



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本

(11)證書號數：TW I393792B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：098124239

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 17 日

(51)Int. Cl. : C22C38/40 (2006.01)

C22C38/00 (2006.01)

C23C30/00 (2006.01)

(30)優先權：2008/07/22 日本

2008-188997

(71)申請人：新日鐵住金股份有限公司 (日本) NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：有田吉宏 ARITA, YOSHIHIRO (JP)；牛神義行 USHIGAMI, YOSHIYUKI (JP)；平野茂 HIRANO, SHIGERU (JP)；藤井浩康 FUJII, HIROYASU (JP)；山口俊尚 YAMAGUCHI, TOSHINAO (JP)；小池勳 KOIKE, ISAO (JP)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

US 4331196

H. Katada, T. Shimatsu, I. Watanabe, H. Muraoka, Member, IEEE, Y. Nakamura, and Y. Sugita, Fellow, IEEE, 「Induced Uniaxial Magnetic Anisotropy and Film Magnetostriction in Very Thin Permalloy Films」, IEEE TRANSACTIONS ON MAGNETICS, VOL. 37, NO. 4, JULY 2001.

審查人員：潘煒琳

申請專利範圍項數：5 項 圖式數：7 共 0 頁

(54)名稱

無方向性電磁鋼板及其製造方法

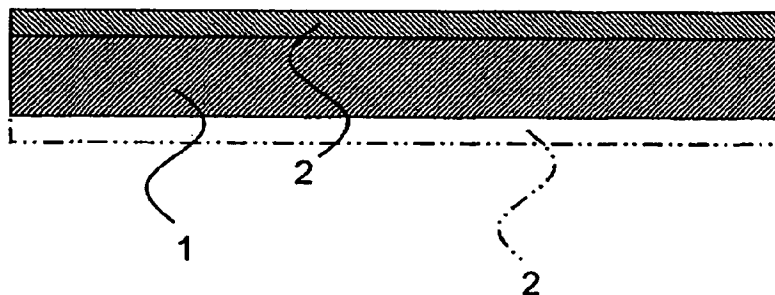
(57)摘要

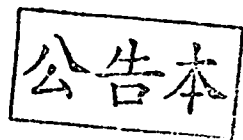
本發明係提供一種無方向性電磁鋼板上，設有在基材，及基材之至少一面的表面所形成之 Fe-Ni 合金膜；該合金膜，以質量%計，含有 Fe：10%~40%及 Ni：60%~90%且厚度為 0.1 微米以上。

1 . . . 基材

2 . . . Fe-Ni 合金膜

第 5 圖





發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：98 1242 39

※申請日：98. 7. 17

※IPC 分類：C22C 38/40 (2006.01)

C22C 38/00 (2006.01)

C23C 30/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

無方向性電磁鋼板及其製造方法

二、中文發明摘要：

本發明係提供一種無方向性電磁鋼板上，設有在基材，及基材之至少一面的表面所形成之Fe-Ni合金膜；該合金膜，以質量%計，含有Fe：10%~40%及Ni：60%~90%且厚度為0.1微米以上。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (5) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

1...基材

2...Fe-Ni合金膜

五、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

六、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

發明領域

本發明係有關適用於電動機器的鐵芯材料之無方向性電磁鋼板及其製造方法。

【先前技術】

發明背景

近年來，小型通用馬達及壓縮機馬達中，已有使用低損失之電磁鋼板。此類之電磁鋼板中，主要是藉由純度提高及結晶粒粗大化，改善約在1.0T以下的低磁場之磁化特性。

再者，近年來，由於世界性的電動機器之省能源意識高漲，對於作為用於旋轉機的鐵芯材料之無方向性電磁鋼板，要求較高性能之特性。

但是，在工業上更要提高電磁鋼板之純度不容易。又，藉由結晶粒之粗大化減低鐵損，雖約於150微米達到飽和，但先前的電磁鋼板之結晶粒徑已約達150微米。因此，雖使結晶粒更粗大化，鐵損亦難以更減低。

如此，習知的技術，難以使低磁場中之磁性特性更高。

【先行技術文獻】

【專利文獻】

【專利文獻1】特開平07-070719號公報

【專利文獻2】特開平08-165520號公報

【專利文獻3】特開平08-283853號公報

【發明內容】

發明概要

發明欲解決之課題

本發明之目的在於提供在低磁場更可提高磁性特性之無方向性電磁鋼板及其製造方法。

用以欲解決課題之手段

本發明係用以解決前述的問題實施者，其要旨如下。

(1) 一種無方向性電磁鋼板，其特徵在於包含基材及Fe-Ni合金膜，該Fe-Ni合金膜係形成於前述基材之至少一面的表面，以質量%計，含有Fe：10%~40%及Ni：60%~90%，且厚度為0.1微米以上。

(2) 如第(1)項之無方向性電磁鋼板，其中前述Fe-Ni合金膜之厚度為0.6微米以下。

(3) 如第(1)或(2)項之無方向性電磁鋼板，其中前述基材，以質量%計，含有C：0.05%以下；Si：0.1%以上、7%以下；Al：0.01%以上、7%以下，且殘餘部分係由Fe及不可避免之不純物構成。

(4) 如第(1)~(3)項中任一項之無方向性電磁鋼板，其中具有形成於前述基材的表面之絕緣膜。

(5) 一種無方向性電磁鋼板的製造方法，其特徵在於具有在基材之至少一面的表面形成厚度0.1微米以上的Fe-Ni合金膜之步驟，且該Fe-Ni合金膜以質量%計，含有Fe：10%~40%及Ni：60%~90%。

(6) 如第(5)項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中前述Fe-Ni合金膜之厚度為0.6微米以下。

(7) 如第(5)或(6)項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中前述基材，以質量%計，係含有C：0.05%以下；Si：0.1%以上、7%以下；Al：0.01%以上、7%以下，且殘餘部分係由Fe及不可避免之不純物構成。

(8) 如第(5)~(7)項中任一項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中在形成前述Fe-Ni合金膜之步驟前，具有在前述基材之表面形成絕緣膜的步驟。

(9) 如第(5)~(7)項中任一項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中在形成前述Fe-Ni合金膜之步驟後，具有在前述基材之表面形成絕緣膜的步驟。

發明效果

根據本發明，藉由適當的Fe-Ni合金膜之作用，由於基材表面之磁區被適當地控制，故可提高磁性特性。

圖式簡單說明

【第1圖】 第1圖係在低磁場範圍的磁性特性之顯示圖。

【第2圖】 第2圖係頻率與鐵損改善率的關係之顯示圖。

【第3圖】 第3圖係Ni含量與相對導磁率的關係之顯示圖。

【第4圖】 第4圖係Fe-Ni合金膜的厚度與相對導磁率的關係之顯示圖。

【第5圖】 第5圖係顯示本發明之實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

【第6圖】 第6圖係顯示本發明之其他實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

【第7圖】 第7圖係顯示更與本發明之其他實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

【實施方式】

用以實施發明之形態

本發明人等，細節另後述，藉由在無方向性電磁鋼板之基材進行Fe-Ni合金膜加膜，而發現在無方向性電磁鋼板之表面附近的磁區，在平行於該表面之方向成為一致。又，該結果，亦發現在低磁場(例如約0.8T)之磁化特性提高。提高低磁場的磁化特性，例如，可對於電動機器之省能源化有貢獻。又，以下的說明中，元素之含量單位為質量%或質量ppm。

本發明人等，在無方向性電磁鋼板之片面，藉由濺射(sputtering)法形成Fe-78%Ni合金膜。即，在無方向性電磁鋼板之片面覆蓋Fe-78%Ni合金膜。作為無方向性電磁鋼板係使用含有C：0.002%、Si：3.0%及Al：0.5%，殘餘部分係由Fe及不可避免之不純物構成，且厚度為0.35毫米者。又，Fe-78%Ni合金膜之厚度設成0.4微米。然後測定直流磁化特性。直流磁化特性之測定中，求其最大磁通量密度 B_m (0.4T~1.6T)與相對導磁率 μ_s 之關係。此時，相對導磁率 μ_s 係測定壓延方向。為比較起見，對於未形成Fe-78%Ni合金

膜之無方向性電磁鋼板亦進行同樣的測定。該等之結果顯示於第1圖。

如第1圖所示，形成有Fe-78%Ni合金膜之無方向性電磁鋼板中，與未形成Fe-78%Ni合金膜者比數，在低磁場之相對導磁率 μ_s 升高。即低磁場之磁性特性提高。特別是最大磁通量密度 B_m 約為0.8T時，相對導磁率 μ_s 最大。又，最大磁通量密度 B_m 約為0.8T時之相對導磁率，係指由最大磁通量密度為0.8T時之直流磁化曲線得到之相對導磁率。

本發明人等對於Fe-78%Ni合金膜所形成之無方向性電磁鋼板，求得最大磁通量密度 B_m 為1.5T時之頻率(20Hz~400Hz)與鐵損 W_1 之關係。又，對於未形成Fe-78%Ni合金膜之無方向性電磁鋼板，求得最大磁通量密度 B_m 為1.5T時之頻率(20Hz~400Hz)與鐵損 W_2 之關係。然後，進行該等之比較。

該結果，在400Hz以下之頻率中，鐵損 W_1 低於鐵損 W_2 。第2圖係顯示頻率與鐵損改善率之關係。鐵損改善率可用下式表示。

$$\text{鐵損改善率(\%)} = 100 \times (1 - W_1/W_2)$$

如第2圖所示，在400Hz以下之頻率中，鐵損改善率為15%以上。

考慮第1圖所示之結果及第2圖所示結果，可說是藉由形成Fe-78%Ni合金膜，提高相對導磁率 μ_s ，使鐵損(滯後損耗、hysteresis)減低。最大磁通量密度的1.5T且頻率為50Hz之鐵損，記載為W15/50。

本發明人等為使適於提高磁性特性的Fe-Ni合金膜之組成透明起見，在無方向性電磁鋼板之片面，藉由電鍍法形成種種之組成(Ni：0%~10%)的Fe-Ni合金膜。即，以組成不同之Fe-Ni合金膜覆蓋於無方向性電磁鋼板之片面。作為無方向性電磁鋼板，係使用含有C：0.003%、Si：2.1%及Al：0.3%，殘餘部分係由Fe及不可避免之不純物構成且厚度為0.35毫米者。又，Fe-Ni合金膜之厚度係在任何之組成均設成0.3微米。然後，測定直流磁化特性。在直流磁化特性測定中，最大磁通量密度 B_m 設成0.8T，求得Ni之含有率與相對導磁率 μ_s 之關係。該結果顯示於第3圖。

如第3圖所示，Ni之含有率約為78.5%時，相對導磁率 μ_s 為最大。通常，所謂Fe-78.5%Ni之組成係指導磁率高之強磁性FeNi合金(permalloy)組成。另一方面，Ni之含有率小於60%時，特別是小於50%時，相對導磁率 μ_s 相當低。又，Ni之含有率大於90%時，相對導磁率 μ_s 亦低。諸如此種之傾向，認為由於Ni之含有率小於60%之組成或大於90%之組成，係與強磁性FeNi合金組成之差異大所產生。

本發明人等為使適於提高磁性特性的Fe-Ni合金膜之厚度透明起見，在無方向性電磁鋼板之片面，藉由浸鍍法形成種種之厚度(0.05微米~0.8微米)的Fe-Ni合金膜。即以厚度不同之Fe-Ni合金膜覆蓋於無方向性電磁鋼板之片面。作為無方向性電磁鋼板，係使用含有C：0.003%、Si：2.1%及Al：0.3%，殘餘部分係由Fe及不可避免之不純物構成且厚度為0.35毫米者。又，Fe-Ni合金膜的Ni之含有率於任何厚

度均設成78%。然後測定直流磁化特性。在直流磁化特性測定中，最大磁通量密度 B_m 設成0.8T，求得Fe-Ni合金膜之厚度(覆蓋厚度)與相對導磁率 μ_s 之關係。更對於形成在無方向性電磁鋼板之兩面的Fe-Ni合金膜進行同樣的測定。該等之結果顯示於第4圖。

如第4圖所示，Fe-Ni合金膜之厚度小於0.1微米，則相對導磁率 μ_s 極端地減低。又，Fe-Ni合金膜之厚度大於0.6微米，則相對導磁率 μ_s 之提高效果達到飽和。

Fe-Ni合金膜之厚度小於0.1微米時，使相對導磁率 μ_s 極端地減低，係藉由Fe-Ni合金膜之形成，亦難使無方向性電磁鋼板之表面的磁區一致。又，若要相對導磁率 μ_s 之提高效果達到飽和，如無方向性電磁鋼板之表面的磁區充分地一致時，雖有其以上之Fe-Ni合金膜形成，磁區亦難有其以上之一致。

再者，如第4圖所示，Fe-Ni合金膜形成於片面時之相對導磁率 μ_s 及形成於兩面時之相對導磁率 μ_s 係相互同等。

這是因為激磁時，磁通量集中於無方向性電磁鋼板之厚度方向最易被磁化之範圍。即，因為不論在厚度方向之一個範圍(片面)形成有Fe-Ni合金膜，或在兩個範圍(兩面)形成有Fe-Ni合金膜，磁通量最集中之範圍為一個。

本發明人等從該等之實驗結果，見識到藉由在無方向性電磁鋼板之表面形成Fe-Ni合金膜，相對導磁率及鐵損跳躍性地被改善。又，亦見識到為改善相對導磁率及鐵損，Fe-Ni合金膜之含Ni量為60%~90%，Fe-Ni合金膜之厚度須

為0.1微米以上。本發明人等更了解到當Fe-Ni合金膜之厚度大於0.6微米，則相對導磁率及鐵損之改善達到飽和，及Fe-Ni合金膜不論形成於片面或形成於兩面，相對導磁率及鐵損之改善效果互為同等。

其次，說明有關基於該等新見識所實施的本發明之細節。首先，說明有關在該表面形成Fe-Ni合金膜之無方向性電磁鋼板本身(基材)之組成。

C之含有率大於0.05%則鐵損顯著地易於增大。因此，C之含有率以0.05%以下為佳。

Si係有效於增加電阻之元素，Si之含有率小於0.1%則難於得到充分之電阻率。另一方面，Si之含有率大於7%則冷軋壓延性顯著地易於下降。因此，Si之含有率以0.1%以上、7%以下為佳。

Al係與Si相同有效於增加電阻之元素。又，Al亦有助於脫氧之元素，Al之含有率小於0.01%則不易進行充分之脫氧。另一方面，Al之含有率大於7%則鑄造性降低，生產性易於下降。因此，Al之含有率以0.01%以上、7%以下為佳。

再者，無方向性電磁鋼板(基材)之其他的成分雖未特予限定，Mn、Ti、N、S、Sn、Cu及Ni之含有率以在下述的範圍內為佳。

Mn係生成MnS，具有使不純物的S無害化之作用。因此，Mn以含有0.1%以上為佳。但是，雖含有多於1.0%，亦使S無害化之作用達到飽和。

Ti生成氮化物及/或碳化物，使磁化特性及使鐵損惡

化。因此，Ti之含有率以30ppm以下為佳，較佳為15ppm以下。

N生成AlN及/或TiN，使磁化特性惡化。因此，N之含有以0.0030%以下為佳。

S生成MnS，使磁化特性及鐵損惡化。因此，S之含有率以30ppm以下為佳。

Sn、Cu及Ni具有退火、特別對於抑制應變退火中之無方向性電磁鋼板表面的氮化及氧化具有抑制作用，及藉由聚合組織之改善以改善激磁特性之作用。因此，Sn、Cu及Ni以總量計含有0.01%以上為佳。該等之作用由於Sn、Cu及Ni之間彼此同等，故以至少含有任何一種即可。但是以總量計雖含有多於0.50%時，在退火中藉由氣體環境氣體之氮化及氧化的效果，及改善聚合組織之效果達到飽和。

其次，說明有關Fe-Ni合金膜。

Fe-Ni合金膜係以由Fe：10%~40%及Ni：90%~60%構成為佳，而較佳為以由Fe：15%~30%及Ni：85%~70%構成。係為在低磁場得到良好之磁性特性。又，Fe-Ni合金膜中含有Mo等其他的金屬亦可。此時，Fe-Ni合金膜以含有Fe：10%~40%及Ni：90%~60%為佳，較佳為含有Fe：15%~30%及Ni：85%~70%。

在無方向性電磁鋼板(基材)表面形成Fe-Ni合金膜的方法，未特予限定。例如，可藉由物理氣相沉積法(PVD、physical vapor deposition)法及化學氣相沉積法(CVD、chemical vapor deposition)法等之乾式塗布法，以及藉由濕

式塗布法等之包覆法等形成。

若Fe-Ni合金膜之厚度為0.1微米以上。其如前述，係由於厚度小於0.1微米時，無法得到充分之效果。另一方面，Fe-Ni合金膜之厚度大於0.6微米，則由於磁導率及鐵損之改善效果達到飽和，故Fe-Ni合金膜之厚度以0.6微米以下即可。但從作業穩定性等之理由言，亦可大於0.6微米。

再者，誠如前述，Fe-Ni合金膜如能充分形成於無方向性電磁鋼板的一面之表面，亦可形成於兩面之表面。

其次，說明有關Fe-Ni合金膜至少形成於片面的無方向性電磁鋼板之磁性特性。

有關Fe-Ni合金膜形成於片面之無方向性電磁鋼板之直流磁性特性，前述之實驗中，在壓延方向之相對導磁率 μ_s 約為0.8T之最大磁通量密度 B_m 時顯示最大值，該值為10000以上。因此，認為如能滿足前述最低限度之各條件，在0.8T之最大磁通量密度 B_m 時，可得10000以上之相對導磁率 μ_s 。

再者，前述之實驗中，在400Hz以下之頻率時，藉由形成Fe-Ni合金膜之形成提高鐵損1.5%以上。因此，認為如能滿足前述之最低限度的各條件，在任何的方向藉由Fe-Ni合金膜之形成亦提高鐵損10%以上。

再者，作為基材之無方向性電磁鋼板，即Fe-Ni合金形成前之無方向性電磁鋼板製造方法，未特予限定，可沿襲先前的方法製造。例如，熱軋壓延後之退火亦可因應需要進行。又，冷軋壓延後之厚度，因應所要求之特性亦可設

成0.10毫米~0.80毫米。又，精加工退火的溫度，因應所要求之特性亦可在700℃~1100℃之範圍進行調整。又，馬達芯等衝孔加工後亦可進行應變退火。

再者，作為基材之無方向性電磁鋼板之製造中，在精加工退火後雖於表面形成絕緣膜，Fe-Ni合金膜亦可形成於該絕緣膜之形成後。又，在形成該絕緣膜之前亦可形成Fe-Ni合金膜。

本發明之實施形態相關之無方向性電磁鋼板，具有例如第5圖所示之構造。即，在基材1之表面或兩面形成Fe-Ni合金膜2。如第6圖所示，亦可在基材1與Fe-Ni合金膜2之間形成絕緣膜3，如第7圖所示，亦可在Fe-Ni合金膜2上形成絕緣膜3。

其次，說明有關本發明人等為確認本發明之效果所進行的實驗。

<實驗1>

在精加工退火後形成絕緣膜前的無方向性電磁鋼板(基材)之片面或兩面，藉由電鍍法形成第1表所示的組成之Fe-Ni合金膜。即，以Fe-Ni合金膜塗敷於無方向性電磁鋼板之片面或兩面。作為無方向性電磁鋼板，係使用含有C：0.002%、Si：3.2%及Al：1.0%，殘餘部分係由Fe及不可避免的不純物構成且厚度為0.35厘米者。又，Fe-Ni合金膜之厚度為每一面設成0.5微米。其次，在無方向性電磁鋼板之全面形成絕緣膜。然後，測定最大磁通量密度 B_m 為0.8T時之壓延方向之相對導磁率 μ_s 。該結果顯示於第1表。

【第1表】

試樣號碼	Fe (質量%)	Ni (質量%)	塗敷面	相對導磁率	備註
1-1	48	52	片面	8400	比較例
			兩面	8450	比較例
1-2	39	61	片面	10100	發明例
			兩面	10200	發明例
1-3	19	81	片面	12000	發明例
			兩面	11800	發明例
1-4	11	89	片面	10200	發明例
			兩面	10100	發明例
1-5	7	93	片面	8800	比較例
			兩面	8900	比較例

如第1表所示，Fe-Ni合金膜之Ni之含有率為60%~90%之試樣中，得到10000以上且高相對導磁率 μ_s 。另一方面，Ni含有率小於60%之試樣及大於90%之試樣中，相對導磁率 μ_s 小於10000且低。該等之傾向係Fe-Ni合金膜僅形成於片面之試樣，及Fe-Ni合金膜形成於兩面之試樣之間是共通的。

<實驗2>

在精加工退火後形成絕緣膜前的無方向性電磁鋼板(基材)之片面或兩面，藉由物理氣相沉積法形成第2表所示的組成之Fe-78%Ni合金膜。即，以Fe-78%Ni合金膜塗敷於無方向性電磁鋼板之片面。作為無方向性電磁鋼板，係使用含有C：0.001%、Si：4.5%及Al：3.5%，殘餘部分係由Fe及不可避免的不純物構成且厚度為0.30厘米者。其次，在無方向性電磁鋼板的全面形成絕緣膜。然後，測定最大

磁通量度 B_m 為0.8T時的壓延方向之相對導磁率 μ_s 。該結果顯示於第2表。

【第2表】

試樣號碼	膜厚(微米)	相對導磁率	評價
2-1	0.00	5000	×
2-2	0.05	8000	×
2-3	0.1	10000	◎
2-4	0.2	10300	◎
2-5	0.4	10500	◎
2-6	0.6	10800	◎
2-7	0.8	11000	○
2-8	0.9	11000	○
2-9	1.0	11000	○

評價：◎特別有效果(膜厚0.1~0.6微米)

○有效果亦達飽和(膜厚大於0.6微米)

×比較例(膜厚小於0.1微米)

如第2表所示，Fe-Ni合金膜之厚度為0.1微米以上之試樣中，得到10000以上且高相對導磁率 μ_s 。又，Fe-Ni合金膜之厚度小於0.1微米之試樣中，相對導磁率 μ_s 小於10000且低。Fe-Ni合金膜之厚度大於0.6微米則效果達到飽和。

<實驗3>

在精加工退火後形成絕緣膜前的無方向性電磁鋼板(基材)之片面，藉由浸鍍法形成第3表所示的組成之Fe-Ni合金膜。即，以Fe-Ni合金膜塗敷於無方向性電磁鋼板之片面。作為無方向性電磁鋼板，係使用含有C：0.01%、Si：2.5%及Al：4.5%，殘餘部分係由Fe及不可避免的不純物構成，且厚度為0.50厘米者。又，Fe-Ni合金膜之厚度設成0.4

微米。其次，在無方向性電磁鋼板的全面形成絕緣膜。然後，測定最大磁束密度 B_m 的0.8T時之壓延方向之相對導磁率 μ_s 。亦測定鐵損 $W_{15/50}$ (最大磁束密度 B_m 為1.5T，且頻率為50Hz時之鐵損)。該結果顯示於第3表

【第3表】

試樣號碼	Fe (質量%)	Ni (質量%)	比磁 導率	$W_{15/50}$ (W/kg)	鐵損改善率 (%)	評價
3-1	-	-	7000	2.35	Bass	×
3-2	35	65	10100	2.22	5.5	○
3-3	30	70	11800	2.02	14.0	◎
3-4	25	75	12300	1.98	15.7	◎
3-5	20	80	12700	1.92	18.3	◎
3-6	15	85	12100	2.05	12.8	◎
3-7	10	90	10200	2.19	6.8	○

評價：◎特別有效果(鐵損改善率大於10%)

○有效果(相對導磁率10000以上且鐵損改善率小於10%)

×比較例(相對導磁率小於10000)

如第3表所示，相對導磁率 μ_s 由Fe-Ni合金膜形成之試樣全部為10000以上。又。Fe-Ni合金膜之Ni之含有率為70%~85%之試樣，鐵損改善率10%以上且高。

產業之可利用性

本發明可利用於用於馬達等之無方向性電磁鋼板。

【圖式簡單說明】

【第1圖】 第1圖係在低磁場範圍的磁性特性之顯示圖。

【第2圖】 第2圖係頻率與鐵損改善率的關係之顯示圖。

【第3圖】 第3圖係Ni含量與相對導磁率的關係之顯示圖。

【第4圖】 第4圖係Fe-Ni合金膜的厚度與相對導磁率的關係之顯示圖。

【第5圖】 第5圖係顯示本發明之實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

【第6圖】 第6圖係顯示本發明之其他實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

【第7圖】 第7圖係顯示更與本發明之其他實施形態相關之無方向性電磁鋼板的構造之截面圖。

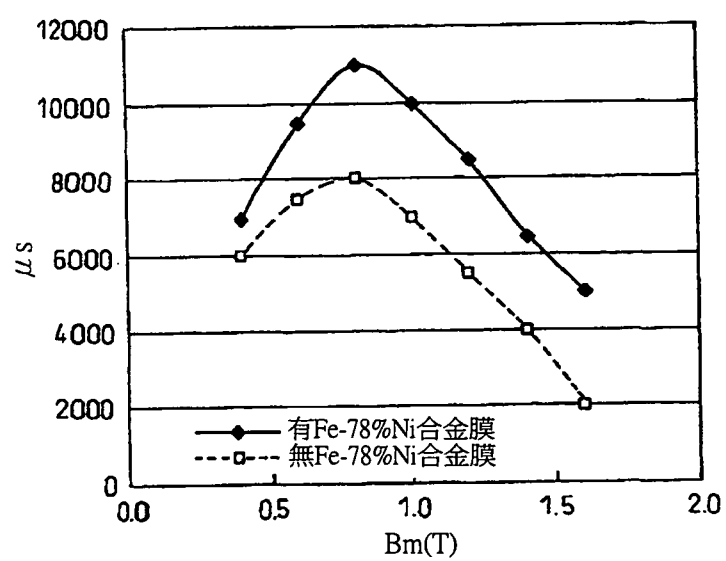
【主要元件符號說明】

(無)

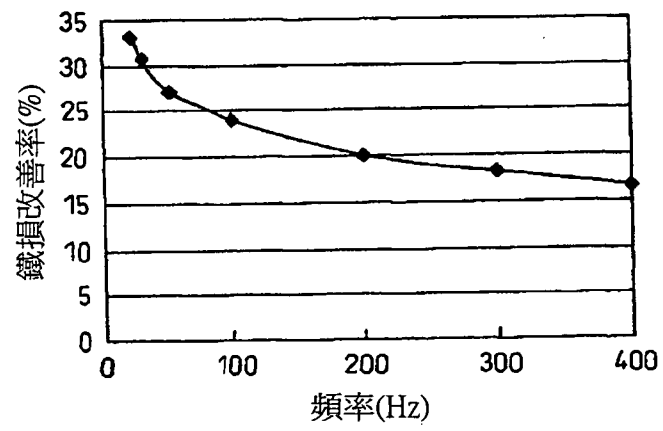
七、申請專利範圍：

1. 一種無方向性電磁鋼板，其特徵在於包含：
基材；及
Fe-Ni合金膜，係形成於前述基材之至少一面的表面，
以質量%計，含有Fe：10%~40%及Ni：60%~90%，且厚度為0.1微米以上且0.6微米以下，
其中前述基材，以質量%計，含有C：0.05%以下，Si：0.1%以上、7.0%以下，Al：0.01%以上、7.0%以下，且殘餘部分係由Fe及不可避免的不純物所構成。
2. 如申請專利範圍第1項之無方向性電磁鋼板，其中具有形成於前述基材的表面之絕緣膜。
3. 一種無方向性電磁鋼板的製造方法，其特徵在於具有：
在基材之至少一面的表面形成厚度0.1微米以上且0.6微米以下的Fe-Ni合金膜之步驟，且該Fe-Ni合金膜以質量%計，含有Fe：10%~40%及Ni：60%~90%，
其中前述基材，以質量%計，含有C：0.05%以下，Si：0.1%以上、7.0%以下，Al：0.01%以上、7.0%以下，且殘餘部分係由Fe及不可避免的不純物所構成。
4. 如申請專利範圍第3項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中在形成前述Fe-Ni合金膜之步驟前，具有在前述基材的表面形成絕緣膜之步驟。
5. 如申請專利範圍第3項之無方向性電磁鋼板的製造方法，其中在形成前述Fe-Ni合金膜之步驟後，具有在前述基材的表面形成絕緣膜之步驟。

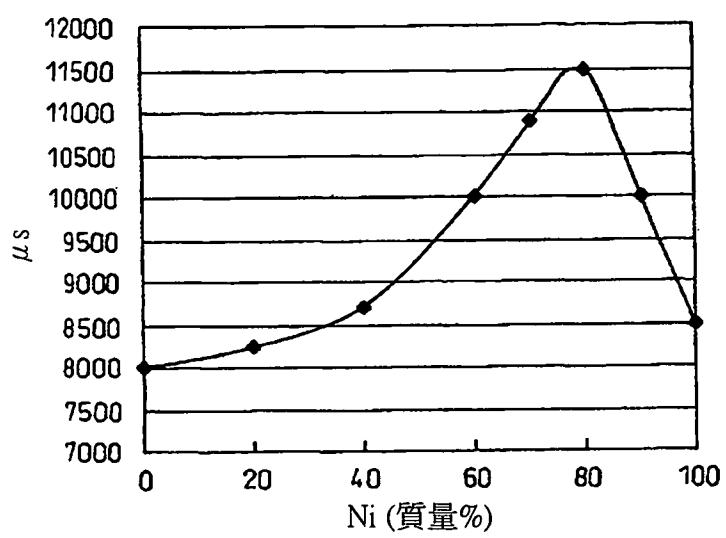
第 1 圖



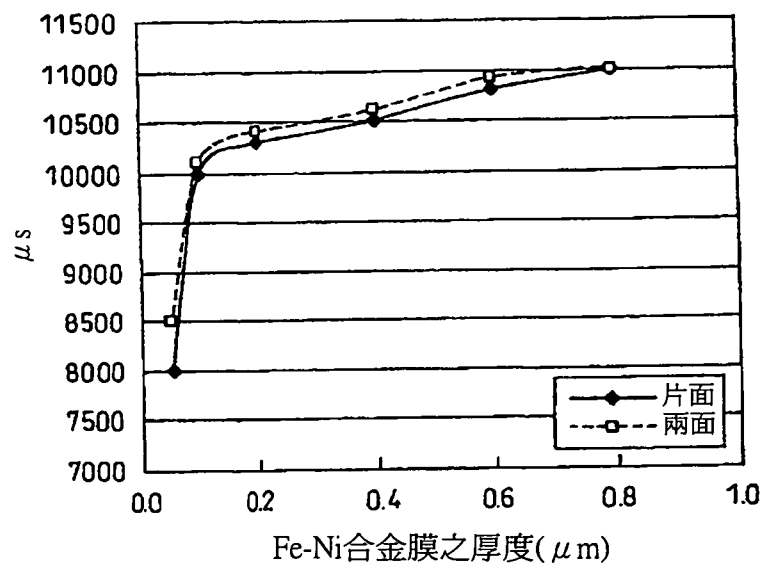
第 2 圖



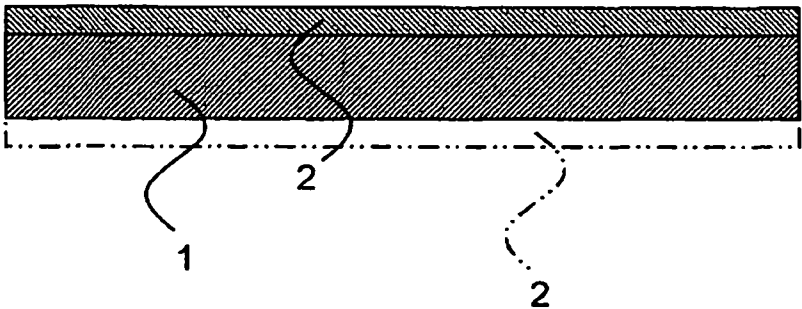
第 3 圖



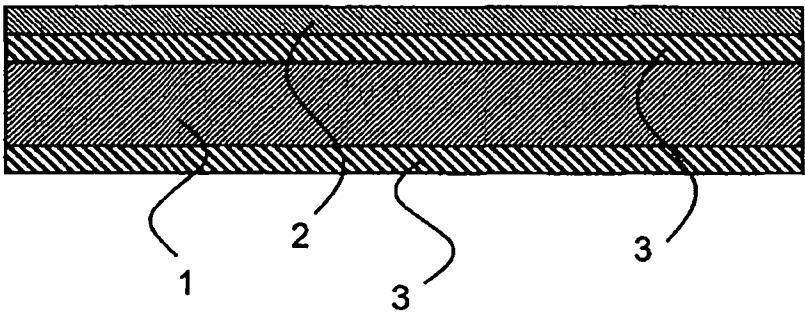
第 4 圖



第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖

