



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111168233 A

(43)申请公布日 2020.05.19

(21)申请号 202010092891.3

(22)申请日 2020.02.14

(71)申请人 南京理工大学

地址 210094 江苏省南京市玄武区孝陵卫
200号

(72)发明人 于彩芸 韩冰 马丁·伊尔哈特
高语璠 朱日宏

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 岑丹

(51)Int.Cl.

B23K 26/0622(2014.01)

B23K 26/064(2014.01)

B23K 26/352(2014.01)

B23K 26/70(2014.01)

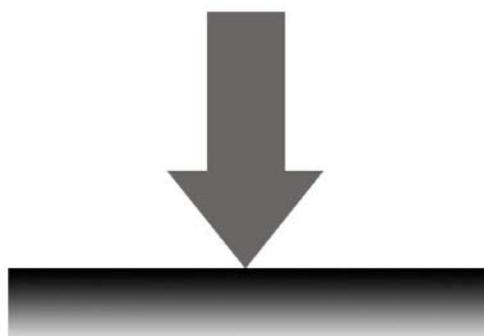
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法

(57)摘要

本发明公开了一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,具体为:皮秒激光束通过扩束聚焦装置聚焦在光学玻璃表面,作用1-20个脉冲后,在表面形成LIPSS,所述激光单脉冲能量密度的范围为烧蚀阈值的0.4-0.9倍。本发明能够改变玻璃的光学特性,减小表面反射率提高透过率。



1. 一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,具体为:
皮秒激光束通过扩束聚焦装置聚焦在光学玻璃表面,作用1-20个脉冲后,在表面形成LIPSS,所述激光单脉冲能量密度的范围为烧蚀阈值的0.4-0.9倍。
2. 根据权利要求1所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,所述光学玻璃材料厚度在10 μm 以上。
3. 根据权利要求1所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,所述光学玻璃为K9玻璃或熔融石英。
4. 根据权利要求1所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,激光为线偏振光,脉宽为8ps。
5. 根据权利要求1所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,玻璃表面的激光焦斑直径在30 μm 到100 μm 之间。
6. 根据权利要求1所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,激光波长为1000nm-1100nm、520nm-700nm、200nm-490nm。
7. 根据权利要求1~6任一所述的皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,其特征在于,激光波长为532nm。

皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法

技术领域

[0001] 本发明属于光学玻璃表面周期性结构制备技术,具体为一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法。

背景技术

[0002] 激光诱导周期性表面结构(LIPSS)是用于制造表面微纳米结构的快速、精确、低成本的方法。从应用角度看,LIPSS在表面工程和表面处理中有潜在的应用,在光学、生物、电子、医疗、材料学领域具有广泛应用前景。传统的表面微纳米结构化需要先进的表面加工技术的支持。在材料表面形成微纳米结构可以有两种基本方法:一种是基于去除的方法,在材料表面去除掉一定的结构,留下目标结构,代表性技术在纳米技术中称为top-down方式;另一种是基于生长的方法,可以是外来结构在表面上形成的新结构,也可以是材料表面结构自身的生长、变化或者化学反应在表面上形成了新结构,代表性的工艺在纳米技术称为bottom-up方式。传统工业中有几种常规表面处理技术,例如机械表面处理、喷砂处理、酸腐蚀表面等,但这些常规技术可能污染材料表面。大部分常规表面处理技术不能在非平面表面制作微纳米结构。随着技术的发展,离子束和电子束加工可以精确地制造表面纳米结构,但其需要昂贵的真空设备和高成本。LIPSS是一种具有一定缺陷但是高度周期性的栅状结构,可由多种激光辐照材料表面产生。并且,适用材料范围很广,可以在多种固体,包括金属、半导体、电介质和聚合物表面产生,可以在空气环境中产生,避免使用昂贵的真空设备,应用范围非常广泛。在入射激光的能量密度接近或略小于材料的烧蚀阈值时可以形成周期接近波长的条纹结构,形成的条纹特征与激光波长、电场方向、能量密度、脉冲个数以及材料自身的缺陷相关。针对不同的材料、结构,提出了多种LIPSS的形成机制,包括粗糙表面散射波与入射光干涉的Sipe模型,二次谐波模型,激光与等离子体相互作用,等离子体与激光干涉,毛细波效应等,但目前尚无公认准确模型来描述LIPSS的产生机理。

[0003] 目前针对光学玻璃材料LIPSS研究主要使用飞秒激光,由于在可见光范围内,光学玻璃对ps激光不吸收,相关研究较少。“Nazar F, Daniel N, O'Connor G M. Thin film enabling sub-250nm nano-ripples on glass by low fluence IR picosecond laser irradiation[J]. Optics & Laser Technology, 2018, 108: 26-31.”在硼硅酸盐玻璃表面涂覆ITO薄膜,使用波长1032nm,脉冲宽度10ps的激光去除ITO膜后在玻璃表面产生了周期为280nm的周期性纳米结构。然而涂覆ITO膜操作复杂,且在材料表面有残留。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供了一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,解决现有技术难以在空气环境下直接在光学玻璃表面形成均匀LIPSS的问题。

[0005] 实现本发明目的的技术解决方案为:一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,具体为:

[0006] 皮秒激光束通过扩束聚焦装置聚焦在光学玻璃表面,作用1-20个脉冲后,在表面

形成LIPSS,所述激光单脉冲能量密度的范围为烧蚀阈值的0.4-0.9倍。

[0007] 优选地,所述光学玻璃材料厚度在10 μ m以上。

[0008] 优选地,所述光学玻璃为K9玻璃或熔融石英。

[0009] 优选地,激光为线偏振光,脉宽为8ps。

[0010] 优选地,玻璃表面的激光焦斑直径在30 μ m到100 μ m之间。

[0011] 优选地,激光波长为1000nm-1100nm、520nm-700nm、200nm-490nm。

[0012] 优选地,激光波长为532nm。

[0013] 本发明与现有技术相比,其显著优点为:1) 本发明能够改变玻璃的光学特性,减小表面反射率提高透过率;2) 本发明适用于微纳光栅制造;3) 本发明适用于在非平面材料表面形成LIPSS;4) 本发明无需真空实验环境。

[0014] 下面结合附图对本发明作进一步详细描述。

附图说明

[0015] 图1为K9玻璃表面激光诱导周期性结构(LIPSS)产生示意图。

[0016] 图2为实施例1K9玻璃表面产生LIPSS的扫描电子显微镜扫描结果示意图。

[0017] 图3为实施例1激光在K9表面诱导产生LIPSS周期随激光能量密度变化而改变的结果示意图。

[0018] 图4为实施例1激光在K9表面诱导产生LIPSS结构深度随脉冲个数变化而改变的结果示意图。

具体实施方式

[0019] 如图1所示,一种皮秒激光诱导光学玻璃表面周期性结构的方法,在设定的激光参数区间内,通过1-20个皮秒激光脉冲在光学玻璃材料表面产生周期可控的LIPSS。所用激光单脉冲能量密度小于材料烧蚀阈值,不会产生裂纹、烧蚀形貌。具体步骤为:

[0020] 皮秒激光束通过扩束聚焦装置聚焦在材料表面,作用1-20个脉冲后,在表面形成LIPSS,所述激光单脉冲能量密度的范围为烧蚀阈值的0.4-0.9倍。

[0021] 进一步的实施例中,所述光学玻璃材料厚度在10 μ m以上。在某些实施例中,所选材料为典型光学玻璃,例如K9玻璃,熔融石英。

[0022] 进一步的实施例中,激光为线偏振光,脉宽为8ps,且光学玻璃材料表面的激光焦斑直径在30 μ m到100 μ m之间。如图3所示,激光能量密度的改变基本不会改变LIPSS周期,LIPSS的周期与入射激光波长相近。

[0023] 进一步的实施例中,激光波长为1000nm-1100nm、520nm-700nm、200nm-490nm。

[0024] 进一步的实施例中,激光波长为532nm。

[0025] 实施例1

[0026] 本实施例以K9玻璃表面LIPSS的蚀刻过程为例详细描述本发明的技术方案,如图1所示。

[0027] (1) 采用直径2.5cm、厚2mm、双面抛光K9玻璃基片。

[0028] (2) 选用波长532nm、脉宽8ps、线偏振的激光作为作用光源,激光从K9玻璃表面入射,聚焦在材料表面。

[0029] (3) 选用150mm焦距透镜聚焦作用激光束,使激光焦点位于K9玻璃表面,光斑直径32.5 μm 。

[0030] (4) 光斑能量密度范围为4.72J/cm²到13.27J/cm²。

[0031] (5) 通过1-20个脉冲激光作用,在K9玻璃的表面(入射面)将产生周期在480nm到510nm之间的LIPSS,随着脉冲个数的增加,LIPSS深度增加,如图2~4所示。

[0032] 本实施例适用于在K9玻璃表面形成周期在480-510nm的栅状周期性结构(LIPSS),通过改变激光能量密度和脉冲个数,调节LIPSS周期及深度。通过皮秒激光作用实现K9玻璃表面LIPSS成型,并使得激光能量密度小于材料烧蚀阈值。

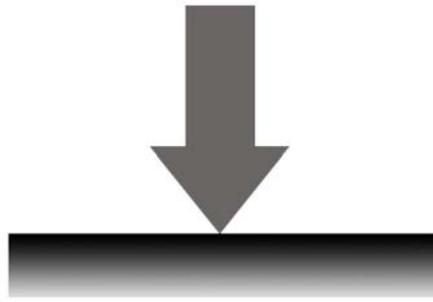


图1

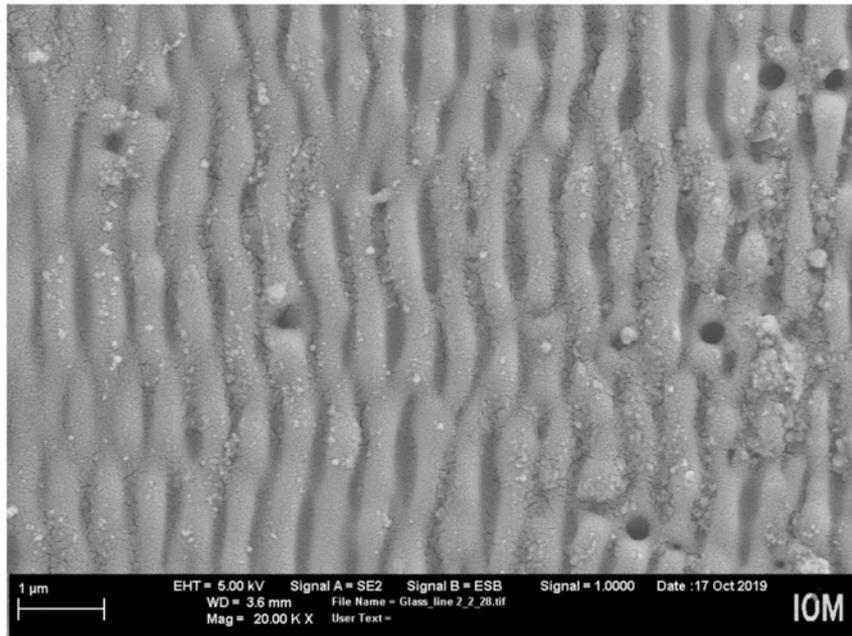


图2

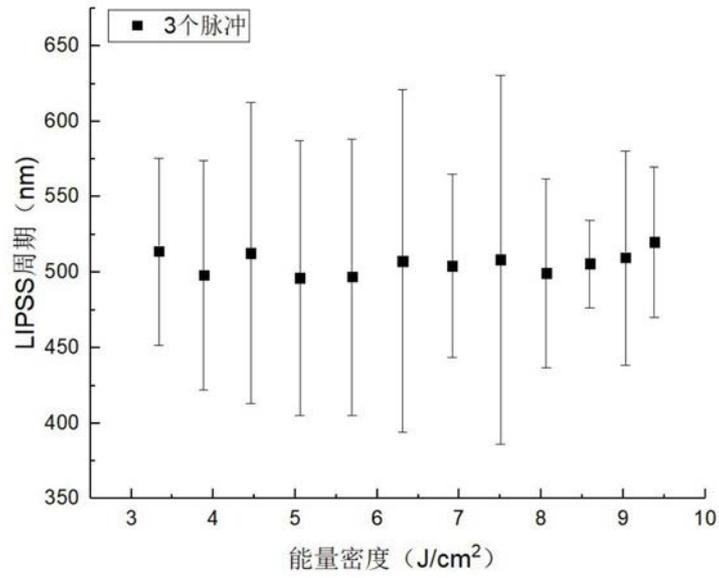


图3

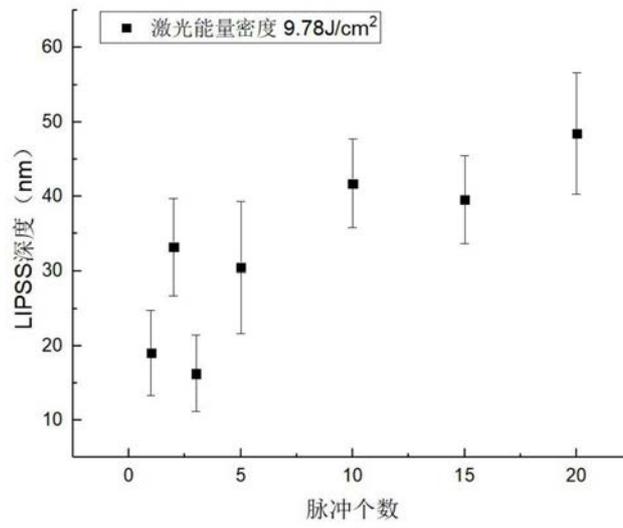


图4