



(12) 发明专利



(10) 授权公告号 CN 110545948 B

(45) 授权公告日 2022. 02. 25

(21) 申请号 201880025435.8

(22) 申请日 2018.04.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110545948 A

(43) 申请公布日 2019.12.06

(30) 优先权数据
102017110542.5 2017.05.15 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.10.16

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2018/058882 2018.04.06

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/210484 DE 2018.11.22

(73) 专利权人 LPKF激光电子股份公司
地址 德国加尔布森

(72) 发明人 R. 奥斯索尔特 N. 安布罗修斯
D. 邓克尔 A. 施努尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
11105

代理人 侯宇

(51) Int. Cl.
B23K 26/00 (2014.01)
B23K 26/362 (2014.01)
B23K 26/402 (2014.01)
C03B 33/02 (2006.01)
B23K 26/0622 (2014.01)
B23K 26/53 (2014.01)
B23K 103/00 (2006.01)

(56) 对比文件
WO 2014161534 A2, 2014.10.09
US 6709881 B2, 2004.03.23
US 2016368100 A1, 2016.12.22
CN 1819878 A, 2006.08.16
CN 102468153 A, 2012.05.23
WO 2016010954 A2, 2016.01.21

审查员 刘冬

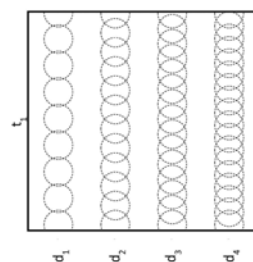
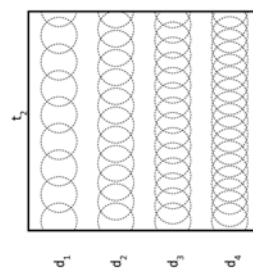
权利要求书1页 说明书2页 附图4页

(54) 发明名称

借助激光诱导的深度蚀刻来加工、尤其分割基板的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种借助激光诱导的深度蚀刻来加工基板的方法,其中,激光束沿加工线运动,并且将各个脉冲以空间上的激光脉冲间距(d)引导到基板上。接下来通过蚀刻以蚀刻速率(R)和蚀刻时长(t)在 $1 > d / (R * t) > 10^{-5}$ 的条件下实施各向异性的材料剥除。



1. 一种借助激光诱导的深度蚀刻来加工平坦的基板的方法,包括:
在不同的空间激光脉冲间距 d 下确定切割线在平坦的基板中所能达到的局部最小粗糙度;
激光束沿加工线运动,
将各个脉冲以根据确定的局部最小粗糙度所选择的空間激光脉冲间距 d 引导到基板上;并且
接下来通过各向异性蚀刻以蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 实施材料剥除,其特征在于,加工参数满足以下条件:
 $1 > d / (R * t) > 10^{-5}$,
其中 d 的单位为 μm , R 的单位为 $\mu\text{m}/\text{分钟}$, t 的单位为分钟。
2. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,加工参数满足以下条件:
 $1 > d / (R * t) > 10^{-3}$ 。
3. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与横向于加工线的切割间隙宽度 b 的高宽比根据以下条件进行调整:
 $12 > D / b > 1$,
其中, D 的单位为 μm , b 的单位为 μm 。
4. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积的比例大于3:
 $D / (R * t) > 3$,
其中, D 的单位为 μm 。
5. 按照权利要求4所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积的比例大于5:
 $D / (R * t) > 5$,
其中, D 的单位为 μm 。
6. 按照权利要求5所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积的比例大于8:
 $D / (R * t) > 8$,
其中, D 的单位为 μm 。
7. 按照权利要求6所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积的比例大于10:
 $D / (R * t) > 10$,
其中, D 的单位为 μm 。
8. 按照权利要求7所述的方法,其特征在于,基板的厚度 D 与蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积的比例大于12:
 $D / (R * t) > 12$,
其中, D 的单位为 μm 。
9. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,基板由玻璃构成。
10. 按照权利要求9所述的方法,其特征在于,基板由石英玻璃构成。
11. 按照权利要求1所述的方法,其特征在于,空間激光脉冲间距 d 为2至 $3\mu\text{m}$ 。

借助激光诱导的深度蚀刻来加工、尤其分割基板的方法

[0001] 本发明涉及一种借助激光诱导的深度蚀刻来加工、尤其分割尤其平坦的基板的方法,其中,将脉冲式激光束以空间上的激光脉冲间距引导到基板上,并且接下来通过蚀刻以蚀刻速率和蚀刻时长实施各向异性的材料剥除。

[0002] 这种被称为LIDE(激光诱导的深度蚀刻Laser Induced Deep Etching)的用于借助激光诱导的深度蚀刻来精确地加工玻璃的方法是已知的。在此,LIDE方法可以以最高的速度施加极为精确的孔洞(玻璃通孔Through Glass Via=TGV)和结构并且由此为更多地使用玻璃作为微系统技术中的材料创造了条件。

[0003] 在激光诱导的深度蚀刻(例如W0 2014/161534 A2和W0 2016/04144 A1)中,借助激光脉冲或者脉冲序列在沿射束轴的纵长区域上、常常在透明材料、例如玻璃板的整个厚度上对透明材料进行改性,以便在接下来的湿化学的蚀刻池中各向异性地对所述改性进行蚀刻。如果激光脉冲以适合的空间上的间距沿轮廓输出到材料上,则材料在各向异性的材料剥除期间沿轮廓被分割。

[0004] 在此,激光能量输入用于激发或触发反应并且通过转换进行改性,其作用首先在接下来的方法步骤中导致或用于希望的材料分离。

[0005] 通过基于改性和必要时接下来经由蚀刻工艺实施的各向异性的材料剥除来实现分割过程的方式,对于分割过程可以不使用连续的、而是使用面状作用的剥除工艺,这仅仅对过程有非常少的要求。尤其能够在材料剥除的作用时长内定量且定性地对所有以描述的方式方法预处理的且相应改性的区域同时实施,使得用于产生多个凹空或穿孔的时间耗费在总和上明显减少。

[0006] 通过各个脉冲彼此间隔的作用位置的按照原理的关联(Verkettung)及其随后通过蚀刻过程的连接,导致形成分割面,所述分割面不是平坦的。而是产生波纹或齿部,类似相连的齿孔。

[0007] 这种原则上不希望的不平坦的分割面能够通过激光脉冲间距来调整,其中,通常由此出发,即,较小的激光脉冲间距导致较小地成型出波纹或齿部。

[0008] 由此,在该方法中,一方面通过较大的激光脉冲间距实现的快速加工进度,另一方面截面的近似走向的尽可能光滑的、平顺的延伸,这两个基本目标彼此冲突。

[0009] 本发明所要解决的技术问题是,以理想的方式满足或协调两个目标。所述技术问题按照本发明通过根据权利要求1的技术特征的方法解决。本发明的另外的设计方案由从属权利要求获得。

[0010] 按照本发明规定一种方法,其中,根据以下规则确定加工参数:

[0011] $1 > d / (R * t) > 10^{-5}$,

[0012] 优选地根据以下规则:

[0013] $1 > d / (R * t) > 10^{-3}$,

[0014] 其中, d =激光脉冲间距, R =蚀刻速率和 t =蚀刻时长。

[0015] 由此,根据LIDE方法切割的基板或者构件的被加工的侧面具有减小的粗糙度,其中,本发明基于令人惊讶的关于粗糙度与脉冲间距和蚀刻时长的认知,即,脉冲间距为了尽

可能光滑的表面不是选择成尽可能地小,而是需要根据前述的规定进行确定。

[0016] 取决于脉冲间距的表面的粗糙度通常尤其具有大约 $1\mu\text{m}$ 至 $3\mu\text{m}$ 的局部最小值。最小值的位置取决于基板材料、使用的蚀刻化学工艺以及另外的过程参数。

[0017] 按照本发明,在通过激光束改性的位置上可以在蚀刻池中进行各向异性的材料剥除。由此,具有较大高宽比(基板的厚度 D 与切割间隙宽度 b 的比)的结构以以下条件产生

[0018] $12 > D/b > 1$ 。

[0019] 在此,通过湿化学式蚀刻的材料剥除通过蚀刻速率 R 和蚀刻时长 t 的乘积描述,其与基板的厚度 D 相比更小。优选地适用:

[0020] $D/(R*t) > 3$ 。

[0021] 尤其优选地适用:

[0022] $D/(R*t) > 12$ 。

[0023] 使用的基板材料优选是玻璃,用于激光诱导的深度蚀刻使用的波长对于玻璃来说是透明的。在使用石英玻璃时能够实现特别大的高宽比和特别小的粗糙度。

[0024] 本发明允许实施不同的设计方式。为了进一步明确其原理,在附图中示出并且接下来进一步阐述本发明。在原理示意图中:

[0025] 图1示出不同的激光脉冲间距(d)和蚀刻时长(t)的视图;

[0026] 图2示出在一个激光脉冲间距($d=3\mu\text{m}$)和蚀刻时长($t=35\text{min}$)下的截面的表面轮廓的视图;

[0027] 图3示出在一个激光脉冲间距($d=10\mu\text{m}$)和蚀刻时长($t=35\text{min}$)下的截面的表面轮廓的视图;

[0028] 图4示出在不同的材料剥除时激光脉冲间距(d)和粗糙度 R_a 的比例关系。

[0029] 图1示意性地示出根据激光脉冲间距 d 和蚀刻时长 t (在蚀刻速率 R 恒定的情况下)所产生的截面的怎样不同的波纹度或粗糙度。根据所希望的,脉冲间距 d 选择得越小且蚀刻时长 t 选择得越长,则粗糙度越小。

[0030] 这在图2和3中结合截面的表面轮廓示出。在相同的蚀刻时长 $t=35$ 分钟和相同的蚀刻速率 R 下,也就是在相同的 $R*t$ 乘积和由此相同的通过湿化学蚀刻造成的材料剥除量下,在两种激光脉冲间距 $d=3\mu\text{m}$ (图2)和 $d=10\mu\text{m}$ (图3)下产生出非常不同的表面。

[0031] 图4示出对于不同的材料剥除量(etch removal)来说粗糙度 R_a (roughness)随激光脉冲间距 d (pitch)的变化。在大约 2 至 $3\mu\text{m}$ 的激光脉冲间距 d 下,粗糙度 R_a 的局部最小值达到约 0.05 至 $0.08\mu\text{m}$ 。这仅仅轻微地受到材料剥除量以及蚀刻速率与蚀刻时长的乘积的影响。

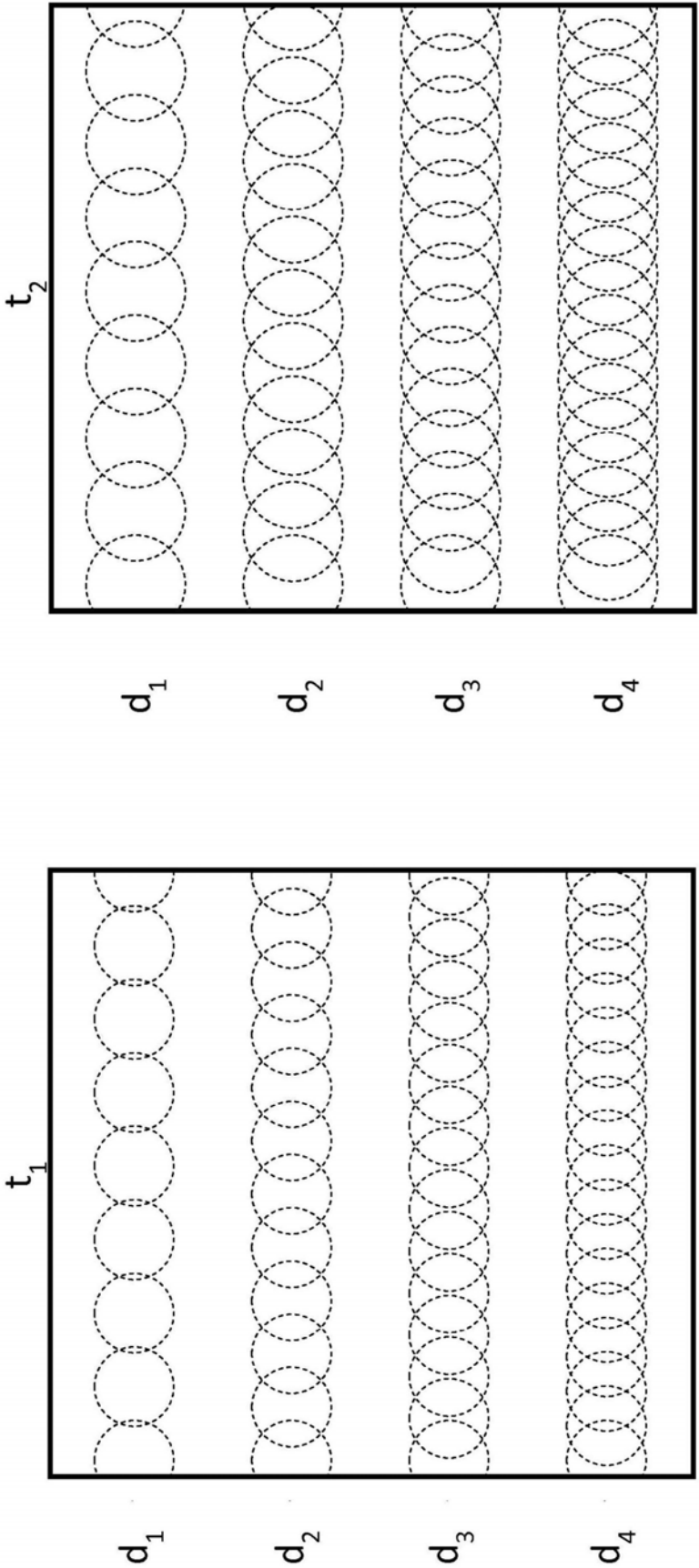


图1

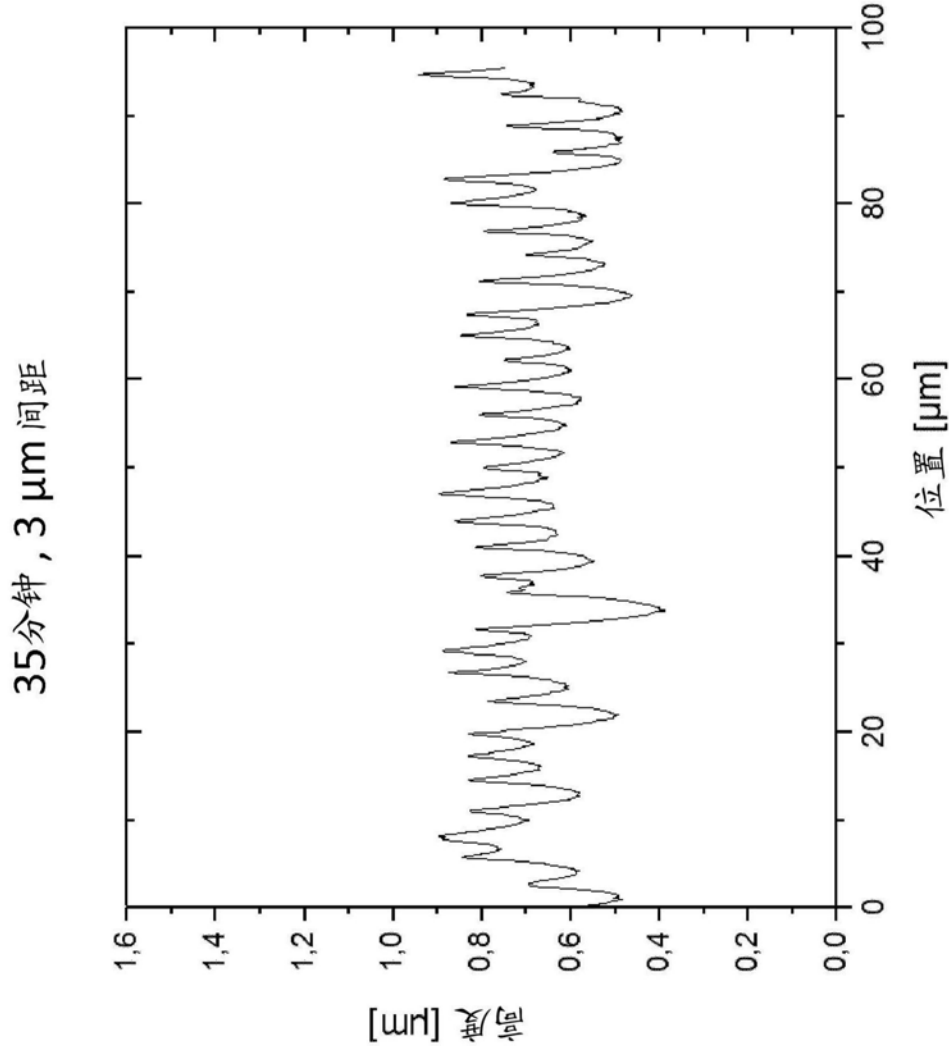


图2

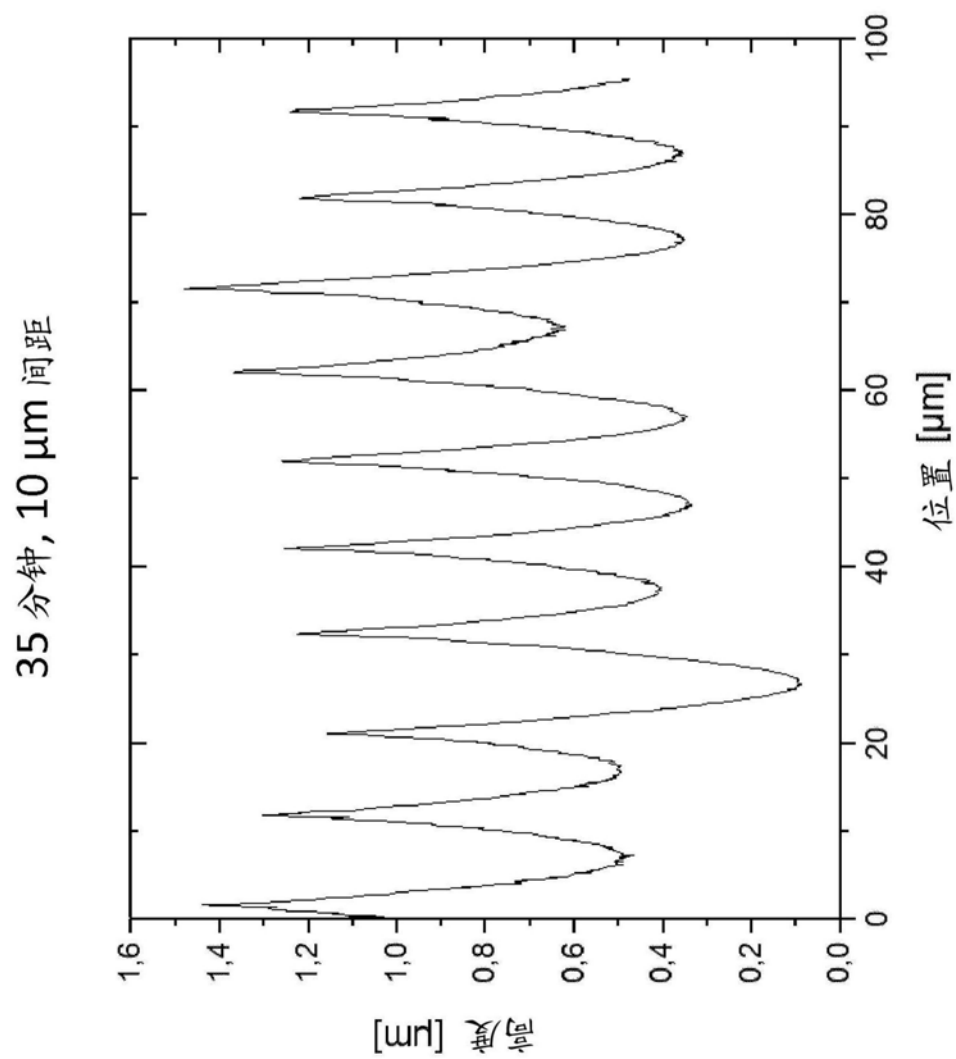


图3

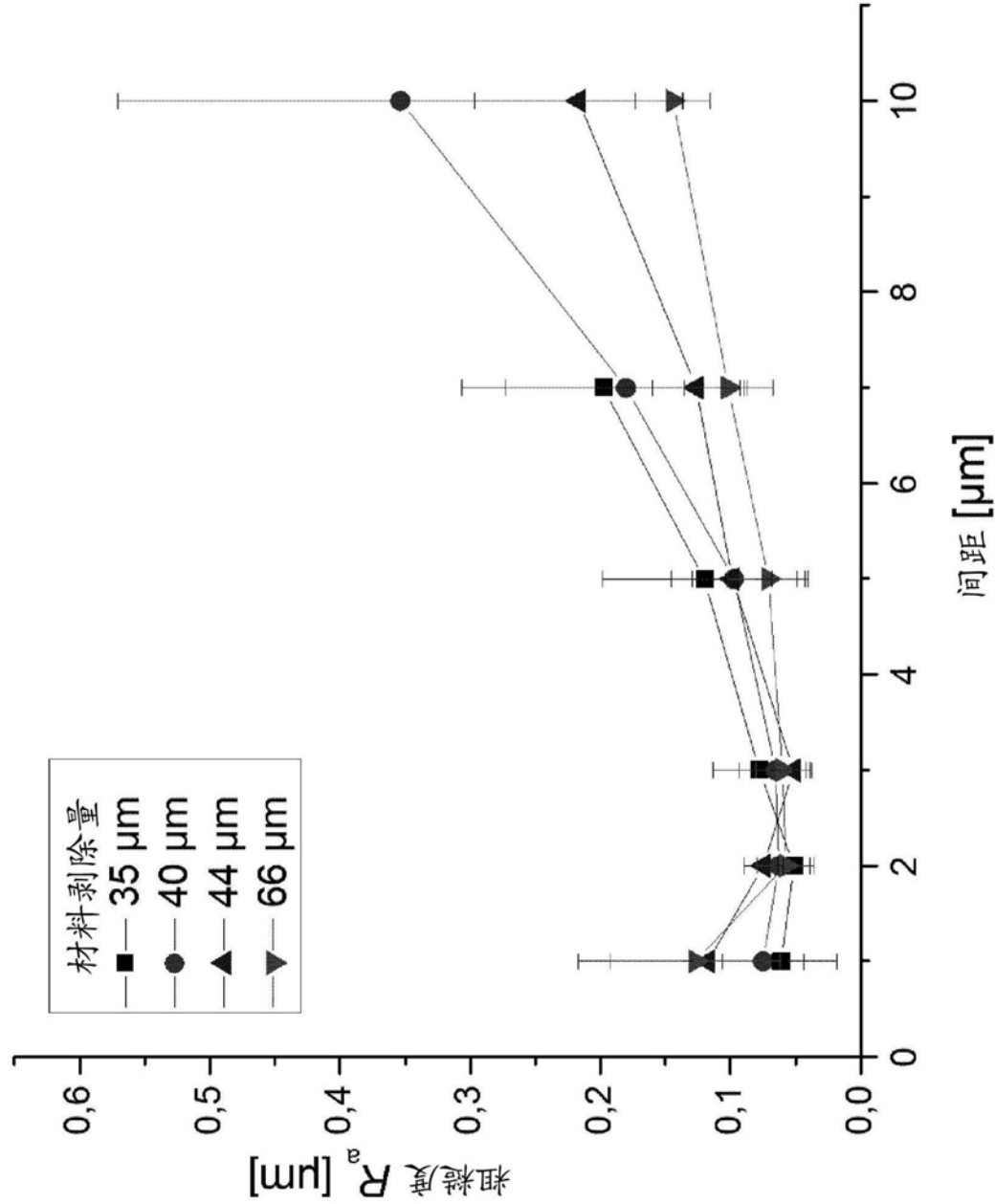


图4