



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106334792 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(21)申请号 201610945628.8

(22)申请日 2016.11.02

(71)申请人 青岛科技大学

地址 266061 山东省青岛市崂山区松岭路
99路

(72)发明人 汪传生 边慧光 晁宇琦 胡纪全
李绍明 蔡宁 周健波 王虎子

(74)专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所(普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51)Int.Cl.

B22F 1/00(2006.01)

B22F 3/00(2006.01)

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 70/00(2015.01)

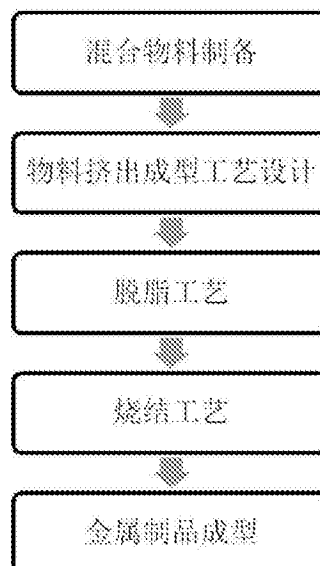
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种用于金属低温3D打印材料的制备及其
打印成型方法

(57)摘要

本发明公开了一种用于金属低温3D打印的材料及其制备方法以及金属低温3D打印方法,配方以不锈钢粉末为基体,在其中加入适量粘结剂,粘结剂熔融时,不锈钢粉末获得流动性,通过粉体喂料3D打印机机头逐层打印获得金属坯体,经过脱脂、烧结获得金属制品;本发明采用低温打印,打印机头具有单价成本低可定制的特点,打印方法实用,最终金属制品精度高,质量好。本发明应用范围广,如医疗、航空航天以及机械制造等行业,从而满足人们对金属制品个性化的需求。



1. 一种用于金属低温3D打印的材料,其特征在于,该材料由不锈钢金属粉末和粘结剂组成,其原料按质量份计为:

不锈钢金属粉末 85~94份;

粘结剂体系 6~15份;

针对粘结剂体系的组成包括:

石蜡 PW 20%~30%;

环氧大豆油 ESO 4%~8%;

乙烯-醋酸乙烯共聚物 EVA 20%~25%;

聚丙烯 PP 15%~20%;

聚甲醛 POM 15%~20%;

硬脂酸 SA 1%~3%;

聚乳酸 PLA 10%~15%;

其中,所述不锈钢金属粉末采用500目且不锈钢材料牌号为316L的粉末状固体。

2. 根据权利要求1所述的用于金属低温3D打印的材料,其特征在于,所述不锈钢金属粉末的颗粒形状为球形。

3. 根据权利要求2所述的用于金属低温3D打印的材料,其特征在于,所述材料由以下方法制备而成:

S1) 将316L不锈钢金属粉末与环氧大豆油EOS、石蜡PW、硬脂酸SA投入密炼机,在60℃~80℃下进行加热共混;

S2) 依次投入乙烯-醋酸乙烯共聚物EVA、聚丙烯PP、聚甲醛POM、聚乳酸PLA进行共混,其中每一种材料的加料间隔时间为P1,密炼室温度在110℃~130℃,转子转速为60r/min~80r/min,混炼时间为P2,得到用于金属低温3D打印的混合物料;

S3) 将步骤S2)得到的混合物料进行粉碎,得到大小均匀、平均直径3mm的球形粒料;

S4) 将步骤S3)得到的球形粒料在烘干箱中,以40℃~50℃的环境温度烘2~4小时,得到用于金属低温3D打印的物料颗粒。

4. 根据权利要求3所述的用于金属低温3D打印的材料,其特征在于,

该材料制备方法的步骤S2中,所述每一种材料的加料间隔时间P1为2min,所述混炼时间P2为25min~35min。

5. 一种金属低温3D打印方法,其特征在于,该方法包括:

1) 采用权利要求3-4任一项所述的方法制备用于金属低温3D打印的物料颗粒;

2) 采用粉体喂料3D打印机,使物料颗粒在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃;

3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将坯体放入高温烧结炉中以0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属坯体中的黏结剂;

4) 将所述坯体继续进行烧结,获得3D打印不锈钢金属制品。

6. 根据权利要求5所述的金属低温3D打印方法,其特征在于,所述步骤2)中,物料颗粒进入3D打印机机头后,加热熔融获得聚合物熔体,然后由螺杆推入喷头的熔体腔内,聚合物熔体受背压驱动从喷嘴喷出。

7. 根据权利要求5所述的金属低温3D打印方法,其特征在于,所述步骤3)中,所述脱脂、烧结是在真空环境下进行的。

8. 根据权利要求7所述的金属低温3D打印方法,其特征在于,所述步骤3)中,所述脱脂工艺将胚体放入高温烧结炉中 $0.1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 慢速升温到 250°C ,并保温持续时间48小时,完全脱除金属胚体中的黏结剂。

9. 根据权利要求7所述的金属低温3D打印方法,其特征在于,所述步骤4)中,所述烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在 $1000^{\circ}\text{C}\sim 1400^{\circ}\text{C}$ 之间。

10. 根据权利要求9所述的金属低温3D打印方法,其特征在于,所述步骤4)中,将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温。

一种用于金属低温3D打印材料的制备及其打印成型方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属3D打印技术领域,具体来说,涉及一种用于金属低温3D打印材料的制备及其金属低温3D打印成型方法。

背景技术

[0002] 3D打印技术目前已成为全球最关注的新兴技术之一。这种新型的生产方式与其他数字化生产模式一起将推动第三次工业革命的实现。制约3D打印技术迅速发展的其中一大瓶颈是打印材料,特别是金属打印材料。研发和生产性能更好和通用性更强的金属材料是提升3D打印技术的关键。在高性能金属构件直接采用3D打印技术制造方面,需要粒径细、粒径均匀、高球形度、低氧含量的各类金属粉末。

[0003] 传统金属材料3D打印目前主要采用SLS(选择性激光烧结)技术,选择性烧结又称选区激光烧结,是以CO₂激光器为能源,利用计算机控制红外激光束对非金属粉末、金属粉末或复合物的粉末薄层,以一定的速度和能量密度按分层面的二维数据进行扫描烧结,层层堆积,最后形成三维实体产品。其设备造价极其昂贵,加工的制品以克来计算价钱;同时,由于受到材料颗粒大小及激光束强度的限制,加工后的部件表面有可能会出现很多小孔,工件的后期处理工艺比较复杂。

[0004] 其次,传统金属材料3D打印需要进行高温融化金属粉末,涉及到了金属的固液相变、表面扩散以及热传导等多种物理过程。高温引起的热变形会导致3D打印金属部件的几何形貌偏离预期的设计。而对于不锈钢材料,在高温时是比较容易氧化的,一旦氧化,很难用其他方法将其表面的氧化皮去除。

[0005] 此外,国内用于3D打印的金属粉末材料大部分依赖进口,价格昂贵,增加了制造成本,在一定程度上限制了金属3D打印技术的应用和发展。因此,原料制备是金属3D打印的关键技术之一。

[0006] 针对上述技术问题,目前尚无有效的解决方案。

发明内容

[0007] 针对相关技术中的上述技术问题,本发明提出一种用于金属低温3D打印材料的制备及其金属低温3D打印方法,能够实现金属低温3D打印,为金属打印开辟了新的思路。

[0008] 为实现所述金属低温3D打印的目的,本发明的技术方案如下:

[0009] 一种用于金属低温3D打印的材料,该材料由不锈钢金属粉末和粘结剂组成,其原料按质量份计为:

[0010] 不锈钢金属粉末 85~94份;

[0011] 粘结剂体系 6~15份;

[0012] 针对粘结剂体系的组成包括:

	石蜡 PW	20%~30%;
	环氧大豆油 ES0	4%~8%;
	乙烯-醋酸乙烯共聚物 EVA	20%~25%;
[0013]	聚丙烯 PP	15%~20%;
	聚甲醛 POM	15%~20%;
	硬脂酸 SA	1%~3%;
	聚乳酸 PLA	10%~15%;

[0014] 其中,所述不锈钢金属粉末采用500目、没有聚团、且不锈钢材料牌号为316L的粉末状固体。

[0015] 进一步地,所述不锈钢金属粉末的颗粒形状为球形。

[0016] 本发明进一步公开了用于金属低温3D打印的材料由以下方法制备而成:

[0017] S1) 将316L不锈钢金属粉末与环氧大豆油EOS、石蜡PW、硬脂酸SA投入密炼机,在60℃~80℃下进行加热共混;

[0018] S2) 依次投入乙烯-醋酸乙烯共聚物EVA、聚丙烯PP、聚甲醛POM、聚乳酸PLA进行共混,其中每一种材料的加料间隔时间为P1,密炼室温度在110℃~130℃,转子转速为60r/min~80r/min,混炼时间为P2,得到用于金属低温3D打印的混合物料;

[0019] S3) 将步骤S2)得到的混合物料进行粉碎,得到大小均匀、平均直径3mm的球形粒料;

[0020] S4) 将步骤S3)得到的球形粒料在烘干箱中,以40℃~50℃的环境温度烘2~4小时,得到用于金属低温3D打印的物料颗粒。

[0021] 进一步地,该材料制备方法的步骤S2中,所述每一种材料的加料间隔时间P1为2min,所述混炼时间P2为25min~35min。

[0022] 本发明还公开了一种金属低温3D打印方法,该方法包括:

[0023] 1) 采用权利要求3-4任一项所述的方法制备用于金属低温3D打印的物料颗粒;

[0024] 2) 采用粉体喂料3D打印机,使物料颗粒在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃;

[0025] 3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将坯体放入高温烧结炉中以0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属坯体中的黏结剂;

[0026] 4) 将所述坯体继续进行烧结,获得3D打印不锈钢金属制品。

[0027] 进一步地,所述步骤2)中,物料颗粒进入3D打印机机头后,加热熔融获得聚合物熔体,然后由螺杆推入喷头的熔体腔内,聚合物熔体受背压驱动从喷嘴喷出。

[0028] 进一步地,所述步骤3)中,所述脱脂、烧结是在真空环境下进行的。

[0029] 进一步地,所述步骤3)中,所述脱脂工艺将坯体放入高温烧结炉中0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属坯体中的黏结剂。

[0030] 进一步地,所述步骤4)中,所述烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在1000℃~1400℃之间。

[0031] 进一步地,所述步骤4)中,将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温。

[0032] 本发明的有益效果:配方以不锈钢粉末为基体,在其中加入适量粘结剂,粘结剂熔融时,不锈钢粉末获得流动性,通过粉体喂料3D打印机机头逐层打印获得金属坯体,经过脱脂、烧结获得金属制品;本发明采用低温打印,打印机头具有单价成本低可定制的特点,打印方法实用,最终金属制品精度高,质量好。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1是根据本发明实施例所述的金属低温3D打印方法的工艺流程图;

[0035] 图2是根据本发明实施例所述的3D打印机机头的结构示意图;

[0036] 图3为不同金属含量获得的金属制品的拉伸强度变化曲线;

[0037] 图4为不同金属含量获得的金属制品的抗弯曲力变化曲线;

[0038] 图5为不同金属含量获得的金属制品的冲击位移变化曲线。

[0039] 图中:

[0040] 1、保压腔;2、电磁阀;3、喷嘴;4、熔体腔;5、截流阀针;6、喷头。

具体实施方式

[0041] 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所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0042] 根据本发明实施例所述的一种用于金属低温3D打印的材料,该材料由不锈钢金属粉末和粘结剂组成,其原料按质量份计为:

[0043] 不锈钢金属粉末 85~94份;

[0044] 粘结剂体系 6~15份;

[0045] 针对粘结剂体系的组成包括:

石蜡 PW 20%~30%;

环氧大豆油 ESO 4%~8%;

乙烯-醋酸乙烯共聚物 EVA 20%~25%;

[0046] 聚丙烯 PP 15%~20%;

聚甲醛 POM 15%~20%;

硬脂酸 SA 1%~3%;

聚乳酸 PLA 10%~15%;

[0047] 其中,所述不锈钢金属粉末采用粒径为500目、没有聚团、且不锈钢材料牌号为

316L的粉末状固体,所述不锈钢金属粉末的颗粒形状为球形。

[0048] 实施例1

[0049] 按照表1配方进行称量各原料,按不锈钢金属粉末和粘结剂体系质量共100份。

[0050]

316L不锈钢金属粉末	85份
PW	3.6
ESO	0.9
EVA	3.3
PP	2.7
POM	2.4
SA	0.3
PLA	1.8

[0051] 由以下方法制备而成用于金属低温3D打印的材料:

[0052] S1) 将316L不锈钢金属粉末与环氧大豆油EOS、石蜡PW、硬脂酸SA投入密炼机,在60℃~80℃下进行加热共混;

[0053] S2) 依次投入乙烯-醋酸乙烯共聚物EVA、聚丙烯PP、聚甲醛POM、聚乳酸PLA进行共混,其中每一种材料的加料间隔时间为2min,密炼室温度在110℃~130℃,转子转速为60r/min~80r/min,混炼时间为25min~35min,得到用于金属低温3D打印的混合物;

[0054] S3) 将步骤S2)得到的混合物冷却后放入粉碎机进行粉碎,得到大小均匀、平均直径3mm的球形粒料;

[0055] S4) 将步骤S3)得到的球形粒料在烘干箱中,以40℃~50℃的环境温度烘2~4小时,得到用于金属低温3D打印的粒料。

[0056] 将上述获得粒料用于金属低温3D打印,如图1所示,该方法包括:

[0057] 1) 采用以上所述的方法制备用于金属低温3D打印的粒料;将粒料投入3D打印机中进行打印。

[0058] 2) 使用粉体喂料3D打印机,将物料颗粒从入料口置入熔体内,在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃。

[0059] 为了方便理解本发明的上述技术方案,以下通过具体使用方式上对本发明的上述技术方案进行详细说明。

[0060] 具体地,其工作原理如图2所示。直流电机带动螺杆转动,输送粒料进入热流道,加热后由螺杆推入,通过流道进入保压腔1,再进入喷头6上方的熔体腔4内。熔体腔4内良好的密闭性,保证了熔体持续稳定的背压。

[0061] 电磁阀2中的电磁铁受方波脉冲信号的驱动,在信号上升沿,克服弹簧力带动截流阀针5快速向下冲击,对喷头6进行封闭;当信号上升沿结束,开始出现下降沿,电磁铁磁力迅速减小,弹簧带动截流阀针5回弹到初始位置,此时熔体受背压驱动,迅速从喷嘴喷出3。

[0062] 当喷出量达到预期需求,已形成完整熔滴后,电磁阀2对喷头第二次封闭,喷嘴3外的熔滴在重力和惯性力作用下脱离喷嘴,射在平板上,并迅速冷却固化,形成一个微滴。

[0063] 至此,喷射装置完成了一个成滴的周期。螺杆稳定旋转,匀速输送物料,建立稳定

增长的背压,电磁铁反复冲击回弹,周期性地释放背压增量和喷射熔体增量。

[0064] 其中,此机头的温度控制在180℃,最终打印完成三维坯体。

[0065] 3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将胚体放入高温烧结炉中0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属胚体中的黏结剂。

[0066] 4) 将所述胚体继续进行烧结,采用真空烧结,所述脱脂烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在1000℃~1400℃之间,持续时间为6~8个小时。将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温。

[0067] 5) 获得3D打印不锈钢金属制品,并对其进行测试。

[0068] 实施例2

[0069] 按照表1配方进行称量各原料,按不锈钢金属粉末和粘结剂体系质量共100份。

[0070]

316L不锈钢金属粉末	90份
PW	2.4
ES0	0.6
EVA	2.2
PP	1.8
POM	1.6
SA	0.2
PLA	1.2

[0071] 1) 依照该表的材料配比,按照实施例1的混料方式,制得金属温3D打印的材料;

[0072] 2) 使用粉体喂料3D打印机,将物料颗粒从入料口置入熔体内,在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃;

[0073] 3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将胚体放入高温烧结炉中以0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属胚体中的黏结剂;

[0074] 4) 将所述胚体继续进行烧结,采用真空烧结,所述脱脂烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在1000℃~1400℃之间,持续时间为6~8个小时。将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温;

[0075] 5) 获得3D打印不锈钢金属制品,并对其进行测试。

[0076] 实施例3

[0077] 按照表1配方进行称量各原料,按不锈钢金属粉末和粘结剂体系质量共100份。

[0078]

316L不锈钢金属粉末	92份
PW	1.92
ES0	0.48
EVA	1.76
PP	1.44
POM	1.28
SA	0.16

PLA	0.96
-----	------

[0079] 1) 依照该表的材料配比,按照实施例1的混料方式,制得金属温3D打印的材料;

[0080] 2) 使用粉体喂料3D打印机,将物料颗粒从入料口置入熔体内,在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃;

[0081] 3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将胚体放入高温烧结炉中以0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属胚体中的黏结剂;

[0082] 4) 将所述胚体继续进行烧结,采用真空烧结,所述脱脂烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在1000℃~1400℃之间,持续时间为6-8个小时。将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温;

[0083] 5) 获得3D打印不锈钢金属制品,并对其进行测试。

[0084] 实施例4

[0085] 按照表1配方进行称量各原料,按不锈钢金属粉末和粘结剂体系质量共100份。

[0086]

316L不锈钢金属粉末	94份
PW	1.44
ESO	0.36
EVA	1.32
PP	1.08
POM	0.96
SA	0.12
PLA	0.72

[0087] 1) 依照该表的材料配比,按照实施例1的混料方式,制得金属温3D打印的材料;

[0088] 2) 使用粉体喂料3D打印机,将物料颗粒从入料口置入熔体内,在熔体内输送并熔融,然后通过喷头喷射,经过层层堆积打印出三维坯体,在该过程中熔体温度为160℃~180℃,打印平台温度为40℃~70℃;

[0089] 3) 将所述三维坯体进行脱脂处理,所述脱脂工艺就是将胚体放入高温烧结炉中0.1℃/min慢速升温到250℃,并保温持续时间48小时,完全脱除金属胚体中的黏结剂;

[0090] 4) 将所述胚体继续进行烧结,采用真空烧结,所述脱脂烧结采用逐步升温的方式进行,烧结温度在1000℃~1400℃之间,持续时间为6-8个小时。将烧结完成的金属制品在炉内自然冷却至室温;

[0091] 5) 获得3D打印不锈钢金属制品,并对其进行测试。

[0092] 对四组实施例得到的金属制品测试结果如下表所示:

名称 实施例			
	抗拉强度(MPa)	抗弯曲力(KN)	冲击位移(mm)
[0093]	1	406.6	8.6
	2	453.4	14.1
	3	486.7	16.7
	4	490.6	17.2

[0094] 图3、4、5为金属制品各项性能随金属含量变化曲线图。

[0095] 其中图3为不同金属含量获得的金属制品的拉伸强度变化曲线；图4为不同金属含量获得的金属制品的抗弯曲力变化曲线；图5为不同金属含量获得的金属制品的冲击位移变化曲线。

[0096] 由图3-5可以看出，由上述实施例制备的金属低温3D打印的材料用于3D金属低温打印，获得的3D打印不锈钢金属制品性能良好，随着金属含量的增加，拉伸强度和抗弯曲力都有所增大，而抗冲击位移随着金属含量增大而减小。同时，通过上述实施例验证金属低温3D打印的可行性，获得的金属制品精度高、质量好。

[0097] 以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

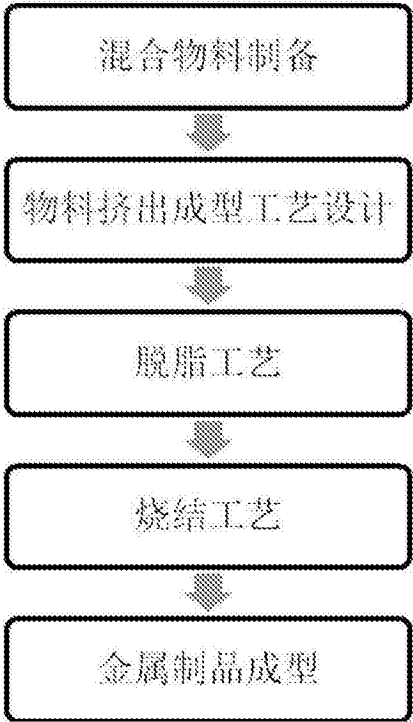


图1

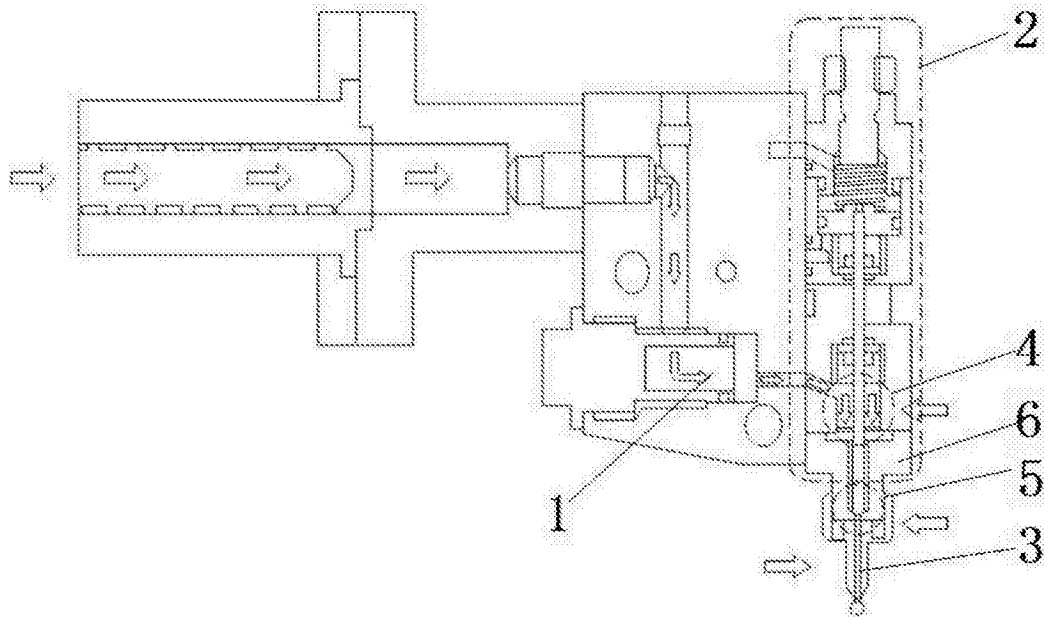


图2

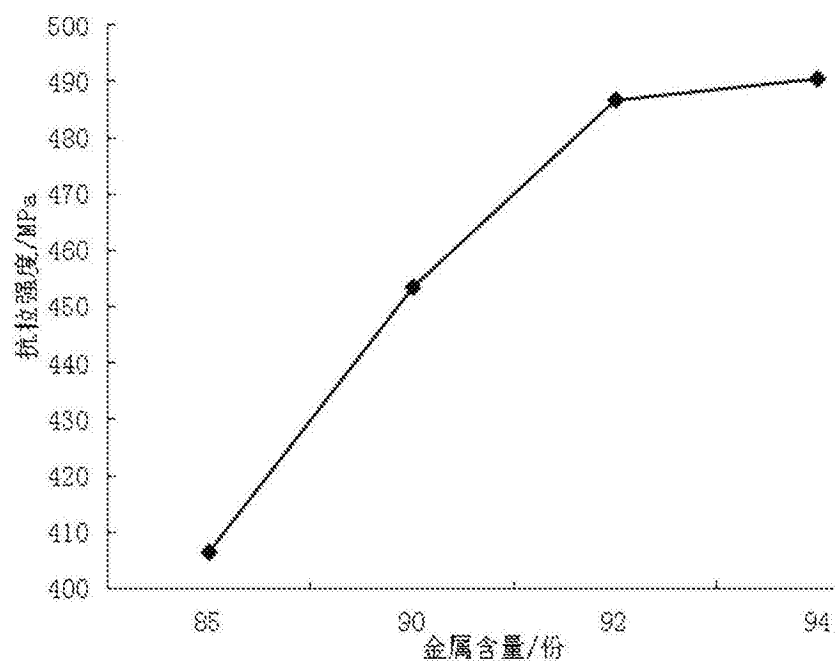


图3

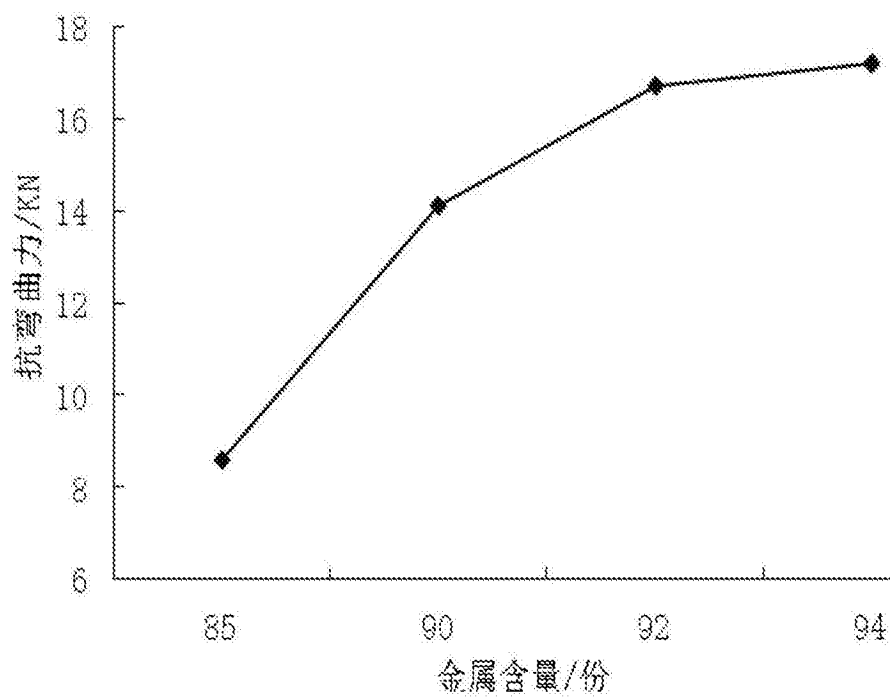


图4

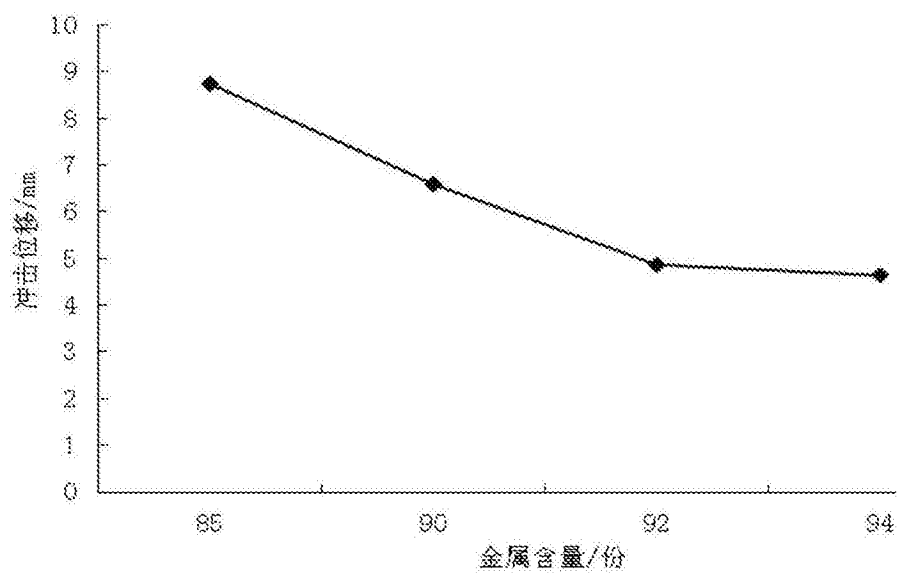


图5