



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102007391 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 200880128691. 6

US 2005229690 A1, 2005. 10. 20,

(22) 申请日 2008. 04. 18

US 2005229690 A1, 2005. 10. 20,

CN 2645058 Y, 2004. 09. 29,

(85) PCT申请进入国家阶段日
2010. 10. 18

审查员 王丽娜

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2008/005018 2008. 04. 18

(87) PCT申请的公布数据

W02009/128803 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 梅特格拉斯公司

地址 美国南卡罗来纳州

(72) 发明人 留舒克·哈塞甘瓦 戴希斯·阿苏玛

(74) 专利代理机构 北京信慧永光知识产权代理
有限责任公司 11290

代理人 陈桂香 武玉琴

(51) Int. Cl.

G01K 7/00 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2369232 Y, 2000. 03. 15,

US 2007263699 A1, 2007. 11. 15,

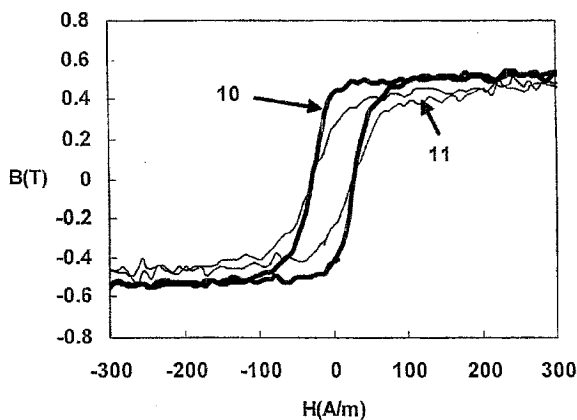
权利要求书3页 说明书10页 附图6页

(54) 发明名称

温度传感器及相关的远程温度感测方法

(57) 摘要

一种温度传感器,其包括:多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,其中所述多个条带中的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且其他条带具有远超过2000的磁导率。所述温度传感器可用于相关的远程温度感测方法中,在该远程温度感测方法中,借助于磁场来询问所述温度传感器,并对所述温度传感器的响应信号进行电磁检测。



1. 一种温度传感器,其包括:

多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波,其中所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。

2. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中所述其他条带的磁导率大于 6000。

3. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中所述多个矩形非晶磁性合金条带中的具有所述预定铁磁居里温度的所述至少一个条带具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。

4. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中所述多个矩形非晶磁性合金条带中的所述其他条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

5. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中:

所述多个条带中的所述至少一个条带具有所述预定铁磁居里温度且具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 并且

所述其他条带具有超过 2000 的磁导率且具有本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

6. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中所述多个条带中的所述至少一个条带和所述其他条带均具有超过 2000 的磁导率,所述多个条带中的所述至少一个条带的组合物和所述其他条带的组合物本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

7. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中:

所述多个条带中的具有所述预定铁磁居里温度的所述至少一个条带具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 并且

所述至少一个条带被两个所述其他条带在侧面夹住,所述其他条带至少具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的相同化学组合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

8. 根据权利要求 1 所述的温度传感器,其中,所述至少一个条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百

分比;并且

所述其他条带选自使用不同化学组合物的多个非晶磁性合金条带,这些不同化学组合物包括:

具有所述预定铁磁居里温度且具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 以及

具有超过 2000 的磁导率且具有本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

9. 根据权利要求 1 所述的温度传感器, 所述温度传感器能够用于远程温度感测装置中, 在该远程温度感测装置中, 借助于磁场来询问所述温度传感器, 并对所述温度传感器的响应信号进行电磁检测。

10. 一种温度传感器, 其用于远程温度感测装置, 所述远程温度感测装置具有至少一个发出询问用磁场的线圈和至少一个对所述温度传感器的响应信号进行检测的线圈, 所述温度传感器包括:

多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带, 所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波, 其中所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度, 且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。

11. 一种用于提供远程温度感测的方法, 其包括如下步骤:

应用温度传感器来远程测量温度, 所述温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带, 所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波, 其中所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度, 且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。

12. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述其他条带的磁导率大于 6000。

13. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述多个矩形非晶磁性合金条带中的具有所述预定铁磁居里温度的所述至少一个条带具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。

14. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述多个矩形非晶磁性合金条带中的所述其他条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

15. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中:

所述多个条带中的所述至少一个条带具有所述预定铁磁居里温度和本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 并且

所述其他条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

16. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中所述温度传感器包括使用两个不同组合物的两个非晶磁性合金条带, 所述两个不同组合物具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

17. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中:

所述多个条带中的所述至少一个条带包括具有所述预定铁磁居里温度和本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的非晶磁性合金条带, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 并且

所述其他条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的相同化学组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

18. 根据权利要求 11 所述的方法, 其中, 所述其他条带包括具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物的非晶磁性合金条带, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比; 并且

所述多个条带中的所述至少一个条带是选自使用不同化学组合物的多个非晶合金条带的一个以上条带, 所述不同化学组合物选自:

具有所述预定铁磁居里温度且具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的组合物, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 以及

具有超过 2000 的磁导率且本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

19. 根据权利要求 11 所述的方法, 进一步包括: 通过借助于磁场来询问所述温度传感器, 并对所述温度传感器的响应信号进行电磁检测, 将所述温度传感器应用于远程温度感测装置中。

20. 一种用于远程感测温度的方法, 其包括如下步骤:

应用远程温度感测装置, 所述远程温度感测装置具有温度传感器、至少一个发出询问用磁场的线圈和至少一个对所述温度传感器的响应信号进行检测的线圈, 其中所述温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带, 所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波, 所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度, 且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。

温度传感器及相关的远程温度感测方法

技术领域

[0001] 本申请涉及温度感测领域。具体地,本发明涉及利用非晶铁磁材料的居里磁性转变的磁性传感器和使用所述磁性传感器的远程温度感测方法。

背景技术

[0002] 目前存在着许多可用于测量温度的技术和工具,包括诸如传统的水银温度计、热电偶、电阻温度计和双金属片等公知的温度指示器。所有这些技术和工具都是利用了一些随着温度而变化的基本物理现象,因而都具有独特的特征。例如,水银温度计在温度的视觉感测方面是有效的,但其不适合将温度直接转换成电信号。如果需要温度的电子读数,则利用金属的热电效应的热电偶是更合适的。然而,必须将热电偶接线到伏特计,该伏特计将电信号转换成对应温度。利用金属的电阻率对温度的依赖关系的电阻温度计也必须接线到伏特计。这些技术需要传感器与温度指示器之间的接线连接,因此不适于温度的远程感测。在这些情形下,当感测移动物体的温度或物理上不可及的物体的温度时,温度的远程感测变得十分必要。这种类型的传感器必须响应于温度并且将依赖于温度的信号无线发送到检测器以供进一步信号处理。一个这样的传感器可通过利用铁磁材料中的居里磁性转变来实现。诸如铁等铁磁材料具有铁磁居里温度,在高于该铁磁居里温度的温度下,铁磁性与所有相关的诸如高磁化强度及磁导率等现象一起消失。通过常规磁力仪可轻易地远程检测出铁磁材料在居里温度处的磁化强度及磁导率的变化。利用这种技术,美国专利 No. 4, 434, 411 号(以下称之为‘411 专利’)披露了一种温度敏感型开关。该‘411 专利’利用作用于附设至机械开关的磁性材料上的磁力在居里温度处的变化,提供了一种温度敏感型开关来代替常规的基于双金属材料开关。

[0003] 对于正在利用更多的电子装置以控制设备和机器的办公、家庭或工业中,越来越多地需要远程温度感测能力。美国专利 No. 4, 052, 696 (以下称之为‘696 专利’)披露了一种这样的示例,其中,在轮胎温度监视器中利用了铁素体的居里磁性转变。然而,这种技术在该基于铁素体的传感器与固定检测器之间要求满足非常小的间隙以保持可靠的检测信号。这个间隙的宽度太小了,这是因为铁素体通常具有相对低的在 80 至 2000 范围内的磁导率(参照例如由 S. Chikazumi 著写的“Physics of Magnetism(磁性物理学)”,第 498 页的表 22-2(John Wiley&Sons, 纽约,1964 年))。另外,铁素体产品的这类温度感测所适合的不同居里温度的可用性仅限于 Chikazumi 的书中的表 22-2 所给定的在 80° C 至 130° C 范围内的几个具体温度。而且,如‘696 专利’的图 1 和图 2 所示,所选择的具有预定磁性居里转变温度的铁磁体是传感器的电感电路的一部分,该电感电路需要多个独立的铜绕组。这类电路变得十分笨重,因而需要避免这类电路。显然,需要一种更简单却更有效的远程温度感测方法。

[0004] 发明内容

[0005] 本发明提供了一种具有远程温度检测能力的温度传感器,该温度传感器可容易地制造出来,并可用于办公、家庭和工业环境中。

[0006] 总的说来,所述传感器由多个非晶磁性金属条带组成,且这些条带是磁连接起来的。而且,这些条带按照以下方式配置而成,即:所述多个条带中的至少一个条带具有将要被检测的预定铁磁居里温度,且另外一个或一些条带具有高的磁导率。本发明实施例为各种各样的应用情况提供了温度传感器的构造,并且还提供了使用这种温度传感器的远程温度感测方法。本发明提供了适于本发明实施例的温度传感器的非晶合金条带的化学组合物。

[0007] 本发明的一个实施例提供了一种温度传感器,所述温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波,其中所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。在需要的情况下,所述其他条带的磁导率大于 6000。

[0008] 在另一实施例中,所述多个矩形非晶磁性合金条带中的具有所述预定铁磁居里温度的所述至少一个条带具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比,Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。

[0009] 所述多个矩形非晶磁性合金条带中的所述其他条带可具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0010] 在另一实施例中,所述温度传感器具有一个这样的非晶磁性合金条带:它具有所述预定铁磁居里温度且可具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比,Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。所述温度传感器还具有一个这样的非晶磁性合金条带:它具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0011] 在另一实施例中,所述温度传感器可具有使用两个不同组合物的两个非晶磁性合金条带,所述两个不同组合物具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0012] 在需要的情况下,所述温度传感器具有一个具有所述预定铁磁居里温度且可具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的非晶磁性合金条带,这里 $61 < a < 81$, $0 < b < 15$, $2 \leq c < 25$, $0 < d < 10$, $0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。所述温度传感器还具有使用相同化学组合物的两个非晶磁性合金条带,所述相同化学组合物具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80$, $0 < b < 41$, $0 < c < 72$, $0 < e < 4$, $1 < f < 20$, $0 < g < 16$, $0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0013] 在另一实施例中,所述温度传感器具有这样的至少一个非晶磁性合金条带,其中所述至少一个条带具有超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组

合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。所述温度传感器还具有使用不同化学组合物的多个非晶磁性合金条带,所述不同化学组合物选自:具有所述预定铁磁居里温度且具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 以及具有超过 2000 的磁导率且具有本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0014] 在需要的情况下,所述温度传感器可用于远程温度感测装置中,在该远程温度感测装置中,借助于磁场来询问所述温度传感器,并对所述温度传感器的响应信号进行电磁检测。

[0015] 在另一实施例中,所述远程温度感测装置可具有至少一个发出询问用磁场的线圈和至少一个对温度传感器的响应信号进行检测的线圈,其中所述温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,所述多个条带在基本频率下被磁激励时产生基本频率的高次谐波,所述多个条带中的作为温度敏感型条带的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且作为谐波信号产生用条带的其他条带具有超过 2000 的磁导率和低于所述多个条带中的所述至少一个条带的居里温度的居里温度。

[0016] 本发明的其它方面和 / 或优点将在下面的说明中部分地呈现出来,并且通过下面的说明将会更加清楚地表达本发明的其它方面和 / 或优点,或可通过本发明的实施来理解本发明的其它方面和 / 或优点。

[0017] 附图说明

[0018] 参照以下对本发明优选实施例的具体说明和附图,将会更充分地理解本发明并且更清楚地呈现本发明的其它优点。附图中:

[0019] 图 1 是根据本发明实施例绘制的两个磁性非晶金属条带的磁感应 B 与所施加磁场 H 相对照的 BH 特性的曲线图,其中曲线 10 (粗体) 所示的一个磁性非晶金属条带的长度为 80mm, 曲线 11 所示的另一个磁性非晶金属条带的长度为 40mm;

[0020] 图 2 是用于说明本发明实施例的传感器条带的两种基本布置 2A 和 2B 的示意图;

[0021] 图 3 是描绘了图 2 中本发明实施例的三条带传感器 2A 对温度的依赖关系的曲线图,该三条带传感器 2A 中的传感器条带元件 20 是基于 METGLAS®2714A;

[0022] 图 4 是描绘了图 2 中本发明实施例的三条带传感器 2A 对温度的依赖关系的曲线图,该三条带传感器 2A 中的传感器条带元件 20 是基于 METGLAS®2705M;

[0023] 图 5 是描绘了图 2 中本发明实施例的二条带传感器 2B 对温度的依赖关系的曲线图,该二条带传感器 2B 中的传感器条带元件 22 是从 METGLAS®2714A 带材剪切下来的,曲线 50 所示的温度感测用条带元件 23 是从 AM2 剪切下来的而曲线 51 所示的温度感测用条带元件 23 是从 AM3 剪切下来的;

[0024] 图 6 是说明使用本发明实施例的温度传感器以提供远程温度感测的方法的操作的流程图。

具体实施方式

[0025] 现在将详细地说明本发明的各实施例,这些实施例的实例在附图中图示出来,其中在全文中用相同的附图标记表示相同的元件。以下参照附图来描述各实施例以说明本发明。

[0026] 本发明各实施例的温度传感器的非晶磁性合金条带是通过实例 1(参照下文)中概述的过程而制备出来的。本发明各实施例的第一操作是通过实例 2 中所描述的方法来检查非晶合金条带的基本磁性。参照图 1,对于两个非晶磁性条带,将单位为特斯拉(T)的磁感应 B 绘制成单位为安培/米(A/m)的所施加磁场 H 的函数,其中曲线 10 所示的一个非晶磁性条带的长度为 80mm,曲线 11 所示的另一个非晶磁性条带的长度为 40mm。本发明实施例的各非晶磁性条带的厚度大约为 20 μ m,宽度为大约 2mm,且这些非晶磁性条带是从商用的 METGLAS®2714A 带材剪切下来的,该 METGLAS®2714A 带材具有大约为 0.6T 的饱和磁感应和接近于零的磁致伸缩。当这种带材的长度远大于 75mm 时,该带材就表现出正方形或矩形的 BH 环。由于退磁效应依赖于条带的长宽比(length-to-width ratio),因此图 1 中所示的具有不同长度的两个条带的 BH 特性是不同的,较短的条带比较长的条带表现出更平缓的 BH 环或 BH 特性。本发明实施例的非晶金属条带的 BH 特性差异会在它们的高次谐波产生过程中导致对应的差异。实例 3 中所描述的方法表征了本发明实施例的非晶磁性合金条带的谐波响应。通常,具有正方形或矩形 BH 特性的磁性薄条带产生基本频率(该条带在该基本频率下被磁激励)的高次谐波。从磁性条带发出的磁场的幅值和高次谐波谱取决于 BH 特性的非线性程度。既定磁性条带的非线性程度取决于该条带的长宽比。对于具有不同铁磁居里温度 θ_f 的不同非晶磁性合金,表 I 中给出了上述关系的示例。表 I 中的合金 AM1 至 AM4 基于非晶磁性 Fe-M-B-Si-C,该非晶磁性 Fe-M-B-Si-C 中 Fe 含量的原子百分比在 61 至 81 的范围内,其中 Fe 的多达 50% 可由 Ni 代替,M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W, M 的原子百分比在 0 至 15 的范围内,B 含量的原子百分比在 2 至 25 的范围内,Si 含量的原子百分比在 0 至 10 的范围内,并且 C 含量的原子百分比在 0 至 18 的范围内。表 III 中给出了具有类似功能的非晶合金的更多示例。

[0027] 如表 I 所表明的那样,谐波信号与条带长度 l 不成线性比例。这主要是由于上面所提到的退磁效应,而且在对谐波信号的产生起作用的因素的排序中,磁容量差异是起到次要作用的。为了证明这一点,将两个 40mm 长的如表 I 中所给出的 METGLAS®2714A 非晶金属磁性条带(每个条带都产生大约 22mV 的 25 次谐波信号)平行地放置以将磁容量保持为接近于或稍大于 75mm 长的条带的磁容量,然后测量谐波信号。来自两个 40mm 长的条带的 25 次谐波为 31mV,其与从单个 40mm 长的条带获得的 28mV 具有大约相同的电平,远小于从单个 75mm 长的条带获得的 520mV,这表明平行放置的具有与一个较长条带的磁容量相同的磁容量的两个较短条带并不产生与该较长条带的谐波信号在电平上相同的谐波信号。在下面说明的本发明实施例中利用了这种显著的差别。

[0028] 表 I:

[0029] 磁性非晶金属条带的谐波的产生

[0030] (这些数据是通过实例 3 所描述的方法获取的,基本激励频率为 2.4kHz)

[0031]

合金	居里温度 θ_f (°C)	25 次谐波信号(mV)		
		$\ell = 40 \text{ mm}$	$\ell = 75 \text{ mm}$	$\ell = 110 \text{ mm}$
AM1 ($\text{Fe}_{62}\text{Cr}_{14}\text{B}_{18}\text{Si}_5$)	93	17	140	355
AM2 ($\text{Fe}_{66.5}\text{Cr}_{13}\text{B}_{18}\text{Si}_{2.5}$)	99	23	258	359
AM3 ($\text{Fe}_{67}\text{Mo}_7\text{B}_{20}\text{Si}_6$)	222	11	49	173
AM4 ($\text{Fe}_{71}\text{Mo}_6\text{B}_{20}\text{Si}_3$)	213	17	143	343
METGLAS®2705M	350	35	323	1230
METGLAS®2714A	230	28	520	1590

[0032] 如图 2 所示,本发明实施例的两个长度为 40mm 的非晶金属磁性条带 20(这两个非晶金属磁性条带 20 是由表 I 中的 METGLAS®2705M 或 METGLAS®2714A 制备而得)与另一个非晶金属磁性条带 21(该非晶金属磁性条带 21 例如是表 I 中所列出的 AM1 ~ AM4 等)连接,该非晶金属磁性条带 21 的居里温度低于上述 40mm 长的条带的居里温度。通过使用实例 3 的方法,测量从本发明的这种温度传感器结构和实施例产生的高次谐波信号。表 II 概括了从每个三条带温度传感器产生的 25 次谐波信号。

[0033] 表 II :

[0034] 在室温下来自本发明实施例的三条带温度传感器的谐波信号,这些三条带温度传感器都具有图 2 中所示 40mm 长的用于在中间进行连接的条带材料 21,各条带材料 21 由表 I 中所列出的不同合金制成。

[0035]

合金	25 次谐波信号 (mV)	
	METGLAS®2714A	METGLAS®2705M
AM1	830	210
AM2	740	200
AM3	480	170
AM4	540	385

[0036] 通过实例 3 中所描述的方法来测量谐波信号的温度依赖关系,结果显示在

图 3 和图 4 中。在图 3 中,图 2 的两个主要谐波产生用条带 20 都基于 $\theta_f=230^\circ\text{C}$ 的 METGLAS®2714A 带材,而在图 4 中,图 2 的谐波产生用条带 20 都基于 $\theta_f=350^\circ\text{C}$ 的 METGLAS®2705M 带材。图 3 和图 4 的垂直刻度以百分数变化,以便可作出本发明实施例的不同温度传感器之间的直接比较。如在图 3 和图 4 中所绘出的那样,在所挑选的温度敏感型非晶金属条带的居里温度处,本发明实施例的温度传感器在谐波信号产生过程中表现出巨大变化。因此,可放置本发明实施例的温度传感器的环境中的温度可被确定为与图 2 所示传感器结构 2A 中的温度敏感型条带元件 21 的居里温度相同或相接近。

[0037] 图 2 中还示出了另一个相似实例,该实例中,选自表 I 中所列出的 METGLAS®2714A 或 METGLAS®2705M 带材的任一者的非晶磁性金属条带 22 连接至另一个非晶磁性金属条带 23,该非晶磁性金属条带 23 是从表 I 中所列出的 AM1~AM4 合金带材的任一者剪切下来的,该非晶磁性金属条带 23 的居里温度低于条带 22 的居里温度。自本发明的这种 温度传感器结构和实施例产生的高次谐波信号也可通过使用实例 3 的方法来测量。图 5 示出了来自两个传感器的谐波信号的温度依赖关系示例,该两个传感器每一者均具有一个 40mm 长的温度敏感型条带 23 和另一个 40mm 长的谐波产生用条带 22,该两个传感器具有不同的居里温度。每个条带的宽度大约为 2mm。对于图 5 中的两种情况,在由曲线 50 所示的第一种情况中,谐波信号产生用条带 22 是从 METGLAS®2714A 带材剪切下来的,温度感测用条带 23 是从表 I 中的 AM1 合金带材剪切下来的,而在由曲线 51 所示的第二种情况中,谐波信号产生用条带 22 是从 METGLAS®2714A 带材剪切下来的,温度感测用条带 23 是从表 I 中的 AM3 合金带材剪切下来的。注意,如在图 5 中清楚地显示的那样,在两种情况下,当与图 2 的元件 23 对应的温度敏感型条带元件是 AM1 时在 $\theta_f=93^\circ\text{C}$ 的居里温度处和当与图 2 的元件 23 对应的温度敏感型条带元件是 AM3 时在 $\theta_f=222^\circ\text{C}$ 的居里温度处,观察到谐波信号的大幅度减小。因此,把可放置本发明实施例的温度传感器的环境中的温度确定为与作为图 2 的传感器结构 2B 中的条带元件 23 而被选择的特定温度敏感型条带的居里温度相同或相接近。

[0038] 选择在图 1 至图 5 和表 I 及表 II 所描述的温度传感器中所采用的温度敏感型非晶磁性金属条带的介于 90°C 至 220°C 范围内的居里温度只是为了提供示例,但不失一般性。由于非晶磁性合金的居里温度可通过改变合金的化学性质而连续改变,因此在本发明实施例的温度传感器中可对居里温度进行任意选择,也就可以对将要被检测的预定温度进行任意选择。唯一的要求是:温度敏感型条带元件的居里温度低于主要谐波信号产生用条带元件的居里温度。表 III 中列出了用于本发明实施例的温度敏感型条带元件的非晶磁性合金示例及它们的居里温度。于是,用于本发明实施例的温度敏感型条带元件的优选非晶磁性合金具有本质上由化学式 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 7, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比,附带条件是:Fe 含量的多达 50% 可由 Ni 代替,并且 M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。表 I 中的合金 AM1、AM2、AM3 和 AM4 分别对应于表 III 中的合金 21、20、12 和 13。

[0039] 表 III:

[0040] 用于本发明实施例的温度敏感型条带元件的非晶磁性合金

[0041]

合金	组合物	居里温度 θ_f ($^\circ\text{C}$)
----	-----	--------------------------------------

1	$\text{Fe}_{77}\text{Cr}_2\text{B}_{17}\text{Si}_4$	344
2	$\text{Fe}_{80}\text{Cr}_1\text{B}_{17}\text{Si}_2$	341
3	$\text{Fe}_{76}\text{Mo}_3\text{B}_{17}\text{Si}_4$	318
4	$\text{Fe}_{76}\text{Cr}_3\text{B}_{17}\text{Si}_4$	313
5	$\text{Fe}_{79}\text{Cr}_2\text{B}_{17}\text{Si}_2$	309
6	$\text{Fe}_{79}\text{Mo}_2\text{B}_{17}\text{Si}_2$	300
7	$\text{Fe}_{78}\text{Cr}_3\text{B}_{17}\text{Si}_2$	283
8	$\text{Fe}_{75}\text{Ti}_5\text{B}_{20}$	273
9	$\text{Fe}_{78}\text{Mo}_3\text{B}_{17}\text{Si}_2$	256
10	$\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{34}\text{Mo}_6\text{B}_{20}$	241
11	$\text{Fe}_{75}\text{W}_5\text{B}_{20}$	224
12	$\text{Fe}_{67}\text{Mo}_7\text{B}_{20}\text{Si}_6$	222
13	$\text{Fe}_{71}\text{Mo}_6\text{B}_{20}\text{Si}_3$	213
14	$\text{Fe}_{74}\text{Mo}_6\text{C}_{18}\text{B}_2$	212
15	$\text{Fe}_{75}\text{Nb}_5\text{B}_{20}$	209
16	$\text{Fe}_{74}\text{Mo}_6\text{B}_{20}$	183
17	$\text{Fe}_{72}\text{Mo}_8\text{C}_{18}\text{B}_2$	143
18	$\text{Fe}_{70}\text{Mo}_{10}\text{C}_{18}\text{B}_2$	123
19	$\text{Fe}_{72}\text{Mo}_8\text{B}_{20}$	122
20	$\text{Fe}_{66.5}\text{Cr}_{13}\text{B}_{18}\text{Si}_{2.5}$	99
21	$\text{Fe}_{62}\text{Cr}_{14}\text{B}_{18}\text{Si}_6$	93
22	$\text{Fe}_{68}\text{Mo}_{12}\text{C}_{18}\text{B}_2$	62

[0042] 对于本发明实施例的谐波信号产生用条带,如表 I 中所示,诸如 METGLAS®2705M 和 METGLAS®2714A 材料等商用的非晶的磁致伸缩接近于零的合金带材是适合的。另外,如图 1 中所举例说明的那样,其正方形或矩形 BH 磁滞特性具有低矫顽力的任何非晶磁性合金带材可用作本发明实施例的温度传感器的谐波信号产生用元件。表 IV 中列出了适合用于产生高谐波信号的非晶合金示例。于是,适合于本发明实施例的谐波产生用条带元件的非晶磁性合金具有本质上由化学式 $\text{Fe}_a\text{Ni}_b\text{Co}_c\text{M}_e\text{B}_f\text{Si}_g\text{C}_h$ 界定的组合物,这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn。本发明实施例的谐波信号产生用条带元件的另一个要求是:该元件的居里温度高于选自表 III 的温度敏感型条带元件的居里温度。具有低矫顽力特征和高矩形比特特征的非晶合金呈现出远超过 2000 的高磁导率。例如,表 IV 中所列出的非晶 $\text{Fe}_{80}\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$ 合金表现出通过常规方法测量得到的大约为 7000 的磁导率,这在所列出的所有合金中是最低的。

[0043] 表 IV:

[0044] 本发明的谐波产生用传感器条带的示例

[0045]

合金	居里温度 θ_f (°C)
$\text{Fe}_{80}\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	395
$\text{Fe}_{78}\text{Ni}_{12}\text{Mo}_2\text{B}_{16}\text{Si}_2$	379
$\text{Fe}_{75}\text{Ni}_4\text{Mo}_3\text{B}_{16}\text{Si}_2$	295
$\text{Co}_{70.5}\text{Fe}_{4.5}\text{B}_{15}\text{Si}_{10}$	422
$\text{Co}_{68.2}\text{Fe}_{3.8}\text{Mn}_1\text{B}_{12}\text{Si}_{15}$	266
$\text{Co}_{67.8}\text{Fe}_{4.2}\text{Mo}_1\text{B}_{12}\text{Si}_{15}$	227
$\text{Co}_{36}\text{Ni}_{35}\text{Fe}_8\text{Mo}_1\text{B}_{18}\text{Si}_2$	329
$\text{Co}_{36}\text{Ni}_{35}\text{Fe}_8\text{Mo}_1\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	305
$\text{Ni}_{35}\text{Co}_{35}\text{Fe}_{10}\text{B}_{18}\text{Si}_2$	285

$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_{18}\text{Si}_2$	280
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{B}_{14.5}\text{Si}_2\text{C}_{3.5}$	269
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_{14}\text{Si}_6$	240
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{14}\text{Si}_6$	215
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{15}\text{Si}_2\text{C}_3$	205

[0046]

$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_9\text{Mo}_1\text{B}_6\text{Si}_{14}$	200
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_{10}\text{Si}_{10}$	195
$\text{Ni}_{40}\text{Co}_{30}\text{Fe}_8\text{Mo}_2\text{B}_{18}\text{Si}_2$	168
$\text{Ni}_{38}\text{Co}_{30}\text{Fe}_{10}\text{Mo}_2\text{B}_6\text{Si}_{14}$	155

[0047] 表 IV 中所列出的非晶合金的居里温度在 155°C 至 422°C 的范围内,这允许将具有较低 θ_f 的合金用作本发明实施例的温度敏感型条带元件且允许将较高 θ_f 的合金用作本发明实施例的谐波产生用条带元件。

[0048] 实例 1

[0049] 样品制备

[0050] 在本发明实施例中所使用的非晶磁性合金是通过美国专利 No. 4, 142, 571 中所披露的金属铸件方法予以制备的。铸件材料是带材的形式,其厚度大约为 $20\mu\text{m}$ 且宽度在大约 25mm 至 213mm 的范围内。

[0051] 然后,将铸件带材分割成宽度在大约 0.5mm 至 10mm 范围内的较窄带材。如果必要,对分割后的带材进行热处理以改变其磁特性。把由此制备得到的带材以可变长度剪切成片段。

[0052] 实例 2

[0053] 采用商用的 dc BH 环测量设备来把磁感应 B 作为所施加磁场 H 的函数进行测量。图 1 是通过使用这种设备而获得的。

[0054] 实例 3

[0055] 把实例 1 的温度传感器条带元件放置在预定基本频率下的激励 AC 场中,且通过容纳该条带元件的线圈测量该温度传感器条带元件的高次谐波响应。激励线圈和信号检测线圈都绕制在直径大约为 50mm 的绕线筒上。激励线圈的匝数和信号检测线圈的匝数分别为大约 180 和大约 250。在 50mm 直径的绕线筒的内部,插入有非磁性管,在该管中放置着可改变条带样品温度的样品加热元件。通过将热电偶直接贴附在条带元件的一端上来确定该条带元件的温度。将基本激励 AC 场选择为 2.4kHz,且它在激励线圈处的电压为大约 80mV。通过商用的数字伏特计测量来自信号检测线圈的 25 次谐波电压。

[0056] 图 6 示出了使用本发明实施例的温度传感器以提供远程温度感测的方法的操作。在本发明的一个实施例中,方法 600 提供远程温度感测,该方法包括:在步骤 602 处制备温度传感器,该温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,其中所述多个条带中的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且其他条带具有远超过 2000 的磁导率;以及在步骤 604 处使用所述温度传感器远程地对温度进行测量。

[0057] 在本发明实施例中,所述方法进一步包括:所述其他条带的磁导率大于 6000。

[0058] 在本发明的另一实施例中,所述方法进一步包括:所述多个矩形非晶磁性合金条带中的具有所述预定铁磁居里温度的所述至少一个条带具有本质上由化学式 $\text{Fe}_a\text{M}_b\text{B}_c\text{Si}_d\text{C}_e$ 界定的组合物,这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字

均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。

[0059] 在本发明实施例中, 所述方法进一步包括: 所述多个矩形非晶磁性合金条带中的所述其他条带具有远超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0060] 在本发明的另一实施例中, 所述方法进一步包括: 一个非晶磁性合金条带具有所述预定铁磁居里温度和本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W。所述方法还包括: 其他非晶磁性合金条带具有远超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0061] 在本发明实施例中, 所述方法进一步包括: 所述温度传感器具有使用两个不同组合物的两个非晶磁性合金条带, 所述两个不同组合物具有远超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0062] 在本发明的另一实施例中, 所述方法进一步包括: 所述温度传感器具有一个具有所述预定铁磁居里温度和本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的非晶磁性合金条带, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 所述温度传感器还具有使用相同化学组合物的两个非晶磁性合金条带, 所述相同化学组合物具有远超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0063] 在本发明实施例中, 所述方法进一步包括: 所述温度传感器具有至少一个如下这样的非晶磁性合金条带, 所述至少一个条带具有远超过 2000 的磁导率和本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比; 所述温度传感器还具有使用不同化学组合物的多个非晶磁性合金条带, 所述不同化学组合物选自: 具有所述预定铁磁居里温度且具有本质上由化学式 $Fe_aM_bB_cSi_dC_e$ 界定的组合物的组合物, 这里 $61 < a < 81, 0 < b < 15, 2 \leq c < 25, 0 < d < 10, 0 < e \leq 18$ 且 $a+b+c+d+e=100$, 数字均为原子百分比, Fe 含量的多达 50% 是由 Ni 代替, M 选自 Cr、Mo、Nb、Ti 和 W; 以及具有远超过 2000 的磁导率且具有本质上由化学式 $Fe_aNi_bCo_cM_eB_fSi_gC_h$ 界定的组合物的组合物, 这里 $3 < a < 80, 0 < b < 41, 0 < c < 72, 0 < e < 4, 1 < f < 20, 0 < g < 16, 0 < h < 4$ 且 $a+b+c+e+f+g+h=100$, M 选自 Cr、Mo 和 Mn, 数字均为原子百分比。

[0064] 在本发明的另一实施例中, 所述方法进一步包括: 通过借助于磁场来询问所述温度传感器, 并对所述温度传感器的响应信号进行电磁检测, 将所述温度传感器应用于远程温度感测装置中。

[0065] 在本发明实施例中, 用于远程感测温度的所述方法包括: 利用至少一个发出询问

用磁场的线圈和至少一个对温度传感器的响应信号进行检测的线圈,其中所述温度传感器包括多个磁连接的矩形非晶磁性合金条带,所述多个条带中的至少一个条带具有预定铁磁居里温度,且其他条带具有远超过 2000 的磁导率。

[0066] 以上已经图示并说明了本发明的一些实施例和实例,然而本领域技术人员应当理解的是:在本发明权利要求及其等同物所限定的范围内,可在不背离本发明的原理和精神的情况下对上述这些实施例做出各种修改。

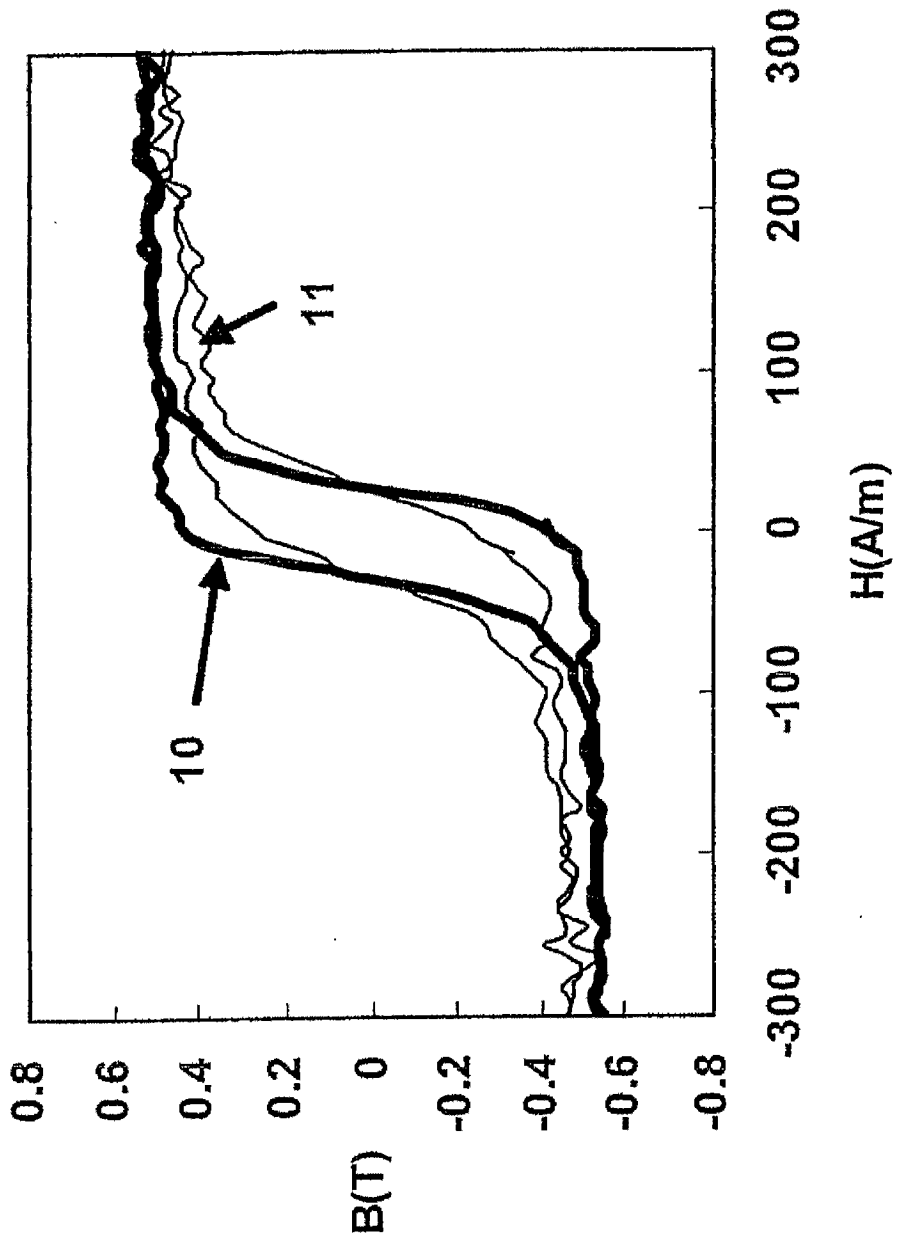


图 1

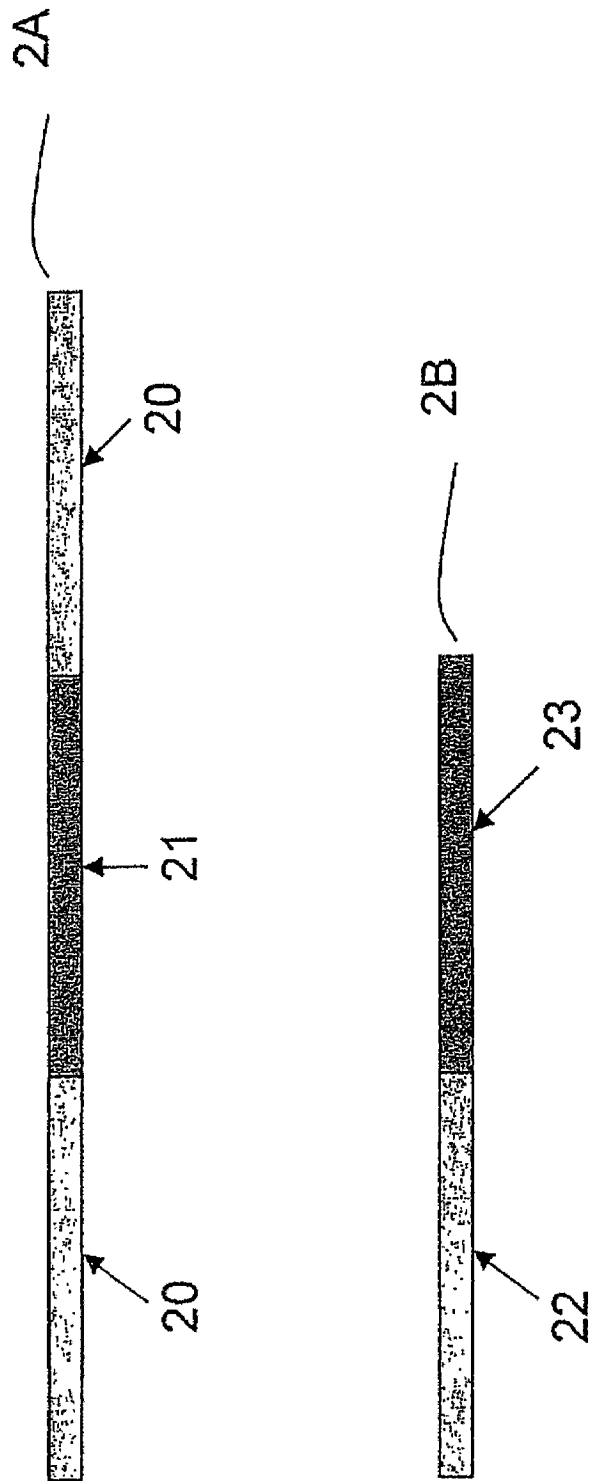


图 2

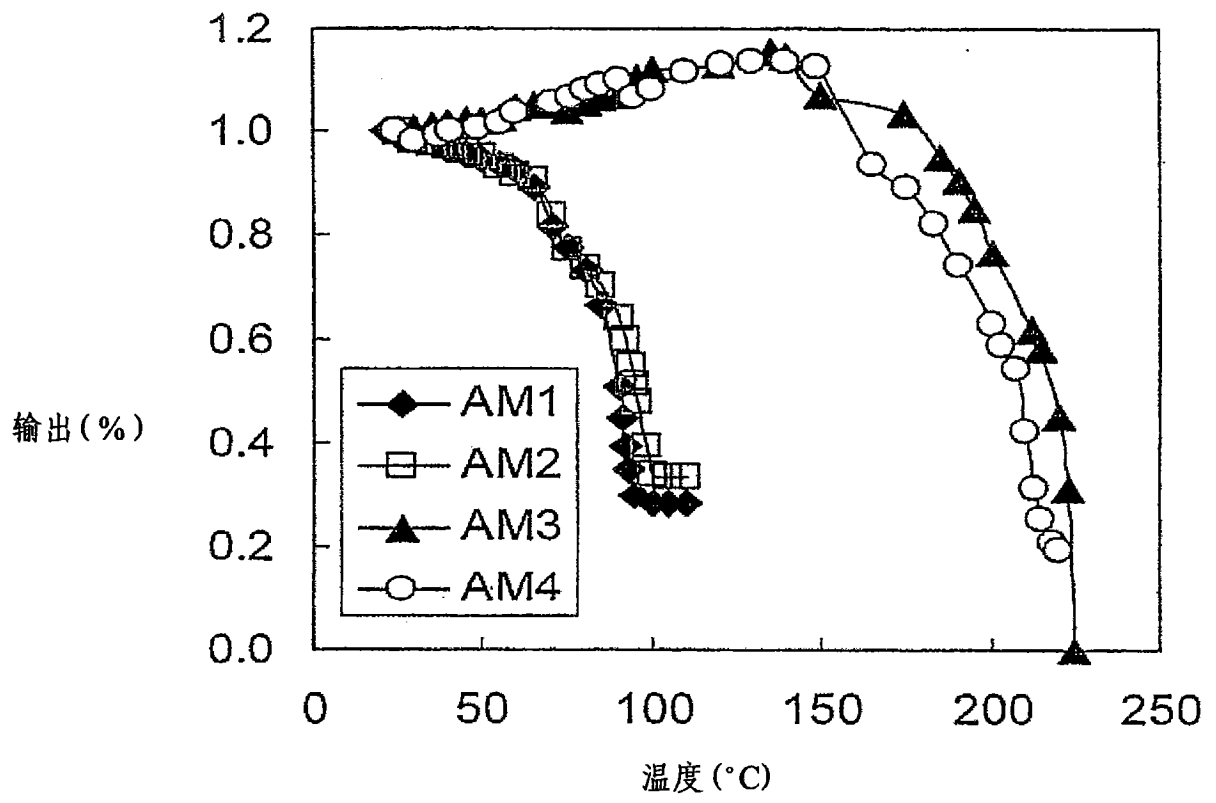


图 3

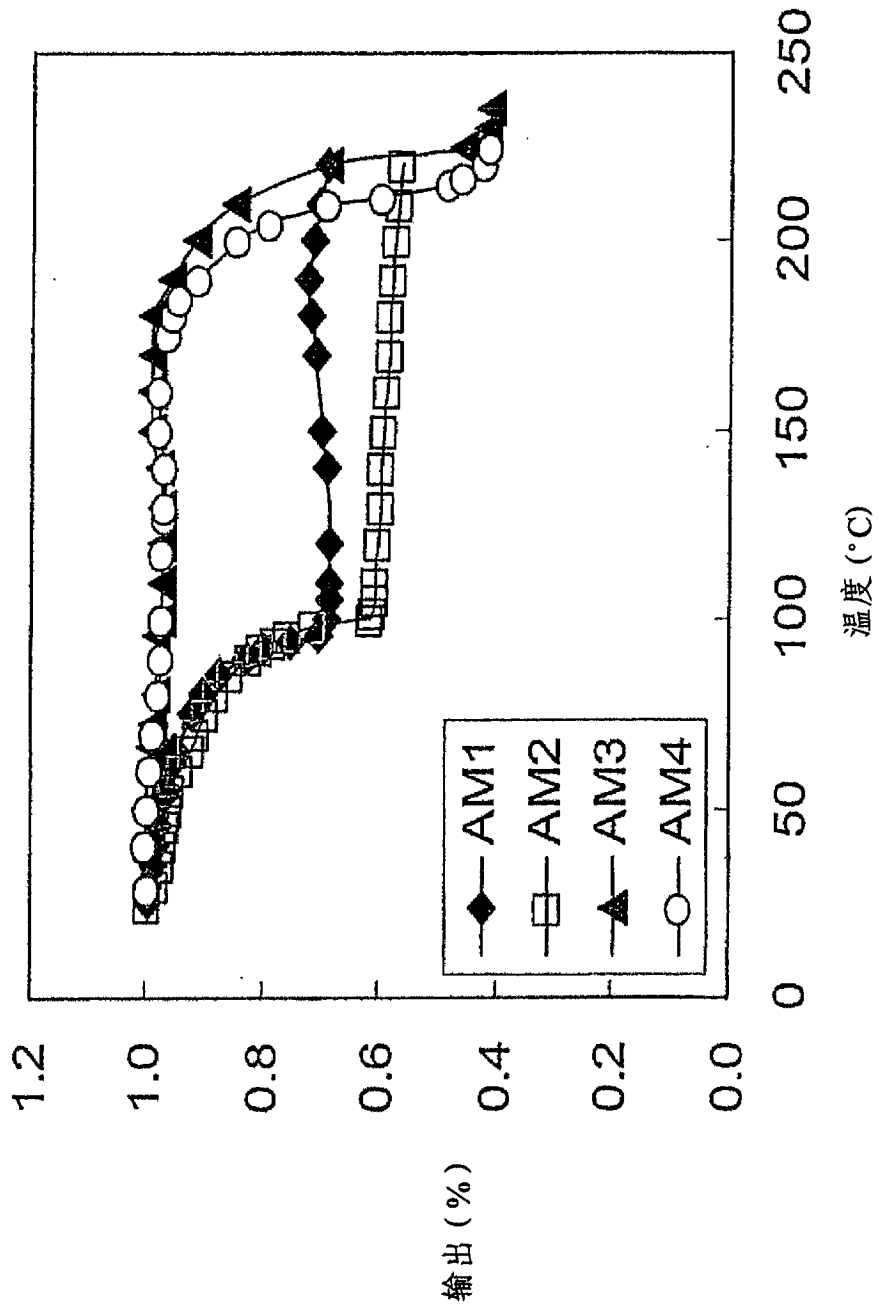


图 4

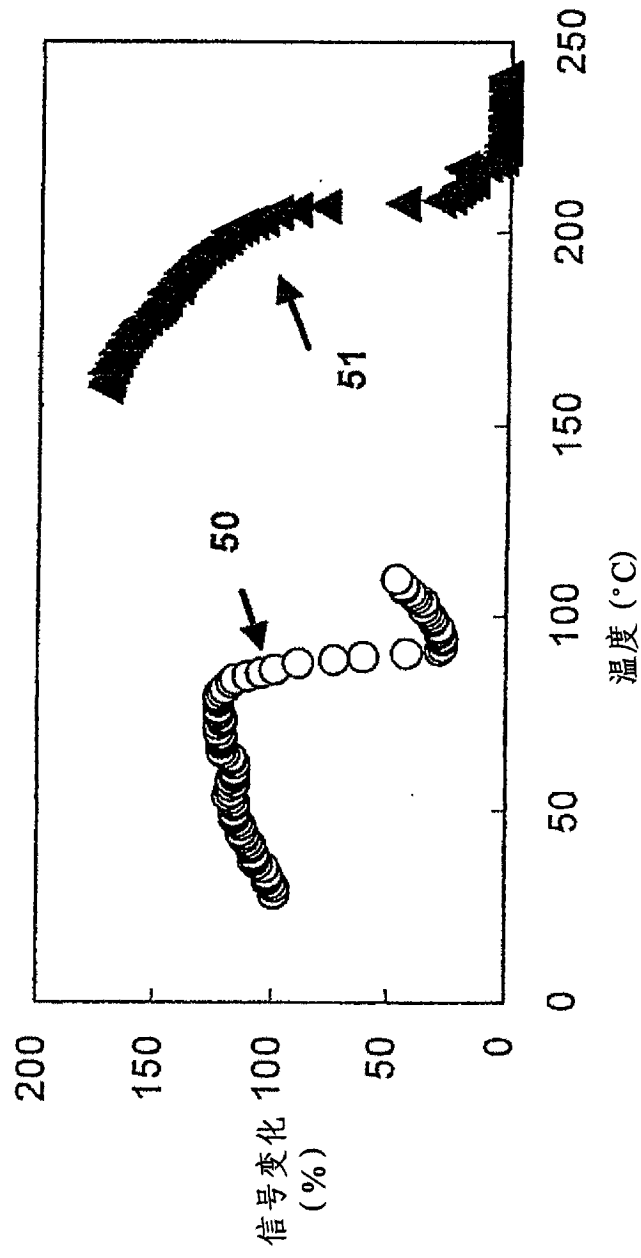


图 5

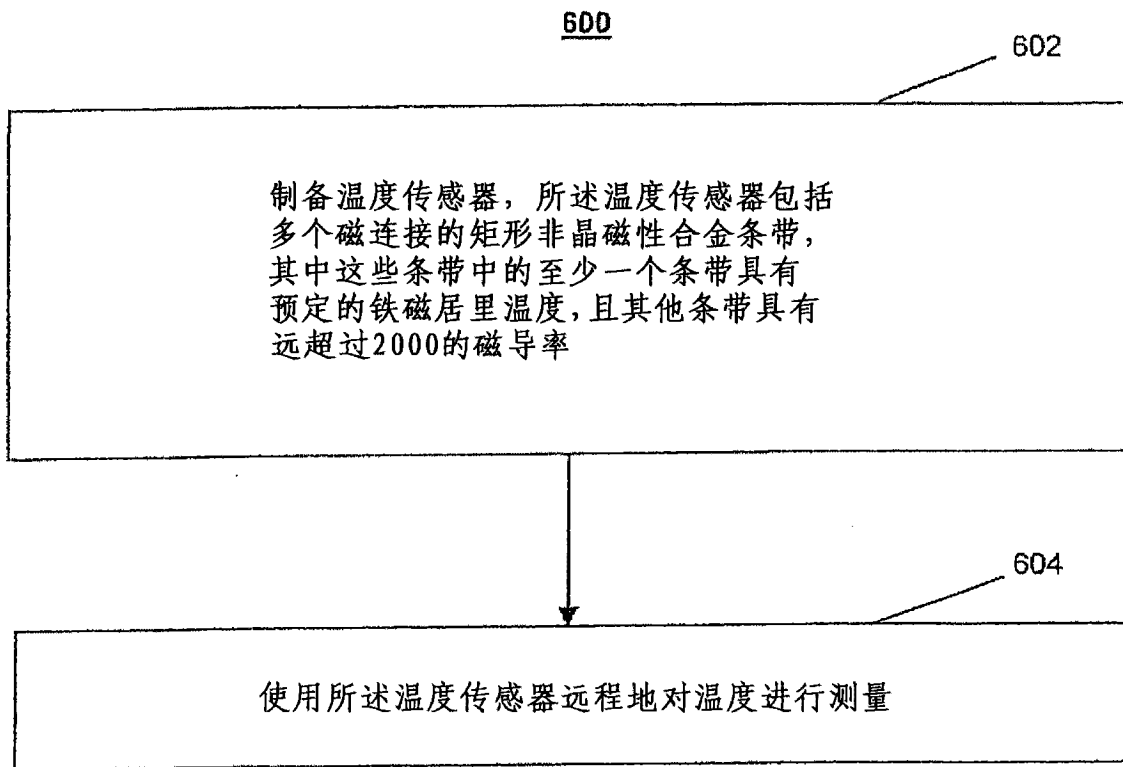


图 6