



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107428075 A

(43)申请公布日 2017.12.01

(21)申请号 201680021568.9

(74)专利代理机构 北京律和信知识产权代理事

(22)申请日 2016.10.05

务所(普通合伙) 11446

(30)优先权数据

代理人 武玉琴 刘国伟

2016-012209 2016.01.26 JP

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

B29C 64/118(2017.01)

2017.10.12

B33Y 10/00(2015.01)

B33Y 70/00(2015.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/079605 2016.10.05

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/130469 JA 2017.08.03

(71)申请人 藤田鉢则

地址 日本国东京

(72)发明人 藤田鉢则

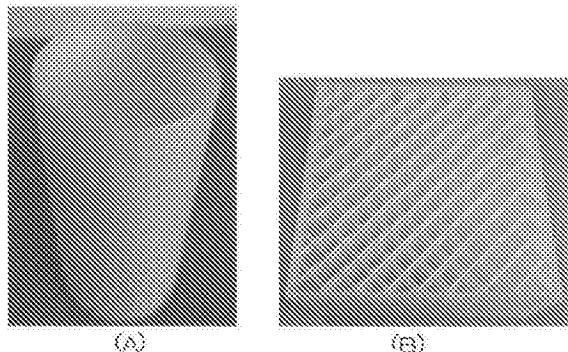
权利要求书1页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

三次元造形物的制造方法及三次元造形物  
制造用的丝

(57)摘要

本发明提供一种使用通用的热塑性树脂的三次元造形物制造用的丝及使用该丝的三次元造形物的制造方法。本发明的一种三次元造形物的制造方法，是通过熔融沈积成型方式所进行的三次元造形物的制造方法，并且该三次元造形物的制造方法包括：使填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂进行熔融的熔融工序；以及将熔融的所述玻璃绒填充热塑性树脂加以积层的积层工序。



1. 一种三次元造形物的制造方法,其特征在于,是通过熔融沈积成型方式所进行的三次元造形物的制造方法,并且所述三次元造形物的制造方法包括:

使填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂进行熔融的熔融工序;以及

将熔融的所述玻璃绒填充热塑性树脂加以积层的积层工序。

2. 如权利要求1所述的三次元造形物的制造方法,其特征在于,所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为5重量%至40重量%。

3. 如权利要求2所述的三次元造形物的制造方法,其特征在于,所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为15重量%至25重量%。

4. 如权利要求1至3中任一权利要求所述的三次元造形物的制造方法,其特征在于,所述热塑性树脂为聚丙烯或聚缩醛。

5. 一种三次元造形物制造用的丝,其特征在于,是熔融沈积成型方式的三次元造形物制造用的丝;

所述丝为填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂。

6. 如权利要求5所述的三次元造形物制造用的丝,其特征在于,所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为5重量%至40重量%。

7. 如权利要求6所述的三次元造形物制造用的丝,其特征在于,所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为15重量%至25重量%。

8. 如权利要求5至7中任一权利要求所述的三次元造形物制造用的丝,其特征在于,所述热塑性树脂为聚丙烯或聚缩醛。

9. 如权利要求5至8中任一权利要求所述的三次元造形物制造用的丝,其特征在于,所述丝的直径为1.75mm至2.85mm,长度至少为50cm以上。

## 三次元造形物的制造方法及三次元造形物制造用的丝

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种三次元造形物的制造方法及三次元造形物制造用的丝(filament)。

### 背景技术

[0002] 3D(three-dimensional;三维)打印机以3DCAD(three-dimensional computer-aided design;三维电脑辅助设计)、3DCG(three-dimensional computer graphics;三维电脑绘图)数据作为设计图,通过不断积层其剖面形状而制造三次元造形物的机器。对于3D打印机,已知有使用各种方式。作为具代表性的方式,可列举:利用热而将熔融的热塑性树脂(丝)逐渐加以积层的熔融沈积成型方式(Fused Deposition Modeling;以下简称为FDM方式)、对熔融的液状树脂照射紫外线等使其逐渐硬化而进行成形的光学造形方式、不断对粉末的树脂吹送接着剂的粉末烧结积层造形方式、喷墨方式等。

[0003] 所述方式中,FDM方式的3D打印机可通过:(1)首先,利用造形头内的滑轮将由热塑性树脂所形成的丝挤出,(2)继而,以一面利用电加热器使丝熔融一面将挤出的热塑性树脂挤压至造形台的方式进行积层,而制造三次元造形物(参照专利文献1)。

[0004] 又,已知FDM方式的3D打印机所使用的丝根据热塑性树脂的种类而存在制造造形物时会因收缩而产生翘曲的问题(参照专利文献2)。因此,专利文献2所述的发明通过提供如下的热熔解积层方式三次元造形用素材,而抑制所制作的造形物发生翘曲的情况,该热熔解积层方式三次元造形用素材使相对于重量平均分子量为50,000至400,000的聚乳酸树脂(A)100重量份而将苯乙烯系树脂(B1)10重量份至900重量份及/或选自由聚酯、热塑性弹性体及接枝共聚物所组成的群中的至少1种玻璃转移温度为20℃以下的热塑性树脂(B2)5重量份至400重量份及/或酯系塑化剂(B3)5重量份至30重量份加以调配而成,该苯乙烯系树脂(B1)含有芳香族乙烯基系单体(b1)20重量%以上与氰化乙烯基系单体(b2)15重量%以上的单体混合物进行聚合而成,且该树脂的重量平均分子量为50,000至400,000。

### [现有技术文献]

[0005] 专利文献1:国际公开第2008/112061号。

专利文献2:日本专利第5751388号公报。

### 发明内容

#### [发明所要解决的问题]

[0006] 近年来,FDM方式的3D打印机逐渐变得廉价,向学校及一般家庭等的普及正在扩大。今后,为了使3D打印机更被学校及一般家庭等所运用,三次元造形物的制造用丝的普及也成为重要的要素。然而,所述专利文献2所述的三次元造形物的制造用素材(丝)是针对FDM方式的三次元造形用途而特别开发出的树脂,并非通用的热塑性树脂。因此,业界谋求开发出一种丝,即使将可于全世界简单地取得的通用的热塑性树脂作为基本材料且用作FDM方式的三次元造形物的制造用丝,也不会发生翘曲等而能够制造高精度的三次元造形

物。

[0007] 本发明用以解决所述问题而成，本发明者经过努力研究，结果新发现了如下情况。

(1) 若使用于热塑性树脂中填充有玻璃绒(Glass Wool；玻璃短纤维)的丝，则将热塑性树脂熔融、冷却时的热塑性树脂的收缩率会降低，由此抑制翘曲的发生，而变得能够实现高尺寸精度的积层成形。

(2) 其结果为，可使用通用的热塑性树脂作为利用FDM方式的3D打印机的三次元造形物制造用的丝的材料。

[0008] 即，本发明的目的在于提供一种使用通用的热塑性树脂的三次元造形物制造用的丝及使用该丝的三次元造形物的制造方法。

#### [解决问题的技术手段]

[0009] 本发明涉及一种以下所示的三次元造形物的制造方法及三次元造形物制造用的丝。

[0010] (1) 一种三次元造形物的制造方法，是通过熔融沈积成型方式所进行的三次元造形物的制造方法，并且该三次元造形物的制造方法包括：使填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂进行熔融的熔融工序；以及将熔融的所述玻璃绒填充热塑性树脂加以积层的积层工序。

(2) 如所述(1)所述的三次元造形物的制造方法，其中所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为5重量%至40重量%。

(3) 如所述(2)所述的三次元造形物的制造方法，其中所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为15重量%至25重量%。

(4) 如所述(1)至(3)中任一个所述的三次元造形物的制造方法，其中所述热塑性树脂为聚丙烯或聚缩醛。

(5) 一种三次元造形物制造用的丝，熔融沈积成型方式的三次元造形物制造用的丝；所述三次元造形物制造用的丝为填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂。

(6) 如所述(5)所述的三次元造形物制造用的丝，其中所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为5重量%至40重量%。

(7) 如所述(5)或(6)所述的三次元造形物制造用的丝，其中所述玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充量为15重量%至25重量%。

(8) 如所述(5)至(7)中任一个所述的三次元造形物制造用的丝，其中所述热塑性树脂为聚丙烯或聚缩醛。

(9) 如所述(5)至(8)中任一个所述的三次元造形物制造用的丝，其中所述三次元造形物制造用的丝的直径为1.75mm至2.85mm，长度至少为50cm以上。

#### [发明的效果]

[0011] 于通过FDM方式而制造三次元造形物时，可通过使用于热塑性树脂中填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂，而降低收缩率。其结果为，变得能够抑制翘曲，而以高尺寸精度制造三次元造形物。因此，可使用先前未用于FDM方式的三次元造形物的制造的热收缩率大的通用的热塑性树脂作为FDM方式的三次元造形物的制造用的材料。

#### 附图说明

[0012] 图1是图式代用照片,图1中的(A)是玻璃绒的照片,图1中的(B)是玻璃纤维的照片。

图2是图式代用照片,且是实施例2中所制作的丝的照片。

图3是图式代用照片,于比较例2中,图3中的(A)是开始积层前的造形台的照片,图3中的(B)是使热塑性树脂陷入造形台的孔中并以积层的热塑性树脂不会自造形台剥落的方式进行积层的照片,图3中的(C)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片,图3中的(D)是栈板制作中的3D打印机的喷嘴的照片,图3中的(E)是于造形台上,埋入造形台的孔中的热塑性树脂因收缩而剥落,而刚刚发生聚丙烯原本的「缩痕」、「翘曲」后的照片。

图4是图式代用照片,图4中的(A)是实施例5中所制作的三次元造形物的照片,图4中的(B)是实施例6中所制作的三次元造形物的照片。

图5中的(A)及图5中的(B)是图式代用照片,且是实施例6中所制作的三次元造形物的照片。

图6是图式代用照片,图6中的(A)是实施例8中所制作的三次元造形物的照片,图6中的(B)是实施例9中所制作的三次元造形物的照片,图6中的(C)是实施例10中所制作的三次元造形物的照片,图6中的(D)是图6中的(C)的放大照片。

图7是图式代用照片,图7中的(A)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片,图7中的(B)是于栈板上积层有热塑性树脂的照片,图7中的(C)是实施例11中所制作的三次元造形物的照片。

图8是图式代用照片,图8中的(A)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片,图8中的(B)是于栈板上积层有热塑性树脂的照片,图8中的(C)是比较例3中所制作的三次元造形物的照片。

## 具体实施方式

[0013] 以下,对本发明的三次元造形物的制造方法(以下有时简称为「制造方法」)、及三次元造形物制造用的丝(以下有时简称为「丝」)进行详细说明。

[0014] 本发明的制造方法通过FDM方式而制造三次元造形物。本发明的制造方法所使用的装置只要为FDM方式的3D打印机,则无特别限制。本发明的制造方法包括「使填充有玻璃绒的玻璃绒填充热塑性树脂进行熔融的熔融工序」及「将熔融的所述玻璃绒填充热塑性树脂加以积层的积层工序」。

[0015] 首先,于熔融工序中,利用3D打印机的造形头内的滑轮等进料手段将丝挤出,利用位于挤出处的电加热器等加热部对丝进行加热而使丝熔融。其次,于积层工序中,通过以将熔融的丝挤压至造形台上方式进行积层,而形成第1层的树脂层。然后,将造形台下降1层,重复进行所述熔融工序与积层工序而形成第2层。然后,不断重复进行将造形台下降1层、以及所述熔融工序及积层工序,藉此制造三次元造形物。

[0016] 构成本发明的丝的热塑性树脂只要为能够填充玻璃绒,则无特别限定,例如可列举:通用塑胶、工程塑胶、超级工程塑胶等先前使用的热塑性树脂。具体而言,作为通用塑胶,可列举:聚乙烯(Polyethylene;PE)、聚丙烯(Polypropylene;PP)、聚氯乙烯(Polyvinyl chloride;PVC)、聚偏二氯乙烯、聚苯乙烯(Polystyrene;PS)、聚乙酸乙烯酯(Polyvinyl

acetate; PVAc)、聚四氟乙烯(Polytetrafluoroethylene; PTFE)、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯树脂(Acrylonitrile butadiene styrene resin; ABS树脂)、苯乙烯-丙烯腈共聚物(Styrene acrylonitrile copolymer; AS树脂)、丙烯酸系树脂(Acrylic resin; PMMA)等。作为工程塑胶,可列举:以尼龙为代表的聚酰胺(Polyamide; PA)、聚缩醛(Polyacetal; POM)、聚碳酸酯(Polycarbonate; PC)、改性聚苯醚( $m$ -PPE、改性PPE、PPO)、聚对苯二甲酸丁二酯(Polybutylene terephthalate; PBT)、聚对苯二甲酸乙二酯(Polyethylene terephthalate; PET)、对排聚苯乙烯(Syndiotactic polystyrene; SPS)、环状聚烯烃(Cyclic polyolefin; COP)等。作为超级工程塑胶,可列举:聚苯硫醚(Polyphenylene sulfide; PPS)、聚四氟乙烯(Polytetrafluoroethylene; PTFE)、聚砜(Polysulfone; PSF)、聚醚砜(Polyethersulfone; PES)、非晶聚芳酯(Amorphous polyarylate; PAR)、聚醚醚酮(Polyether ether ketone; PEEK)、热塑性聚酰亚胺(Polyimide; PI)、聚酰胺酰亚胺(Polyamideimide; PAI)等。该等树脂可使用1种,或者也可将2种以上组合使用。

[0017] 目前,FDM方式大多使用ABS树脂、或PLA(polylactic acid; 聚乳酸)树脂。其原因在于,ABS树脂由于为非晶性树脂,故而热收缩率相对低而为4/1000至9/1000左右。另外,PLA树脂源自植物的树脂,于低温下进行熔融,因此使其熔融再将其冷却时的热收缩率小。于所述的制造工序中,若将造形台下降1层,则下降的层的热塑性树脂因冷却而进行固化,此时若热收缩率大,则会发生翘曲。因此,即使于下降的层上对熔融的热塑性树脂进行挤压,也会于与下降的层的边界处产生间隙。因此,关于FDM方式,先前一直使用ABS树脂或PLA树脂等热收缩率小的树脂。

[0018] 本发明的丝可通过向热塑性树脂中填充玻璃绒,而抑制使热塑性树脂熔融,继而进行冷却时热塑性树脂收缩而发生翘曲的情况。因此,作为本发明的丝的热塑性树脂,除了自先前使用的ABS树脂或PLA树脂以外,也可使用热收缩率相对大的结晶性树脂。作为结晶性树脂,例如可列举:聚丙烯(PP、热收缩率10/1000至25/1000左右)、高密度聚乙烯(HDPE (high-density polyethylene)、热收缩率20/1000至60/1000左右)、聚对苯二甲酸丁二酯(PBT、热收缩率15/1000至20/1000左右)、聚缩醛(POM、热收缩率20/1000至25/1000左右)等。

[0019] 所述结晶性树脂中,聚丙烯的比重轻但强度高,另外,无吸湿性而耐化学药品性优异。此外,基于作为通用性的热塑性树脂而具有最高的耐热性等特性,因此使用范围广泛,用于汽车、家电、OA (office automation; 办公室自动化)机器、建筑材料、住宅用材料、家庭用品等,对于工业制品而言不可或缺的素材。聚丙烯的热收缩率相对高而为10/1000至25/1000左右,可如下述的实施例及比较例所示通过填充玻璃绒而制造抑制了翘曲的三次元造形物。

[0020] 另外,聚缩醛(POM)与聚酰胺、聚碳酸酯、改性聚苯醚、聚对苯二甲酸丁二酯并称为5大通用工程塑胶的素材。聚缩醛耐磨耗性优异,具有自身润滑性,另外刚性及韧性等机械特性也优异,且具有高温稳定性的素材。因此,大多用作金属的代替品,例如用于齿轮(gear)或轴承、握把或钩子、外罩等要求耐久性的部件类。另外,近来大多用于录音机、木管乐器、金属管乐器等的要求功能性的部件。且说,聚缩醛的热收缩率为20/1000至25/1000左右,工程塑胶中收缩率最高的树脂。然而,可如下述的实施例及比较例所示通过填充玻璃绒而制造抑制了翘曲的三次元造形物。

[0021] 于本发明中，所谓玻璃绒指纤维直径约为 $1\mu\text{m}$ 至 $7\mu\text{m}$ 、纤维长度为 $300\mu\text{m}$ 至 $1000\mu\text{m}$ 左右的玻璃纤维成为棉状。图1中的(A)是玻璃绒的照片。另一方面，纤维直径为 $10\mu\text{m}$ 至 $18\mu\text{m}$ 的玻璃纤维(玻璃长纤维)也作为添加至热塑性树脂等中的补强材而众所周知(参照图1中的(B))。玻璃纤维一般使用汇集50至200根纤维并切断为特定长度而成的切股(chopped strand)。如图1中的(A)及(B)所示，玻璃绒与玻璃纤维制造方式及使用目的完全不同。

[0022] 玻璃绒通过使周围大量设置有 $1\text{mm}$ 左右的小孔的旋转器进行高速旋转而喷出熔融的玻璃所制造。该制造制程通常称为离心法，可通过调整熔融的玻璃的粘度及旋转速度，而经济地制造 $1\mu\text{m}$ 至 $7\mu\text{m}$ 左右的细玻璃绒。此外，玻璃绒虽然可通过所述方法而制造，但也可使用市售品。

[0023] 玻璃绒是无机材料，另一方面，热塑性树脂是有机材料，因此仅将玻璃绒单纯地填充至热塑性树脂中，玻璃绒与热塑性树脂的接着性会变弱。因此，也可利用硅烷偶合剂对玻璃绒进行表面处理后，再填充至热塑性树脂中。

[0024] 作为硅烷偶合剂，只要为自先前使用者，则无特别限定，考虑与构成丝的热塑性树脂的反应性、热稳定性等而决定即可。例如可列举：胺基硅烷系、环氧基硅烷系、烯丙基硅烷系、乙烯基硅烷系等硅烷偶合剂。该等硅烷偶合剂使用Toray Dow Corning公司制造的Z系列，信越化学工业公司制造的KBM系列、KBE系列，JNC公司制造等的市售品即可。

[0025] 所述硅烷偶合剂可通过溶解于溶剂中，喷雾至玻璃绒上并加以干燥，而进行玻璃绒的表面处理。硅烷偶合剂相对于所述玻璃绒的重量百分率为 $0.1\text{wt\%}$ 至 $2.0\text{wt\%}$ ，较优选为 $0.15\text{wt\%}$ 至 $0.4\text{wt\%}$ ，进而更优选为 $0.24\text{wt\%}$ 。

[0026] 于本发明中，也可利用润滑剂对玻璃绒进行表面处理。润滑剂只要为将玻璃绒混练至热塑性树脂中时，玻璃绒的滑动性变好而变得容易填充至热塑性树脂中，则无特别限制。例如，可使用硅油等先前使用的润滑剂，但尤其优选为杯芳烃。硅由于为油，故而缺乏与热塑性树脂的亲和性，但杯芳烃由于为酚树脂，故而会提升玻璃绒的滑动性，另一方面，与热塑性树脂的亲和性优异，因此可于维持玻璃绒的纤维长度的情况下填充至热塑性树脂中。

[0027] 玻璃绒的表面处理通过将溶解有杯芳烃的溶液喷雾至玻璃绒上并加以干燥而进行。所述溶解有杯芳烃的溶液可通过公知的制法而制造，但也可使用例如Nanodax公司制造的塑胶改质剂nanodaX(注册商标)。塑胶改质剂nanodaX(注册商标)相对于玻璃绒的重量百分率较优选为 $0.001\text{wt\%}$ 至 $0.5\text{wt\%}$ ，更优选为 $0.01\text{wt\%}$ 至 $0.3\text{wt\%}$ 。

[0028] 对于玻璃绒，可利用所述硅烷偶合剂或润滑剂对其进行处理，也可利用硅烷偶合剂及润滑剂对其进行处理。

[0029] 另外，对于本发明的玻璃绒，除了利用所述的硅烷偶合剂及/或润滑剂对其进行表面处理以外，也可利用环氧树脂、乙酸乙烯酯树脂、乙酸乙烯酯共聚物树脂、胺基甲酸酯树脂、丙烯酸树脂等公知的皮膜形成剂对其进行表面处理。该等皮膜形成剂可单独使用，或者将2种以上混合使用，皮膜形成剂的重量百分率相对于硅烷偶合剂较优选为5倍至15倍。

[0030] 本发明的丝可通过使用单轴或多轴的挤出机、捏合机、混合辊、班伯里混合机等公知的熔融混练机，于 $200^\circ\text{C}$ 至 $400^\circ\text{C}$ 的温度下将热塑性树脂及经表面处理的玻璃绒、以及视需要添加的各种添加剂加以熔融混练，并挤出为线状而制造。关于制造装置，并无特别限定，使用双轴挤出机进行熔融混练较简便，故而较优选。或者，也可通过将玻璃绒的填充量

多的母料颗粒与不含玻璃绒的热塑性树脂颗粒加以混合、熔融，并挤出为线状而制造。

[0031] 丝的粗细度只要为能够应用于公知的FDM方式的3D打印机的尺寸，则无特别限制。例如于用于目前市售的FDM方式的3D打印机的情形时，为1.75mm至2.85mm左右即可。当然，于FDM方式的3D打印机的型号发生变更的情形时，以适合于该型号的方式调整丝的粗细度即可。此外，所谓丝的粗细度于沿着与丝的长度方向垂直的方向进行切断时的剖面为圆形的情形时是指直径，于圆形以外的情形时是指连结剖面上的任意2点的最长线的长度。丝的长度只要能够利用3D打印机的进料手段连续地送出，则无特别限制，长度较长时能够节省再设置的劳力及时间，故而较优选，较优选为至少50cm以上，更优选为100cm以上。另一方面，丝的长度的上限只要为能够卷取至卷盘等上的长度，则无特别限制，在市售用的情形时也可设为特定长度。例如于多为连续使用的情形时，设为500m以下、400m以下、300m以下等即可。另外，于经着色的特殊用途的情形时，例如也可设为10m以下、5m以下等。丝的粗细度通过形成有所需尺寸的孔的喷嘴将填充有玻璃绒的熔融状态的热塑性树脂进行挤出而进行调整即可。并且，为了获得长的丝，将所挤出的玻璃绒填充热塑性树脂于卷盘(卷轴)等上卷取为线圈状即可。此外，于本发明中所谓「丝」是指如上所述相对于粗细度其长度充分长的线状的玻璃绒填充热塑性树脂，不同于粒状的颗粒。

[0032] 关于本发明的丝，玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充值只要为将热塑性树脂的热收缩抑制为所需范围内的量，则无特别限制。例如于热收缩率相对大的聚丙烯的情形时，玻璃绒的填充值较优选为约5重量%以上，更优选为10重量%以上，尤其优选为15重量%以上。若玻璃绒的填充值小于5重量%，则于将丝进行积层并冷却时热收缩率会变大，三次元造形物的表面变粗糙，而变得难以进行积层。

[0033] 另一方面，就热收缩率的观点而言，玻璃绒的填充值的上限并无特别限制。然而，若玻璃绒的填充值超过40重量%，则作为FDM方式的3D打印机的重要部位的喷嘴的损耗会增大。另外，热塑性树脂发生熔融后流动性会变高，而玻璃绒为棉状。因此，若对丝进行加热而使热塑性树脂熔融，则热塑性树脂与玻璃绒会成为一体而变得难以移动。其结果为，于积层工序时，变得难以使热塑性树脂与玻璃绒分离而一体地加以挤压，于积层时会发生垂丝，故而欠佳。因此，玻璃绒的填充值较优选为40重量%以下，更优选为35重量%以下，进而较优选为30重量%以下，尤其优选为25重量%以下。作为玻璃绒的填充值的范围，较优选为约5重量%至40重量%，更优选为15重量%至25重量%。

[0034] 此外，若为ABS等热收缩率小的树脂，则就减小积层工序后的热塑性树脂的热收缩率的观点而言，玻璃绒的填充值也可小于5重量%。另一方面，若玻璃绒的填充值多，则三次元造形物的强度会提升。因此，无论热塑性树脂的种类如何，将玻璃绒填充热塑性树脂中的玻璃绒的填充值设为约5重量%至40重量%左右即可。通过将玻璃绒的填充值设为所述范围，可发挥出可抑制热塑性树脂的热收缩且制造强度提升的三次元造形物的两个不同效果。

[0035] 对于本发明的丝，也可于无损本发明的目的的范围内，调配公知的紫外线吸收剂、稳定剂、抗氧化剂、塑化剂、着色剂、整色剂、阻燃剂、抗静电剂、萤光增白剂、消光剂、冲击强度改良剂等添加剂。

[0036] 此外，本发明者正对在热塑性树脂中填充有玻璃绒的复合形成材料申请专利(参照日本专利第5220934号公报)。然而，日本专利第5220934号公报中所述的复合形成材料用

以增加填充至热塑性树脂中的玻璃绒的纤维长度且增多玻璃绒的填充量的发明，作为物品的形态，仅记载有射出成型用的颗粒及射出成型品。另一方面，本发明的丝为了用于FDM方式的三次元造形物的制造用途而为细长线状的形状。因此，本发明的丝是形状不同于日本专利第5220934号公报所述的复合形成材料，且用途也不同的新颖发明。

[0037] 以下，揭示实施例而具体地说明本发明，但该实施例仅是为了说明本发明，作为其具体态样的参考而提供。该等例示是用以说明本发明的特定的具体态样，并非表示对本申请所揭示的发明的范围加以限定或限制。

#### [实施例]

##### [0038] <实施例1>

###### [母料颗粒的制作]

使用聚丙烯(PP、住友化学公司制造AZ564)作为热塑性树脂。玻璃绒通过离心法而制造，平均纤维直径约为 $3.6\mu\text{m}$ 。

[0039] 玻璃绒的表面处理通过自粘合剂喷嘴对利用旋转器进行纤维化的玻璃绒喷雾包含硅烷偶合剂的溶液而进行。硅烷偶合剂使用胺基硅烷偶合剂S330(JNC公司制造)。硅烷偶合剂相对于玻璃绒的重量百分率为0.24wt%。

[0040] 其后，将玻璃绒于 $150^\circ\text{C}$ 下干燥1小时后，利用切割式研磨机将其切碎处理为平均纤维长度 $850\mu\text{m}$ 。使用同向双轴混练挤出机ZE40A( $\phi 43 \text{ L/D} = 40$ )、Berstorff公司制造)作为挤出成形机，且使用重量式螺旋式进料机S210(K-TRON公司制造)作为计量装置，对熔融的聚丙烯以玻璃绒填充聚丙烯中的玻璃绒的比率成为40重量%的方式添加玻璃绒并加以混练。混练条件设为螺杆旋转数150rpm、树脂压力0.6MPa、电流26A至27A、馈料量12Kg/hr。另外，混练时的聚丙烯的树脂温度为 $190^\circ\text{C}$ 至 $280^\circ\text{C}$ ，玻璃绒加热至 $100^\circ\text{C}$ 而添加。混练后，制作母料颗粒。

##### [0041] [丝的制作]

通过使利用住友化学公司制造的PP所制作的母料颗粒熔融，并自挤出成形机的丝成形模嘴进行挤出，而制作丝。所制作的丝的粗细度为 $1.75\text{mm} (\pm 0.05\text{mm})$ ，卷取至卷盘(卷轴)上而制作。

##### [0042] <实施例2至4>

于实施例1的[丝的制作]时，通过对母料颗粒添加不含玻璃绒的聚丙烯并进行混合熔融，而制作丝中的玻璃绒的填充量为20重量%、10重量%、5重量%的丝。

##### [0043] <比较例1>

将不添加玻璃绒而仅由聚丙烯所制作的丝设为比较例1。

##### [0044] 将所述实施例1至4、及比较例1中所制作的丝中的玻璃绒的填充量示于表1。

##### [0045] [表1]

	实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	比较例 1
玻 璃 短 纤 维 的 填 充 量	40 重 量 %	20 重 量 %	10 重 量 %	5 重 量 %	0

##### [0046] 图2是实施例2中所制作的丝的照片。

**[0047] [三次元造形物的制作]****<比较例2>**

于FDM方式的3D打印机(MUTOH Value 3D MagiX MF-500)的喷嘴部分设置比较例1中所制作的丝。其次,将喷嘴的温度设为250℃至270℃,将造形速度设为25mm/s,一面使丝熔融,一面将其挤压至造形台上,藉此将热塑性树脂进行积层。

- 图3中的(A)是开始积层前的造形台的照片。
- 图3中的(B)是使热塑性树脂陷入造形台的「开孔板」,并以积层的热塑性树脂不会自造形台剥落的方式进行积层的照片。
- 图3中的(C)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂,而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片。
- 图3中的(D)是栈板制作中的3D打印机的喷嘴的照片。
- 图3中的(E)是于造形台上,埋入造形台的孔中的热塑性树脂因收缩而剥落,而刚刚发生聚丙烯原本的「缩痕」、「翘曲」后的照片。

如图3中的(E)所示,于自造形台卸去热塑性树脂层的阶段,变得无法进行热塑性树脂的积层。如上所述,于使用比较例1的仅由不含玻璃绒的聚丙烯所制作的丝的情形时,未能制作三次元造形物。

**[0048] <实施例5>**

使用实施例2中所制作的丝,除此以外,按照与比较例2相同的顺序,通过将丝设置于3D打印机中并重复进行积层,而制作三次元造形物。图4中的(A)是实施例5中所制作的三次元造形物的照片。

**[0049] <实施例6>**

使用实施例3中所制作的丝,除此以外,按照与实施例5相同的顺序,通过将丝设置于3D打印机中并重复进行积层,而制作三次元造形物。图4中的(B)是实施例6中所制作的三次元造形物的照片。

**[0050]** 如图4中的(A)所示,若利用实施例2的丝而制造箱状的三次元造形物,则制作出无翘曲等的精度高的三次元造形物。另外,如图4中的(B)所示,若利用实施例3的丝而制造箱状的三次元造形物,则制作出虽然积层面因收缩而稍欠光滑,但仍符合期待的三次元造形物。

**[0051] <实施例7>**

改变所制作的三次元造形物的形状,除此以外,按照与实施例5相同的顺序而制造三次元造形物。图5中的(A)及图5中的(B)是实施例7中所制作的三次元造形物的照片。图5中的(A)是杯状的三次元造形物,积层表面目测未见凹凸的光滑的高精度。另外,图5中的(B)是蜂窝状的三次元造形物,蜂窝的微细部分也目测未见翘曲及凹凸的具有尺寸稳定性的高精度。

**[0052] <实施例8>**

使用实施例1中所制作的丝,改变所制作的三次元造形物的形状,除此以外,按照与实施例5相同的顺序而制造三次元造形物。图6中的(A)是实施例8中所制作的三次元造形物的照片。

**[0053] <实施例9>**

使用实施例2中所制作的丝,除此以外,按照与实施例8相同的顺序而制造三次元造形物。图6中的(B)是实施例9中所制作的三次元造形物的照片。

[0054] <实施例10>

使用实施例4中所制作的丝,除此以外,按照与实施例8相同的顺序而制造三次元造形物。图6中的(C)是实施例10中所制作的三次元造形物的照片,图6中的(D)是图6中的(C)的放大照片。

[0055] 如图6中的(A)所示,若使用实施例1的填充有40重量%的玻璃绒的丝而制造三次元造形物,则虽然因玻璃绒与热塑性树脂的流动性的差异,而于三次元造形物的表面存在产生垂丝的部位,但仍顺利地制造出三次元造形物。另外,如图6中的(C)及(D)所示,若使用实施例4的填充有5重量%的玻璃绒的丝而制造三次元造形物,则虽然存在因热收缩率而于积层时产生变形的部位,但仍顺利地制造出三次元造形物。另一方面,如图6中的(B)所示,若使用实施例2的填充有20重量%的玻璃绒的丝而制造三次元造形物,则可制造出无热收缩及垂丝的高精度的三次元造形物。根据以上的结果可知,利用未添加玻璃绒的PP制的丝未能制造出三次元造形物(比较例2),通过使用填充有玻璃绒的热塑性树脂,可制造出各种形状的三次元造形物(实施例5至10)。另外,如实施例5至10所示,于玻璃绒的填充量为5重量%至40重量%中的任意量的情形时,均制造出三次元造形物,但三次元造形物的精度根据玻璃绒的填充量而变化,于20重量%左右时获得精度高的三次元造形物。

[0056] <实施例11>

使用聚缩醛(POM、Polyplastics股份有限公司制造:Duracon(注册商标)POM TF-30)作为热塑性树脂,将丝中的玻璃绒的填充量设为25重量%,除此以外,按照与实施例1相同的顺序而制作丝。其次,将喷嘴的温度设为220°C至240°C,除此以外,按照与比较例2相同的顺序而制作三次元造形物。

- 图7中的(A)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂,而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片。

- 图7中的(B)是于栈板上积层有热塑性树脂的照片。
- 图7中的(C)是实施例11中所制作的三次元造形物的照片。

如图7中的(A)所示,栈板于造形台上均匀地密接,不发生热收缩,如图7中的(B)及(C)所示,制作出如数据般的三次元造形物(风扇)。

[0057] <比较例3>

未填充玻璃绒,除此以外,按照与实施例11相同的顺序而制作丝,并进行三次元造形。

- 图8中的(A)是于陷入造形台的孔中的热塑性树脂层上进而积层热塑性树脂,而用以载置三次元造形物的栈板(raft)的制作中的照片。

- 图8中的(B)是于栈板上积层有热塑性树脂的照片。
- 图8中的(C)是比较例3中所制作的三次元造形物的照片。

如图8中的(A)所示,于使用未填充玻璃绒的聚缩醛的情形时,于栈板的制作中,栈板的一部分因热收缩而自造形台剥离。并且,如图8中的(B)所示,积层密接性因热收缩而明显较差,如图8中的(C)所示,未能制作出所需的三次元造形物(风扇)。

[0058] 根据以上的结果可知,无论为通用塑胶或工程塑胶,通过将玻璃绒填充至热塑性树脂中,均可利用FDM方式的3D打印机而制造三次元造形物。

(产业可利用性)

[0059] 本发明的丝可将通用的热塑性树脂作为基本材料,利用FDM方式的3D打印机而制造三次元造形物。因此,对于3D打印机的进一步的普及有用。

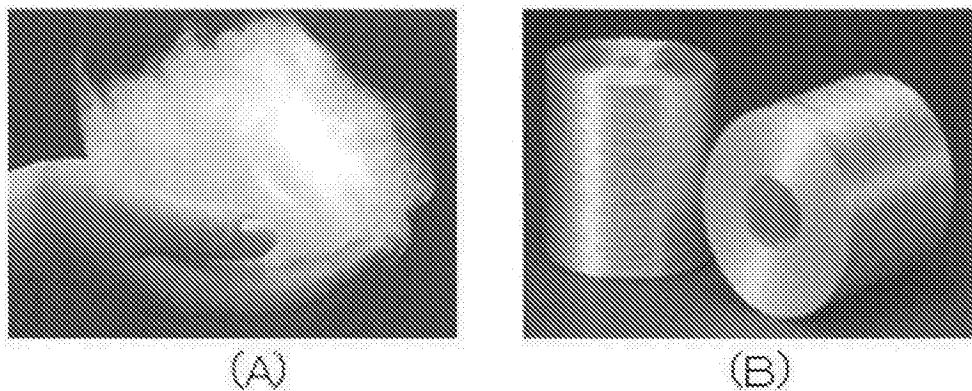


图1

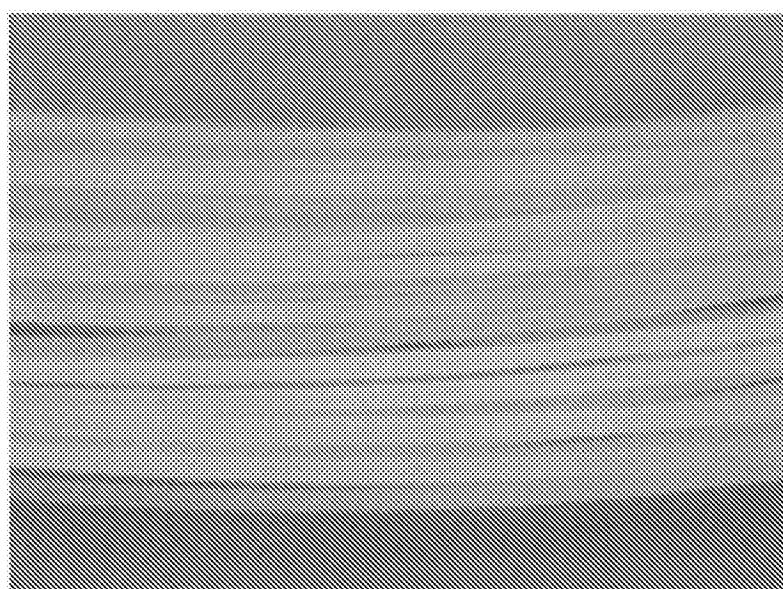


图2

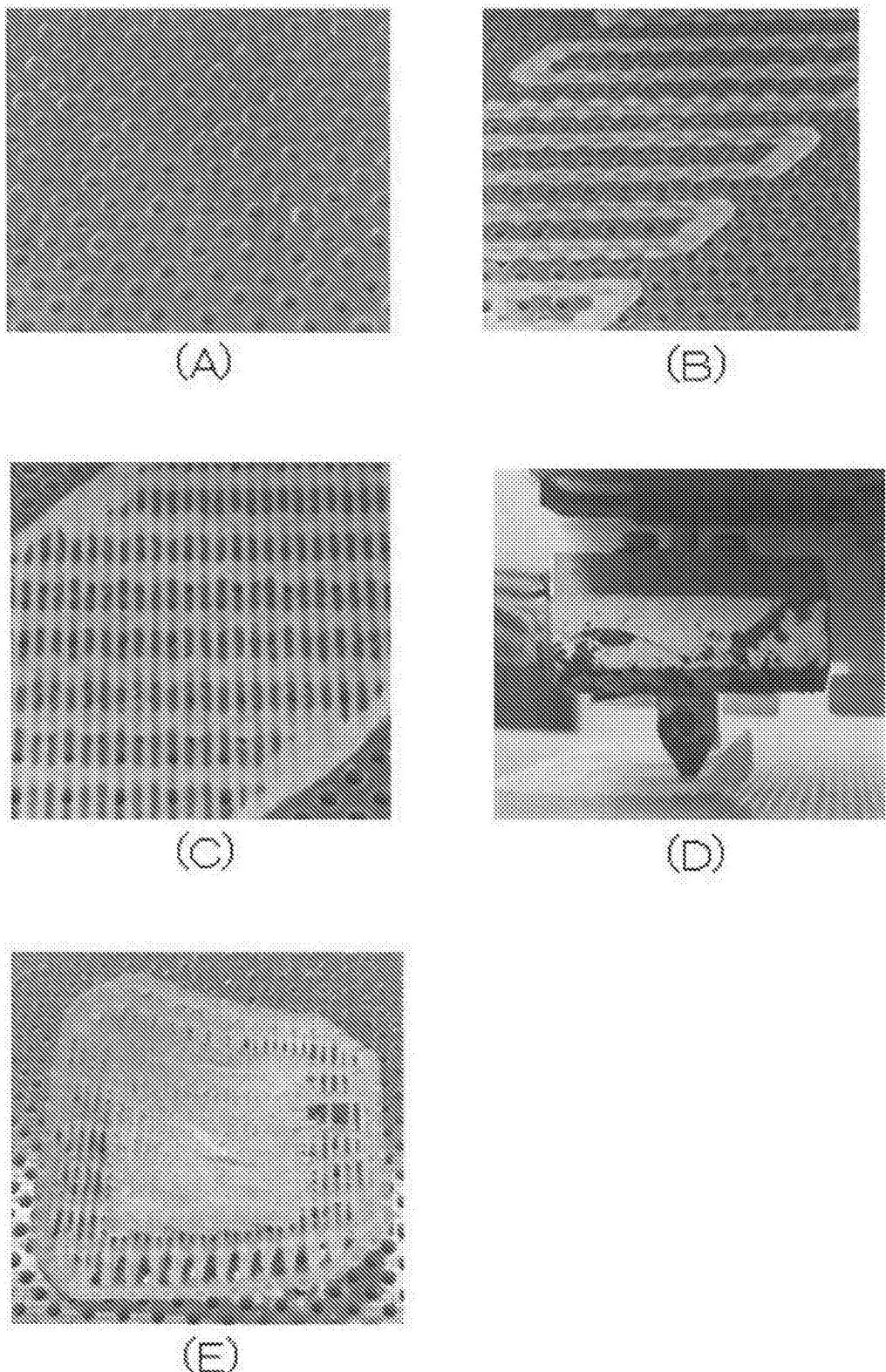


图3

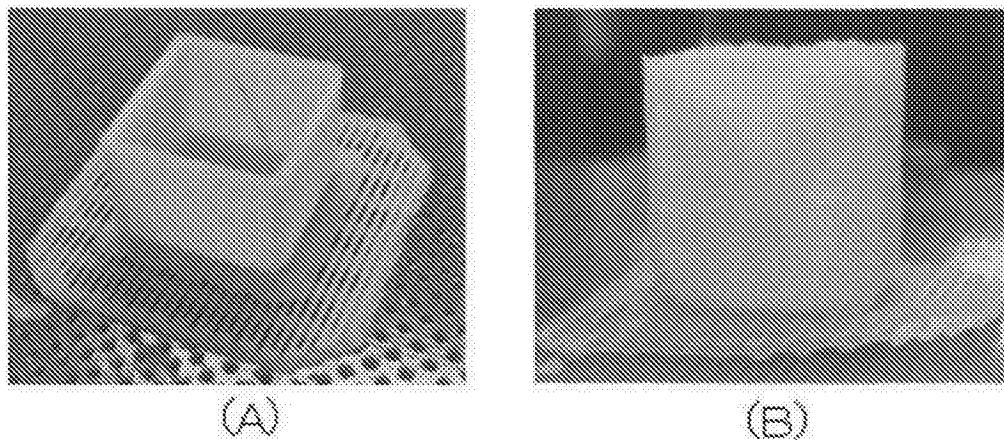


图4

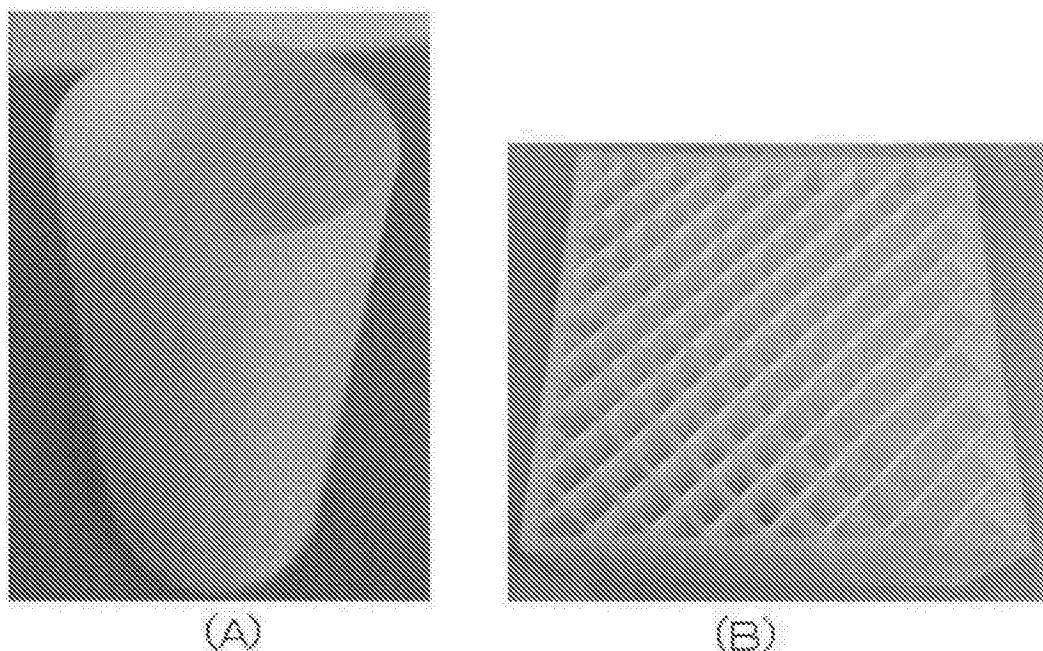


图5

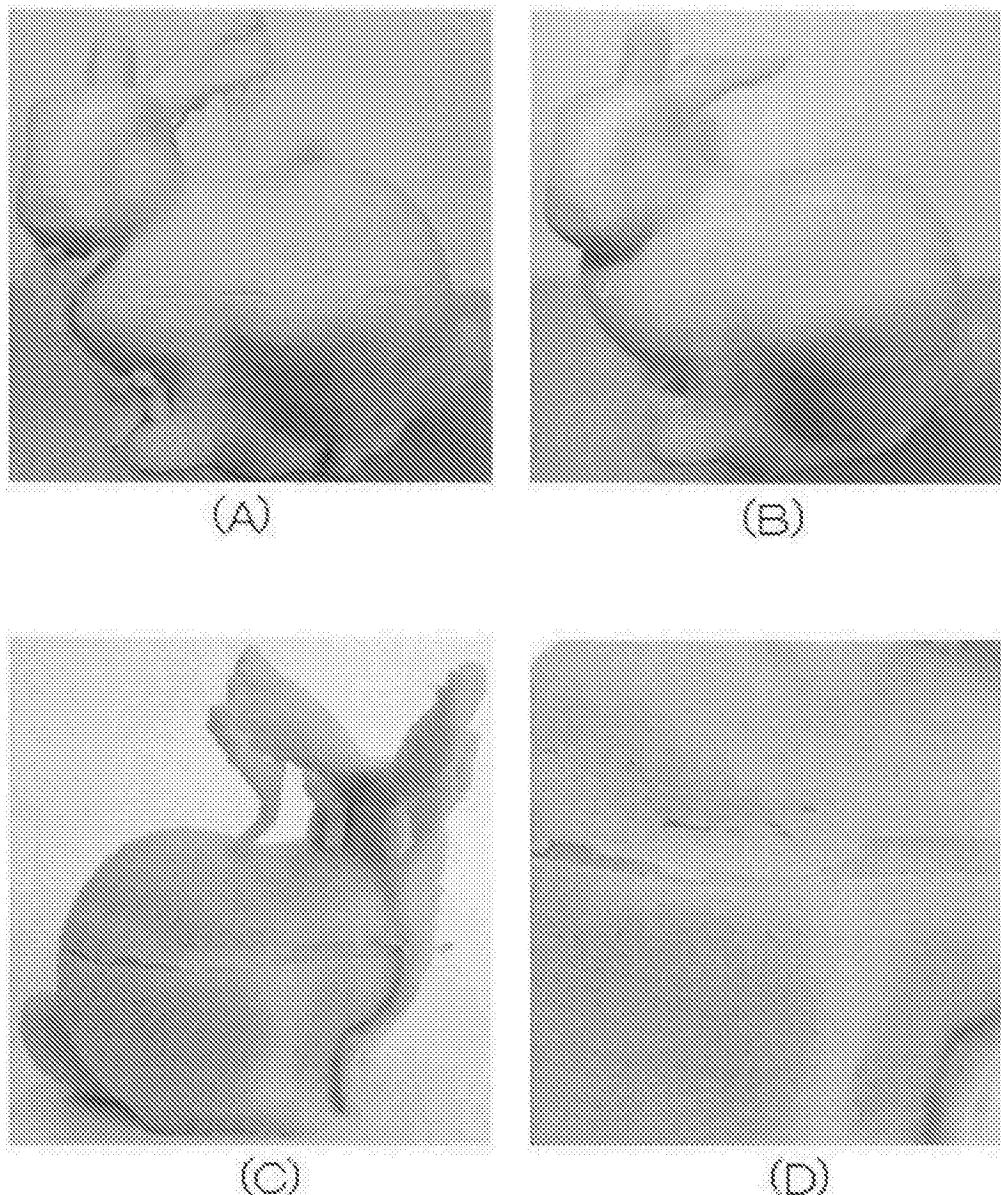


图6

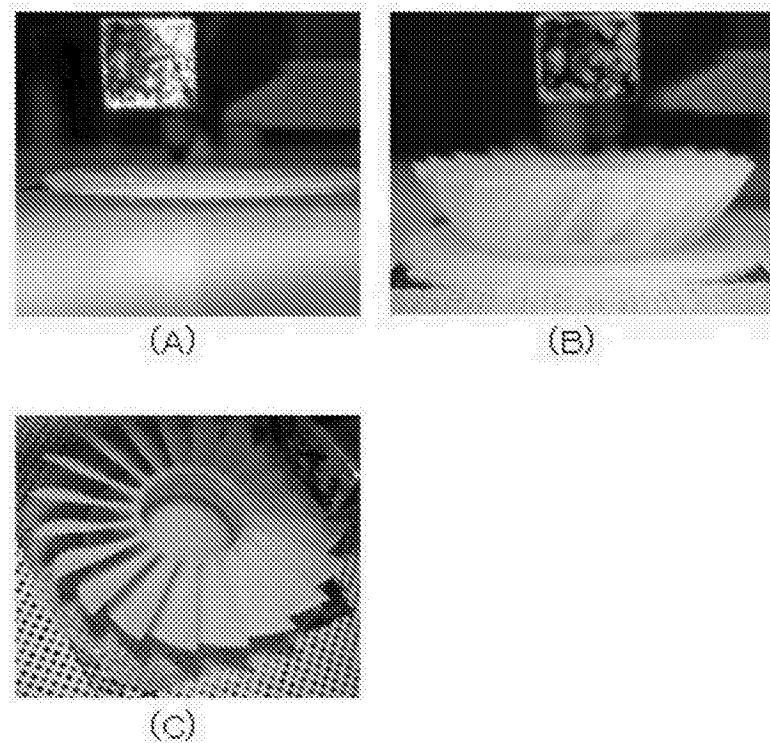


图7

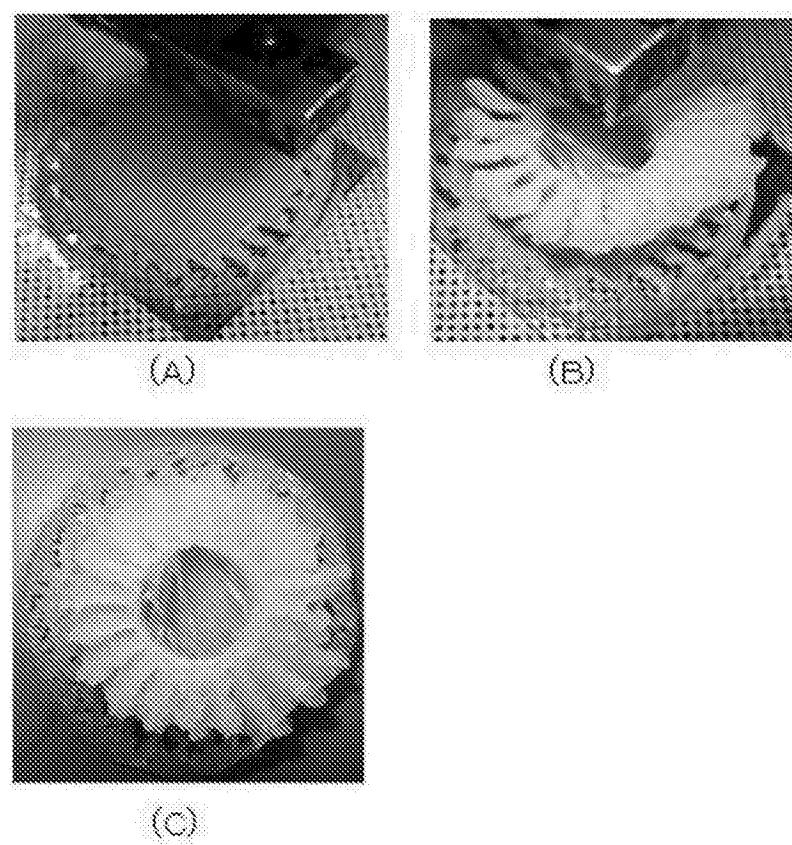


图8