

(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



(10) 国际公布号

WO 2023/019780 A1

(43) 国际公布日

2023 年 2 月 23 日 (23.02.2023)

(51) 国际专利分类号:

G06F 11/22 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2021/131790

(22) 国际申请日:

2021 年 11 月 19 日 (19.11.2021)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

202110950735.0 2021年8月18日 (18.08.2021) CN

(71) 申请人: 长鑫存储技术有限公司 (CHANGXIN

MEMORY TECHNOLOGIES, INC.) [CN/CN]; 中国

安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴

业大道388号, Anhui 230601 (CN)。

(72) 发明人: 陈强 (CHEN, Qiang); 中国安徽省合肥市

经济技术开发区空港工业园兴业大道388号, Anhui

230601 (CN)。 王伟洲 (WANG, Wei-Chou); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道388号, Anhui 230601 (CN)。 陈武刚 (CHEN, Wugang); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道388号, Anhui 230601 (CN)。

(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, IT, 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,

(54) Title: SIGNAL TESTING METHOD AND APPARATUS, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种信号测试方法、装置及存储介质

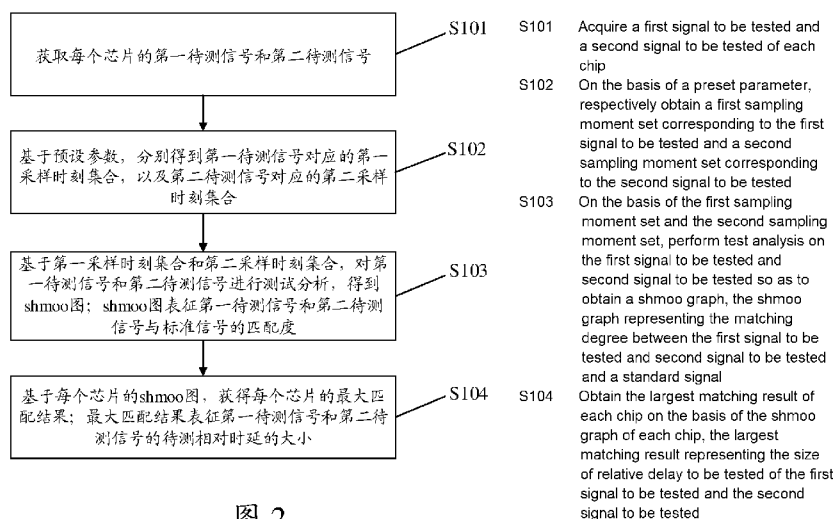


图 2

(57) Abstract: The present application provides a signal testing method and apparatus, and a storage medium. The method comprises: acquiring a first signal to be tested and a second signal to be tested of each chip; on the basis of a preset parameter, respectively obtaining a first sampling moment set corresponding to the first signal to be tested and a second sampling moment set corresponding to the second signal to be tested; on the basis of the first sampling moment set and the second sampling moment set, performing test analysis on the first signal to be tested and the second signal to be tested so as to obtain a shmoo graph, the shmoo graph representing the matching degree between the first signal to be tested and second signal to be tested and a standard signal; and obtaining the largest matching result of each chip on the basis of the shmoo graph of each chip, the largest matching result representing the size of relative delay to be tested of the first signal to be tested and the second signal to be tested.

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,
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: 本申请提供了一种信号测试方法、装置及存储介质; 方法包括: 获取每个芯片的第一待测信号和第
二待测信号; 基于预设参数, 分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合, 以及第二待测信号对应的第二
采样时刻集合; 基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合, 对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析,
得到shmoo图; shmoo图表征第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度; 基于每个芯片的shmoo图, 获
得每个芯片的最大匹配结果; 最大匹配结果表征第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。

一种信号测试方法、装置及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 202110950735.0、申请日为 2021 年 08 月 18 日、发明名称为“一种信号测试方法、装置及存储介质”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

本申请涉及半导体领域，尤其涉及一种信号测试方法、装置及存储介质。

10 背景技术

随着半导体技术的不断发展，为了达到更强的性能，芯片中信号的数量与频率都在不断增加，这给信号测试带来了更大的挑战。

相关技术中，对于信号间相对时延的测试往往需要确定信号间的相对位置，但在信号的数量和频率较大的情况下，往往无法准确分辨出每一个相对位置，从而使得测试结果不准确。

发明内容

本申请实施例期望提出一种信号测试方法、装置及存储介质，能够在测试信号相对时延的过程中，不需要确定信号间的相对位置，从而提高测试结果的准确度。

20 本申请的技术方案是这样实现的：

本申请实施例提供一种信号测试方法，所述方法包括：

获取每个芯片的第一待测信号和第二待测信号；

基于预设参数，分别得到所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合；

5 基于所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；所述 shmoo 图表征所述第一待测信号和所述第二待测信号与标准信号的匹配度；

基于所述每个芯片的 shmoo 图，获得所述每个芯片的最大匹配结果；所述最大匹配结果表征所述第一待测信号和所述第二待测信号的待测相对时延的大小。

10 本申请实施例还提供一种信号测试装置，所述装置包括：

获取单元，用于获取芯片的第一待测信号和第二待测信号；

确定单元，用于基于预设参数，分别得到所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合；

15 测试分析单元，用于基于所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；所述 shmoo 图表征所述第一待测信号和所述第二待测信号与标准信号的匹配度；

20 生成单元，用于基于所述每个芯片的 shmoo 图，获得所述每个芯片的最大匹配结果；所述最大匹配结果表征所述第一待测信号和所述第二待测信号的待测相对时延的大小。

本申请实施例还提供一种信号测试装置，所述装置包括：

存储器，用于存储可执行指令；

处理器，用于执行所述存储器中存储的可执行指令时，实现上述方案中的信号测试方法。

25 本申请实施例还提供一种存储介质，存储有可执行指令，用于引起处理器执行时，实现上述方案中的信号测试方法。

由此可见，本申请实施例提供了一种信号测试方法、装置及存储介质，

能够获取每个芯片的第一待测信号和第二待测信号；基于预设参数，分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及第二待测信号对应的第二采样时刻集合；基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合，对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；其中，shmoo 图表
5 征第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度；基于每个芯片的 shmoo 图，获得每个芯片的最大匹配结果；最大匹配结果表征第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。这样，不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置即完成了信号测试，从而，避免了信号密集的影响，提高了测试结果的准确性。

10 附图说明

图 1 为相关技术中信号测试方法的示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图一；

图 3 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的采样示意图；

图 4A 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的效果示意图一；

15 图 4B 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的效果示意图二；

图 5 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图二；

图 6 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图三；

图 7 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图四；

图 8 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图五；

20 图 9 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图六；

图 10 为本申请实施例提供的一种信号测试方法的流程图七；

图 11 为本申请实施例提供的一种信号测试装置的结构示意图一；

图 12 为本申请实施例提供的一种信号测试装置的结构示意图二。

具体实施方式

25 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面结合附图和实

施例对本申请的技术方案进一步详细阐述，所描述的实施例不应视为对本申请的限制，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它实施例，都属于本申请保护的范围。

在以下的描述中，涉及到“一些实施例”，其描述了所有可能实施例的子集，但是可以理解，“一些实施例”可以是所有可能实施例的相同子集或不同子集，并且可以在不冲突的情况下相互结合。

如果申请文件中出现“第一/第二”的类似描述则增加以下的说明，在以下的描述中，所涉及的术语“第一/第二/第三”仅仅是区别类似的对象，不代表针对对象的特定排序，可以理解地，“第一/第二/第三”在允许的情况下可以互换特定的顺序或先后次序，以使这里描述的本申请实施例能够以除了在这里图示或描述的以外的顺序实施。

除非另有定义，本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的术语只是为了描述本申请实施例的目的，不是旨在限制本申请。

在集成电路芯片测试中，需要对芯片中所传输的重要信号进行测试。例如，在 DDR（Double Data Rate，双倍速率同步动态随机存储器）中，数据信号 DQ 受到数据控制信号 DQS 的控制，存储单元根据数据控制信号 DQS 的电平对数据信号 DQ 进行读取或写入。因此，数据信号 DQ 和数据控制信号 DQS 之间的相对时延 t_{DQSQ} 不能过大，否则，可能会导致存储单元在错误的时间节点对数据信号 DQ 进行读取或写入。所以，如何对两个信号间的相对时延进行测试，对集成电路芯片测试具有重要意义。

相关技术中，对于信号间相对时延的测试往往需要确定信号间的相对位置。例如，在测试 t_{DQSQ} 时，需要确定 DQS_max 和 DQ_max，DQS_min 和 DQ_max，DQS_max 和 DQ_min，或者，DQS_min 和 DQ_min 的相对位置。如图 1 所示，同一个读取状态（read）下，DQ 引脚（pin）连接信号输出了较多波形，信号的翻转点密集分布，从而无法确定每一次读取或写入时 DQ 和 DQS 间的相对位置，也就无法准确测试出 t_{DQSQ} 。

图 2 是本申请实施例提供的信号测试方法的一个可选的流程示意图，将结合图 2 示出的步骤进行说明。

S101、获取每个芯片的第一待测信号和第二待测信号。

本申请实施例中，信号测试装置可以获取每个芯片的第一待测信号和第二待测信号。其中，第二待测信号可以是数据信号 DQ；第一待测信号可以是数据控制信号 DQS，即第二待测信号的控制信号。

需要说明的是，第一待测信号和第二待测信号可以是芯片中任意两个具有控制关系的信号，在此不做限制。

S102、基于预设参数，分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及第二待测信号对应的第二采样时刻集合。

本申请实施例中，信号测试装置在获取了第一待测信号和第二待测信号后，可以基于预设参数，分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及第二待测信号对应的第二采样时刻集合。

在本申请实施例中，预设参数包括了：第一预设时刻、第一时间间距、第二预设时刻和第二时间间距；其中，第一预设时刻和第一时间间距用于计算第一采样时刻集合，第二预设时刻和第二时间间距用于计算第二采样时刻集合。

信号测试装置可以将第一预设时刻作为基准，在第一预设时刻上增加 $n-1$ 倍第一时间间距，分别得到第一采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第一采样时刻集合，其中， n 大于等于 1。该过程可如式 (1) 所示：

$$X(n) = CLK_DQS + a_1 + (n-1)d_1, \quad n=1,2,3,\dots \quad (1);$$

上式 (1) 中， $X(n)$ 表示第一采样时刻集合中的每个时刻， $CLK_DQS + a_1$ 表示第一预设时刻， d_1 表示第一时间间距， n 为大于等于 1 的整数。

相应的，信号测试装置可以将第二预设时刻作为基准，在第二预设时刻上增加 $m-1$ 倍第二时间间距，分别得到第二采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第二采样时刻集合，其中， m 大于等于 1。该过程可如式 (2) 所示：

$$T(m) = CLK_DQS + a_2 + (m-1)d_2, \quad m=1,2,3,\dots \quad (2);$$

上式(2)中, $T(m)$ 表示第二采样时刻集合中的每个时刻, $CLK_DQS + a_2$ 表示第二预设时刻, d_2 表示第二时间间距, m 为大于等于1的整数。

如图3所示,对于第一待测信号DQS和第二待测信号DQ,首先确定了共同的时序起始位置 CLK_DQS ,时序起始位置的设定以可测得DQ和DQS的稳定波形为原则。在确定了共同的时序起始位置 CLK_DQS 后,可以按照上式(1),将 $CLK_DQS + a_1$ 作为第一预设时刻, d_1 作为第一时间间距,计算得到第一采样时刻集合中的每个时刻 $X(n)$;以及,按照上式(2),将 $CLK_DQS + a_2$ 作为第二预设时刻, d_2 作为第二时间间距,计算得到第二采样时刻集合中的每个时刻 $T(m)$;从而分别得到时序起始位置 CLK_DQS 之后的第一采样时刻集合和第二采样时刻集合。

可以理解的是,本申请实施例基于预设参数,分别独立确定出第一采样时刻集合和第二采样时刻集合,以进行信号测试,这样,不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置,从而避免了信号密集的影响,提高了测试结果的准确性。

S103、基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合,对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析,得到shmoo图;shmoo图表征第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度。

本申请实施例中,信号测试装置在得到第一采样时刻集合和第二采样时刻集合后,可以基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合,对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析,得到shmoo图。其中,shmoo图表征了第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度,shmoo图上表征为通过的点越多,则说明第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度越高。shmoo图可以通过shmoo plot工具得到,可用于对芯片的实际能力进行分析和评价。

在本申请实施例中,信号测试装置可以按照第一采样时刻集合中所包含的各个时刻,记录下每个时刻下第一待测信号的电平,从而完成对第一

待测信号进行信号采样，得到了第一采样信号。相应的，信号测试装置可以按照第二采样时刻集合中所包含的各个时刻，记录下每个时刻下第二待测信号的电平，从而完成对第二待测信号进行信号采样，得到了第二采样信号。

- 5 进而，信号测试装置可以将第一采样信号和第二采样信号中的每个采样值（即采样所获得的电平），与标准信号中对应时刻的标准值（即标准信号电平）进行匹配，计算出每个采样值与对应时刻标准值的差值；其中，标准信号为第一采样信号和第二采样信号在不失真情况下的期望信号。

- 10 若任一采样值与标准值的差值小于预设阈值，即采样值与标准值的误差在容忍范围内，信号测试装置则判定该采样值所对应的匹配子信息为匹配；而若任一采样值与标准值的差值大于等于预设阈值，即采样值与标准值的误差超出了容忍范围，信号测试装置则判定该采样信号值所对应的匹配子信息为不匹配。这样，信号测试装置便得到了第一采样信号和第二采样信号中的每个采样值所对应的匹配子信息。

- 15 进而，信号测试装置在得到每个采样值所对应的匹配子信息后，可以确定二维坐标系中每个坐标点对应的匹配信息。其中，二维坐标系由第一采样时刻集合和第二采样时刻集合构成，其第一维度是第一采样时刻集合，其第二维度是第二采样时刻集合。可以看出，二维坐标系中每个坐标点均对应了第一采样时刻集合中的一个时刻点、以及第二采样时刻集合中的一个时刻点，因此，每个坐标点对应了两个匹配子信息，分别是第一采样信号中一个采样值所对应的匹配子信息、以及第二采样信号中一个采样值所对应的匹配子信息。
- 20

- 若二维坐标系中的一个坐标点所对应的两个匹配子信息均表征匹配，信号测试装置则将该坐标点对应的匹配信息标记为通过；相应的，若二维坐标系中的一个坐标点所对应的两个匹配子信息中存在表征不匹配的匹配子信息，信号测试装置则将该坐标点对应的匹配信息标记为不通过。
- 25

信号测试装置可以将匹配信息，在二维坐标系中定位，将匹配信息为

通过的坐标点描为绿色并填入 P (pass), 将匹配信息为不通过的坐标点描为红色并填入 F (fail)。这样, 便得到了关于第一待测信号和第二待测信号的 shmoo 图。

图 4A 和图 4B 分别是芯片 A 和芯片 B 的 shmoo 图, 如图 4A 和图 4B 所示, shmoo 图中心区域的坐标点被填入了 P, 表征这些坐标点对应的匹配信息为通过; shmoo 图外围区域的坐标点被填入了 F, 表征这些坐标点对应的匹配信息为不通过。

需要说明的是, 标准信号表征了理想状态下的信号波形, 在理想状态下, 各信号之间的相对时延很小, 可以被忽略。因此, 通过 shmoo 图所表征的第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度, 可以反推第一待测信号和第二待测信号之间的待测相对时延, 即, 第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度越高, 则待测相对时延越小。

可以理解的是, 本申请实施例基于第一/第二采样时刻集合, 求得两个待测信号的 shmoo 图, 能够直观地反应具有控制关系的两个信号与标准信号的匹配度, 便于信号检测结果的查看与比较。

S104、基于每个芯片的 shmoo 图, 获得每个芯片的最大匹配结果; 最大匹配结果表征第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。

本申请实施例中, 信号测试装置在得到每个芯片的 shmoo 图后, 可以基于每个芯片的 shmoo 图, 获得每个芯片的最大匹配结果。其中, 最大匹配结果表征了第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。

在本申请实施例中, 信号测试装置可以在 shmoo 图上统计第二维度的方向上, 最长的连续表征为通过的坐标点的个数, 作为最大连续通过量。如图 4A 和图 4B 所示, 第二维度的方向即为 DQS shmoo 方向; 图 4A 中, F_A 囊括了在 DQS shmoo 方向上最长的连续表征为通过的坐标点, 这些坐标点的个数即为芯片 A 的最大连续通过量; 图 4B 中, F_B 囊括了在 DQS shmoo 方向上最长的连续表征为通过的坐标点, 这些坐标点的个数即为芯片 B 的最大连续通过量。

而后，信号测试装置可以将最大连续通过量乘以第二时间间距，得到最大匹配结果，如式（3）所示：

$$F = G * d_1 \quad (3);$$

上式（3）中， F 表示最大匹配结果， G 表示最大连续通过量， d_1 表示用于计算第一采样时刻集合的第一时间间距。如图4A和图4B所示，使DQS shmoo方向上相邻坐标点的间距为第一时间间距 d_1 ，则 F_A 和 F_B 分别为芯片A和芯片B的最大匹配结果。

可以理解的是，本申请实施例基于预设参数，分别独立地对第一待测信号和第二待测信号进行采样，并输出shmoo图，以确定能反映待测相对时延大小的最大匹配结果，这样，不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置便完成了信号测试，避免了信号密集的影响，进而，能够在同一个读取状态下确定待测相对时延，提高了测试结果的准确性。

在本申请的一些实施例中，图2示出的S104之后还包括图5示出的S105，将结合各步骤进行说明。

S105、若获取了多个芯片的最大匹配结果，则将多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到多个芯片的时延比较关系；时延比较关系表征多个芯片的待测相对时延的大小关系。

本申请实施例中，信号测试装置若获取了多个芯片的最大匹配结果，则可以将多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到多个芯片的时延比较关系。其中，时延比较关系表征多个芯片的待测相对时延的大小关系。

在本申请实施例中，信号测试装置可以将多个芯片中的任意两个芯片的最大匹配结果进行比较，若任意两个芯片中的第一芯片的最大匹配结果大于第二芯片的最大匹配结果，则第一芯片的待测相对时延小于第二芯片的待测相对时延，这样，便得到了多个芯片的时延比较关系。例如，如图4A和图4B所示， F_A 和 F_B 分别为芯片A和芯片B的最大匹配结果，将 F_A 和 F_B 进行比较： $F_A < F_B$ ，则说明芯片A的待测相对时延大于芯片B的待测相对时延。

需要说明的是，在进行多个芯片的最大匹配结果比较时，多个芯片需要采用相同的预设参数（即第一预设时刻、第一时间间距、第二预设时刻和第一时间间距）来获得最大匹配结果。

可以理解的是，待测相对时延越小，则第一待测信号和第二待测信号的匹配度越高，芯片的性能越好。通过本申请所提供的信号测试方法，可以比较出同一频率下不同芯片间待测相对时延的差异，从而比较出不同芯片间的性能差异。

在本申请的一些实施例中，预设参数包括：第一预设时刻和第一时间间距；可以通过 S1021 来实现图 2 示出的 S102，将结合各步骤进行说明。

S1021、以第一预设时刻为基准，增加 $n-1$ 倍第一时间间距，得到第一采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第一采样时刻集合；其中， n 大于等于 1。

本申请实施例中，信号测试装置可以将第一预设时刻作为基准，在第一预设时刻上增加 $n-1$ 倍第一时间间距，分别得到第一采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第一采样时刻集合，其中， n 大于等于 1。该过程可由上式（1）表示。

可以理解的是，基于预设参数，独立确定出第一采样时刻集合，以进行信号测试，这样，不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置，从而避免了信号密集的影响，提高了测试结果的准确性。

在本申请的一些实施例中，预设参数还包括：第二预设时刻和第一时间间距；还可以通过 S1022 来实现图 2 示出的 S102，将结合各步骤进行说明。

S1022、以第二预设时刻为基准，增加 $m-1$ 倍第二时间间距，得到第二采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第二采样时刻集合；其中， m 大于等于 1。

本申请实施例中，信号测试装置可以将第二预设时刻作为基准，在第二预设时刻上增加 $m-1$ 倍第二时间间距，分别得到第二采样时刻集合中的

每个时刻，从而得到了第二采样时刻集合，其中， m 大于等于 1。该过程可由上式（2）表示。

可以理解的是，基于预设参数，独立确定出第二采样时刻集合，以进行信号测试，这样，不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置，从而避免了信号密集的影响，提高了测试结果的准确性。

在本申请的一些实施例中，可以通过图 6 示出的 S1031-S1033 来实现图 2 示出的 S103，将结合各步骤进行说明。

S1031、按照第一采样时刻集合和第二采样时刻集合，分别对第一待测信号和第二待测信号进行信号采样，得到对应的第一采样信号和第二采样信号。

本申请实施例中，信号测试装置可以按照第一采样时刻集合中所包含的各个时刻，记录下每个时刻下第一待测信号的电平，完成对第一待测信号进行信号采样，得到了第一采样信号。相应的，信号测试装置可以按照第二采样时刻集合中所包含的各个时刻，记录下每个时刻下第二待测信号的电平，完成对第二待测信号进行信号采样，得到了第二采样信号。

S1032、将第一采样信号和第二采样信号与标准信号进行匹配，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息；每个坐标点为二维坐标系中的点；二维坐标系的第一维度是第一采样时刻集合，二维坐标系的第二维度是第二采样时刻集合；标准信号为第一采样信号和第二采样信号在不失真情况下的期望信号。

本申请实施例中，信号测试装置可以将第一采样信号和第二采样信号中的每个采样值（即采样所获得的电平），与标准信号中对应时刻的标准值（即标准信号电平）进行匹配，以确定出二维坐标系中每个坐标点对应的匹配信息。其中，标准信号为第一采样信号和第二采样信号在不失真情况下的期望信号；二维坐标系由第一采样时刻集合和第二采样时刻集合构成，其第一维度是第一采样时刻集合，其第二维度是第二采样时刻集合。

S1033、将匹配信息，在二维坐标系中定位，得到 shmoo 图。

本申请实施例中，信号测试装置可以将所得到的匹配信息，在二维坐标系中定位，从而得到 shmoo 图。

可以理解的是，基于第一/第二采样时刻集合，求得两个待测信号的 shmoo 图，能够直观地反应具有控制关系的两个信号与标准信号的匹配度，
5 便于信号检测结果的查看与比较。

在本申请的一些实施例中，可以通过图 7 示出的 S1034-S1035 来实现图 6 示出的 S1032，将结合各步骤进行说明。

S1034、将每个采样值与对应的标准值进行匹配，得到每个采样值对应的匹配子信息；每个采样值为第一采样信号和第二采样信号中的信号值；
10 标准值为标准信号中的信号值；每个采样值和标准值均表征为信号电平。

本申请实施例中，信号测试装置可以将第一采样信号和第二采样信号中的每个采样值，与标准信号中对应时刻的标准值进行匹配，得到每个采样值对应的匹配子信息。

S1035、基于匹配子信息，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息。

15 本申请实施例中，信号测试装置在得到每个采样值所对应的匹配子信息后，可以基于匹配子信息，确定二维坐标系中每个坐标点对应的匹配信息。

在本申请的一些实施例中，可以通过图 8 示出的 S1036-S1037 来实现图 7 示出的 S1034，将结合各步骤进行说明。

20 S1036、若每个采样值与标准值的差值小于预设阈值，则判定该采样值所对应的匹配子信息为匹配。

本申请实施例中，若任一采样值与标准值的差值小于预设阈值，即采样值与标准值的误差在容忍范围内，信号测试装置则判定该采样值所对应的匹配子信息为匹配。

25 S1037、若每个采样值与标准值的差值大于等于预设阈值，则判定该采样信号值所对应的匹配子信息为不匹配，从而得到每个采样值对应的匹配子信息。

本申请实施例中，若任一采样值与标准值的差值大于等于预设阈值，即采样值与标准值的误差超出了容忍范围，信号测试装置则判定该采样信号值所对应的匹配子信息为不匹配。

在本申请的一些实施例中，可以通过图 8 示出的 S1038-S1039 来实现图 7 示出的 S1035，将结合各步骤进行说明。

S1038、若每个坐标点所对应的匹配子信息均表征匹配，则将该坐标点对应的匹配信息标记为通过。

本申请实施例中，若二维坐标系中的一个坐标点所对应的两个匹配子信息均表征匹配，信号测试装置则将该坐标点对应的匹配信息标记为通过。

S1039、若每个坐标点所对应的匹配子信息中存在表征不匹配的匹配子信息，则将该坐标点对应的匹配信息标记为不通过，从而得到与每个坐标点分别对应的匹配信息。

本申请实施例中，若二维坐标系中的一个坐标点所对应的两个匹配子信息中存在表征不匹配的匹配子信息，信号测试装置则将该坐标点对应的匹配信息标记为不通过。这样，便得到了与每个坐标点分别对应的匹配信息。

在本申请的一些实施例中，可以通过图 9 示出的 S1041-S1042 来实现图 2 示出的 S104，将结合各步骤进行说明。

S1041、在 shmoo 图上统计最大连续通过量；最大连续通过量为 shmoo 图的第二维度的方向上，最长的连续表征为通过的坐标点的个数。

本申请实施例中，信号测试装置在得到每个芯片的 shmoo 图后，可以在 shmoo 图上统计第二维度的方向上，最长的连续表征为通过的坐标点的个数，作为最大连续通过量。

S1042、将最大连续通过量乘以第二时间间距，得到最大匹配结果。

本申请实施例中，信号测试装置可以将最大连续通过量乘以第二时间间距，得到最大匹配结果。最大匹配结果可以如上式（3）所示。

在本申请的一些实施例中，可以通过 S1051-S1052 来实现图 5 示出的

S105, 将结合各步骤进行说明。

S1051、将多个芯片中的任意两个芯片的最大匹配结果进行比较。

本申请实施例中, 信号测试装置若获取了多个芯片的最大匹配结果, 则可以将多个芯片中的任意两个芯片的最大匹配结果进行比较。

5 S1052、若任意两个芯片中的第一芯片的最大匹配结果大于第二芯片的最大匹配结果, 则第一芯片的待测相对时延小于第二芯片的待测相对时延, 从而得到多个芯片的时延比较关系。

在本申请实施例中, 若任意两个芯片中的第一芯片的最大匹配结果大于第二芯片的最大匹配结果, 则信号测试装置判定第一芯片的待测相对时
10 延小于第二芯片的待测相对时延, 这样, 便得到了多个芯片的时延比较关系。

可以理解的是, 待测相对时延越小, 则第一待测信号和第二待测信号的匹配度越高, 芯片的性能越好。通过本申请所提供的信号测试方法, 可以比较出同一频率下不同芯片间待测相对时延的差异, 从而比较出不同芯
15 片间的性能差异。

在本申请的一些实施例中, 第二待测信号为数据信号 DQ; 第一待测信号为数据信号的控制信号 DQS。待测相对时延为数据信号 DQ 和数据控制信号 DQS 之间的相对时延 t_{DQSQ} 。

图 10 是本申请实施例提供的信号测试方法的一个可选的流程示意图,
20 将结合图 10 示出的步骤进行说明。

S201、设定时序起始位置 CLK_DQS。

本申请实施例中, 对于数据信号 DQ 和数据控制信号 DQS, 信号测试装置可以首先设定时序起始位置 CLK_DQS。如图 3 所示, CLK_DQS 的设定以可测得 DQ 和 DQS 的稳定信号波形为原则。

25 S202、基于时序起始位置 CLK_DQS, 得到数据控制信号 DQS 的波形。

本申请实施例中, 信号测试装置设定了时序起始位置 CLK_DQS 后, 可以基于 CLK_DQS, 得到数据控制信号 DQS 的波形 (Waveform)。

其中，信号测试装置可以令

$$X_n = a_1 + (n-1) * d_1, \quad n=1,2,3... \quad (4);$$

上式(4)中， a_1 和 d_1 为常数， n 为正整数。

而后，信号测试装置再令 CLK_DQS+X_n ，以此得到DQS的波形。

5 S203、基于数据控制信号DQS的波形，得到shmoo结果。

本申请实施例中，信号测试装置可以将DQ的存储点(strb点)设为STRB1，令STRB1为

$$T_m = a_2 + (m-1) * d_2, \quad m=1,2,3... \quad (5);$$

上式(5)中， a_2 和 d_2 为常数， m 为正整数。

10 而后，信号测试装置可以根据DQS的波形，做STRB1的shmoo，得到shmoo图。所得shmoo图可以如图4A和图4B所示。

在shmoo图中，如果出现pass则记为1，一直fail则记为0，由此，得到shmoo结果：

$$G(m) = \sum_{k=0}^m T_m \quad (6);$$

15 其中， T_m 为STRB1的值。

S204、基于shmoo结果，求得最大匹配结果。

本申请实施例中，信号测试装置在得到shmoo结果后，可以求得到最大匹配结果：

$$F(n) = \sum_{k=1}^n G(m) * d_1 \quad (7);$$

20 其中， $G(m)$ 为shmoo结果， d_1 为上式(4)中的常数。

S205、若求得了两款芯片的最大匹配结果，则对该两款芯片进行比较。

本申请实施例中，信号测试装置如果按照相同的设定，求得了两款芯片A和B的最大匹配结果 $F_A(n)$ 和 $F_B(n)$ ，则可以对芯片A和B进行比较。

芯片A和B的 t_{DQSQ} 相对表现为 $F_{A-B}(n)=F_A(n)-F_B(n)$ ，如果 $F_{A-B}(n)>0$ ，则芯

25 片A的 t_{DQSQ} 相对芯片B表现更好。

可以理解的是，本申请实施例分别独立地对数据信号 DQ 和数据控制信号 DQS 进行采样，并输出 shmoo 图，以确定能反映 t_{DQSQ} 大小的最大匹配结果，这样，不需要在波形图中确定两个信号的相对位置便完成了信号测试，避免了信号密集的影响，进而，能够在同一个读取状态下确定 DQ 和 DQS 的相对位置，提高了测试结果的准确性。同时，通过比较两款芯片的最大匹配结果，实现了在同一频率下测量不同存储芯片的 t_{DQSQ} 差异。

图 11 为本申请实施例提供的信号测试装置的一个可选的结构示意图。如图 11 所示，本申请实施例还提供了一种信号测试装置 800，包括：获取单元 804、确定单元 805、测试分析单元 806、生成单元 807，其中：

获取单元 804，用于获取芯片的第一待测信号和第二待测信号；

确定单元 805，用于基于预设参数，分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及第二待测信号对应的第二采样时刻集合；

测试分析单元 806，用于基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合，对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；shmoo 图表征第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度；

生成单元 807，用于基于每个芯片的 shmoo 图，获得每个芯片的最大匹配结果；最大匹配结果表征第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。

在本申请的一些实施例中，所述信号测试装置 800 还包括：比较单元 808，其中：

比较单元 808，用于若获取了多个芯片的最大匹配结果，则将多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到多个芯片的时延比较关系；时延比较关系表征多个芯片的待测相对时延的大小关系。

在本申请的一些实施例中，所述确定单元 805，还用于以第一预设时刻为基准，增加 $n-1$ 倍第一时间间距，得到第一采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了第一采样时刻集合；其中， n 大于等于 1。

在本申请的一些实施例中，所述确定单元 805，还用于以第二预设时刻

为基准,增加 $m-1$ 倍第二时间间距,得到第二采样时刻集合中的每个时刻,从而得到了第二采样时刻集合;其中, m 大于等于 1。

在本申请的一些实施例中,所述信号测试装置 800 还包括:采样单元 809,其中:

- 5 采样单元 809,用于按照第一采样时刻集合和第二采样时刻集合,分别对第一待测信号和第二待测信号进行信号采样,得到对应的第一采样信号和第二采样信号;

所述测试分析单元 806,还用于将第一采样信号和第二采样信号与标准信号进行匹配,得到与每个坐标点分别对应的匹配信息;每个坐标点为二
10 维坐标系中的点;二维坐标系的第一维度是第一采样时刻集合,二维坐标系的第二维度是第二采样时刻集合;标准信号为第一采样信号和第二采样信号在不失真情况下的期望信号;以及,将匹配信息,在二维坐标系中定位,得到 shmoo 图。

在本申请的一些实施例中,所述测试分析单元 806,还用于将每个采样
15 值与对应的标准值进行匹配,得到每个采样值对应的匹配子信息;每个采样值为第一采样信号和第二采样信号中的信号值;标准值为标准信号中的信号值;每个采样值和标准值均表征为信号电平;以及,基于匹配子信息,得到与每个坐标点分别对应的匹配信息。

在本申请的一些实施例中,所述测试分析单元 806,还用于若每个采样
20 值与标准值的差值小于预设阈值,则判定该采样值所对应的匹配子信息为匹配;或者,若每个采样值与标准值的差值大于等于预设阈值,则判定该采样信号值所对应的匹配子信息为不匹配,从而得到每个采样值对应的匹配子信息。

在本申请的一些实施例中,所述测试分析单元 806,还用于若每个坐标
25 点所对应的匹配子信息均表征匹配,则将该坐标点对应的匹配信息标记为通过;或者,若每个坐标点所对应的匹配子信息中存在表征不匹配的匹配子信息,则将该坐标点对应的匹配信息标记为不通过,从而得到与每个坐

标点分别对应的匹配信息。

在本申请的一些实施例中，所述生成单元 807，还用于在 shmoo 图上统计最大连续通过量；最大连续通过量为 shmoo 图的第二维度的方向上，最长的连续表征为通过的坐标点的个数；以及，将最大连续通过量乘以第二时间间距，得到最大匹配结果。

在本申请的一些实施例中，所述比较单元 808，还用于将多个芯片中的任意两个芯片的最大匹配结果进行比较；以及，若任意两个芯片中的第一芯片的最大匹配结果大于第二芯片的最大匹配结果，则第一芯片的待测相对时延小于第二芯片的待测相对时延，从而得到多个芯片的时延比较关系。

需要说明的是，图 12 为本申请实施例提供的信号测试装置的一个可选的结构示意图，如图 12 所示，信号测试装置 800 的硬件实体包括：处理器 801、通信接口 802 和存储器 803，其中：

处理器 801 通常控制信号测试装置 800 的总体操作。

通信接口 802 可以使信号测试装置 800 通过网络与其他装置或设备通信。

存储器 803 配置为存储由处理器 801 可执行的指令和应用，还可以缓存待处理器 801 以及信号测试装置 800 中各模块待处理或已经处理的数据（例如，图像数据、音频数据、语音通信数据和视频通信数据），可以通过闪存（FLASH）或随机访问存储器（Random Access Memory, RAM）实现。

需要说明的是，本申请实施例中，如果以软件功能模块的形式实现上述的定时任务执行的方法，并作为独立的产品销售或使用，也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，本申请实施例的技术方案本质上或者说对相关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中，包括若干指令用以使得信号测试装置 800（可以是个人计算机、服务器、或者网络设备等）执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分。而前述的存储介质包括：U 盘、移动硬盘、只读存储器（Read Only Memory, ROM）、磁碟或者光盘等各种

可以存储程序代码的介质。这样，本申请实施例不限制于任何特定的硬件和软件结合。

对应地，本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现上述信号测试装置对应的方法中的步骤。

这里需要指出的是：以上存储介质和设备实施例的描述，与上述方法实施例的描述是类似的，具有同方法实施例相似的有益效果。对于本申请存储介质和设备实施例中未披露的技术细节，请参照本申请方法实施例的描述而理解。

需要说明的是，在本文中，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者装置不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、物品或者装置所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、方法、物品或者装置中还存在另外的相同要素。

在本申请所提供的几个实施例中，应该理解到，所揭露的设备和方法，可以通过其它的方式实现。以上所描述的设备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，如：多个单元或组件可以结合，或可以集成到另一个系统，或一些特征可以忽略，或不执行。另外，所显示或讨论的各组成部分相互之间的耦合、或直接耦合、或通信连接可以是通过一些接口，设备或单元的间接耦合或通信连接，可以是电性的、机械的或其它形式的。

上述作为分离部件说明的单元可以是、或也可以不是物理上分开的，作为单元显示的部件可以是、或也可以不是物理单元；既可以位于一个地方，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全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外，在本申请各实施例中的各功能单元可以全部集成在一个处理单

元中，也可以是各单元分别单独作为一个单元，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，也可以采用硬件加软件功能单元的形式实现。

5 以上所述，仅为本申请的实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

工业实用性

本申请实施例提供了一种信号测试方法、装置及存储介质，能够获取
10 每个芯片的第一待测信号和第二待测信号；基于预设参数，分别得到第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及第二待测信号对应的第二采样时刻集合；基于第一采样时刻集合和第二采样时刻集合，对第一待测信号和第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；其中，shmoo 图表征第一待测信号和第二待测信号与标准信号的匹配度；基于每个芯片的 shmoo 图，
15 获得每个芯片的最大匹配结果；最大匹配结果表征第一待测信号和第二待测信号的待测相对时延的大小。这样，不需要在波形图中确定两个待测信号的相对位置即完成了信号测试，从而，避免了信号密集的影响，提高了测试结果的准确性。

权利要求书

1、一种信号测试方法，所述方法包括：

获取每个芯片的第一待测信号和第二待测信号；

5 基于预设参数，分别得到所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合；

基于所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；所述 shmoo 图表征所述第一待测信号和所述第二待测信号与标准信号的匹配度；

10 基于所述每个芯片的 shmoo 图，获得所述每个芯片的最大匹配结果；所述最大匹配结果表征所述第一待测信号和所述第二待测信号的待测相对时延的大小。

2、根据权利要求 1 所述的信号测试方法，其中，基于所述 shmoo 图，获得最大匹配结果之后，所述方法还包括：

15 若获取了多个芯片的最大匹配结果，则将所述多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到所述多个芯片的时延比较关系；所述时延比较关系表征所述多个芯片的待测相对时延的大小关系。

20 3、根据权利要求 1 或 2 所述的信号测试方法，其中，所述预设参数包括：第一预设时刻和第一时间间距；基于所述预设参数，分别得到所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合，包括：

以所述第一预设时刻为基准，增加 $n-1$ 倍所述第一时间间距，得到所述第一采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了所述第一采样时刻集合；其中， n 大于等于 1。

25 4、根据权利要求 1 或 2 所述的信号测试方法，其中，所述预设参数还包括：第二预设时刻和第二时间间距；基于所述预设参数，分别得到

所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合，包括：

以所述第二预设时刻为基准，增加 $m-1$ 倍所述第二时间间距，得到所述第二采样时刻集合中的每个时刻，从而得到了所述第二采样时刻集合；其中， m 大于等于 1。

5 5、根据权利要求 1 或 2 所述的信号测试方法，其中，基于所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图，包括：

按照所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，分别对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行信号采样，得到对应的第一采样信号和第二采样信号；

将所述第一采样信号和所述第二采样信号与标准信号进行匹配，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息；所述每个坐标点为二维坐标系中的点；所述二维坐标系的第一维度是所述第一采样时刻集合，所述二维坐标系的第二维度是所述第二采样时刻集合；所述标准信号为所述第一采样信号和所述第二采样信号在不失真情况下的期望信号；

将所述匹配信息，在所述二维坐标系中定位，得到所述 shmoo 图。

6、根据权利要求 5 所述的信号测试方法，其中，将所述第一采样信号和所述第二采样信号与标准信号进行匹配，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息，包括：

将每个采样值与对应的标准值进行匹配，得到所述每个采样值对应的匹配子信息；所述每个采样值为所述第一采样信号和所述第二采样信号中的信号值；所述标准值为所述标准信号中的信号值；所述每个采样值和所述标准值均表征为信号电平；

25 基于所述匹配子信息，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息。

7、根据权利要求 6 所述的信号测试方法，其中，将所述每个采样值与对应的标准值进行匹配，得到所述每个采样值对应的匹配子信息，包括：

若所述每个采样值与所述标准值的差值小于预设阈值，则判定该采样值所对应的匹配子信息为匹配；或者，

若所述每个采样值与所述标准值的差值大于等于预设阈值，则判定该采样信号值所对应的匹配子信息为不匹配，从而得到所述每个采样值对应的匹配子信息。

8、根据权利要求 7 所述的信号测试方法，其中，基于所述匹配子信息，得到与每个坐标点分别对应的匹配信息，包括：

若所述每个坐标点所对应的匹配子信息均表征匹配，则将该坐标点对应的匹配信息标记为通过；或者，

若所述每个坐标点所对应的匹配子信息中存在表征不匹配的匹配子信息，则将该坐标点对应的匹配信息标记为不通过，从而得到与所述每个坐标点分别对应的匹配信息。

9、根据权利要求 1 或 2 所述的信号测试方法，其中，基于所述 shmoo 图，获得最大匹配结果，包括：

在所述 shmoo 图上统计最大连续通过量；所述最大连续通过量为所述 shmoo 图的第二维度的方向上，最长的连续表征为通过的坐标点的个数；

将所述最大连续通过量乘以第二时间间距，得到所述最大匹配结果。

10、根据权利要求 2 所述的信号测试方法，其中，将所述多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到所述多个芯片的时延比较关系，包括：

将所述多个芯片中的任意两个芯片的最大匹配结果进行比较；

若所述任意两个芯片中的第一芯片的最大匹配结果大于第二芯片的

最大匹配结果，则所述第一芯片的待测相对时延小于所述第二芯片的待测相对时延，从而得到所述多个芯片的时延比较关系。

11、根据权利要求 1 或 2 所述的信号测试方法，其中，

所述第二待测信号为数据信号；

5 所述第一待测信号为所述数据信号的控制信号。

12、一种信号测试装置，包括：

获取单元，用于获取芯片的第一待测信号和第二待测信号；

确定单元，用于基于预设参数，分别得到所述第一待测信号对应的第一采样时刻集合，以及所述第二待测信号对应的第二采样时刻集合；

10 测试分析单元，用于基于所述第一采样时刻集合和所述第二采样时刻集合，对所述第一待测信号和所述第二待测信号进行测试分析，得到 shmoo 图；所述 shmoo 图表征所述第一待测信号和所述第二待测信号与标准信号的匹配度；

15 生成单元，用于基于所述每个芯片的 shmoo 图，获得所述每个芯片的最大匹配结果；所述最大匹配结果表征所述第一待测信号和所述第二待测信号的待测相对时延的大小。

13、根据权利要求 12 所述的信号测试装置，其中，所述装置还包括：比较单元；

20 所述比较单元，用于若获取了多个芯片的最大匹配结果，则将所述多个芯片的最大匹配结果进行比较，得到所述多个芯片的时延比较关系；所述时延比较关系表征所述多个芯片的待测相对时延的大小关系。

14、一种信号测试装置，包括：

存储器，用于存储可执行指令；

25 处理器，用于执行所述存储器中存储的可执行指令时，实现权利要求 1 至 11 任一项所述的方法。

15、一种存储介质，存储有可执行指令，用于引起处理器执行时，实现权利要求 1 至 11 任一项所述的方法。

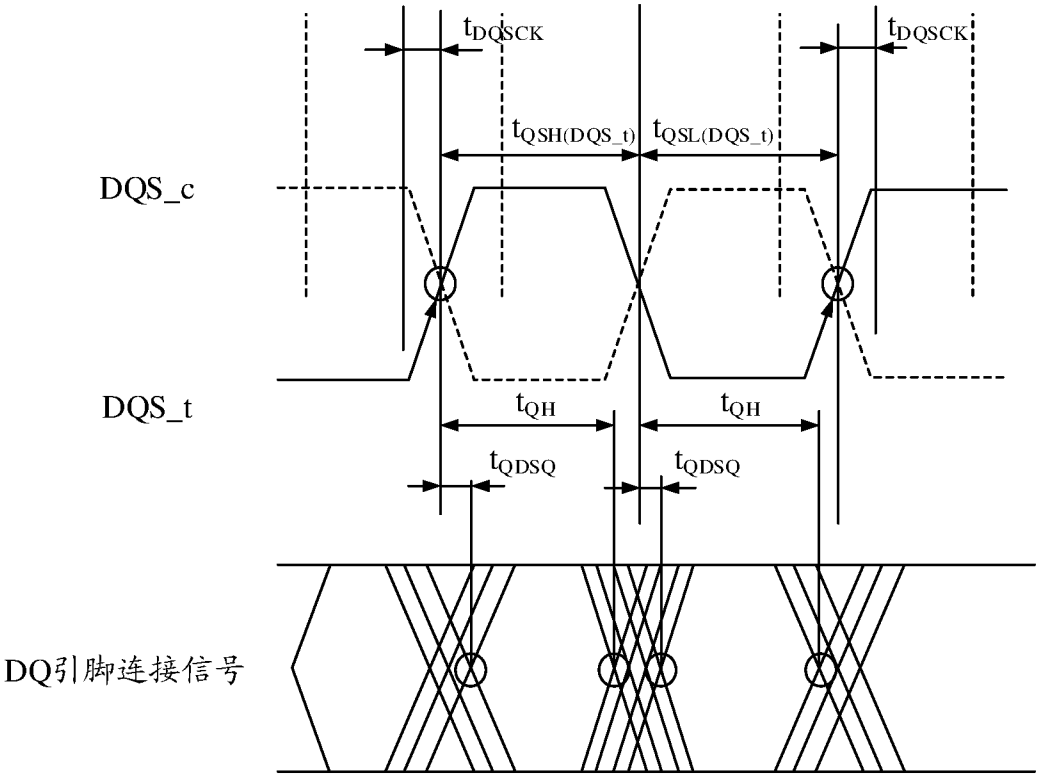


图 1

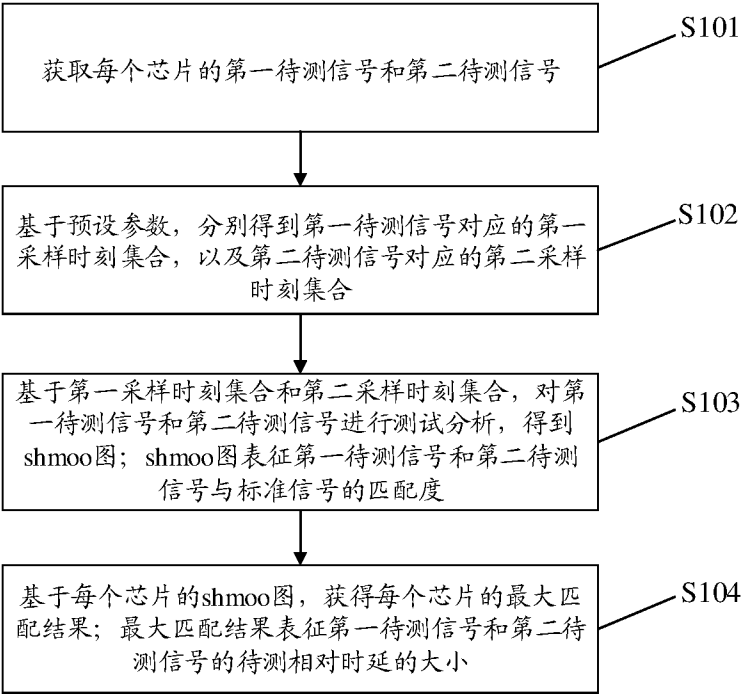


图 2

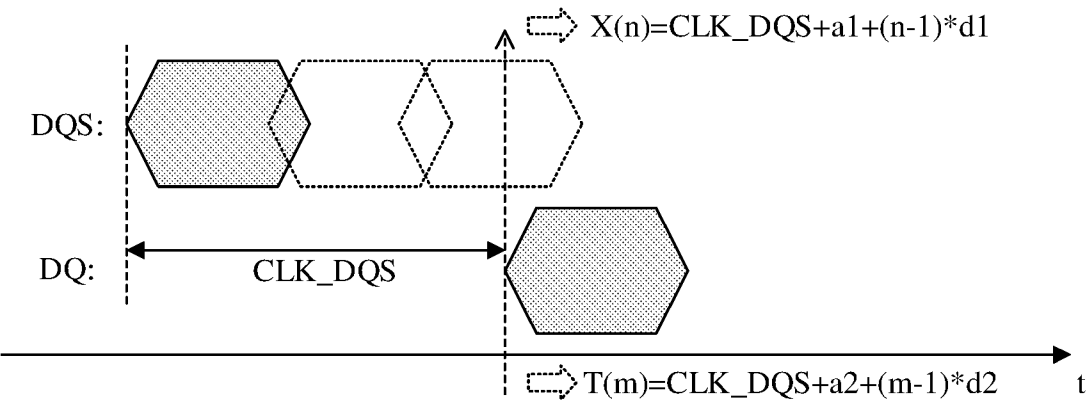


图 3

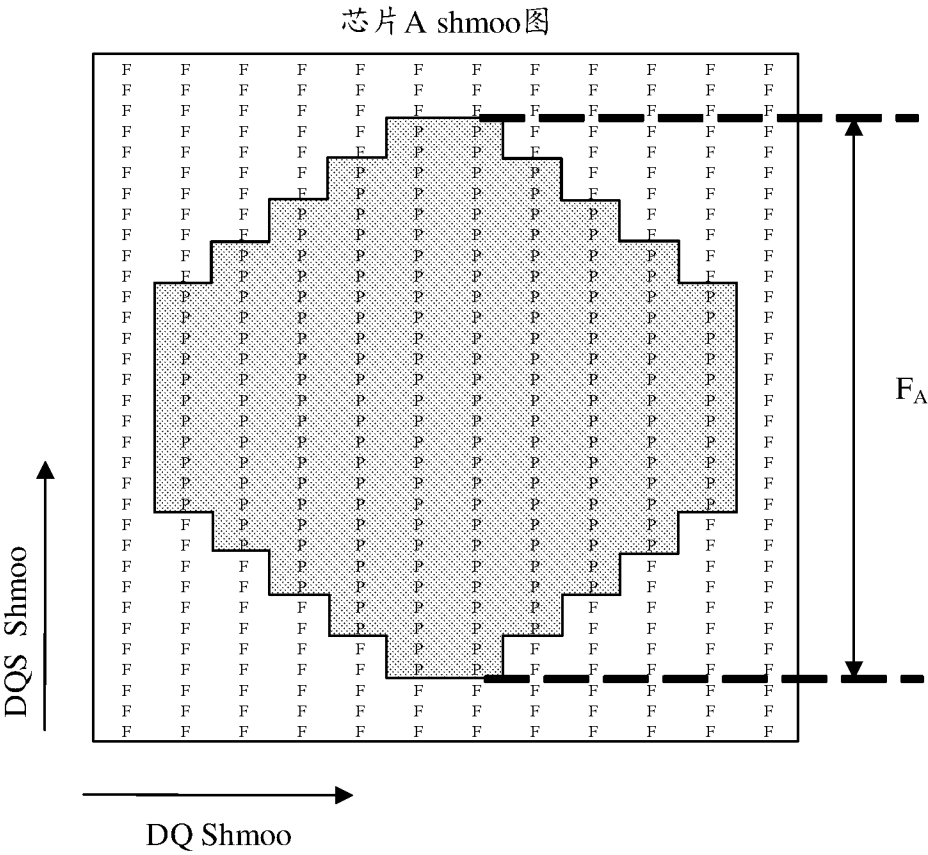


图 4A

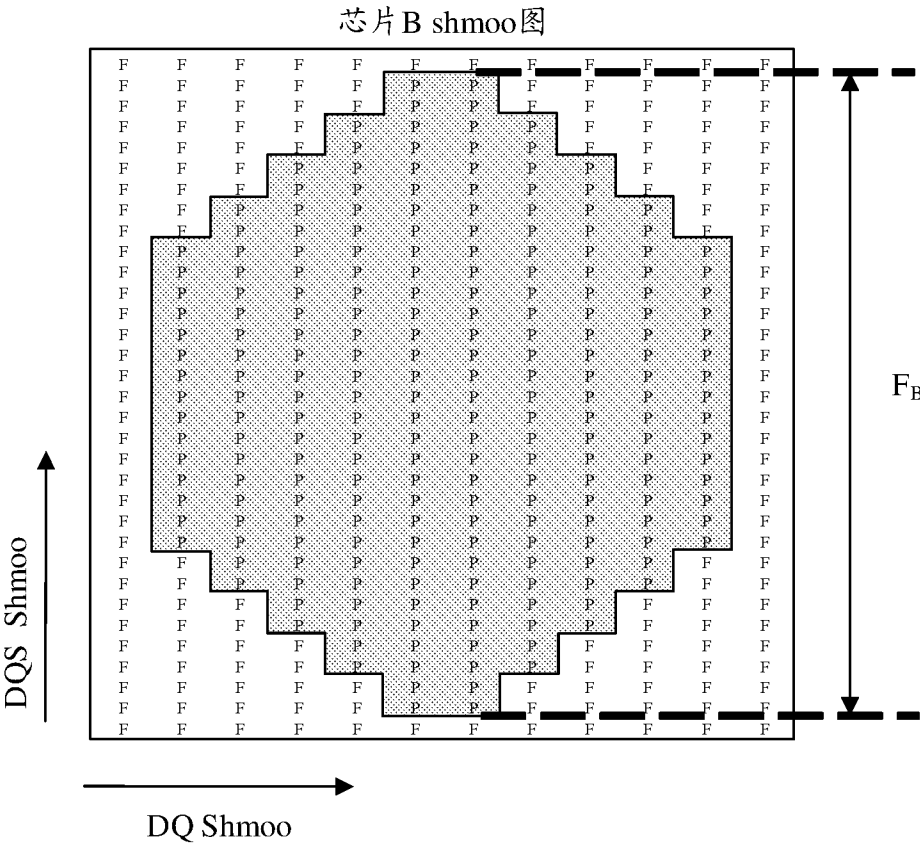


图 4B

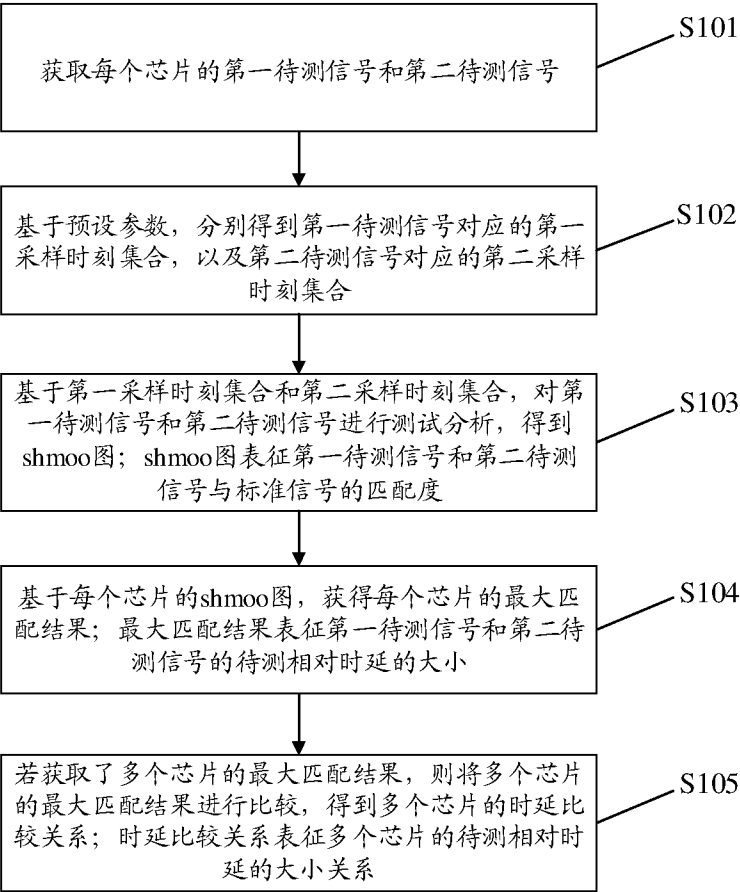


图 5

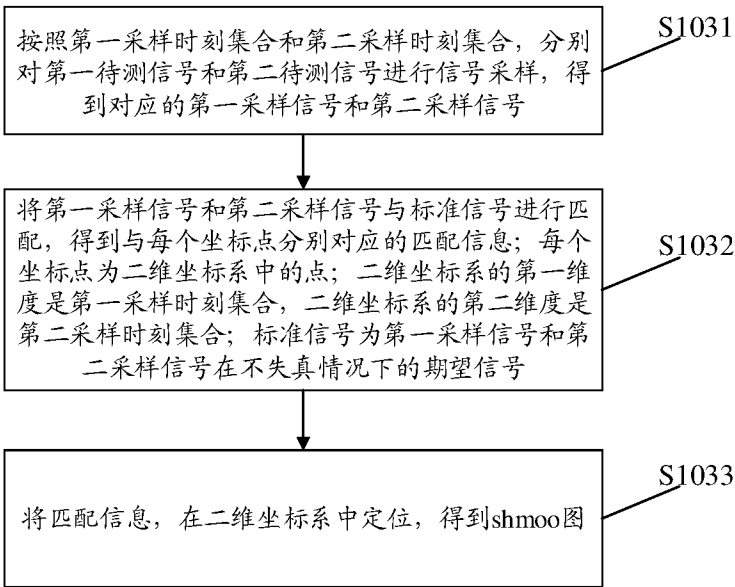


图 6

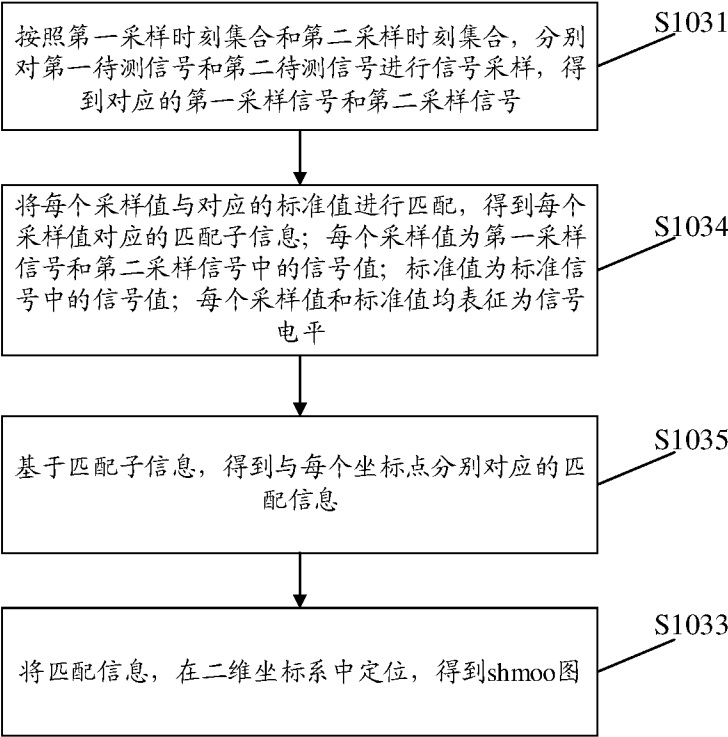


图 7

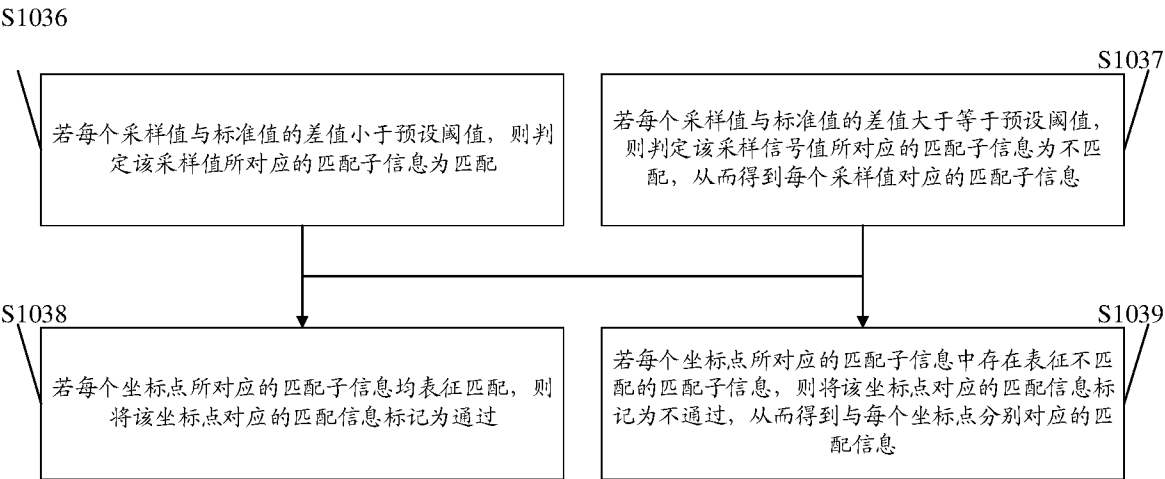


图 8

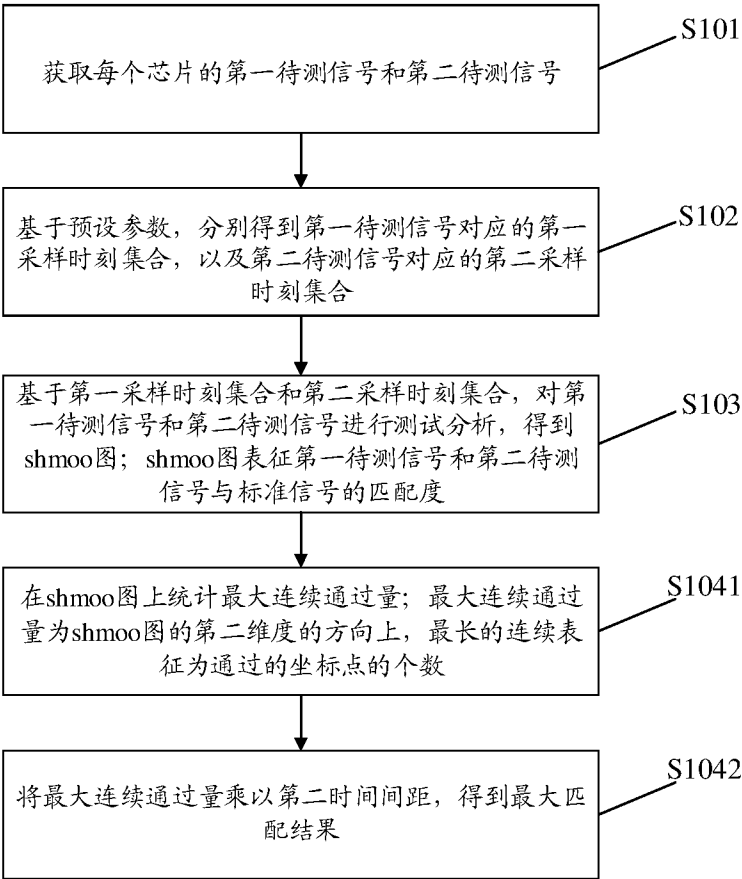


图 9

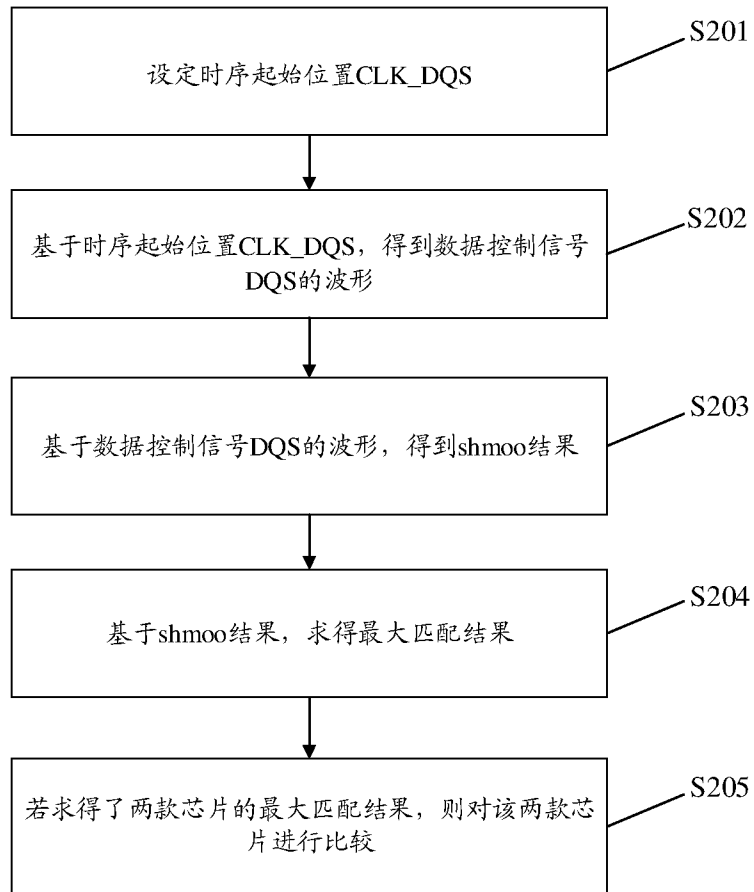


图 10

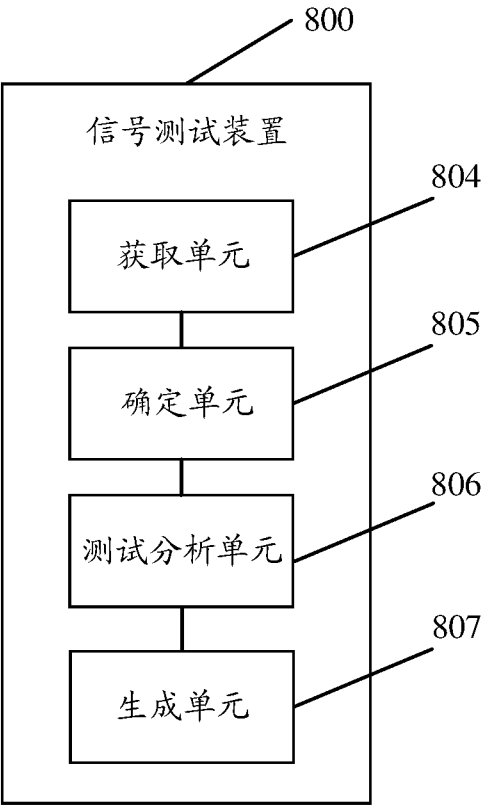


图 11

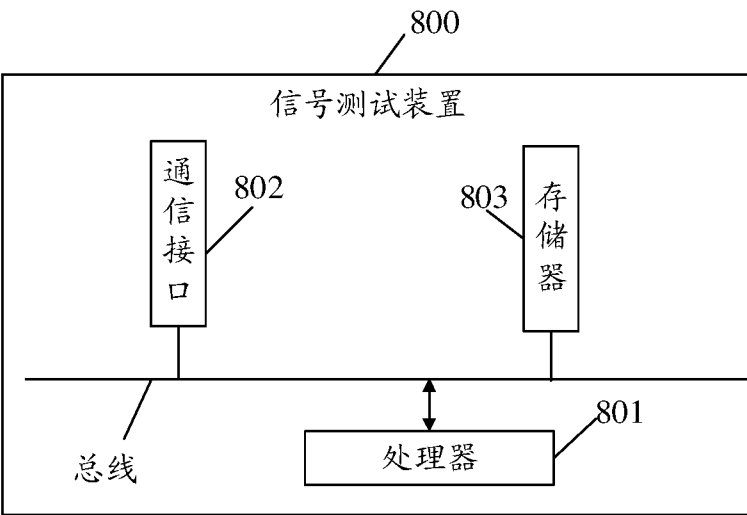


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/131790

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 11/22(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)

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)

CNABS; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; DWPI; VEN; WPABS; EPTXT; CNKI: 信号, 什穆, 施姆, 测试, 图, 匹配, 结果, 时延, signal, shmoo, test, diagram, match, result, time delay

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP H07218299 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 18 August 1995 (1995-08-18) description, paragraphs 2-7 and 19-72, and figure 16	1-15
A	US 2002039347 A1 (MATSUGATANI, K. et al.) 04 April 2002 (2002-04-04) description, paragraphs 30-111	1-15
A	CN 113075527 A (PUSAIWEI TECHNOLOGY (HANGZHOU) CO., LTD.) 06 July 2021 (2021-07-06) entire document	1-15
A	US 2004088128 A1 (WELLER, C. T.) 06 May 2004 (2004-05-06) entire document	1-15



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

11 April 2022

Date of mailing of the international search report

17 May 2022

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/CN2021/131790

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	H07218299	A	18 August 1995	JP	3428713	B2	22 July 2003
				JP	2003279623	A	02 October 2003
US	2002039347	A1	04 April 2002	JP	2002016579	A	18 January 2002
				US	7106817	B2	12 September 2006
				JP	4306098	B2	29 July 2009
CN	113075527	A	06 July 2021	None			
US	2004088128	A1	06 May 2004	US	6847909	B2	25 January 2005

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/131790

A. 主题的分类

G06F 11/22 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

CNABS; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; DWPI; VEN; WPABS; EPTXT; CNKI; 信号, 什穆, 施姆, 测试, 图, 匹配, 结果, 时延, signal, shmoo, test, diagram, match, result, time delay

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	JP H07218299 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 1995年8月18日 (1995 - 08 - 18) 说明书第2-7、19-72段, 图16	1-15
A	US 2002039347 A1 (MATSUGATANI, Kazuoki 等) 2002年4月4日 (2002 - 04 - 04) 说明书第30-111段	1-15
A	CN 113075527 A (普赛微科技杭州有限公司) 2021年7月6日 (2021 - 07 - 06) 全文	1-15
A	US 2004088128 A1 (WELLER, Christopher Todd) 2004年5月6日 (2004 - 05 - 06) 全文	1-15

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2022年4月11日

国际检索报告邮寄日期

2022年5月17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

王丹

电话号码 86-(20)-28950397

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/131790

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
JP	H07218299	A	1995年8月18日	JP	3428713	B2	2003年7月22日		
				JP	2003279623	A	2003年10月2日		
US	2002039347	A1	2002年4月4日	JP	2002016579	A	2002年1月18日		
				US	7106817	B2	2006年9月12日		
				JP	4306098	B2	2009年7月29日		
CN	113075527	A	2021年7月6日		无				
US	2004088128	A1	2004年5月6日	US	6847909	B2	2005年1月25日		