



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114211411 B

(45) 授权公告日 2022.09.13

(21) 申请号 202111629517.3

B24D 3/34 (2006.01)

(22) 申请日 2021.12.28

B24D 18/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114211411 A

(56) 对比文件

US 5221295 A, 1993.06.22

CN 106346379 A, 2017.01.25

(43) 申请公布日 2022.03.22

GB 755116 A, 1956.08.15

CA 2183242 A1, 1995.09.21

(73) 专利权人 江苏华东砂轮有限公司

CN 107921610 A, 2018.04.17

地址 224000 江苏省盐城市盐都区盐龙街

CN 106147595 A, 2016.11.23

道丁晏居委会(凤凰南路西侧)

CN 102729158 A, 2012.10.17

(72) 发明人 陈贵锋 刘小磐 陈沈萍 陈瑞和

CN 1604834 A, 2005.04.06

王友堂 吴祝艳

CN 112171530 A, 2021.01.05

(74) 专利代理机构 北京东方灵盾知识产权代理

审查员 吴蒙

有限公司 11506

专利代理师 王娟

(51) Int. Cl.

B24D 3/32 (2006.01)

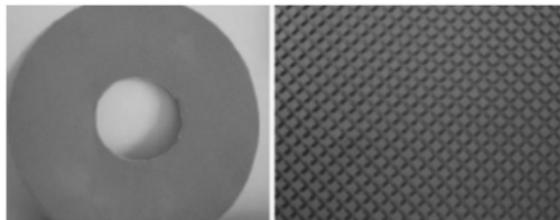
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法,涉及砂轮制造技术领域。其制备方法分为以下步骤:步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量比为1:(1-1.2):(1-1.3)的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成。本发明攻克大规格晶片超精密磨削抛光要求磨具实现大规格,光洁度达纳米级,且均衡一致,磨削过程对晶片表面晶体结构无变质层损伤,研发制备具备触变功能的高强度耐水抗烧伤自润滑环氧树脂有机高分子结合剂与超细金刚石磨料复合工艺,低温固化,制备合大规格硅晶片超精密磨削抛光金刚石砂轮,取代晶片依赖于抛光液抛光。



1. 一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备方法,其特征在于:其制造方法分为以下步骤:

步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物;

步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料;

步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

步骤四:对胚料进行固化,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮;

所述步骤一中的改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量比为1:(1-1.2):(1-1.3)的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,所述步骤一中的金刚石磨料为纳米级细粒度;

所述步骤二中的环氧树脂有机高分子结合剂为质量比为1:(1-1.2):(1-1.1)的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,所述聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的混合物。

2. 根据权利要求1所述的一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备方法,其特征在于:所述步骤一、步骤二中改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的质量百分比分别为30-40%、35%-40%、25-30%。

3. 根据权利要求1所述的一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备方法,其特征在于:所述步骤四中的固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在250-280℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h。

4. 一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮,其特征在于:采用了权利要求1-3任一所述的一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备方法制造而成。

一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及砂轮制造技术领域,具体为一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法。

背景技术

[0002] 半导体材料是制作集成电路、电子器件、光电子器件等的重要材料,是整个电子产业的基础材料,是实现电子性能的载体,支撑着人工智能、大数据、通信、计算机、信息技术、网络技术等的快速发展,是当前新一轮信息化革命的基石。随着网络技术的发展,整个半导体产业(尤其是芯片领域)对半导体材料的综合性能要求越来越高,特别是对工件表面的加工精度提出了更高要求,晶片材料的超精密加工要求达到纳米级。开发适用于半导体材料精密超精密加工的新型工具,提高半导体材料单晶硅片表面加工精度,已成为推动新一代信息技术产业发展的重要组成部分。

[0003] 硅是当前最重要、用途最广的半导体材料,硅单晶半导体基片广泛应用于大规模和超大规模集成电路(芯片)。硅片的表面质量是影响硅片光电性能的最主要因素之一,其中硅片平面度误差将直接影响光刻系统的聚焦,粗糙度影响刻线尺寸与精度,缺陷数量和深度将影响元件的集成度和可靠性。在提高集成度方面的技术发展和市场需求的推动下,单晶硅片的加工平面度由(1~2) $\mu\text{m}/76\text{mm}$ 发展到(1~2) $\mu\text{m}/(76\sim400)\text{mm}$,表面粗糙度Ra值要求达到80~100nm,变质层深度由原来接触抛光的深刻伤达到浮法抛光的无损伤。要获得平面度为1 $\mu\text{m}/(300\sim400)\text{mm}$ 、刻线宽度为15nm、变质层深度在0.2~0.3 μm 、集成度达到1~8Gbit-DARM的单晶硅片,研发超精密加工技术是解决这一问题的关键。

[0004] 目前半导体精密加工用金刚石磨具生产方面还处于技术封锁的空白状态,长期缺乏对于单晶硅材料精密加工技术的基础研发,整个行业的依赖程度高,单晶硅片的精密加工一直在使用研磨液抛光技术,技术落后,环境污染,晶片材料机械加工较为落后,极大地制约了半导体行业的发展及产业结构提升,因此,针对晶片材料的加工要求,自主开发高性能的晶片加工磨具,并将其应用于单晶硅材料的精密加工的研究迫在眉睫,项目的完成能为半导体晶片材料的平面精密加工开发一种理想的专用金刚石砂轮工具,形成一种更为绿色高效的加工工艺,对于促进我国半导体行业加工工艺的技术发展具有重要意义。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法,以解决上述背景技术中提出的问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供如下技术方案:一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法,包括其制备方法分为以下步骤:

[0007] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物;

[0008] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料;

- [0009] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;
- [0010] 步骤四:对胚料进行固化,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。
- [0011] 更进一步地,所述步骤一中的改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量比为1:(1-1.2):(1-1.3)的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,所述步骤一中的金刚石磨料为纳米级细粒度。
- [0012] 更进一步地,所述步骤二中的环氧树脂有机高分子结合剂为质量比为1:(1-1.2):(1-1.1)的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成。
- [0013] 更进一步地,所述聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物。
- [0014] 更进一步地,所述步骤一步骤二中改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的质量百分比分别为30-40%、35%-40%、25-30%。
- [0015] 更进一步地,所述步骤四中的固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在250-280℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h。
- [0016] 一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮,采用了所述的一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备方法制造而成。
- [0017] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:
- [0018] 该大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮及其制备方法,攻克大规格晶片超精密磨削抛光要求磨具实现大规格,光洁度达纳米级,且均衡一致,磨削过程对晶片表面晶体结构无变质层损伤,研发制备具备触变功能的高强度耐水抗烧伤自润滑环氧树脂有机高分子结合剂与超细金刚石磨料复合工艺,低温固化,制备合大规格硅晶片超精密磨削抛光金刚石砂轮,取代晶片依赖于抛光液抛光的弊端。

附图说明

- [0019] 图1为采用本发明方法制造的抛光砂轮及其表面电镜图。

具体实施方式

- [0020] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。
- [0021] 需要说明的是,在本发明的描述中,术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,并不是指示或暗示所指的装置或元件所必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。
- [0022] 此外,应当理解,为了便于描述,附图中所示出的各个部件的尺寸并不按照实际的比例关系绘制,例如某些层的厚度或宽度可以相对于其他层有所夸大。
- [0023] 应注意的是,相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义或说明,则在随后的附图的说明中将不需要再对其进行进一步的具体讨论和描述。
- [0024] 如图1所示,本发明为本发明的一种大尺寸单晶硅片超精密加工抛光砂轮的制备

方法制备的砂轮,需要注意的是,工艺中通过偶联剂在磨料上形成包膜,将磨料粒紧紧包围住,纳米级颗粒的氟硼酸钾卤族元素化学成分形成的金属盐,形成降低磨削温度,产生相变由固态转变为液态,并在磨粒表面形成薄薄的润滑膜,离开磨削区后,液态金属盐又转变为固态,这种自润滑效果能降低磨削温度,防止工件烧伤,防堵塞,表面散热,还可以对加工材料化学蚀损,提高材料切除率,组成独特的具备不同交联网状结构的具备高强度聚合物组成的高强度抗烧伤磨具,保证了磨粒在磨削过程中,经受高速重负荷磨削力的挤压和撞击,粘结强度高涂附均匀,且具有优良的耐热性能。既有效的避免了工件的烧伤,避免了高速磨削对磨削材料表层应力损伤,又实现了难加工材料的高效强力磨削,以下为改变其原料的配置比例得到的实施例。

[0025] 实施例一

[0026] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:100kg:100kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0027] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:100kg:100kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0028] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为40kg、35kg、25kg;

[0029] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0030] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在250℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0031] 实施例二

[0032] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:100kg:130kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0033] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:100kg:110kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0034] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为30kg、40kg、30kg;

[0035] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0036] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在280℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0037] 实施例三

[0038] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:120kg:100kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0039] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:120kg:100kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散

剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0040] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为40kg、35kg、25kg;

[0041] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0042] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在260℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0043] 实施例四

[0044] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:120kg:130kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0045] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:120kg:110kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0046] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为35kg、35kg、30kg;

[0047] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0048] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在270℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0049] 实施例五

[0050] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:120kg:110kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0051] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:110kg:110kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0052] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为40kg、35kg、25kg;

[0053] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0054] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在280℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0055] 实施例六

[0056] 步骤一:将改性高聚合物基环氧树脂结合剂与金刚石磨料进行复合,复合完成后得到高强度聚合物,改性高聚合物基环氧树脂结合剂为质量分别为比为100kg:100kg:130kg的聚丙烯酸酯、酚醛树脂和硼氟酸钾混合而成,金刚石磨料为纳米级细粒度;

[0057] 步骤二:将高强度聚合物与环氧树脂有机高分子结合剂进行复合得到原料,环氧树脂有机高分子结合剂为质分别为100kg:120kg:110kg的硅烷偶联剂、有机硅、聚触变分散剂专用填充料混合而成,聚触变分散剂专用填充料为聚乙烯和聚丙烯的1:1混合物;

[0058] 在进行砂轮的生产时,改性高聚合物基环氧树脂结合剂、金刚石磨料和环氧树脂有机高分子结合剂的使用量分别为40kg、35kg、25kg;

[0059] 步骤三:将原料放入模具中通过注模成型,得到胚料;

[0060] 步骤四:对胚料进行固化,固化方式采用低温烧结固化,烧结温度控制在280℃之间,升温 and 降温的速度控制在50℃/h,固化完成后得到直径为20cm厚度为1cm的砂轮。

[0061] 对比例

[0062] 采用市面上普通金刚石的直径为20cm厚度为1cm的金刚石抛光砂轮进行对照。

[0063] 分别对实施例一至对比例所得到的的砂轮进行检测,检测项目包括最大转速、直径2m的砂轮的直线度误差、硬度、动不平衡以及表面的粗糙度得到表1。

[0064] 表1

项目	最大转速 (m/s)	直线误差 (μm)	硬度 (HRB)	动平衡 (g)	表面粗糙度(μm)
实施例一	55	28	80	4	0.2
实施例二	56	25	81	3	0.1
实施例三	60	27	83	3	0.05
实施例四	57	29	85	4	0.15
实施例五	58	26	86	5	0.2
实施例六	54	24	87	4	0.1
对比例	35	45	90	8	0.35

[0067] 本发明中所生产的抛光砂轮,其内部原料之间会形成氢键,键合在环氧树脂聚合物体系中,形成三维的网状结构,这种结构受机械力影响时会使粘度下降,液相体系恢复良好的流动性;使树脂胶液在静止时有较高的稠度,当操作结束剪切力消除后,三维结构会自行恢复,粘度上升。在完全非极性液体中,粘度恢复时间只需几分之一秒;既能保证液相体系在一定的施工剪切力下有好的流动性,在保证磨料在组织密度均匀一致的基础之上,不会发生顺流现象,又能保证涂膜的一次厚度及其均匀性,研发制备具备触变功能的高强度耐水抗烧伤自润滑环氧树脂有机高分子结合剂与超细金刚石磨料复合工艺,注模成型,低温固化,复合,制备砂轮,最大直径为2000mm,速度最高可达60m/s,最大直径2m的砂轮的直线度误差小于30 μm ,最高纳米级,硬度波动小于HRB8度以内,动不平衡控制在5g以下。单晶硅表面的粗糙度 $R_a \leq 0.2\mu\text{m}$,最高纳米级,单晶硅表面平整度 $\leq 2\mu\text{m}/(300\sim 400)\text{mm}$;磨削效率 $\geq 2\text{m}^2/\text{h}$;砂轮使用寿命 $\geq 2000\text{m}^2/\text{片}$ 。

[0068] 针对市场上的两个高端品牌和普通品牌进行数据对比,分别记作品牌一、品牌二和品牌三,针对主要性能指标进行数据对比得到表2。

[0069] 表2

公司 参数		目标产品	品牌一	品牌二	品牌三
		[0070] 主要性能	磨削线速度 (m/s)	60	60
	静平衡 (克)	≤57	≤75	≤60	×
	砂轮端面圆跳动 (mm)	0.2-0.4	0.3-0.5	0.2-0.4	×
	砂轮径向圆跳动 (mm)	0.5-0.8	0.4-1.0	0.4-0.8	×

[0071] 指标	内孔偏差 (mm)	+0.03-0.04	+0.03-0.05	+0.03-0.05	×
	砂轮同轴度 (mm)	0.20-0.40	0.20-0.50	0.20-0.40	×
	平行度 (mm)	≤0.2	≤0.3	≤0.3	×
	外径误差 (mm)	±0.2	±0.3	±0.3	×
	磨削硅片表面粗糙度 Ra (μm)	≤0.2 μm	≤0.32 μm	≤0.25 μm	≤0.32 μm
	硬度 HRB	98-102	87-94	95-103	×
	磨削比	165-200	120-174	158-220	×
	磨削效率	≥2m ² /h	≥2m ² /h	≥1.8m ² /h	×
	使用寿命	≥2000m ² /片	≥1800m ² /片	≥2000m ² /片	×
	平面度	1 μm/30mm	1.5 μm/30mm	1 μm/30mm	×

[0072] 从而能够发现本产品的综合属性相较于两个高端品牌斗有显著的优势。

[0073] 尽管已经示出和描述了本发明的实施例,对于本领域的普通技术人员而言,可以理解在不脱离本发明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、替换和变型,本发明的范围由所附权利要求及其等同物限定。

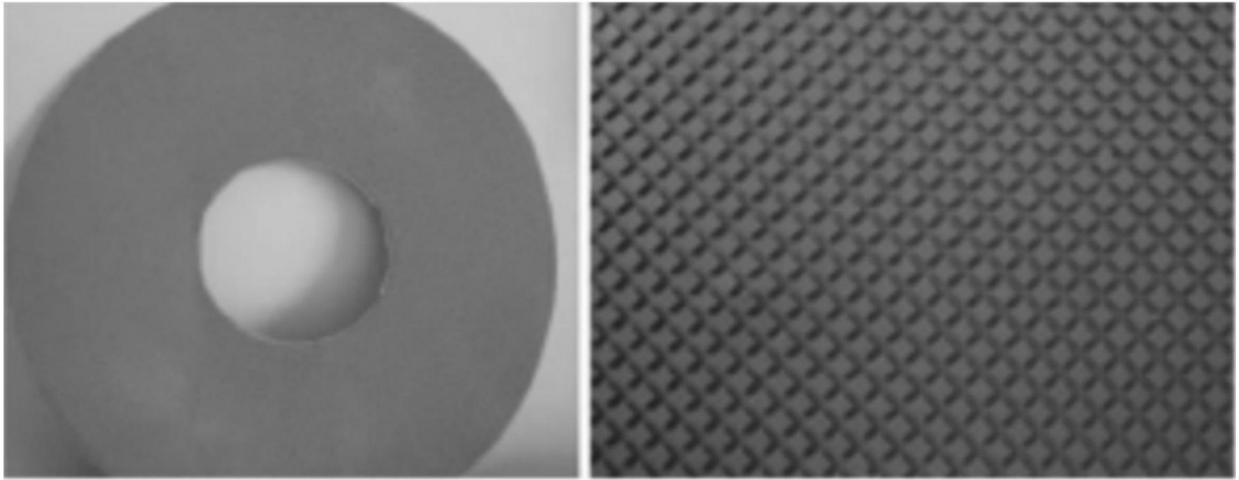


图1