



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103170628 B

(45) 授权公告日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201310078387. 8

审查员 高永

(22) 申请日 2013. 03. 13

(73) 专利权人 宁波金科磁业有限公司

地址 315156 浙江省宁波市鄞州区洞桥工业  
园区

(72) 发明人 周高峰

(74) 专利代理机构 宁波市鄞州甬致专利代理事

务所(普通合伙) 33228

代理人 代忠炯

(51) Int. Cl.

B22F 3/115(2006. 01)

B22F 7/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101752074 A, 2010. 06. 23,

JP S63147303 A, 1988. 06. 20,

CN 1950192 A, 2007. 04. 18,

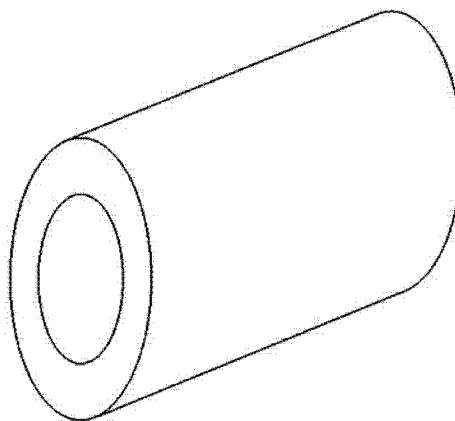
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 发明名称

基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法,通过计算机对产品进行三维建模,再将三维建模数据传输给 3D 打印机,再利用 CAE 技术产生若干连续分层的平面图,根据平面图控制 3D 打印机喷嘴将粉末填充起来,逐层累积并充磁,直至产品成型。从而省下了大量的模具开发费用,缩短了生产周期,生产效率大幅提高。制品尺寸可任意变更,适用于加工难度很大的异形制品,而且制品厚度可小于 1mm,便于客户装配使用,满足了微特电机向小型、超薄、高速、高精度和低噪音方向发展的要求。



1. 一种基于 3D 打印技术的钽铁硼的制备方法,它包括以下步骤:

(1)、将钽铁硼粉末、粘结剂和加工助剂打造成粒度均匀的钽铁硼造粒;其中钽铁硼粉末为 90 ~ 94%,粘结剂为 5 ~ 8%,加工助剂为 1 ~ 2%;上述百分比是质量百分比;

(2)、将打造好的钽铁硼造粒装入 3D 打印机的粉末盒中;

(3)、根据产品的形状和尺寸,在计算机内通过计算机软件进行三维建模;

(4)、所述的计算机与所述的 3D 打印机连接;所述的计算机将产品的三维建模数据传输给 3D 打印机中的数模转换装置;所述的数模转换装置将接收到的数据进行数模转换;所述的数模转换装置还将转换之后的三维建模图层按层分解,形成自下而上的一系列连续序号的平面图;再将这些平面图转换成 CAE 程序;

(5)、受 CAE 程序控制,粉末盒中的钽铁硼造粒通过喷嘴喷撒到具有防护性气体的防护室中的加热模型工作台上;加热模型工作台的加热温度为 20 ~ 900℃;受加热模型工作台的加热温度的作用,喷撒在加热模型工作台上的钽铁硼造粒中的粘结剂和加工助剂会溶解并将钽铁硼粉末粘结在一起,逐层累积并相互粘结;所述的 3D 打印机打印完成,产品成型;所述的 3D 打印装置中的 3D 打印机的高速喷嘴、磁场发生器和加热模型工作台都安装在防护室中;根据对产品的要求,进行相应的工艺:

①、若只需产品成型,加热模型工作台加温在 20-100℃产品便可成型;产品成型之后,取出产品,再将产品在烘烤炉中烘干或在真空烧结炉中真空烧结并固化;

②、若需要产品成型并固化,加热模型工作台加温在 900℃产品便可成型并固化,一步到位;

③、若需要对产品在成型的过程中充磁,钽铁硼粉末在逐层累积并相互粘结的过程中,受防护室内的磁场发生器的作用,同时对钽铁硼粉末层逐层进行充磁。

2. 根据权利要求 1 所述的基于 3D 打印技术的钽铁硼的制备方法,其特征在于:在步骤(3)中,对产品进行三维建模时,根据产品的形状和尺寸手动向计算机中输入数据进行三维建模。

3. 根据权利要求 1 所述的基于 3D 打印技术的钽铁硼的制备方法,其特征在于:在步骤(3)中,对产品进行三维建模时,通过 3D 扫描装置对产品进行 3D 扫描;3D 扫描装置与计算机相连接;所述的 3D 扫描装置将扫描后的数据传输给计算机,计算机再根据这些数据进行三维建模。

## 基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法。

### 背景技术

[0002] 钕铁硼材料作为稀土材料最重要的应用领域之一,是支撑现代电子信息产业的重要基础材料之一,与人们的生活息息相关。随着计算机、移动电话、汽车电路等通讯设备的普及和节能汽车的高速发展,稀土永磁材料已成为电子技术通讯中的重要材料,用在人造卫星、雷达等方面的行波管、环形器中以及微型电机、微型录音机、航空仪器、电子手表、地震仪和其它一些电子仪器上。目前稀土永磁应用已渗透到汽车、家用电器、电子仪表、核磁共振成像、音响设备、微特电机、移动电话等方面。在医疗方面,运用稀土永磁材料进行“磁穴疗法”,使得疗效大为提高,从而促进了“磁穴疗法”的迅速推广。在应用稀土的各个领域中,稀土永磁材料是发展速度最快的一个。它不仅给稀土产业的发展带来巨大的推动力,也对许多相关产业产生相当深远的影响。世界对高性能稀土永磁材料的需求量迅速增长。1998 年世界钕铁硼(包括烧结磁体和粘结磁体)的产量高达 11300 吨,近年来年增长率均保持在 30% 以上。稀土永磁材料发展之快令人瞩目。

[0003] 制备钕铁硼的传统工艺多采用模压、注射、挤出等成型工艺,采用模压、注射、挤出等成型工艺需要大量不同规格的模具,这些会消耗大量的成本和占地空间,并且后期的维护和维修也需要大量的人力,再加上设计和制作模具会需要较长的周期,这些就会延迟交货期或导致不能及时交货。另外,采用传统工艺成型生产的毛坯尺寸不能做到精确到位,后期还需要对其进行机加工,不利于磁体规格的变更,而且加工成本很高,同时制作超薄厚度(小于 1 毫米)的磁体有很大的加工难度。

### 发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法,通过该方法能省下大量的模具开发费用,缩短了生产周期,生产效率大幅提高,大大减小了超薄厚度(小于 1 毫米)的磁体的制作难度。

[0005] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为:一种基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法,它包括以下步骤:

[0006] (1)、将钕铁硼粉末、粘结剂和加工助剂打造成粒度均匀的钕铁硼造粒;其中钕铁硼粉末为 90~94%,粘结剂为 5~8%,加工助剂为 1~2%;上述百分比是质量百分比;

[0007] (2)、将打造好的钕铁硼造粒装入 3D 打印机的粉末盒中;

[0008] (3)、根据产品的形状和尺寸,在计算机内通过计算机软件进行三维建模;

[0009] (4)、所述的计算机与所述的 3D 打印机连接;所述的计算机将产品的三维建模数据传输给 3D 打印机中的数模转换装置;所述的数模转换装置将接收到的数据进行数模转换;所述的数模转换装置还将转换之后的三维建模图层按层分解,形成自下而上的一系列连续序号的平面图;再将这此平面图转换成 CAE 程序;

[0010] (5)、受 CAE 程序控制,粉末盒中的钕铁硼造粒通过喷嘴喷撒到具有防护性气体的防护室中的加热模型工作台上;加热模型工作台的加热温度为 20~900℃;受加热模型工作台的加热温度的作用,喷撒在加热模型工作台上的钕铁硼造粒中的粘结剂和加工助剂会溶解并将钕铁硼粉末粘结在一起,逐层累积并相互粘结;所述的 3D 打印机打印完成,产品成型。

[0011] 与现有技术相比,本发明的优点在于:通过计算机对产品进行三维建模,再将三维建模数据传输给 3D 打印机,再利用 CAE 技术产生若干连续分层的平面图,根据平面图控制 3D 打印机喷嘴将粉末填充起来,逐层累积并充磁,直至产品成型。从而省下了大量的模具开发费用,缩短了生产周期,生产效率大幅提高。制品尺寸可任意变更,适用于加工难度很大的异形制品,而且制品厚度可小于 1mm,便于客户装配使用,满足了微特电机向小型、超薄、高速、高精度和低噪音方向发展的要求。

[0012] 在步骤(5)中,钕铁硼粉末在逐层累积并相互粘结的过程中,受防护室内的磁场发生器的作用,同时对钕铁硼粉末层逐层进行充磁。

[0013] 在步骤(3)中,对产品进行三维建模时,根据产品的形状和尺寸手动向计算机中输入数据进行三维建模。

[0014] 在步骤(3)中,对产品进行三维建模时,通过 3D 扫描装置对产品进行 3D 扫描;3D 扫描装置与计算机相连接;所述的 3D 扫描装置将扫描后的数据传输给计算机,计算机再根据这些数据进行三维建模。

#### 附图说明

[0015] 图 1 是产品一的主视结构示意图。

[0016] 图 2 是产品一的俯视结构示意图。

[0017] 图 3 是产品一的右视结构示意图。

[0018] 图 4 是产品二的主视结构示意图。

[0019] 图 5 是产品二的俯视结构示意图。

[0020] 图 6 是产品二的右视结构示意图。

[0021] 图 7 是产品三的立体结构示意图。

[0022] 图 8 是产品四的立体结构示意图。

#### 具体实施方式

[0023] 下面结合附图对本发明的实施例作进一步描述。

[0024] 本发明的基于 3D 打印技术的钕铁硼的制备方法,它包括以下步骤:

[0025] (1)、将钕铁硼粉末、粘结剂和加工助剂打造成粒度均匀的钕铁硼造粒。其中钕铁硼粉末为 90~94%,粘结剂为 5~8%,加工助剂为 1~2%,上述百分比为质量百分比。钕铁硼造粒在特定工艺下打造而成,它能够促使 3D 打印的粘结钕铁硼在特定的温度下交联固化。打造钕铁硼造粒的具体工艺为:钕铁硼经过快淬技术初步形成钕铁硼粉末,然后再对钕铁硼粉末进行精确加工,比如打磨等工序;再然后在钕铁硼粉末中增加粘结剂、加工助剂,最终形成钕铁硼造粒。

[0026] (2)、将打造好的钕铁硼造粒装入 3D 打印机的粉末盒中。

[0027] (3)、根据产品的形状和尺寸,在计算机内通过计算机软件进行三维建模。若产品是图纸,根据产品的形状和尺寸手动向计算机中输入数据进行三维建模。若产品是实物,通过 3D 扫描装置对产品进行 3D 扫描;3D 扫描装置与计算机相连接;所述的 3D 扫描装置将扫描后的数据传输给计算机,计算机再根据这些数据进行三维建模。本具体实施例中,所述的计算机软件为 AutoCAD 软件。

[0028] (4)、所述的计算机与所述的 3D 打印机连接。所述的计算机将产品的三维建模数据传输给 3D 打印机中的数模转换装置。所述的数模转换装置将接收到的数据进行数模转换。所述的数模转换装置还将转换之后的三维建模图层按层分解,形成自下而上的一系列连续序号的平面图;再将这些平面图转换成 CAE 程序。3D 打印机为现有技术,因而 3D 打印机内的数模转换装置也为现有技术,在此不再赘述。

[0029] (5)、受 CAE 程序控制,粉末盒中的钕铁硼造粒通过喷嘴喷撒到具有防护性气体的防护室中的加热模型工作台上。所述的防护室内的防护性气体可以是氮气,氩气或二氧化碳等。所述的防护室的作用是可以防止钕铁硼氧化。所述的加热模型工作台的加热温度为 20~900℃。受加热模型工作台的加热温度的作用,喷撒在加热模型工作台上的钕铁硼造粒中的粘结剂和加工助剂会溶解并将钕铁硼粉末粘结在一起,逐层累积并相互粘结。所述的 3D 打印机打印完成,产品成型。

[0030] 在步骤(5)中,根据对产品的要求,可以进行相应的工艺:

[0031] 1、若只需产品成型,加热模型工作台加温在 20~100℃产品便可成型。产品成型之后,取出产品,再将产品在烘烧炉中烘干或在真空烧结炉中真空烧结并固化。

[0032] 2、若需要产品成型并固化,加热模型工作台可以加温在 900℃产品便可成型并固化,一步到位。

[0033] 3、若需要对产品在成型的过程中充磁,钕铁硼粉末在逐层累积并相互粘结的过程中,受防护室内的磁场发生器的作用,同时对钕铁硼粉末层逐层进行充磁。

[0034] 3D 打印装置中的 3D 打印机的高速喷嘴、磁场发生器和加热模型工作台都安装在防护室中。

[0035] 以下是几款根据本发明的方法制造的产品及其密度:

[0036] 如图 1、图 2 及图 3 所示,产品一,通过本发明的方法加工成型之后,经测量,成型后的钕铁硼磁体密度  $d=4.5-6.5 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=31-35.8 \text{ KJ/m}^3$ 。而传统工艺制备的钕铁硼磁体密度  $d=3.6-6.23 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=70 \text{ KJ/m}^3$ 。

[0037] 如图 4、图 5 及图 6 所示,产品二,通过本发明的方法加工成型之后,经测量,成型后的钕铁硼磁体密度  $d=6.34 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=75 \text{ KJ/m}^3$ 。而传统工艺制备的钕铁硼磁体密度  $d=6.25 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=71 \text{ KJ/m}^3$ 。

[0038] 如图 7 所示,产品三,通过本发明的方法加工成型之后,经测量,成型后的钕铁硼磁体密度  $d=6.36 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=76 \text{ KJ/m}^3$ 。而传统工艺制备的钕铁硼磁体密度  $d=6.26 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=72 \text{ KJ/m}^3$ 。

[0039] 如图 8 所示,产品四,通过本发明的方法加工成型之后,经测量,成型后的钕铁硼磁体密度  $d=6.38 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=77 \text{ KJ/m}^3$ 。而传统工艺制备的钕铁硼磁体密度  $d=6.27 \text{ g/cm}^3$ ,  $(BH)_{\max}=73 \text{ KJ/m}^3$ 。

[0040] 根据上述数据分析可得,通过本方法打印的钕铁硼永磁体与传统工艺加工的钕铁

硼永磁体,性能相当,但是传统工艺加工的钕铁硼永磁体的开模周期约为1星期,而3D打印的钕铁硼永磁体的建模时间只需数分钟,效率提高了数十万倍。另外,传统工艺加工的钕铁硼永磁体的开模费用约为数千至数万,3D打印的钕铁硼永磁体的建模费用几乎为零,成本大大节约,而且低碳环保。

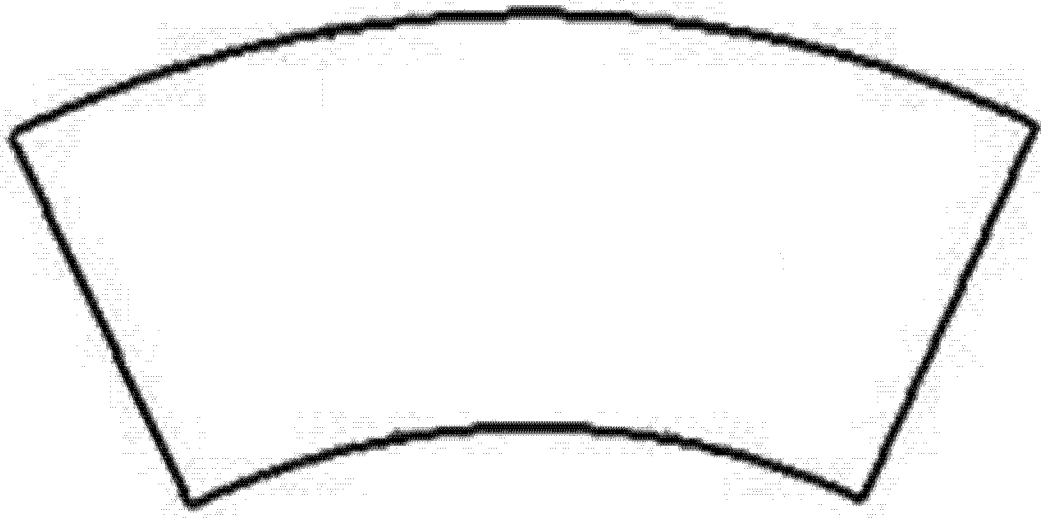


图 1

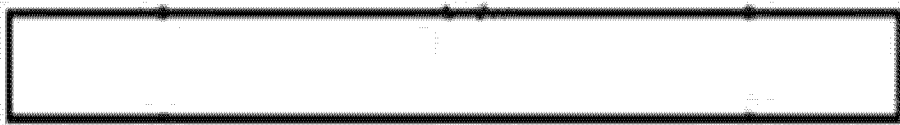


图 2

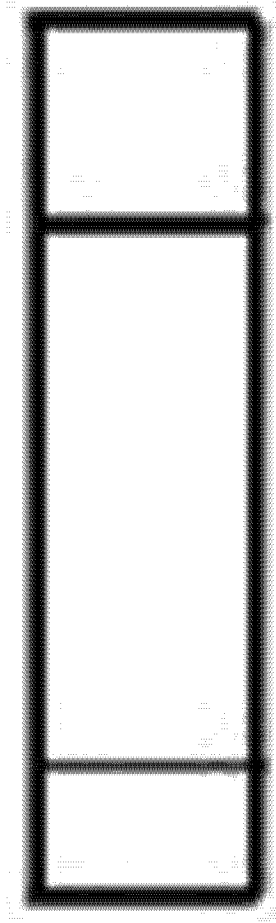


图 3

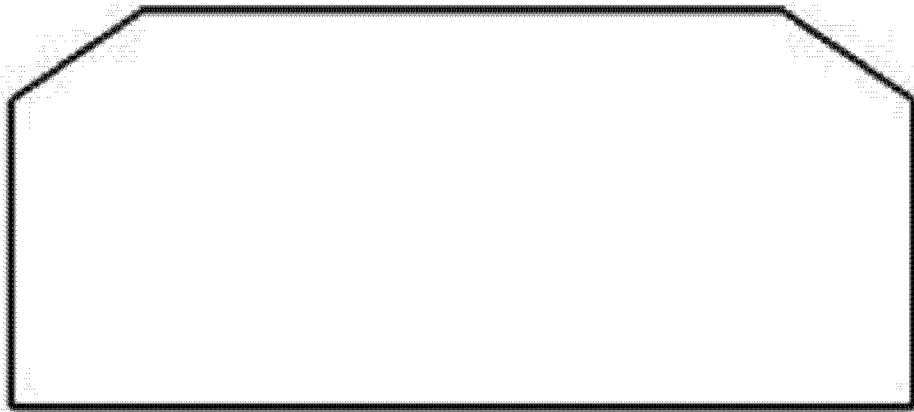


图 4





图 5



图 6

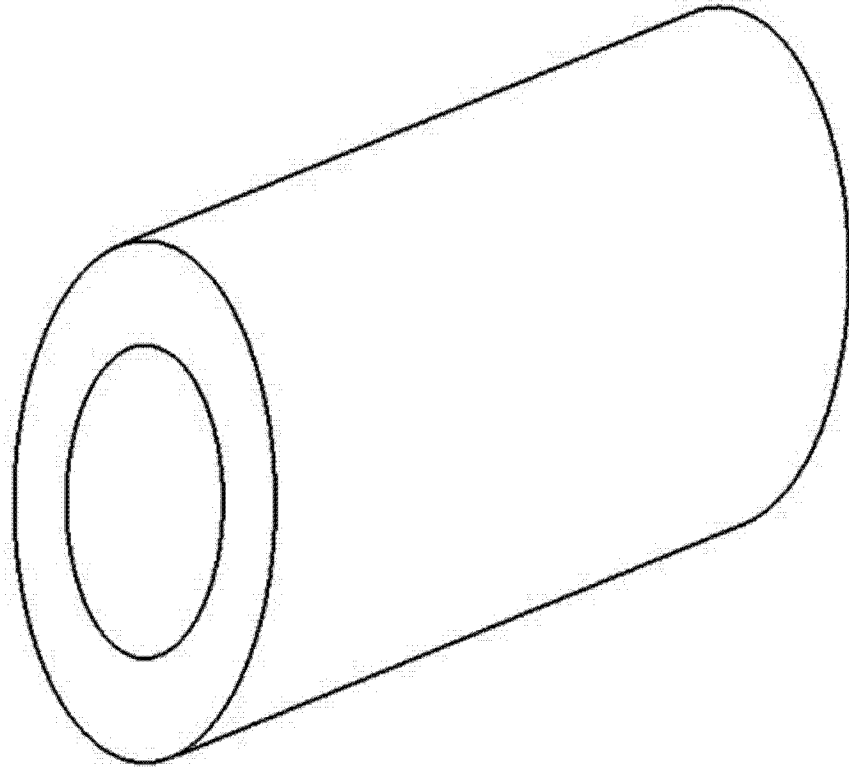


图 7

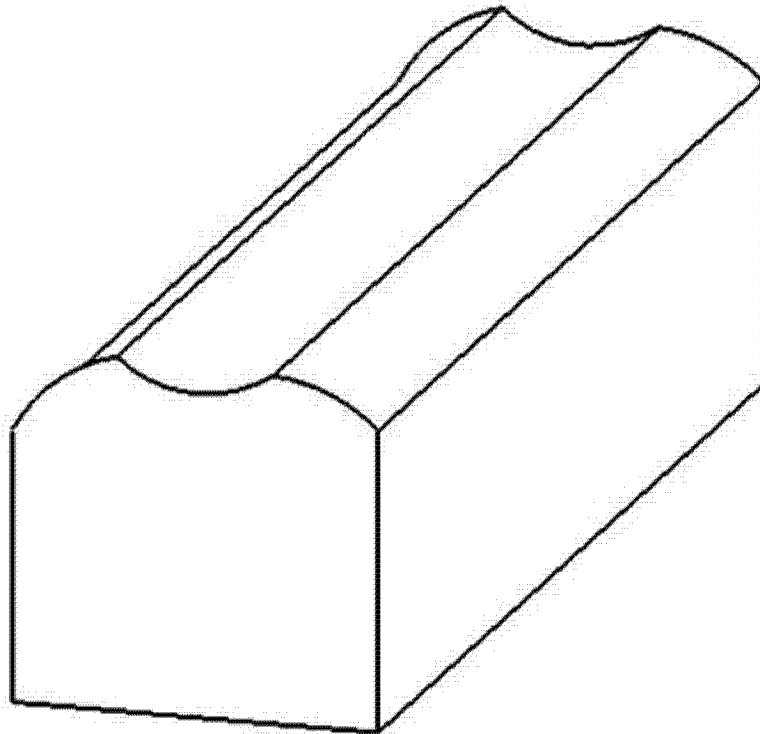


图 8