

(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 2023/035409 A1

(43) 国际公布日
2023 年 3 月 16 日 (16.03.2023)

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/66 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/131807

(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:
202111063641.8 2021 年 9 月 10 日 (10.09.2021) 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: 王世生 (WANG, Shisheng); 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, 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,

(54) **Title:** TEST DATA EVALUATION METHOD AND SYSTEM, AND WAFER TEST SYSTEM AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质

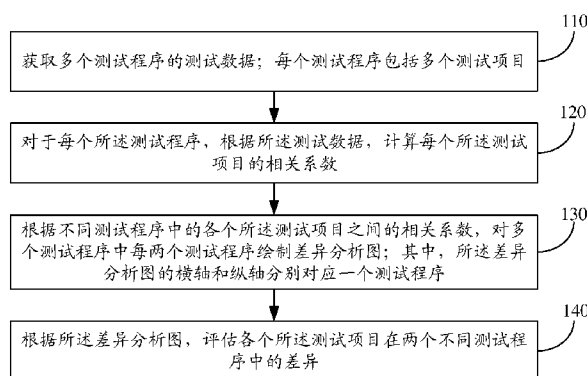


图 1

110 Acquire test data of a plurality of test programs, wherein each test program comprises a plurality of test items
120 For each test program, calculate a correlation coefficient of each test item according to the test data
130 Draw a difference analysis graph for every two of the plurality of test programs according to the correlation coefficients between each of the test items in different test programs, wherein each of the horizontal axis and the longitudinal axis of the difference analysis graph correspond to one test program
140 According to the difference analysis graph, evaluate the difference of each of the test items in two different test programs

(57) **Abstract:** A test data evaluation method and system, and a wafer test system and a storage medium. The test data evaluation method comprises: acquiring test data of a plurality of test programs, wherein each test program comprises a plurality of test items (110); for each test program, calculating a correlation coefficient of each test item according to the test data (120); drawing a difference analysis graph for every two of the plurality of test programs according to the correlation coefficients between each of the test items in different test programs, wherein each of the horizontal axis and the longitudinal axis of the difference analysis graph correspond to one test program (130); and according to the difference analysis graph, evaluating the difference of each of the test items in two different test programs (140).

(57) **摘要:** 一种测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质, 所述测试数据的评估方法包括: 获取多个测试程序的测试数据; 每个测试程序包括多个测试项目 (110); 对于每个所述测试程序, 根据所述测试数据, 计算每个所述测试项目的相关系数 (120); 根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数, 对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图; 其中, 所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序 (130); 根据所述差异分析图, 评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异 (140)。

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))。

测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质

相关的交叉引用

本公开基于申请号为 202111063641.8、申请日为 2021 年 09 月 10 日、发明名称为“测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质”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公开作为参考。

技术领域

本公开涉及半导体技术领域，尤其涉及一种测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质。

10 背景技术

当晶圆生产完成后，需要进行晶圆电性测试（Circuit Probing），并生成大量的晶圆测试数据。在实际分析中，需要分析不同电性测试所获取的晶圆测试数据的相关情况，以此找出不同测试项目（test item）之间的关联性。在实际量产中，这些数据量是巨大的，其中包含的测试项目将会有上千项，且每一个测试项目将会有上百万的数据。

然而在生产过程中，测试程序（test program）常常需要进行更新和优化，因而对晶圆的测试数据进行相关性检测时，不同测试程序所带来的晶圆测试数据之间相关性异常更加难以检测。

发明内容

20 有鉴于此，本公开实施例为解决现有技术中存在的至少一个问题而提供一种测试数据的评估方法、系统、晶圆测试系统及存储介质。

为达到上述目的，本公开实施例的技术方案是这样实现的：

第一方面，本公开实施例提供一种测试数据的评估方法，所述方法包括：

获取多个测试程序的测试数据；每个测试程序包括多个测试项目；

对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目
5 的相关系数；

根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序；

根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的
10 的差异。

在一种可选的实施方式中，所述计算每个所述测试项目的相关系数之前，所述方法还包括：

根据每个所述测试项目在不同测试程序中的测试数据，对每个所述测试项目绘制箱线图；

15 对于每个所述测试项目，利用所述箱线图去除异常测试数据。

在一种可选的实施方式中，所述根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数，包括：

根据去除异常测试数据后的测试数据，计算每个所述测试项目之间的相关系数。

20 在一种可选的实施方式中，每个测试程序包括相同的测试项目。

在一种可选的实施方式中，所述方法还包括：

通过所述箱线图，评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异。

在一种可选的实施方式中，所述评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异，包括：

25 对于每个所述测试项目，若多个测试程序中的一个测试程序的中位数大于另一测试程序的上四分位数或小于另一测试程序的下四分位数，则评

估得到该测试项目在不同测试程序中存在显著性差异。

在一种可选的实施方式中，所述计算每个所述测试项目的相关系数，包括：

利用皮尔逊相关系数计算公式计算每个所述测试项目之间的相关系数。

5 在一种可选的实施方式中，对于所述差异分析图的第一象限和第三象限，所述评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异，包括：

对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数之间的差异值大于第一预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存
10 在显著性差异。

在一种可选的实施方式中，对于所述差异分析图的第二象限和第四象限，所述评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异，还包括：

对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数构成的坐标点到所述差异分析图原点的距离大于第二预设值，则评估得到所述两个测试
15 项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

在一种可选的实施方式中，所述第一预设值大于所述第二预设值。

在一种可选的实施方式中，所述获取多个测试程序的测试数据，包括：

根据设定参数确定与多个测试程序对应的目标产品；

20 在测试数据库中获取所述目标产品的预设测试类别的测试数据；

其中，所述预设测试类别包括多个测试类别，每个测试类别对应多个测试项目。

在一种可选的实施方式中，所述根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数之前，所述方法还包括：

25 根据所述设定参数将所述预设测试类别的测试数据进行合并，生成合并数据表。

在一种可选的实施方式中，所述设定参数包括测试程序标识、产品标识、晶圆标识、晶粒标识和工艺步骤标识。

在一种可选的实施方式中，根据评估得到的各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异生成差异报告；

5 定时上传所述差异报告。

在一种可选的实施方式中，所述测试数据为晶圆电性测试阶段产生的测试数据。

第二方面，本公开实施例提供一种测试数据的评估系统，所述系统包括：

10 数据获取模块，配置为获取多个测试程序的测试数据；每个测试程序包括多个测试项目；

计算模块，配置为对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数；

15 第一绘制模块，配置为根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序；

第一评估模块，配置为根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。

20 第三方面，本公开实施例提供一种晶圆测试系统，包括如第二方面所述的测试数据的评估系统。

第四方面，本公开实施例提供一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现第一方面任一项所述的测试数据的评估方法。

25 在本公开所提供的技术方案中，提供了一种测试数据的评估方法，该方法中根据不同测试程序中的各个测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图，并根据该差异分析图，评估各个

所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。由此，通过本公开提供的测试数据的评估方法，实现了各个测试项目在不同测试程序中的差异评估。根据该差异评估即可得到不同测试程序所带来的各个测试项目之间相关性差异异常。

5 附图说明

在附图中，除非另外规定，否则贯穿多个附图相同的附图标记表示相同或相似的部件或元素。这些附图不一定是按照比例绘制的。应该理解，这些附图仅描绘了根据本公开的一些实施方式，而不应将其视为是对本公开范围的限制。

10 图 1 为本公开实施例提供的一种测试数据的评估方法的实现流程示意图；

图 2 为本公开一具体实施方式中提供的获取的测试数据表格；

图 3A 为本公开实施例提供的 D_VDLY_DQ_DC 的箱线图；

图 3B 为本公开实施例提供的 IFSB_DC 的箱线图；

15 图 3C 为本公开实施例提供的 M_DELAY_DC 的箱线图；

图 4 为本公开实施例提供的差异分析图的示意图；

图 5 为图 4 所示的差异分析图中的存在显著性差异的坐标点对应的数据表；

20 图 6A 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 D_VDLY_DQ_DC 的相关性示意图；

图 6B 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 的相关性示意图；

图 6C 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 的相关性示意图；

25 图 6D 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 的相关性

示意图；

图 7 为本公开实施例提供的一种测试数据的评估系统的结构示意图。

具体实施方式

在下文的描述中，给出了大量具体的细节以便提供对本公开更为彻底的理解。然而，对于本领域技术人员而言显而易见的是，本公开可以无需一个或多个这些细节而得以实施。在其他的例子中，为了避免与本公开发生混淆，对于本领域公知的一些技术特征未进行描述；即，这里不描述实际实施例的全部特征，不详细描述公知的功能和结构。

此外，附图仅为本公开的示意性图解，并非一定是按比例绘制。图中相同的附图标记表示相同或类似的部分，因而将省略对它们的重复描述。附图中所示的一些方框图是功能实体，不一定必须与物理或逻辑上独立的实体相对应。可以采用软件形式来实现这些功能实体，或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体，或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

附图中所示的流程图仅是示例性说明，不是必须包括所有的步骤。例如，有的步骤还可以分解，而有的步骤可以合并或部分合并，因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

在此使用的术语的目的仅在于描述具体实施例并且不作为本公开的限制。在此使用时，单数形式的“一”、“一个”和“所述/该”也意图包括复数形式，除非上下文清楚指出另外的方式。还应明白术语“组成”和/或“包括”，当在该说明书中使用时，确定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或部件的存在，但不排除一个或更多其它的特征、整数、步骤、操作、元件、部件和/或组的存在或添加。在此使用时，术语“和/或”包括相关所列项目的任何及所有组合。

在集成电路生产制造过程中，会实时产生大量的数据，例如电性测试

数据等，而且需要对这些数据进行分析，及时分析不同电性测试所获取的晶圆测试数据的相关情况，以此找出不同测试项目之间的关联性，以对测试项目等进行相应的调整或者优化，进而保证生产出的产品具有较高的良率和可靠性。然而在生产过程中，除了需分析不同测试项目之间的相关情况，还需要分析不同测试程序所带来的不同测试项目之间的相关情况。目前对这些数据进行分析多是工程师自己进行手动分析。然而，随着测试程序及测试项目的量越来越大，目前的手动分析方法已无法全面、快速地处理这些大数据，而且对于结果的检视也较费时，工程师花费大量的时间在与后续工艺改进的关键参数或最终器件的电性能相关性不显著的数据分析上，对于异常数据的判断不够敏感，无法快速、准确地找到异常数据，也就无法及时发现测试程序和测试项目的异常状况，继而导致无法及时对测试程序和测试项目等进行相应的调整或者优化，造成最终的器件性能迟迟无法得到改善。显然，目前的手动数据分析方法，已无法满足集成电路制造的大数据的分析要求。

为此，提出了本公开以下的实施方式。

本公开实施例提供一种测试数据的评估方法，图 1 为本公开实施例提供的一种测试数据的评估方法的实现流程示意图，如图 1 所示，所述方法包括如下步骤：

步骤 110：获取多个测试程序的测试数据；每个测试程序包括多个测试项目。

在一些实施例中，所述测试数据为晶圆电性测试阶段产生的测试数据。在另一些实施例中，所述测试数据还可以为其他晶圆测试阶段产生的测试数据，其他晶圆测试例如是晶圆允收测试、故障测试、失效图形分析测试等。

需要说明的是，以下以所述测试数据为晶圆电性测试阶段产生的测试数据为例进行说明。

在本公开实施例中，步骤 110 具体包括：根据设定参数确定与多个测试程序对应的目标产品；在测试数据库中获取所述目标产品的预设测试类别的测试数据；其中，所述预设测试类别包括多个测试类别，每个测试类别对应多个测试项目。这里，所述设定参数包括测试程序标识（PROGRAM ID）、产品标识（PRODUCT ID）、晶圆标识（WAFER ID）、晶粒标识（CHIP ID）和工艺步骤标识（STEP ID）。在一具体实施方式中，针对每个测试程序，根据设定的测试程序标识，产品标识以及工艺步骤标识在晶圆级数据库中随机捞取 400 片晶圆的测试数据，即每个测试程序捞取 400 片晶圆的测试数据。需要说明的是，捞取的晶圆数量可以根据实际需求而确定。

在一具体实施方式中，针对每个测试程序，从捞取的 400 片晶圆的测试数据中，继续捞取数据采集（Data Collection，DC）、位元失效分类区域汇总（Fail Region Count，FRC）和冗余数据（Redundance Data，RD）这三种测试类别的所有测试项目。这里，预设测试类别包括 DC、FRC 和 RD。

步骤 120：对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数。

在本公开实施例中，在步骤 120 之前，所述测试数据的评估方法还包括：根据所述设定参数将所述预设测试类别的测试数据进行合并，生成合并数据表。

在一具体实施方式中，通过晶圆标识，晶粒标识以及测试程序将 DC、FRC 和 RD 这三种测试类别的测试项目的测试数据合并成一个数据表。本公开实施例中，在进行测试数据获取时，就先按照测试项目的分类对测试数据进行合并，从而在后续过程中，可以更快且更便利的对测试数据进行分析 and 评估。

图 2 为本公开一具体实施方式中提供的获取的测试数据表格，由图 2 所示的表格，针对产品全称为 DQRMANACXX，产品标识为 DQRMA 的产品，在 PRE_HT 工艺步骤下，捞取的测试程序 E0684 和 E0685 的测试数据，

其中,对于测试程序 E0684,捞取 125 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0004,测试者为 CPTA140 的晶圆测试数据;捞取 84 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0005,测试者为 CPTA107 的晶圆测试数据;捞取 40 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0008,测试者为 CPTA136 的晶圆测试数据;

5 捞取 151 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0010,测试者为 CPTA137 的晶圆测试数据,共计 400 片晶圆的测试数据。对于测试程序 E0685,捞取 75 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0003,测试者为 CPTA120 的晶圆测试数据;捞取 100 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0004,测试者为 CPTA140 的晶圆测试数据;捞取 148 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0005,测试者为 CPTA107 的晶圆测试数据;

10 捞取 77 片探针卡标识为 DQRMAFB0767P0010,测试者为 CPTA137 的晶圆测试数据,共计 400 片晶圆的测试数据。

在本公开实施例中,在步骤 120 之前,所述测试数据的评估方法还包括:根据每个所述测试项目在不同测试程序中的测试数据,对每个所述测试项目绘制箱线图;对于每个所述测试项目,利用所述箱线图去除异常测试数据。通过箱线图去除超过下界 ($Q_1 - 1.5 \times IQR$) 和上界 ($Q_3 + 1.5 \times IQR$) 的异常测试数据。其中, Q_1 为下四分位数, Q_3 为上四分位数, IQR 为四分位距, $IQR = Q_3 - Q_1$ 。

15

这里,以获取两个测试程序的测试数据为例进行说明。两个测试程序分别为 E0684 和 E0685。每个测试程序中包括相同的测试项目。在一些实施例中,每个测试程序包括的测试项目可以分为三种测试类别,分别为 DC、FRC 和 RD;其中,DC 包括的测试项目有 D_LBIAS_DQ_DC、D_VDLY_DQ_DC、IDD2P_DC、IDD3P_DC、IFSB_DC、M_CMDDLY_DC、M_DELAY_DC、M_ODP_DC、M_OSC_DC、M_TAA_DC、PWR_SHORT_DC、VDDSH1_DC、VDDSH2_DC、VDDSH4_DC、VDDSH5_DC 等;RD 包括的测试项目有 p_RD、S_RD、z_RD 等;FRC 包括的测试项目有

20

25

LZ_BLS1_FRC、S_PAUSB_288_FRC 等。

这里，以 D_VDLY_DQ_DC、IFSB_DC 和 M_DELAY_DC 这三个测试项目为例进行说明。图 3A 为本公开实施例提供的 D_VDLY_DQ_DC 的箱线图，图 3B 为本公开实施例提供的 IFSB_DC 的箱线图，图 3C 为本公开实
5 施例提供的 M_DELAY_DC 的箱线图。如图 3A 至图 3C 所示，箱线图的横坐标为不同测试程序，纵坐标为测试数据。

在本公开实施例中，通过所述箱线图，评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异。如图 3A 至图 3C 所示，根据不同测试项目对应的箱线图，可以大致评估每个测试项目在 E0684 和 E0685 这两个测试程序中的差
10 异。

在本公开实施例中，对于每个所述测试项目，若多个测试程序中的一个测试程序的中位数大于另一测试程序的上四分位数或小于另一测试程序的下四分位数，则评估得到该测试项目在不同测试程序中存在显著性差异。如图 3A 所示，测试项目 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 中的中位数
15 为 850，上四分位数为 860，下四分位数为 835；测试项目 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0685 中的中位数为 865，上四分位数为 875，下四分位数为 855。测试项目 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 中的中位数（850）小于在测试程序 E0685 中的下四分位数（855），测试项目 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0685 中的中位数（865）大于在测试程序 E0684 中的上四分位数（860），
20 则评估得到测试项目 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

如图 3B 所示，测试项目 IFSB_DC 在测试程序 E0684 中的中位数为 33，上四分位数为 38，下四分位数为 29；测试项目 IFSB_DC 在测试程序 E0685 中的中位数为 29，上四分位数为 33，下四分位数为 25。测试项目 IFSB_DC
25 在测试程序 E0684 中的中位数（33）未大于在测试程序 E0685 中的上四分位数（33），测试项目 IFSB_DC 在测试程序 E0685 中的中位数（29）未小

于在测试程序 E0684 中的下四分位数(29),则评估得到测试项目 IFSB_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中不存在显著性差异。

如图 3C 所示,测试项目 M_DELAY_DC 在测试程序 E0684 中的中位数为 3.21,上四分位数为 3.32,下四分位数为 3.11;测试项目 M_DELAY_DC 在测试程序 E0685 中的中位数为 3.3,上四分位数为 3.4,下四分位数为 3.24。测试项目 M_DELAY_DC 在测试程序 E0684 中的中位数(3.21)小于在测试程序 E0685 中的下四分位数(3.24),测试项目 M_DELAY_DC 在测试程序 E0685 中的中位数(3.3)未大于在测试程序 E0684 中的上四分位数(3.32),则评估得到测试项目 M_DELAY_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

本公开实施例中通过每个测试项目的箱线图既即可统计每个测试项目在不同测试程序中的分布情况,并通过箱线图评估每个测试项目在不同测试程序中是否存在显著性差异。

在本公开实施例中,步骤 120 具体过程为:根据去除异常测试数据后的测试数据,计算每个所述测试项目之间的相关系数。

在本公开实施例中,利用皮尔逊相关系数(pearson correlation coefficient)计算公式计算每个所述测试项目之间的相关系数。根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的皮尔逊相关系数,对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图;其中,所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序。

皮尔逊相关系数是用来衡量变量间的线性关系,皮尔逊相关系数的计算公式为:

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{E[(x - \mu_x)(y - \mu_y)]}{\sigma_x \sigma_y}$$

皮尔逊相关系数公式定义为:两个变量(x,y)的皮尔逊相关性系数 $\rho_{x,y}$ 等于它们之间的协方差 $\text{cov}(x,y)$ 除以它们各自标准差的乘积 $\sigma_x \sigma_y$ 。

在一些实施例中，所计算的相关系数包括皮尔逊相关系数、斯皮尔曼相关系数或肯德尔相关系数中的任一种。在其他实施例中，所计算的相关系数还可以是本领域其他相关系数。

步骤 130: 根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，
5 对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序。

步骤 140: 根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。

在本公开实施例中，对于所述差异分析图的第一象限和第三象限，所述步骤 140 包括：对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目
10 在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数之间的差异值大于第一预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

图 4 为本公开实施例提供的差异分析图的示意图，需要说明的是，图 4
15 以测试程序为 E0684 和 E0685 为例进行说明。图 4 中差异分析图的横坐标为测试程序 E0684，纵坐标为测试程序 E0685。图 4 中空心圆点表征的坐标点即为存在显著性差异的两个测试项目对应的坐标点。如图 4 所示，对于所述差异分析图的第一象限和第三象限，若两个测试项目在测试程序 E0684 中的相关系数与这两个测试项目在测试程序 E0685 的相关系数之间的差异
20 值大于 0.5，则评估得到所述两个测试项目在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

在本公开实施例中，对于所述差异分析图的第二象限和第四象限，所述步骤 140 还包括：对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目
25 在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数构成的坐标点到所述差异分析图原点的距离大于第二预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。如图 4 所示，

对于所述差异分析图的第二象限和第四象限，若两个测试项目在测试程序 E0684 中的相关系数与这两个测试项目在测试程序 E0685 的相关系数构成的坐标点到所述差异分析图原点的距离大于 0.4，则评估得到所述两个测试项目在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

- 5 这里，在实际应用时，所述第一预设值可以为 0.5，所述第二预设值可以为 0.4，所述第一预设值大于所述第二预设值。由于第一象限和第三象限的坐标点对应的相关系数的值是同号的（要么都是正数，要么都是负数），说明位于第一象限和第三象限的坐标点对应的测试项目在两个不同的测试程序中的相关性类似，因此这里将第一预设值设为大于第二预设值的数值，
- 10 例如第一预设值设大于等于 0.5，是为了通过加大差异性来体现两个相关系数相差很大，进而表明对应的测试项目在两个不同的测试程序中有显著性差异。而在第二象限和第四象限的坐标点对应的相关系数的值是异号的（一个正数，一个负数），说明位于第二象限和第四象限的坐标点对应的测试项目在两个不同的测试程序中的相关性具有一定差异，所以只要第二预设
- 15 值大于等于 0.4 就足够表明对应的测试项目在两个不同的测试程序中有显著性差异了。

图 5 为图 4 所示的差异分析图中的存在显著性差异的坐标点对应的数据表。图 5 中 R1 表示 X1 测试项目和 X2 测试项目在测试程序 E0684 中的相关系数，R2 表示 X1 测试项目和 X2 测试项目在测试程序 E0685 中的相关系数，difference 表示 R1 和 R2 的差异值。由图 5 可以看出，存在显著性

20 差异的差异值对应的坐标点均为在第一象限和第三象限，即 R1 和 R2 之间的差异值大于 0.5 的坐标点，或者为在第二象限和第四象限，即 R1 和 R2 构成的坐标点到原点的距离大于 0.4 的坐标点。

这里，以 X1 为 D_LBIAS_DQ_DC 和 X2 为 D_VDLY_DQ_DC 为例进行说明。图 6A 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和

25 D_VDLY_DQ_DC 的相关性示意图。图 6A 中相关性示意图的横坐标为

D_LBIAS_DQ_DC 的测试数据，纵坐标为 D_VDLY_DQ_DC 的测试数据。需要说明的是，图 6A 中 D_LBIAS_DQ_DC 和 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 中的相关系数为 0.602，D_LBIAS_DQ_DC 和 D_LBIAS_DQ_DC 在测试程序 E0685 中的相关系数为 0.048。如图 6A 所示，测试项目
5 D_LBIAS_DQ_DC 和 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 的测试数据分布具有较大的差异，由此可以评估得到测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 D_VDLY_DQ_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

这里，以 X1 为 D_LBIAS_DQ_DC 和 X2 为 IDD2P_DC 为例进行说明。图 6B 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 的相关性示意图。图 6B 中相关性示意图的横坐标为 D_LBIAS_DQ_DC 的测试数据，
10 纵坐标为 IDD2P_DC 的测试数据。需要说明的是，图 6B 中 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 在测试程序 E0684 中的相关系数为-0.454，D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 在测试程序 E0685 中的相关系数为 0.056。如图 6B 所示，测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 在测试程序 E0684
15 和 E0685 的测试数据分布具有较大的差异，由此可以评估得到测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD2P_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

这里，以 X1 为 D_LBIAS_DQ_DC 和 X2 为 IDD3P_DC 为例进行说明。图 6C 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 的相关性示意图。图 6C 中相关性示意图的横坐标为 D_LBIAS_DQ_DC 的测试数据，
20 纵坐标为 IDD3P_DC 的测试数据。需要说明的是，图 6C 中 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 在测试程序 E0684 中的相关系数为-0.573，D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 在测试程序 E0685 中的相关系数为-0.053。如图 6C 所示，测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 在测试程序 E0684
25 和 E0685 的测试数据分布具有较大的差异，由此可以评估得到测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IDD3P_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性

差异。

这里，以 X1 为 D_LBIAS_DQ_DC 和 X2 为 IFSB_DC 为例进行说明。

图 6D 为本公开实施例提供的 D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 的相关性示意图。图 6D 中相关性示意图的横坐标为 D_LBIAS_DQ_DC 的测试数据，纵坐标为 IFSB_DC 的测试数据。需要说明的是，图 6D 中 D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 在测试程序 E0684 中的相关系数为-0.455，D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 在测试程序 E0685 中的相关系数为 0.022。如图 6D 所示，测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 的测试数据分布具有较大的差异，由此可以评估得到测试项目 D_LBIAS_DQ_DC 和 IFSB_DC 在测试程序 E0684 和 E0685 中存在显著性差异。

由此，通过根据不同测试程序中的各个测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图，并根据该差异分析图，即可实现各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异评估。根据该差异评估即可得到不同测试程序所带来的各个测试项目之间相关性差异异常。从而工程师基于该差异异常可以及时对测试程序或测试项目等进行相应的调整或者优化，并最终改善器件性能。

在本公开实施例中，在步骤 140 之后，所述测试数据的评估方法还包括：根据评估得到的各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异生成差异报告；定时上传所述差异报告。在一具体实施方式中，定时上传所述差异报告可以为定时将所述差异报告邮件发送至工程师。

在本公开所提供的技术方案中，自动通过设定参数从数据库中提取测试数据，并对预设测试类别的测试数据进行合并，以便于后续的数据分析；而后通过统计手法针对每个测试项目绘制箱线图，通过箱线图评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异，从而找出在不同测试程序中具有显著性差异的测试项目；并根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图，基于差异

分析图评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异，从而找出在不同测试程序中具有显著性差异的测试项目对。而后通过自动化的方式定时将产生的差异报告邮件发送给工程师，从而工程师能够通过差异报告及时找出问题并修复。

5 通过本公开提供的测试数据的评估方法，实现了各个测试项目在不同测试程序中的差异评估。还能够帮助工程师判断各个测试项目之间相关性的异常变化是否与不同测试程序相关。根据各个测试项目在不同测试程序中的差异即可得到不同测试程序所带来的各个测试项目之间相关性差异异常，从而工程师可以基于该差异异常及时对测试程序或测试项目等进行相
10 应的调整或者优化，最终改善器件性能。

基于前述测试数据的评估方法相同的技术构思，本公开实施例提供一种测试数据的评估系统，图 7 为本公开实施例提供的一种测试数据的评估系统的结构示意图，如图 7 所示，所述测试数据的评估系统 700 包括：

数据获取模块 710，配置为获取多个测试程序的测试数据；每个测试程
15 序包括多个测试项目；

计算模块 720，配置为对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数；

第一绘制模块 730，配置为根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，
20 所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序；

第一评估模块 740，配置为根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。

在一些实施例中，所述测试数据的评估系统 700 还包括：第二绘制模块 750，配置为根据每个所述测试项目在不同测试程序中的测试数据，对每个所述测试项目绘制箱线图；对于每个所述测试项目，利用所述箱线图去
25 除异常测试数据。

在一些实施例中，所述计算模块 720，具体配置为根据去除异常测试数据后的测试数据，计算每个所述测试项目之间的相关系数。

在一些实施例中，每个测试程序包括相同的测试项目。

在一些实施例中，所述测试数据的评估系统 700 还包括：第二评估模块 760，配置为通过所述箱线图，评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异。

在一些实施例中，所述第二评估模块 760，具体配置为对于每个所述测试项目，若多个测试程序中的一个测试程序的中位数大于另一测试程序的上四分位数或小于另一测试程序的下四分位数，则评估得到该测试项目在不同测试程序中存在显著性差异。

在一些实施例中，所述计算模块 720，具体配置为利用皮尔逊相关系数计算公式计算每个所述测试项目之间的相关系数。

在一些实施例中，对于所述差异分析图的第一象限和第三象限，所述第一评估模块 740，具体配置为对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数之间的差异值大于第一预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

在一些实施例中，对于所述差异分析图的第二象限和第四象限，所述第一评估模块 740，具体配置为对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数构成的坐标点到所述差异分析图原点的距离大于第二预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

在一些实施例中，所述第一预设值大于所述第二预设值。

在一些实施例中，所述数据获取模块 710，具体配置为根据设定参数确定与多个测试程序对应的目标产品；

在测试数据库中获取所述目标产品的预设测试类别的测试数据；

其中，所述预设测试类别包括多个测试类别，每个测试类别对应多个测试项目。

在一些实施例中，所述数据获取模块 710，还配置为根据所述设定参数将所述预设测试类别的测试数据进行合并，生成合并数据表。

5 在一些实施例中，所述设定参数包括测试程序标识、产品标识、晶圆标识、晶粒标识和工艺步骤标识。

在一些实施例中，所述测试数据的评估系统 700 还包括：上传模块 770，配置为根据评估得到的各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异生成差异报告；定时上传所述差异报告。

10 在一些实施例中，所述测试数据为晶圆电性测试阶段产生的测试数据。

需要说明的是，本公开实施例中第一绘制模块 730 和第二绘制模块 750 可以并行执行相应的绘制功能，第一评估模块 740 和第二评估模块 760 也可以并行执行相应的评估功能。

本公开实施例还提供一种晶圆测试系统，所述晶圆测试系统包括上述
15 测试数据的评估系统。

在本公开实施例中的各组成部分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模块的形式实现。

20 所述集成的单元如果以软件功能模块的形式实现并非作为独立的产品进行销售或使用时，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，本公开实施例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
25 备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备等）或 processor（处理器）执行本公开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、移动硬盘、只读存储器（ROM，Read Only Memory）、随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

因此，本公开实施例提供了一种存储介质，该存储介质存储有计算机程序，所述计算机程序被至少一个处理器执行时实现上述实施例所述的步骤。

需要说明的是，本公开所示的计算机存储介质可以是计算机信号介质或者计算机存储介质或者是上述两者的任意组合。计算机存储介质例如可以是一——但不限于——电、磁、光、电磁、红外线、或半导体的系统、装置或器件，或者任意以上的组合。计算机存储介质的更具体的例子可以包括但不限于：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦式可编程只读存储器(EPROM 或闪存)、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器(CD-ROM)、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。在本公开中，计算机存储介质可以是任何包含或存储程序的有形介质，该程序可以被指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用。而在本公开中，计算机的信号介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了计算机的程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。计算机的信号介质还可以是计算机存储介质以外的任何计算机存储介质，该计算机存储介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件使用或者与其结合使用的程序。计算机存储介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于：无线、电线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

附图中的流程图和框图，图示了按照本公开各种实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程

图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段、或代码的一部分，上述模块、程序段、或代码的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。也应当注意，在有些作为替换的实现中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个接连地表示的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的，框图或流程图中的每个方框、以及框图或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或操作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

应当注意，尽管在上文详细描述中提及了用于动作执行的设备的若干模块或者单元，但是这种划分并非强制性的。实际上，根据本公开的实施方式，上文描述的两个或更多模块或者单元的特征和功能可以在一个模块或者单元中具体化。反之，上文描述的一个模块或者单元的特征和功能可以进一步划分为由多个模块或者单元来具体化。

以上所述，仅为本公开的具体实施方式，但本公开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公开揭露的技术范围内，可轻易想到变化或替换，都应涵盖在本公开的保护范围之内。因此，本公开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

在本公开所提供的技术方案中，提供了一种测试数据的评估方法，该方法中根据不同测试程序中的各个测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图，并根据该差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。由此，通过本公开提供的测试数据的评估方法，实现了各个测试项目在不同测试程序中的差异评估。根据该差异评估即可得到不同测试程序所带来的各个测试项目之间相关性差异异常。

权利要求书

1. 一种测试数据的评估方法，所述方法包括：

获取多个测试程序的测试数据；每个测试程序包括多个测试项目；

对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目
5 的相关系数；

根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序；

根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中
10 的差异。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述计算每个所述测试项目的相关系数之前，所述方法还包括：

根据每个所述测试项目在不同测试程序中的测试数据，对每个所述测试项目绘制箱线图；

15 对于每个所述测试项目，利用所述箱线图去除异常测试数据。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数，包括：

根据去除异常测试数据后的测试数据，计算每个所述测试项目之间的相关系数。

20 4. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，每个测试程序包括相同的测试项目。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述方法还包括：

通过所述箱线图，评估每个所述测试项目在不同测试程序中的差异。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，其中，所述评估每个所述测试项目在
25 不同测试程序中的差异，包括：

对于每个所述测试项目，若多个测试程序中的一个测试程序的中位数大于另一测试程序的上四分位数或小于另一测试程序的下四分位数，则评估得到该测试项目在不同测试程序中存在显著性差异。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述计算每个所述测试项目的相关系数，包括：

利用皮尔逊相关系数计算公式计算每个所述测试项目之间的相关系数。

8. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，对于所述差异分析图的第一象限和第三象限，所述评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异，包括：

10 对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数之间的差异值大于第一预设值，则评估得到所述两个测试项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

15 9. 根据权利要求 8 所述的方法，其中，对于所述差异分析图的第二象限和第四象限，所述评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异，还包括：

对于多个测试项目中每两个测试项目，若两个测试项目在一测试程序中的相关系数与这两个测试项目在另一测试程序的相关系数构成的坐标点到所述差异分析图原点的距离大于第二预设值，则评估得到所述两个测试项目
20 项目在两个不同测试程序中存在显著性差异。

10. 根据权利要求 9 所述的方法，其中，
所述第一预设值大于所述第二预设值。

11. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述获取多个测试程序的测试数据，包括：

25 根据设定参数确定与多个测试程序对应的目标产品；

在测试数据库中获取所述目标产品的预设测试类别的测试数据；

其中，所述预设测试类别包括多个测试类别，每个测试类别对应多个测试项目。

12. 根据权利要求 11 所述的方法，其中，所述根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数之前，所述方法还包括：

5 根据所述设定参数将所述预设测试类别的测试数据进行合并，生成合并数据表。

13. 根据权利要求 11 或 12 所述的方法，其中，

所述设定参数包括测试程序标识、产品标识、晶圆标识、晶粒标识和工艺步骤标识。

10 14. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述方法还包括：

根据评估得到的各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异生成差异报告；

定时上传所述差异报告。

15 15. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，

所述测试数据为晶圆电性测试阶段产生的测试数据。

16. 一种测试数据的评估系统，所述系统包括：

数据获取模块，配置为获取多个测试程序的测试数据；每个测试程序包括多个测试项目；

20 计算模块，配置为对于每个所述测试程序，根据所述测试数据，计算每个所述测试项目的相关系数；

第一绘制模块，配置为根据不同测试程序中的各个所述测试项目之间的相关系数，对多个测试程序中每两个测试程序绘制差异分析图；其中，所述差异分析图的横轴和纵轴分别对应一个测试程序；

25 第一评估模块，配置为根据所述差异分析图，评估各个所述测试项目在两个不同测试程序中的差异。

17. 一种晶圆测试系统，包括如权利要求 16 所述的测试数据的评估系

统。

18. 一种计算机可读存储介质，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 至 15 中任一项所述的测试数据的评估方法。

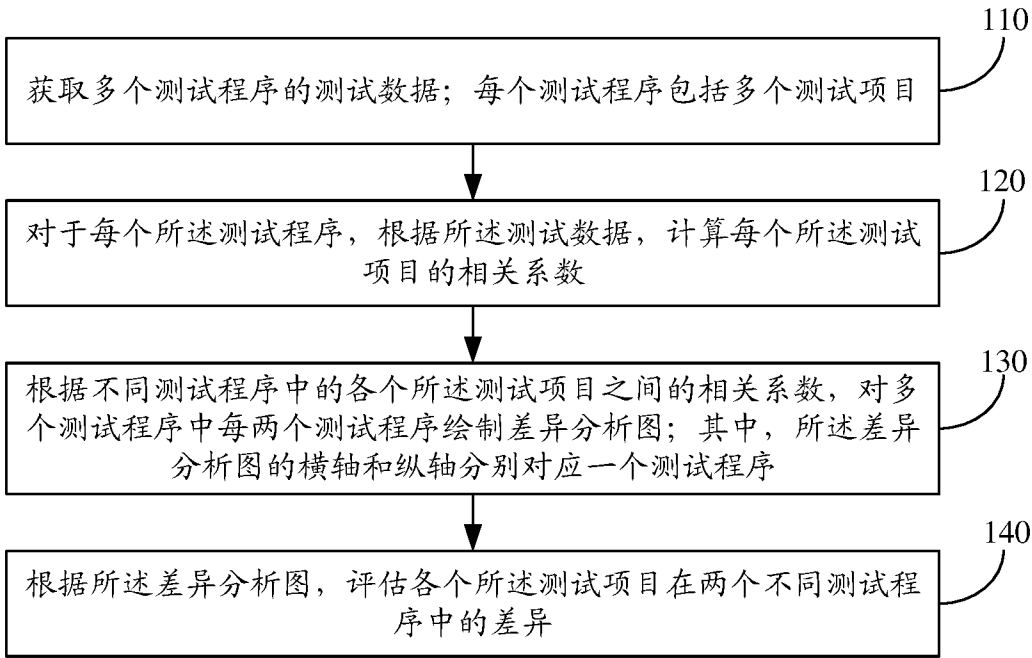


图 1

产品	工艺步骤	测试程序	探针卡	测试者	产品全称	晶圆片数
DQRMA	PRE_HT	E0684	DQRMAFB0767P0004	CPTA140	DQRMANACXX	125
DQRMA	PRE_HT	E0684	DQRMAFB0767P0005	CPTA107	DQRMANACXX	84
DQRMA	PRE_HT	E0684	DQRMAFB0767P0008	CPTA136	DQRMANACXX	40
DQRMA	PRE_HT	E0684	DQRMAFB0767P0010	CPTA137	DQRMANACXX	151
DQRMA	PRE_HT	E0685	DQRMAFB0767P0003	CPTA120	DQRMANACXX	75
DQRMA	PRE_HT	E0685	DQRMAFB0767P0004	CPTA140	DQRMANACXX	100
DQRMA	PRE_HT	E0685	DQRMAFB0767P0005	CPTA107	DQRMANACXX	148
DQRMA	PRE_HT	E0685	DQRMAFB0767P0010	CPTA137	DQRMANACXX	77

图 2

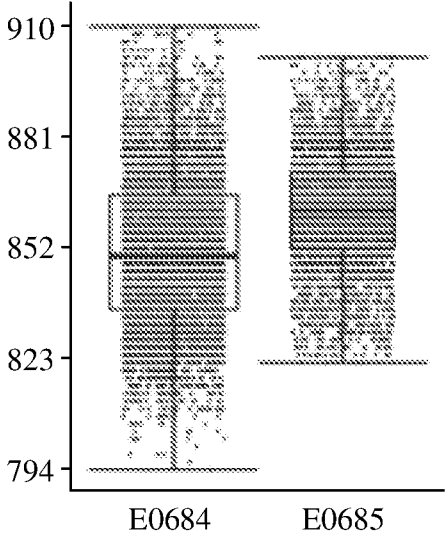


图 3A

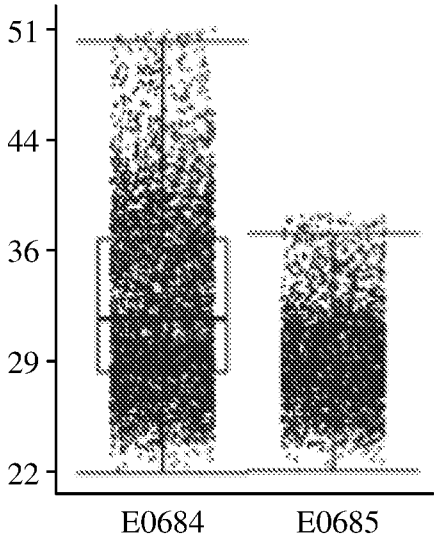


图 3B

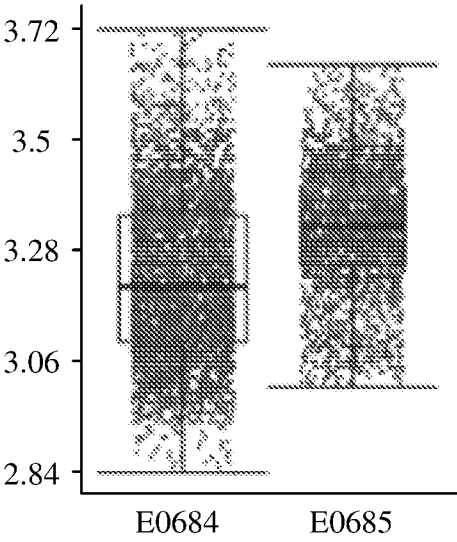


图 3C

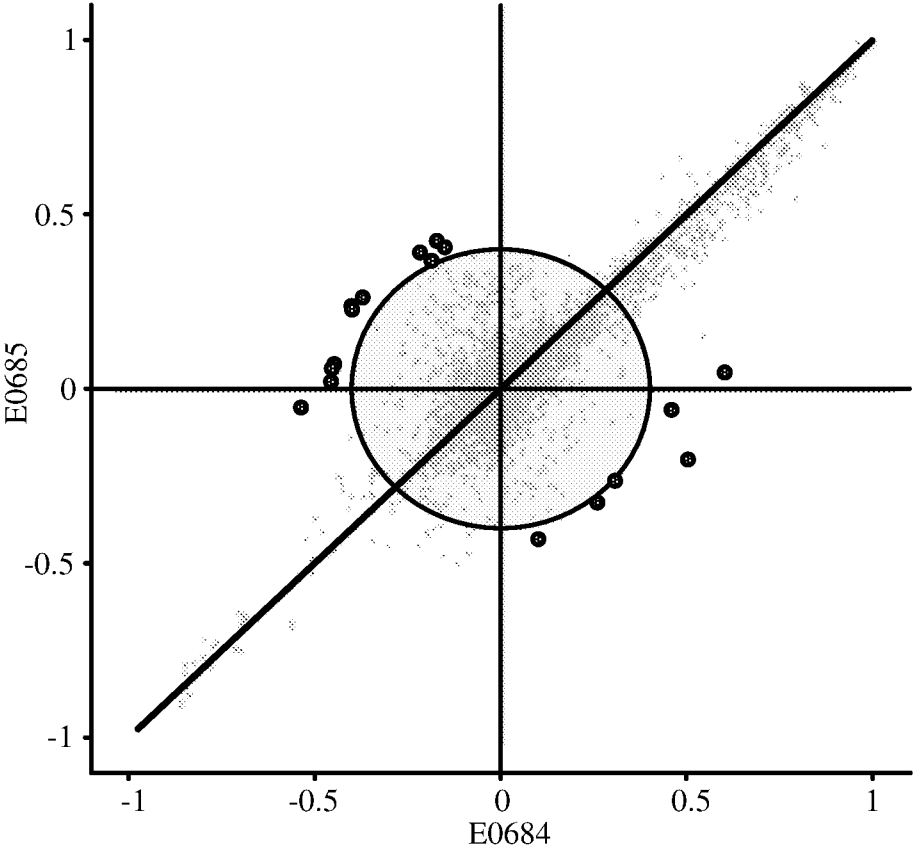


图 4

X1 测试项目	X2 测试项目	R1(E0684)	R2(E0685)	difference
D_LBIAS_DQ_DC	D_VDLY_DQ_DC	0.602	0.048	0.554
D_LBIAS_DQ_DC	IDD2P_DC	-0.454	0.056	0.510
D_LBIAS_DQ_DC	IDD3P_DC	-0.537	-0.053	0.484
D_LBIAS_DQ_DC	IFSB_DC	-0.455	0.022	0.477
D_LBIAS_DQ_DC	M_CMDDLY_DC	0.102	-0.430	0.532
D_LBIAS_DQ_DC	M_DELAY_DC	0.503	-0.203	0.706
D_LBIAS_DQ_DC	M_ODP_DC	0.306	-0.264	0.570
D_LBIAS_DQ_DC	M_OSC_DC	0.459	-0.060	0.519
D_LBIAS_DQ_DC	M_TAA_DC	0.261	-0.326	0.587
D_LBIAS_DQ_DC	PWR_SHORT_DC	-0.448	0.067	0.515
D_LBIAS_DQ_DC	VDDSH1_DC	-0.402	0.234	0.636
D_LBIAS_DQ_DC	VDDSH2_DC	-0.400	0.237	0.637
D_LBIAS_DQ_DC	VDDSH4_DC	-0.400	0.228	0.628
D_LBIAS_DQ_DC	VDDSH5_DC	-0.399	0.228	0.627
D_LBIAS_DQ_DC	p_RD	-0.371	0.262	0.633
M_CMDDLY_DC	LZ_BLS1_FRC	-0.187	0.366	0.553
M_CMDDLY_DC	S_PAUSB_288_FRC	-0.171	0.423	0.594
M_CMDDLY_DC	S_RD	-0.217	0.390	0.607
M_CMDDLY_DC	z_RD	-0.151	0.406	0.557

图 5

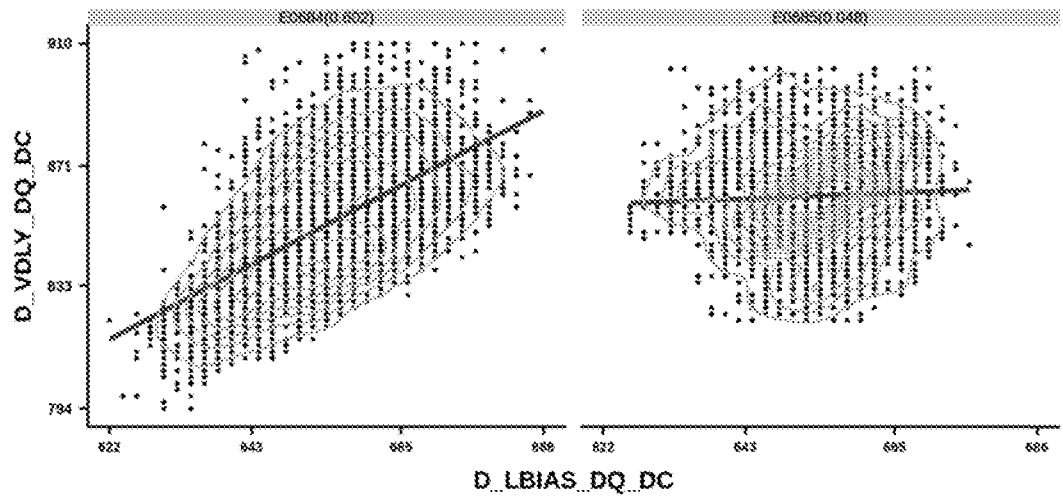


图 6A

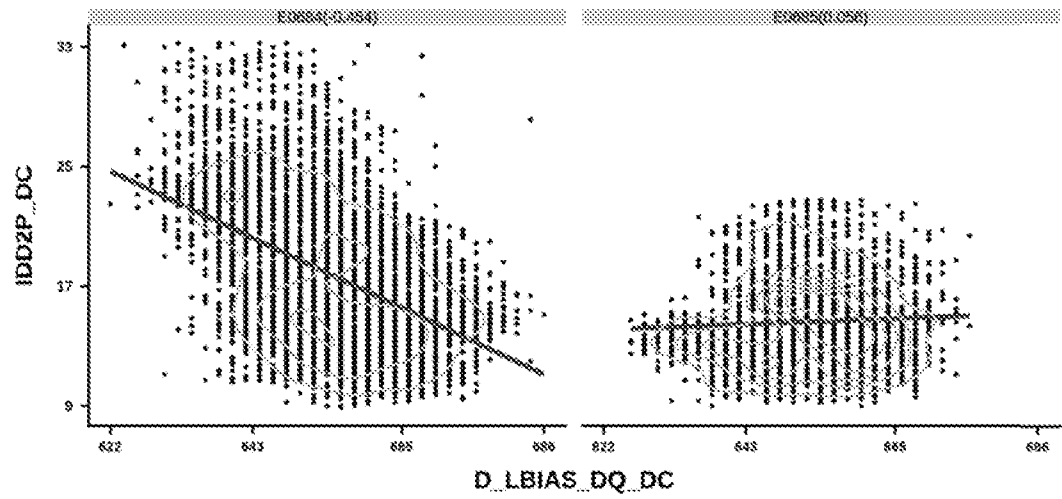


图 6B

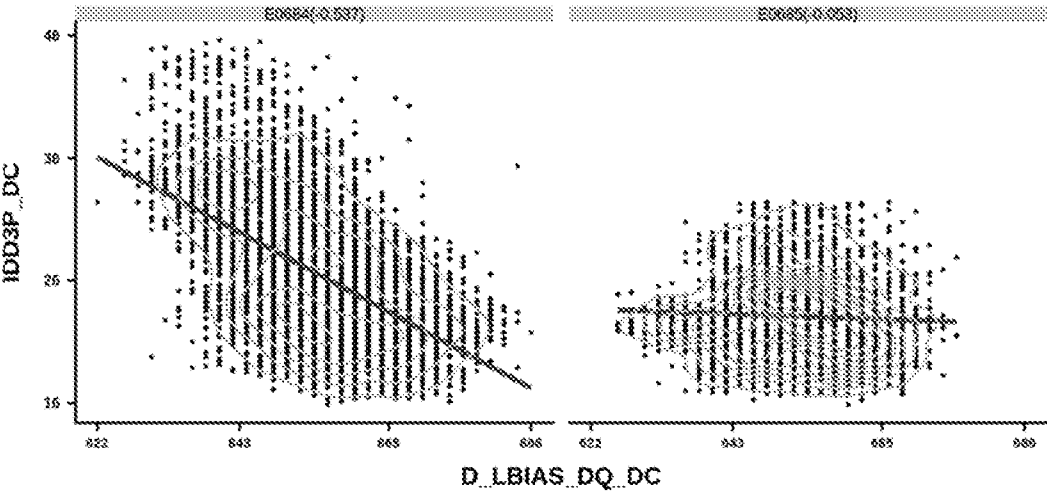


图 6C

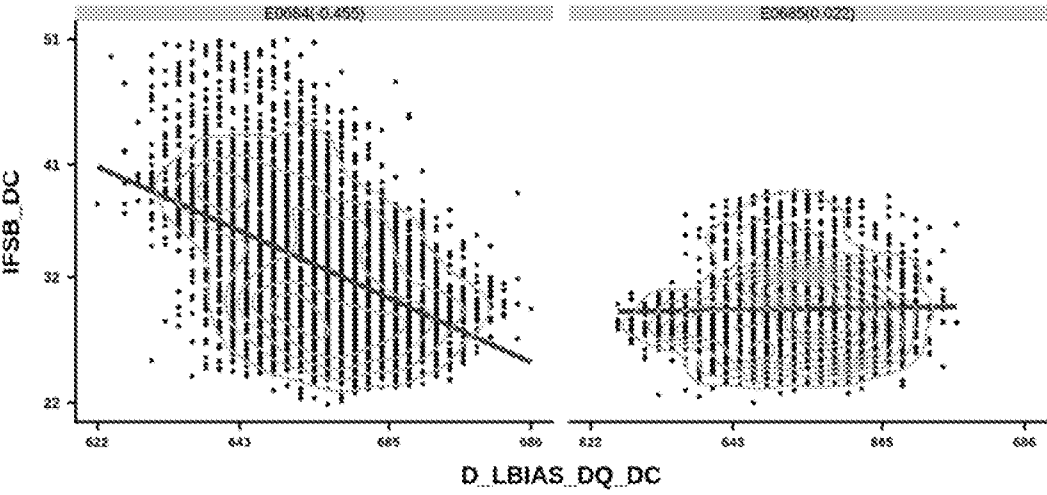


图 6D

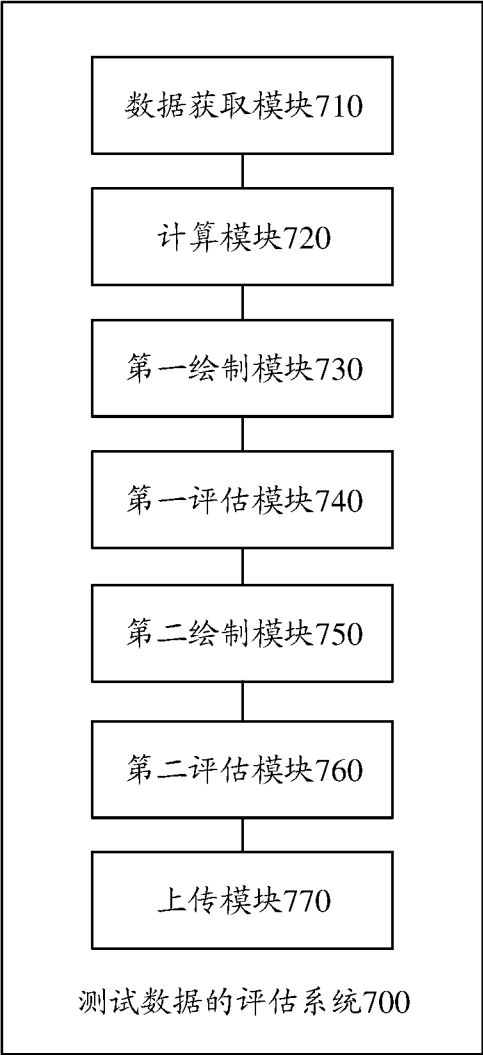


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/131807

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/66(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)

H01L, G01R, 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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 测试, 数据, 评估, 程序, 项目, 相关, 系数, 差异, 分析图, 横轴, 纵轴, 皮尔逊, 象限, 箱线图, 晶圆, 异常; test+, data, evaluat+, program, project, correlat+, coefficient, difference, analysis plot, abscissa axis, ordinate axis, pearson, quadrant, box plot, wafer, anomal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110895404 A (CHANGXIN MEMORY TECHNOLOGIES, INC.) 20 March 2020 (2020-03-20) claims 1-12, description, paragraphs [0038]-[0068], and figures 1-8	1-18
A	CN 110874086 A (CHANGXIN MEMORY TECHNOLOGIES, INC.) 10 March 2020 (2020-03-10) entire document	1-18
A	CN 104778525 A (SIGNALITY SYSTEM ENGINEERING CO., LTD. et al.) 15 July 2015 (2015-07-15) entire document	1-18
A	CN 112035337 A (GUANGZHOU PANYU POLYTECHNIC) 04 December 2020 (2020-12-04) entire document	1-18
A	CN 111220889 A (YANGTZE MEMORY TECHNOLOGIES CO., LTD.) 02 June 2020 (2020-06-02) entire document	1-18

☒ 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

27 May 2022

Date of mailing of the international search report

07 June 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

International application No.

PCT/CN2021/131807

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2011161030 A1 (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL SHANGHAI CORP.) 30 June 2011 (2011-06-30) entire document	1-18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/131807

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110895404	A	20 March 2020	None			
CN	110874086	A	10 March 2020	None			
CN	104778525	A	15 July 2015	TW	201528189	A	16 July 2015
CN	112035337	A	04 December 2020	None			
CN	111220889	A	02 June 2020	None			
US	2011161030	A1	30 June 2011	CN	102117731	A	06 July 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/131807

A. 主题的分类

H01L 21/66(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)

H01L, G01R, 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))

WPI, EPDOC, CNPAT, CNKI, IEEE: 测试, 数据, 评估, 程序, 项目, 相关, 系数, 差异, 分析图, 横轴, 纵轴, 皮尔逊, 象限, 箱线图, 晶圆, 异常; test+, data, evaluat+, program, project, correlat+, coefficient, difference, analysis plot, abscissa axis, ordinate axis, pearson, quadrant, box plot, wafer, anomal

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	CN 110895404 A (长鑫存储技术有限公司) 2020年3月20日 (2020 - 03 - 20) 权利要求1-12, 说明书第[0038]-[0068]段, 图1-8	1-18
A	CN 110874086 A (长鑫存储技术有限公司) 2020年3月10日 (2020 - 03 - 10) 全文	1-18
A	CN 104778525 A (讯利电业股份有限公司 等) 2015年7月15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-18
A	CN 112035337 A (广州番禺职业技术学院) 2020年12月4日 (2020 - 12 - 04) 全文	1-18
A	CN 111220889 A (长江存储科技有限责任公司) 2020年6月2日 (2020 - 06 - 02) 全文	1-18
A	US 2011161030 A1 (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL SHANGHAI CORPORATION) 2011年6月30日 (2011 - 06 - 30) 全文	1-18

☐ 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5月27日

国际检索报告邮寄日期

2022年6月7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

授权官员

李敏

电话号码 86-(10)-53961526

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/131807

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)
CN	110895404	A	2020年3月20日	无			
CN	110874086	A	2020年3月10日	无			
CN	104778525	A	2015年7月15日	TW	201528189	A	2015年7月16日
CN	112035337	A	2020年12月4日	无			
CN	111220889	A	2020年6月2日	无			
US	2011161030	A1	2011年6月30日	CN	102117731	A	2011年7月6日