

# (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  
2010年7月22日 (22.07.2010)

PCT

(10) 国际公布号  
WO 2010/081343 A1

- (51) 国际专利分类号: *H01L 21/66* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/074695
- (22) 国际申请日: 2009年10月29日 (29.10.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权: 200910076958.8 2009年1月14日 (14.01.2009) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司 (BEIJING NMC CO., LTD) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥东路1号, Beijing 100015 (CN).
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张善贵 (ZHANG, Shangui) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区酒仙桥东路1号, Beijing 100015 (CN).
- (74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE & HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市西城区西长安街88号首
- (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, 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))。

[见续页]

(54) Title: ENDPOINT CONTROL METHOD AND DEVICE OF SEMICONDUCTOR ETCH PROCESS

(54) 发明名称: 一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法和装置

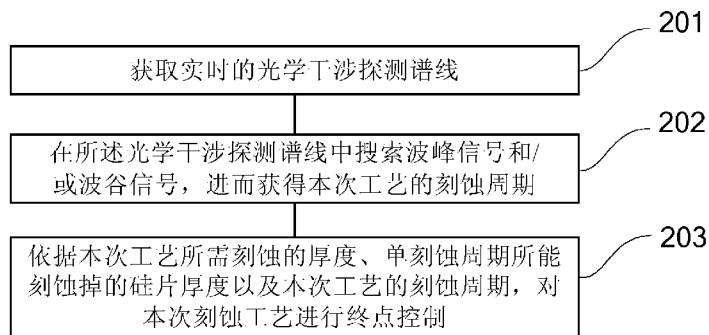


图 2 / Fig. 2

(57) Abstract: An etch endpoint control method is provided, which comprises: acquiring realtime optical interference detection spectrum lines, searching a wave peak signal and a wave valley signal in the optical interference detection spectrum lines to acquire an etch period of the current process, using the etch thickness required, the thickness of a wafer etched in one etch period and the etch period of the current process, an endpoint control is carried on the etch process. An etch endpoint control device is also provided.

[见续页]

201 ACQUIRING REALTIME OPTICAL INTERFERENCE ENDPOINT SPECTRUM LINES  
 202 SEARCHING A WAVE PEAK SIGNAL AND/OR A WAVE TROUGH SIGNAL IN THE OPTICAL INTERFERENCE DETECTION SPECTRUM LINES TO ACQUIRE AN ETCH PERIOD OF THE CURRENT PROCESS  
 203 ACCORDING TO THE ETCH THICKNESS REQUIRED TO BE ETCHED IN THE CURRENT PROCESS, THE THICKNESS OF A SILICON WAFER CAN BE ETCHED IN ONE ETCH PERIOD AND THE ETCH PERIOD OF THE CURRENT PROCESS, AN ENDPOINT CONTROL IS CARRIED ON THE ETCH PROCESS



WO 2010/081343 A1

---

(57) 摘要:

提供了一种蚀刻终点控制方法，包括获取实时的光学干涉检测谱线，在光学干涉检测谱线中搜索波峰信号和波谷信号以获取当前工艺的蚀刻周期，通过所需的蚀刻厚度，单刻蚀周期蚀刻的硅片厚度和本次工艺的刻蚀周期，对蚀刻工艺进行终点控制。也提供了一种刻蚀终点控制装置。

## 一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法和装置

### 技术领域

5 本发明涉及半导体工艺控制技术领域，特别是涉及一种针对半导体刻蚀工艺的终点控制方法及装置。

### 背景技术

10 工艺的终点诊断（Endpoint Detection）是半导体工艺生产中比较关键的一项技术。近几年来，随着刻蚀关键尺寸的逐渐减小和硅片(wafer)膜层结构的逐渐复杂，在刻蚀过程中对终点控制的要求也变得越来越高的。

在理想的刻蚀系统中，同一种工艺过程刻蚀同种类型的硅片应该具有相同的刻蚀速率，刻蚀时间应该相同。但是在实际的工艺刻蚀过程中，由于系统本身的原因或其他干扰的存在，导致刻蚀终点时间及刻蚀速率的波动或异常，从而造成片与片之间刻蚀的均匀性无法达到要求，严重的还会造成废片。  
15 因此通过预测工艺终点时间实现刻蚀终点的实时监控是非常必要的。尤其针对一些膜层复杂的工艺，如何实现对工艺各步终点的准确控制，已经成为刻蚀过程中的一个重点问题。

现有的用于工艺终点的控制方法主要是 OES（Optical Emission Spectroscopy, 光学发射光谱）方法。光学发射光谱检测系统主要是基于在线光谱检测设备对等离子体发射出的光谱进行实时检测，由于刻蚀到不同物质层光谱会出现明显的变化，通过监测刻蚀过程中刻蚀到不同层的物质时，反应物或生成物的发射谱线强度值，以此来判断刻蚀终点。参照图 1，是一个所获得的光谱信号随着工艺时间的变化示意图，其中，光谱强度信号在正常刻蚀过程（Normalize Time）101 中大致保持一个强度值，当到达终点时，光谱强度值迅速下降。  
20  
25

具体的，其获取工艺终点的方式可以包括阈值（Threshold，包括相对值和绝对值两种形式）法或斜率（Slope）法。

阈值法和斜率法的基本原理是相似的，以图 1 的谱线为例，一般可以包括如下步骤：首先获取工艺光谱信号；然后，通过光谱强度阈值参数或者光谱强度斜率参数在图 1 中寻找光谱信号的触发点（Trigger Point）102，即光谱信号强度的转折点；最后，若从 Trigger Point 开始的所有信号点在预置的 Satisfaction Time 103 均满足阈值条件，则所需的工艺终点时间就等于光谱信号的 Trigger Point 时间点再加上预置的过渡时间（Satisfaction Time）103。

对于一般 wafer 膜层比较简单且只需要在层与层之间抓取终点的工艺来说，上述光学发射光谱法基本上能够准确的采集到工艺的终点：由于刻蚀过程中层与层之间产生的聚合物不同，终点光谱曲线的强度在层与层切换时会发生明显的波动，终点采集软件容易通过信号变化的大小与趋势来准确的判断出工艺终点。

但是对于一些膜层比较复杂且需要在层内抓取终点的工艺，由于刻蚀过程中终点光谱曲线的强度信号变化不明显，上述光学发射光谱法一般就很难准确的抓取工艺终点。

总之，目前迫切需要本领域技术人员解决的一个技术问题就是：如何能够创新地提出一种工艺控制的方法，能够准确获取工艺终点，以提高产品的生产率。

## 发明内容

本发明所要解决的技术问题是提供一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法及装置，能够准确预测工艺终点时间，更好地进行工艺控制，以提高产品的生产率和生产质量。

为了解决上述技术问题，本发明提供了一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法，包括：获取实时的光学干涉探测谱线；在所述光学干涉探测谱线中搜

索波峰信号和/或波谷信号，进而获得本次工艺的刻蚀周期；依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

5 优选的，可以通过以下方式完成对本次刻蚀工艺的终点控制：依据本次工艺的刻蚀周期，实时计算截止到当前时间点  $t$ ，本次刻蚀工艺所经过的周期数；依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；通过比较上述两个周期数，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

10 优选的，也可以通过以下方式完成对本次刻蚀工艺的终点控制：依据本次工艺的刻蚀周期以及单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，实时计算当前时间点  $t$  的已被刻蚀掉的硅片厚度；通过比较所计算得到的厚度与本次工艺所需刻蚀的厚度，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

15 优选的，也可以通过以下方式完成对本次刻蚀工艺的终点控制：依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；进而，依据本次工艺的刻蚀周期，得到本次工艺的终点预测时间；通过比较当前时间点  $t$  与所述终点预测时间，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

20 优选的，所述的方法还可以包括：对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理，所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理，所述延迟处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号。

25 优选的，可以通过以下方式在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号：判断光学干涉探测谱线中光谱信号的变化趋势；若光谱信号先呈现出上升的趋势，则启动以波峰搜索开头的波峰波谷相间的搜索过程；若光谱信号先呈现出下降的趋势，则启动以波谷搜索开头的波峰波谷相间的搜索过程。

优选的，也可以通过以下方式在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号

和/或波谷信号：直接搜索波峰信号；和/或，直接搜索波谷信号。

优选的，所述的方法还可以包括：针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，如果其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期，则放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，重新搜索；或者，针对当前搜索得到的波峰  
5 或波谷信号，如果其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期，则放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，重新搜索。

作为另一个技术方案，本发明还提供了一种半导体刻蚀工艺的终点控制装置，包括：信号获取模块，用于获取实时的光学干涉探测谱线；波峰波谷搜索模块，用于在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号，进  
10 而获得本次工艺的刻蚀周期；终点控制模块，用于依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

优选的，所述的装置还可以包括：预处理模块，用于对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理，所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理，所述延迟  
15 处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号。

优选的，所述的装置还可以包括检验模块，用于：针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新  
20 搜索；或者，针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新搜索。

与现有技术相比，本发明具有以下优点：

为了满足复杂工艺的需求，以及能够获取层内工艺的终点时间，本发明放弃了传统常用的光学发射光谱信号，采用了 IEP 探测谱线（Interferometry  
25 End Point），即光学干涉光谱信号，以实现层内工艺刻蚀过程进行监控。

其次，本发明在利用 IEP 探测谱线抓取工艺终点的过程中，采用了针对

IEP 探测谱线搜索波峰波谷的计算过程, 而避免采用一些复杂算法(例如, 时域信号和频域信号相互转换的傅立叶变换等等), 其计算量相对较小, 不但可以实现层内工艺终点的控制, 而且不容易造成所抓取的工艺终点时间的延时, 更加准确。

- 5 再者, 本发明还可以通过预处理步骤以及检验步骤, 去除无效信号或者噪声信号的干扰, 提高了终点时间控制的准确性。

## 附图说明

图 1 是现有技术 OES 光谱信号随着工艺时间的变化示意图;

- 10 图 2 是本发明的一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法实施例 1 的步骤流程图;

图 3 是在一复杂膜层工艺中的 IEP 谱线例子的示意图;

图 4 是本发明的一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法实施例 2 的步骤流程图;

- 15 图 5 是本发明实施例可以采用的一种搜索波峰信号和/或波谷信号方法的步骤流程图;

图 6 是本发明实施例可以采用的另一种搜索波峰信号和/或波谷信号方法的步骤流程图;

- 20 图 7 是本发明的一种半导体刻蚀工艺的终点控制装置实施例的结构框图。

## 具体实施方式

本发明的核心是提供一种等离子体处理设备, 其维护作业过程较为简单, 从而可以节省维护成本, 并可以显著提高等离子体处理设备的使用效率。

- 25 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂, 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

参考图 2，示出了本发明的一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法的实施例 1，具体可以包括以下步骤：

步骤 201、获取实时的光学干涉探测谱线；

5 步骤 202、在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号，进而获得本次工艺的刻蚀周期；

步骤 203、依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

参照图 3，示出了在一复杂膜层工艺中的 IEP 谱线的典型示例。该 IEP 谱线的纵轴为谱线强度；横轴为工艺时间，单位为秒。从图中可以看出，在  
10 工艺时间为 120 秒的前后，该 IEP 谱线的周期性非常均匀。简单而言，工艺时间 120 秒的时刻，是层与层之间的变化时刻；在之前该 IEP 谱线所呈现出来的周期性波动表征了某个层内的工艺过程，之后的周期性波动表征了另一层内的工艺过程。本发明就是期望利用该 IEP 谱线在一个层内均匀的周期性波动来对层内刻蚀过程进行终点控制。

15 本发明所采用的主要技术原理是：根据光的干涉原理可知，对于波长为  $\lambda$  的发射光谱，在其每个周期内刻蚀掉的 wafer 的膜层厚度为： $D = \lambda/2n$ ，式中  $n$  为发射光谱穿透膜层的折射率。在此基础之上，由于每次工艺开始前，都会已知 wafer 要被刻蚀掉的厚度，则可以依据发射光谱的参数  $\lambda$  和  $n$ ，计算出本次刻蚀所需的刻蚀周期情况，而从图 3 所示的 IEP 谱线特性中，可以得  
20 知其能够很好的表征本次工艺的刻蚀周期波动情况，从而实现工艺的终点控制。

在对实时 IEP 谱线的特性分析中，可以采用将 IEP 谱线实时的时域信号变换成频域信号，然后分析或者周期数的方式。但是该方式在终点控制的过程中需要不断的对实时信号进行复杂的傅立叶变换（快速傅立叶变换），计算  
25 量非常大，很容易导致终点信号的延时；本发明对其进行了改进，采用了搜索波峰波谷的方式（具体过程在后面详述），其计算量比较少，可以降低对控



制器计算资源的占用，避免延迟。

从图 3 的示意图，我们可以看出，在工艺时间从 40 秒到 120 秒的时间间隔内，通过本发明可以识别出多个波峰和波谷，每一个相邻的波峰和波谷就可以构成一个刻蚀周期，而实际中每个刻蚀周期的时间数值可能并不完全相等，例如，图 3 中在工艺时间从 40 秒到 120 秒的时间间隔内，前端的刻蚀周期在 6.5 秒左右，后端的刻蚀周期则在 6 秒左右。因此，在实际应用中，当进行终点控制时，可以采用已进行的多个刻蚀周期的平均值，也可以采用最新刻蚀周期的实际值。

参考图 4，示出了本发明的一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法的实施例 2，实施例 2 和实施例 1 相比，增加了一些优选步骤，具体可以包括以下步骤：

步骤 401、获取实时的光学干涉探测谱线；

步骤 402、对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理，所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理 (Delay)，所述延迟处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号；

滤波处理可以去除一些噪声信号等，具体滤波方法有很多，优选的，可以采用中位值滤波法、算术滤波法以及一阶滞后滤波法等等，本发明无需对此加以限制。由于在本次工艺最开始的一段时间内，并没有真正开始刻蚀，这些光谱信号并不能正确反正层内的刻蚀工艺过程，因此需要将其去除，以便在后续步骤中得到的波峰波谷信号是正确的。

步骤 403、在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号；

步骤 404、对所得到的波峰信号和/或波谷信号进行检验，依据检验合格的波峰信号和/或波谷信号获得本次工艺的刻蚀周期；

步骤 405、依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

由于在搜索波峰波谷的过程中，有可能将一些光谱信号的噪声点误抓取

为波峰或波谷信号，为了避免这种情况，提高识别准确率，本实施例优选增加了步骤 404。步骤 404 可以对所有搜索到的波峰波谷信号进行检验，也可以仅针对部分满足某种条件的信号进行检验，本发明对此都无需加以限制。

具体的，步骤 404 可以采用以下方式检验。

5       方式 1: 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，如果其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期，则放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，重新搜索。

      方式 2: 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，如果其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期，则放弃当前搜索得到的波峰或波  
10   谷信号，重新搜索。

      上述方式可以择一执行，也可以同时采用。其中的预设周期值，可以为依据经验数据直接设定的，也可以为依据实时周期计算值而设定的。例如，以相同工艺相同波长下谱线的最小刻蚀周期值作为衡量标准，如果所搜索出来的波峰波谷之间的时间差小于半个最小周期（最小半周期），或者波峰与波  
15   峰之间（波谷与波谷之间）的时间差小于一个最小周期，则说明所搜索出来的信号点是不正确的，需要重新搜索。

      参照图 5，给出了本发明实施例可以采用的一种在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号的方法，具体可以包括下述步骤：

      步骤 501，判断光学干涉探测谱线中光谱信号的变化趋势；若光谱信号  
20   先呈现出上升的趋势，则执行步骤 502-503-504；若光谱信号先呈现出下降的趋势，则执行步骤 505-506-507；

      步骤 502，搜索波峰信号；

      步骤 503，然后搜索波谷信号；

      步骤 504，检验所搜索得到的波峰信号和波谷信号之间是否满足最小半  
25   周期，如果满足，则返回执行步骤 502，进行下一波峰的搜索；如果不满足，则返回执行步骤 503，重新搜索波谷信号。

步骤 505, 搜索波谷信号;

步骤 506, 然后搜索波峰信号;

步骤 507, 检验所搜索得到的波峰信号和波谷信号之间是否满足最小半周期, 如果满足, 则返回执行步骤 505, 进行下一波谷的搜索; 如果不满足, 5 则返回执行步骤 506, 重新搜索波峰信号。

具体的, 光学干涉探测谱线中光谱信号的变化趋势可以主要采用连续  $k$  个点信号的光强值与基准点光强值的差值进行判断, 即若存在信号点  $E(i)$  满足:

$$E(i+1)-E(i) \geq 0 \quad E(i+2)-E(i) \geq 0 \quad \dots \quad E(i+k)-E(i) \geq 0$$

10 则表示 IEP 光谱信号呈现出上升的趋势, 反之若存在信号点  $E(i)$  满足:

$$E(i+1)-E(i) \leq 0 \quad E(i+2)-E(i) \leq 0 \quad \dots \quad E(i+k)-E(i) \leq 0$$

则表示 IEP 光谱信号呈现出下降的趋势。

这一步骤的核心与关键就是参数  $k$  的确定, 参数  $k$  的取值与信号采样频率密切相关, 若采样频率越大, 参数  $k$  的取值可相应增大。

15 具体的, 对于波峰和波谷的搜索判定, 可以采用目标点的左右连续  $m$  点的光强值与目标点光强值的差值来实现。例如,

对于需要在当前信号点中搜索波峰时, 则如果存在信号点  $E(i)$  满足下式, 那么信号点  $E(i)$  为光谱信号的一个波峰:

$$E(i)-E(i-1) \geq 0 \quad E(i)-E(i-2) \geq 0 \quad \dots \quad E(i)-E(i-m) \geq 0$$

$$20 \quad E(i)-E(i+1) \geq 0 \quad E(i)-E(i+2) \geq 0 \quad \dots \quad E(i)-E(i+m) \geq 0$$

对于需要在当前信号点中搜索波谷时, 则如果存在信号点  $E(i)$  满足下式成立, 那么信号点  $E(i)$  为光谱信号的一个波谷:

$$E(i)-E(i-1) \leq 0 \quad E(i)-E(i-2) \leq 0 \quad \dots \quad E(i)-E(i-m) \leq 0$$

$$E(i)-E(i+1) \leq 0 \quad E(i)-E(i+2) \leq 0 \quad \dots \quad E(i)-E(i+m) \leq 0$$

25 式中, 参数  $m$  为波峰波谷信号的判断条件数,  $m$  越大, 波峰或波谷的信

号越真。

参照图 6，给出了本发明实施例可以采用的另一种在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号的方法，图 6 所示流程和图 5 所示流程的区别在于，图 6 的流程无需判定信号趋势，而是直接开始搜索。具体可以包括：

步骤 601，选择搜索波峰或者波谷信号；如果选择搜索波峰，则执行步骤 602，如果选择搜索波谷，则执行步骤 606；

步骤 602，搜索波峰信号；

步骤 603，搜索下一波峰信号；

10 步骤 604，检验前述相邻的两个波峰是否满足最小周期，如果满足，则执行步骤 603，搜索下一波峰信号；如果不满足，则执行步骤 605，重新搜索当前的波峰信号，直到其符合条件后再执行步骤 603，搜索下一波峰信号。

步骤 606，搜索波谷信号；

步骤 607，搜索下一波谷信号；

15 步骤 608，检验前述相邻的两个波谷是否满足最小周期，如果满足，则执行步骤 607，搜索下一波谷信号；如果不满足，则执行步骤 609，重新搜索当前的波谷信号，直到其符合条件后再执行步骤 607，搜索下一波谷信号。

上述图 5 和图 6 所示的流程仅仅是本发明用于搜索波峰波谷信号的示例，实际上，还有很多可行的方案，本发明在此不再一一详述。例如，图 6 所示的流程中波峰和波谷信号的搜索过程可以都进行，而不用择一进行；再例如，对于光谱开始一段时间内的光谱信号，既判断其是不是波峰信号，又判断其是不是波谷信号，等确定了一个信号后，不管是波峰还是波谷，其后的判断流程也就确定了，因为波峰波谷一定是间隔出现的。

下面对本发明可能采用的具体控制过程进行简单举例描述。

25 控制方式 1

步骤 a、依据本次工艺的刻蚀周期，实时计算截止到当前时间点 t，本次

刻蚀工艺所经过的周期数；

例如，本次工艺的刻蚀周期为  $T$ ，那么，对于当前时间点  $t$ ，本次刻蚀工艺所经过的周期数  $\text{Count}=t/T$ 。

步骤 b、依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；

步骤 c、通过比较上述两个周期数，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

具体的，由于实际工艺中，每个刻蚀周期的时间值并不绝对相同，所以可以依据已经计算得到的多个刻蚀周期的平均值，实时计算当前时间点  $t$  的周期数。当然，也可以对于已经计算得到的整数个的刻蚀周期，采用实际数值计入，对于最新的不足一个刻蚀周期的，则采用当前刻蚀周期的时间值进行计算即可。由于具体计算方法很多，本发明在此就不一一详述了。

#### 控制方式 2

步骤 a、依据本次工艺的刻蚀周期以及单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，实时计算当前时间点  $t$  的已被刻蚀掉的硅片厚度；

对于波长为  $\lambda$  的发射光谱，在其每个周期内刻蚀掉的 wafer 的膜层厚度为： $D = \lambda/2n$ ，式中  $n$  为发射光谱穿透膜层的折射率。那么，当前时间点  $t$ ，已被刻蚀掉的硅片厚度为： $h = \text{Count} * \lambda/2n$ ，其中  $\text{Count} = t/T$ 。

步骤 b、通过比较所计算得到的厚度  $h$  与本次工艺所需刻蚀的厚度  $H$ ，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

#### 控制方式 3

步骤 a、依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；进而，依据本次工艺的刻蚀周期，得到本次工艺的终点预测时间  $T$ ；

步骤 b、通过比较当前时间点  $t$  与所述终点预测时间  $T$ ，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

控制方式 1、2、3 的控制原理基本相似，相通之处就不再赘述。

参照图 7，示出了本发明一种半导体刻蚀工艺的终点控制装置实施例。

该实施例提供的半导体刻蚀工艺的终点控制装置包括下述模块：

信号获取模块 701，用于获取实时的光学干涉探测谱线；

- 5 波峰波谷搜索模块 702，用于在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号，进而获得本次工艺的刻蚀周期；

终点控制模块 703，用于依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

- 10 优选的，图 7 所示实施例还可以包括：预处理模块 704，用于对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理，所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理，所述延迟处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号。预处理后的谱线信号再输出给波峰波谷搜索模块 702，用于进行波峰波谷的搜索。

- 15 优选的，图 7 所示实施例还可以包括：检验模块 705，用于对波峰波谷搜索模块 702 所得到的波峰波谷信号进行检验，以防止将噪声信号误确认为波峰或波谷信号。

具体的，可以采用以下方式进行检验：

- 20 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新搜索；

或者，针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新搜索。

- 25 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可。另外，由于图 7 所示的装置实施例可以对应适用于前述的方法实施例

中，所以描述较为简略，未详尽之处可以参见本说明书前面相应部分的描述。

以上对本发明所提供的一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法和装置进行了详细介绍，本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，  
5 对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处，综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

## 权 利 要 求 书

1、一种半导体刻蚀工艺的终点控制方法，其特征在于，包括下述步骤：  
获取实时的光学干涉探测谱线；

5 在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号，进而获得本次工艺的刻蚀周期；

依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过以下方式完成对本次  
10 刻蚀工艺的终点控制：

依据本次工艺的刻蚀周期，实时计算截止到当前时间点  $t$ ，本次刻蚀工艺所经过的周期数；

依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；

15 通过比较上述两个周期数，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过以下方式完成对本次刻蚀工艺的终点控制：

20 依据本次工艺的刻蚀周期以及单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，实时计算当前时间点  $t$  的已被刻蚀掉的硅片厚度；

通过比较所计算得到的厚度与本次工艺所需刻蚀的厚度，获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点，进而执行相应的控制。

4、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，通过以下方式完成对本次刻蚀工艺的终点控制：

25 依据本次工艺所需刻蚀的厚度和单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度，获取工艺终点所需的周期数；进而，依据本次工艺的刻蚀周期，得到本次工艺



的终点预测时间;

通过比较当前时间点  $t$  与所述终点预测时间, 获知当前时间点  $t$  是否到达工艺终点, 进而执行相应的控制。

5、如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

5 对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理, 所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理, 所述延迟处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号。

6、如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 通过以下方式在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号:

判断光学干涉探测谱线中光谱信号的变化趋势;

10 若光谱信号先呈现出上升的趋势, 则启动以波峰搜索开头的波峰波谷相间的搜索过程;

若光谱信号先呈现出下降的趋势, 则启动以波谷搜索开头的波峰波谷相间的搜索过程。

7、如权利要求 5 所述的方法, 其特征在于, 通过以下方式在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号:

直接搜索波峰信号; 和/或

直接搜索波谷信号。

8、如权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 还包括:

20 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号, 如果其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期, 则放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号, 重新搜索; 或者

针对当前搜索得到的波峰或波谷信号, 如果其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期, 则放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号, 重新搜索。

25 9、一种半导体刻蚀工艺的终点控制装置, 其特征在于, 包括:

信号获取模块, 用于获取实时的光学干涉探测谱线;

波峰波谷搜索模块，用于在所述光学干涉探测谱线中搜索波峰信号和/或波谷信号，进而获得本次工艺的刻蚀周期；

终点控制模块，用于依据本次工艺所需刻蚀的厚度、单刻蚀周期所能刻蚀掉的硅片厚度以及本次工艺的刻蚀周期，对本次刻蚀工艺进行终点控制。

5 10、如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，还包括：

预处理模块，用于对所获取的光学干涉探测谱线进行预处理，所述预处理包括滤波处理和/或延迟处理，所述延迟处理用于忽略探测谱线开始一段时间的无效信号。

11、如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，还包括检验模块，用于：

10 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波谷或波峰信号之间的时间差小于半个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新搜索；或者

15 针对当前搜索得到的波峰或波谷信号，当其与前一个波峰或波谷信号之间的时间差小于一个预设周期时，放弃当前搜索得到的波峰或波谷信号，通知波峰波谷搜索模块重新搜索。

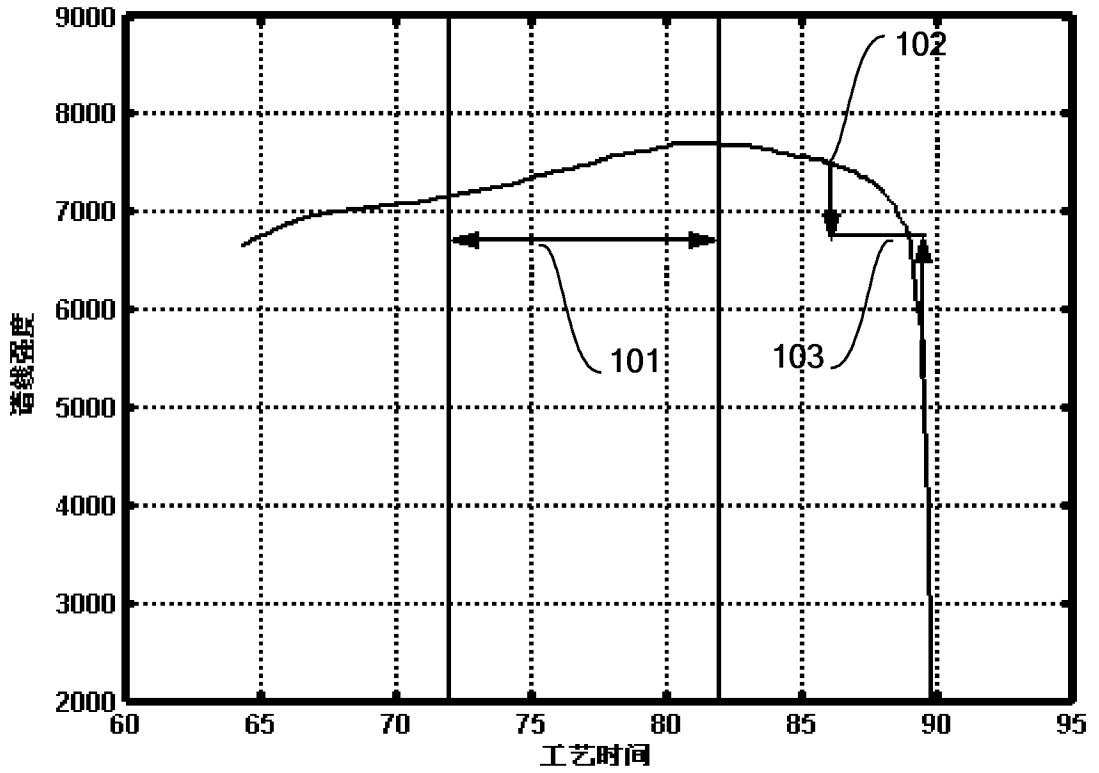


图 1

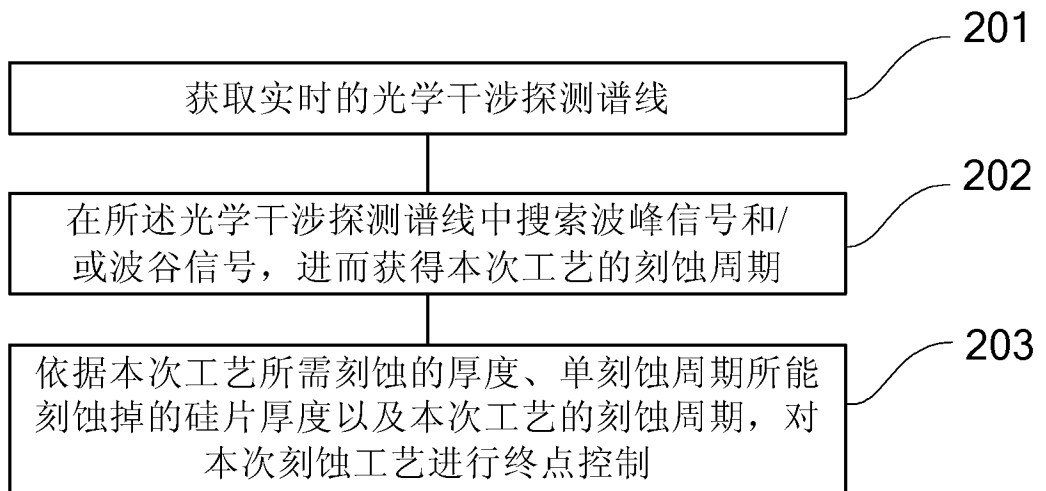


图 2

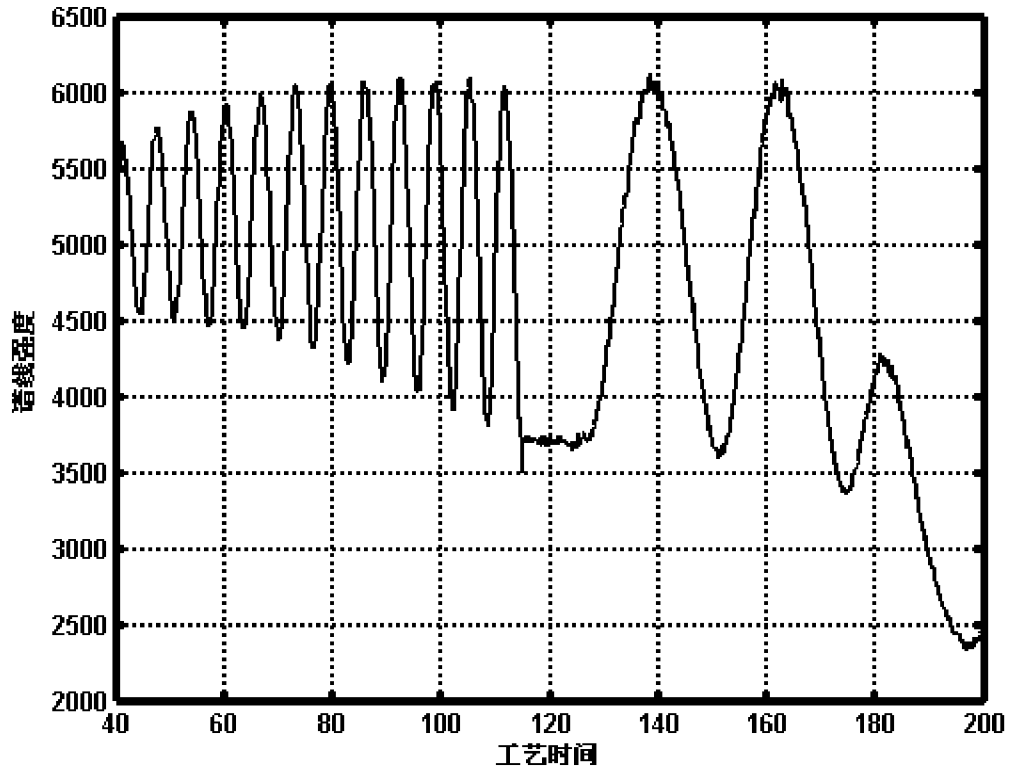


图 3

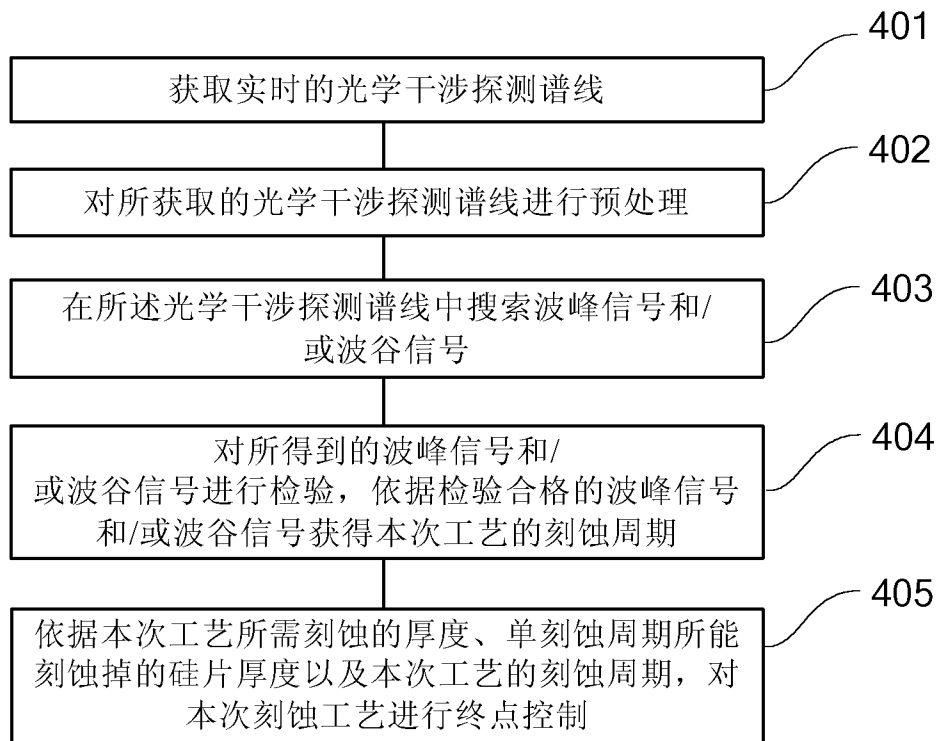


图 4

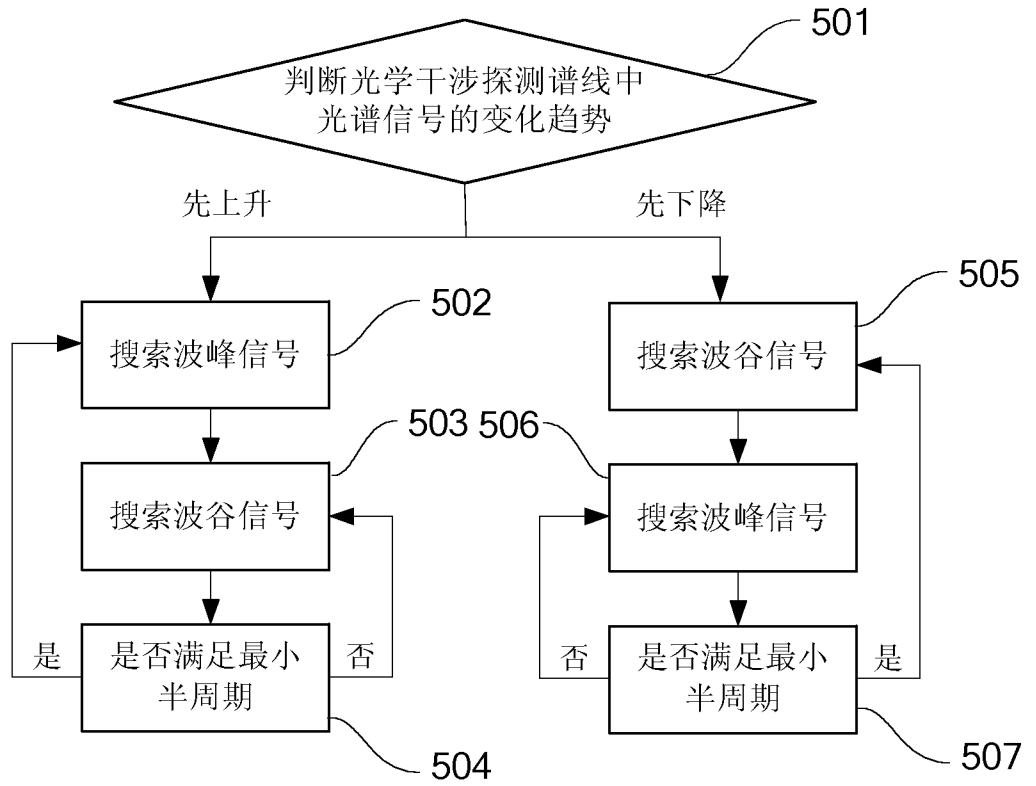


图 5

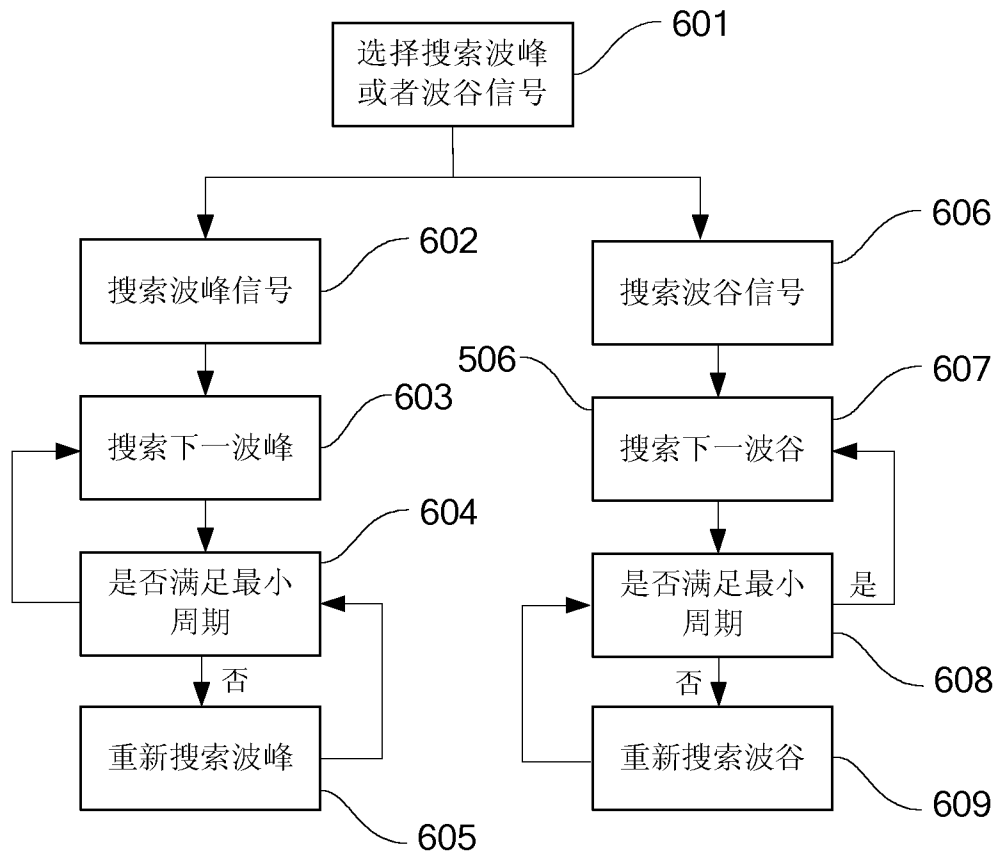


图 6

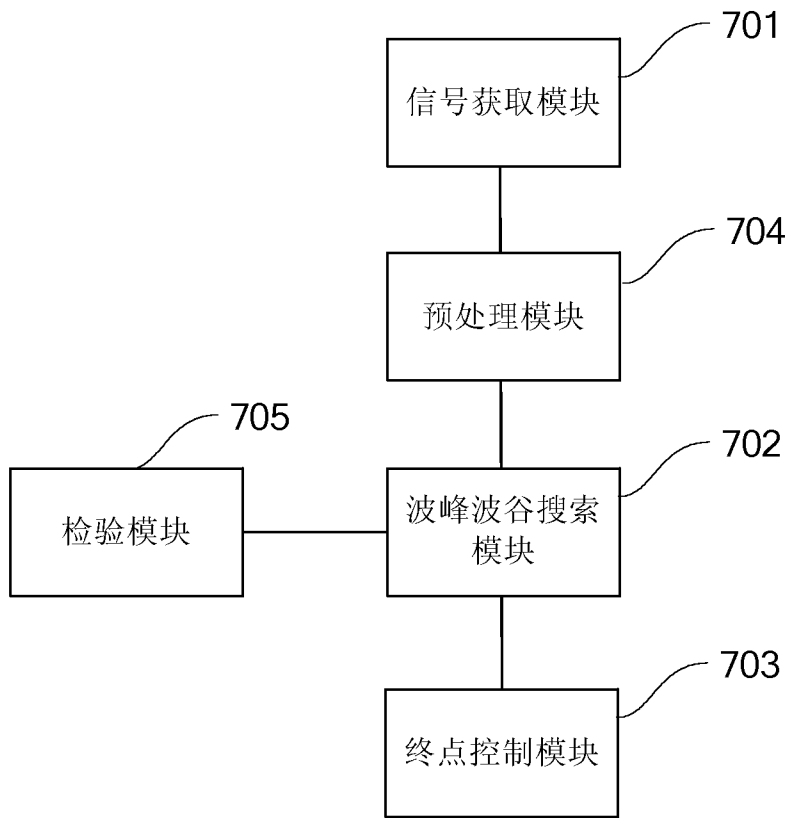


图 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/074695

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/66(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)

IPC:H01L 21/-

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)

CPRS,CNKI,WPI,EPODOC: interfere+,peak,valley,etch,endpoint,detect,thickness,period,IEP

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN1633707A (LAM RESEARCH CORPORATION) 29 Jun. 2005 (29. 06. 2005) specification: page 5, line 12–page 8, line 17, page 13, line 8–page 14, line 3, figs. 4B–E	1–7, 9, 10
A		8, 11
A	US5372673A (MOTOROLA) 13 Dec. 1994 (13. 12. 1994) the whole document	1–11
A	US4618262A (APPLIED MATERIALS. , INC. ) 21. 10 月 1986(21. 10. 1986)the whole document	1–11
PX	CN101465289A (BEIJ-N) 24. 6 月 2009 (24. 06. 2009) the whole document	1–11

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Date of the actual completion of the international search  
27 Jan. 2010 (27.01.2010)

Date of mailing of the international search report  
**11 Feb. 2010 (11.02.2010)**

Name and mailing address of the ISA/CN  
The State Intellectual Property Office, the P.R.China  
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China  
100088  
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer  
**ZHI, Yue**  
Telephone No. (86-10)62411788

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

International application No.  
PCT/CN2009/074695

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1633707A	29. 06. 2005	W003038889A2	08. 05. 2003
		TW567572A	21. 12. 2003
		AU2002353877A1	12. 05. 2003
		US6977184B1	20. 12. 2005
		AU2002353877A8	20. 10. 2005
		US2006040415A1	23. 02. 2006
US5372673A	13. 12. 1994	JP7335613A	22. 12. 1995
US4618262A	21. 10. 1986	JP61034944A	19. 02. 1986
CN101465289A	24. 06. 2009	NONE	



国际检索报告

国际申请号  
PCT/CN2009/074695

**A. 主题的分类**  
H01L21/66(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)  
IPC:H01L 21/-

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))CPRS,CNKI:干涉, 波峰, 波谷, 蚀刻, 终点, 检测, 厚度, 周期, IEP WPI,EPODOC: interfere+,peak,valley,etch,endpoint,detect,thickness,period,IEP

**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	CN1633707A (兰姆研究有限公司)29.6月2005 (29.06.2005)说明书第5页第12行-第8页第17行, 第13页第8行-第14页第3行、图4B-E	1-7, 9, 10
A		8, 11
A	US5372673A(MOTOROLA)13.12月1994 (13.12.1994)全文	1-11
A	US4618262A(APPLIED MATERIALS.,INC.)21.10月1986 (21.10.1986)全文	1-11
PX	CN101465289A(北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司)24.6月2009 (24.06.2009)全文	1-11

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: 27.1月2010 (27.01.2010)      国际检索报告邮寄日期: 11.2月2010 (11.02.2010)

ISA/CN 的名称和邮寄地址: 中华人民共和国国家知识产权局  
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: 智月  
电话号码: (86-10) 62411788

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号  
**PCT/CN2009/074695**

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN1633707A	29. 06. 2005	W003038889A2	08. 05. 2003
		TW567572A	21. 12. 2003
		AU2002353877A1	12. 05. 2003
		US6977184B1	20. 12. 2005
		AU2002353877A8	20. 10. 2005
		US2006040415A1	23. 02. 2006
US5372673A	13. 12. 1994	JP7335613A	22. 12. 1995
US4618262A	21. 10. 1986	JP61034944A	19. 02. 1986
CN101465289A	24. 06. 2009	无	