35-46段                               | 1-24    |
| X    | US 9501407 B1 (HU RAY RUEY-HSIEN等) 2016年 11月 22日 (2016 - 11 - 22)<br>说明书第3栏第1-3段                   | 1-24    |

☐ 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

“&amp;” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 5月 12日

国际检索报告邮寄日期

2020年 5月 19日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

李云杰

电话号码 86-010-62411032

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/076106

| 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          | 104281535 | A  | 2015年 1月 14日   | CN 104281535 B | 2017年 11月 17日  |
| CN          | 101162608 | A  | 2008年 4月 16日   | CN 101162608 B | 2010年 12月 1日   |
| CN          | 104142979 | A  | 2014年 11月 12日  | CN 104142979 B | 2017年 7月 25日   |
| US          | 9501407   | B1 | 2016年 11月 22日  | 无              |                |