

(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
2019 年 8 月 8 日 (08.08.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/148952 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/66 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/117824

(22) 国际申请日: 2018 年 11 月 28 日 (28.11.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201810107621.8 2018 年 2 月 2 日 (02.02.2018) CN

(71) 申请人: 北京北方华创微电子装备有限公司 (**BEIJING NAURA MICROELECTRONICS EQUIPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 林源为 (**LIN, Yuanwei**); 中国北京市北京经济技术开发区文昌大道 8 号, Beijing 100176 (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**); 中国北京市东城区建国门内大街 28 号民生金融中心 D 座 10 层 张天舒, Beijing 100005 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,

(54) **Title:** METHOD FOR OBTAINING ETCHING DEPTH LIMIT VALUE

(54) 发明名称: 获得刻蚀深度极限值的方法

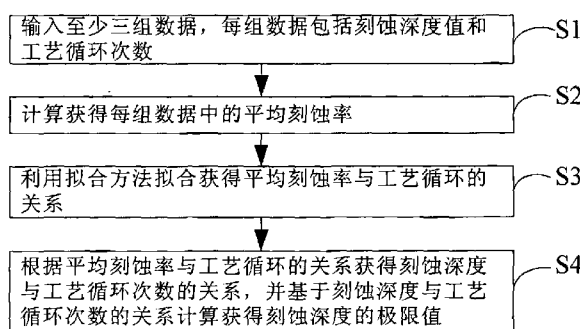


图 1

S1 Input at least three sets of data, each set of data comprising an etching depth value and a number of process cycles
S2 Calculate an average etching rate in each set of data
S3 Perform fitting with a fitting method to obtain a relation between the average etching rate and the process cycle
S4 Obtain a relation between etching depth and the number of process cycles according to the relation between the average etching rate and the process cycle, and calculate an etching depth limit value on the basis of the relation between the etching depth and the number of process cycles

(57) **Abstract:** The present invention provides a method for obtaining an etching depth limit value, comprising the following steps: S1, inputting at least three sets of data, each set of data comprising an etching depth value and a corresponding number of process cycles; S2, calculating an average etching rate in each set of data, the average etching rate being a ratio of the etching depth value to the number of process cycles; S3, performing fitting with a fitting method to obtain a relation between the average etching rate and the process cycle; and S4, obtaining a relation between etching depth and the number of process cycles according to the relation between the average etching rate and the process cycle, and calculating an etching depth limit value on the basis of the relation between the etching depth and the number of process cycles. According to the method for obtaining an etching depth limit value provided in the present invention, the etching depth limit value can be obtained through less tests, so that the method can be simplified and the costs can be lowered.

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： 本发明提供一种获得刻蚀深度极限值的方法，包括以下步骤：**S1**，输入至少三组数据，每组数据包括刻蚀深度值和对应的工艺循环次数；**S2**，计算各组数据中的平均刻蚀率，该平均刻蚀率为刻蚀深度值与工艺循环次数的比值；**S3**，利用拟合方法拟合获得平均刻蚀率与工艺循环的关系；**S4**，根据平均刻蚀率与工艺循环的关系获得刻蚀深度与工艺循环次数的关系，并基于刻蚀深度与工艺循环次数的关系计算获得刻蚀深度的极限值。本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法，其可以采用较少的试验次数获得刻蚀深度极限值，从而可以简化方法，降低成本。

获得刻蚀深度极限值的方法

技术领域

本发明涉及微电子技术领域，具体地，涉及一种获得刻蚀深度极限值的方法。

背景技术

深硅刻蚀技术在微电子产业中具有广泛而重要的应用，例如，在集成电路制造领域，需要采用深硅刻蚀技术在两层互联金属线之间的层间膜内制作深通孔，并在该深通孔中填入互联金属，以将晶体管连接成具有一定功能的器件回路。又如，在封装领域，硅通孔（Through Silicon Vias, TSV）技术仍然是提升器件性能、降低功耗和减小器件体积的主流封装方法。

对于具有较大深宽比的孔，很难采用传统的湿法刻蚀制作，必须采用干法刻蚀。Bosch 工艺是目前实现深硅刻蚀的主流工艺方法，其基本原理是：首先在待刻蚀的图形侧壁形成聚合物保护层，然后利用化学反应同时刻蚀聚合物保护层和待刻蚀材料，经过刻蚀与沉积的循环进行，最终实现各向异性的深硅刻蚀。在该过程中，等离子体起到非常关键的作用，而受限于是等离子体的浓度和平均自由程等因素的影响，任何深硅刻蚀在特定条件下都存在一个极限刻蚀深度。

探知刻蚀机的极限刻蚀深度对于器件设计、生产过程异常排查和机台维护等诸多方面都有重要的意义。目前，获得极限刻蚀深度需要逐片进行工艺，这极大地增加了成本，而且还有可能无法获得测试结果。

因此，如何通过简便的低成本方法估算出刻蚀机的极限刻蚀深度是目前亟待解决的问题。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提出了一种获得刻蚀深度极限值的方法，其可以采用较少的试验次数获得刻蚀深度的极限值，从而可以简化方法，降低成本。

为实现本发明的目的而提供一种获得刻蚀深度极限值的方法，包括以下步骤：

S1，输入至少三组数据，每组数据包括刻蚀深度值和工艺循环次数；

S2，计算获得每组所述数据中的平均刻蚀率，所述平均刻蚀率为所述刻蚀深度值与所述工艺循环次数的比值；

S3，利用拟合方法拟合获得所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系；

S4，根据所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系获得刻蚀深度与工艺循环次数的关系，并基于所述刻蚀深度与工艺循环次数的关系计算获得刻蚀深度的极限值。

可选的，在所述步骤 S3 中，利用线性拟合方法拟合出表示所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系的线性方程；

在所述步骤 S4 中，根据所述线性方程获得表示刻蚀深度与工艺循环次数的关系的二次曲线，并根据所述二次曲线计算获得刻蚀深度的极限值。

可选的，在所述步骤 S3 中，所述线性拟合方法包括最小二乘法；所述线性方程为： $y = ax + b$ ；

其中，a 为二次方系数；b 为一次方系数；变量 y 代表所述平均刻蚀率；变量 x 代表所述工艺循环次数；并且，

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

其中， $i=1,2,\dots,m$ ，m 为所述数据的组数； x_i 为第 i 组数据中的工艺循环次

数； y_i 为第*i*组数据中的所述平均刻蚀率； $\bar{x}$ 为*m*组数据中所述工艺循环次数的平均值； $\bar{y}$ 为*m*组数据中所述平均刻蚀率的平均值。

可选的，在所述步骤 S4 中，所述二次曲线为： $h = an^2 + bn$ ；

其中，变量 *h* 代表所述刻蚀深度，变量 *n* 代表所述工艺循环次数。

可选的，在所述步骤 S4 中，对所述二次曲线求极值，获得所述刻蚀深度的极限值为： $h_{\text{limit}} = -b^2 / 4a$ 。

可选的，所述方法还包括步骤 S3'，所述步骤 S3'在所述步骤 S3 之前或者之后进行，或者与所述步骤 S3 同时进行；所述步骤 S3'包括：

S31'，计算各组数据中所述平均刻蚀率与所述工艺循环次数的线性相关系数；

S32'，判断该线性相关系数是否大于或者等于预设达标值；若是，则进行所述步骤 S3，若否，则进行步骤 S33'；

S33'，判断所述数据是否大于三组，若是，则进行步骤 S34'，若否，则返回执行所述步骤 S1；

S34'，选择任意三组数据来执行所述步骤 S31'，且判断该线性相关系数是否大于或者等于所述预设达标值；若是，则进行所述步骤 S3；若否，则返回执行所述步骤 S1。

可选的，在所述步骤 S31'中，根据下述公式计算所述平均刻蚀率与所述工艺循环次数的线性相关系数：

$$r(X,Y) = \frac{\text{Cov}(X,Y)}{[\text{Var}(X) \cdot \text{Var}(Y)]^{1/2}}$$

其中，*X* 为工艺循环次数；*Y* 为平均刻蚀率； $r(X,Y)$ 为线性相关系数； $\text{Cov}(X,Y)$ 为 *X* 和 *Y* 的协方差； $\text{Var}(X)$ 为 *X* 的方差； $\text{Var}(Y)$ 为 *Y* 的方差。

可选的，所述预设达标值为 0.97。

可选的，所述至少三组数据通过进行对应组数的试验获得，不同组数据

对应的试验采用的所述工艺循环次数不同，而其他工艺参数均相同。

可选的，所述试验包括沉积步骤和刻蚀步骤，所述工艺循环次数为循环进行所述沉积步骤和刻蚀步骤的次数。

可选的，该方法应用于深硅刻蚀工艺中。

本发明具有以下有益效果：

本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法，其根据输入的包含刻蚀深度值和工艺循环次数的至少三组数据，计算各组数据中的平均刻蚀率，并利用拟合方法拟合获得平均刻蚀率与工艺循环次数的关系，然后根据该关系获得刻蚀深度与工艺循环次数的关系，并基于刻蚀深度与工艺循环次数的关系计算获得刻蚀深度的极限值。由于只需要进行至少三次试验即可获得刻蚀深度的极限值，本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法较简便，且成本较低。而且，该方法通过输入组数较少的数据，即可自动获得刻蚀深度极限值，从而实现了自动化。另外，本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法不受器件种类和特征尺寸的局限，应用范围较广。

附图说明

图1为本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法的一种流程图；

图2为本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法的另一种流程图；

图3A为刻蚀深度值与工艺循环次数的曲线图；

图3B为平均刻蚀率与工艺循环次数的曲线图；

图3C为刻蚀深度的极大值的曲线图。

具体实施方式

为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图来

对本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法进行详细描述。

请参阅图 1，本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法，其包括以下步骤：

S1，输入至少三组数据，每组数据包括刻蚀深度值和对应的工艺循环次数；

S2，计算各组数据中的平均刻蚀率，该平均刻蚀率为刻蚀深度值与工艺循环次数的比值；

S3，利用拟合方法拟合获得平均刻蚀率与工艺循环的关系；

S4，根据平均刻蚀率与工艺循环的关系获得刻蚀深度与工艺循环次数的关系，并基于刻蚀深度与工艺循环次数的关系计算获得刻蚀深度的极限值。

由于只需要进行至少三次试验即可获得刻蚀深度极限值，本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法较简便，且成本较低。而且，该方法通过输入组数较少的数据，即可自动获得刻蚀深度极限值，从而实现了自动化。另外，本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法不受器件种类和特征尺寸的局限，应用范围较广。

在上述步骤 S3 中，利用线性拟合方法拟合出表示平均刻蚀率与工艺循环的关系的线性方程。

在进行线性拟合时，可以剔除明显偏离线性区域的点，然后建立线性方程。

可选的，线性拟合的方法包括最小二乘法；获得的线性方程为： $y = ax + b$ ；其中，变量 y 代表平均刻蚀率；变量 x 代表工艺循环次数，并且，

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} \quad (\text{式 1})$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x} \quad (\text{式 2})$$

其中， a 为二次方系数； b 为一次方系数； $i=1,2,\dots,m$ ， m 为数据的组数； x_i

为第 i 组数据中的工艺循环次数; y_i 为第 i 组数据中的指定参数值; $\bar{x}$ 为至少三组数据中的工艺循环次数的平均值; $\bar{y}$ 为至少三组数据中的指定参数值的平均值。

在上述步骤 S4 中, 根据线性方程获得表示刻蚀深度与工艺循环次数的关系的二次曲线, 并根据该二次曲线计算获得刻蚀深度的极限值。

具体地, 获得的刻蚀深度与工艺循环次数之间关系的二次曲线为:

$$h = an^2 + bn;$$

其中, 变量 h 代表刻蚀深度, 变量 n 代表工艺循环次数。

可选的, 在上述步骤 S4 中, 对二次曲线 ($h = an^2 + bn$) 求极值, 获得刻蚀深度的极限值为: $h_{\text{limit}} = -b^2 / 4a$ 。

具体地, 极值推导过程为:

$$h = an^2 + bn$$

$$h = a(n^2 + bn/a)$$

$$h = a(n^2 + bn/a + b^2/4a^2 - b^2/4a^2)$$

$$h = a(n^2 + bn/a + b^2/4a^2) - b^2/4a$$

$$h = a(n + b/2a)^2 - b^2/4a$$

由于 $(n + b/2a)^2$ 是一个非负数, 其最小值为 0, 因此在 $(n + b/2a)^2 = 0$ 时, 可以得到 $h_{\text{limit}} = -b^2/4a$ 。

下面对本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法的具体实施方式进行详细描述。具体地, 请参阅图 2, 该方法包括以下步骤:

S101, 输入至少三组数据, 每组数据包括刻蚀深度值和对应的工艺循环次数。

S102, 判断数据的组数是否大于或者等于三组, 若是, 则进行步骤 S103; 若否, 则返回步骤 S101。

S103, 计算各组数据中的平均刻蚀率, 该平均刻蚀率为刻蚀深度值与工艺循环次数的比值;

S104, 计算各组数据中的平均刻蚀率与工艺循环次数之间的线性相关系数;

S105, 判断该线性相关系数是否大于或者等于预设达标值; 若是, 则进行步骤 S107; 若否, 则进行步骤 S106。

S106, 判断数据的组数是否大于三组, 若是, 则进行步骤 S109; 若否, 则返回执行步骤 S101。

S107, 利用线性拟合的方法拟合出平均刻蚀率与工艺循环次数之间关系的线性方程。

S108, 根据线性方程获得刻蚀深度与工艺循环次数之间关系的二次曲线, 并根据二次曲线计算刻蚀深度的极限值。

S109, 选择任意三组数据来执行步骤 104;

S110, 判断该线性相关系数是否大于或者等于预设达标值; 若是, 则进行步骤 S107; 若否, 则返回执行步骤 S101。

由上可知, 在步骤 S2 之后, 且在步骤 S3 之前, 增加了三组数据中的平均刻蚀率的线性度的计算和判断过程, 该过程可以与上述步骤 S3 同时进行, 或者也可以在步骤 S3 之前或者之后进行。

具体地, 在上述步骤 S104 中, 根据下述公式计算平均刻蚀率与工艺循环次数之间的线性相关系数;

$$r(X,Y) = \frac{Cov(X,Y)}{[Var(X) \cdot Var(Y)]^{1/2}}$$

其中, X 为工艺循环次数; Y 为平均刻蚀率; $r(X,Y)$ 为线性相关系数; $Cov(X,Y)$ 为 X 和 Y 的协方差; $Var(X)$ 为 X 的方差; $Var(Y)$ 为 Y 的方差。

在上述步骤 S105 中, 判断上述线性相关系数是否大于或者等于预设达标值, 若是, 则进行步骤 S107; 若否, 则进行步骤 S106。

在实际应用中, 上述预设达标值可以为 0.97。

本发明实施例提供的获得刻蚀深度极限值的方法，其可以应用于深硅刻蚀工艺中。具体地，至少三组数据可以通过进行对应组数的试验获得，各组试验采用的工艺循环次数不同，而其他参数均相同。而且，每组试验包括沉积步骤和刻蚀步骤，工艺循环次数为循环进行沉积步骤和刻蚀步骤的次数。

以数据的组数为 6 组为例，6 组刻蚀工艺试验的工艺配方如表 1 所示；6 组数据及指定参数值的平均值如表 2 所示。

表 1，6 组刻蚀工艺试验的工艺配方。

工艺步	气 压 (mTorr)	上电极 中心功 率(W)	上电极 边缘功 率(W)	下电极 功 率 (W)	中 心 SF ₆ 流 量 (sccm)	边 缘 SF ₆ 流 量 (sccm)	中心 C ₄ F ₈ 流 量 (sccm)	边缘 C ₄ F ₈ 流 量 (sccm)	每步时 间* (s)
沉积步	30	1800	750	1	1	1	25	150	1.5~2.5
刻蚀步	30	2200	600	22	30	200	1	1	1.6~2.2

表 2，6 组刻蚀工艺的数据结果。

工艺序数	循环次数	刻蚀深度 (μm)	平均刻蚀速率 (μm/循环)
第一组	75	10.2	0.136
第二组	125	18.2	0.146
第三组	195	26.8	0.137
第四组	325	43.0	0.132
第五组	500	60.4	0.121
第六组	750	80.0	0.107

请参阅图 3A，横坐标为工艺循环次数；纵坐标为刻蚀深度；根据 6 组数据中的工艺循环次数和刻蚀深度获得 6 个点，逐点连线获得刻蚀深度与工艺循环次数的曲线。

请参阅图 3B，横坐标为工艺循环次数；纵坐标为平均刻蚀率；根据 6

组数据中的工艺循环次数和平均刻蚀率获得 6 个点，逐点连线获得平均刻蚀率与工艺循环次数的曲线。由于第一个点明显偏离线性区域，将第一个点剔除。

利用线性拟合的方法拟合出平均刻蚀率与工艺循环次数之间关系的线性方程；然后，根据该线性方程获得刻蚀深度与工艺循环次数之间关系的二次曲线，并根据该二次曲线计算刻蚀深度的极大值。以特征尺寸为 $5\mu\text{m}$ 的深硅槽刻蚀为例，采用上述方法获得的深硅槽的刻蚀深度极大值大约为 $94.2\mu\text{m}$ ；如图 3C 所示，纵坐标为刻蚀深度；横坐标为工艺循环次数。该曲线为采用无限增大工艺循环次数（1500 以上）进行试验获得的深硅槽的刻蚀深度的曲线，该刻蚀深度最大能够达到 $94.2\mu\text{m}$ ，与采用本发明的方法获得的极大值相吻合。

综上所述，本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法，其只需要进行至少三次试验即可获得刻蚀深度的极限值，较简便，且成本较低。而且，该方法通过输入组数较少的数据，即可自动获得刻蚀深度极限值，从而实现了自动化。另外，本发明提供的获得刻蚀深度极限值的方法不受器件种类和特征尺寸的局限，应用范围较广。

以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式，然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言，在不脱离本发明的精神和实质的情况下，可以做出各种变型和改进，这些变型和改进也视为本发明的保护范围。

权 利 要 求 书

1. 一种获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，包括以下步骤：

S1，输入至少三组数据，每组数据包括刻蚀深度值和工艺循环次数；

5 S2，计算获得每组所述数据中的平均刻蚀率，所述平均刻蚀率为所述刻蚀深度值与所述工艺循环次数的比值；

S3，利用拟合方法拟合获得所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系；

S4，根据所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系获得刻蚀深度与工艺循环次数的关系，并基于所述刻蚀深度与工艺循环次数的关系计算获得刻蚀深度
10 的极限值。

2. 根据权利要求 1 所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，在所述步骤 S3 中，利用线性拟合方法拟合出表示所述平均刻蚀率与所述工艺循环的关系的线性方程；

15 在所述步骤 S4 中，根据所述线性方程获得表示刻蚀深度与工艺循环次数的关系的二次曲线，并根据所述二次曲线计算获得刻蚀深度的极限值。

3. 根据权利要求 2 所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，在所述步骤 S3 中，所述线性拟合方法包括最小二乘法；所述线性方程为：

20 $y = ax + b$ ；

其中，a 为二次方系数；b 为一次方系数；变量 y 代表所述平均刻蚀率；变量 x 代表所述工艺循环次数；并且，

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2}$$

$$b = \bar{y} - a\bar{x}$$

25 其中，i=1,2,...,m,m 为所述数据的组数； x_i 为第 i 组数据中的工艺循环次

数； y_i 为第*i*组数据中的所述平均刻蚀率； $\bar{x}$ 为*m*组数据中所述工艺循环次数的平均值； $\bar{y}$ 为*m*组数据中所述平均刻蚀率的平均值。

4. 根据权利要求3所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，

5 在所述步骤S4中，所述二次曲线为： $h = an^2 + bn$ ；

其中，变量*h*代表所述刻蚀深度，变量*n*代表所述工艺循环次数。

5. 根据权利要求4所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，

在所述步骤S4中，对所述二次曲线求极值，获得所述刻蚀深度的极限值为：

10 $h_{\text{limit}} = -b^2 / 4a$ 。

6. 根据权利要求1所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，

所述方法还包括步骤S3'，所述步骤S3'在所述步骤S3之前或者之后进行，或者与所述步骤S3同时进行；所述步骤S3'包括：

15 S31'，计算各组数据中所述平均刻蚀率与所述工艺循环次数的线性相关系数；

S32'，判断该线性相关系数是否大于或者等于预设达标值；若是，则进行所述步骤S3，若否，则进行步骤S33'；

20 S33'，判断所述数据是否大于三组，若是，则进行步骤S34'，若否，则返回执行所述步骤S1；

S34'，选择任意三组数据来执行所述步骤S31'，且判断该线性相关系数是否大于或者等于所述预设达标值；若是，则进行所述步骤S3；若否，则返回执行所述步骤S1。

25 7. 根据权利要求6所述的获得刻蚀深度极限值的方法，其特征在于，

在所述步骤S31'中，根据下述公式计算所述平均刻蚀率与所述工艺循环次数

的线性相关系数:

$$r(X,Y)=\frac{Cov(X,Y)}{[Var(X)\cdot Var(Y)]^{1/2}}$$

其中, X 为工艺循环次数; Y 为平均刻蚀率; $r(X,Y)$ 为线性相关系数;
 $Cov(X,Y)$ 为 X 和 Y 的协方差; $Var(X)$ 为 X 的方差; $Var(Y)$ 为 Y 的方差。

5

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的获得刻蚀深度极限值的方法, 其特征在于, 所述预设达标值为 0.97。

9. 根据权利要求 1 所述的获得刻蚀深度极限值的方法, 其特征在于,
10 所述至少三组数据通过进行对应组数的试验获得, 不同组数据对应的试验采用的所述工艺循环次数不同, 而其他工艺参数均相同。

10. 根据权利要求 9 所述的获得刻蚀深度极限值的方法, 其特征在于,
所述试验包括沉积步骤和刻蚀步骤, 所述工艺循环次数为循环进行所述沉积
15 步骤和刻蚀步骤的次数。

11. 根据权利要求 1 或 9 或 10 所述的获得刻蚀深度极限值的方法, 其特征在于, 该方法应用于深硅刻蚀工艺中。

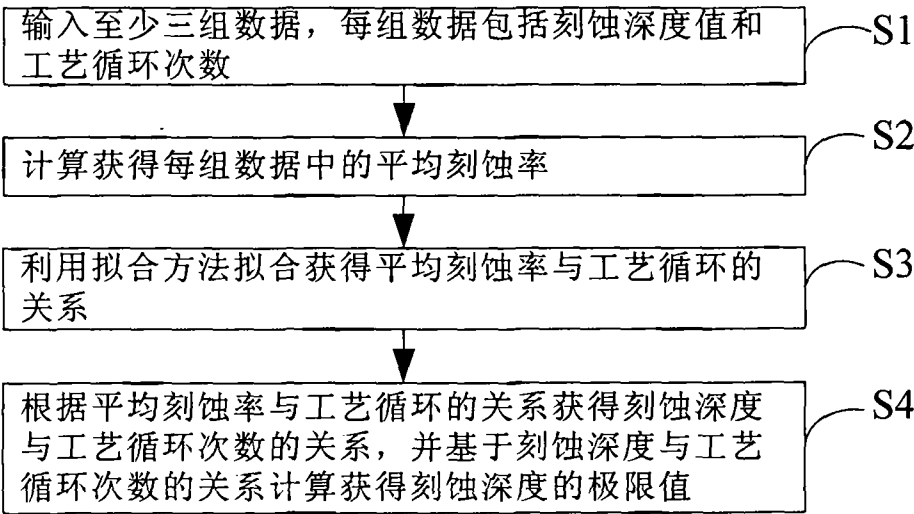


图 1

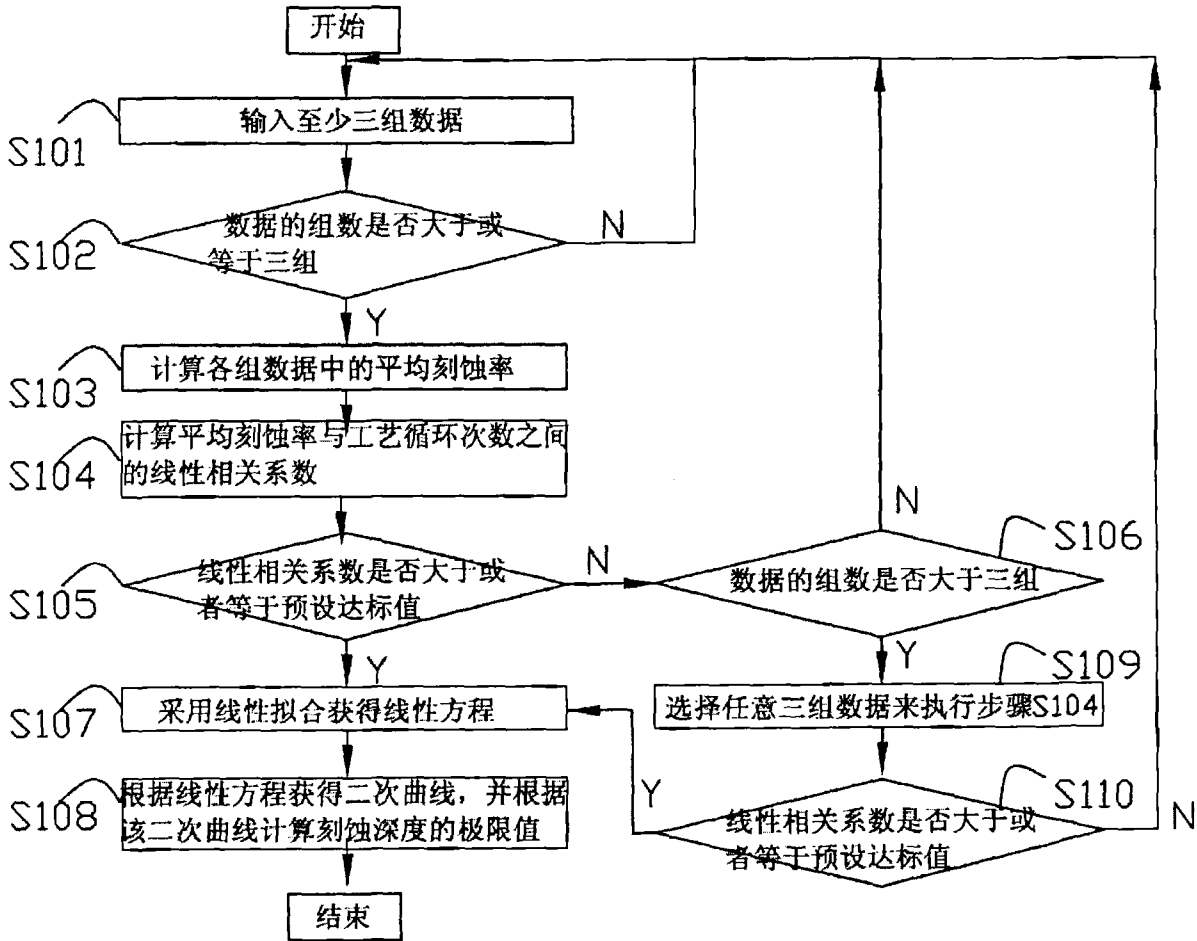


图 2

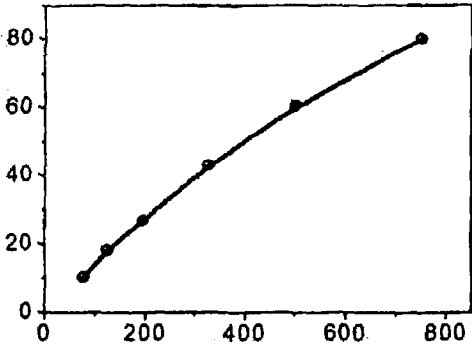


图 3A

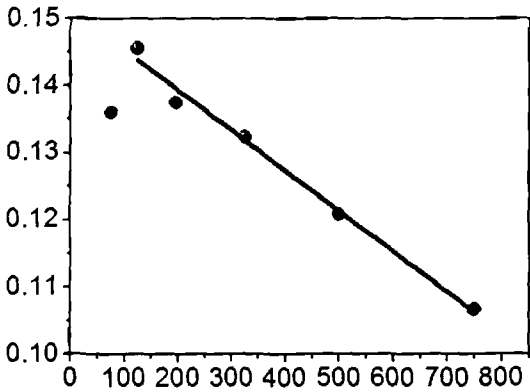


图 3B

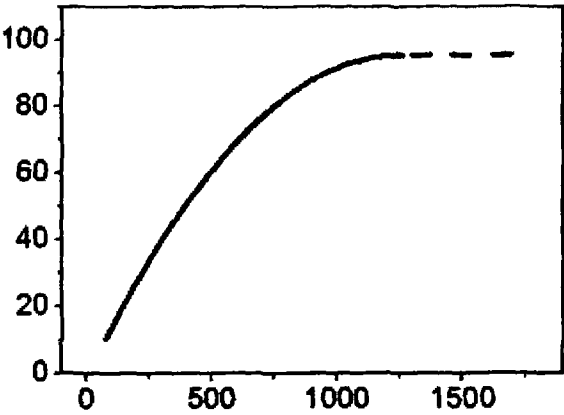


图 3C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/117824

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 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)

CNTXT; CNABS; WOTXT; EPTXT; VEN; USTXT; CNKI: 刻蚀, 深度, 拟合, etch, depth, fitting

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101901779 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (BEIJING) CORPORATION) 01 December 2010 (2010-12-01) description, paragraphs [0009]-[0030], and figure 1	1-11
A	US 6650426 B1 (SC TECHNOLOGY, INC.) 18 November 2003 (2003-11-18) entire document	1-11
A	CN 101290396 A (UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 22 October 2008 (2008-10-22) entire document	1-11

☐ 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

18 February 2019

Date of mailing of the international search report

27 February 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (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/CN2018/117824

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	101901779	A	01 December 2010	CN 101901779 B	25 July 2012
US	6650426	B1	18 November 2003	None	
CN	101290396	A	22 October 2008	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/117824

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 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))

CNTXT; CNABS; WOTXT; EPTXT; VEN; USTXT; CNKI:刻蚀, 深度, 拟合, etch, depth, fitting

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	CN 101901779 A (中芯国际集成电路制造北京有限公司) 2010年 12月 1日 (2010 - 12 - 01) 说明书第9-30段、图1	1-11
A	US 6650426 B1 (SC TECHNOLOGY INC) 2003年 11月 18日 (2003 - 11 - 18) 全文	1-11
A	CN 101290396 A (中国科学技术大学) 2008年 10月 22日 (2008 - 10 - 22) 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

2019年 2月 18日

国际检索报告邮寄日期

2019年 2月 27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

周辉辉

电话号码 86-(20)-28958389

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/117824

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	101901779	A	2010年 12月 1日	CN 101901779 B	2012年 7月 25日
US	6650426	B1	2003年 11月 18日	无	
CN	101290396	A	2008年 10月 22日	无	