

说明书

发明名称: 一种晶圆测试数据的处理方法、装置、电子设备及介质
技术领域

[0001] 本申请涉及晶圆测试技术领域，具体而言，涉及一种晶圆测试数据的处理方法、装置、电子设备及介质。

背景技术

[0002] 传统的晶圆测试系统通常采用CS(Client-Server)架构，测试数据的处理和Map图的生成；然而，随着晶圆上Die数量的增加，传统的CS架构在处理大规模数据时容易出现内存溢出的问题，导致系统崩溃或性能下降。

发明内容

[0003] 本申请实施例的目的在于提供一种晶圆测试数据的处理方法、装置、电子设备及介质，用以解决了现有技术存在的上述问题，可优化解决传统CS架构在处理大规模晶圆的测试数据时内存溢出的问题。

[0004] 第一方面，提供了一种晶圆测试数据的处理方法，应用于数据处理系统，所述数据处理系统包括：调度中心和线程池；所述线程池包括多个处理线程；该方法可以包括：

[0005] 获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；

[0006] 对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；

[0007] 对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；

[0008] 对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。

[0009] 在一种可能的实现中，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列，包括：

[0010] 基于目标晶圆上预先配置的多个区域，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列。

[0011] 在一种可能的实现中，对各子序列进行处理之前，所述方法还包括：

- [0012] 按照目标晶圆上预先配置的多个区域排列顺序，对多个子序列进行处理，得到有序排列的多个子序列。
- [0013] 在一种可能的实现中，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列，包括：
- [0014] 基于配置的性能等级，对测试数据中的参数进行聚类，得到多个子序列。
- [0015] 在一种可能的实现中，对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列，包括：
- [0016] 将所述测试数据输出为XML格式后，转换为EXCEL格式的目标结果进行存储。
- [0017] 在一种可能的实现中，对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除，包括：
- [0018] 基于配置的权重值、权重衰减因子和最后访问时间，确定各子序列的目标级别；
- [0019] 针对任一子序列的目标级别，若所述目标级别满足配置的淘汰级别，则对所述目标级别对应的子序列进行删除。
- [0020] 在一种可能的实现中，所述配置的权重值可以为基础权重或动态权重。
- [0021] 第二方面，提供了一种晶圆测试数据的处理装置，应用于数据处理系统，所述数据处理系统包括：调度中心和线程池；所述线程池包括多个处理线程；该装置可以包括：
- [0022] 获取单元，用于获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；
- [0023] 划分单元，用于对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；
- [0024] 转换单元，用于对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；
- [0025] 删除单元，用于对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [0026] 第三方面，提供了一种电子设备，该电子设备包括处理器、通信接口、存储器和通信总线，其中，处理器，通信接口，存储器通过通信总线完成相互间的通信；
- [0027] 存储器，用于存放计算机程序；

[0028] 处理器，用于执行存储器上所存放的程序时，实现上述第一方面中任一所述的方法步骤。

[0029] 第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质内存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述第一方面中任一所述的方法步骤。

[0030] 本申请提供一种晶圆测试数据的处理方法，该方法包括：获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。本申请通过BS架构和内存优化技术，有效解决了传统CS架构在处理大规模晶圆测试数据时内存溢出的问题。通过数据分块处理、流式处理和异步生成等技术，提高了系统的处理效率和响应速度。通过优化内存使用和数据处理流程，增强了系统的稳定性和可靠性。

附图说明

[0031] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对本申请实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对范围的限定，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0032] 图1为本申请实施例提供了一种数据处理系统的系统架构图；

[0033] 图2为本申请实施例提供了一种晶圆测试数据的处理方法的流程示意图；

[0034] 图3为本申请实施例提供了一种晶圆测试数据的处理装置的结构示意图；

[0035] 图4为本申请实施例提供了一种电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0036] 下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，并不是全部的实施例。基于本申请实施例，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，都属于本申请保护的范围。

- [0037] 本申请实施例提供的一种晶圆测试数据的处理方法可以应用在图1所示的系统架构中，如图1所示，该数据处理系统可以包括：调度中心和线程池；所述线程池包括多个处理线程；各处理线程还包括多个子线程；各子线程可以根据测试数据的类型对各子线程进行划分。该数据处理系统是基于BS架构进行设计的。
- [0038] 还可以根据数据处理阶段(如清洗、特征提取、缺陷分析)或数据类型(电性参数、光学检测数据)创建专用线程组。
- [0039] 由于传统的晶圆测试系统通常采用CS(Client-Server)架构，测试数据的处理和Map图的生成；然而，随着晶圆上Die数量的增加，传统的CS架构在处理大规模数据时容易出现内存溢出的问题，导致系统崩溃或性能下降。
- [0040] 因此，本申请提供一种晶圆测试数据的处理方法，用以解决了现有技术存在的上述问题，可优化解决传统CS架构在处理大规模晶圆的测试数据时内存溢出的问题。
- [0041] 以下结合说明书附图对本申请的优选实施例进行说明，应当理解，此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本申请，并不用于限定本申请，并且在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。
- [0042] 图2为本申请实施例提供的一种晶圆测试数据的处理方法的流程示意图。如图2所示，该方法可以包括：
- [0043] 步骤S210、获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列。
- [0044] 具体的，将原始测试数据收集并存储在云端数据库中，以便后续分析。通常，这些原始测试数据会包括每个DIE的标识信息(如坐标位置)、测试项目名称、测试值、通过/失败状态等。
- [0045] 在一些实施例中，对原始测试数据中的详细数据进行处理，例如：计算目标晶圆上多个DIE中相同测试项目的测试值的平均值、标准差进行统计数据，来了解整个晶圆或部分区域内的DIE性能分布情况。这有助于识别出性能异常的DIE或区域。
- [0046] 在另一个实施例中，各DIE在目标晶圆上的物理布局，可以应用空间统计方法分析性能的空间分布特征，识别出可能影响产品质量的因素(如制造过程中的均匀性问题)。

- [0047] 步骤S220、对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列。
- [0048] 划分方式可以为多种：
- [0049] A、基于目标晶圆上预先配置的多个区域，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列。
- [0050] 具体的，基于物理位置，对目标晶圆的多个区域的配置过程可以包括：
- [0051] 同心圆环：将标晶圆划分为多个由中心向外扩展的同心圆环。这种方法有助于分析由于蚀刻、沉积等工艺步骤造成的径向差异。
- [0052] 扇形区段：沿直径方向将标晶圆分割成若干个相等角度的扇形区段。这种划分方式适合识别与晶圆旋转相关的工艺问题。
- [0053] 之后，还可以按照目标晶圆上预先配置的多个区域排列顺序，对多个子序列进行处理，得到有序排列的多个子序列。
- [0054] B、基于配置的性能等级，对测试数据中的参数进行聚类，得到多个子序列。
- [0055] 也就是基于原始数据的分析结果，动态调整区域划分方案。例如，如果发现某些特定模式下的缺陷集中出现在某一区域，则可以针对性地细化该区域的划分以深入研究，具体可以基于分析结果，对各区进行等级划分。
- [0056] 之后，可以基于各区域的等级，对个子序列进行处理，得到有序排列的多个子序列。
- [0057] 步骤S230、对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列。
- [0058] 具体的，针对任一测试数据，将该测试数据输出为XML格式后，转换为EXCEL格式的目标结果进行存储。其中，该方式是在BS架构下进行执行的，输出后的EXCEL格式的目标结果是存储于本地的。
- [0059] 在一些实施例中，生成的EXCEL文件是兼容不同操作系统和软件版本的。实现方式可以为：首先将XML格式的测试数据导入数据库中。使用SQL查询从数据库中提取所需的测试数据。利用数据库导出功能将测试数据保存为CSV或Excel格式。
- [0060] 该方式中，测试数据输出到XML文件：为了降低内存损耗，避免CPU使用率达到100%，通过将测试数据写入XML文件，可以减少内存中的数据处理压力，同时利用文件系统的存储能力，避免内存溢出问题。

- [0061] 步骤S240、对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [0062] 具体的，预设缓存算法与JVM内存管理结合实现下述方法：
- [0063] 基于配置的权重值、权重衰减因子和最后访问时间，确定各子序列的目标级别；
- [0064] $\text{目标级别} = \text{最后访问时间} + \text{权重衰减因子} \times \text{权重值}$ ；
- [0065] 其中，最后访问时间：传统LRU的核心指标(数值越小表示越久未访问)。
- [0066] 权重衰减因子：用于平衡时间与权重的参数(例如0.5)。
- [0067] 权重值：预定义或动态计算的优先级数值。
- [0068] 其中，动态计算的方式可以根据历史数据训练权重预测模型(如随机森林)，输出动态权；特征包括：DIE位置、测试参数方差、关联批次良率等。
- [0069] 该方式中高权重数据即使长时间未访问，淘汰优先级仍可能低于低权重数据。
- [0070] 使用优先队列(Priority Queue)替代传统链表，将目标优先级进行排序。
- [0071] 针对任一子序列的目标级别，若目标级别满足配置的淘汰级别，则对目标级别对应的子序列进行删除。
- [0072] 若目标级别未满足配置的淘汰级别，则无需对目标级别对应的子序列进行删除。
- [0073] 在Java中，通过实现预设缓存算法如使用LinkedHashMap，并结合JVM的垃圾回收机制，及时清理无效内存。具体实现中，LRU缓存算法会优先保留高频使用的数据，而低频使用的数据会被及时释放，从而优化内存使用效率。该方式中是在晶圆DIE测试场景中，传统LRU算法仅根据数据访问的时间顺序淘汰最久未使用的条目，但实际业务中可能存在关键数据需要长期保留的需求(如高失效风险DIE、晶圆边缘区域数据)。此时需引入权重增强机制，在保留LRU核心逻辑的基础上，通过动态调整淘汰优先级，避免关键数据被过早移除。
- [0074] 在另一个实施例，首先，将整个配置的缓存空间划分为几个不同的区域，每个区域对应不同类型的存储规则或淘汰策略。
- [0075] 保护区域：专门用于存放那些必须长期保留的关键数据，如高失效风险DIE、晶圆边缘区域的数据等。这部分数据不会轻易被替换，除非它们本身也达到了某些预设的条件(如已达到最大保存期限)。

- [0076] 普通区域：遵循标准的LRU或其他淘汰策略，用于存放一般性的数据。
- [0077] 在各个分区内部引入基于权重的机制来进一步细化数据管理。每个条目都有一个与之关联的权重值，该值根据其重要性动态调整。例如：
- [0078] 对于关键数据，可以在将其放入保护区域时给予较高的初始权重，并且在后续过程中如果这些数据再次被访问，则增加其权重，确保它们在保护区域内也能获得更高的优先级。
- [0079] 在普通区域中，除了使用时间作为淘汰依据外，还可以考虑条目的权重。即使某个条目最近没有被访问过，但如果它的权重很高(表明它对业务有重要意义)，那么也可以适当延后其被淘汰的时间。
- [0080] 在这种混合策略下，当系统需要决定是否替换某条数据时，会先检查这条数据所在的区域。如果是在保护区域，只有在其权重低于一定阈值或者满足其他特定条件时才会考虑替换；如果是普通区域，则综合考量时间和权重两个因素来进行决策。
- [0081] 此外，还可以设置一定的规则允许数据在不同区域之间迁移。比如，随着业务的发展，原本不属于关键数据范畴的某些条目可能变得非常重要，这时可以通过增加其权重并最终将其迁移到保护区域以确保其不会轻易丢失。通过这种方式，不仅能够保证关键数据得到妥善保存，同时也能有效利用缓存资源，提高整体系统的性能和可靠性。
- [0082] 在一些实施例中，目标晶圆的边缘DIE保留；
- [0083] 边缘DIE因工艺波动易失效，但测试完成后的测试数据可能不再被主动访问。
解决方案：初始化时标记边缘DIE权重=3(中心DIE=1)。即使7天未访问，其优先级仍高于3天未访问的中心DIE。
- [0084] 在另一个实施例中，高失效风险DIE的监控；
- [0085] 某批次DIE出现新型缺陷模式，需长期跟踪。解决方案：当缺陷数量超过配置的数量阈值时，自动提升该批次所有DIE权重。人工标记关键DIE为“永久保留”(权重= ∞ ，需独立管理)。
- [0086] 在相应处理线程中删除相应的目标子序列后，该处理线程处于空闲状态，为了提高系统的整体效率和资源利用率，可以通过调度中心来管理这些处理线程的

任务分配。当一个处理线程完成对指定类型的子序列的处理后，它会向调度中心报告其当前状态(例如，通过发送心跳信息)，表明自己已经变为“空闲”。调度中心接收到来自处理线程的状态更新后，会根据当前系统中所有处理线程的工作负载情况做出决策。具体来说，调度中心会检查是否存在其他正在运行但负载较高的同类型处理线程。如果发现有相同类型的测试数据正在等待处理，并且对应的处理线程处于忙碌状态，则调度中心可以从忙碌线程的任务队列中取出一部分未处理的数据子序列。然后，将这部分的子序列重新分配给刚刚变为空闲的处理线程进行处理。

- [0087] 通过这种方式，不仅可以避免某些处理线程长期处于空闲状态，同时也可以减少那些过度负担的处理线程的压力，从而实现更均匀的工作负载分布。这有助于提升整个系统的吞吐量和响应速度。
- [0088] 采用异步生成技术，将Excel表格的生成过程放在后台线程中进行。通过多线程并发处理，系统可以在生成Excel表格的同时继续处理其他任务，从而提升整体生成效率。
- [0089] 本申请提供一种晶圆测试数据的处理方法，该方法包括：获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。本申请能够解决：
- [0090] 内存溢出问题：通过BS架构和内存优化技术，有效解决了传统CS架构在处理大规模晶圆测试数据时内存溢出的问题。
- [0091] 提高系统性能：通过数据分块处理、流式处理和异步生成等技术，提高了系统的处理效率和响应速度。
- [0092] 降低成本：减少了对硬件资源的依赖，降低了系统的总体成本。
- [0093] 增强系统稳定性：通过优化内存使用和数据处理流程，增强了系统的稳定性和可靠性。
- [0094] 与上述方法对应的，本申请实施例还提供一种晶圆测试数据的处理装置，如图3所示，该装置包括：
- [0095] 获取单元310，用于获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；

- [0096] 划分单元320，用于对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；
- [0097] 转换单元330，用于对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；
- [0098] 删除单元340，用于对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [0099] 本申请上述实施例提供一种晶圆测试数据的处理装置各功能单元的功能，可以通过上述各方法步骤来实现，因此，本申请实施例提供一种晶圆测试数据的处理装置中的各个单元的具体工作过程和有益效果，在此不复赘述。
- [0100] 本申请实施例还提供了一种电子设备，如图4所示，包括处理器410、通信接口420、存储器430和通信总线440，其中，处理器410，通信接口420，存储器430通过通信总线440完成相互间的通信。
- [0101] 存储器430，用于存放计算机程序；
- [0102] 处理器410，用于执行存储器430上所存放的程序时，实现如下步骤：
- [0103] 获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；
- [0104] 对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；
- [0105] 对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；
- [0106] 对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [0107] 上述提到的通信总线可以是外设部件互连标准(Peripheral Component Interconnect, PCI)总线或扩展工业标准结构(Extended Industry Standard Architecture, EISA)总线等。该通信总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示，图中仅用一条粗线表示，但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。
- [0108] 通信接口用于上述电子设备与其他设备之间的通信。
- [0109] 存储器可以包括随机存取存储器(Random Access Memory, RAM)，也可以包括非易失性存储器(Non-Volatile Memory, NVM)，例如至少一个磁盘存储器。可选的，存储器还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。
- [0110] 上述的处理器可以是通用处理器，包括中央处理器(Central Processing Unit, CPU)、网络处理器(Network Processor, NP)等；还可以是数字信号处理器(Digital Signal Processing, DSP)、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, AS

IC)、现场可编程门阵列(Field-Programmable Gate Array, FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

- [0111] 由于上述实施例中电子设备的各器件解决问题的实施方式以及有益效果可以参见图2所示的实施例中的各步骤来实现,因此,本申请实施例提供的电子设备的具体工作过程和有益效果,在此不复赘述。
- [0112] 在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质中存储有指令,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述实施例中任一所述的一种晶圆测试数据的处理方法。
- [0113] 在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述实施例中任一所述的一种晶圆测试数据的处理方法。
- [0114] 本领域内的技术人员应明白,本申请实施例中的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本申请实施例中可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请实施例中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(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。
- [0115] 本申请实施例中是参照根据本申请实施例中实施例的方法、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、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。
- [0116] 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。

- [0117] 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实现的处理，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。
- [0118] 除非另外定义，本申请使用的技术术语或者科学术语应当为本发明所属领域内具有一般技能的人士所理解的通常意义。本申请中使用的“第一”、“第二”以及类似的词语并不表示任何顺序、数量或者重要性，而只是用来区分不同的组成部分。“包括”或者“包含”等类似的词语意指出现该词前面的元件或者物件涵盖出现在该词后面列举的元件或者物件及其等同，而不排除其他元件或者物件。“连接”、“耦接”或者“相连”等类似的词语并非限定于物理的或者机械的连接，而是可以包括电性的连接，不管是直接的还是间接的。
- “上”、“下”、“左”、“右”等仅用于表示相对位置关系，当被描述对象的绝对位置改变后，则该相对位置关系也可能相应地改变。
- [0119] 尽管已描述了本申请实施例中的优选实施例，但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，本申请实施例意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请实施例中范围的所有变更和修改。
- [0120] 显然，本领域的技术人员可以对本申请实施例中实施例进行各种改动和变型而不脱离本申请实施例中实施例的精神和范围。这样，倘若本申请实施例中实施例的这些修改和变型属于本申请实施例及其等同技术的范围之内，则本申请实施例中实施例中也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种晶圆测试数据的处理方法，其特征在于，应用于数据处理系统，所述数据处理系统包括：调度中心和线程池；所述线程池包括多个处理线程；所述方法包括：获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列，包括：基于目标晶圆上预先配置的多个区域，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列。
- [权利要求 3] 如权利要求2所述的方法，其特征在于，对各子序列进行处理之前，所述方法还包括：按照目标晶圆上预先配置的多个区域排列顺序，对多个子序列进行处理，得到有序排列的多个子序列。
- [权利要求 4] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列，包括：基于配置的性能等级，对测试数据中的参数进行聚类，得到多个子序列。
- [权利要求 5] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列，包括：将所述测试数据输出为XML格式后，转换为EXCEL格式的目标结果进行存储。
- [权利要求 6] 如权利要求1所述的方法，其特征在于，对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除，包括：基于配置的权重值、权重衰减因子和最后访问时间，确定各子序列的目标级别；针对任一子序列的目标级别，若所述目标级别满足配置的淘汰级别，则对所述目标级别对应的子序列进行删除。
- [权利要求 7] 如权利要求6所述的方法，其特征在于，所述配置的权重值为基础权重或动态权重。

- [权利要求 8] 一种晶圆测试数据的处理装置，其特征在于，应用于数据处理系统，所述数据处理系统包括：调度中心和线程池；所述线程池包括多个处理线程；所述装置包括：获取单元，用于获取目标晶圆上多个DIE的测试数据组成的测试序列；划分单元，用于对测试序列中的多个测试数据进行划分，得到多个子序列；转换单元，用于对各子序列中的测试数据进行转换，得到目标子序列；删除单元，用于对满足删除条件的目标子序列，在相应处理线程中进行删除。
- [权利要求 9] 一种电子设备，其特征在于，所述电子设备包括处理器、通信接口、存储器和通信总线，其中，处理器，通信接口，存储器通过通信总线完成相互间的通信；存储器，用于存放计算机程序；处理器，用于执行存储器上所存储的程序时，实现权利要求1-7任一所述的方法步骤。
- [权利要求 10] 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-7任一所述的方法步骤。