



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03823251.0

[43] 公开日 2005 年 10 月 19 日

[11] 公开号 CN 1685494A

[22] 申请日 2003.9.19 [21] 申请号 03823251.0

[30] 优先权

[32] 2002.9.30 [33] US [31] 10/260,894

[86] 国际申请 PCT/US2003/029340 2003.9.19

[87] 国际公布 WO2004/032225 英 2004.4.15

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.29

[71] 申请人 先进微装置公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 R·J·张 E·O·格林

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

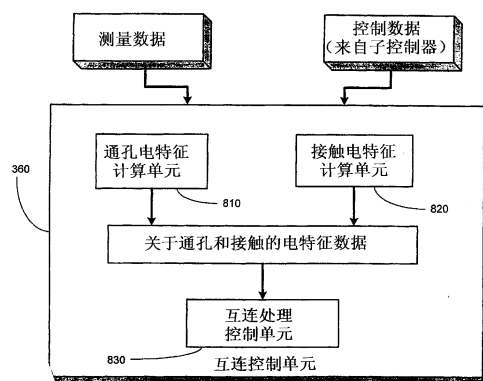
代理人 戈泊程伟

权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 9 页

[54] 发明名称 互连阶段的工艺控制

[57] 摘要

一种用于在互连阶段执行工艺控制的方法和装置。在工件上进行工艺步骤。取得工件上与互连位置有关的制造数据。按照该制造数据进行互连特征控制过程。该互连特征控制过程包括控制关于与该工件互连位置有关的结构的工艺，以控制与该互连位置相关的特征。



1. 一种方法，包括：
在工件上执行工艺步骤；
取得与该工件上的互连位置有关的制造数据；以及
5 按照该制造数据执行互连特征控制过程，该互连特征控制过程包括控制与该工件上的互连位置有关的结构相关的工艺，以控制与该互连位置有关的特征。
2. 如权利要求 1 所述的方法，其中在该工件上执行工艺步骤还包括在半导体晶片（105）上执行该工艺步骤。
- 10 3. 如权利要求 2 所述的方法，其中在工件上执行工艺步骤包括在该半导体晶片（105）上形成互连位置。
4. 如权利要求 3 所述的方法，其中在该半导体晶片（105）上形成互连位置包括在该半导体晶片（105）上形成通孔（750）。
5. 如权利要求 3 所述的方法，其中在该半导体晶片（105）上形成互连位置包括在该半导体晶片（105）上形成接触。
15
6. 如权利要求 1 所述的方法，其中取得与该工件上的互连位置有关的制造数据还包括取得与该经处理的半导体晶片（105）有关的晶片电性测试数据。
7. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行互连特征控制过程还包括
20 控制阻挡层工艺、内层介电层工艺、预金属介电工艺、和金属沉积工艺的至少其中一种。
8. 如权利要求 1 所述的方法，其中执行互连特征控制过程还包括修改该互连位置的电阻系数。
9. 一种用于执行互连阶段的处理系统，其特征在于该系统包括：
25 处理工件的处理工具（910）；以及
操作上连接到该处理工具的工艺控制器（310），该工艺控制器

(310) 根据与该工件有关的制造数据来执行互连特征控制过程，而该互连特征控制过程包括控制与该工件上的互连位置有关的结构相关的工艺，以控制与该互连位置有关的特征。

10. 当通过计算机执行时，一种具有指令编码的计算机可读取程序
5 序储存装置执行一种方法，包括：

在工件上执行工艺步骤；

取得与该工件上的互连位置有关的制造数据；以及

- 按照该制造数据执行互连特征控制过程，该互连特征控制过程包
括控制与该工件上的互连位置有关的结构相关的工艺，以控制与该互
10 连位置有关的特征。

互连阶段的工艺控制

技术领域

5 本发明一般涉及半导体制造，尤其涉及一种用于在工件的互连阶段上执行工艺控制的方法及装置。

背景技术

制造业技术爆炸衍生出许多新颖及革新的制造工艺。今日的制造工艺中，特别是半导体制造工艺，号称含有大量的重要步骤。这些工艺步骤通常事关重大，也因此，需要有许多通常被精密调整的输入来维持适当的制造控制。

10 半导体器件制造需要许多不连续的工艺步骤，以从半导体原材料创造出完成封装的半导体器件。从半导体材料的初始生长、将半导体晶体切割成独立晶片、制造阶段（蚀刻、掺杂、离子注入或类似步骤），到封装以及完成器件的最终测试等各种工艺都互不相同，且在包含不同控制计划的不同制造位置中均有其特定的工艺。

一般而言，对半导体晶片的组（group）执行的许多工艺步骤，而所谓的组有时候称为批（lot）。举例来说，由各种不同材料所构成的工艺层可形成在半导体晶片之上。而后，利用已知的光刻技术可在该工艺层上形成光刻胶图形层。典型地，接着使用作为掩膜的光刻胶图形层而在该工艺层上进行蚀刻工艺。该蚀刻工艺在该工艺层中形成的各种特征或对象。这样的特征用于作为例如晶体管的栅极电极结构。很多时候，也会在该半导体晶片的衬底上形成沟槽隔离结构，以隔离半导体晶片的电性区域。可使用的隔离结构的一个例子是浅沟槽隔离（shallow trench isolation, STI）结构。

25 半导体制造设备中的制造工具一般会与制造框架或处理模块的网络连结。每一种制造工具一般都与设备接口连接。该设备接口连接到连结制造网络的机械接口，由此方便制造工具与制造框架间的通信。该机械接口一般可当作先进工艺控制（advanced process control, APC）系统的一部分。该 APC 系统会激活控制脚本（script），以作为能自动

提取执行制造工艺所需数据的软件程序。

图 1 显示了典型的半导体晶片 105。该半导体晶片 105 典型包括多个配置于格栅 150 中的独立半导体芯片 103。利用已知的光刻工艺及设备，可在一个或多个待图形化的工艺层上形成光刻胶图形层。作为光刻工艺的一部分，一般依照所用的特定掩膜而定，同时通过分档器（stepper）执行大约一到四个芯片 103 区域的曝光工艺。干式或湿式的蚀刻工艺中，该已图形化光刻胶层可用作掩膜来执行底层或材料层（例如多晶硅、金属或绝缘材料层）的蚀刻工艺，以将所欲的图形转移至该底层上。该光刻胶图形层由多个特征所构成，例如将被复制在底部工艺层中的直线型特征或开口型特征。

现在移至图 2，图 2 显示了现有技术工艺流程的流程示意图。制造系统可处理多个与批次/批相关的半导体晶片 105（方块 210）。在对半导体晶片 105 执行各种工艺以后，该制造系统在该经处理的半导体晶片 105 上执行最终的电性测试（方块 220）。该最终的电性测试包含量测多个电性参数，如与半导体晶片 105 上一个或多个位置有关的电阻测量。通过该量测系统，电性测试数据可用来决定该半导体晶片 105 上所形成的各种接触和/或通孔的互连特征（方块 230）。

在决定各种互连特征（例如互连电阻等）后，可由该制造系统通过对其它工艺所作的调整来计算调整量，以修改后续所处理的半导体晶片 105 的互连特征（方块 240）。按照计算所得的调整量，系统可对后续在半导体晶片 105 上执行的处理步骤进行调整（方块 250）。

在与现行方法有关的问题中，一般包括在半导体晶片 105 上进行完多数工艺以后，互连参数的特征已经形成。一般来说，在实际处理半导体晶片 105 之后只能正确地显现互连特征。因此，由于互连结构的处理系实质上完成，而再无工艺步骤或仅有极少的工艺步骤，所以按现今方法基本上就欠缺反馈校正能力。运用现今处理技术，由于实际处理半导体晶片 105 以后便已决定互连特征，因此很难控制互连特征，并且没有效果。此外在互连结构形成的时间周期与最终电性测试完成的时间周期之间会延迟，因而降低校正互连结构误差的可能性。

本发明用于克服或至少具有降低上述一个或多个以上提出的问题。

发明内容

在本发明的一个方面中，提供一种用于执行互连阶段工艺控制的方法。在工件上进行工艺步骤。取得工件上与互连位置有关的制造数据。按照该制造数据执行互连特征控制过程。该互连特征控制过程包
5 含控制关于与该工件互连位置有关的结构的工艺，以控制与该互连位置位置相关的特征。

在本发明的另一方面中，提供一种执行互连阶段工艺控制的系统。该系统包括处理工件的处理工具。该系统也包括操作的连接到处理工具的工艺控制器。该工艺控制器可根据与工件有关的制造数据来执行
10 互连特征控制过程。该互连特征控制过程包括控制关于与该工件互连位置有关的结构的工艺，以控制与该互连位置有关的特征。

在本发明的再一方面中，提供一种执行互连阶段工艺控制的装置。该装置包括可根据与工件有关的制造数据用于执行互连特征控制过程的工艺控制器。该互连特征控制过程包括控制关于与该工件互连位置
15 有关的结构的工艺，以控制与该互连位置有关的特征。

在本发明的又一方面中，提供一种用于执行互连阶段工艺控制的以各种指令编码的计算机可读取程序储存装置。当由计算机执行时，该以各种指令编码的计算机可读取程序储存装置执行以下方法，此方法包括：在工件上执行工艺步骤；取得有关该工件上的互连位置的制
20 造数据；以及按照制造数据进行互连特征控制过程。该互连特征控制过程包括控制关于与该工件互连位置有关的结构的工艺，以控制与该互连位置有关的特征。

附图说明

通过参考下列详细说明配合所附图式可令本发明更为清楚易懂，
25 而相同的组件符号指相同的组件，其中：

图 1 是现有技术的半导体晶片工艺中的简单示意图；

图 2 说明了在半导体晶片制造期间，现有技术工艺流程的简化流程图示意图；

图 3 表示根据本发明示意性实施例的系统方块示意图；

30 图 4 说明了根据本发明的一个示意性实施例的图 3 中一个或多个

子控制器的详细方块示意图；

图 5 说明了根据本发明一个示意性实施例的具连接接触的半导体晶片的横截面示意图；

图 6 说明了根据本发明一个示意性实施例的图 5 中半导体晶片阻挡层的横截面示意图；

图 7 说明了根据本发明一个示意性实施例的具通孔的半导体晶片的横截面示意图；

图 8 说明了根据本发明一个示意性实施例的图 3 中表示互连控制单元的更详细的方块示意图；

图 9 说明了根据本发明一个示意性实施例的图 3 中所示的系统的更详细的方块示意图；

图 10 说明了根据本发明实施例的方法的流程示意图；以及

图 11 说明了根据本发明一个示意性实施例的图 10 所指的互连特征控制过程的方法的更详细的流程示意图。

然而，本发明容许有不同修改及其它形式，而本发明特定的实施例已由图式作范例而显示并且已在此详细地描述。然而，应了解的是，在此所描述的特定实施例并非用以将本发明限定为所揭示的特定形式，相反地，在不背离本发明的精神与范畴的情况下，所有修改、等效及其它形式均涵盖权利要求所定义的本发明的范围中。

具体实施方式

本发明说明的实施例如以下所述。为了力求清楚，本说明书中实际实施例的所有特征并未全部叙述。当然，在任何实际实施例的研发中，必须有为数众多的特定执行决定以达成研发者的特定目标，诸如在每个执行中彼此不同的系统兼容及有关商业兼容的限制。而且，应了解的是，研发展努力可能复杂而耗时，但是对获得此项揭露的助益的本领域技术人员而言，这不过是例行工作。

半导体制造包含许多不连续工艺。很多时候，工件（例如半导体晶片 105，半导体器件等）通过多种制造工艺工具而逐步制成。本发明的实施例用于执行工艺控制，以影响诸如半导体晶片 105 接触和/或通孔等多种位置的互连特征。本发明的实施例也用于调整数种控制半导

体晶片 105 上各种工艺步骤的参数, 例如控制屏蔽线路产生、控制内层介电层 (ILD layer) 厚度、控制互连位置的几何形状、控制预金属介电层、控制阻挡层等参数。本发明的实施例还可用以执行晶片电性测试, 以决定半导体晶片 105 互连位置的电阻系数, 并且执行控制调整以调修改该互连位置的电性特征。

现在移至图 3, 该图说明了根据本发明实施例所示的系统 300 的方块图。该系统 300 的工艺控制器 310 能控制各种与处理工具 910 相关的操作程序。该系统 300 能取得诸如关于制造半导体晶片 105 的测量数据、工具状态数据等制造相关数据。该系统 300 也可以包括测量工具 950, 以取得与制造半导体晶片 105 有关的测量数据。

该系统 300 也包括数据库单元 340。该数据库单元 340 用于储存多种数据, 诸如制造相关数据、与操作该系统 300 有关的数据 (例如制造工具 910 状态、半导体晶片 105 状态等)。该数据库单元 340 可通过该制造工具 910 所执行的有关多项工艺运作来储存工具状态数据。该数据库单元 340 可以包括数据库服务器 342, 以由该数据库服务器 342 将工具状态数据和/或其它与制造半导体晶片 105 有关的制造数据存储至数据库存储单元 345。

该系统 300 也包括能进行多项电性测试, 以提供半导体晶片 105 上各种互连位置 (如接触和/或通孔) 的电性特征相关数据的晶片电测试 (wafer electrical test, WET) 单元 330。该系统 300 可包括有多个能控制在半导体晶片 105 上所执行各种工艺步骤的子控制器 350。举例来说, 该工艺控制器 310 可提供预定的电特征值, 如预设用于特定互连位置的电阻系数值, 其可供该子控制器 350 使用来计算执行在半导体晶片 105 上的各种控制工艺步骤的控制调整。以下, 在图 4 中以及以下所附的叙述将更详尽地说明及叙述这些子控制器 350。

此外, 该系统 300 可包括能控制半导体晶片 105 上的互连位置特征 (如通孔或接触) 的互连控制单元 360。在图 8 中以及以下所附的叙述会更详细地说明及叙述该互连控制单元 360。该系统 300 能执行各种控制调整以影响半导体晶片 105 上各种互连位置的特征, 例如控制通孔和/或接触的电阻系数。

该工艺控制器 310、子控制器 350、和/或互连控制单元 360 可为软

件、硬件或可以是独立单元或可整合至与该系统 300 有关的计算机系统
中的韧体单元。再者，图 3 所说明的方块图所表示的各种组件也可
通过系统传输线 315 而与其它组件通信。该系统传输线 315 可为计算
机总线、硬件专用传输线、电话系统传输线、无线传输链或其它可由
5 从本揭露获益的本领域技术人员所执行的传输线。

现在移至图 4，该图是根据本发明实施例所说明的子控制器 350
更详细的方块示意图。该子控制器 350 可包括各种控制单元，如屏蔽
线路控制单元 410、互连几何形状控制单元 420、金属线路间的内层介
电 (inner-layer dielectric, ILD) 层控制单元 430、预金属介电 (pre-metal
10 dielectric, PMD) 层控制单元 440、和/或各种其它控制单元，以控制
在半导体晶片 105 上所执行的工艺步骤。来自该工艺控制器 310 预
设的晶片电测试单元 330 和互连特征的数据，可由该子控制器 350 使
用以控制半导体晶片 105 各种部分，如该屏蔽线路、该内层介电层，
该几何形状层及该预金属介电层。

15 现在移至图 5 至 7，这些图式显示了具沟槽和/或通孔的半导体晶
片 105 的横截面示意图。图 5 显示了置于衬底层 530 上的内层介电层
520。在该内层介电层 520 中，可形成沟槽 540。而该沟槽 540 则可
用于形成各种结构。在一个实施例中，该沟槽 540 可用以形成接触。在
一个实施例中，该沟槽 540 可用于执行制作金属线、接触和/或通孔的
20 镶嵌工艺；然而，其它由从本揭露获益的本领域技术人员所周知的工
艺也可用于制作金属线、接触和/或通孔。该沟槽 540 也可沿该阻挡层
510 而排列，以隔离内层介电层 520 与该沟槽 540。一般来说，该沟槽
540 被充填如钽或铜等金属以形成互连位置。某些形成在该沟槽 540
上的互连特征（如电阻系数等）可影响该屏蔽线路控制单元 410，如此
25 可调整影响阻挡层 510 形成的控制参数。阻挡层 510 更详细地显示于
图 6 中。该阻挡层 510 可包括钽层 610、钽氮化物层 620、及预金属介
电层 630。该钽氮化物层 620 可定位于该钽层 610 与该预金属介电层
630 之间。调整该预金属介电层 630 可影响阻挡层 510，并转而影响由
沟槽 540 形成的接触的特征。该内层介电层控制单元 430 能控制该预
30 金属介电层 630 的处理，以影响该阻挡层 510，因而影响沟槽 540 的特
征。调整该阻挡层 510 的组成（例如钽/钽氮化物/钽组成物）会影响互

连特征（例如电阻系数）。此外，调整形成该阻挡层 510（请参图 6）的薄膜厚度至特定比例也可影响该互连特征（例如电阻系数）。本发明的实施例也可应用其它金属沉积工艺，以影响互连的特征（例如电阻系数）。

5 现在移至图 6，可控制环绕该沟槽 540 的形成物以影响形成于该沟槽 540 的通孔的特征。举例来说可控制该内层介电层 520 以影响从该沟槽 540 所形成通孔的特征。该内层介电层控制单元 430 也可通过控制该内层介电层 520 特征来影响该沟槽 540 的特征。此外，互连几何形状控制单元 420 也可控制沟槽 540 的几何形状，进而影响金属沉积到沟槽 540 以形成互连的金属沉积量。因此，该子控制器 350 可用于影响互连位置（诸如以金属充填而形成通孔的沟槽 540）的电性特征。

图 7 表示形成有通孔 750 于其中的半导体晶片 105 的横截面示意图。在一个实施例中，介电层 720 沉积在该衬底层 530 上，而该介电层 720 上则形成有金属层 730。该金属层 730 可包括铝和/或铜。在一个实施例中，可使用镶嵌工艺形成金属线路 705。该通孔 750 一般形成成为与两金属表面（如图 7 所示的两金属线路 705）形成电性耦合。该两金属线路 705 可由介电层 740 分隔开。因此，该通孔 750 可用于互连以该介电层 740 隔开的两金属线路 705。由填有如铜的金属充填物质 760 的沟槽 540 形成通孔 750（请参图 5）。该通孔 750 也可通过屏蔽线路 710 而与该介电层 740 隔离。

该通孔 750 和/或其它接触的电阻系数会影响到由已处理的半导体晶片 105 所制造的器件的操作。因此，在预期可容许范围内控制电阻系数可以产生由半导体晶片 105 所制造的更精准处理的器件。屏蔽线路控制单元 410 能够控制屏蔽线路 710 的特征，从而影响到沉积于金属层 730 上的通孔 750 的特征。因此，运用子控制器 350 可以达到影响例如接触及通孔的互连位置的电性特征的反馈和/或前馈控制。运用本发明的实施例，可对关于与互连相关的一个或多种结构（如该内层介电层 520、预金属介电层 630、阻挡层 510、屏蔽线路 710、沟槽 540、通孔 750、金属线路 705 等）工艺进行控制，以调整互连特征（如电阻系数）。

现在移至图 8，该图说明了互连控制单元 360 的更详细的方块示意

图。该互连控制单元 360 可接收与该经处理的半导体晶片 105 有关的测量数据。该测量数据可包括与该阻挡层 510、内层介电层 630、预金属介电层 520 和/或沟槽形成的有关用以形成互连位置的测量值。该互连控制单元 360 也可接收来自子控制器 350 的控制数据，并与从由工艺控制器 310 所指定的互连特征而影响的控制数据产生关联。利用该测量数据和/或控制数据，该互连控制单元 360 可在半导体晶片 105 所执行的多个工艺步骤时进行调整，以影响半导体晶片 105 上所形成的互连位置特征（例如该半导体晶片 105 上所形成接触或通孔的电阻系数）。

互连控制单元 360 可包括能预测或决定出可能电特征（如半导体晶片 105 上形成的通孔的电阻系数）的通孔电特征计算单元 810。该互连控制单元 360 也可包括接触电特征计算单元 820 以预测或决定半导体晶片 105 上所形成的接触的可能电特征。然后关于该通孔和/或其它接触的电特征数据可由该互连处理控制单元 830 予以审核。该互连处理控制单元 830 能调整各种工艺步骤，如金属沉积工艺、互连区阻挡层 510 处理、预金属介电层 630 处理、和/或预金属介电层 520 处理，这些工艺步骤皆为可受到调整数据影响而控制该子控制器 350 操作的处理步骤。换言之，该互连处理控制单元 830 能够计算互连位置的可能电特征，并且将适当的校正数据提供给该系统 300 各部来执行互连位置的校正控制。

现在移至图 9，该图是根据本发明实施例的系统 300 的更详细的方块图。在处理工具 910a, 910b 上利用多个控制输入信号或通过线路 923 或网络所提供的制造参数来制造半导体晶片 105。线路 923 上的控制输入信号或制造参数会通过机械接口 915a, 915b 而由计算机系统 930 传送到处理工具 910a, 910b 中。第一及第二机械接口 915a, 915b 一般位于处理工具 910a, 910b 的外部。另一个实施例中，该第一及第二机械接口 915a, 915b 位与该制造工具 910a, 910b 之内。而该半导体晶片 105 则被提供至多个处理工具 910 并由多个处理工具 910 所承载。在一个实施例中，以手动方式提供半导体晶片 105 至处理工具 910 中。另一实施例中，以自动化方式来提供半导体晶片 105 至该处理工具 910（例如半导体晶片 105 以机械移送）。在一个实施例中，多个半导体晶

片 105 按批次（如堆栈在卡匣中）而运送到该处理工具 910。

在一个实施例中，该计算机系统 930 会在线路 923 上将控制输入信号或制造数据传送至该第一及第二机械接口 915a, 915b。计算机系统 930 能控制工艺操作。在一个实施例中，该计算机系统 930 为工艺
5 控制器。计算机系统 930 可连接到含有许多软件程序和数据集合（set）的计算机储存单元 932 中。该计算机系统 930 可具有一个或多个能执行下述操作的信号处理器（未显示）。该计算机系统 930 应用制造模块 940 以在线路 923 上产生控制输入信号。在一个实施例中，该制造模块 940 包含决定在线路 923 上要传送到该处理工具 910a, 910b 的多个控
10 制输入参数的制造方法。

在一个实施例中，该制造模块 940 定义出执行特定制造工艺的工艺方法和输入控制。该线路 923 上欲为处理工具 A910a 所用的控制输入信号（或控制输入参数）由该第一机械接口 915a 所接收并处理。线路 923 上欲为处理工具 B910b 所用的控制输入信号则由该第二机械接
15 口 915b 所接收并处理。用于半导体制造工艺的处理工具 910a, 910b 例如为分档器、蚀刻工艺工具、沉积工具、以及类似工具等。

由该处理工具 910a, 910b 所处理的一个或多个半导体晶片 105 也能传送到测量工具 950 以取得测量数据。该测量工具 950 可为散播测量数据撷取工具、覆盖错误量测工具、关键尺寸量测工具以及类似工
20 具等。在一个实施例中，测量工具 950 审核一个或多个经处理的半导体晶片 105。测量数据分析单元 960 则可校正、组织、及分析来自该测量工具 950 的数据。测量数据是指各种横跨半导体晶片 105 所形成的器件的物理或电性特征。例如，取得的测量数据可为线宽测量值、沟槽深度、侧壁角度、厚度、电阻及类似特征。测量数据也可用于决定
25 目前经处理的半导体晶片的缺陷以用来改善处理工具 910 的性能。

如上所述，来自测量数据分析单元 960 的分析的测量数据、来自晶片电测试单元 330 的电性特征数据、和/或来自数据库单元的数据都可由互连控制单元 360 来接收。该互连控制单元 360 可决定通孔和/或接触可能和/或实际的电性特征。针对这样的决定，互连控制单元 360
30 可以提供与工艺调整有关的数据至该处理子控制器 350。该子控制器 350 则可对制造半导体晶片 105 上所执行的各项工艺计算所欲执行的

反馈和/或前馈校正。与反馈和/或前馈校正有关的数据则可由该子控制器 350 传送到计算机系统 930。然后该计算机系统 930 可以对由系统所执行的后续工艺进行相对应的控制调整。

现在移至图 10，该图是本发明实施例的流程示意图。系统 300 系
5 执行在半导体晶片 105 上的处理（方块 1010）。在半导体晶片 105 处理过程中，一般而言，须取得诸如测量数据和/或晶片测试数据的制造数据。系统 300 可取得与经处理的半导体晶片 105 有关的测量数据（方块 1020）。而后分析该测量数据以决定如阻挡层特征、预金属介电层电特征、内层介电层特征、沟槽特征、及类似特征等诸多特征（方块 1030）。
10 该系统 300 也可取得与该半导体晶片 105 上各种互连位置的电性特征有关的晶片电性测试数据（方块 1040）。系统 300 会分析该晶片电性测试数据以决定各种特征，例如在该半导体晶片 105 上所形成的特定接触和/或通孔的电阻值（方块 1050）。

在测量数据和/或晶片电性测试数据的分析上，系统 300 会执行互
15 连特征控制过程以影响半导体晶片 105 上互连位置（例如通孔、接触等）的特征（方块 1060）。反馈和/或前馈校正可用于控制半导体晶片 105 上所形成的互连特征。该互连特征控制过程更详细的执行步骤提供在图 11 中并且附带说明如下。互连特征控制工艺的数据可用于执行半导体晶片上的 105 后续工艺，以令接触和/或通孔的特征落于可接受的
20 预期容许范围中（方块 1070）。

现在移至图 11，其说明了如图 10 的方块 1060 所示的执行互连特征控制过程的更详细的步骤流程示意图。系统 300 计算与通孔和/或接触有关的相关参数（方块 1110）。例如，该系统 300 可计算在半导体晶片 105 上所形成的接触或通孔有关的内层介电层厚度、阻挡层特征、
25 屏蔽线路特征、和/或沟槽几何形状特征。系统 300 可使用晶片电性测试数据、互连参数特征、和/或与互连形成物有关的储存数据，以决定在半导体晶片 105 上所形成的互连位置特征（方块 1120）。该互连特征也与该半导体晶片 105 上所形成的互连位置的实际或预期特征有关。该系统 300 会决定半导体晶片 105 上互连位置的实际或预期电性特征
30 是否落在预期可接受的容许范围中（方块 1130）。响应落在预期可接受范围内的应用特征决定，系统 300 会持续处理半导体晶片 105（方块

1140) 而不会大幅修改或置换工艺。

当互连位置的实际或预期特征决定落在可接受范围之外时，将执行控制调修改以变更互连特征（方块 1150）。该控制调整可包括调整该内层介电层厚度、预金属介电层特征、阻挡层厚度、屏蔽线路特征、沟槽特征以及类似特征等。子控制器 350 接收来自该互连控制单元 360 的数据，用以影响在半导体晶片 105 上所执行的工艺步骤，而影响该互连位置的特征。图 11 叙述的完整步骤大致上会产生执行如图 10 方块 1060 中所述的互连特征控制过程的工艺。

利用本发明实施例，可执行影响互连位置特征的控制调整，以增加在半导体晶片 105 处理中所形成的器件的操作的正确性。工艺控制技术也可用于影响半导体晶片 105 上所形成的互连位置的细微(subtle)特征，因而可以改善由半导体晶片 105 所制造的器件的性能。

本发明所授的原则也能够在先进工艺控制（Advanced Process Control, APC）框架，如 KLA Tencor 公司所提供的催化系统下执行。按照先进工艺控制框架，该催化系统使用 Semiconductor Equipment and Material International (SEMI) Computer Integrated Manufacturing (CIM) 框架所兼容的系统技术。CIM（用于 CIM 框架领域构造的 SEMI E81-0699 临时说明）及 APC（用于 CIM 框架先进工艺控制组件的 SEMI E93-0999 临时说明）均可以从 SEMI 公开取得。该 APC 框架是执行本发明所教示的控制策略的较佳平台。在一些实施例中，该 APC 框架为全厂（factory-wide）软件系统；因此，本发明所教示的控制策略也能实际应用在工厂层面上任何一种半导体制造工具。该 APC 框架也能用在远程访问及工艺性能监控。另外，通过运用 APC 框架，数据储存会更方便、更具灵活性，也比局部驱动装置更为便宜。APC 框架因在写入必要软件码时有大量弹性，故可用于更复杂的控制类型。

部署本发明所教示的控制策略至该 APC 框架上可能需要很多软件构件。除了在 APC 框架内的构件外，对于涉及控制系统的各半导体制造工具内写入计算机脚本。当半导体制造厂激活控制系统中的半导体制造工具时，一般会调用脚本以激活该工艺控制器所需要的动作例如覆叠控制器。该控制方法一般会在这些脚本中定义并且执行。这些脚本的研发可包括在控制系统研发的主要部分。本发明所教示的原则也

能够在其它类型的制造框架下执行。

上述仅为本发明的特定实施例而已，本发明也可以由从此处揭示
获益的本领域技术人员所显而易见的不同等效的方式来进行修饰及执
行。而且，除了下述的权利要求之外，在此所示的详细构成及设计并
5 非用以限定本发明。因此，上述其特定实施例被可置换或修饰，且所
有的各种变化均视为落在本发明的范畴及精神内。据此，在此所寻求
的保护如权利要求书所述。

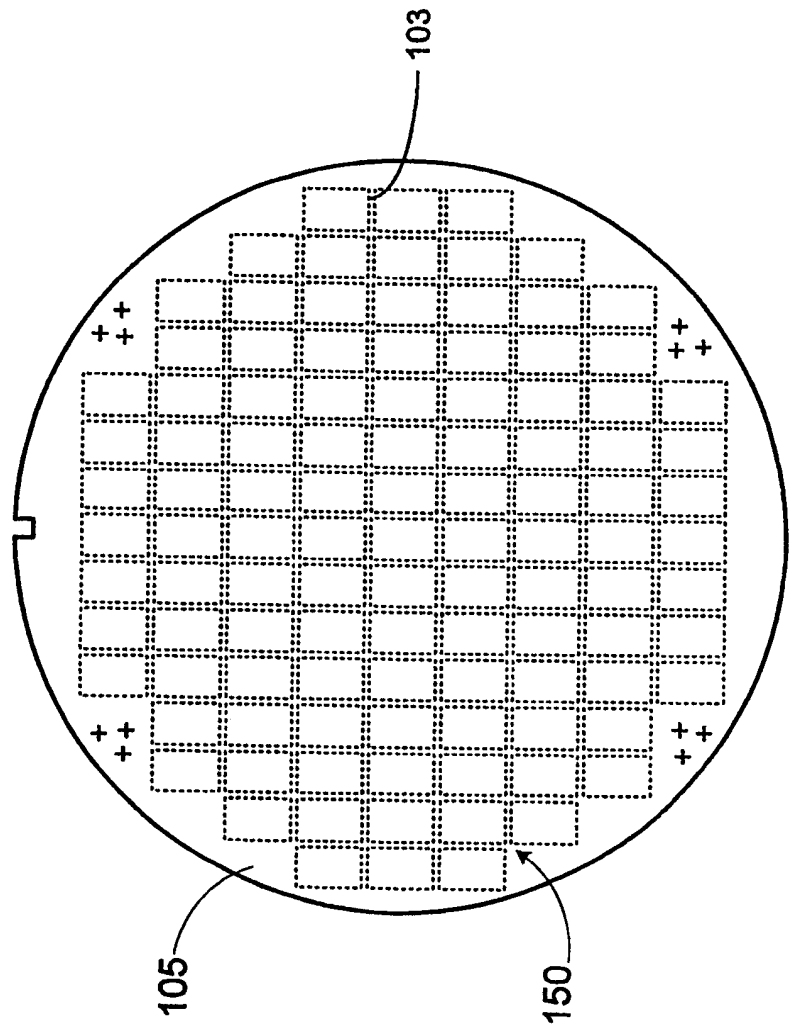


图 1（现有技术）

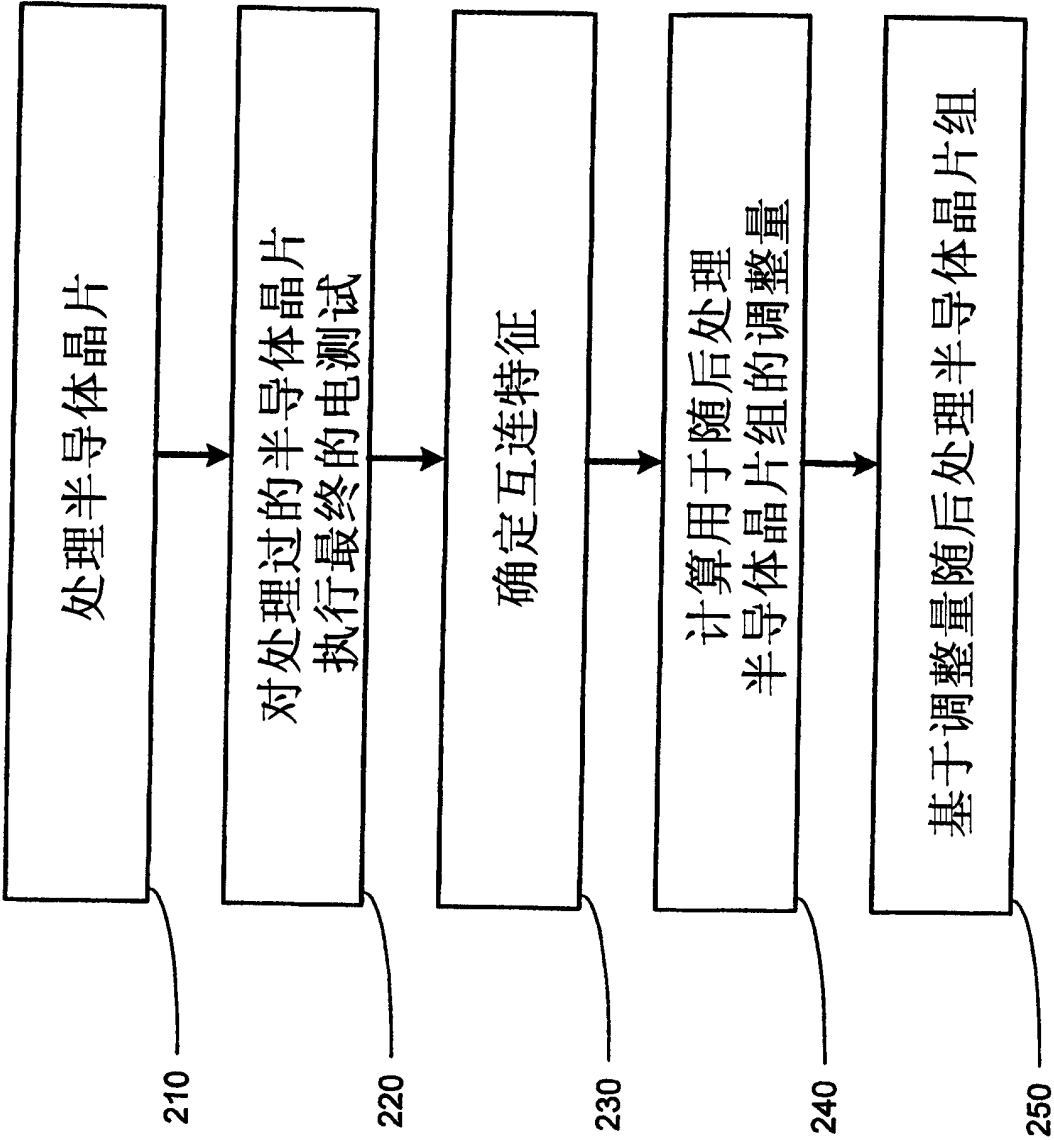


图 2（现有技术）

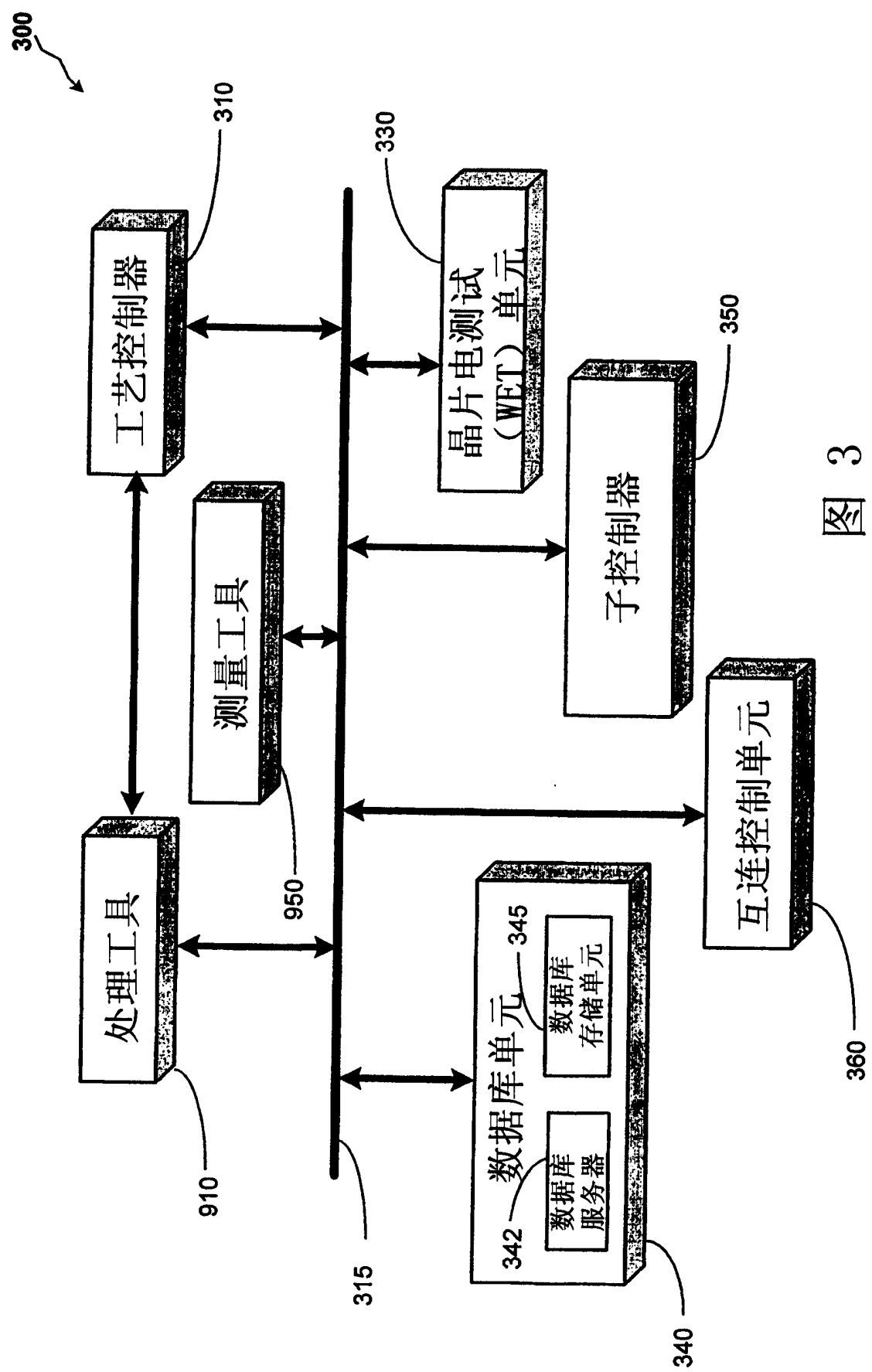


图 3

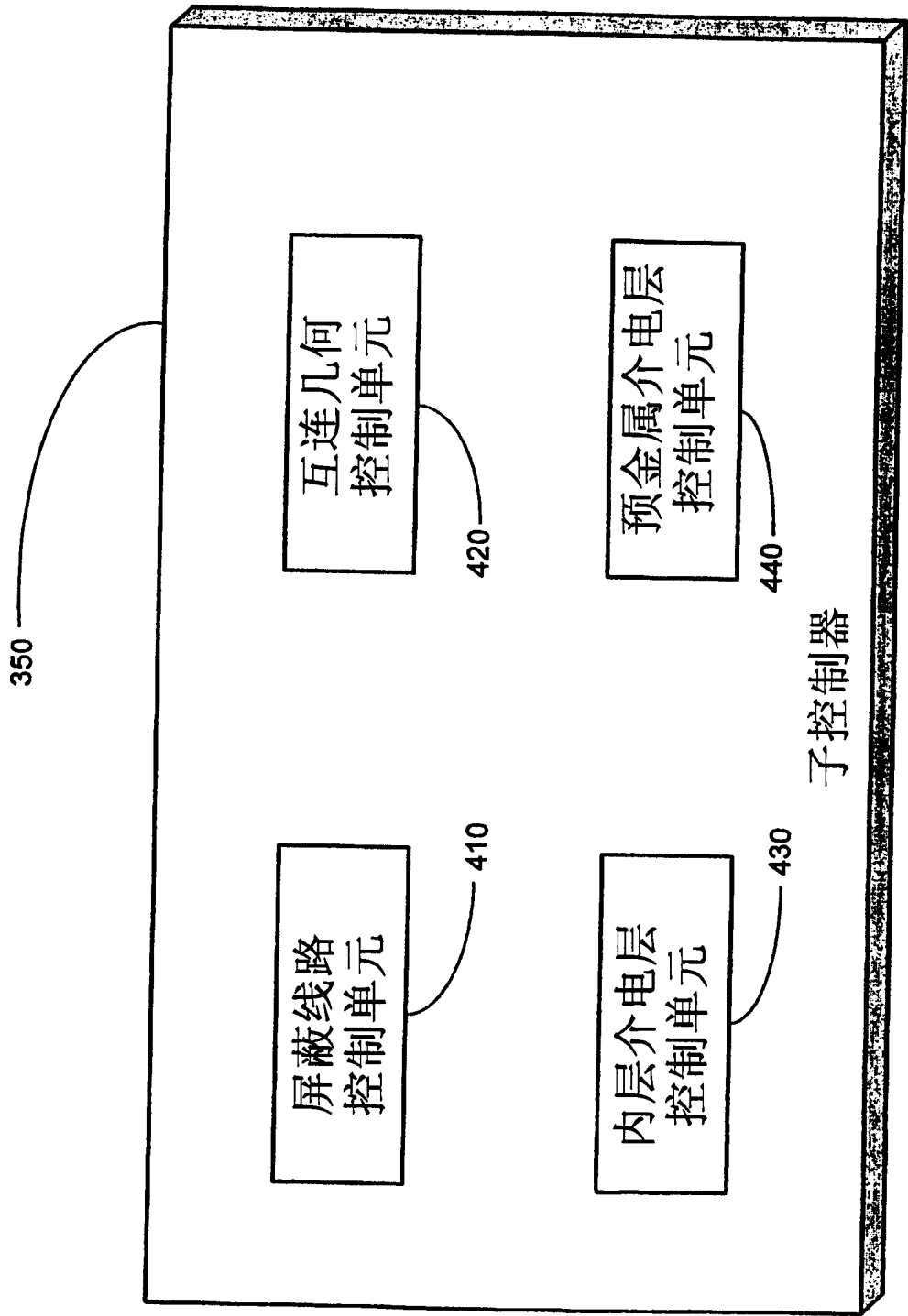


图 4

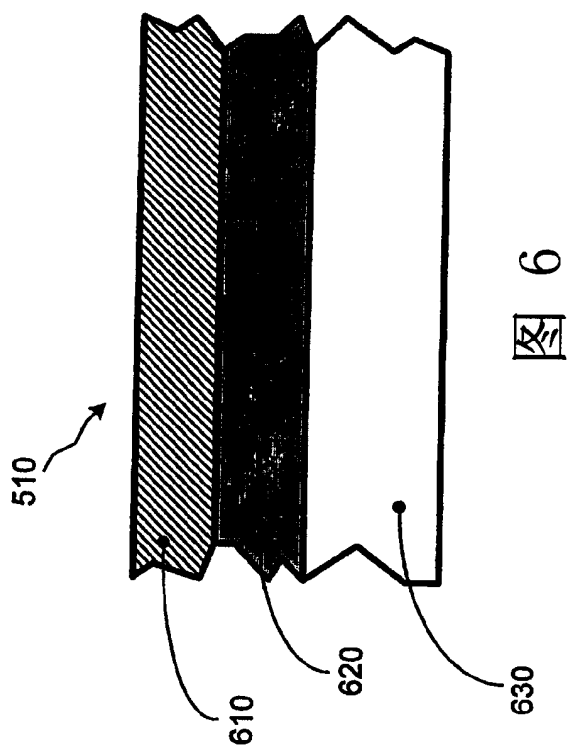


图 6

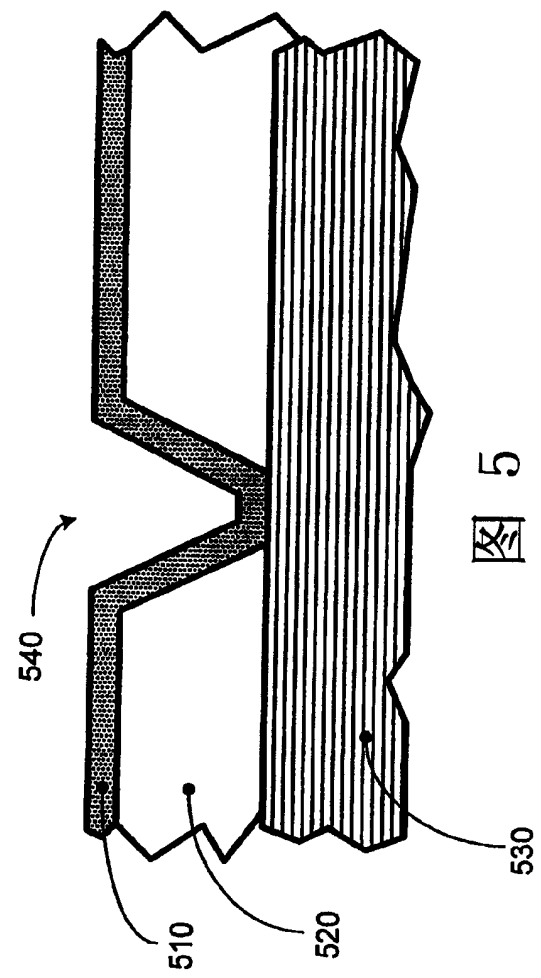


图 5

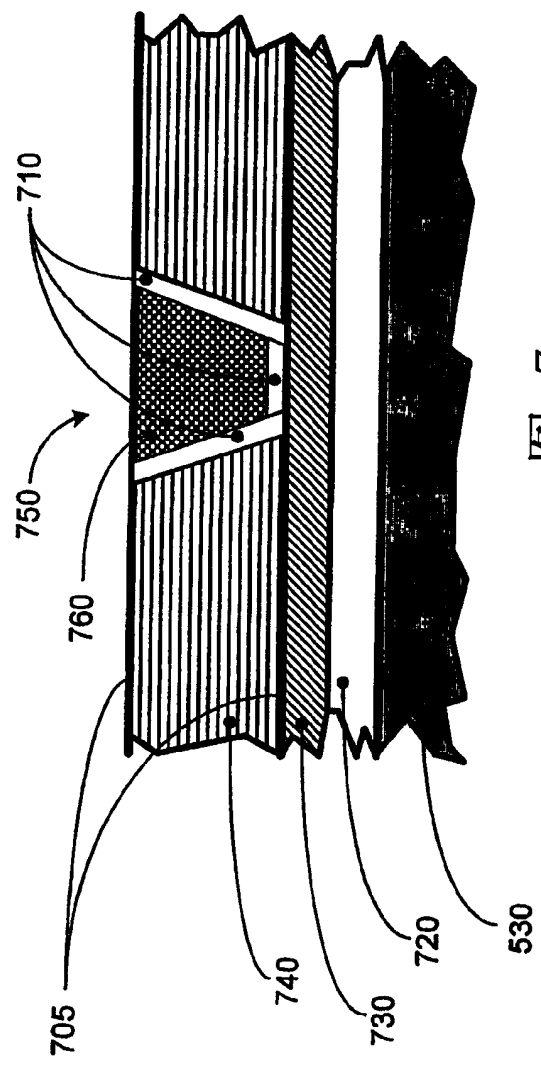


图 7

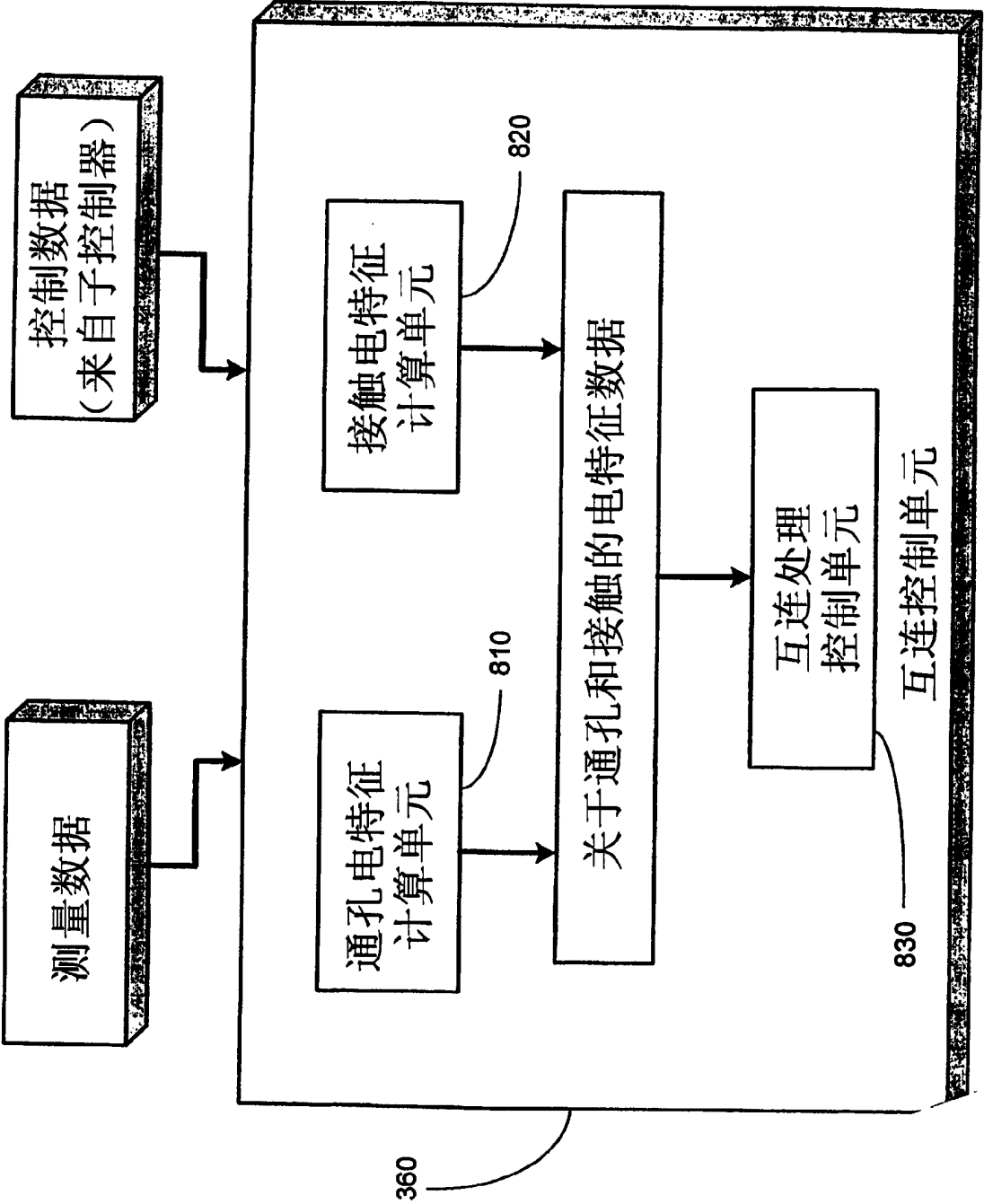


图 8

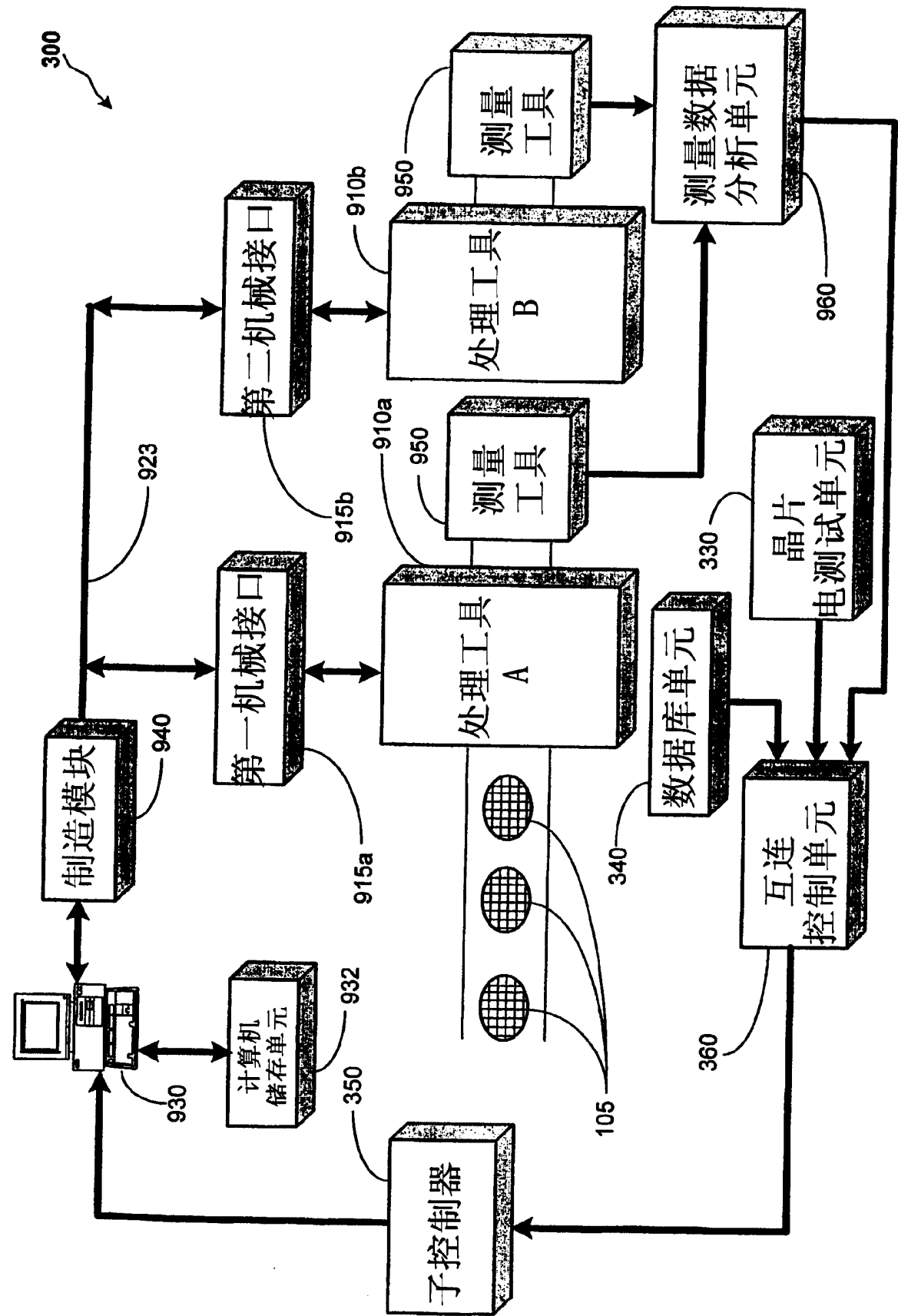


图 9

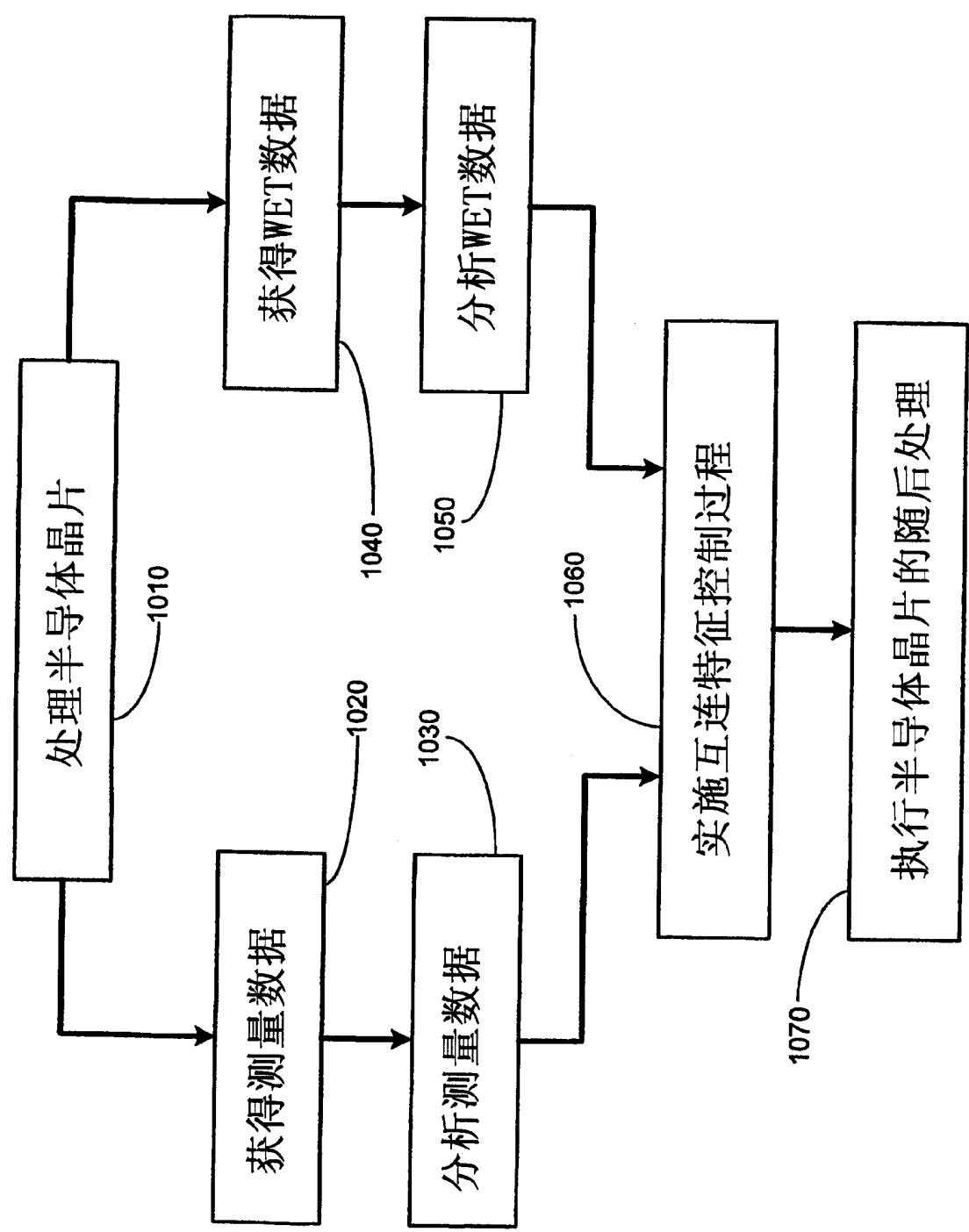


图 10

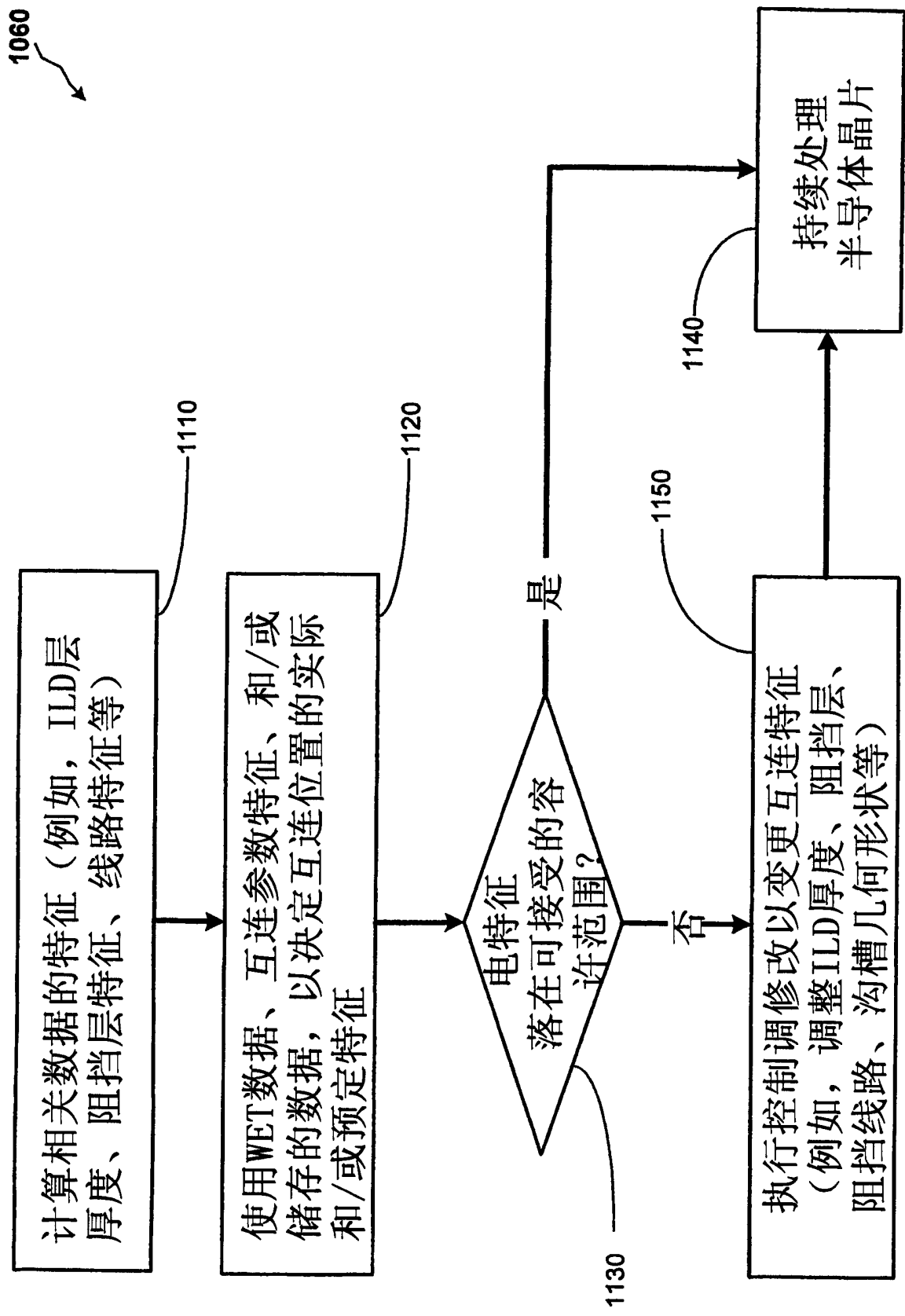


图 11