

目录

摘要:	1
关键词:保温杯、散热、Ni-Mn-Ga 合金、磁致应变.....	1
1、引言.....	2
2.1、核心创意:	2
2.1.1. 创意来源.....	2
2.1.2. 主要思路.....	3
2.2、创意可行性分析:	3
2.2.1. 技术实现思路:	3
2.2.2. 原理:	5
2.2.3. 预计技术难点:	6
2.3 市场需求.....	7
3、参考文献.....	7

图表目录

图 1 基本原理图.....	3
图 2 折线记忆合金处于收缩状态.....	4
图 3 折线记忆合金处于伸长状态.....	4
图 4 保温示意图.....	5
图 5 散热示意图.....	4
图 6 马氏体孪晶界的移动示意图.....	5
图 7 交流磁化率随温度变化曲线.....	5
图 8 Fe 低于 20%时磁场强度与变形的关系曲线.....	6

题目：保温散热两用杯

摘要：

本实用新型涉及一种保温散热两用杯，其结构包括内胆、外壳、记忆合金网、杯盖及杯底。其特征在于：杯盖的一部分为可装卸的永磁体，金属内胆与外壳间为真空夹层，其中装有记忆合金网，可随磁场收缩或伸展。当其收缩时使水杯内外壁分离，起到保温效果；当其伸展时使内外壁连接，传导热量来散热。本实用新型既能保温又可散热，可以满足人们在不同季节和场合的多种需要，新颖实用，使用方便。

关键词:保温杯、散热、Ni-Mn-Ga 合金、磁致应变

Abstract

The utility model is concerned with a heat preservation heat dissipation amphibious cup, its structure including bladder, shell, memory alloy nets, and cover the cup bottom. Its features are: part of the cover for loading and unloading of the permanent magnets, metal tank and the shell for vacuum between sandwich, which equipped with memory alloy nets and with the magnetic field of shrinking or extend. When the contraction make water separation of outer wall and inner wall, have heat preservation effect; When the stretch to connect outer wall and inner wall, heat conduction to heat dissipation. The utility model can heat preservation and heat dissipation, can satisfy people in different seasons and needs of occasions, novel and practical, easy to use.

Keywords: Temperature, heat dissipation, Ni-Mn-Ga alloy, magnetic cause strain

1、引言

本创意作品来源于对日常生活中问题的思考。平日的生活中，保温杯的使用已相当普遍，虽然在冬季或需要储存热水的时候，保温杯显得十分有效。但每当夏季或需要快速冷却热开水时，保温杯的保温功能就造成了不小的麻烦。而倘若使用散热性较强的杯子，不仅在直接盛放热水时容易烫伤，而且在需要保温的场合也难以发挥作用。为了解决这个矛盾，我组设计研究了一种新型的保温散热两用杯。

本产品采用真空内胆中添加可伸缩的磁致记忆合金网状材料，通过取下或加装带有永磁体的杯盖，控制记忆合金形变，以达到保温与散热的功能。

就保温散热两用杯的相关设计而言，国内有一些设计。但是这些设计大都利用手动旋转杯体外壳控制其上的散热孔开闭；或通过抽出和放回保温材料夹层来实现保温与散热功能的切换。我组认为前者的设计简单方便，但两种功能仅靠改变与外界接触的表面积来切换，势必会使其在两种功能状态下的效果受到很大影响，保温和散热的效果不易达到较高水平。后者的设计能在很大程度上提高产品在保温或散热模式下的表现，但需手动抽取、放回隔热材料，使用不甚便利，且隔热材料与杯体分离，容易损坏和丢失等。

2.1、核心创意：

2.1.1. 创意来源

（1）通过对生活细节的观察及进行相关的调查，首先对市面上常见杯子的优缺点分析如下：

塑料杯：冬天不保温，水很容易就变凉；夏天由于室温较高，水不容易变凉；塑料在高温时一般都会产生一定的毒素，有害身体健康。

真空保温杯：一般为不锈钢保温杯，保温效果优异，且种类较多，工艺比较成熟，但只适宜在冷天时使用，夏天不宜使用，性价比较低且使用极为不便。

透明双层杯：采用双层高硼硅玻璃作为杯壁，易碎，携带不便；只能起到不烫手的效果，其保温及散热效果均不理想。

经过详细全面的调查后发现：市场上的几种杯子功能均较单一，不能很好的满足保温和散热两用一体的要求，对人们的生活造成了许多不便。而在当今这个经济与科技飞速发展的时代，人们对智能化、人性化的生活要求越来越高，而杯子作为人们饮用水的工具，不仅应该保证水质的健康，而且应满足人们随心所欲的改变水温这一要求，故智能化的两用杯应运而生。

（2）由于记忆合金智能化的形状记忆效果，故在具体实施创意构想时，我组成员充分比较了磁性记忆合金与其他具有形状改变功能的材料在形状记忆效果（包括临界温度、临界磁场强度、变形量等）、使用寿命、成本等方面的优劣，与传统温控形状记忆合金（应变大、响应慢）和巨磁致伸缩、压电材料（响应快，应变小）相比，磁性形状记忆合金兼具应变大、响应快的综合优点故本小组最后决定采用磁性形状记忆合金作为温控的主要器件，以保证良好的温控效果使得温度能够按照人的意愿（即磁场）进行改变。

2.1.2. 主要思路

本作品采用具有双程记忆效应的磁性双向记忆合金，即利用双程记忆效应随磁场强弱做反复动作，利用它百万次以上的超弹性性能实现反复的收缩和膨胀。当磁性记忆合金膨胀时，其与内壁接触，利用金属优异的热传导性能，将杯内水温通过合金传递到杯外壁，从而实现与空气的热交换，来达到降低水温的效果；当记忆合金收缩时，其离开杯内壁，利用内外壁之间的真空层，有效的实现保温效果。

2.2、创意可行性分析：

2.2.1. 技术实现思路：

采用（如图 1）所示为杯子的基本结构：内外杯壁之间是真空保温层；折

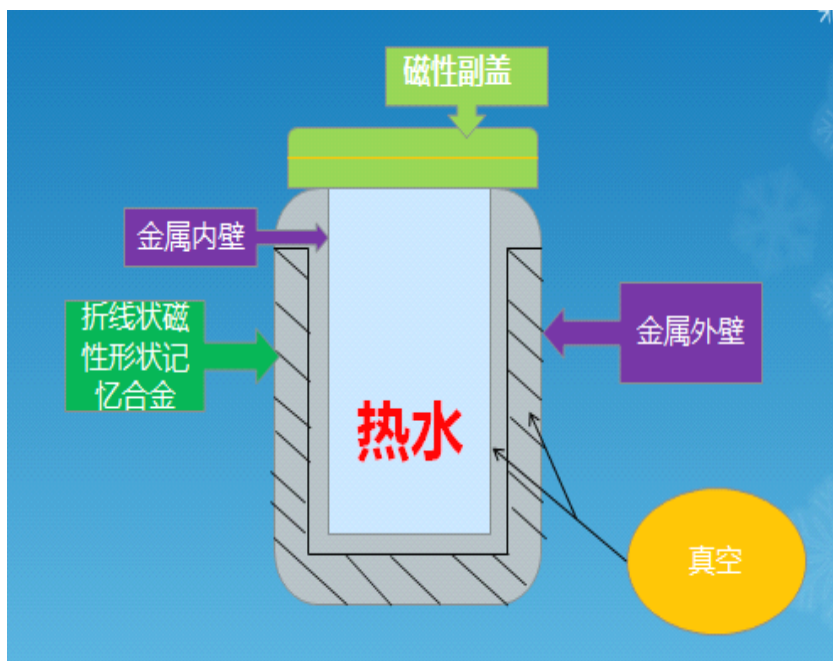


图 1 基本原理图

线形的磁性形状记忆合金（如图 2）与外壁固定，处于真空保温层中；折线形的磁性形状记忆合金伸展开来可与内壁良好接触接触，进而传导热量(如图 3)；双层杯盖中的磁性副盖是可拆除的，用来提供磁性记忆合金形变所需的磁场。

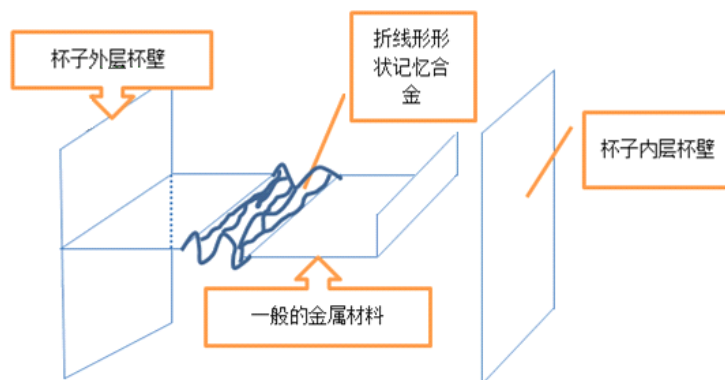


图 2 折线记忆合金处于收缩状态

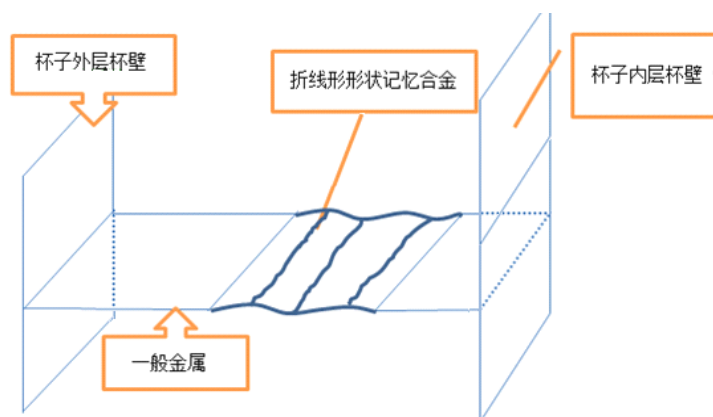


图 3 折线记忆合金处于伸长状态

为实现两用杯的保温效果，我们采取真空隔绝导热（如图 4）。

当我们需要散热时，拿开整个杯盖，或者上层磁性副盖（如图 5）。改变记忆合金所处的磁场环境，以实现记忆合金宏观上形变，使杯体外壁与内壁相接，让杯内的热量经内壁—合金—外壁—空气而散发。

当我们需要保温的时候，合上杯盖，或者上层磁性副盖，改变记忆合金所处的磁场环境，以实现记忆合金宏观上形变而折叠，使杯体外壁与内壁成真空，达到保温的效果。

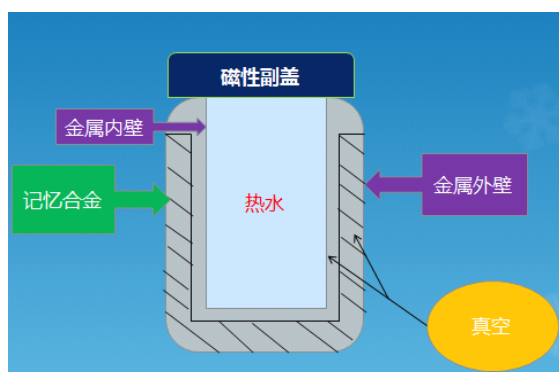


图 4 保温示意图

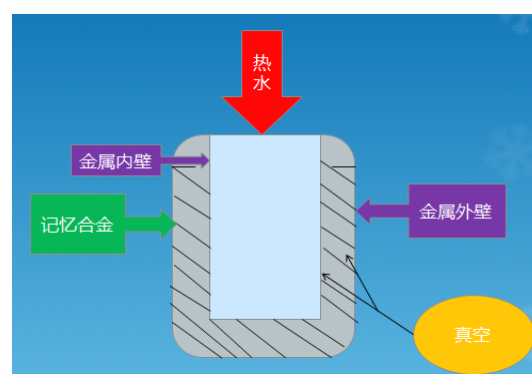


图 5 散热示意图

2.2.2. 原理:

(1) Ni-Mn-Ga 形状记忆合金形变原理:

Ni-Mn-Ga 合金的磁性形状记忆机制在于磁场诱发孪晶的再取向, 其机制与一般形状记忆合金中的应力诱发孪晶变体的再取向类似。在外磁场的作用下, 磁晶各向异性能作为一种驱动力将使 δ 孪晶变体发生倾转, 从而使合金的易磁化方向与外磁场方向趋于一致。由于初始孪晶变体 δ 内的易磁化方向与外加磁场方向不可能一致, 当磁晶各向异性能大于孪晶界面能与 δ 孪晶变体倾转对外做功所需能量之和时, 该孪晶变体发生倾转而产生由 δ 变体向 γ 变体的转变, 即 $\delta \rightarrow \gamma$ 。 γ 变体内的易磁化方向 M 与外磁场方向 H 一致, 系统总能量降低。由于磁晶各向异性能的驱动, 易磁化方向与外加磁场方向一致的孪晶变体 γ 将逐渐长大, 而 δ 孪晶变体则逐渐缩小, 导致孪晶界的移动, 从而产生宏观应变, 如图 6 所示。

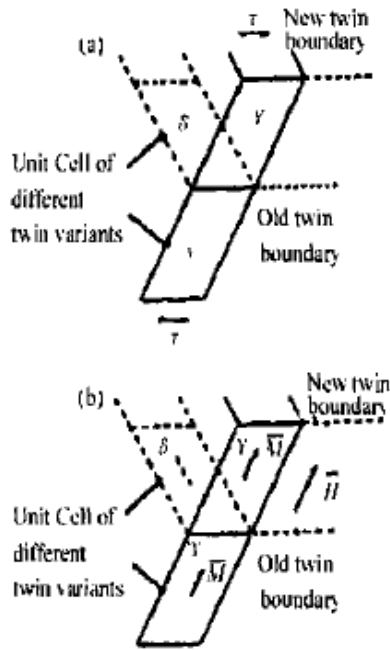


图 6 马氏体孪晶界的移动示意图

由于马氏体孪晶界受控于外磁场方向, 故当外磁场转动时, 马氏体孪晶界将发生相应的转动, 在宏观上表现为可回复的磁性形状记忆效应^[1,2]。

(2) 掺杂对 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金马氏体相变的影响

A. 掺杂元素对 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金马氏体相变温度的影响:

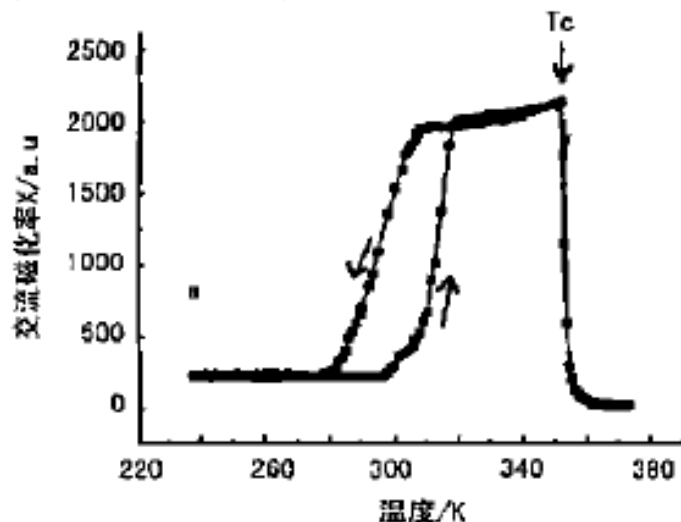
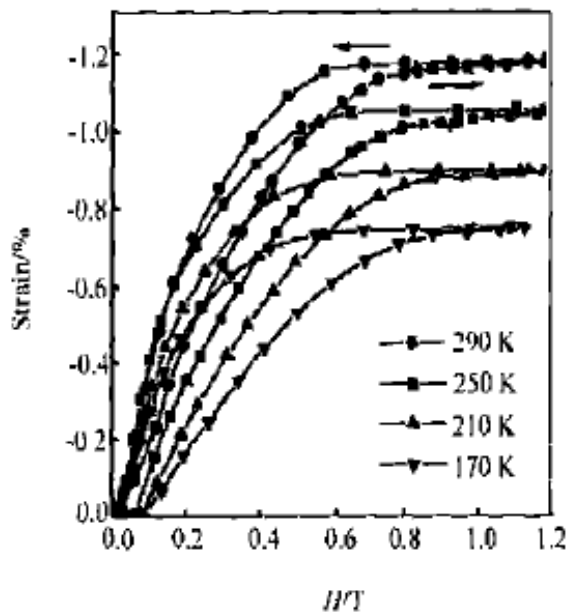


图 7 交流磁化率随温度变化曲线

图 7 给出各试样交流磁化率 χ' 随温度 T 的变化关系曲线。可以看出, 添加 Tb 后, 合金的马氏体相变温度显著提高了, 由 Ni52.5-Mn23.5-Ga24 合金的 307K 升高到 Ni52.5-Mn23.5-Ga23.6-Tb0.4 合金的 334K; 而对合金的居里温度影响不大。

同时添加 Tb 后,合金热滞后稍有降低,从图 1 曲线可以看出 Ni52.5Mn23.5Ga24 合金的热滞后为 13K,当添加 0.1%的 Tb 后,Ni52.5-Mn23.5-Ga23.9-Tb0.1 合金的热滞后降为 10K,当添加 0.2%的 Tb 后,Ni52.5-Mn23.5-Ga23.8-Tb0.2 合金的热滞后降为 5K,而当 Tb 含量进一步提高到 0.4%时,热滞后降低不明显。因此,在对多晶 Ni52.5Mn23.5Ga24 合金居里温度影响不大的情况下,添加 Tb 是提高马氏体相变温度和降低热滞后的有效方法^[3]。

由图中曲线可以看出,Ni52.5-Mn23.5-Ga24 同时添加 0.1%的 Tb 后合金在马氏体能发生相变的温度范围基本符合人们日常使用水杯的环境温度。



0.1%

图 8 Fe 低于 20%时磁场强度与变形的关系曲线

B. 磁场强度对 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金形变的影响:

如图 5. Fe 低于 20%时,不同温度下,磁场对形变的影响。可以看出在室温下(290K)中,Ni-Mn-Ga 形状记忆合金最大变形率所需的磁场强度为 0.6H,这样在日常生活中是很容易实现的(一般永久磁铁达到 1H 左右),故在普通环境下使用磁场改变 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金形变是可能的^[4]。

C. 总结:

用不同元素对 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金进行掺杂能改变合金的许多特性,如对 Ni52.5-Mn23.5-Ga24 同时添加

的 Tb 与 20%以下的 Fe,基本能满足一般环境下我们对保温杯中记忆合金的使用要求。

(3) Ni-Mn-Ga 形状记忆合金的制备:

目前,制备 Ni-Mn-Ga 形状记忆合金的方法有:铸态合金法,单晶合金法,薄膜合金法,粉末烧结合金法快淬薄带合金法。其中铸态合金法制备在满足要求的情况下比较经济。

铸态合金法为:

A. 以 Ni, Mn, Ga 的高纯度金属为原料在氩气保护下电弧炉或感应炉中熔炼,在铜模中冷却得到合金铸锭。

B. 在 1073~1123 K 长时间进行真空热处理,以消除成分偏析及内应力。

C. 然后急冷到冰水中,以实现原子的高度有序排列。

这种制备方法工艺简单,但材料脆性很大。

2.2.3. 预计技术难点:

(1) Ni-Mn-Ga 形状记忆合金的掺杂对其特性有很大的改善,不同的元素掺杂所改善的方面与程度各不相同。

(2) 目前认为采用铸态合金法制备 Ni_{52.5}-Mn_{23.5}-Ga₂₄ 同时添加 0.1% 的 Tb 与 20% 以下的 Fe, 基本能满足一般环境 (-10~100℃) 下我们对保温杯中记忆合金的使用要求。

(3) 改变掺杂元素的量尝试找出更适合的相变温度。

综合加工成型, 满足使用要求, 经济实惠等方面的考虑, 需要对其进行试验探索, 找出最优方案。

2.3 市场需求

进入信息化时代的人们, 随着世界科技的高速发展, 人们便不断的追求高效、快捷以适应如此瞬息万变的社会。各种极富创意的产品为人们提供了越来越多的方便, 而我们的两用杯也正是朝着这个目标而去。此款两用杯健康环保、使用方便, 更重要的是, 这款水有一杯两用的效果, 所以会给予人们非常大的便利和一种全新的享受。因为保温杯能够在冬季的时候带给人们温暖, 市场价格在一百元左右, 所以保温杯在社会上越来越受到人们的喜爱, 加上各种高档保温杯的出现, 使得保温杯也成为了中国礼文化中的一位活跃成员。对于两用杯, Ni-Mn-Ga 合金的价格大约每千克 850-900 元, 杯壁上合金的用量为十克, 杯盖的直径为 5mm, 高为 2mm, 体积为 40mm³, 大约需要环形磁铁两块, 而环形磁铁只需 1 元/块, 总计两用杯的价格为 180 左右, 但是由于其一杯两用的性质, 人们会更倾向于购买此类产品, 所以两用杯的市场潜在需求是很大的。

基于以上观点, 两用杯的市场前景非常值得期待。

3、参考文献

- [1] 刘岩. 一种新型功能晶体 Ni₂MnGa [J]. 无机材料学报, 2000, 15(6): 961.
- [2] Wang WH, Wu GH, Chen J L, et al. Stress-free two-way thermoelastic shape memory and field-enhanced strain in Ni₅₂Mn₂₄Ga₂₄ single crystals [J]. Appl. Phys. Lett., 2000, 77(20): 3245.
- [3] 李雪梅, 赵增祺, 王海学, 吴双霞, 江丽萍, 熊 玮.
Tb 对多晶 Ni_{52.5}-Mn_{23.5}-Ga₂₄ 合金马氏体相变和磁感生应变的影响.
- [4] 郭世海, 张羊换, 王新林 磁性形状记忆合金的研究现状及发展.