



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104157568 B

(45)授权公告日 2017.02.22

(21)申请号 201310177741.2

H01J 37/32(2006.01)

(22)申请日 2013.05.14

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104157568 A

US 6544896 B1,2003.04.08,
JP H08148500 A,1996.06.07,
CN 101211865 A,2008.07.02,
CN 1221807 A,1999.07.07,
JP H09232424 A,1997.09.05,

(43)申请公布日 2014.11.19

(73)专利权人 北大方正集团有限公司
地址 100871 北京市海淀区成府路298号方正大厦9层

审查员 齐哲

专利权人 深圳方正微电子有限公司

(72)发明人 李方华 陈定平

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291

代理人 黄志华

(51)Int.Cl.

H01L 21/3213(2006.01)

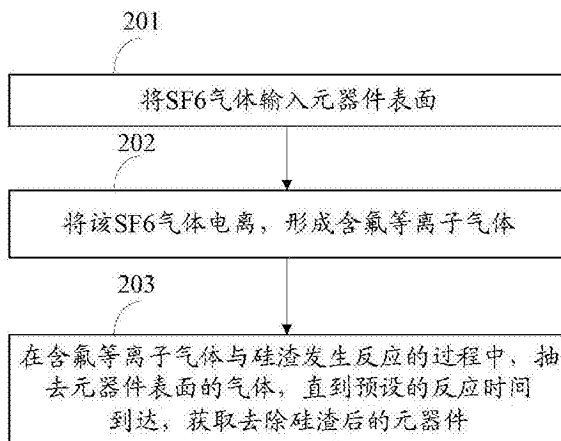
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种去除硅渣的方法及装置

(57)摘要

本发明实施例公开了一种去除硅渣的方法及装置,该方法包括:将六氟化硫SF6气体输入元器件表面;将所述SF6气体电离,形成含氟等离子气体;在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去所述元器件表面的气体,直到预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件,用以解决现有技术中存在的各向异性机台扫硅渣的效果较差,存在硅渣残留的问题。



1. 一种去除硅渣的方法,其特征在于,包括:
将刻蚀后的元器件传送到各向异性机台的工艺腔中,并抽取所述工艺腔中的空气;
将六氟化硫SF₆气体输入元器件表面;
将所述SF₆气体电离,形成含氟等离子气体;
在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,生成SiF₄气体;
抽去所述工艺腔中的SiF₄气体并输入SF₆气体,直到预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,包括:
在去除硅渣的过程中,控制温度在15摄氏度到30摄氏度之间,并控制所述元器件周围的气体压强保持预设的固定值,所述预设的固定值在100mTorr到600mTorr之间。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,将所述SF₆气体电离,具体包括:
通过射频RF将所述SF₆气体电离,并控制所述RF的功率在100W到500W之间。
4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,还包括:
根据所述元器件的硅渣高度确定向所述元器件表面输入的SF₆气体的流量,其中,所述元器件的硅渣的高度不超过200nm时,所述SF₆气体的流量在10sccm到60sccm之间。
5. 如权利要求1~4中任一项所述的方法,其特征在于,在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去所述元器件表面的气体,直到预设的反应时间到达,得到去除硅渣后的元器件,具体包括:
在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,持续抽去所述元器件表面的反应生成物四氟化硅SiF₄气体、未被电离的SF₆气体和尚未反应完的含氟等离子气体;
根据所述元器件的硅渣体积及密度,确定所述预设的反应时间,获取去除硅渣后的元器件,其中,所述预设的反应时间在10至80秒之间。
6. 一种去除硅渣的装置,其特征在于,包括:
气体输入设备,将六氟化硫SF₆气体输入元器件表面;
电离设备,将所述SF₆气体电离,形成含氟等离子气体;
抽气泵,在含氟等离子气体与硅渣发生反应过程中,抽去所述元器件表面的气体,直到预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件。
7. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述气体输入设备,具体用于在去除硅渣的过程中,控制温度在15摄氏度到30摄氏度之间,并控制所述元器件周围的气体压强保持预设的固定值,所述预设的固定值在100mTorr到600mTorr之间。
8. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述电离设备具体用于,通过RF将所述SF₆气体电离,并控制所述RF的功率在100W到500W之间。
9. 如权利要求6所述的装置,其特征在于,所述气体输入设备,具体用于:
根据所述元器件的硅渣体积,控制向所述元器件表面输入的SF₆气体的流量在10sccm到60sccm之间。
10. 如权利要求6-9中任一项所述的装置,其特征在于,所述抽气泵,具体用于:
在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去所述元器件表面的反应生成物四氟化硅SiF₄气体、未被电离的SF₆气体和尚未反应完的含氟等离子气体;根据所述元器件的硅渣体积及密度,确定所述预设的反应时间,获取去除硅渣后的元器件,其中,所述预设的反

应时间在10至80秒之间。

一种去除硅渣的方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体芯片制造工艺技术领域,特别涉及一种去除硅渣的方法及装置。

背景技术

[0002] 半导体芯片制造过程中,功率元器件产品的金属层,多采用铝/硅(1%)/铜(0.5%)合金,由于功率元器件产品的尺寸较大,腐蚀时根据金属厚度的不同,分别使用全湿法、全干法的铝腐蚀或者“湿+干”铝腐蚀。由于在湿法铝腐蚀工艺流程中,腐蚀液是不腐蚀硅的,因此,在湿法铝腐蚀之后,金属层中的硅将会残留了下来。而在“湿+干”铝腐蚀的工艺中,先进行湿法铝腐蚀,其后,必须通过干法扫硅渣(即通过干法去除硅渣)来将其去除干净,否则会影响到后续的干法铝腐蚀,不能够彻底地去除铝,出现铝残留。

[0003] 采用“湿+干”铝腐蚀工艺时,在进行湿法铝腐蚀后,功率元器件产品的结构如图1所示,底层是介质层(即ILD,层间介质),最上层是PR(Photoresist,光刻胶),底层和最上层之间是金属层(铝硅铜合金)。介质层是芯片中用于将金属层与其它元器件隔离开的介质,一般采用纯二氧化硅来制作,或者,采用含有硼或/和磷的二氧化硅来制作。腐蚀液通过最上层的光刻胶的空缺处进入金属层,腐蚀掉其中的金属,被腐蚀后的金属层中将残留有硅渣。

[0004] 业界常用的干法扫硅渣机台为各向同性机台(如AE2001),也有少部分使用各向异性机台(如Lam590)。

[0005] 现有的Lam590采用的是CF₄气体进行硅渣的刻蚀,由于使用CF₄气体时会生成较多的高分子聚合物附着在硅渣表面,尽管硅渣上方的高分子聚合物会因HE离子轰击而被去除,从而使得含氟离子能够与硅渣发生化学反应而去除硅渣,但是由于F的浓度低,化学反应不是很强烈,因此刻蚀速度较慢,而且由于硅渣侧面的高分子聚合物不能通过HE离子轰击去除,将会阻挡硅渣侧面的硅与含氟的等离子体的化学反应。总而言之,现有技术中,Lam590采用的是CF₄气体进行硅渣的刻蚀,刻蚀速度较慢。由于扫硅渣(即去除硅渣)的时间不能过多,因此,Lam590作业的干法扫硅渣效果往往比较差,经常扫不干净硅渣,会有硅渣残留,此时,通常需要将产品返工,这种情况不但造成了人力物力的浪费,还容易引起产品报废。

发明内容

[0006] 本发明实施例提供一种去除硅渣的方法及装置,用以解决现有技术中存在的各向异性机台扫硅渣的效果较差,存在硅渣残留的问题。

[0007] 本发明实施例提供了一种去除硅渣的方法,包括:

[0008] 将SF₆气体输入元器件表面;

[0009] 将该SF₆气体电离,形成含氟等离子气体;

[0010] 在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去所述元器件表面的气体,直到

预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件。

[0011] 本发明实施例提供了一种去除硅渣的装置,包括:

[0012] 气体输入设备,将SF₆气体输入元器件表面;

[0013] 电离设备,将该SF₆气体电离,形成含氟等离子气体;

[0014] 抽气泵,在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去所述元器件表面的气体,直到预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件。

[0015] 本发明实施例中SF₆气体被电离后,将会生成含氟等离子气体,含氟等离子气体可以和硅渣发生反应,生成挥发性的气体SiF₄,达到刻蚀硅渣的目的,硅与含氟的等离子体以及活性基发生化学反应的过程时,不会生成Polymer(高分子聚合物),因此,硅渣的表面仅存在极少量由SF₆与光刻胶反应生成的高分子聚合物阻挡,不影响硅与含氟的等离子体的反应,故而硅渣侧面的硅也可以和含氟的等离子体反应,硅渣会被横向刻蚀,也就是达到了对硅渣的纵向和横向都进行刻蚀的目的,总之,本发明实施例能够对硅渣进行各向同性刻蚀,解决现有技术使用CF₄气体对硅渣进行各项异性刻蚀时,刻蚀速率较低、生成高分子聚合物多、不能彻底去除硅渣的问题。

附图说明

[0016] 图1为进行铝腐蚀后,功率元器件产品的结构图;

[0017] 图2为本发明实施例中的去除硅渣的方法流程图;

[0018] 图3为本发明实施例中的各项同性刻蚀和现有的各项异性刻蚀的对比图;

[0019] 图4为本发明实施例中元器件的制造过程示意图;

[0020] 图5为本发明实施例中的去除硅渣的装置示意图。

具体实施方式

[0021] 本发明实施例设计了一种去除硅渣的方法及装置,通过改变扫硅渣的刻蚀方式,提升了扫硅渣的效果,解决了现有技术中采用各项异性机台扫硅渣后,有硅渣残留的问题。

[0022] 下面结合附图说明本发明的优选实施例。

[0023] 参阅图2所示,本发明设计的去除硅渣的方法的步骤如下:

[0024] 步骤201:将SF₆气体输入元器件表面。

[0025] 本发明实施例设计的去除硅渣的方法既适用于只腐蚀了金属层的一部分(未腐蚀到底部)的情况,也适用于将金属层腐蚀到底部的情况(此时,金属层被腐蚀到底部,硅渣残留在ILD表面)。实际应用中,在元器件的金属层经过腐蚀后,将其通过传送带传送至工艺腔,然后,可以通过工艺腔的腐蚀气体入口将SF₆输入工艺腔中,以达到将SF₆气体输入元器件表面的目的。

[0026] 在将SF₆输入工艺腔之前,如果工艺腔中有空气等其他气体,可以通过工艺腔上的真空泵抽出其中的气体,也可以直接向工艺腔内输入SF₆气体,同时用抽气泵抽去工艺腔中的气体。

[0027] 在去除硅渣的过程中,工艺腔内的温度最佳范围在15摄氏度到30摄氏度之间。实际应用中,需要根据元器件的硅渣高度确定向元器件表面输入的SF₆气体的流量,该流量的值一般在10sccm到60sccm之间。

[0028] 在将SF₆气体输入元器件后,需要控制元器件周围的气体压强保持为预设的固定值,一般将预设的固定值设置为100mTorr到600mTorr之间的值。

[0029] 由于工艺腔上一般设有压力计,可以通过压力计观察,并通过腐蚀气体入口的MFC(Mass Flow Control)控制输入工艺腔中的SF₆气体的流量,通过控制SF₆输入的流量和真空泵抽出气体的速率,来达到控制工艺腔内的压强达到稳定值的目的。实际应用中,气体流量设定所需要考虑的是硅渣对光刻胶及氧化层的选择比。

[0030] 步骤202:将该SF₆气体电离,形成含氟等离子气体。

[0031] 较佳地,通过RF(Radio Frequency,射频)将上述SF₆气体电离。

[0032] RF也称RF射频(或射频电流),是一种高频交流变化电磁波的简称。一般工艺腔上安装有射频功率源,通过射频功率源控制RF的发送以及RF的功率。在实际应用中,在将SF₆气体输入元器件表面后,需要在元器件周围的气体压强稳定后,才开启射频功率源,通过RF将SF₆气体电离。一般将RF的功率控制在100W到500W之间较佳,RF的功率的具体值主要是根据刻蚀硅渣的速率来决定。

[0033] SF₆被电离后,将会生成含氟等离子气体,含氟等离子气体可以和硅渣发生反应,生成挥发性的气体SiF₄,达到刻蚀硅渣的目的。含氟等离子气体和硅渣发生反应的过程中,由于硅与含氟的等离子体以及活性基发生化学反应的过程时,不会生成高分子聚合物,因此,硅渣的表面仅存在极少量由SF₆与光刻胶反应生成的高分子聚合物阻挡,不影响硅与含氟的等离子体的反应,因此,硅渣侧面的硅也可以和含氟的等离子体发生充分的反应,故而本发明实施例中的硅渣会被横向刻蚀,也就是达到了对硅渣的纵向和横向都进行刻蚀的目的,可见本发明实施例设计的去除硅渣的方法能够对硅渣进行各项同性刻蚀,解决现有技术使用CF₄气体对硅渣进行各项异性刻蚀时,刻蚀速率较低、生成的高分子聚合物多、不能彻底去除硅渣的问题。

[0034] 参阅图3所示,各项异性刻蚀只能从上往下刻蚀(即去除硅渣),不能横向刻蚀。各项同性刻蚀在每个方向上的刻蚀速率都是相同的,因此,相对于各项异性刻蚀,各项同性刻蚀能够更彻底地去除硅渣,并且采用各项同性刻蚀去除硅渣,不会造成元器件中的其它部分发生形状上的变化。

[0035] 步骤203:在含氟等离子气体与硅渣发生反应的过程中,抽去元器件表面的气体,直到预设的反应时间到达,获取去除硅渣后的元器件。

[0036] 在含氟等离子气体与硅渣发生反应时,元器件表面的气体可能包括反应生成物SiF₄气体、未被电离的SF₆气体和尚未反应完的含氟等离子气体等。

[0037] 实际应用中,抽气泵从开始通入气体开始到刻蚀完成,一直都在工作,持续抽出工艺腔中的气体,在这一过程中,气体输入设备也会持续向工艺腔中通入稳定流量的SF₆气体。预设的反应时间到达后,硅渣刻蚀完成,关闭RF及气体的输入设备,并将工艺腔内的元器件传出工艺腔外。预设的反应时间一般根据元器件的硅渣体积及密度确定,一般在10至80秒之间。由于硅渣一般长宽高都少于200nm,若因铝质异常导致硅渣体积过大,适当增加反应时间即可。

[0038] 上述去除硅渣的方法可以应用于元器件的制造过程中,例如,应用于半导体芯片制造过程中。图4为将本发明实施例设计的去除硅渣的方法应用于元器件的制造过程的示意图。首先,进行涂胶光刻,即在元器件表面的预设区域涂上预设厚度的光刻胶,然后,对元

器件的金属层进行腐蚀。由于实际应用中,对金属层腐蚀的方法包括全湿法铝腐蚀、全干法铝腐蚀和“湿+干”铝腐蚀,因此,在每次对元器件的金属层进行腐蚀后,都需要去除一次硅渣。例如,在采用“湿+干”铝腐蚀中的湿法铝腐蚀进行金属层的腐蚀后,先去除一次硅渣,然后再采用“湿+干”铝腐蚀中的干法铝腐蚀进行金属层的腐蚀,此后,再去除一次硅渣。在整个元器件的制作流程中的去除硅渣都进行完毕后,对去除硅渣后的元器件进行去胶(去除光刻胶)和清洗。

[0039] 下面举例说明将上述去除硅渣的方法应用在Lam590中时的具体过程。

[0040] 通过传送片将元器件传送到Lam590的工艺腔中,然后通过真空泵将工艺腔中的空气抽出(可以一直抽到真空状态),从工艺腔的腔体顶部通入SF₆,直到工艺腔的墙体中的气压达到预设的固定值。在工艺腔内的压强稳定后,打开射频功率源,将工艺腔内的气体(即SF₆)电离,形成含氟等离子体,此时,硅渣中的硅将与含氟的等离子体以及活性基发生化学反应,生成挥发性的SiF₄,从而实现去除硅渣的目的。在将硅渣转化成SiF₄的过程中,不断从工艺腔的腔体顶部输入SF₆,通过射频功率源不断射频将SF₆电离,并且通过真空泵不断地会抽走生成的SiF₄,从而使得工艺腔内的压强尽量保持为预设的固定值。

[0041] 本发明实施例设计的去除硅渣的方法可以应用在Lam590上,通过改变扫硅渣的刻蚀方式,在不增加成本的前提下,提升了扫硅渣的效果,解决了Lam590在扫硅渣时,刻蚀速率低、有硅渣残留的问题。

[0042] 参阅图5所示,本发明实施例提供了一种去除硅渣的装置,包括:

[0043] 气体输入设备501,将SF₆气体输入元器件表面;

[0044] 电离设备502,将该SF₆气体电离,形成含氟等离子体;

[0045] 抽气泵503,在含氟等离子体与硅渣发生反应后,抽去上述元器件表面的气体,得到去除硅渣后的元器件。

[0046] 上述气体输入设备501具体用于,在去除硅渣的过程中,控制温度在15摄氏度到30摄氏度之间,并控制上述元器件周围的气体压强保持预设的固定值,该预设的固定值在100mTorr到600mTorr之间。

[0047] 上述气体输入设备501具体用于,根据上述元器件的硅渣体积确定向上述元器件表面输入的SF₆气体的流量。例如,在上述元器件的硅渣大小在高度不超过200nm时,确定输入的SF₆气体的流量在10sccm到60sccm之间。

[0048] 电离设备502具体用于,通过RF将上述SF₆气体电离时,并控制上述RF的功率在100W到350W之间。

[0049] 上述抽气泵503,具体用于:

[0050] 在含氟等离子体与硅渣发生反应的过程中,持续抽去上述元器件表面的反应生成物SiF₄气体、未被电离的SF₆气体和尚未反应完的含氟等离子体;根据上述元器件的硅渣体积及密度,确定上述预设的反应时间,获取去除硅渣后的元器件,其中,上述预设的反应时间在10至80秒之间。

[0051] 本发明实施例中SF₆气体被电离后,将会生成含氟等离子体,含氟等离子体可以和硅渣发生反应,生成挥发性的气体SiF₄,达到刻蚀硅渣的目的,硅与含氟的等离子体以及活性基发生化学反应的过程时,不会生成高分子聚合物,因此,硅渣的表面仅有SF₆与PR反应生成的极少量高分子聚合物阻挡,对含氟的等离子体与硅渣反应的影响可以忽略,故

而硅渣侧面的硅也可以和含氟的等离子体反应,硅渣会被横向刻蚀,也就是达到了对硅渣的纵向和横向都进行刻蚀的目的,总之,本发明实施例能够对硅渣进行各项同性刻蚀,解决现有技术使用CF₄气体对硅渣进行各项异性刻蚀时,刻蚀速率较低、不能彻底去除硅渣的问题。

[0052] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0053] 显然,本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明实施例的精神和范围。这样,倘若本发明实施例的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

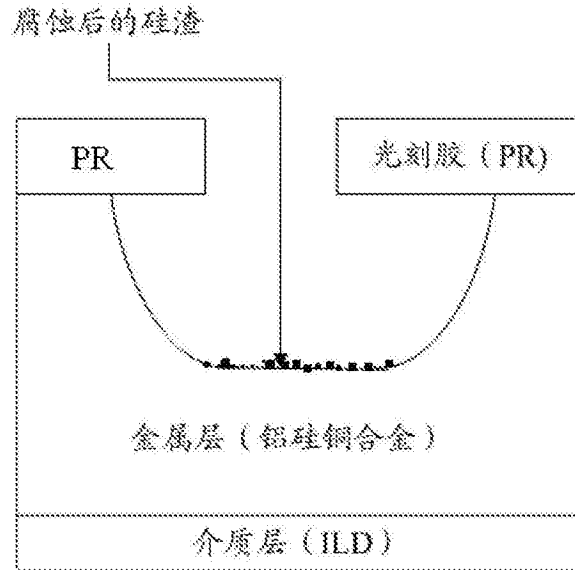


图1

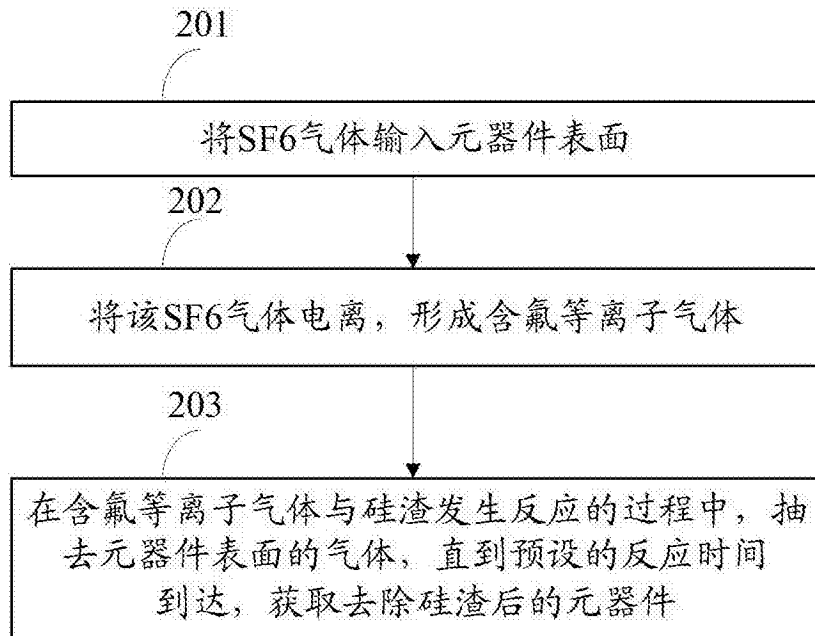


图2

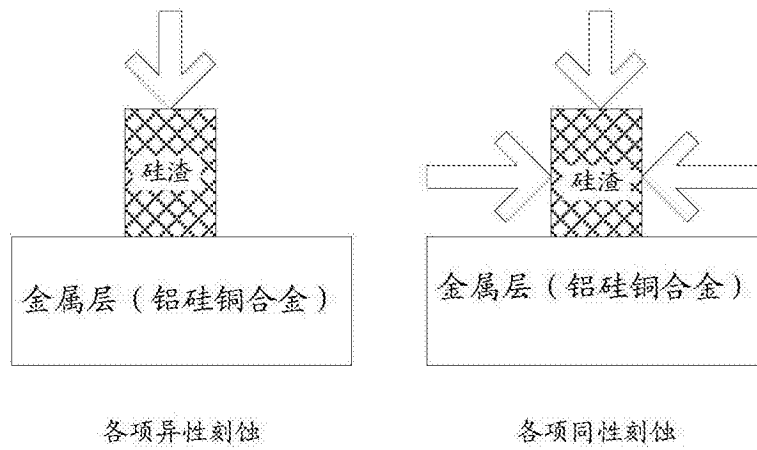


图3

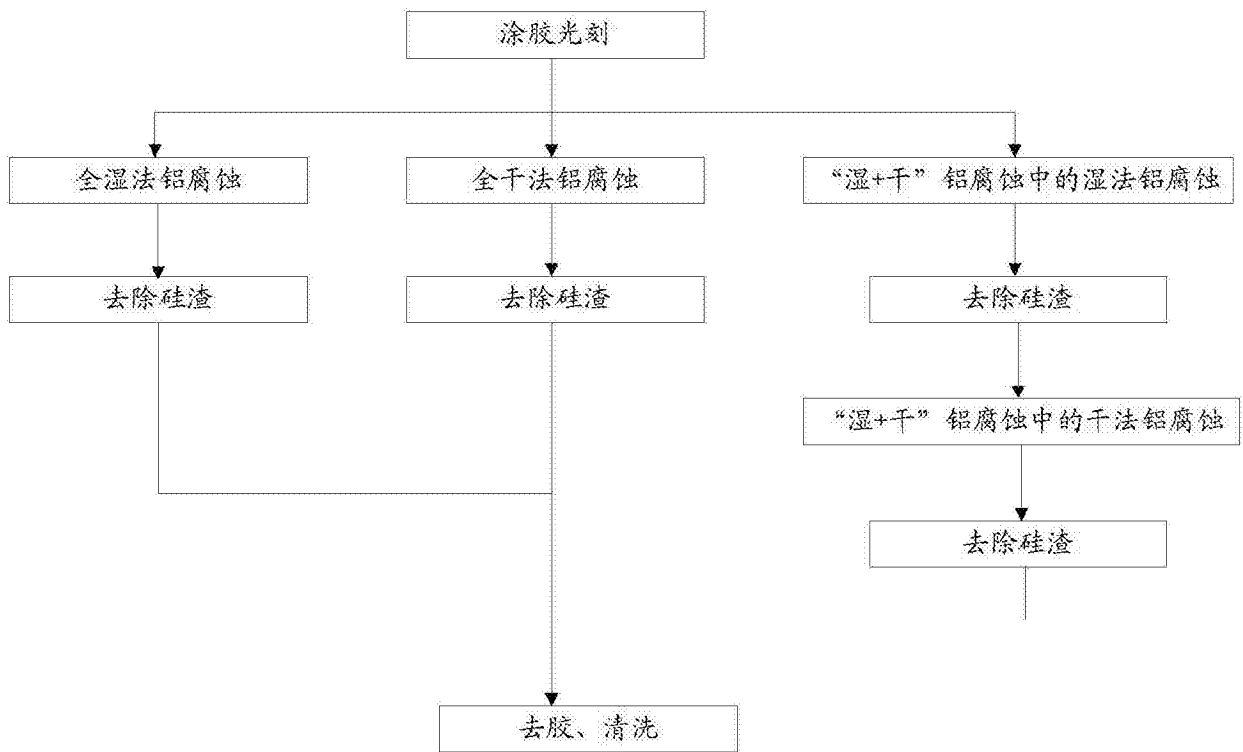


图4

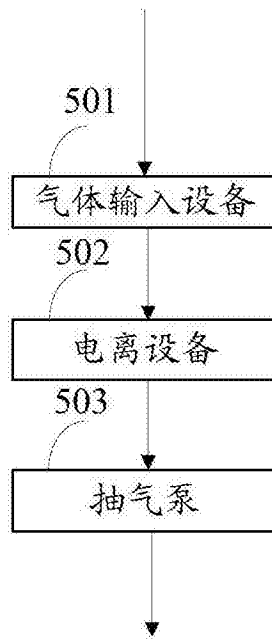


图5