



## (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107689717 A

(43)申请公布日 2018.02.13

(21)申请号 201710721114.9

(22)申请日 2017.08.22

(71)申请人 王勇

地址 510060 广东省广州市越秀区小北路  
243号65分号

(72)发明人 王勇

(51)Int.Cl.

H02K 15/04(2006.01)

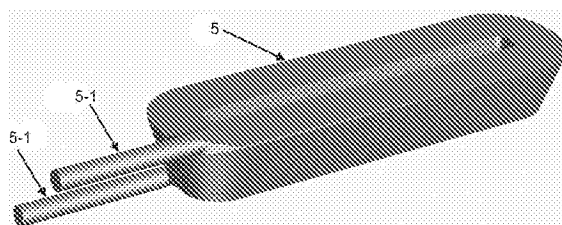
权利要求书1页 说明书2页 附图6页

### (54)发明名称

一种电机超扁导线线圈模压成型方法

### (57)摘要

本发明涉及单节距电机线圈的成型工艺。尤其涉及一种电机超扁导线线圈模压成型方法；模压成型加工需要用到专用模具，模具由底模1、外模2、芯模3、压模4组成；外模2的成型腔及底模1、压模4组合后与成型后目标线圈的外形相吻合——具有线圈总厚度 $H$ 、内圆半径 $r_1$ 、外圆半径 $R_2$ 和梯形夹角 $\alpha$ ，芯模3保证了线圈与定子齿的密切配合。



1. 在一种电机超扁导线线圈模压成型方法,其特征是:采用硬质钢材制作底模、外模、芯模及压模;外模2的成型腔及底模1、压模4组合后与成型后目标线圈的外形相吻合;采用金属良导体的裸导线进行模压加工;加工前需要对线材进行退火处理,保证线材具有合适的硬度;退火后的线材进行轧制加工,保证导线具有合适的宽厚比;利用轧制后的扁平线材绕制成线圈毛坯,线圈毛坯装配到压制模具中进行模压成型;每次模压加工时控制适当的变形量;根据需要可以进行多次模压加工。

2. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:制作底模、外模、芯模和压模需选用硬度达到要求的钢材,通常表面硬度不低于HRC30;根据多次压制工艺的要求,可以制作多套底模、芯模和与之配套的压模。

3. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:外模2的成型腔及底模1、压模4组合后与加工完成的目标线圈的外形相吻合——线圈总厚度H、内圆半径 $r_1$ 、外圆半径 $R_2$ 和梯形夹角 $\alpha$ ,芯模3保证了线圈与定子齿的密切配合。

4. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:加工前需要对线材进行退火处理,通过控制加热温度、保温时间和冷却速度调整线材的硬度,保证线材的莫氏硬度 $\leq 2$ ,最大不能超过2.5。

5. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:退火后的线材进行轧制加工,保证导线具有合适的宽厚比,通常导线的宽厚比 $(W:T) \leq 25$ 。

6. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:利用轧制后的扁平线材绕制成线圈毛坯,利用轧制后的扁平线材绕制成线圈毛坯。

7. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:为保证线圈的金属结晶不产生严重的变化而影响导线的导电性能,每次模压加工时导线厚度的变形量 $\leq 80\%$ ,如果线圈毛坯的导线厚度远远大于目标线圈的导线厚度,需进行多次模压加工。

8. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:每次模压加工需要使用专用的加工模具,且每次模压加工前需对线圈进行退火处理,保证进行模压加工时导线的莫氏硬度 $\leq 2$ ,最大不能超过2.5。

9. 一种电机超扁导线线圈模压成型方法;其特征是:电机超扁导线线圈采用金属良导体裸导线进行模压加工,通常使用的金属导体是无氧铜、纯铝或纯银中的一种或两种以上的混合物。

## 一种电机超扁导线线圈模压成型方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及单节距电机线圈的成型工艺。尤其涉及一种电机超扁导线线圈模压成型方法。

### 背景技术

[0002] 提高线圈的散热性能和“槽满率”是提升电机功率密度和能效比最直接有效的方法,而超扁导线竖绕(Edge-wound)线圈技术能将电机的槽满率最大化的同时,实现散热性能最优化;

申请号为2017104249962的“一种超扁导线竖绕线圈”发明专利详细描述了超扁导线竖绕(Edge-wound)线圈的技术优势,也列举了激光旋切、电火花放电旋切、刀具旋切、模压、电镀、物理气相沉积(PVD)、化学气相沉积(CVD)、轧制、浇筑、3D打印、焊接等超扁导线竖绕线圈成型的可行方法,其中提到了模压成型法,但是没有给出模压成型的具体方法,本发明公开了超扁导线电机线圈的模压成型方法并给予了详细的描述。

### 发明内容

[0003] 模压成型加工需要用到专用模具,模具由底模1、外模2、芯模3、压模4组成;外模2的成型腔及底模1、压模4组合后与成型后目标线圈的外形相吻合——具有线圈总厚度H、内圆半径 $r_1$ 、外圆半径 $R_2$ 和梯形夹角 $\alpha$ ,芯模3保证了线圈与定子齿的密切配合;

线圈通常采用无氧铜裸铜线和纯铝裸导线,加工前需要对线材进行退火处理,通过控制加热温度、保温时间和冷却速度调整线材的硬度,保证线材的莫氏硬度 $\leq 2$ ,最大不能超过2.5;退火后的线材可以进行轧制加工,保证导线的宽厚比(W:T) $\leq 25$ ;轧制后的扁平线材需进行再次退火处理,并绕制成线圈毛坯;绕制后的线圈毛坯再次退火后,装配到压制模具中进行模压成型;

为保证线圈的无氧铜结晶不产生严重的变化而影响铜线的导电性能,每次模压加工时导线厚度的变形量 $\leq 80\%$ ;如果线圈毛坯的导线厚度远远大于目标线圈的导线厚度,需进行多次模压加工;每次模压加工需要使用专用的加工模具,且每次模压加工前需对线圈进行退火处理。

### 附图说明

[0004] 图1:扁导体竖绕线圈关键参数示意图

W——扁导线的宽度,

T——扁导线的厚度,

r——内转角半径;

图2:模压成型的超扁导线竖绕塔型线圈实物示意图

5——线圈,

5-1——接线端,

5-1——接线端；

图3:压模结构示意图

1——底模，

2——外模，

3——芯模，

4——压模；

图4:成型腔结构示意图

H——线圈总厚度，

$r_1$ ——线圈内圆半径，

$R_2$ ——线圈外圆半径，

$\alpha$ ——线圈梯形夹角；

图5:线圈毛坯装配结构示意图

1——底模，

2——外模，

3——芯模，

4——压模，

5——线圈毛坯；

图6:线圈毛坯尺寸示意图

W——导线宽度，

T——导线厚度，

S——导线截面积；

图7:成型后的线圈尺寸示意图

$S_1$ ——第一层导线截面积，

$S_2$ ——第二层导线截面积，

$S_n$ ——第n层导线截面积，

H——线圈总厚度，

$r_1$ ——线圈内圆半径，

$R_2$ ——线圈外圆半径，

$\alpha$ ——线圈梯形夹角，

A——线圈的总宽度，

$S_1 = S_2 = \dots = S_n$ 。



图 1

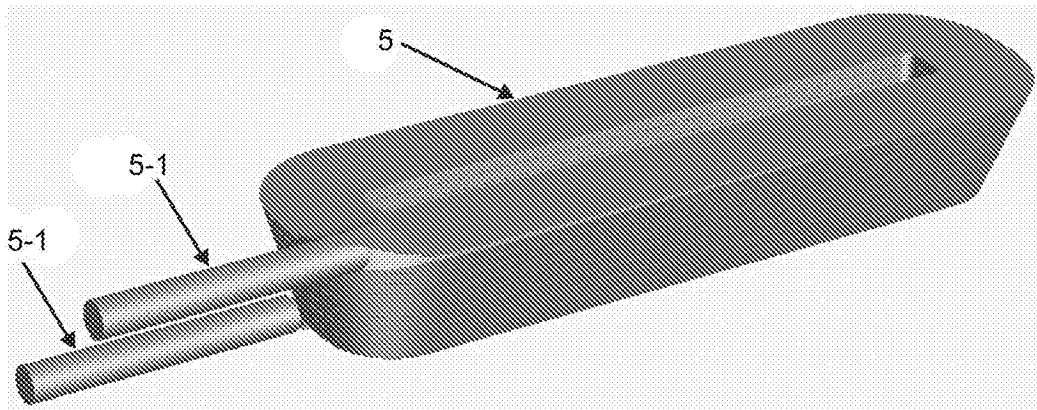


图 2

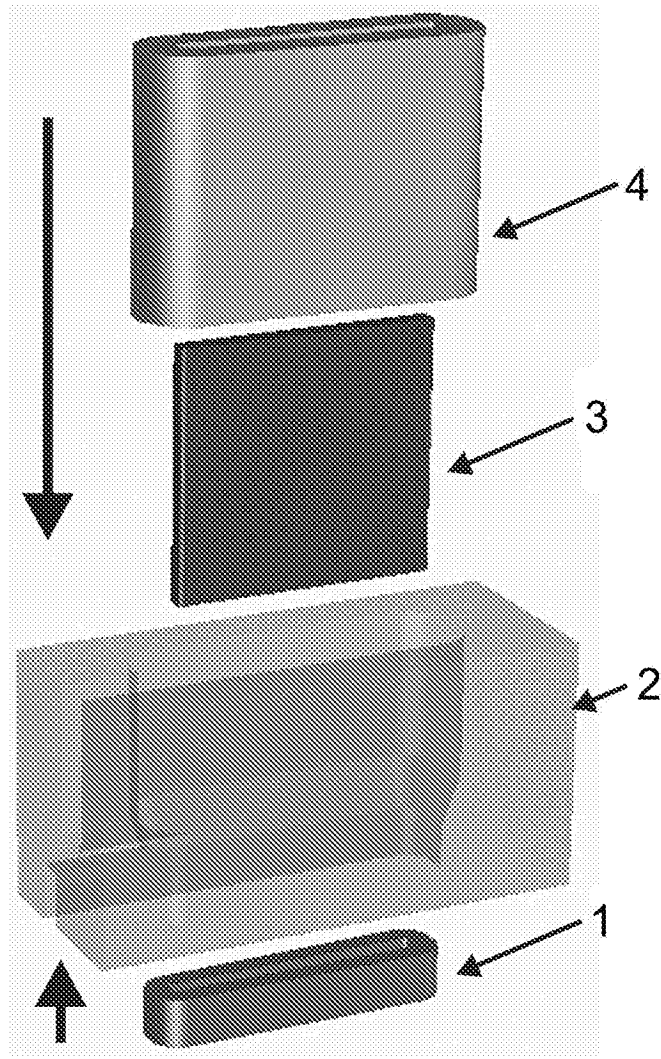


图 3

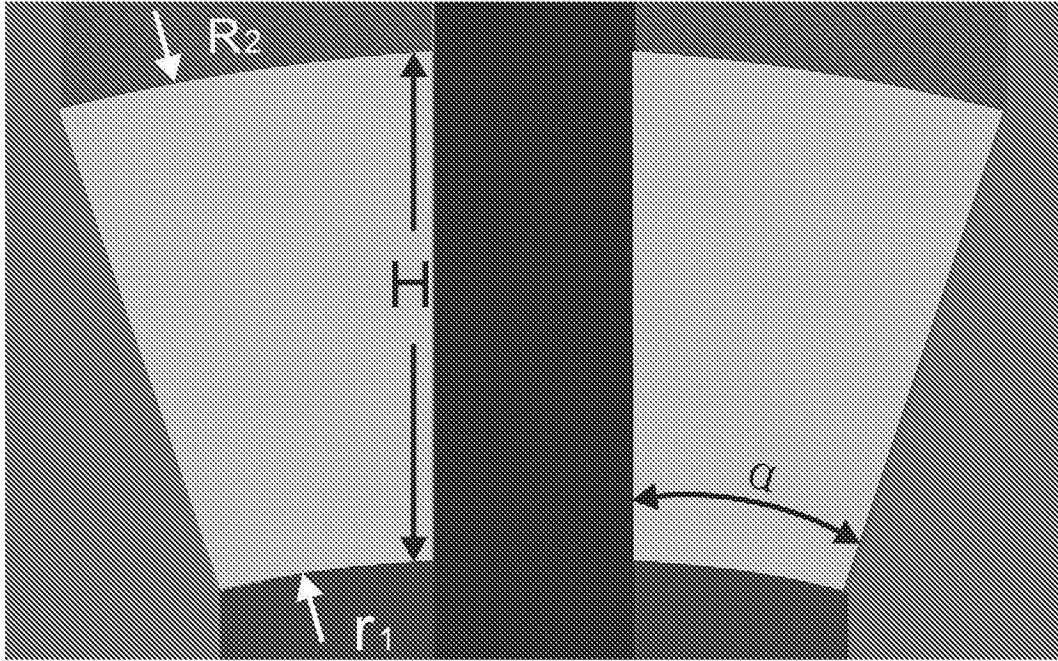


图 4

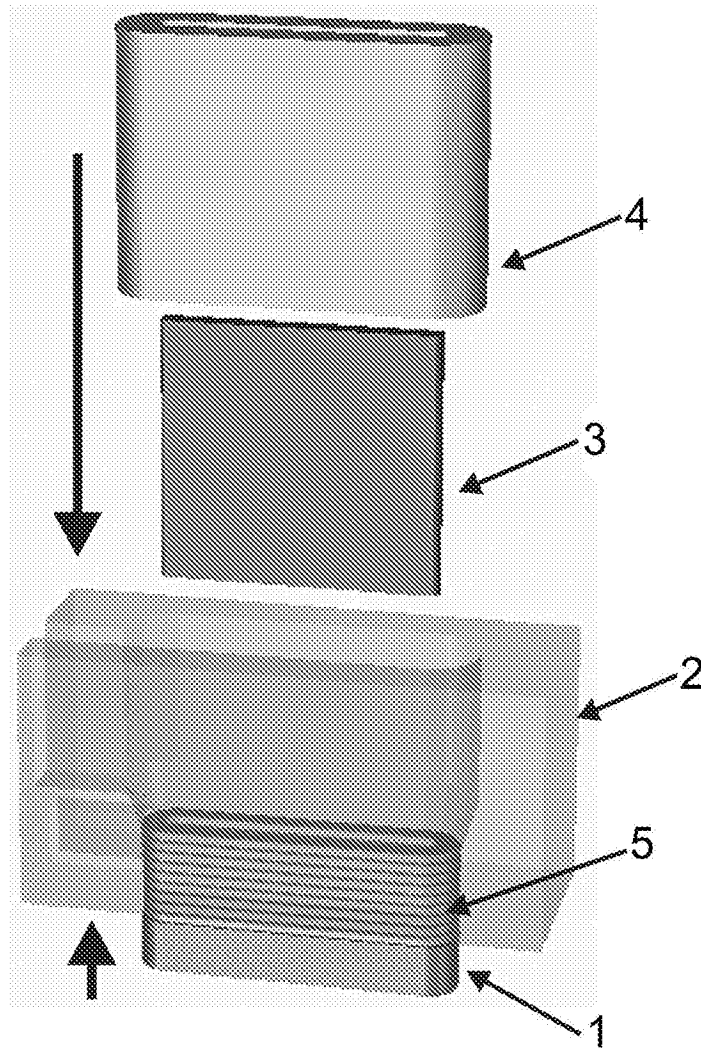


图 5



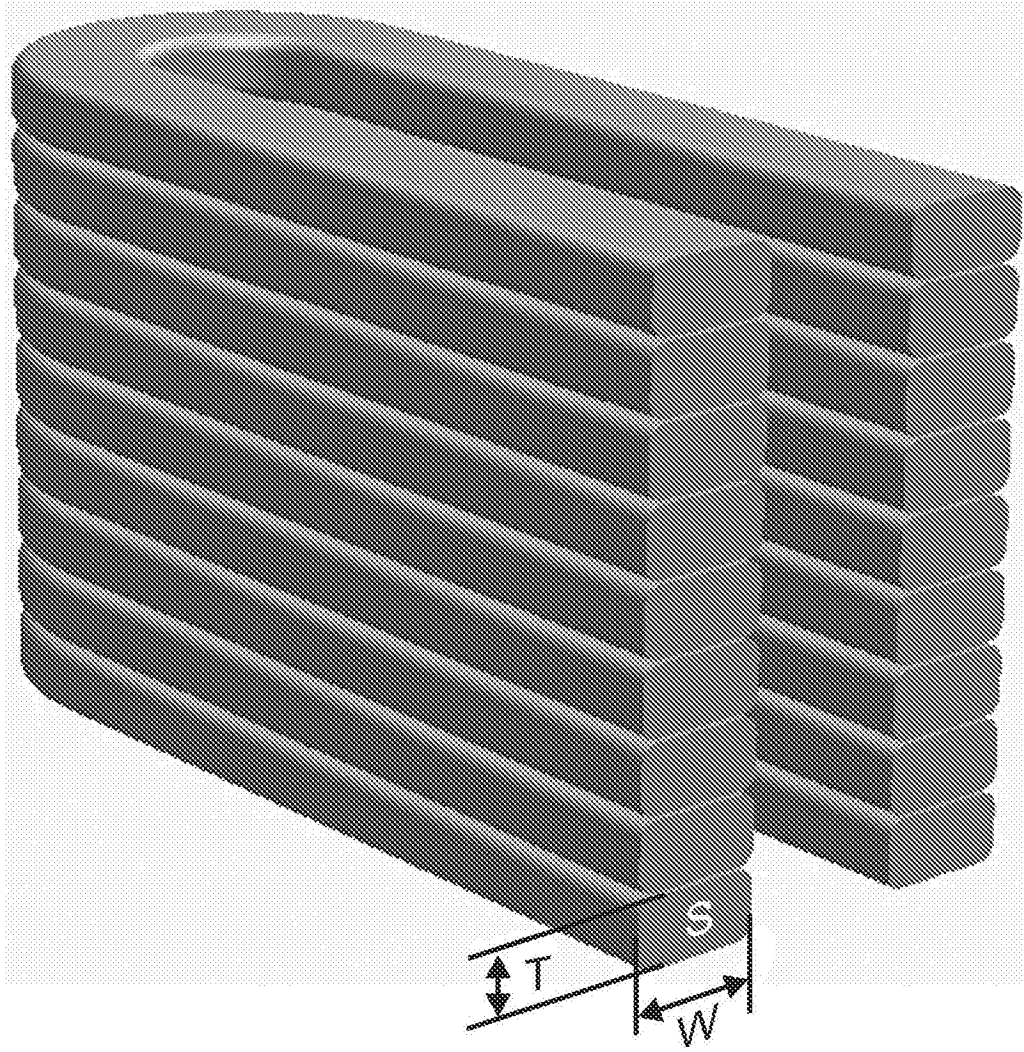


图 6

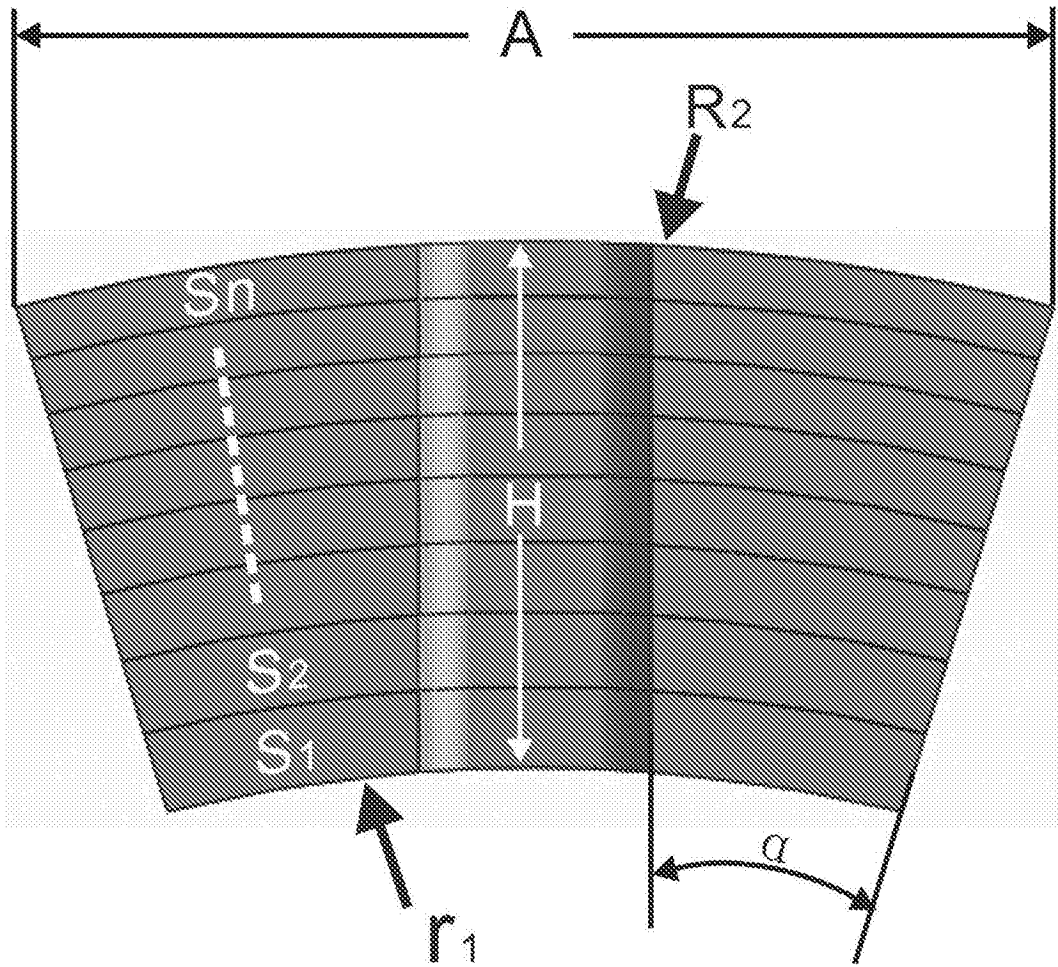


图 7