(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110654875 A
(43)申请公布日 2020.01.07

(21)申请号 201910992920.9

(22)申请日 2019.10.18

(71)申请人 浙江工业大学
地址 310014 浙江省杭州市下城区潮王路18号浙江工业大学

(72)发明人 吴化平 徐璞 卓江山 杨哲

(74)专利代理机构 杭州之江专利事务所(普通合伙) 33216
代理人 林蜀

(51)Int.Cl.
B65G 54/00(2006.01)
B65G 47/24(2006.01)

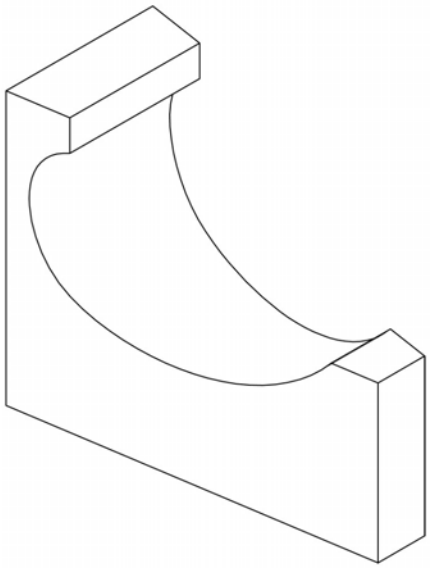
权利要求书1页 说明书2页 附图3页

(54)发明名称

一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置

(57)摘要

一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置，包括基底，在基底上开设有阿基米德螺线曲面，阿基米德螺线曲面带有楔角，极角越小、宽度越大。本发明，当气泡直径大于楔形曲面的宽度时，阿基米德螺旋线产生的曲率驱动力与楔形面产生的拉普拉斯力共同对气泡进行运输；当楔形曲面宽度大于气泡直径时，阿基米德螺旋线产生的曲率驱动力仍可以运输气泡。本发明可以实现气泡的高速定向输运，以适应气泡在工业、医学、环境工程等方面的应用。



CN 110654875 A

1.一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,包括基底,其特征在于在基底上开设有阿基米德螺线曲面,阿基米德螺线曲面带有楔角,极角越小、宽度越大。

2.如权利要求1所述的一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,其特征在于阿基米德螺线曲面的曲线θ值在0到π之间。

3.如权利要求1所述的一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,其特征在于楔角为4-12度。

一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置

技术领域

[0001] 本发明涉及气泡运输装置,特别涉及一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置。

背景技术

[0002] 气泡行为的控制对于生物医学和工业过程非常重要,其中气泡被用作造影剂或输送载体,它还影响产生、收集和储存气泡的化学反应和能量转换系统。

[0003] 对于气泡的自驱动运输已经有了现成的几种形式,例如,在平面结构基底利用浮力实现单向输运和路径选择,利用楔形和锥形等不对称基底实现反浮力运输、解决微泡的粘附及定向输运。但关于曲面的气泡自输运的起始低速问题却一直未得到解决,此外,楔形的长距离与高速不并存的问题也一直存在,这对于气泡在曲面或楔形上的操控利用极为不利。

[0004] 楔形面,如果想让气泡的输运速度快,楔角就得设置得比较大,但是气泡在输运过程中,气泡的直径必须大于楔形面,所以楔形面在气泡输运过程中,如果想提高气泡的输运速度,那么楔角就必须设置得大一些,但是楔角大了,在气泡直径一定的情况下,楔形面的距离就小了。从而产生了楔形面的距离与速度不并存的问题。

发明内容

[0005] 为解决现有技术的不足,提供一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,这种装置的楔形螺旋曲面可以实现气泡的定向输运,并且可以方便地通过参数调整来调控气泡的输运速度,能有效提高气泡输运的方向定位及速度。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,包括基底,在基底上开设有阿基米德螺线曲面,阿基米德螺线曲面带有楔角,极角越小、宽度越大。

[0007] 上述的一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,阿基米德螺线曲面的曲线θ值在0到π之间。

[0008] 上述的一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置,楔角为4-12度。

[0009] 本发明通过将楔形面与曲面相结合的方法解决了楔形运输距离与运输速度无法同时达到要求的缺陷;以及曲面当气泡接近曲率边缘接近180度时,输运速度较慢,特别是曲率梯度较小的曲率边缘,运动速度接近0 mm/s,近乎于停滞状态的问题。曲率梯度越小,曲面的距离越大,曲线的弧面越长。

[0010] 本发明可以实现气泡的高速定向输运,以适应气泡在工业、医学、环境工程等方面的应用。

[0011] 通过调控楔形螺旋曲面的参数,如通过设置不同的螺旋距离、楔角α,就可以控制气泡驱动力和输运速度。

[0012] 本发明,当气泡直径大于楔形曲面的宽度时,阿基米德螺旋线产生的曲率驱动力与楔形面产生的拉普拉斯力共同对气泡进行运输;当楔形曲面宽度大于气泡直径时,阿基

米德螺旋线产生的曲率驱动力仍可以运输气泡。

附图说明

[0013] 图1为本发明结构示意图。

[0014] 图2为气泡在楔形面的输运图。

[0015] 图3为气泡在三种结构的输运速度对比图。

[0016] 图4为曲率大小与气泡输运速度的关系图。

[0017] 图5为楔角大小与气泡输运速度的关系图。

[0018] 图6为气泡在螺旋曲面的输运图。

[0019] 图7为气泡在本发明楔形螺旋曲面的输运图。

具体实施方式

[0020] 参照附图，一种用于气泡输运的楔形螺旋曲面装置，包括基底，在基底上开设有阿基米德螺线曲面，阿基米德螺线曲面带有楔角，极角越小、宽度越大，分别制作楔角为4°、8°、12°的三个样品；阿基米德螺线曲面的曲线θ为π。

[0021] 本发明所述的楔形螺旋曲面的制备，包括以下步骤：

1)采用的是CNC数控铣削加工，具体过程如下：

曲面参数设定：将曲面铣削路线设定为阿基米德螺旋线$r=a\theta$和梯形，并使参数a分别取为$a=\pi$和$a=2\pi$；对梯形上底设为2mm，两斜边的楔角夹角分别为4°、8°、12°三种。

[0022] 2)铣削加工及后处理：选取尺寸适当厚度为5mm的矩形材料丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物板，按上述参数进行切削加工，加工完成后，对曲面进行抛光处理，粗糙度参数Ra = 0.8。

[0023] 图3是楔形面上的气泡输运，楔角α为8°，楔形最窄边为2mm，楔形通道总长度为21mm，该长度等于曲面总弧长；图6阿基米德螺旋曲面的气泡输运，曲面参数a为1/π；图7是将两种楔形面和阿基米德曲面结合后的复合曲面上的气泡输运情况。如图3、图6、图7所示，将4ul的气泡放置在三种结构面上，走过同等距离所需的时间各不相同；楔形最长，约为2s，其次为单纯阿基米德螺旋曲面，约为0.7 s；最快的是两者结合后的楔形阿基米德螺旋曲面，约为0.4 s，相对于楔形，速度提高了4倍，相对于单纯阿基米德曲面，速度提高了0.75倍。将两种结构相结合，形成楔形螺旋曲面，本发明的这种复合结构相对于单一的楔形通道或曲率曲面都有着较大的气泡输运优势。

[0024] 参照图4，可以发现对于曲率来说，大曲率梯度总体的输运速度于小曲率梯度的输运速度。

[0025] 如图5所示，对于同一体积气泡来说，虽然楔角越大，拉普拉斯力越大，然而拉普拉斯力作用的距离也越短，故楔角不能太大，从而会导致作用距离的缩短。图中的螺旋参数a全部取a=1/π，在楔角等于或小于8°的范围内，随着楔角α增大，气泡的输运速度也越大。

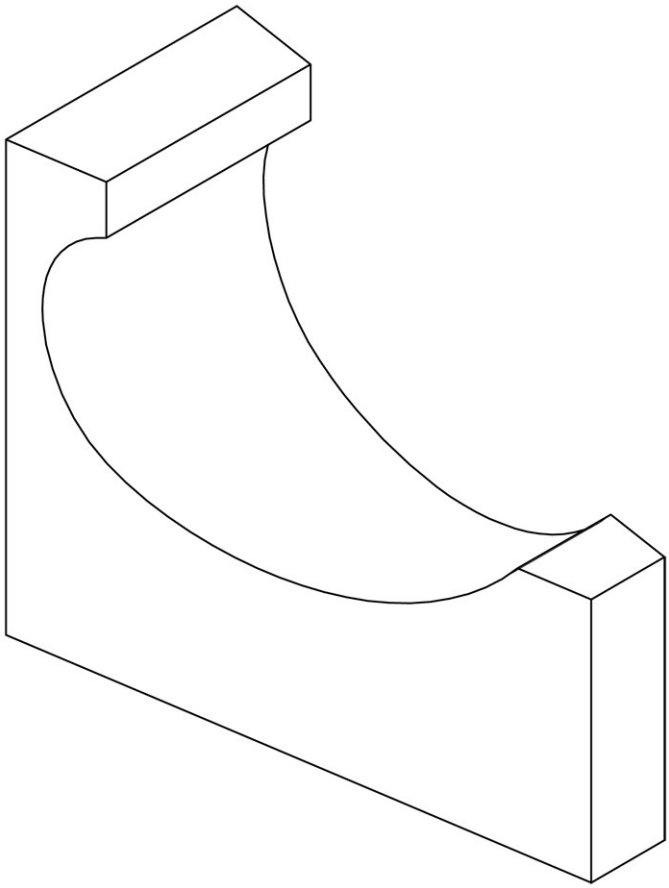


图1

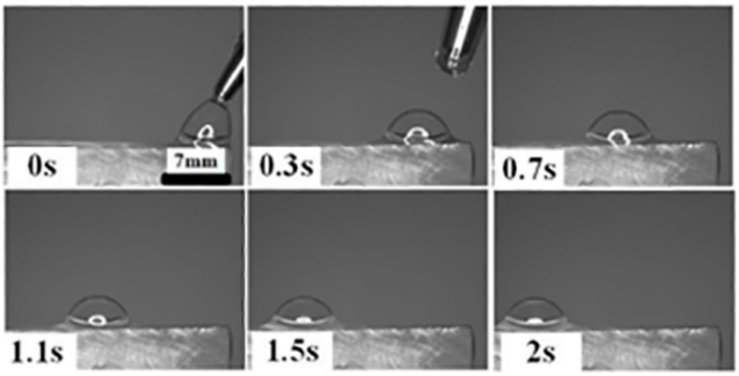


图2

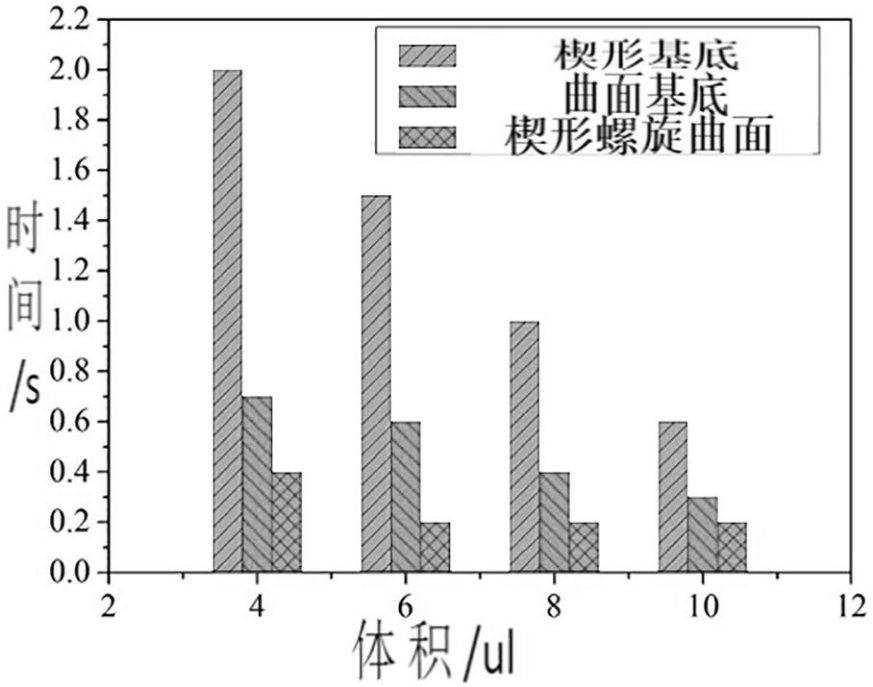

楔形基底
曲面基底
楔形螺旋曲面
时间/s
体积/ul
2.2
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
2
4
6
8
10
12

图3

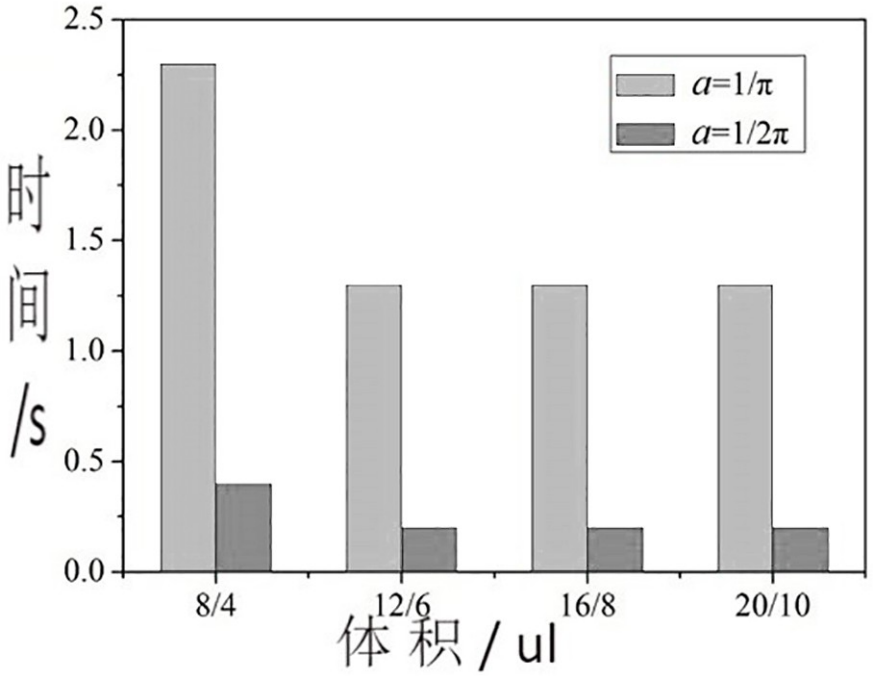

a=1/π
a=1/2π
时间/s
体积/ul
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
8/4
12/6
16/8
20/10

图4

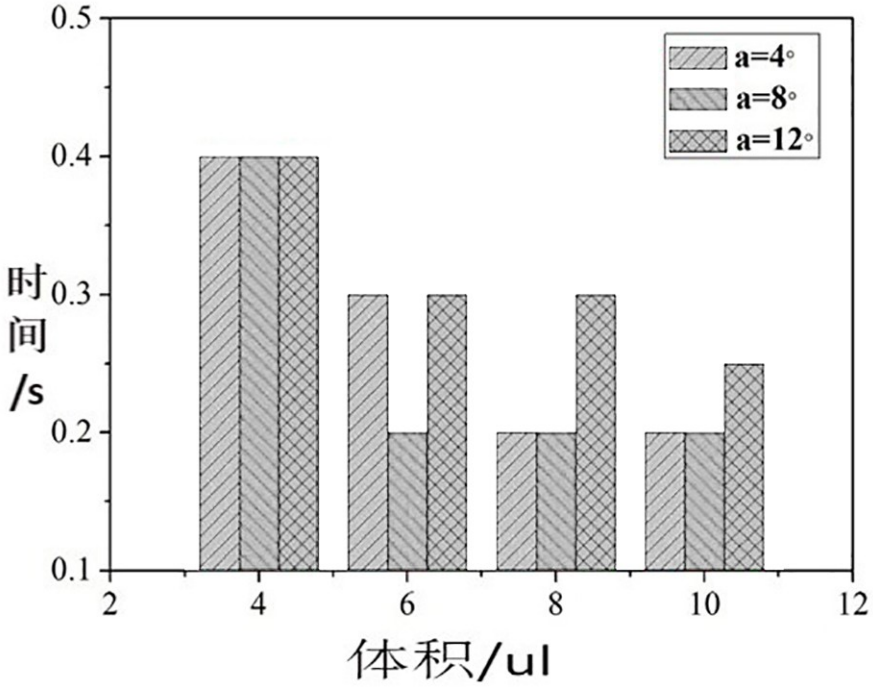

0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
时间/s
2
4
6
8
10
12
体积/ul
a=4°
a=8°
a=12°

图5

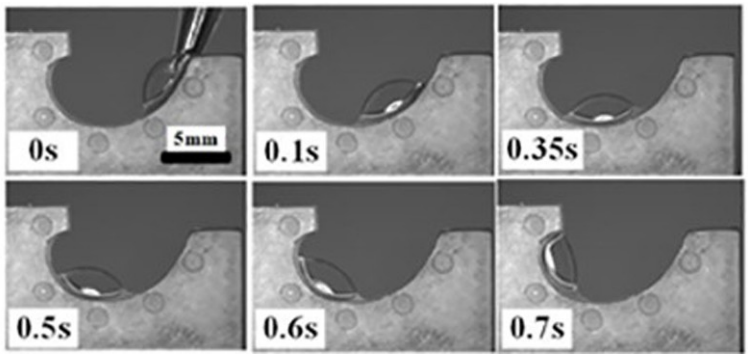

0s
5mm
0.1s
0.35s
0.5s
0.6s
0.7s

图6

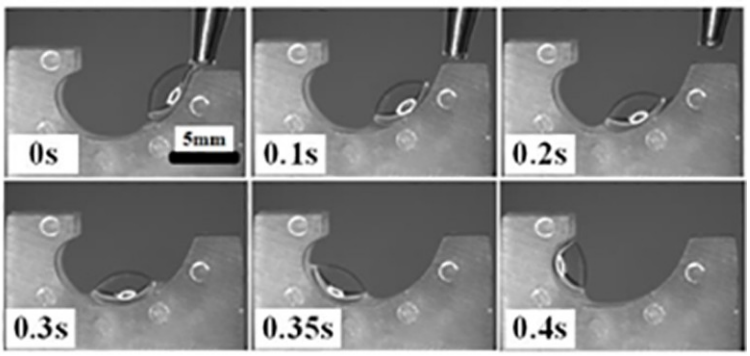

0s
5mm
0.1s
0.2s
0.3s
0.35s
0.4s

图7