



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110314896 A

(43)申请公布日 2019.10.11

(21)申请号 201910216999.6

(22)申请日 2019.03.21

(71)申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园

申请人 深圳清华大学研究院

(72)发明人 潘国顺 陈高攀 罗桂海 罗海梅
周艳

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事
务所(普通合伙) 11201

代理人 廖元秋

(51)Int.Cl.

B08B 3/12(2006.01)

B23K 26/352(2014.01)

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

一种半导体衬底材料抛光方法

(57)摘要

本发明涉及一种半导体衬底材料抛光方法，属于半导体材料抛光技术领域。本发明的抛光方法包括：将线割后的半导体衬底材料进行激光抛光；对激光抛光后的半导体衬底材料进行超声波清洗，完成激光抛光处理；采用化学机械抛光处理上步骤完成的半导体衬底材料。本发明的抛光方法，激光抛光可以高效的去除表面损伤并形成有利于化学机械抛光去除的结构和成分，同时由于激光抛光是非接触式抛光不会产生新的机械损伤，在下一步骤的化学机械抛光中仅需0.1-5小时即可以获得超精密抛光表面。本发明所有加工步骤都可以在商用设备中完成，易于实现，有良好的应用前景。



1. 一种半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:
 - (a) 将线割后的半导体衬底材料进行激光抛光;
 - (b) 对激光抛光后的半导体衬底材料进行超声波清洗,完成激光抛光处理;
 - (c) 采用化学机械抛光处理步骤(b)完成的半导体衬底材料。
2. 根据权利要求1所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述半导体衬底材料包括蓝宝石、砷化镓、碳化硅、氮化镓、金刚石、氮化铝、氮化镓、硅、氧化锌。
3. 根据权利要求1所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述超声波清洗所用的介质为水或乙醇,清洗时间为1~10分钟。
4. 根据权利要求1或2所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述的激光抛光方法包括准分子激光抛光、CO₂激光抛光、YAG激光抛光、纳秒激光抛光、皮秒激光抛光、飞秒激光抛光中的任一种。
5. 根据权利要求1或4所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述的激光扫描的速度为1mm/s~500mm/s。
6. 根据权利要求1或4所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述的激光扫描的能量密度为0.01J/cm²~20J/cm²。
7. 根据权利要求1所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述化学机械抛光使用的抛光液为氧化铝抛光液、氧化铈抛光液、氧化硅抛光液中的一种或几种。
8. 根据权利要求1所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述抛光垫为聚氨酯抛光垫、无纺布抛光垫、复合型抛光垫中的一种或几种。
9. 根据权利要求8所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,所述抛光液为酸性、中性、碱性中的一种或几种。
10. 根据权利要求8所述的半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,化学机械抛光所用压力为50g/cm²~400g/cm²,抛光时间为0.1~5小时。

一种半导体衬底材料抛光方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种半导体衬底材料抛光方法,属于半导体衬底材料抛光技术领域,特别涉及一种用于超硬材料和脆性材料等难加工衬底材料的超精密抛光技术领域。

背景技术

[0002] 传统半导体衬底材料加工分为晶体生长、线切割、精密加工、清洗等步骤,其中精密加工步骤用于去除切割工艺造成的损伤层、表面不平整等缺陷,并显著降低表面应力、粗糙度,从而获得原子级表面。目前精密加工包括研磨、机械抛光、化学机械抛光等步骤,加工工艺繁琐。尤其对于超硬材料和脆性材料等难加工衬底材料,研磨、机械抛光中会产生新的缺陷,不仅造成效率低,如目前超硬材料碳化硅化学机械抛光去除速率仅为100nm/h左右(J Mater Sci:Mater Electron(2013) 24:5040-5047),脆性材料材料在加工过程中易产生碎裂等,上述给化学机械抛光带来较大挑战。

[0003] 为了提高效率并降低表面缺陷,专利CN 107346726 A首先对原始衬底片进行沉浸式去除,然后在进行抛光处理;专利CN 107993936 A对切片后的衬底进行腐蚀工序以去除由切片产生的损伤层;专利CN103624675 B将磨料固化到研磨垫中来降低研磨造成的损伤,简化了衬底加工工艺步骤。由此可见,通过改变加工方法可以提高效率或降低表面缺陷。然而上述专利只是针对衬底加工中的一个步骤进行改良,并未提高化学机械抛光速率。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中的不足,提出了一种半导体衬底材料抛光方法,使用该方法可以迅速去除表面损伤层、起伏等而不产生新的缺陷,并激光抛光后生成易于化学机械抛光的表面结构、成分,极大地提高了化学机械抛光的效率。该方法可以改变了传统衬底材料的加工步骤:切割后的衬底材料仅需经过激光抛光、化学机械抛光两个步骤即可获得超精密表面,加工时间短,效率高。

[0005] 本发明的一种半导体衬底材料抛光方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

[0006] (a) 将线割后的半导体衬底材料进行激光抛光;

[0007] (b) 对激光抛光后的半导体衬底材料进行超声波清洗,完成激光抛光处理;

[0008] (c) 采用化学机械抛光处理步骤(b)完成的半导体衬底材料。

[0009] 所述半导体衬底材料包括蓝宝石、砷化镓、碳化硅、氮化镓、金刚石、氮化铝、氮化镓、硅、氧化锌。

[0010] 所述超声波清洗所用的介质为水或乙醇,清洗时间为1~10分钟。

[0011] 所述的激光抛光方法包括准分子激光抛光、CO₂激光抛光、YAG激光抛光、纳秒激光抛光、皮秒激光抛光、飞秒激光抛光中的任一种。

[0012] 所述的激光扫描的速度为1mm/s~500mm/s。

[0013] 所述的激光扫描的能量密度为0.01J/cm²~20J/cm²。

[0014] 所述化学机械抛光使用的抛光液为氧化铝抛光液、氧化铈抛光液、氧化硅抛光液

中的一种或几种。

[0015] 所述抛光垫为聚氨酯抛光垫、无纺布抛光垫、复合型抛光垫中的一种或几种。

[0016] 所述抛光液为酸性、中性、碱性中的一种或几种。

[0017] 化学机械抛光所使用压力为 $50\text{g}/\text{cm}^2 \sim 400\text{g}/\text{cm}^2$, 抛光时间为 $0.1 \sim 5$ 小时。

[0018] 本发明与现有技术相比具有如下优点:

[0019] 1. 减少了传统沉底材料的加工步骤, 切割后的衬底材料仅需经过激光抛光、化学机械抛光两个步骤即可获得超精密表面;

[0020] 2. 激光抛光时间短, 仅需几分钟到十几分钟可以迅速去除表面损伤层、起伏等而不产生新的缺陷;

[0021] 3. 激光抛光后生成易于化学机械抛光的表面结构、成分, 可以极大地提高了化学机械抛光的效率;

[0022] 4. 所使用的均为商用机器, 抛光工艺为商用抛光机可设定范围内, 操作简单且易于实现;

[0023] 5. 整个抛光过程时间短, 对于难加工材料仅需 $0.1 \sim 5$ 小时即可抛光完成;

附图说明

[0024] 图1是本发明实施例四抛光后碳化硅衬底表面显微镜图。

[0025] 图2是对比例一抛光后碳化硅衬底表面显微镜图。

具体实施方式

[0026] 为了进一步解释本发明所解决的技术问题及产生的效果, 以下结合具体实施例对本发明进行详细说明。此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明内容, 并不用于限定本发明。

[0027] 实施例一

[0028] 采用IPG公司GYLPM型纳秒激光抛光线割后的碳化硅衬底表面: 激光扫描速度为 $1\text{mm}/\text{s}$, 所用的激光能量密度为 $1\text{J}/\text{cm}^2$; 扫描完成后, 放于乙醇中超声波清洗5分钟; 将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、碱性氧化铝抛光液、聚氨酯抛光垫抛光3小时, 抛光压力为 $400\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况, 发现表面损伤已经完全去除。

[0029] 实施例二

[0030] 采用Universal公司ULR50型 CO_2 激光抛光线割后的碳化硅衬底表面: 激光扫描速度为 $250\text{mm}/\text{s}$, 所用的激光能量密度为 $0.01\text{J}/\text{cm}^2$; 扫描完成后, 放于乙醇中超声波清洗1分钟; 将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、碱性氧化铈抛光液、复合型抛光垫抛光1小时, 抛光压力为 $100\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况, 发现表面损伤已经完全去除。

[0031] 实施例三

[0032] 采用LIGHTCINVERSION公司PH1型飞秒激光抛光线割后的碳化硅衬底表面: 激光扫描速度为 $500\text{mm}/\text{s}$, 所用的激光能量密度为 $20\text{J}/\text{cm}^2$; 扫描完成后, 放于水中超声波清洗10分钟; 将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、酸性氧化硅抛光液、聚氨酯

抛光垫抛光5小时,抛光压力为 $300\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况,发现表面损伤已经完全去除。

[0033] 实施例四

[0034] 采用LIGHTCINVERSION公司PH1型飞秒激光抛光线割后的碳化硅衬底表面:激光扫描速度为 $50\text{mm}/\text{s}$,所用的激光能量密度为 $1\text{J}/\text{cm}^2$;扫描完成后,放于乙醇中超声波清洗10分钟;将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、碱性氧化硅抛光液、无纺布抛光垫抛光5小时,抛光压力为 $400\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况,发现表面损伤已经完全去除。

[0035] 实施例五

[0036] 采用LIGHTCINVERSION公司PH1型飞秒激光抛光金刚石衬底表面:激光扫描速度为 $200\text{mm}/\text{s}$,所用的激光能量密度为 $10\text{J}/\text{cm}^2$;扫描完成后,放于乙醇中超声波清洗5分钟;将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、酸性氧化硅抛光液、聚氨酯抛光垫抛光3小时,抛光压力为 $400\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况,发现表面损伤已经完全去除。

[0037] 实施例六

[0038] 采用LIGHTCINVERSION公司PH1型飞秒激光抛光氧化锌衬底表面:激光扫描速度为 $300\text{mm}/\text{s}$,所用的激光能量密度为 $0.05\text{J}/\text{cm}^2$;扫描完成后,放于乙醇中超声波清洗1分钟;将清洗后的碳化硅衬底使用沈阳科晶公司1000S型抛光机、中性氧化硅抛光液、复合型抛光垫抛光0.1小时,抛光压力为 $50\text{g}/\text{cm}^2$ 。抛光后利用莱卡显微镜观察抛光后的碳化硅材料表面情况,发现表面损伤已经完全去除。

[0039] 对比例一

[0040] 将线割后的碳化硅衬底片按照传统工艺加工:首先采用金刚石研磨液对其进行研磨以去掉衬底材料表面的刀痕,研磨30分钟后在显微镜下发现表面刀痕已经完全去除,但是产生较多的深划伤;将研磨后的衬底材料采用沈阳科晶公司1000S型抛光机、碱性氧化铝抛光液按照实施例一中的化学机械抛光条件抛光3小时,在显微镜下观察发现衬底材料表面划伤明显变浅并减少;将氧化铝抛光液抛光后的衬底材料按照实施例四中的化学机械抛光条件抛光5小时,在显微镜下观察发现衬底材料表面仍然存在划伤。

[0041] 对比例二

[0042] 将线割后的碳化硅衬底片按照实施例四中的化学机械抛光条件抛光,每隔1小时在显微镜下观察一次表面,抛光10小时后发现表面仍然存在线痕、凹坑等缺陷。



图1

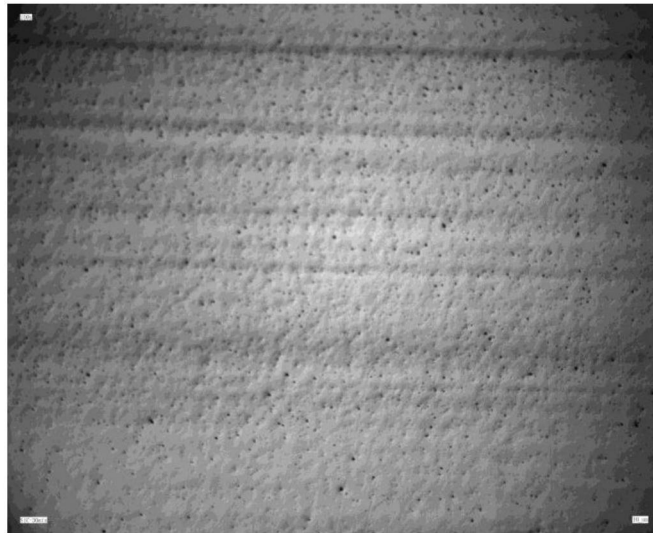


图2