

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

C22F 1/10 (2006.01)

C22C 19/03 (2006.01)



# [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200810102524.6

[43] 公开日 2008 年 8 月 20 日

[11] 公开号 CN 101245438A

[22] 申请日 2008.3.24

[21] 申请号 200810102524.6

[71] 申请人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

[72] 发明人 赵兴科 陈 庚 王 蔚 黄继华  
张 华

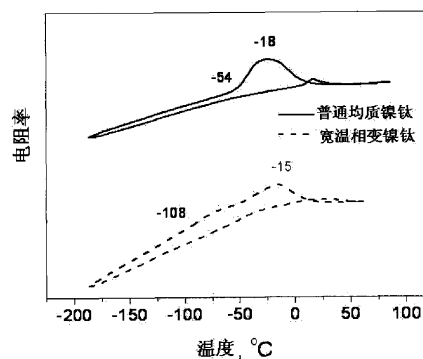
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 1 页

## [54] 发明名称

一种宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法

## [57] 摘要

一种宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法，属于金属功能材料领域。其特征在于宽温相变镍钛合金的成分范围为： $\text{Ni}_{50.5} - \text{Ti} \sim \text{Ni}_{52} - \text{Ti}$ ；制备方法为：(1) 宽温相变镍钛合金是采用多次短时加热淬火获得的；(2) 宽温相变镍钛合金淬火的加热温度范围是  $300 - 900^{\circ}\text{C}$ ；(3) 宽温相变镍钛合金淬火的加热时间是  $1 - 600\text{s}$ ；(4) 宽温相变镍钛合金淬火处理次数是  $1 \sim 30$  次。从开始相变到相变终了  $M_s - M_f$ ，温度范围大于  $50^{\circ}\text{C}$ 。本发明马氏体相变温度范围宽，高阻尼温度区间大；在较低的应变条件下显示出良好的阻尼效果；合金内部始终保留的奥氏体相可以保证良好的超弹性，使减振器件同时具有紧固作用，提高减振效果；热扩散技术设备简单，操作容易。



1、一种宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法，其特征在于宽温相变镍钛合金的成分范围为：Ni50.5-Ti ~ Ni52-Ti；制备方法为：

- (1) 宽温相变镍钛合金是采用多次短时加热淬火获得的；
- (2) 宽温相变镍钛合金淬火的加热温度范围是 300-900℃；
- (3) 宽温相变镍钛合金淬火的加热时间是 1 -600s；
- (4) 宽温相变镍钛合金淬火处理次数是 1~30 次。

2、根据权利要求 1 所述的宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法，其特征在于宽温相变镍钛合金的马氏体相变在宽的温度范围内完成，从开始相变到相变終了 Ms-Mf，温度范围大于 50℃。

## 一种宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法

### 技术领域：

本发明属于金属功能材料领域，特别涉及宽温相变镍钛合金及其热扩散制备方法。

### 背景技术：

镍钛合金不仅具有优异的形状记忆效应与超弹性，同时也是一种极具潜力的阻尼材料。与粘弹性高分子材料、低屈服点阻尼金属等常规阻尼材料相比，镍钛合金具有耐侯性好、抗疲劳性好、可恢复变形大等优点。自1991年第一个记忆合金阻尼器件问世以来，记忆合金阻尼材料与器件的研究和应用领域迅速扩大，从太空到地面，从运载工具到桥梁和建筑等[陈欣，宋孔杰，王敏，孙玲玲. 形状记忆合金超弹性阻尼特性及工程应用. 噪声与振动控制. 2003, 2:14]。

镍钛合金的阻尼性能的高低强烈依赖于它的组织结构，而它的组织结构又与其特征温度密切相关。在马氏体相变温度区间及其附近，合金因易于发生应力诱发马氏体相变以及马氏体变体再取向，界面大量形成并且发生滞弹性迁移，从而耗散能量，表现为特异的高阻尼性（阻尼比约0.05）；超出此温度区间范围时，镍钛合金的阻尼性则大打折扣（马氏体相的阻尼比约0.02、母相的阻尼比约0.01）。

普通均质镍钛合金的马氏体相变温度区间通常较窄（不大于50℃）。目前国内外大多数的镍钛合金器件均采用均质镍钛合金材料制造，这些阻尼器件仅仅在较窄的温度区间内才发挥高阻尼效果。而多数情况下需要阻尼器件在较宽的温度区间使用，传统的均质镍钛合金难以满足使用温度范围的要求，增大合金的马氏体相变温度区间是提高镍钛合金的阻尼器件使用性能的一个重要途径。

镍钛合金的马氏体相变温度取决于合金的成分和热处理工艺,成分和热处理工艺一旦确定,镍钛合金的相变温度区间也就确定了。换句话说,对于同一成分的镍钛合金人们可以通过热处理工艺改变镍钛合金的马氏体相变温度,从而改变其阻尼性能[杨军,罗兵辉,柏振海.热处理制度对Ti49.2Ni50.8合金内耗性能的影响.中国有色金属学报,2005.15(10):1560]。

#### 发明内容:

#### 4 发明的目的:

本发明的目的在于提出一种适用于宽温域阻尼的宽温相变镍钛合金,这种宽温相变镍钛合金是利用热扩散方法制备的。

镍钛合金作为阻尼材料已成共识,各种结构的阻尼器在众多行业也得到大量的研究和采用。通常情况下都是采用均质镍钛合金作为阻尼材料。由于镍钛合金的阻尼性能受温度影响十分明显,普通均质镍钛合金的高阻尼温度区间窄,应用范围受到限制,不能充分发挥这种材料的优势。本发明利用简便易行的多次短时加热淬火处理制备出宽温相变镍钛合金,在较宽的温度范围内保证合金部分区域处于高阻尼状态,巧妙解决镍钛合金因相变温度较窄而应用受限的问题。

一种宽温相变镍钛合金的热扩散制备方法,其特征是镍钛合金步骤为

1. 选用成分范围为 Ni50.5-Ti ~ Ni52-Ti 的镍钛合金加工成试验样品。
2. 用机械方法或/和化学方法清理试样表面。
3. 然后对试样进行固溶处理,固溶温度为 850℃,保温时间依据试样的形状和尺寸,以加热均匀化为标准。
4. 宽温相变化处理:

宽温相变化处理采用多次炉内短时加热淬火工艺,炉温为 300-900℃,加热时间 1~600s,处理次数 1~30 次。

本发明所述制备的宽温相变镍钛合金可以用于制备各种减震阻尼器

件。

本发明具有以下优点：(1) 马氏体相变温度范围宽，高阻尼温度区间大；(2) 合金内部始终保留的热马氏体可以为应变马氏体提供良好的形核，在较低的应变条件下显示出良好的阻尼效果；(3) 合金内部始终保留的奥氏体相可以保证良好的超弹性，使减振器件同时具有紧固作用，提高减振效果；(4) 热扩散技术设备简单，操作容易。

#### 附图说明：

图1 为普通均质镍钛与宽温相变镍钛的相变温度测试曲线，曲线上面的数值分别代表马氏体相变开始温度（Ms）和终了温度（Mf）。

图2 为宽温域镍钛合金试件内部的马氏体相变温度分布，图中横坐标“位置”序号表示从试件中心沿直径向外各处。

#### 具体实施方式：

##### 实施例一

##### （1）材料与设备

（1-1）镍钛合金，成分为 Ni50.9-Ti，厚度为 2mm 的热轧板材。

（1-2）乙醇、氢氟酸、硝酸化学试剂等，均为化学纯。

（1-3）氩气，纯氩气。

（1-4）箱式电阻炉。

##### （2）试样制备

（2-1）用线切割方法切取试件，试件尺寸为 2mm×5mm×30mm。

（2-2）化学清洗试样，酸洗液为 HF:HNO<sub>3</sub>:H<sub>2</sub>O=1:2:10(v/v)，待表面氧化物脱落后，用大量清水冲洗，热风干燥。

（2-3）试件在氩气保护炉中固溶处理，固溶温度 850℃，加热时间 15min，出炉后立即淬入水中。

（2-4）从水中取出试件，热风吹干。

##### （3）热扩散处理

(3-1) 将上述试件放入氩气保护炉内短时加热，炉温  $800^{\circ}\text{C}$ ，加热时间 10s，随后快速淬入水中。

(3-2) 从水中取出试件，热风吹干。

(3-3) 重复步骤 (3-1) ~ (3-2) 2 次。

#### (4) 试样性能检测

(4-1) 用线切割方法在热扩散处理试件上切取相变温度测试试样，试样尺寸为  $0.5\text{mm} \times 2\text{mm} \times 30\text{mm}$ 。

(4-2) 用四端法测定试样的电阻-温度曲线，对比热扩散处理前后镍钛合金的马氏体相变温度（见附图 1）。

### 实施例二

#### (1) 材料与设备

(1-1) 镍钛合金，成分为 Ni51.3-Ti，直径  $\Phi 20\text{mm}$  的热轧棒材。

(1-2) 乙醇、氢氟酸、硝酸化学试剂等，均为化学纯。

(1-3) 氩气，纯氩气。

(1-4) 箱式电阻炉。

#### (2) 试样制备

(2-1) 用线切割方法切取试件，试件尺寸为  $\Phi 20\text{mm} \times 10\text{mm}$ 。

(2-2) 化学清洗试样，酸洗液为  $\text{HF}:\text{HNO}_3:\text{H}_2\text{O}=1:2:10(\text{v/v})$ ，待表面氧化物脱落后，用大量清水冲洗，热风干燥。

(2-3) 试件在氩气保护炉中固溶处理，固溶温度  $850^{\circ}\text{C}$ ，加热时间 30min，出炉后立即淬入水中。

(2-4) 从水中取出试件，热风吹干。

#### (3) 热扩散处理

(3-1) 将上述试件放入氩气保护炉内短时加热，炉温  $600^{\circ}\text{C}$ ，加热时间 120s，随后快速淬入水中。

(3-2) 从水中取出试件，热风吹干。

(3-3) 重复步骤 (3-1) ~ (3-2) 15 次。

(4) 试样性能检测

(4-1) 用线切割方法沿试件对称剖开，在剖开面上从试件中心沿直径方向等距离取样 5 个。

(4-2) 用差热量热分析法 (DSC) 测定试样的相变温度，测试结果见附图 2。

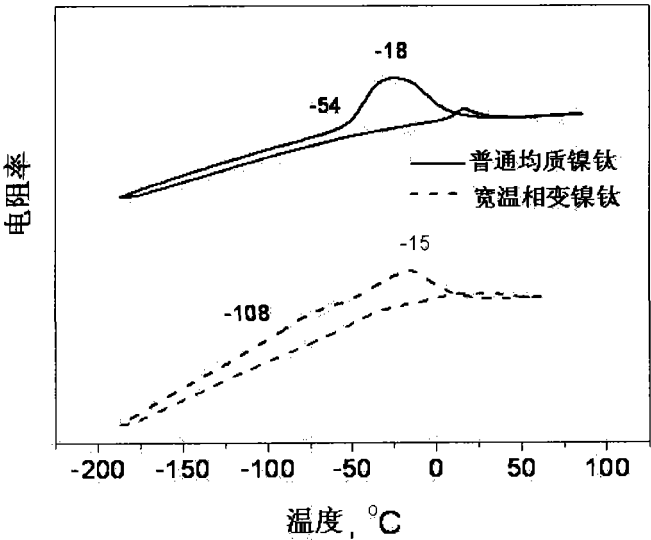


图 1

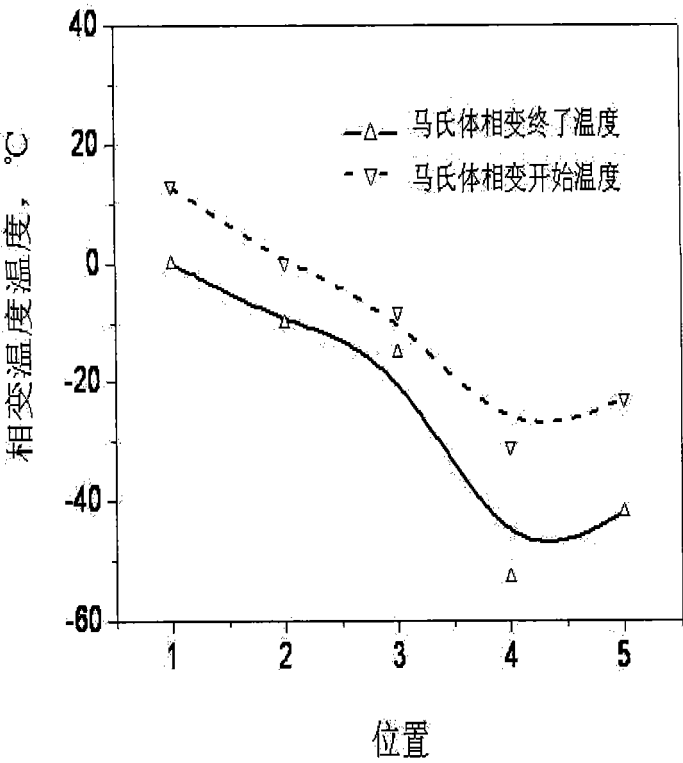


图 2