



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108641369 A

(43)申请公布日 2018.10.12

(21)申请号 201810272878.9

(22)申请日 2018.03.29

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

(72)发明人 李娜娜 李志勇 陈永明

(74)专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限公司 44102

代理人 陈卫

(51) Int. Cl.

C08L 83/07(2006.01)

C08K 9/06(2006.01)

C08K 7/18(2006.01)

B33Y 70/00(2015.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种3D打印用光固化硅橡胶及其制备方法和应用

(57)摘要

本发明公开了一种3D打印用光固化硅橡胶及其制备方法和应用。由包括以下质量份数的组分制备而成：端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份，含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂1.5~10份，光引发剂0.3~2份，表面改性二氧化硅微球0.1~2份，溶剂50~70份。本发明采用端部含有乙烯基的聚硅氧烷与巯基在紫外光照射下快速反应固化，常温下其固化时间达到3 s以内，固化后无难闻气味，材料性能好，打印过程不需要支撑材料，配制过程无溶剂或少量溶剂，体积收缩率小；另外，其制备方法简单，光固化后的产品具有较强的抗撕裂强度与合适的硬度，能够符合医用填充材料的要求的3D打印材料，应用前景广阔。

1. 一种3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份,含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂1.5~10份,光引发剂0.3~2份,表面改性二氧化硅微球0.1~2份,溶剂40~70份。

2. 根据权利要求1所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份,含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂2~5份,光引发剂0.5~1.2份,表面改性二氧化硅微球0.12~0.18份,溶剂55~65份。

3. 根据权利要求1所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,所述端部含有乙烯基的聚硅氧烷的粘度为600~30000 cst;其乙烯基含量为0.08~0.5 mmol/g。

4. 根据权利要求1所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,所述含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂选自三羟甲基丙烷三(2-巯基乙酸酯)、三羟甲基丙烷三(3-巯基丙酸酯)、1,4-丁二醇双(巯基乙酸酯)、1,6-己二硫醇、1,8-辛二硫醇、1,9-壬二硫醇、1,10-癸二硫醇、1,11-十一烷二硫醇、四(3-巯基丙酸)季戊四醇酯、2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇或二巯基乙酸乙二醇酯中的一种或两种以上混合物。

5. 根据权利要求1所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,所述光引发剂为自由基型光引发剂。

6. 根据权利要求5所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,所述表面改性二氧化硅微球,由如下方法制备得到:将二氧化硅纳米微球与表面改性剂加入甲苯中,于60~110℃反应4~10 h,冷却,离心分离,洗涤,真空烘干,得到表面改性二氧化硅微球;其中,二氧化硅纳米微球与表面改性剂的质量体积比为1:3~10。

7. 根据权利要求5所述的3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,所述二氧化硅微球的粒径为15~100 nm;所述的表面改性剂为(3-巯基丙基)三乙氧基硅烷和/或(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷。

8. 权利要求1~7任一所述3D打印用光固化硅橡胶,其特征在于,由包括以下步骤的方法制备得到:

S1. 按照权利要求6中所述的方法制备表面改性二氧化硅微球;

S2. 向端部含有乙烯基的聚硅氧烷中加入光引发剂,搅拌使其溶解,再按比例依次加入步骤S1的表面改性二氧化硅微球、含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂和溶剂,混合均匀,抽真空除去气泡,得到所述3D打印用光固化硅橡胶。

9. 权利要求1~7任一所述用于3D打印的光固化有机硅在作为3D打印的原材料方面的应用。

10. 权利要求1~7任一所述3D打印用光固化硅橡胶在作为或制备医用产品中的应用。

一种3D打印用光固化硅橡胶及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明属于3D打印技术领域。更具体地,涉及一种3D打印用光固化硅橡胶及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 3D打印技术,又称增材制造技术,是一种用计算机建立物体的三维模型,并以此为依托直接成型的技术,是生物工程,材料成型加工,自动化控制,计算机建模等多个学科的交叉,与传统成型技术相比,它不需要传统刀具、夹具以及多道加工工序,可在一台设备上通过程序控制自动和精确的制造出任意复杂形状的零件,并大大减少了加工工序,显著缩短了新产品的研发周期,降低了研发成本。3D打印技术近年来发展迅速,在航空、制造、模具、教育、医疗、食品等方面发展出了越来越多的应用方向。3D打印实施过程中无需高温加热,降低了能耗,无需特殊溶剂,减小了环境污染,紫外固化迅速,大幅提高了生产效率。3D打印材料的发展是3D打印技术的3大关键技术之一,材料瓶颈已经成为限制3D打印发展的首要问题。硅橡胶的主链结构为聚硅氧烷结构,其化学性能相对稳定,在临床中作为医用材料的使用效果,已经得到了医学界的广泛认可,目前有许多大公司都把开发硅橡胶的医学使用范围作为自己的战略目标。其具有较高的耐温性、抗氧化、疏水性、柔软性、透过性、耐老化透明度高、生理惰性、与人体组织和血液不粘连、生物适应性好、无毒、无味、不致癌等一系列优良特性。由于硅橡胶本身的这些特性,因此聚甲基硅氧烷就成为医用高分子材料中比较典型的有机硅高分子材料。

[0003] 但是,硅橡胶的固化时间较长,其流动性使其不能保持打印的精确度,因此需要一个支持材料来完成复杂结构的3D打印;此外,硅橡胶的疏水性和较低的表面自由能,限制了其与其他材料有效的同时打印;而且,现有硅橡胶在打印过程中会释放出难闻的气味,故目前对于硅橡胶的3D打印仍有较大的问题,硅橡胶的3D打印比较难实现。目前,能够成功实现硅橡胶3D打印的技术,主要有以下几种:(1) Hinton等人发明了一种利用亲水疏水性的羧乙烯聚合物凝胶支持材料打印硅橡胶的方法,该方法中双组份的硅橡胶混合后,经3D打印机打印,在室温条件下固化,成功实现了硅橡胶的3D打印。但是其在打印过程中需要支持材料,且固化时间较长,而且固化完成后,需要进行适当处理将支持材料除去,过程较为繁琐。(2) 中国发明专利《一种3D打印紫外光固化透明硅树脂复合材料的制备方法与应用》(专利号CN105331115A)公开了一种3D打印紫外光固化透明硅树脂复合材料,该种材料的制备过程是,首先,用带丙烯酰氧基的有机硅原料与烷氧基硅烷,在催化剂作用下,在溶剂中经凝胶溶胶法制备带丙烯酰氧基的有机硅树脂预聚物;其次,将带丙烯酰氧基的有机硅原料滴加到白炭黑中,获得丙烯酰氧基改性的补强填料;最后,将预聚物、填料、光引发剂混合后脱泡,得到可以3D打印紫外光固化透明硅树脂复合材料。该方法的缺点是,原料制备过程复杂,硬度过高,很容易发生碎裂。(3) 另外,中国发明专利《3D打印用含硅纳米凝胶光固化树脂的制备方法及其应用》(专利号CN106146754A)介绍了一种3D打印用含硅纳米凝胶光固化树脂的制备方法及其应用,该种材料的制备过程是将改性有机硅油和丙烯酸酯类单体、链

转移剂、自由基引发剂和有机溶剂加入反应釜中,反应后将产物提纯,得到含硅纳米凝胶光固化树脂。但是该方法的原料制备过程中需使用大量的有机溶剂,不符合医用填充材料的要求,而且产物需要提纯。

[0004] 为了促进3D打印技术的发展,需要开发出在常温下具有一定的流动性和较低的粘度、固化速度快、无难闻气味、3D打印出胶效果好、材料成型后体积收缩率小,打印过程不需要支撑材料,并且光固化后的产品具有较强的抗撕裂强度,有合适的硬度,能够符合医用填充材料的要求的3D打印材料。

发明内容

[0005] 本发明要解决的技术问题是克服上述现有技术的不足,提供一种3D打印用光固化硅橡胶材料,其较低的粘度、固化速度快、无难闻气味、3D打印出胶效果好、材料成型后体积收缩率小,打印过程不需要支撑材料,并且光固化后的产品具有较强的抗撕裂强度与合适的硬度,能够符合医用填充材料的要求的3D打印材料。

[0006] 本发明的目的是提供一种3D打印用光固化硅橡胶材料。

[0007] 本发明另一目的是提供上述光固化有机硅材料的制备方法。

[0008] 本发明的再一目的是提供上述光固化有机硅材料在作为或制备医用产品中的应用。

[0009] 本发明上述目的通过以下技术方案实现:

[0010] 一种3D打印用光固化硅橡胶,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份,含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂1.5~10份,光引发剂0.3~2份,表面改性二氧化硅微球0.1~2份,溶剂50~70份。

[0011] 基于本发明配方,科学确定端部含有乙烯基的聚硅氧烷、含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂、光引发剂、表面改性二氧化硅微球和溶剂原料的配伍比例,显著提高了硅橡胶材料的固化速度,常温下其固化时间达到3s以内,极大的提高了3D打印设备的加工效率,而且固化后无难闻气味、毒性小、污染小、流动性高、韧性高、收缩率低,实现打印材料的尺寸精度可控性。

[0012] 优选地,所述3D打印用光固化硅橡胶,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份,含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂2~5份,光引发剂0.5~1.2份,表面改性二氧化硅微球0.12~0.18份,溶剂55~65份。

[0013] 更优选地,所述3D打印用光固化硅橡胶,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的聚硅氧烷100份,含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂3.5份,光引发剂0.95份,表面改性二氧化硅微球0.13份,溶剂57.5份。

[0014] 优选地,所述端部含有乙烯基的聚硅氧烷的粘度为600~30000cst;其乙烯基含量为0.08~0.5mmol/g。

[0015] 更优选地,所述端部含有乙烯基的聚硅氧烷的粘度为600~10000cst;其乙烯基含量为0.08~0.3mmol/g。

[0016] 优选地,所述含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂选自三羟甲基丙烷三(2-巯基乙酸酯)、三羟甲基丙烷三(3-巯基丙酸酯)、1,4-丁二醇双(巯基乙酸酯)、1,6-己二硫醇、1,8-辛二硫醇、1,9-壬二硫醇、1,10-癸二硫醇、1,11-十一烷二硫醇、四(3-巯基丙酸)季

戊四醇酯、2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇或二巯基乙酸乙二醇酯中的一种或两种以上混合物;混合使用时,混合比例不做严格限定。

[0017] 优选地,所述光引发剂为自由基型光引发剂。

[0018] 更优选地,所述的光引发剂选自安息香双甲醚、安息香乙醚、安息香、异丙醚、安息香丁醚、二苯基乙酮、 α,α -二乙氧基苯乙酮、 α -羟烷基苯酮或 α -胺烷基苯酮中的一种或两种以上混合物;混合使用时,混合比例不做严格限定。

[0019] 为了进一步提高固化速度快和去除难闻气体,更进一步优选地,所述的光引发剂为安息香双甲醚或二苯基乙酮。

[0020] 优选地,所述表面改性二氧化硅微球,由如下方法制备得到:将二氧化硅纳米微球与表面改性剂加入甲苯中,于60~110℃反应4~10h,冷却,离心分离,洗涤,真空烘干,得到表面改性二氧化硅微球;其中,二氧化硅纳米微球与表面改性剂的质量体积比为1:3~10。

[0021] 优选地,所述二氧化硅微球的粒径为15~100nm。

[0022] 优选地,所述的表面改性剂为(3-巯基丙基)三乙氧基硅烷和/或(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷。

[0023] 优选地,所述二氧化硅微球的粒径为15~100nm。

[0024] 优选地,所述的表面改性剂为(3-巯基丙基)三乙氧基硅烷和/或(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷。

[0025] 优选地,先将二氧化硅纳米微球置于甲苯中超声分散30min。

[0026] 优选地,反应条件为:于80℃反应8h。

[0027] 优选地,所述洗涤的条件为:用乙醇和水洗涤3~5次。

[0028] 本发明还提供了所述3D打印用光固化硅橡胶的制备方法,包括以下步骤:

[0029] S1.将二氧化硅纳米微球与表面改性剂加入甲苯中,于60~110℃反应4~10h,冷却,离心分离,洗涤,真空烘干,得到表面改性二氧化硅微球;其中,二氧化硅纳米微球与表面改性剂的质量体积比为1:3~10;

[0030] S2.向端部含有乙烯基的聚硅氧烷中加入光引发剂,搅拌使其溶解,再按比例依次加入步骤S1的表面改性二氧化硅微球、含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂和溶剂,混合均匀,抽真空除去气泡,得到所述3D打印用光固化硅橡胶。

[0031] 本发明对所用溶剂不做特别限定,优选为四氢呋喃、乙酸乙酯等。

[0032] 另外,所述3D打印用光固化硅橡胶在作为3D打印的原材料方面,尤其在作为或制备医用产品中的应用,也在保护范围之内。

[0033] 所述医用产品是指医用填充材料,包括但不限于心脏支架、人工血管等。

[0034] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:

[0035] 本发明利用端部含有乙烯基的聚硅氧烷与含有两个或两个以上巯基的小分子交联剂在紫外光照射下快速反应固化,常温下其固化时间达到3s以内,固化后无难闻气味,材料性能好,能够作为3D打印材料使用;而且这种光固化硅橡胶应用于3D打印技术,打印过程不需要支撑材料,材料配制过程无溶剂或少量溶剂,材料成型后体积收缩率小;另外,其制备方法简单,光固化后的产品具有较强的抗撕裂强度与合适的硬度,能够符合医用填充材料的要求的3D打印材料。这种综合性能优良的3D打印材料具有广阔的应用前景。

具体实施方式

[0036] 以下结合具体实施例来进一步说明本发明,但实施例并不对本发明做任何形式的限定。除非特别说明,本发明采用的试剂、方法和设备为本技术领域常规试剂、方法和设备。

[0037] 除非特别说明,以下实施例所用试剂和材料均为市购。

[0038] 实施例1

[0039] 1、一种3D打印用光固化硅橡胶,由以下方法制备得到:

[0040] (1) 表面改性二氧化硅纳米微球制备

[0041] 取气相法制备的15nm粒径的二氧化硅纳米微球2g,超声分散于装有150mL甲苯的三口瓶中,超声分散30min;分散完成后,将装有冷凝装置、搅拌装置的三口瓶置于油浴中,加热至80℃;量取6mL表面改性剂(3-巯基丙基)三乙氧基硅烷(MPES),放入恒压漏斗中,滴加入反应体系中,滴加时间约为20min;滴加完成后,继续反应4h,反应完成后,冷却,离心,用乙醇和水洗涤3~5次,50℃真空烘干,得到表面改性二氧化硅纳米微球。

[0042] (2) 光固化硅橡胶配制

[0043] 取端部含有乙烯基的硅油(粘度为600cst,乙烯基含量为0.08mmol/g)100质量份,加入光引发剂 α,α -二乙氧基苯乙酮0.95质量份,搅拌使光引发剂溶解,加入上述表面改性二氧化硅纳米微球0.13质量份,再加入小分子交联剂2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇3.5质量份和四氢呋喃57.5质量份,混合均匀,并抽真空除去气泡,得到3D打印用光固化硅橡胶。

[0044] 2、本实施例制得的光固化有机硅的粘度约为300cps。用于3D打印时,常温下2s可以固化,而且打印过程中及固化后无难闻气味产生。

[0045] 实施例2

[0046] 1、一种3D打印用光固化硅橡胶,由以下方法制备得到:

[0047] (1) 表面改性二氧化硅纳米微球制备

[0048] 取气相法制备的15nm粒径的二氧化硅纳米微球2g,超声分散于装有150mL甲苯的三口瓶中,超声分散30min;分散完成后,将装有冷凝装置、搅拌装置的三口瓶置于油浴中,加热至80℃;量取8mL表面改性剂(3-巯基丙基)三乙氧基硅烷(MPES),放入恒压漏斗中,滴加入反应体系中,滴加时间约为20min;滴加完成后,继续反应6h,反应完成后,冷却,离心,用乙醇和水洗涤3~5次,50℃真空烘干,得到表面改性二氧化硅纳米微球。

[0049] (2) 光固化硅橡胶配制

[0050] 取端部含有乙烯基的硅油(粘度为1500cst,乙烯基含量为0.3mmol/g)100质量份,加入光引发剂安息香双甲醚0.5质量份,搅拌使光引发剂溶解,加入上述表面改性二氧化硅纳米微球0.12质量份,再加入小分子交联剂2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇2质量份和四氢呋喃55质量份,混合均匀,并抽真空除去气泡,得到3D打印用光固化硅橡胶。

[0051] 2、本实施例制得的光固化有机硅的粘度约为700cps。用于3D打印时,常温下1.5s可以固化,而且打印过程中及固化后无难闻气味产生。

[0052] 实施例3

[0053] 1、一种3D打印用光固化硅橡胶,由以下方法制备得到:

[0054] (1) 表面改性二氧化硅纳米微球制备

[0055] 取气相法制备的30nm粒径的二氧化硅纳米微球3g,超声分散于装有200mL甲苯的三口瓶中,超声分散30min;分散完成后,将装有冷凝装置、搅拌装置的三口瓶置于油浴中,加热至80℃;量取10mL表面改性剂(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷(MPES),放入恒压漏斗中,滴加入反应体系中,滴加时间约为30min;滴加完成后,继续反应6h,反应完成后,冷却,离心,用乙醇和水洗涤3~5次,50℃真空烘干,得到表面改性二氧化硅纳米微球。

[0056] (2) 光固化硅橡胶配制

[0057] 取端部含有乙烯基的硅油(粘度为5000cst,乙烯基含量为0.3mmol/g)100质量份,加入光引发剂安息香双甲醚1.2质量份,搅拌使光引发剂溶解,加入上述表面改性二氧化硅纳米微球0.18质量份,再加入小分子交联剂1,11-十一烷二硫醇5质量份和四氢呋喃65质量份,混合均匀,并抽真空除去气泡,得到3D打印用光固化硅橡胶。

[0058] 2、本实施例制得的光固化有机硅的粘度约为2000cps。用于3D打印时,常温下2s可以固化,而且打印过程中及固化后无难闻气味产生。

[0059] 实施例4

[0060] 1、一种3D打印用光固化硅橡胶,由以下方法制备得到:

[0061] (1) 表面改性二氧化硅纳米微球制备

[0062] 取气相法制备的70nm粒径的二氧化硅纳米微球3g,超声分散于装有200mL甲苯的三口瓶中,超声分散30min;分散完成后,将装有冷凝装置、搅拌装置的三口瓶置于油浴中,加热至80℃;量取18mL表面改性剂(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷(MPES),放入恒压漏斗中,滴加入反应体系中,滴加时间约为30min;滴加完成后,继续反应6h,反应完成后,冷却,离心,用乙醇和水洗涤3~5次,50℃真空烘干,得到表面改性二氧化硅纳米微球。

[0063] (2) 光固化硅橡胶配制

[0064] 取端部含有乙烯基的硅油(粘度为8000cst,乙烯基含量为0.4mmol/g)100质量份,加入光引发剂安息香双甲醚0.3质量份,搅拌使光引发剂溶解,加入上述表面改性二氧化硅纳米微球0.1质量份,再加入小分子交联剂1,11-十一烷二硫醇1.5质量份和四氢呋喃50质量份,混合均匀,并抽真空除去气泡,得到3D打印用光固化硅橡胶。

[0065] 2、本实施例制得的光固化有机硅的粘度约为3000cps。用于3D打印时,常温下2s可以固化,而且打印过程中及固化后无难闻气味产生。

[0066] 实施例5

[0067] 1、一种3D打印用光固化硅橡胶,由以下方法制备得到:

[0068] (1) 表面改性二氧化硅纳米微球制备

[0069] 取气相法制备的100nm粒径的二氧化硅纳米微球3g,超声分散于装有200mL甲苯的三口瓶中,超声分散30min;分散完成后,将装有冷凝装置、搅拌装置的三口瓶置于油浴中,加热至80℃;量取30mL表面改性剂(3-巯基丙基)甲基二乙氧基硅烷(MPES),放入恒压漏斗中,滴加入反应体系中,滴加时间约为30min;滴加完成后,继续反应6h,反应完成后,冷却,离心,用乙醇和水洗涤3~5次,50℃真空烘干,得到表面改性二氧化硅纳米微球。

[0070] (2) 光固化硅橡胶配制

[0071] 取端部含有乙烯基的硅油(粘度为10000cst,乙烯基含量为0.5mmol/g)100质量份,加入光引发剂安息香双甲醚2质量份,搅拌使光引发剂溶解,加入上述表面改性二氧化硅纳米微球2质量份,再加入小分子交联剂1,11-十一烷二硫醇10质量份和四氢呋喃70质量

份,混合均匀,并抽真空除去气泡,得到3D打印用光固化硅橡胶。

[0072] 2、本实施例制得的光固化有机硅的粘度约为4000cps。用于3D打印时,常温下2.5s可以固化,而且打印过程中及固化后无难闻气味产生。

[0073] 对比例1不加入表面改性二氧化硅微球

[0074] 本对比例与实施例1所用方法相同,区别仅在于在不进行制备步骤(1)的表面改性二氧化硅微球,步骤(2)中不加入表面改性二氧化硅微球。

[0075] 与实施例1制得的光固化有机硅3D打印材料相比,用本对比例制得的光固化有机硅3D打印材料打印得到的物体,其撕裂强度显著减小,不能满足使用的需要。

[0076] 对比例2加入未改性的二氧化硅微球

[0077] 本对比例与实施例1所用方法相同,区别仅在于在不进行制备步骤(1)的表面改性二氧化硅微球,步骤(2)中直接加入未改性的二氧化硅微球(粒径15nm)。

[0078] 与实施例1制得的光固化有机硅3D打印材料相比,用本对比例制得的光固化有机硅3D打印材料打印得到的物体,其撕裂强度虽然较未加入表面改性二氧化硅微球的物体有所提高,但提高程度较小,还是不能满足使用的需要。

[0079] 对比例3改变物料配比

[0080] 本对比例提供一种3D打印用光固化硅橡胶的制备方法,该3D打印用光固化硅橡胶,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的硅油100质量份,小分子交联剂2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇20质量份,光引发剂1质量份,表面改性二氧化硅微球0.125质量份,溶剂74质量份;其余步骤与操作均与实施例1一致。

[0081] 实验结果显示,固化样品表面有少量粘性物质,影响使用。

[0082] 对比例4改变物料配比

[0083] 本对比例提供一种3D打印用光固化硅橡胶的制备方法,该3D打印用光固化硅橡胶,由包括以下质量份数的组分制备而成:端部含有乙烯基的硅油100质量份,小分子交联剂2,2'-(1,2-乙二基双氧代)双乙硫醇1.25质量份,光引发剂1质量份,表面改性二氧化硅微球0.125质量份,溶剂59.75质量份;其余步骤与操作均与实施例1一致。

[0084] 实验结果显示,样品固化不完全,有大量含乙烯基聚硅氧烷未参与反应,样品尺寸未达到要求。

[0085] 实验例 3D打印材料产品性能测试结果

[0086] 表1本发明的光固化有机硅的性能数据

[0087]

样品	弹性模量 (KPa)	拉伸强度 (KPa)	断裂伸长 率 (%)	邵氏 A 硬度 (HA)	撕裂强度 (KN/m)	收缩率 (%)
实施例 1	217	188	191	24	20	4
实施例 2	274	205	174	22	18	4
实施例 3	285	193	185	24	19	4
实施例 4	220	191	178	21	18	5
实施例 5	280	208	165	20	21	3
对比例 1	210	189	189	23	10	5
对比例 2	200	190	180	23	13	5
对比例 3	205	175	186	22	15	6
对比例 4	--	--	--	--	--	--

[0088] 注：对比例4得到的样品，太黏，无法进行机械性能的测试。