

一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法

相关申请的交叉引用

本公开要求于 2022 年 04 月 19 日提交中国专利局的申请号为 CN202210407079.4、名称为“一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开属于半导体材料清洗领域，具体涉及一种半导体材料铌酸锂单面抛光晶片的清洗方法。

背景技术

铌酸锂是一种集压电、铁电、热释电、非线性、光电、光弹、光折变等功能于一体的多功能材料。铌酸锂因其卓越的物理特性，得到了越来越多的关注，在航空、航天，民用光电产品等领域得到广泛应用。经过抛光后的铌酸锂基片广泛应用于传感器、声光器件、光陀螺仪等。不同于硅晶片和蓝宝石晶片，它的特点是极低的断裂韧性，使得铌酸锂晶片在清洗过程中极易碎裂，导致企业生产成本高。

随着 IC 设计技术和制造技术的发展和进步，对铌酸锂晶片的表面洁净度要求不断提高，然而，铌酸锂晶片具有较强的静电吸附能力，使得晶片表面颗粒难以处理，铌酸锂晶片表面的颗粒污染会对涂胶、镀膜等后续工序造成直接影响，会导致晶片不良。因此，不仅需要在包装和运输环节上进行洁净保护，更需要从产品源头上做到高洁净度的良好品质，让铌酸锂晶片保持表面洁净度的高要求。晶片清洗环节作为去除晶片表面颗粒污染的主要工序，对保持铌酸锂晶片表面高洁净度起到了至关重要的作用。然而，铌酸锂晶片在清洗过程中极易碎裂，这对晶片的后续加工造成了较大的困难，故急需开发一种洁净度高且碎片率低的清洗方法。

公告号为 CN101661869B 的发明专利公开了一种砷化镓晶片抛光后的清洗方法，采用浓硫酸高温清洗方式达到去除晶片表面脏污的目的。但在清洗铌酸锂晶片时，浓硫酸高温清洗极易对晶片造成强酸腐蚀碎裂，且加工过程中酸液极易挥发，对环境 and 人体均存在安全隐患。另外，传统的硫酸浸泡配合清洗剂清洗的方式对晶片表面的颗粒沾污清洗效果差。

公告号为 CN102479669B 的发明专利公开了晶片毛刷清洗装置及晶片毛刷清洗方法，

采用两面毛刷刷洗方式达到去除晶片颗粒目的。但在实际中，仅依靠两面毛刷刷洗并平移的方式清洁能力不强，只能刷洗掉晶片表面的大颗粒，无法达到高洁净度的要求。

因此，现有技术中缺乏一种获得碎片率低、洁净度高的铌酸锂晶片的清洗方法。

发明内容

本公开提供了一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，以解决现有技术的缺陷，该方法清洗过程稳定，所获得的晶片表面洁净度高、清洗碎片率低。

本公开解决问题所采用的技术方案是：一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，所述的晶片清洗方法包括以下步骤：

a)将铌酸锂晶片置于 30-40℃ 的氟化氢铵稀释液中浸泡 10-30 分钟，去除抛光后晶片表面的二氧化硅抛光液残留，然后将晶片置于 30-40℃ 的纯水中漂洗 3-5 分钟；

b)将步骤 a)处理后的铌酸锂晶片置于 55-65℃ 的纯水中预热浸泡 1-3 分钟，然后将晶片置于 70-80℃ 的有机溶剂清洗液中进行超声清洗 10-20 分钟，去除晶片表面有机沾污和重金属离子沾污等；

c)将步骤 b)处理后的铌酸锂晶片置于去离子水冲洗槽，进行喷淋、注水、溢流、快排处理，重复 4-6 次，去除晶片表面清洗剂残留；

d)将步骤 c)处理后的铌酸锂晶片先在碱性清洗溶液中用双面毛刷刷洗，后在去离子水中用双面毛刷刷洗和喷淋冲洗，然后进行甩干处理；

e)将步骤 d)处理后的铌酸锂晶片背面吸附在真空平台上，抛光面朝上进行单面毛刷刷洗，刷洗时同时进行二流体喷淋，然后进行去离子水冲洗和甩干处理，使得晶片表面上不小于 0.3 μ m 的颗粒不超过 30 颗。

上述步骤 a)中，采用氟化氢铵稀释液加温浸泡方式去除抛光后晶片表面的二氧化硅抛光液残留，在不破坏抛光表面的同时也防止了抛光液结晶造成顽固性污染。

可选地，所述步骤 a)中氟化氢铵的质量分数为 98%，氟化氢铵稀释液为纯水和氟化氢铵按照质量比 10~15: 1 混合而成。

上述步骤 b)中，采用有机溶剂清洗液加温超声清洗的方式，去除晶片表面有机沾污和重金属离子沾污等，替代了浓硫酸腐蚀的清洁方式，避免了强酸腐蚀造成的晶片碎裂问题，超声频率为 40kHz。

可选地，步骤 b)中有机溶剂清洗液由纯水和有机溶剂按体积比 5~10: 1 混合而成，有机溶剂清洗剂的各成份质量比为异丙醇胺 15~20%、N-甲基吡咯烷酮 30~40%、氢氧化钾

3~10%、纯水 40~60%。

上述步骤 c)中,采用喷淋、注水、溢流、快排四个步骤重复清洁处理,去除晶片表面微粒杂质和清洗液残留。

可选地,步骤 c)中喷淋时间为 50-70s,注水量淹没晶片,溢流时间为 20-30s,快排时间为 10s,重复次数 4-6 次。

上述步骤 d)中,采用双面毛刷刷洗处理,既去除晶片正面抛光面的大颗粒,减少了单面刷洗的颗粒脏污积累负担,又去除了晶片背面的大颗粒,防止了后工序加工和运转中抛光面颗粒度受晶片背面大颗粒的影响。双面刷洗为双面传动滚刷方式,毛刷转动并带动晶片平移。

可选地,步骤 d)中,双面刷洗为双面传动滚刷方式,毛刷转动并带动晶片平移,双面刷洗的毛刷为 PVA 材质的滚轮毛刷,毛刷转速为 6-10rpm,上下毛刷按压距离为 1000-1300 μm ,刷洗时间为 3-5 分钟,毛刷直径为 2-3cm,喷淋冲洗 10-20s,晶片甩干转速为 1200-1500rpm,甩干时间 15-20s。

可选地,步骤 d)中碱性清洗溶液由去离子水和碱性清洗剂按体积比 30~50: 1 混合而成,组成碱性清洗剂的各成份质量比为氢氧化钠 0.2~0.6%、氢氧化钾 1~3%、螯合剂 0.5~2%、非离子表面活性剂 2~5%、去离子水 90~96%。

上述步骤 e)中,铌酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理,刷洗时同时进行二流体喷淋,然后进行去离子水冲洗和甩干处理,其中刷洗的工艺会直接影响着晶片在刷洗时的碎片率和刷洗后的洁净度。

可选地,所述步骤 e)中单面刷洗的毛刷为 PVA 材质的陀螺式毛刷,毛刷下压距离为 900-1200 μm ,毛刷转速为 1000-1500rpm,毛刷平移速度为 15-20mm/s,晶片中心停顿 0.5-1s,晶片边缘停顿 3-5s,晶片刷洗转速为 300-600rpm,毛刷刷洗往返 3-5 次,去离子水冲洗 5-10s,晶片甩干转速为 3000-4000rpm,甩干时间 25-30s。

与现有技术相比,本公开具有以下有益的技术效果:

通过此清洗方法解决了二氧化硅抛光液在对铌酸锂晶片抛光处理后,残留在晶片表面的抛光液结晶问题;

通过此清洗方法替代用浓硫酸双氧水混合洗液进行晶片清洗的方式,避免了浓硫酸洗液造成的强酸腐蚀碎裂问题,同时防止了加工过程中酸液易挥发对环境和人体均存在的安全隐患问题;

通过此清洗方法解决了传统的丙酮、无水乙醇超声清洗与 RCA 清洗方式对晶片表面的

颗粒沾污清洗效果差的问题。

附图说明

图 1 为本公开加工流程图；

图 2 为本公开实施例 1、2、3 纯水预热浸泡与碎片率关系示意图；

图 3 为本公开实施例 4、5、6 碱性清溶液配比与颗粒度关系示意图；

图 4 为本公开实施例 7、8、9 毛刷下压距离与碎片率、颗粒度关系示意图；

图 5 为本公开实施例 8、10、11、12 毛刷在晶片边缘停顿与颗粒度关系示意图。

具体实施方式

下面结合实施例对本公开作进一步说明，但不应以此限制本公开的保护范围。实施例的加工流程如图 1 所示，其中实施例 1-3 仅包含前两个流程，实施例 4-6 包含前四个流程，实施例 7-12 是完整的清洗加工流程。

实施例 1：

a)按照纯水和氟化氢铵 12: 1 的质量比混合成氟化氢铵稀释液。将铌酸锂晶片置于 35℃ 的氟化氢铵稀释液中浸泡 15 分钟，然后将晶片置于 35℃ 的纯水中漂洗 3 分钟；

b)按照下述各成份的质量分数配制有机溶剂清洗剂，即异丙醇胺 18%、N-甲基吡咯烷酮 35%、氢氧化钾 4%、纯水 43%，按照纯水和有机溶剂清洗剂 8: 1 的体积比混合成有机溶剂清洗液，晶片不进行纯水预热，将铌酸锂晶片置于 75℃ 的有机溶剂清洗液中进行 40kHz 超声清洗 15 分钟，投入 1273 片，碎裂 12 片，碎片率 1.02%；

实施例 2：

a)同实施例 1；

b)按照下述各成份的质量分数配制有机溶剂清洗剂，即异丙醇胺 18%、N-甲基吡咯烷酮 35%、氢氧化钾 4%、纯水 43%，按照纯水和有机溶剂清洗剂 8: 1 的体积比混合成有机溶剂清洗液，将铌酸锂晶片置于 60℃ 的纯水中预热浸泡 2 分钟，然后将晶片置于 75℃ 的有机溶剂清洗液中进行 40kHz 超声清洗 15 分钟，投入 1677 片，碎裂 4 片，碎片率 0.24%；

实施例 3：

a)同实施例 1；

b)按照下述各成份的质量分数配制有机溶剂清洗剂，即异丙醇胺 18%、N-甲基吡咯烷酮 35%、氢氧化钾 4%、纯水 43%，按照纯水和有机溶剂清洗剂 8: 1 的体积比混合成有机

溶剂清洗液，将铈酸锂晶片置于 75℃ 的纯水中预热浸泡 2 分钟，然后将晶片置于 75℃ 的有机溶剂清洗液中进行 40kHz 超声清洗 15 分钟，投入 1412 片，碎裂 11 片，碎片率 0.78%；

对比实施例 1、2、3，如表 1 和图 2 所示，在有机溶剂清洗液 75℃ 高温超声清洗前，用 60℃ 纯水预热浸泡 2 分钟，能有效降低热冲击造成的晶片碎片。

表 1 实施例 1、2、3 的晶片清洗碎片率

检测项目	实施例 1	实施例 2	实施例 3
碎片率	0.94%	0.24%	0.78%

实施例 4：

a)同实施例 2；

b)同实施例 2；

c)将铈酸锂晶片置于晶片置于去离子水冲洗槽，进行喷淋 60s、注水淹没晶片、溢流 30s、快排 10s 处理，重复 5 次；

d)按照下述各成份的质量分数配制碱性清洗剂，即氢氧化钠 0.4%、氢氧化钾 2%、螯合剂 1.2%、非离子表面活性剂 4%、去离子水 92.4%，按照去离子水和碱性清洗剂 25：1 的体积比混合成碱性清洗溶液，将铈酸锂晶片先经过碱性清洗溶液双面毛刷刷洗，后经过去离子水双面毛刷刷洗和喷淋冲洗，刷洗时毛刷转速为 6rpm，上下毛刷按压距离为 1200 μm，刷洗时间为 3 分钟，毛刷直径为 2.2cm，喷淋冲洗 14s，然后进行甩干处理，晶片甩干转速为 1300rpm，甩干时间 18s，投入 764 片，抽样 62 片，≥0.3 μm 颗粒≤314 颗；

实施例 5：

a)同实施例 2；

b)同实施例 2；

c)同实施例 4；

d)按照下述各成份的质量分数配制碱性清洗剂，即氢氧化钠 0.4%、氢氧化钾 2%、螯合剂 1.2%、非离子表面活性剂 4%、去离子水 92.4%，按照去离子水和碱性清洗剂 40：1 的体积比混合成碱性清洗溶液，将铈酸锂晶片先经过碱性清洗溶液双面毛刷刷洗，后经过去离子水双面毛刷刷洗和喷淋冲洗，刷洗时毛刷转速为 6rpm，上下毛刷按压距离为 1200 μm，刷洗时间为 3 分钟，毛刷直径为 2.2cm，喷淋冲洗 14s，然后进行甩干处理，晶片甩干转速为 1300rpm，甩干时间 18s，投入 827 片，抽样 67 片，≥0.3 μm 颗粒≤169 颗；

实施例 6：

a)同实施例 2；

b)同实施例 2;

c)同实施例 4;

d)按照下述各成份的质量分数配制碱性清洗剂，即氢氧化钠 0.4%、氢氧化钾 2%、螯合剂 1.2%、非离子表面活性剂 4%、去离子水 92.4%，按照去离子水和碱性清洗剂 60: 1 的体积比混合成碱性清洗溶液，将铈酸锂晶片先经过碱性清洗溶液双面毛刷刷洗，后经过去离子水双面毛刷刷洗和喷淋冲洗，刷洗时毛刷转速为 6rpm，上下毛刷按压距离为 1200 μm ，刷洗时间为 3 分钟，毛刷直径为 2.2cm，喷淋冲洗 14s，然后进行甩干处理，晶片甩干转速为 1300rpm，甩干时间 18s，投入 883 片，抽样 71 片， $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 204 颗；

对比实施例 4、5、6，如表 2 和图 3 所示，在按照去离子水和碱性清洗剂 40: 1 的体积比混合成碱性清洗溶液时，双面毛刷刷洗的晶片洁净度高。

表 2 实施例 4、5、6 的单面刷洗晶片碎片率和颗粒度

检测项目	实施例 4	实施例 5	实施例 6
$\geq 0.3\mu\text{m}$ 颗粒	≤ 314 颗	≤ 169 颗	≤ 204 颗

实施例 7:

a)同实施例 2;

b)同实施例 2;

c)同实施例 4;

d)同实施例 5;

e)将铈酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理，刷洗时同时进行二流体喷淋，刷洗时毛刷下压距离为 600 μm ，毛刷转速为 1300rpm，毛刷平移速度为 17mm/s，晶片中心停顿 1s，晶片边缘停顿 1s，晶片刷洗转速为 400rpm，毛刷刷洗往返 5 次，然后进行去离子水冲洗 8s，再进行晶片甩干处理，甩干转速为 3500rpm，甩干时间 26s，投入 922 片，碎裂 0 片，碎片率 0%，抽样 74 片， $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 97 颗；

实施例 8:

a)同实施例 2;

b)同实施例 2;

c)同实施例 4;

d)同实施例 5;

e)将铈酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理，刷洗时同时进行二流体喷淋，刷洗时毛刷下压距离为 1000 μm ，毛刷转速为 1300rpm，毛刷平移速度为 17mm/s，晶片中心停顿

1s, 晶片边缘停顿 1s, 晶片刷洗转速为 400rpm, 毛刷刷洗往返 5 次, 然后进行去离子水冲洗 8s, 再进行晶片甩干处理, 甩干转速为 3500rpm, 甩干时间 26s, 投入 1002 片, 碎裂 1 片, 碎片率 0.10%, 抽样 81 片, $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 47 颗;

实施例 9:

- a)同实施例 2;
- b)同实施例 2;
- c)同实施例 4;
- d)同实施例 5;

e)将铌酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理, 刷洗时同时进行二流体喷淋, 刷洗时毛刷下压距离为 $1400 \mu\text{m}$, 毛刷转速为 1300rpm, 毛刷平移速度为 17mm/s, 晶片中心停顿 1s, 晶片边缘停顿 1s, 晶片刷洗转速为 400rpm, 毛刷刷洗往返 5 次, 然后进行去离子水冲洗 8s, 再进行晶片甩干处理, 甩干转速为 3500rpm, 甩干时间 26s, 投入 1161 片, 碎裂 5 片, 碎片率 0.58%, 抽样 93 片, $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 39 颗;

对比实施例 7、8、9, 如表 3 和图 4 所示, 在单面刷洗时毛刷下压距离越大刷洗后晶片的洁净度更高, 但毛刷下压距离越大刷洗时碎片的比例就会上升, 刷洗时毛刷下压距离为 $1000 \mu\text{m}$ 时, 刷洗碎片率低, 洁净度高。

表 3 实施例 7、8、9 的单面刷洗晶片碎片率和颗粒度

检测项目	实施例 7	实施例 8	实施例 9
碎片率	0.00%	0.10%	0.58%
$\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒	≤ 97 颗	≤ 47 颗	≤ 39 颗

实施例 10:

- a)同实施例 2;
- b)同实施例 2;
- c)同实施例 4;
- d)同实施例 5;

e)将铌酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理, 刷洗时同时进行二流体喷淋, 刷洗时毛刷下压距离为 $1000 \mu\text{m}$, 毛刷转速为 1300rpm, 毛刷平移速度为 17mm/s, 晶片中心停顿 1s, 边缘不停顿, 晶片刷洗转速为 400rpm, 毛刷刷洗往返 5 次, 然后进行去离子水冲洗 8s, 再进行晶片甩干处理, 甩干转速为 3500rpm, 甩干时间 26s, 投入 768 片, 抽样 62 片, $\geq 0.3 \mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 113 颗;

实施例 11:

- a)同实施例 2;
- b)同实施例 2;
- c)同实施例 4;
- d)同实施例 5;

e)将铌酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理,刷洗时同时进行二流体喷淋,刷洗时毛刷下压距离为 1000 μm ,毛刷转速为 1300rpm,毛刷平移速度为 17mm/s,晶片中心停顿 1s,晶片边缘停顿 3s,晶片刷洗转速为 400rpm,毛刷刷洗往返 5 次,然后进行去离子水冲洗 8s,再进行晶片甩干处理,甩干转速为 3500rpm,甩干时间 26s,投入 960 片,抽样 77 片, $\geq 0.3\mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 27 颗;

实施例 12:

- a)同实施例 2;
- b)同实施例 2;
- c)同实施例 4;
- d)同实施例 5;

e)将铌酸锂晶片抛光面进行单面毛刷刷洗处理,刷洗时同时进行二流体喷淋,刷洗时毛刷下压距离为 1000 μm ,毛刷转速为 1300rpm,毛刷平移速度为 17mm/s,晶片中心停顿 1s,晶片边缘停顿 5s,晶片刷洗转速为 400rpm,毛刷刷洗往返 5 次,然后进行去离子水冲洗 8s,再进行晶片甩干处理,甩干转速为 3500rpm,甩干时间 26s,投入 944 片,抽样 76 片, $\geq 0.3\mu\text{m}$ 颗粒 ≤ 26 颗;

对比实施例 8、10、11、12,如表 4 和图 5 所示,在刷洗时毛刷在晶片边缘停顿 3s 以上洁净度高,能有效的去除从晶片内部往外侧刷时颗粒堆积在晶片边缘的颗粒。

表 4 实施例 8、10、11、12 的单面刷洗晶片颗粒度

检测项目	实施例 8	实施例 10	实施例 11	实施例 12
$\geq 0.3\mu\text{m}$ 颗粒	≤ 47 颗	≤ 113 颗	≤ 27 颗	≤ 26 颗

尽管已经示出和描述了本公开的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本公开的原理和精神的情况下可以对这些实施例进行多种变化、修改、替换和变形,本公开的范围由所附权利要求及其等同物限定。

权利要求书

1. 一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，包括下列具体步骤：

a) 将铌酸锂单面抛光片置于氟化氢铵稀释液中浸泡，去除抛光后晶片表面的二氧化硅抛光液残留，然后将晶片置于纯水中漂洗；

b) 将步骤 a)处理后的晶片置于 55-65℃的纯水中预热浸泡 1-3 分钟，然后将晶片置于 70-80℃的有机溶剂清洗液中进行超声清洗 10-20 分钟，去除晶片表面沾污；

c) 采用去离子水将步骤 b)处理后的晶片进行喷淋、注水、溢流、快排的重复处理，去除晶片表面微粒杂质和清洗液残留；

d) 将步骤 c)处理后的晶片先在碱性清洗溶液中用双面毛刷刷洗，后在去离子水中用双面毛刷刷洗和喷淋冲洗，然后进行甩干处理，其中，碱性清洗溶液由去离子水和碱性清洗剂按体积比 30~50: 1 混合而成；

e) 将步骤 d)处理后的晶片背面吸附在真空平台上，抛光面朝上进行单面毛刷刷洗，毛刷下压距离为 900-1200 μm ，毛刷在晶片表面旋转并平移，刷至晶片边缘时停顿 3-5s，刷洗时同时进行二流体喷淋，然后进行去离子水冲洗和甩干处理，使得晶片表面上不小于 0.3 μm 的颗粒不超过 30 颗。

2. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 a)中，铌酸锂单面抛光片在氟化氢铵稀释液中浸泡温度为 30-40℃，浸泡时间为 10-30 分钟，晶片在 30-40℃的纯水中漂洗 3-5 分钟。

3. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 a)中，氟化氢铵的质量分数为 98%，氟化氢铵稀释液为纯水和氟化氢铵按照质量比 10~15: 1 混合而成。

4. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 b)中，超声频率为 40kHz，有机溶剂清洗液由纯水和有机溶剂按体积比 5~10: 1 混合而成，有机溶剂清洗剂的各成份质量比为异丙醇胺 15~20%、N-甲基吡咯烷酮 30~40%、氢氧化钾 3~10%、纯水 40~60%。

5. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 c)中，喷淋时间为 50-70s，注水量淹没晶片，溢流时间为 20-30s，快排时间为 10s，重复进行喷淋、注水、溢流、快排处理 4-6 次。

6. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 d)中，双面刷洗为双面传动滚刷方式，毛刷转动并带动晶片平移，双面刷洗的毛刷为 PVA

材质的滚轮毛刷，毛刷转速为 6-10rpm，上下毛刷按压距离为 1000-1300 μm ，刷洗时间为 3-5 分钟，毛刷直径为 2-3cm，喷淋冲洗 10-20s，晶片甩干转速为 1200-1500rpm，甩干时间 15-20s。

7. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 d) 中，组成碱性清洗剂的各成份质量比为氢氧化钠 0.2~0.6%、氢氧化钾 1~3%、螯合剂 0.5~2%、非离子表面活性剂 2~5%、去离子水 90~96%。

8. 根据权利要求 1 所述的一种铌酸锂单面抛光片的清洗方法，其特征在于，所述步骤 e) 中，单面刷洗的毛刷为 PVA 材质的陀螺式毛刷，毛刷下压距离为 900-1200 μm ，毛刷转速为 1000-1500rpm，毛刷平移速度为 15-20mm/s，晶片中心停顿 0.5-1s，晶片边缘停顿 3-5s，晶片刷洗转速为 300-600rpm，毛刷刷洗往返 3-5 次，去离子水冲洗 5-10s，晶片甩干转速为 3000-4000rpm，甩干时间 25-30s。