



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104455171 A

(43) 申请公布日 2015. 03. 25

(21) 申请号 201410710079. 7

(22) 申请日 2014. 11. 28

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15
号

(72) 发明人 吴先前 黄晨光

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理

事务所（普通合伙） 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

F16F 9/32(2006. 01)

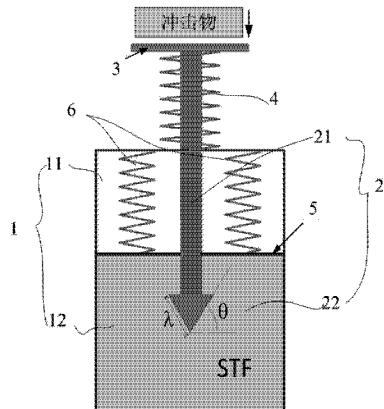
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

液压缓冲器

(57) 摘要

本发明提供一种液压缓冲器，包括密封容器和至少一个活塞，活塞包括塞杆和固定在塞杆底部的尖头塞头；塞杆顶端均连接在一活塞面板上；塞杆上穿设第一弹簧，第一弹簧顶端与活塞面板连接，底端与密封容器顶部连接；密封容器内设有挡板，挡板将密封容器内部分成上下两空腔；上部空腔内沿塞杆周围均布有至少两个第二弹簧，第二弹簧顶端与密封容器顶端连接，底端与挡板连接；下部空腔内填充有剪切增稠流体，尖头塞头伸入剪切增稠流体材料内部。本发明提供的液压缓冲器，在振动与冲击过程中，第一、第二弹簧及剪切增稠流体均吸收能量，且阻尼力快速增大，且具有结构简单，阻尼效果高和工业成本低的优点。



1. 一种液压缓冲器，包括密封容器和至少一个活塞，所述活塞包括塞杆和固定在所述塞杆底部的尖头塞头，其特征在于：

所述活塞的塞杆顶端均连接在一个活塞面板上；所述塞杆上穿设有第一弹簧，所述第一弹簧顶端与所述活塞面板连接，底端与所述密封容器的顶部连接；

所述密封容器内设置有挡板，所述挡板将所述密封容器的内部分成上部空腔和下部空腔；

其中上部空腔内沿所述塞杆周围均布有至少两个第二弹簧，所述第二弹簧的顶端与所述密封容器的顶端连接，底端与所述挡板连接；

其中下部空腔内填充有剪切增稠流体，所述活塞的尖头塞头伸入所述剪切增稠流体材料内部。

2. 根据权利要求 1 所述的液压缓冲器，其特征在于：

所述活塞的尖头塞头呈圆锥状。

3. 根据权利要求 1 所述的液压缓冲器，其特征在于：

所述塞杆与所述密封容器内的挡板之间均密封连接。

4. 根据权利要求 2 所述的液压缓冲器，其特征在于：

所述塞杆与挡板之间设置有密封装置。

5. 根据权利要求 1-4 任一所述的液压缓冲器，其特征在于：

所述剪切增稠流体材料为 STF。

液压缓冲器

技术领域

[0001] 本发明涉及液压缓冲技术,尤其是一种液压缓冲器。

背景技术

[0002] 在自动化机械中,振动与冲击是造成设备破坏或降低效率的主要因素。有效地吸收振动冲击能是十分重要的。传统的液压缓冲器技术是通过将运动物体的机械能转化为填充液的热能并最终释放的一种有效技术,已广泛运用于工业生产中。通过使用缓冲器,可以将冲击与振动能迅速耗散,使物体平衡运动有效的停止,从而提高机械效率,延长机器寿命,提高机器操作安全性等。

[0003] 液压缓冲器的主体结构如图 1 所示,主要包括本体 1、轴心 2、轴承 3、活塞 4、弹簧 5、内管 6、液压液 7 等。一般而言,液压液 7 为油。当轴心 2 受到冲击时,带动活塞 4 向下运动挤压内管 6 中的液压油 7,液压油 7 受压后从排油孔 8 排出,从而将一部分冲击能转化为液压油 7 的动能,同时,液压油 7 温度快速升高,进一步吸收冲击能;另一方面,排出的液压油 7 从回油孔 9 回流回内管,当外力消失后,弹簧 5 将活塞 4 顶回初始位置,等待下一次动作。从而可以重复使用。

[0004] 受到冲击后,活塞 4 向下运动挤压液压油 7,由于排油孔 8 的个数,大小恒定,同时排出速度变化不明显,因此基本提供固定大小的力,从而近似线性减速。另一方面,随着液压油温度的升高,液压油 7 变稀,会降低阻尼力,出现阻尼衰退的现象。再者,活塞 4 运动时会对阻尼油(液压油 7)产生搅动效果,使阻尼油(液压油 7)中产生大量气泡,造成阻尼的减弱。若想提高阻尼效果,则必须用更好的填充液(液压油 7),这样会大大增加工业成本。

发明内容

[0005] 本发明提供一种液压缓冲器,用于克服现有技术中的缺陷,简化了结构,提高阻尼效果,降低工业成本。

[0006] 本发明提供一种液压缓冲器,包括密封容器和至少一个活塞,所述活塞包括塞杆和固定在所述塞杆底部的尖头塞头;

[0007] 所述活塞的塞杆顶端均连接在一个活塞面板上;所述塞杆上穿设有第一弹簧,所述第一弹簧顶端与所述活塞面板连接,底端与所述密封容器的顶部连接;

[0008] 所述密封容器内设置有挡板,所述挡板将所述密封容器的内部分成上部空腔和下部空腔;

[0009] 其中上部空腔内沿所述塞杆周围均布有至少两个第二弹簧,所述第二弹簧的顶端与所述密封容器的顶端连接,底端与所述挡板连接;

[0010] 其中下部空腔内填充有剪切增稠流体,所述活塞的尖头塞头伸入所述剪切增稠流体材料内部。

[0011] 优选地,所述活塞的尖头塞头呈圆锥状。

[0012] 其中,所述塞杆与所述密封容器内的挡板之间均密封连接。

[0013] 特别是,所述塞杆与挡板之间设置有密封装置。

[0014] 进一步地,所述剪切增稠流体材料为 STF。

[0015] 本发明提供的液压缓冲器,冲击载荷施加在活塞面板上后,在振动与冲击过程中,活塞快速向下运动,并挤压位于密封容器外部的第一弹簧,从而将一部分动能转化为第一弹簧的弹性势能;另一方面由于活塞运动过程中,与活塞接触的剪切增稠流体材料受到高速剪切,而根据剪切增稠流体材料的粘度与剪切应变率成指数关系,即应变率越高,粘度越大,因此在活塞向下挤压的过程中,剪切增稠流体材料的粘度快速升高,阻尼力快速增大,耗散能量;同时,由于活塞的侵入,剪切增稠流体材料会向上推动挡板,从而挤压位于密封容器内部的第二弹簧,通过第二弹簧的变形进一步吸收冲击与振动能;在冲击作用后,剪切增稠流体材料的粘度逐渐降低,恢复可流动状态,通过第一弹簧以及第二弹簧的回复形变使得液压缓冲器恢复到初始状态;相对于现有技术,结构简单,且阻尼效果较佳,工业成本较低。

附图说明

[0016] 图 1 为现有技术的结构示意图;

[0017] 图 2 为本发明实施例一提供的液压缓冲器的结构示意图;

[0018] 图 3 为本发明实施例二提供的液压缓冲器的结构示意图。

具体实施方式

[0019] 如图 2、图 3 所示,本发明实施例提供一种液压缓冲器,包括密封容器 1 和至少一个活塞 2,活塞 2 包括塞杆 21 和固定在塞杆 21 底部的尖头塞头 22;活塞的塞杆 21 顶端均连接在一个活塞面板 3 上;塞杆 21 上穿设有第一弹簧 4,第一弹簧 4 顶端与活塞面板 3 连接,第一弹簧 4 底端与密封容器 1 的顶部连接;密封容器 1 内设置有挡板 5,挡板 5 将密封容器 1 的内部分成上部空腔 11 和下部空腔 12;其中上部空腔 11 内沿塞杆 21 周围均布有至少两个第二弹簧 6,第二弹簧 6 的顶端与密封容器 1 的顶端连接,第二弹簧 6 底端与挡板 5 连接;其中下部空腔 12 内填充有剪切增稠流体,活塞的尖头塞头 22 伸入剪切增稠流体材料内部。

[0020] 本发明提供的液压缓冲器,冲击载荷施加在活塞面板 3 上后,在振动与冲击过程中,活塞 2 快速向下运动,并挤压位于密封容器 1 外部的第一弹簧 4,从而将一部分动能转化为第一弹簧 4 的弹性势能;另一方面由于活塞 2 运动过程中,与活塞 2 接触的剪切增稠流体材料受到高速剪切,而根据剪切增稠流体材料的粘度与剪切应变率成指数关系,即应变率越高,粘度越大,因此在活塞 2 向下挤压的过程中,剪切增稠流体材料的粘度快速升高,阻尼力快速增大,耗散能量;同时,由于活塞 2 的侵入,剪切增稠流体材料会向上推动挡板 5,从而挤压位于密封容器 1 内部的第二弹簧 6,通过第二弹簧 6 的变形进一步吸收冲击与振动能;在冲击作用后,剪切增稠流体材料的粘度逐渐降低,恢复可流动状态,通过第一弹簧 4 以及第二弹簧 6 的回复形变使得液压缓冲器恢复到初始状态;相对于现有技术,本发明的结构相对简单,且阻尼效果较佳,工业成本较低。第二弹簧 6 的均布有利于活塞面板 3 上受力平衡。

[0021] 实施例一

[0022] 参见图 2,当冲击载荷相对较小时,可采用如图 2 所示的液压缓冲器结构,包括一

一个活塞 2、一根第一弹簧 4 和两根第二弹簧 6；活塞 2 的塞杆 21 顶部与活塞面板 3 固定连接，活塞 2 的尖头塞头 22 穿过密封容器 1 的顶部和挡板 5，直接伸入密封容器 1 的下部空腔 12 内，下部空腔 12 内充满了剪切增稠流体材料，尖头塞头 22 浸入剪切增稠流体材料中，第一弹簧 4 穿设在活塞面板 3 与密封容器之间的塞杆 21 上，第二弹簧 6 连接在密封容器 1 顶板与挡板 5 之间，且两第二弹簧 6 均布于塞杆 21 的周围。

[0023] 在此过程中结构可提供的总吸能为：

$$[0024] E = E_1 + E_2 + E_\eta \quad (1)$$

[0025] 其中， E_1 为第一弹簧的弹性势能， E_2 为第二弹簧的弹性势能， E_η 为剪切增稠流体材料的粘性耗散能。

$$E_i = \frac{1}{2} k_i u_i^2, i=1,2$$

[0026]

$$E_\eta = \int_0^{u_1} k_\eta \Delta S \frac{\partial u}{\partial y} du \quad (2)$$

[0027] 其中， k_i 为弹簧的弹性系数， k_1 为第一弹簧的弹性系数， k_2 为第二弹簧的弹性系数， k_η 为剪切增稠流体材料的粘度； u_i 分别为活塞及挡板的位移，其中， u_1 为活塞的位移， u_2 为挡板的位移； ΔS 为尖头活塞与剪切增稠流体材料的接触面积；根据不同的吸能要求，可改变活塞尖头塞头的尺寸、第一弹簧刚度和数量、第二弹簧刚度和数量、剪切增稠流体材料性能等。本实施例中的第二弹簧也可设置三根以上，均布于塞杆 21 周围，以增强液压缓冲器的吸能性能。

[0028] 实施例二

[0029] 基于实施例一的方式，可以采用多个活塞和第一弹簧、第二弹簧、STF 的方式，形成较大的吸能结构，如图 3 所示，从而适应对体积较大、能量较高冲击物体能量的吸收。图 3 中的液压缓冲器包括三个活塞 2，三根第一弹簧 4 和四根第二弹簧 6，三个活塞 2 的塞杆 21 顶端均固定在同一个活塞面板 3 上，三个活塞的尖头塞头 22 均穿过同一个密封容器 1 的顶板，且直接伸入同一个密封容器 1 下部空腔 12 内的剪切增稠流体材料内部，四根第二弹簧 6 沿密封容器 1 的横向间隔排列，三根活塞的塞杆 21 分别位于相邻两第二弹簧 6 之间。第二弹簧的数量不限于四根，当然布置方式也不限于实施例二中的一字型排开，可以围绕每根塞杆圆周方向均布。

[0030] 上述实施例中，活塞 2 的尖头塞头 22 呈棱锥状、半球状、圆锥状、锥台状或其它不规则的尖头形状等，且尖头塞头 22 的大尺寸端与塞杆 21 固定连接，尖头塞头 22 的小尺寸端朝下。本实施例中尖头塞头 22 为圆锥状。

[0031] 为避免活塞 2 在载荷作用下下移期间，下部空腔 12 内的剪切增稠流体材料外溢进入上部空腔 11 内，从而影响缓冲性能，塞杆 21 与密封容器 1 内的挡板 5 之间密封连接。具体可在塞杆 21 与挡板 5 之间设密封圈、密封垫或其它密封结构。

[0032] 其中剪切增稠流体材料为 STF (Shear Thickening Fluid, 简称 STF)。

[0033] 对比传统液压缓冲器，新的吸能结构通过弹簧和 STF 粘性耗散的组合吸能方式，能有效吸收长时振动以及短时冲击的能量，比单一排液吸能效果更佳。初步的实验结果表明，基于弹簧和 STF 的振动与冲击吸能结构相比于传统的液压缓冲器，其吸能效果提高约

30%。同时基于弹簧和 STF 的振动与冲击吸能结构对于温度和气泡的敏感度下降,能适应更复杂的工况。且该吸能结构经历振动和冲击吸能后,能快速恢复初始状态,可重复使用。

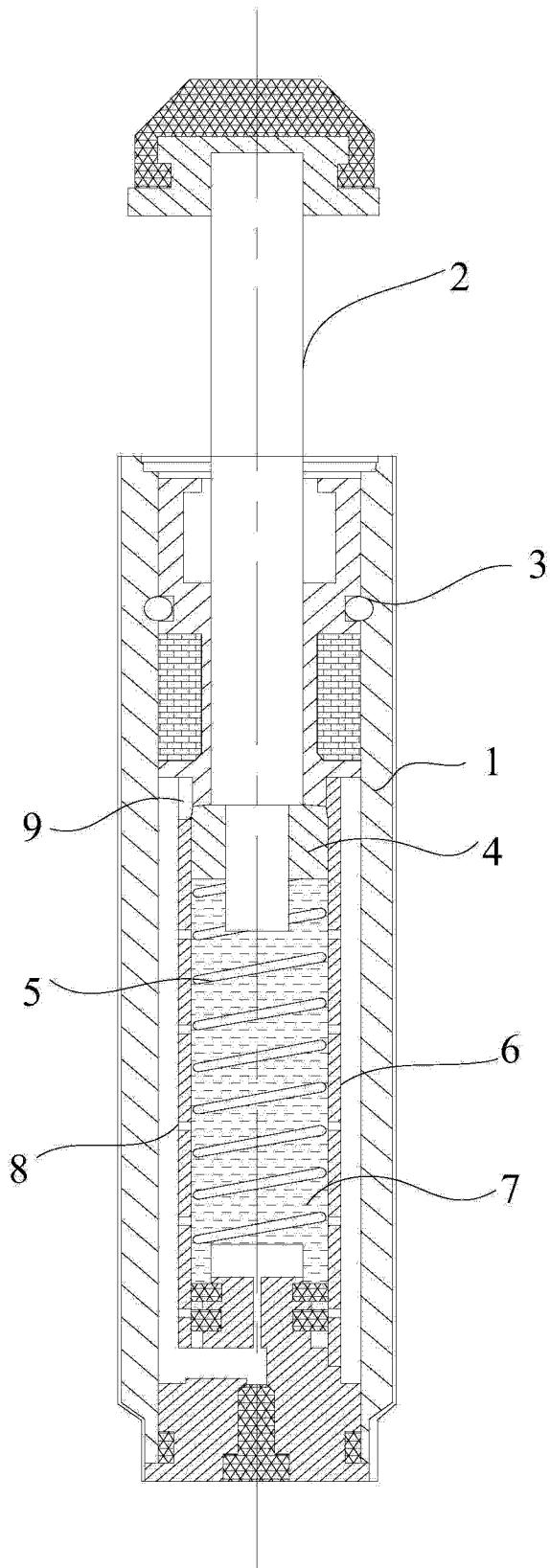


图 1

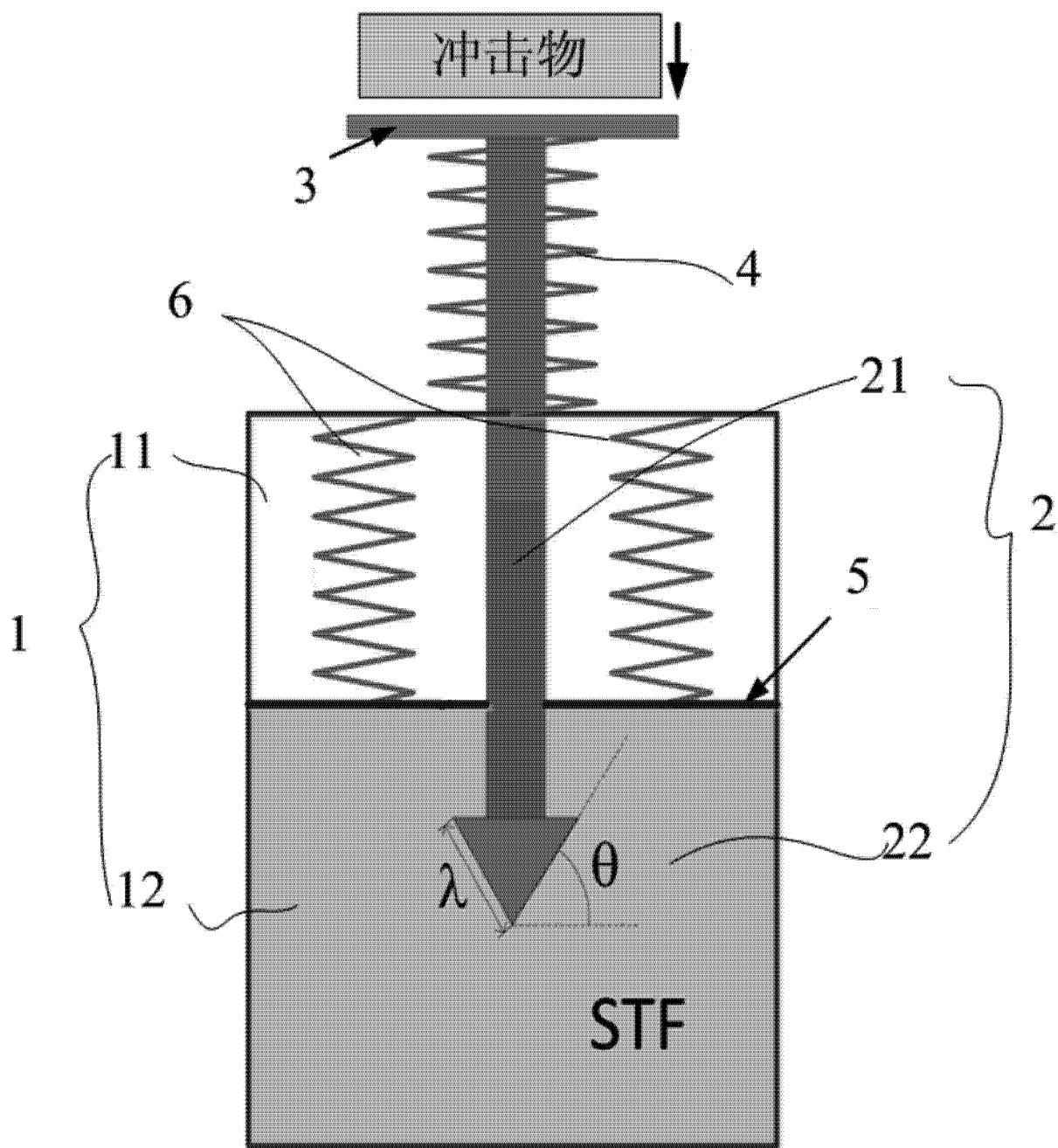


图 2

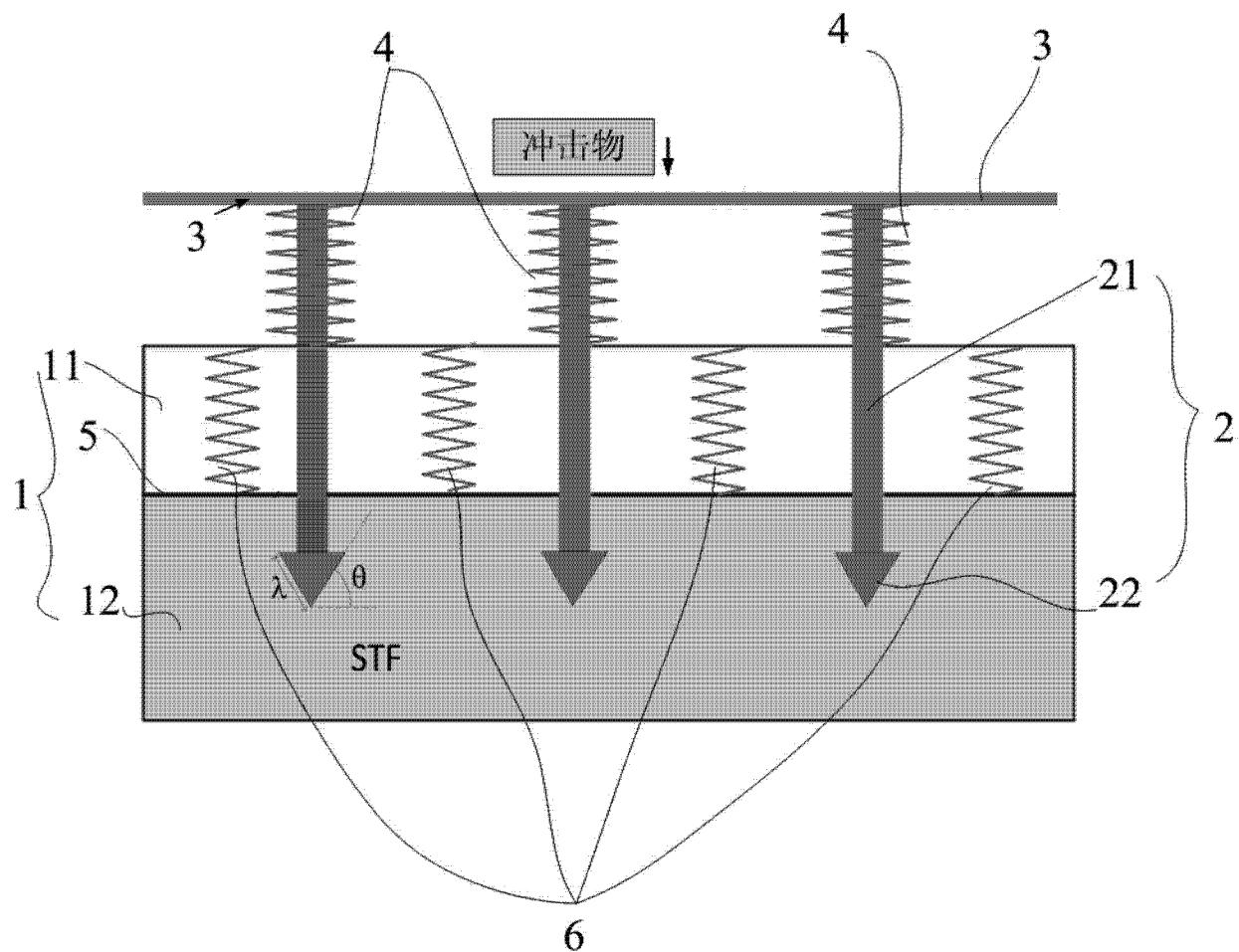


图 3