



(19) 中華民國智慧財產局

(12) 發明說明書公開本

(11) 公開編號：TW 201817895 A

(43) 公開日：中華民國 107 (2018) 年 05 月 16 日

- (21) 申請案號：106137598 (22) 申請日：中華民國 106 (2017) 年 10 月 31 日
- (51) Int. Cl. : C22C38/08 (2006.01) C22C38/10 (2006.01)  
H01F1/147 (2006.01)
- (30) 優先權：2016/10/31 日本 2016-213583  
2017/04/28 日本 2017-090227
- (71) 申請人：TDK 股份有限公司 (日本) TDK CORPORATION (JP)  
日本
- (72) 發明人：原田明洋 HARADA, AKIHIRO (JP)；松元裕之 MATSUMOTO, HIROYUKI (JP)；  
堀野賢治 HORINO, KENJI (JP)；吉留和宏 YOSHIDOME, KAZUHIRO (JP)；長谷  
川曉斗 HASEGAWA, AKITO (JP)；天野一 AMANO, HAJIME (JP)；荒健輔 ARA,  
KENSUKE (JP)；小枝真仁 KOEDA, MASAHIRO (JP)；野老誠吾 TOKORO, SEIGO  
(JP)
- (74) 代理人：洪澄文
- 申請實體審查：有 申請專利範圍項數：14 項 圖式數：0 共 27 頁

## (54) 名稱

軟磁性合金及磁性部件

## (57) 摘要

本發明提供一種軟磁性合金等，其滿足高的飽和磁通密度、低的矯頑力及高的導磁率  $\mu'$  的全部，且具有優異的軟磁特性和高的耐蝕性。本發明的軟磁性合金由組成式  $((\text{Fe}_{(1-(\alpha+\beta))}\text{X1}_\alpha\text{X2}_\beta)_{(1-(a+b+d+e))}\text{M}_a\text{B}_b\text{Cr}_d\text{Cu}_e)_{1-f}\text{C}_f$  構成，其中，X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上，X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上，M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 中以上， $0.030 \leq a \leq 0.14$ 、 $0.028 \leq b \leq 0.15$ 、 $0.005 \leq d \leq 0.020$ 、 $0 < e \leq 0.030$ 、 $0 \leq f \leq 0.040$ 、 $\alpha \geq 0$ 、 $\beta \geq 0$  及  $0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50$ 。

# 發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

## 【發明名稱】 (中文/英文)

軟磁性合金及磁性部件

## 【技術領域】

【0001】本發明係關於軟磁性合金及磁性部件。

## 【先前技術】

【0002】近年來，在電子設備、資訊設備、通信設備等中要求低耗電量及高效率。進一步，為了實現低碳化社會，對於上述的要求更為強烈。因此，在電子設備、資訊設備、通信設備等的電源電路中，也要求降低能量損失或提高電源效率。而且，對用於電源電路的磁元件的磁芯，要求提高飽和磁通密度並降低磁芯損耗（磁芯損失）。如果降低磁芯損耗，則電能的損耗就減小，能夠實現高效和節能。

【0003】專利文獻 1 中記載有 Fe-B-M (M = Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W) 系的軟磁性非晶質合金。該軟磁性非晶質合金與市售的非晶態 Fe 相比，具有高的飽和磁通密度，具有良好的軟磁特性。

【0004】專利文獻 1：日本發明專利第 3342767 號

【0005】此外，作為降低上述磁芯的磁芯損耗的方法，考慮降低構成磁芯的磁性體的矯頑力。

【0006】但是，專利文獻 1 的合金組合物中不含有能夠改善耐蝕性的元素，所以在大氣中的製造極其困難。進一步，對於專利文獻 1 的合金組合物而言，即使想要在氬氣氣氛或氫氣

氣氛中通過水霧化法或氣體霧化法進行製造，也存在因氣氛中的少量的氧氣而發生氧化的問題。

### 【發明內容】

【0007】本發明的目的在於提供一種軟磁性合金等，其滿足高的飽和磁通密度、低的矯頑力及高的導磁率  $\mu'$  的全部，並且具有優異的軟磁特性和高的耐蝕性。

【0008】為了實現上述目的，本發明提供一種軟磁性合金，其特徵在於，

由組成式  $(\text{Fe}_{(1-(\alpha+\beta))}\text{X1}_\alpha\text{X2}_\beta)_{(1-(a+b+d+e))}\text{M}_a\text{B}_b\text{Cr}_d\text{Cu}_e)_{1-f}\text{C}_f$  構成，其中，

X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上，

X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上，

M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 種以上，

$$0.030 \leq a \leq 0.14,$$

$$0.028 \leq b \leq 0.15,$$

$$0.005 \leq d \leq 0.020,$$

$$0 < e \leq 0.030,$$

$$0 \leq f \leq 0.040,$$

$$\alpha \geq 0,$$

$$\beta \geq 0,$$

$$0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50。$$

【0009】本發明的軟磁性合金具有上述的特徵，由此，通

過實施熱處理，容易具有容易成為鐵基奈米結晶合金的結構。進一步，具有上述特徵的鐵基奈米結晶合金的耐蝕性高。而且，具有上述特徵的鐵基奈米結晶合金成為飽和磁通密度高、矯頑力低、且導磁率  $\mu'$  高的具有優選的軟磁特性的軟磁性合金。

【0010】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $0.730 \leq 1 - (a + b + d + e) \leq 0.900$ 。

【0011】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $0 \leq \alpha \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.40$ 。

【0012】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $\alpha = 0$ 。

【0013】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $0 \leq \beta \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.030$ 。

【0014】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $\beta = 0$ 。

【0015】本發明的軟磁性合金中，也可以是， $\alpha = \beta = 0$ 。

【0016】本發明的軟磁性合金中，也可以是，其由非晶質及初期微晶構成，並且具有所述初期微晶存在於所述非晶質中的奈米異質結構。

【0017】所述初期微晶的平均粒徑也可以為  $0.3 \sim 10\text{nm}$ 。

【0018】本發明的軟磁性合金也可以具有由鐵基奈米結晶構成的構造。

【0019】所述鐵基奈米結晶的平均粒徑可以為  $5 \sim 30\text{nm}$ 。

【0020】本發明的軟磁性合金也可以為薄帶形狀。

【0021】本發明的軟磁性合金也可以為粉末形狀。

【0022】另外，本發明的磁性部件由上述的軟磁性合金構

成。

**【圖式簡單說明】**

無。

**【實施方式】**

**【0023】** 以下，對本發明的實施方式進行說明。

**【0024】** 本實施方式的軟磁性合金具有 Fe、M、B、Cr、Cu 及 C 的含量分別在特定的範圍內的組成。具體而言，其是由組成式  $(\text{Fe}_{(1-(\alpha+\beta))} \text{X1}_\alpha \text{X2}_\beta)_{(1-(a+b+d+e))} \text{M}_a \text{B}_b \text{Cr}_d \text{Cu}_e)_{1-f} \text{C}_f$  構成的軟磁性合金，其中，

X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上，

X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上，

M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 種以上，

$$0.030 \leq a \leq 0.14,$$

$$0.028 \leq b \leq 0.15,$$

$$0.005 \leq d \leq 0.020,$$

$$0 < e \leq 0.030,$$

$$0 \leq f \leq 0.040,$$

$$\alpha \geq 0,$$

$$\beta \geq 0,$$

$$0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50。$$

**【0025】** 具有上述組成的軟磁性合金由非晶質構成，容易成為不含由粒徑大於 15nm 的結晶構成的結晶相的軟磁性合

金。而且，在對該軟磁性合金進行熱處理的情況下，容易析出鐵基奈米結晶。而且，含有鐵基奈米結晶的軟磁性合金容易具有良好的磁特性。進一步，容易成為耐蝕性也優異的軟磁性合金。

【0026】換言之，具有上述的組成的軟磁性合金容易成為使鐵基奈米結晶析出的軟磁性合金的初始原料。

【0027】鐵基奈米結晶是粒徑為奈米級，並且 Fe 的結晶結構為 bcc（體心立方晶體結構）的結晶。在本實施方式中，優選使平均粒徑為 5nm~30nm 的鐵基奈米結晶析出。這種析出了鐵基奈米結晶的軟磁性合金，容易使飽和磁通密度提高，容易使矯頑力降低，容易使導磁率  $\mu'$  提高。此外，導磁率  $\mu'$  是複數導磁率的實部。

【0028】此外，熱處理前的軟磁性合金可以完全僅由非晶質構成，但優選由非晶質及粒徑為 15nm 以下的初期微晶構成，並且具有所述初期微晶存在於所述非晶質中的奈米異質結構。由於軟磁性合金具有初期微晶存在於非晶質中的奈米異質結構，從而在熱處理時容易析出鐵基奈米結晶。此外，在本實施方式中，優選上述初期微晶的平均粒徑為 0.3nm~10nm。

【0029】以下，對本實施方式的軟磁性合金的各成分進行詳細說明。

【0030】M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 種以上。另外，作為 M 的種類，優選為選自 Nb、Hf 及 Zr 組成之族群的 1 種以上。由於 M 的種類為選自 Nb、Hf 及 Zr 組成之族群的 1 種以上，從而使矯頑力容易降低。

【0031】 M 的含量 ( a ) 滿足  $0.030 \leq a \leq 0.14$ 。M 的含量 ( a ) 優選為  $0.030 \leq a \leq 0.12$ 。在 a 小的情況下，熱處理前的軟磁性合金中容易產生由粒徑大於 15nm 的結晶構成的結晶相，通過熱處理不能析出鐵基奈米結晶，矯頑力容易變高，並且導磁率  $\mu'$  容易降低。在 a 大的情況下，飽和磁通密度容易降低。

【0032】 B 的含量 ( b ) 滿足  $0.028 \leq b \leq 0.15$ 。在 b 小的情況下，在熱處理前的軟磁性合金中容易產生由粒徑大於 15nm 的結晶構成的結晶相，通過熱處理不能析出鐵基奈米結晶，矯頑力容易變高，並且導磁率  $\mu'$  容易降低。在 b 大的情況下，飽和磁通密度容易降低。

【0033】 Cr 的含量 ( d ) 滿足  $0.005 \leq d \leq 0.020$ 。在 d 小的情況下，耐蝕性容易降低。

【0034】 Cu 的含量 ( e ) 滿足  $0 < e \leq 0.030$ 。通過含有 Cu，矯頑力容易降低。優選為滿足  $0.001 \leq e \leq 0.030$ ，更優選為滿足  $0.005 \leq e \leq 0.020$ 。在 e 過大的情況下，在熱處理前的軟磁性合金中容易產生由粒徑大於 15nm 的結晶構成的結晶相，通過熱處理不能析出鐵基奈米結晶，矯頑力容易變高，並且導磁率  $\mu'$  容易降低。

【0035】 進一步，本實施方式的軟磁性合金由於 Cr 的含量 ( d ) 及 Cu 的含量 ( e ) 均在上述範圍內，從而能夠使矯頑力降低，並且提高導磁率  $\mu'$ 。當 Cr 或 Cu 的含量 ( d 或 e ) 均在上述範圍外時，矯頑力容易上升，導磁率  $\mu'$  容易降低。

【0036】 關於 Fe 的含量 (  $1 - ( a + b + d + e )$  )，沒有特別的限制，但優選滿足  $0.730 \leq 1 - ( a + b + d + e ) \leq 0.900$ 。在  $0.730 \leq 1 - ( a + b + d + e )$  的情況下，容易提高飽和磁通密度，

並且容易降低矯頑力。另外，在  $1 - (a + b + d + e) \leq 0.900$  的情況下，容易降低矯頑力。

【0037】 C 的含量 (f) 滿足  $0 \leq f \leq 0.040$ 。也可以為  $f = 0$ 。即，也可以不含 C。通過含有 C，矯頑力容易降低，並且導磁率  $\mu'$  容易提高。優選為  $0.001 \leq f \leq 0.040$ ，更優選為  $0.005 \leq f \leq 0.030$ 。在 f 過大的情況下，在熱處理前的軟磁性合金中容易產生由粒徑大於 15nm 的結晶構成的結晶相，通過熱處理不能析出鐵基奈米結晶，矯頑力容易提高，並且導磁率  $\mu'$  容易降低。另一方面，在不含 C ( $f = 0$ ) 的情況下，具有容易產生粒徑為 15nm 以下的初期微晶的優點。

【0038】 另外，本實施方式的軟磁性合金中，也可以由 X1 和/或 X2 取代 Fe 的一部分。

【0039】 X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上。X1 的含量 ( $\alpha$ ) 也可以為  $\alpha = 0$ 。即，也可以不含 X1。另外，將整個組成的原子數設為 100at% 時，X1 的原子數優選為 40at% 以下。即，優選滿足  $0 \leq \alpha \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.40$ 。

【0040】 X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上。X2 的含量 ( $\beta$ ) 也可以為  $\beta = 0$ 。即，也可以不含 X2。另外，將整個組成的原子數設為 100at% 時，X2 的原子數優選為 3.0at% 以下。即，優選滿足  $0 \leq \beta \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.030$ 。

【0041】 作為將 Fe 取代為 X1 和/或 X2 的取代量的範圍，以原子數計，為 Fe 的一半以下。即，滿足  $0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50$ 。在  $\alpha + \beta > 0.50$  的情況下，通過熱處理難以形成鐵基奈米結晶合金。



【0042】此外，本實施方式的軟磁性合金中，作為不可避免的雜質，也可以含有上述以外的元素。例如，相對於軟磁性合金 100 重量%，含有 1 重量% 以下的不可避免的雜質。

【0043】以下，對本實施方式的軟磁性合金的製造方法進行說明。

【0044】對本實施方式的軟磁性合金的製造方法沒有特別的限定。例如，有通過單輥法製造本實施方式的軟磁性合金的薄帶的方法。另外，薄帶也可以是連續薄帶。

【0045】在單輥法中，首先，準備最終得到的軟磁性合金中所含的各金屬元素的純金屬，以與最終得到的軟磁性合金成為同組成的方式進行稱量。而且，將各金屬元素的純金屬熔解並混合，製作母合金。此外，對於上述純金屬的熔解方法沒有特別的限制，例如有在腔室內抽真空後通過高頻加熱使其熔解的方法。此外，母合金與最終得到的由鐵基奈米結晶構成的軟磁性合金通常是相同的組成。

【0046】接著，將所作制的母合金加熱使其熔融，得到熔融金屬（熔液）。對於熔融金屬的溫度沒有特別的限制，例如可以設為  $1200^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ 。

【0047】在單輥法中，主要可通過調整輥的旋轉速度來調整得到的薄帶的厚度，但是，例如通過調整噴嘴與輥之間的間隔或熔融金屬的溫度等也可以調整所得到的薄帶的厚度。對於薄帶的厚度沒有特別的限制，例如可以設為  $5\mu\text{m} \sim 30\mu\text{m}$ 。

【0048】在後述的熱處理前的時間點，薄帶為不含粒徑大於 15nm 的結晶的非晶質。通過對非晶質的薄帶實施後述的熱

處理，能夠得到鐵基奈米結晶合金。

**【0049】** 此外，對於確認熱處理前的軟磁性合金的薄帶中是否含有粒徑大於 15nm 的結晶的方法沒有特別的限制。例如，關於是否存在粒徑大於 15nm 的結晶，可以通過通常的 X 射線衍射測定進行確認。

**【0050】** 另外，熱處理前的薄帶中可以完全不含粒徑低於 15nm 的初期微晶，但優選含有初期微晶。即，熱處理前的薄帶優選為由非晶質及存在於該非晶質中的該初期微晶構成的奈米異質結構。此外，對於初期微晶的粒徑沒有特別的限制，優選平均粒徑在 0.3nm~10nm 的範圍內。

**【0051】** 另外，對於是否存在上述的初期微晶、以及初期微晶的平均粒徑的觀察方法，沒有特別的限制，例如，可通過對利用離子銑削而薄片化了的試樣使用透射電子顯微鏡得到受限視場衍射圖像、奈米束衍射圖像、明視場圖像或高解析度圖像而進行確認。在使用受限視場衍射圖像或奈米束衍射圖的情況下，在衍射圖案中，在非晶質的情況下形成環狀的衍射，與之相對，在不是非晶質的情況下形成起因於結晶結構的衍射斑點。另外，在使用明視場圖像或高解析度圖像的情況下，通過以倍率  $1.00 \times 10^5 \sim 3.00 \times 10^5$  倍進行目視觀察，能夠觀察到是否存在初期微晶以及其平均粒徑。

**【0052】** 對於輓的溫度、旋轉速度及腔室內部的氣氛沒有特別的限制。為了非晶質化，優選輓的溫度為  $4^\circ\text{C} \sim 30^\circ\text{C}$ 。輓的旋轉速度越快、初期微晶的平均粒徑傾向於越小，為了得到平均粒徑為 0.3nm~10nm 的初期微晶，優選將輓的旋轉速度設為 25 米

/秒～30 米/秒。從成本方面考慮，腔室內部的氣氛優選為大氣。

**【0053】** 另外，對於用於製造鐵基奈米結晶合金的熱處理條件沒有特別的限制。根據軟磁性合金的組成的不同，優選的熱處理條件也不同。通常，優選的熱處理溫度大致為 400℃～600℃，優選的熱處理時間大致為 0.5 小時～10 小時。但是，根據其組成，有時也有脫離上述範圍時才存在優選的熱處理溫度及熱處理時間的情況。另外，對於熱處理時的氣氛沒有特別的限制。可以在如大氣這樣的活性氣氛下進行，也可以在氬氣這種惰性氣氛下進行。

**【0054】** 另外，對於得到的鐵基奈米結晶合金中的平均粒徑的計算方法沒有特別的限制。例如，可通過使用透射電子顯微鏡進行觀察而算出。另外，對於確認結晶結構是 bcc（體心立方晶體結構）的方法也沒有特別的限制。例如，可使用 X 射線衍射測定進行確認。

**【0055】** 另外，作為獲得本實施方式的軟磁性合金的方法，除了上述的單輥法以外，還有例如通過水霧化法或氣體霧化法得到本實施方式的軟磁性合金的粉體的方法。以下，對氣體霧化法進行說明。

**【0056】** 在氣體霧化法中，與上述的單輥法相同，得到 1200℃～1500℃ 的熔融合金。之後，在腔室內噴射上述熔融合金，製作粉體。

**【0057】** 此時，將氣體噴射溫度設為 4℃～30℃，將腔室內的蒸汽壓設為 1hPa 以下，由此容易得到上述優選的奈米異質結構。

**【0058】** 通過氣體霧化法制作粉體之後，在 400℃～600℃

下進行 0.5 分鐘～10 分鐘的熱處理，由此能夠防止各粉體彼此燒結而出現粉體粗大化，並且能夠促進元素的擴散，能夠在短時間內到達熱力學的平衡狀態，並且能夠除去應變及應力，容易獲得平均粒徑為 10nm～50nm 的鐵基軟磁性合金。

【0059】以上，對本發明的一實施方式進行了說明，但本發明不限於上述的實施方式。

【0060】對於本實施方式的軟磁性合金的形狀沒有特別的限制。如上所述，可以示例薄帶形狀或粉末形狀，但除此之外，還可以考慮塊形狀等。

【0061】對於本實施方式的軟磁性合金（鐵基奈米結晶合金）的用途沒有特別的限制。例如，可舉出磁性部件，其中，還可以特別舉出磁芯。可以良好地用作感應器用、特別是強力感應器用的磁芯。本實施方式的軟磁性合金除了可以用於磁芯之外，還可以用於薄膜感應器、磁頭。

【0062】以下，對由本實施方式的軟磁性合金獲得磁性部件、特別是磁芯及感應器的方法進行說明，但由本實施方式的軟磁性合金獲得磁芯及感應器的方法不限於下述的方法。另外，作為磁芯的用途，除感應器之外，還可以舉出變壓器及電動機等。

【0063】作為由薄帶形狀的軟磁性合金獲得磁芯的方法，例如可舉出將薄帶形狀的軟磁性合金捲繞的方法或層疊的方法。在層疊薄帶形狀的軟磁性合金時經由絕緣體進行層疊的情況下，能夠獲得進一步提高了特性的磁芯。

【0064】作為由粉末形狀的軟磁性合金獲得磁芯的方法，

例如可舉出，在與適當的粘合劑混合後，使用模型進行成形的  
方法。另外，在與粘合劑進行混合之前，通過對粉末表面實施  
氧化處理及包覆絕緣膜等，成為比電阻提高、更適於高頻帶的  
磁芯。

【0065】對於成形方法沒有特別的限制，可以示例使用模  
型的成形或模製成形等。對於粘合劑的種類沒有特別的限制，  
可以示例矽樹脂。對於軟磁性合金粉末和粘合劑的混合比率也  
沒有特別的限制。例如，相對於軟磁性合金粉末 100 品質%，  
混合 1 品質% ~ 10 品質% 的粘合劑。

【0066】例如，相對於軟磁性合金粉末 100 品質%，混合 1  
品質% ~ 5 品質% 的粘合劑，使用模型進行壓縮成形，由此能  
夠獲得占積率（粉末充填率）為 70% 以上、且施加  $1.6 \times 10^4 \text{A/m}$   
的磁場時的磁通密度為 0.45T 以上、且比電阻為  $1 \Omega \cdot \text{cm}$  以上  
的磁芯。上述特性是與通常的鐵素體磁芯相同或其以上的特性。

【0067】另外，例如，相對於軟磁性合金粉末 100 品質%，  
混合 1 品質% ~ 3 品質% 的粘合劑，在粘合劑的軟化點以上的  
溫度條件下通過模型進行壓縮成形，由此，能夠獲得占積率為  
80% 以上、且施加  $1.6 \times 10^4 \text{A/m}$  的磁場時的磁通密度為 0.9T 以  
上、且比電阻為  $0.1 \Omega \cdot \text{cm}$  以上的壓粉磁芯。上述的特性是比  
通常的壓粉磁芯更優異的特性。

【0068】進一步，相對於成為上述磁芯的成形體，作為去  
應變的熱處理，在成形後進行熱處理，由此磁芯損耗進一步降  
低，有用性得到提高。此外，通過降低構成磁芯的磁性體的矯  
頑力而降低磁芯的磁芯損耗。

【0069】另外，通過對上述磁芯實施繞線來獲得電感部件。對於繞線的實施方法及電感部件的製造方法沒有特別的限制。例如，可舉出在通過上述的方法製造的磁芯上捲繞至少 1 匝繞組的方法。

【0070】進一步，在使用軟磁性合金顆粒的情況下，有在將繞組線圈內置於磁性體的狀態下進行加壓成形使其一體化而製造電感部件的方法。該情況下，容易獲得與高頻且大電流對應的電感部件。

【0071】進一步，在使用軟磁性合金顆粒的情況下，通過將在軟磁性合金顆粒中添加粘合劑及溶劑而製成膏的軟磁性合金膏、及在線圈用的導體金屬中添加粘合劑及溶劑而製成膏的導體膏交替印刷層疊後進行加熱燒成，能夠獲得電感部件。或者，通過使用軟磁性合金膏來製作軟磁性合金片材，在軟磁性合金片材的表面印刷導體膏，將它們層疊並燒成，由此，能夠獲得磁性體中內置有線圈的電感部件。

【0072】在此，在使用軟磁性合金顆粒製造電感部件的情況下，從獲得優異的 Q 特性的方面考慮，優選使用最大粒徑以篩徑計為  $45\mu\text{m}$  以下、中心粒徑 (D50) 為  $30\mu\text{m}$  以下的軟磁性合金粉末。為了將最大粒徑以篩徑計設為  $45\mu\text{m}$  以下，使用網眼  $45\mu\text{m}$  的篩子，僅使用通過篩子的軟磁性合金粉末。

【0073】所使用的軟磁性合金粉末的最大粒徑大越大，高頻區域的 Q 值傾向於越低，特別是在使用最大粒徑以篩徑計超過  $45\mu\text{m}$  的軟磁性合金粉末的情況下，有時存在高頻區域的 Q 值大幅降低的情況。但是，在不重視高頻區域下的 Q 值的情況

下，可以使用偏差大的軟磁性合金粉末。因為偏差大的軟磁性合金粉末能夠廉價地進行製造，所以在使用偏差大的軟磁性合金粉末的情況下，能夠降低成本。

**【實施例】**

**【0074】** 以下，基於實施例具體說明本發明。

**【0075】** 以成為下表中所示的各實施例及比較例的合金組成的方式稱量原料金屬，通過高頻加熱而熔解，製作母合金。

**【0076】** 之後，將所製作的母合金加熱使其熔融，製成 1300℃ 的熔融狀態的金屬之後，在大氣中，通過以 30 米/秒的旋轉速度使用 20℃ 的軋的單軋法，將上述金屬向軋進行噴射，製作薄帶。薄帶的厚度為 20 $\mu$ m~25 $\mu$ m、薄帶的寬度約為 15mm、薄帶的長度約為 10m。

**【0077】** 對獲得的各個薄帶進行 X 射線衍射測定，確認有無粒徑大於 15nm 的結晶。而且，在不存在粒徑大於 15nm 的結晶的情況下，記為由非晶質相構成；在存在粒徑大於 15nm 的結晶的情況下，記為由結晶相構成。

**【0078】** 之後，對於各實施例及比較例的薄帶，以下表所示的條件進行熱處理。對熱處理後的各薄帶，測定飽和磁通密度及矯頑力。飽和磁通密度 ( $B_s$ ) 是使用振動試樣型磁力計 (VSM) 在磁場為 1000kA/m 的條件下進行測定的。矯頑力 ( $H_c$ ) 是使用直流 BH 示蹤器在磁場為 5kA/m 的條件下進行測定的。導磁率 ( $\mu'$ ) 是使用阻抗分析儀在頻率為 1kHz 的條件下進行測定的。在本實施例中，對於飽和磁通密度而言，將 1.20T 以上設為良好，將 1.40T 以上設為更良好。對於矯頑力而言，將

3.0A/m 以下設為良好，將 2.5A/m 以下設為更良好，將 1.6A/m 以下設為最良好。對於導磁率  $\mu'$  而言，將 40000 以上設為良好，將 50000 以上設為更良好。

【0079】進一步，對各實施例及比較例的薄帶進行恆溫恆濕測試，評價耐蝕性。在溫度 80°C、濕度 85% RH 的條件下觀察在何時產生腐蝕。在本實施例中，將 20 小時以上設為良好。

【0080】此外，在以下所示的實施例中，只要沒有特別的記載，則就通過 X 射線衍射測定、及使用透射電子顯微鏡的觀察，來確定所有的平均粒徑均為 5nm~30nm 且結晶結構為 bcc 的鐵基奈米結晶。

【0081】 【表 1】

試樣編號	(Fe(1-(a+b+d+e))MaBbCr dCu e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	Fe	Nb	Hf	Zr	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 1	0.760	0.140	0.000	0.000	0.100	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	3	1.42	<b>8.8</b>	<b>30700</b>
比較例 2	0.830	0.070	0.000	0.000	0.100	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	5	1.46	<b>8.3</b>	<b>31200</b>
比較例 3	0.870	0.030	0.000	0.000	0.100	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	2	1.53	7.7	<b>35100</b>
比較例 4	0.730	0.070	0.000	0.000	0.200	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	4	1.39	7.5	<b>33700</b>
比較例 5	0.900	0.070	0.000	0.000	0.030	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	4	1.59	<b>8.0</b>	<b>32600</b>
實施例 1	0.758	0.140	0.000	0.000	0.100	0.001	0.001	0.000	非晶質相	25	1.38	2.5	45600
實施例 2	0.828	0.070	0.000	0.000	0.100	0.001	0.001	0.000	非晶質相	23	1.50	2.2	47800
實施例 3	0.868	0.030	0.000	0.000	0.100	0.001	0.001	0.000	非晶質相	21	1.53	2.2	48700
比較例 5a	0.728	0.070	0.000	0.000	<b>0.200</b>	0.001	0.001	0.000	非晶質相	21	1.27	2.7	<b>36900</b>
實施例 5	0.898	0.070	0.000	0.000	0.030	0.001	0.001	0.000	非晶質相	22	1.66	2.1	49100
實施例 6	0.730	0.140	0.000	0.000	0.100	0.015	0.015	0.000	非晶質相	40	1.33	2.5	45200
實施例 7	0.800	0.070	0.000	0.000	0.100	0.015	0.015	0.000	非晶質相	39	1.44	2.3	46800
實施例 8	0.840	0.030	0.000	0.000	0.100	0.015	0.015	0.000	非晶質相	39	1.49	2.3	47500
比較例 5b	0.700	0.070	0.000	0.000	<b>0.200</b>	0.015	0.015	0.000	非晶質相	37	1.22	2.8	<b>35700</b>
實施例 10	0.870	0.070	0.000	0.000	0.030	0.015	0.015	0.000	非晶質相	38	1.60	2.2	48500

【0082】 【表 2】

試樣編號	(Fe(1-(a+b+d+e))MaBbCr dCu e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	Fe	Nb	Hf	Zr	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
實施例 11	0.720	0.110	0.000	0.000	0.140	0.010	0.020	0.000	非晶質相	37	1.36	2.9	40900
實施例 12	0.730	0.100	0.000	0.000	0.140	0.010	0.020	0.000	非晶質相	36	1.40	2.3	47100
實施例 13	0.900	0.050	0.000	0.000	0.035	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.66	2.3	48300
實施例 14	0.910	0.045	0.000	0.000	0.030	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.68	2.8	42300



【0083】 【表 3】

試樣編號	(Fe(1-(a+b+d+e)))MaBbCr dCu e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 6	0.735	<b>0.150</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	36	<b>1.16</b>	2.5	45100
實施例 15	0.745	0.140	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	37	1.25	2.4	45900
實施例 16	0.765	0.120	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.40	2.1	47600
實施例 17	0.785	0.100	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	33	1.42	2.1	48100
實施例 18	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 19	0.835	0.050	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	29	1.58	2.0	49400
實施例 20	0.855	0.030	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	26	1.63	2.0	49600
比較例 7	0.865	<b>0.020</b>	<b>0.000</b>	<b>0.000</b>	0.100	0.005	0.010	0.000	結晶相	23	1.51	<b>216</b>	<b>833</b>

【0084】 【表 4】

試樣編號	(Fe(1-(a+b+d+e)))MaBbCr dCu e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
實施例 21	0.745	0.000	0.140	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	34	1.31	2.4	45600
實施例 22	0.745	0.000	0.000	0.140	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.27	2.5	45300
實施例 23	0.815	0.000	0.070	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	32	1.52	2.2	47700
實施例 24	0.815	0.000	0.000	0.070	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	32	1.50	2.2	48200
實施例 25	0.855	0.000	0.030	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	28	1.57	2.0	49200
實施例 26	0.855	0.000	0.000	0.030	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	30	1.54	2.1	48900
實施例 27	0.745	0.070	0.070	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	33	1.30	2.5	45000
實施例 28	0.745	0.000	0.070	0.070	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	33	1.27	2.4	45100
實施例 29	0.745	0.070	0.000	0.070	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	36	1.33	2.4	45700
實施例 30	0.855	0.015	0.015	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.53	2.1	49200
實施例 31	0.855	0.000	0.015	0.015	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	26	1.50	2.3	48800
實施例 32	0.855	0.015	0.000	0.015	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	27	1.55	2.0	49100
實施例 33	0.745	0.060	0.040	0.040	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.29	2.4	46000
實施例 34	0.855	0.010	0.010	0.010	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	23	1.53	2.1	49400

【0085】 【表 5】

試樣編號	(Fe(1-(a+b+d+e)))MaBbCr dCu e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 8	0.730	0.040	0.000	0.000	<b>0.220</b>	0.005	0.005	0.000	非晶質相	35	<b>1.18</b>	2.9	<b>34300</b>
比較例 8a	0.730	0.055	0.000	0.000	<b>0.200</b>	0.005	0.010	0.000	非晶質相	37	1.25	2.5	<b>35700</b>
比較例 8b	0.740	0.070	0.000	0.000	<b>0.175</b>	0.005	0.010	0.000	非晶質相	36	1.28	2.4	<b>38200</b>
比較例 8c	0.755	0.070	0.000	0.000	<b>0.160</b>	0.005	0.010	0.000	非晶質相	36	1.29	2.5	<b>39700</b>
實施例 37	0.765	0.070	0.000	0.000	0.150	0.005	0.010	0.000	非晶質相	36	1.40	2.3	47700
實施例 38	0.790	0.070	0.000	0.000	0.125	0.005	0.010	0.000	非晶質相	35	1.42	2.1	48900
實施例 18	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 39	0.845	0.070	0.000	0.000	0.070	0.005	0.010	0.000	非晶質相	33	1.55	2.0	49500
實施例 40	0.865	0.070	0.000	0.000	0.050	0.005	0.010	0.000	非晶質相	30	1.59	2.0	49800
實施例 41	0.887	0.070	0.000	0.000	0.028	0.005	0.010	0.000	非晶質相	25	1.61	2.3	48000
比較例 9	0.895	0.070	0.000	0.000	<b>0.020</b>	0.005	0.010	0.000	結晶相	21	1.43	<b>222</b>	<b>765</b>

【0086】 【表 6】

試樣編號	(F e(1-(a+b+d+e))M a B b C r d C u e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 10	0.793	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	<b>0.032</b>	0.000	結晶相	33	1.31	<b>330</b>	<b>422</b>
實施例 42	0.795	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.030	0.000	非晶質相	38	1.38	2.5	46800
實施例 43	0.805	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.020	0.000	非晶質相	37	1.44	2.1	48900
實施例 44	0.810	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.015	0.000	非晶質相	35	1.44	2.2	47800
實施例 18	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 45	0.820	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.005	0.000	非晶質相	33	1.45	2.3	47100
實施例 46	0.824	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.001	0.000	非晶質相	31	1.46	2.5	45500
比較例 11	0.825	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	<b>0.000</b>	0.000	非晶質相	30	1.47	<b>7.4</b>	<b>31300</b>

【0087】 【表 7】

試樣編號	(F e(1-(a+b+d+e))M a B b C r d C u e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 12a	0.780	0.120	0.000	0.000	0.060	<b>0.030</b>	0.010	0.000	非晶質相	38	1.40	<b>3.9</b>	<b>30800</b>
比較例 12b	0.790	0.070	0.000	0.000	0.100	<b>0.030</b>	0.010	0.000	非晶質相	38	1.43	<b>3.5</b>	<b>32100</b>
實施例 48	0.800	0.070	0.000	0.000	0.100	0.020	0.010	0.000	非晶質相	37	1.50	2.2	48600
實施例 49	0.810	0.070	0.000	0.000	0.100	0.010	0.010	0.000	非晶質相	33	1.52	2.1	49200
實施例 18	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
比較例 13	0.820	0.070	0.000	0.000	0.100	<b>0.000</b>	0.010	0.000	非晶質相	<b>3</b>	1.46	<b>3.3</b>	<b>33700</b>

【0088】 【表 8】

試樣編號	(F e(1-(a+b+d+e))M a B b C r d C u e)1-fCf ( $\alpha=\beta=0$ )												
	F e	Nb	H f	Z r	B	Cr	Cu	C	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
										80°C×85RH/h			
a				b	d	e	f	(h)	(T)	(A/m)			
比較例 14	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	<b>0.045</b>	結晶相	31	1.39	<b>186</b>	<b>807</b>
實施例 51	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.040	非晶質相	35	1.41	1.8	50200
實施例 52	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.030	非晶質相	33	1.45	1.2	57300
實施例 53	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.010	非晶質相	33	1.46	1.4	55900
實施例 54	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.005	非晶質相	32	1.48	1.6	53700
實施例 55	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.001	非晶質相	31	1.47	1.8	50700
實施例 18	0.815	0.070	0.000	0.000	0.100	0.005	0.010	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 56	0.735	0.100	0.000	0.000	0.140	0.015	0.010	0.005	非晶質相	39	1.40	1.6	52900
實施例 57	0.890	0.060	0.000	0.000	0.040	0.005	0.005	0.005	非晶質相	30	1.71	1.6	55100
實施例 58	0.740	0.140	0.000	0.000	0.100	0.010	0.010	0.030	非晶質相	35	1.41	1.2	57000
實施例 59	0.900	0.060	0.000	0.000	0.030	0.005	0.005	0.030	非晶質相	27	1.73	1.3	56400

【0089】 【表 9】

試樣編號	F e(1-( $\alpha$ + $\beta$ ))X1 $\alpha$ X2 $\beta$ (a ~ f 與實施例 18 相同)								
	X 1		X 2		XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
	種類	$\alpha \{ 1-(a+b+d+e) \} (1-f)$	種類	$\beta \{ 1-(a+b+d+e) \} (1-f)$		80°C×85RH/h (h)			
實施例 18	-	0.000	-	0.000	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 60	C o	0.010	-	0.000	非晶質相	31	1.48	2.2	46900
實施例 61	C o	0.100	-	0.000	非晶質相	33	1.50	2.2	47100
實施例 62	C o	0.400	-	0.000	非晶質相	35	1.52	2.3	46600
實施例 63	N i	0.010	-	0.000	非晶質相	33	1.47	2.0	49200
實施例 64	N i	0.100	-	0.000	非晶質相	34	1.47	2.0	49600
實施例 65	N i	0.400	-	0.000	非晶質相	36	1.46	2.2	48600
實施例 66	-	0.000	W	0.030	非晶質相	28	1.45	2.1	48200
實施例 67	-	0.000	Al	0.030	非晶質相	33	1.47	2.2	47400
實施例 68	-	0.000	M n	0.030	非晶質相	32	1.44	2.3	45900
實施例 69	-	0.000	S n	0.030	非晶質相	32	1.42	2.2	47100
實施例 70	-	0.000	B i	0.030	非晶質相	26	1.41	2.3	45300
實施例 71	-	0.000	Y	0.030	非晶質相	29	1.46	2.1	47900
實施例 72	C o	0.100	W	0.030	非晶質相	30	1.48	2.2	46200

【0090】 【表 10】

試樣編號	a ~ f , $\alpha$ 及 $\beta$ 與實施例 18 相同								
	軋的旋轉速度 (m/sec.)	熱處理溫度 (°C)	初期微晶的 平均粒徑 (nm)	鐵基奈米結晶合金的 平均粒徑 (nm)	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
						80°C×85RH/h (h)			
實施例 73	45	450	無初期微晶	3	非晶質相	33	1.40	2.2	46700
實施例 74	40	400	0.1	3	非晶質相	31	1.45	2.0	48500
實施例 75	30	450	0.3	5	非晶質相	30	1.46	2.1	48800
實施例 76	30	500	0.3	10	非晶質相	32	1.44	2.0	49200
實施例 18	30	550	0.3	13	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 77	25	550	10.0	20	非晶質相	33	1.47	2.2	47300
實施例 78	25	600	10.0	30	非晶質相	32	1.48	2.3	45900
實施例 79	20	650	15.0	50	非晶質相	34	1.48	2.5	45200

【0091】表 1 中記載的是，使 B 的含量 (b)、Cr 的含量 (d) 及 Cu 的含量 (e) 變化，進一步作為 M 僅用 Nb 並使 Nb 的含量 (a) 變化的實施例及比較例。

【0092】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。

【0093】與之相對，d=0 及 e=0 的比較例 (比較例 1~5) 的恆溫恆濕測試的結果是不優選的，矯頑力上升，導磁率  $\mu'$  降低。另外，b=0.200 的比較例 (比較例 5a 及 5b) 的導磁率  $\mu'$  降低。

【0094】表 2 中記載的是，以 Fe 的含量變化的方式使 B 的

含量 (b)、Cr 的含量 (d) 及 Cu 的含量 (e) 變化，進一步作為 M 僅用 Nb 並使 Nb 的含量 (a) 變化的實施例。

【0095】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。

【0096】另外， $1 - (a + b + d + e)$  在 0.730~0.900 的範圍內的實施例的矯頑力為 2.5A/m 以下，更良好。

【0097】表 3 中記載的是，作為 M 僅用 Nb 並使 Nb 的含量 (a) 變化的實施例及比較例。

【0098】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。與之相對，a 過大的比較例 (比較例 6) 的殘留磁通密度降低。a 過小的比較例 (比較例 7) 的熱處理前的薄帶由結晶相構成，熱處理後的矯頑力顯著提高，導磁率  $\mu'$  顯著降低。

【0099】表 4 中記載的是，使 M 的含量 (a) 及 M 的種類變化的實施例。

【0100】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。

【0101】表 5 中記載的是，使 B 的含量 (b) 變化的實施例及比較例。

【0102】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。與之相對，b 過大的比較例 (比較例 8、8a、8b、8c)

的導磁率  $\mu'$  降低。進一步，比較例 8 的殘留磁通密度也降低。b 過小的比較例（比較例 9）的熱處理前的薄帶由結晶相構成，熱處理後的矯頑力顯著提高，導磁率  $\mu'$  顯著降低。

【0103】表 6 中記載的是，使 Cu 的含量（e）變化的實施例及比較例。

【0104】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。與之相對，e 過大的比較例（比較例 10）的熱處理前的薄帶由結晶相構成，熱處理後的矯頑力顯著提高，導磁率  $\mu'$  顯著降低。e 過小的比較例（比較例 11）的熱處理後的矯頑力提高，導磁率  $\mu'$  降低。

【0105】表 7 中記載的是，主要使 Cr 的含量（d）變化的實施例及比較例。

【0106】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。與之相對，d 過大的比較例（比較例 12a、12b）的熱處理後的矯頑力提高，導磁率  $\mu'$  降低。d 過小的比較例（比較例 13）的耐蝕性降低，熱處理後的矯頑力提高，導磁率  $\mu'$  降低。

【0107】表 8 的比較例 14 及實施例 18、51~55 使 C 的含量（f）發生了變化。

【0108】各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。另外，f 在 0.005~0.030 的範圍內的實施例的矯頑力為 1.6A/m 以下，更良好。與之相對，f 過大的比較例（比較例

14) 的熱處理前的薄帶由結晶相構成，熱處理後的矯頑力顯著提高，導磁率  $\mu'$  顯著降低。

【0109】表 8 的實施例 56 及實施例 57 是將 C 的含量 (f) 設為 0.005 並使 Fe 的含量發生變化的實施例。實施例 58 及實施例 59 是將 C 的含量 (f) 設為 0.030 並使 Fe 的含量發生變化的實施例。各成分的含量在規定的範圍內的實施例的恆溫恆濕測試的結果良好。進一步，飽和磁通密度、矯頑力及導磁率  $\mu'$  良好。

【0110】表 9 是在實施例 18 中將 Fe 的一部分用 X1 和/或 X2 進行了取代的實施例。

【0111】即使將 Fe 的一部分用 X1 和/或 X2 進行取代，也顯示良好的特性。

【0112】表 10 是，對於實施例 18 而言，通過使輓的旋轉速度和/或熱處理溫度發生變化，從而使初期微晶的平均粒徑及鐵基奈米結晶合金的平均粒徑發生變化的實施例。

【0113】即使使初期微晶的平均粒徑及鐵基奈米結晶合金的平均粒徑發生變化，也顯示良好的特性。

【0114】【表 11】

試樣編號	a ~ f, $\alpha$ 及 $\beta$ 與實施例 18 相同					
	M	XRD	恆溫恆濕測試	Bs	Hc	$\mu'$ (1kHz)
			80°C×85RH/h			
			(h)	(T)	(A/m)	
實施例 18	Nb	非晶質相	31	1.47	2.0	49000
實施例 23	Hf	非晶質相	32	1.52	2.2	47700
實施例 24	Zr	非晶質相	32	1.50	2.2	48200
實施例 81	Ta	非晶質相	30	1.48	2.1	47900
實施例 82	Ti	非晶質相	29	1.47	2.0	48800
實施例 83	Mo	非晶質相	31	1.46	2.2	48000
實施例 84	V	非晶質相	30	1.47	2.1	47500

【0115】表 11 是，除了使 M 的種類發生變化這一點之外，以與實施例 18、23 及 24 相同的條件進行實施的實施例。

【0116】即使使 M 的種類發生變化，也顯示良好的特性。

**【符號說明】**

無。

## 發明摘要

※ 申請案號：106137598

※ 申請日：106/10/31

※IPC 分類：

## 【發明名稱】（中文/英文）

軟磁性合金及磁性部件

## 【中文】

本發明提供一種軟磁性合金等，其滿足高的飽和磁通密度、低的矯頑力及高的導磁率  $\mu'$  的全部，且具有優異的軟磁特性和高的耐蝕性。本發明的軟磁性合金由組成式  $(\text{Fe}_{(1-(\alpha+\beta))} \text{X1}_\alpha \text{X2}_\beta)_{(1-(a+b+d+e))} \text{M}_a \text{B}_b \text{Cr}_d \text{Cu}_e)_{1-f} \text{C}_f$  構成，其中，X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上，X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上，M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 中以上， $0.030 \leq a \leq 0.14$ 、 $0.028 \leq b \leq 0.15$ 、 $0.005 \leq d \leq 0.020$ 、 $0 < e \leq 0.030$ 、 $0 \leq f \leq 0.040$ 、 $\alpha \geq 0$ 、 $\beta \geq 0$  及  $0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50$ 。

## 【英文】

無。



**【代表圖】**

**【本案指定代表圖】**：無。

**【本代表圖之符號簡單說明】**：無。

**【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】**：  
無。

## 申請專利範圍

1. 一種軟磁性合金，其特徵在於，

由組成式  $(\text{Fe}_{(1-(\alpha+\beta))}\text{X1}_\alpha\text{X2}_\beta)_{(1-(a+b+d+e))}\text{M}_a\text{B}_b\text{Cr}_d\text{Cu}_e)_{1-f}\text{C}_f$  構成，其中，

X1 為選自 Co 及 Ni 組成之族群的 1 種以上，

X2 為選自 W、Al、Mn、Ag、Zn、Sn、As、Sb、Bi、N、O 及稀土類元素組成之族群的 1 種以上，

M 為選自 Nb、Hf、Zr、Ta、Ti、Mo 及 V 組成之族群的 1 種以上，

$$0.030 \leq a \leq 0.14,$$

$$0.028 \leq b \leq 0.15,$$

$$0.005 \leq d \leq 0.020,$$

$$0 < e \leq 0.030,$$

$$0 \leq f \leq 0.040,$$

$$\alpha \geq 0,$$

$$\beta \geq 0,$$

$$0 \leq \alpha + \beta \leq 0.50。$$

2. 如申請專利範圍第 1 項所述的軟磁性合金，其中，

$$0.730 \leq 1 - (a + b + d + e) \leq 0.900。$$

3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，

$$0 \leq \alpha \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.40。$$

4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，

$$\alpha = 0。$$

5. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，

$$0 \leq \beta \{ 1 - (a + b + d + e) \} (1 - f) \leq 0.030。$$

6. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中， $\beta = 0$ 。
7. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中， $\alpha = \beta = 0$ 。
8. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，該軟磁性合金由非晶質及初期微晶構成，並且具有該初期微晶存在於該非晶質中的奈米異質結構。
9. 如申請專利範圍第 8 項所述的軟磁性合金，其中，該初期微晶的平均粒徑為  $0.3 \sim 10\text{nm}$ 。
10. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，具有由鐵基奈米結晶構成的結構。
11. 如申請專利範圍第 10 項所述的軟磁性合金，其中，該鐵基奈米結晶的平均粒徑為  $5 \sim 30\text{nm}$ 。
12. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，該軟磁性合金為薄帶形狀。
13. 如申請專利範圍第 1 或 2 項所述的軟磁性合金，其中，該軟磁性合金為粉末形狀。
14. 一種磁性部件，其由申請專利範圍第 1~13 項中任一項所述的軟磁性合金構成。

圖式  
無