



(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 I394183B1

(45)公告日：中華民國 102 (2013) 年 04 月 21 日

(21)申請案號：098123057

(22)申請日：中華民國 98 (2009) 年 07 月 08 日

(51)Int. Cl. : H01F3/02 (2006.01)

(30)優先權：2008/07/24 日本

2008-190871

(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：宮崎雅文 MIYAZAKI, MASAFUMI (JP)；黑崎洋介 KUROSAKI, YOUSUKE (JP)；島津高英 SHIMAZU, TAKAHIDE (JP)；大貫一雄 OHNUKI, KAZUO (JP)

(74)代理人：惲軼群；陳文郎

(56)參考文獻：

TW I279447

審查人員：陳文傑

申請專利範圍項數：12 項 圖式數：2 共 0 頁

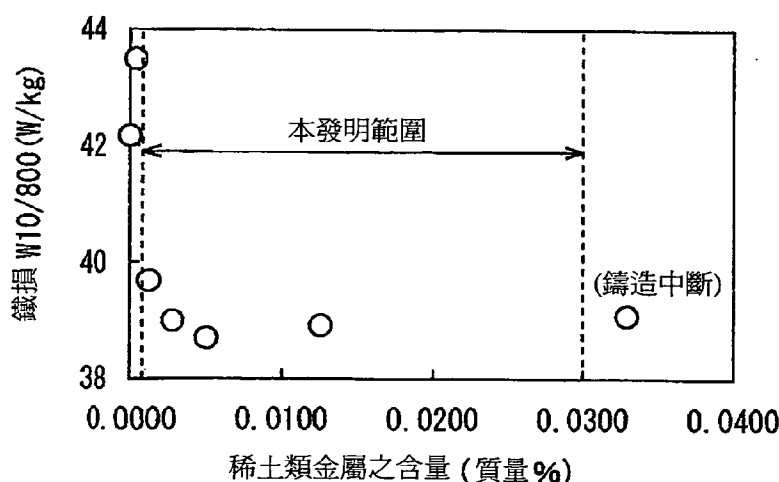
(54)名稱

無方向性電磁鋼鑄片及其製造方法

(57)摘要

製作熔鋼，該熔鋼以質量%計係含有：矽：0.1%以上、7.0%以下；錳：0.1%以上；鋁：0.2%以上、5.0%以下；及鉻：0.1%以上、10%以下等，且殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質所構成。對前述熔鋼中添加 0.0005%以上、0.03%以下之稀土類金屬。接著將已添加有前述稀土類金屬之熔鋼進行鑄造。如此，以製造無方向性電磁鋼鑄片。

第 2 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： 98123057

※申請日： 98.7.8

※IPC 分類： 401F3/01 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

無方向性電磁鋼鑄片及其製造方法

二、中文發明摘要：

製作熔鋼，該熔鋼以質量%計係含有：矽：0.1%以上、7.0%以下；
錳：0.1%以上；鋁：0.2%以上、5.0%以下；及鉻：0.1%以上、10%以下等，且殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質所構成。對前述熔鋼中添加0.0005%以上、0.03%以下之稀土類金屬。接著將已添加有前述稀土類金屬之熔鋼進行鑄造。如此，以製造無方向性電磁鋼鑄片。

三、英文發明摘要：

四、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (2) 圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

(無)

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

本發明係有關用於高頻率領域且適合於無方向性電磁鋼板之無方向性電磁鋼鑄片及其製造方法。

【先前技術】

發明背景

近年來，為節省能源要求減低冷暖氣機之馬達及電動汽車之主馬達等之電力消費。該等之馬達以高旋轉使用為多。因此，對用於馬達鐵芯之無方向性電磁鋼板，在高於商用頻率數的50Hz~60Hz之頻率領域時，要求改善鐵損及提高強度。提高強度係用以避免高速旋轉時之變形及破壞。

在無方向性電磁鋼板之高頻率領域中的鐵損之改善，其有效方法已揭示有藉由增加矽或鋁的含量引起電阻上昇，以及減少無方向性電磁鋼板本身之厚度。

但是，矽或鋁之含量增加則脆性顯著地惡化。因此，製造時頻發鋼板之斷裂等之作業異常，致生產性及成本顯著地降低。又，使無方向性電磁鋼板薄化時，則難於確保強度，高速旋轉時有大幅度變形之情形。

再者，為改善無方向性電磁鋼板的高頻率範圍中之鐵損，有關添加鉻以提高電阻亦已被檢討。

但是，當含鉻之無方向性電磁鋼板，與不含鉻之無方向性電磁鋼板，以同樣方法製造時，熔鋼中之溶解氮量增加，於退火時易析出多量微細之氮化鋁夾雜物。該結果藉

由磁通釘孔效果阻礙結晶粒之成長，結晶粒成為微細之構造。該結果，電阻雖上昇亦無法充分改善鐵損。

其原因是含鉻的熔鋼之氮溶解度，高於不含鉻的熔鋼之氮溶解度。例如約含鉻5質量%的熔鋼之氮溶解度，高於不含鉻的熔鋼達數10%。

為抑制溶解氮量之增加，被認為須防止大氣與熔鋼接觸。但在製造不含鉻的無方向性電磁鋼板時，雖亦有採取用以防止熔鋼與大氣接觸之對策，但難於完全防止接觸。對於改良不含鉻之無方向性電磁鋼板的製造設備及製造方法，加上強化氣體環境之調整，雖更可抑制接觸，但為達到充分抑制須要龐大的成本。又，雖考慮到用以抑制微細的氮化鋁夾雜物之析出而使退火溫度低溫化，因而發生長時間進行退火之必要，且牽涉到生產性降低及成本提高。

【先行技術文獻】

【專利文獻】

【專利文獻1】特開平11-229095號公報

【專利文獻2】特開昭64-226號公報

【非專利文獻】

【非專利文獻1】日本鐵鋼協會編、鐵鋼便覽第3版I基礎編、159頁

【發明內容】

發明揭示

【發明欲解決之課題】

本發明之目的在於提供一種無方向性電磁鋼板之高頻

率範圍中，可使鐵損及強度良好之無方向性電磁鋼鑄片及其製造方法。

【用以解決課題之手段】

以下係本發明之要旨。

(1) 一種無方向性電磁鋼鑄片，其特徵在於以質量%計係含有：

矽：0.1%以上、7.0%以下；

錳：0.1%以上；

鋁：0.2%以上、5.0%以下；

鉻：0.1%以上、10%以下；及

稀土類金屬：0.0005%以上、0.03%以下；且

含碳量為0.005%以下；

含磷量為0.2%以下；

含硫量為0.005%以下；

含氮量為0.005%以下；

含氧量為0.005%以下；

殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質所構成。

(2) 如第(1)項記載之無方向性電磁鋼鑄片，其含錳量為2.0質量%以下。

(3) 如第(1)或(2)項記載之無方向性電磁鋼鑄片，其稀土類金屬之含量為0.001質量%以上。

(4) 如第(1)或(2)項記載之無方向性電磁鋼鑄片，其稀土類金屬之含量為0.002質量%以上。

(5) 如第(1)至(3)中任一項記載之無方向性電磁鋼鑄

片，其以質量%計更含有選自於由下述者所構成群組中之至少1種元素：

銅：1.0%以下；

鈣及鎂：佔總量0.05%以下；

鎳：3.0%以下；及

錫及銻：佔總量0.3%以下。

(6) 一種無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其特徵在於包含：

製作熔鋼之步驟，該熔鋼以質量%計係含有：

矽：0.1%以上、7.0%以下；

錳：0.1%以上；

鋁：0.2%以上、5.0%以下；及

鉻：0.1%以上、10%以下；且

含碳量為0.005%以下；

含磷量為0.2%以下；

含硫量為0.005%以下；

含氮量為0.005%以下；

含氧量為0.005%以下；

且殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質所構成；

對前述熔鋼添加0.0005%以上、0.03%以下之稀土類金屬的步驟；及

將已添加有前述稀土類金屬之熔鋼進行鑄造的步驟。

(7) 如第(6)項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方

法，其係於對前述熔鋼添加稀土類金屬的步驟與將前述熔鋼進行鑄造的步驟之間，更具有：使已添加有前述稀土類金屬之熔鋼從澆桶移動到餵槽之步驟。

(8) 如第(7)項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其係於使已添加有前述稀土類金屬之熔鋼移動的步驟前，預先使前述餵槽內之氮濃度在1體積%以下。

(9) 如第(7)或(8)項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其中前述熔鋼之含錳量為2.0質量%以下。

(10) 如第(7)至(9)中任一項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其中前述稀土類金屬之添加量為0.001質量%以上。

(11) 如第(7)至(9)中任一項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其中前述稀土類金屬之添加量為0.002質量%以上。

(12) 如第(7)至(11)中任一項記載之無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其中前述熔鋼以質量%計更含有選自於由下述者所構成群組中之至少1種元素：

銅：1.0%以下；

鈣及鎂：佔總量0.05%以下；

鎳：3.0%以下；及

錫及銻：佔總量0.3%以下。

【發明效果】

根據本發明，由於含有適量之鉻，可藉由升高電阻而減低鐵損。又，即使含有鉻，亦因含有稀土類金屬，製造

過程中之氮侵入受到抑制。因此，即使對該無方向性電磁鋼鑄片進行退火，仍可抑制阻礙結晶粒成長之氮化鋁夾雜物。因此，不必進行會損及強度之薄板化，亦可得鐵損良好之無方向性電磁鋼板。

圖式簡單說明

【第1圖】第1圖係顯示無方向性電磁鋼鑄板之製造設備的示意圖。

【第2圖】第2圖係顯示實驗1之曲線圖。

【實施方式】

用以實施發明之形態

首先，說明有關用以製造無方向性電磁鋼鑄片之設備。第1圖係顯示無方向性電磁鋼鑄片之製造設備的示意圖。如第1圖所示，無方向性電磁鋼鑄片之製造設備中，設置有澆桶1、餵槽2、鑄型3及移行輥4等。餵槽2中設置有延長至鑄型3之浸嘴2a。在轉爐中之精鍊及2次精鍊裝置中進行脫氣處理的無方向性電磁鋼之熔鋼11注入於澆桶1。然後，從澆桶1排出熔鋼11於餵槽2，從餵槽2一面調整流量及流速，一面藉介浸嘴2a供給熔鋼於鑄型3。然後，在鑄型3中，熔鋼11凝固後排出無方向性電磁鋼之鑄片12。鑄片12係藉由傳送滾輪移行輥4搬運。

在該類之製造裝置中，注入於澆桶1的熔鋼11之表面，以被覆有熔融鋅劑等被覆材料為佳。又，在餵槽2設有蓋，餵槽2內之空間以填充氬氣等惰性氣體為佳。用以抑制熔鋼11與大氣之接觸。但是，藉由該等仍無法防止熔鋼11與大

氣之接觸，而熔鋼11仍有吸收氮之情形。例如，熔鋼11之流動發生亂流，藉由被覆材料被覆於熔鋼11之表面不充分。又，澆桶1與餵槽2之間存有微小的空隙，由此大氣可混入於餵槽2內。

因此，在先前的方法中，含鉻之無方向性電磁鋼的熔鋼中之溶存氮量升高。

特別是用以改善鐵損之含鋁2質量%以上的熔鋼製造無方向性電磁鋼板時，退火時鋁與溶解氮結合，析出當量圓直徑約為0.1微米起至10微米之微細的氮化鋁夾雜物。所謂0.2質量%以上之鋁濃度，係由於對氮化鋁夾雜物之析出相當地高、故氮化鋁夾雜物之個數，支配性地影響到鋼中之溶解氮量。因此，氮化鋁夾雜物多數析出時，由於磁通釘孔效果，阻凝退火時的結晶粒之成長。

相對於此，本發明人等發現雖使用該類的製造設備時，諸如後述，鑄造時於熔鋼中含有適量之稀土類金屬(REM)時，脫氣處理後的溶解氮量之增加被抑制。即，發現藉由抑制溶解氮量的增加，抑制氮化鋁夾雜物之析出，可適切地使結晶粒成長。

為得到良好之鐵損值，無方向性電磁鋼板之平均結晶粒徑約以50微米~200微米為佳。根據Zener，為進行750℃~1100℃、5秒鐘~5分鐘之通常性退火，以得到約為50微米~200微米之平均結晶粒徑起見，微細的氮化鋁夾雜物之個數密度以 10^{11} 個/cm³為佳。

在此，無方向性電磁鑄片(包含壓延後者)中之全部溶解

氮用以生成微細的氮化鋁夾雜物時，為設成微細的氮化物夾雜物之個數密度為 10^{11} 個/cm³以下，鑄片中之溶解氮量須為0.005質量%以下。

鑄片中之溶解氮，大致上可分為在脫氮處理前就存在者，及脫氮處理後混入者。

根據先前的技術，亦可從脫氮處理前就溶解之氮量，藉由脫氮處理顯著地降低。但，若要降低至小於0.001質量%，必須有龐大的成本。又，雖設成小於0.001質量%時，誠如前述，在此後熔鋼無法避免接觸大氣。特別是熔鋼含有鉻時，藉由與大氣之接觸易於增加溶解氮。因此，避免以藉由脫氮處理降低熔鋼中之溶解氮量至小於0.001質量%為佳。

另一方面，雖藉由脫氮處理使熔鋼中之溶解氮量為0.001質量%，如能使混入於脫氮處理後起至鑄造之溶解氮量抑制至0.004質量%以下時，則鑄片中之溶解氮量成為0.005質量%以下。即，脫氮處理後之溶解氮量的增加可抑制至0.004質量%以下時，可不必花費龐大的成本實施脫氮處理，抑制氮化鋁夾雜物之析出，亦足於結晶粒之成長。

因此，本發明人等對於脫氮處理後之溶解氮量的增加抑制於0.004質量%以下，經專心檢討的結果，誠如前述，考慮到使熔鋼含有適量之稀土類金屬。稀土類金屬係指原子序57之鐳起至71之鐳等15元素，加上原子序1之銦及原子序39之釔共計17元素之總稱。

稀土類金屬係強脫酸元素，熔鋼中含有適量的稀土類

金屬時，稀土類金屬之一部分於熔鋼中與氧結合成為稀土類金屬氧化物，其他的一部分作為熔解稀土類金屬熔解於熔鋼中。

該熔鋼與大氣接觸時，則熔解稀土類金屬於熔鋼的表面結合大氣中之氧。該結果，熔鋼的表面形成氧化物皮膜。因此，雖藉由熔融鋁劑等被覆材料被覆不充分時，亦可抑制來自大氣中之氮侵入於熔鋼11，即，本發明中藉由該類的稀土類金屬之作用，可抑制脫氮處理後之溶解氮量之增加。

再者，為得到該類之作用，在易與脫氮處理後之大氣接觸的時點，在熔鋼中必須熔解有稀土類金屬。特別在從澆桶1注入於餵槽2之時點，熔鋼中以熔解有稀土類金屬為佳。故熔鋼中稀土類金屬之含量，有下限值存在。

例如含鋁0.2質量%以上的熔鋼中之溶解氧量為0.002質量%以下。此時，為使稀土類金屬熔解於熔鋼中，根據脫氮平衡關係，必須含有0.0005質量%以上之稀土類金屬。熔解稀土類金屬之量雖未特別限定，期望是熔鋼中存在有0.0002質量%以上之熔解稀土類金屬，更期望存在有0.0005質量%以上之熔解稀土類金屬。

再者，為增加熔解稀土類金屬之量以提高阻礙氮侵入之效果，稀土類金屬之含量以0.001質量%以上為佳，較佳為0.002質量%以上。

另一方面，稀土類金屬過多則成本提高。又，熔鋼之流動性降低引起浸嘴閉塞，降低鑄造之穩定性。因此，稀土類金屬之含量為0.03質量%以下。又，考慮到稀土類金屬

之作用及成本，則稀土類金屬之含量為0.01質量%以下為佳，較佳為0.005質量%以下。

其次，說明有關本發明相關之用以製造無方向性電磁鋼鑄片的熔鋼，其鑄造時的成分組成之限定理由。

碳：0.005質量%以下

碳不但有害於磁片特性，藉由碳析出引起之磁氣時效顯著。因此，含碳量之上限為0.005質量%。又，含碳量以0.004質量%以下為佳，較佳為0.003質量%以下，更佳為0.0025質量%以下。亦可完全不含碳。

矽：0.1質量%~7.0質量%

矽係減少鐵損之元素，含矽量之下限小於0.1質量%時，無法得到良好的鐵損。因此，含矽量之下限為0.1質量%。為更減少鐵損，含矽量以0.3質量%以上為佳，較佳為0.7質量%以上，更佳為1.0質量%以上。另一方面，含矽量大於7.0質量%，則加工性顯著降低。因此，含矽量之上限為7.0質量%。特別考慮到冷軋壓延性時，含矽量以4.0質量%以下為佳，較佳為3.0質量%以下，更佳為2.5質量%以下。

錳：0.1質量%以上

錳係增加無方向性電磁鋼板之硬度，改善衝孔性。為得到該效果，含錳量之上限為0.1質量%以上。又，考慮到成本，含錳量以2.0質量%以下為佳。

磷：0.2質量%以下

磷係提高無方向性電磁鋼板之強度，改善加工性。該效果雖微量的含磷量亦可獲得。另一方面，含磷量大於0.2

質量%，則冷軋壓延性降低。因此，含磷量之上限為0.2質量%。關於下限未特予訂定。

硫：0.005質量%以下

硫係必須元素與錳結合生成硫化錳夾雜物。又，含有鈦時，與鈦結合生成硫化鈦夾雜物。又，亦與其他金屬結合生成硫化物夾雜物。該結果，退火時之結晶粒的生長受到阻礙，鐵損增大。因此，含硫量之上限為0.005質量%。又，含硫量以0.003質量%以下為佳。亦可完全不含硫。

鋁：0.2質量%~5.0質量%

鋁係與矽同樣係減少鐵損之元素，含鋁量小於0.2質量%，則無法得到良好之鐵損。因此，含鋁量之下限為0.2質量%。為更減低鐵損，含鋁量以0.3質量%以上為佳，較佳為0.6質量%以上，更佳為1.0質量%以上。另一方面，鋁含量大於5.0質量%，則成本顯著地增加。因此，含鋁量之上限為5.0質量%。又，為抑制氮化鋁夾雜物之析出，含鋁量以低量為佳。例如，含鋁量以4.0質量%以下為佳，較佳為3.0質量%以下。

鉻：0.1質量%~10質量%

鉻係提高電阻率以改善鐵損，又，增加無方向性電磁鋼板之強度。含鉻量小於0.1質量%，則無法充分得到該等效果。因此，含鉻量之下限為0.1質量%。又，為得到較高之強度，含鉻量以0.2質量%以上為佳，較佳為0.3質量%以上，更佳為0.5質量%以上。又，由於含鉻量愈高增加熔鋼之氮溶解度，隨著藉由稀土類金屬吸收氮之抑制效果顯

著。特別是含鉻量為0.5質量%以上時效果顯著，1.0質量%時較為顯著，2.0質量%以上時更為顯著。另一方面，含鉻量大於10質量%，則熔鋼之氮溶解度顯著增加，氮被吸收於熔鋼之速度顯著增加。因此，雖含有稀土類金屬，仍無法充分抑制氮之吸收，故熔鋼中之含氮量易於增加。然後於退火時，氮化鋁夾雜物大量析出，結晶粒之成長被阻礙。因此，含鉻量之上限為10質量%。又，含鉻量為5質量%以下時，由於氮之吸收速度較小，可較為穩定地抑制氮增加，且可抑制磁通密度之降低。因此，含鉻量以5質量%以下為佳，較佳為3質量%以下。

氮：0.005質量%以下

氮係成為氮化鋁等之氮化物，藉由磁通釘孔效果阻礙退火時之結晶粒的成長，惡化鐵損。又，誠如前述，微細的氮化鋁夾雜物之個數密度設成 10^{11} 個/cm³以下為佳。因此，含氮量之上限為0.005質量%。又，為藉由減低氮化鋁夾雜物之個數以促進結晶粒之成長，含氮量以0.003質量%以下為佳，較佳為0.0025質量%以下，更佳為0.002質量%以下。亦可完全不含氮。

稀土類金屬：0.0005質量%~0.03質量%

誠如前述，熔解稀土類金屬於熔鋼的表面與氧反應成為氧化物，抑制氮被吸收到熔鋼。因此，誠如前述，稀土類金屬含量之下限為0.0005質量%。又，稀土類金屬含量以0.001質量%以上為佳，較佳為0.002質量%以上。又，期望熔鋼中存在0.0002質量%以上之熔解稀土類金屬，更期望存

在0.0005質量%以上之熔解稀土類金屬。另一方面，稀土類金屬含量之上限，誠如前述，自鑄造之穩定性等觀點言，設為0.03質量%。又，稀土類金屬含量以0.01質量%以下為佳，較佳為0.005質量%以下。

再者，稀土類金屬亦可以任何形態添加於熔鋼，例如，以美鈾合金(misch metal)等之合金形態添加亦可。此時，作為稀土類金屬例如鐳及鈾被添加。又，稀土類金屬只要其量於適宜的範圍內，不僅添加1種的元素，甚至添加2種以上的元素，基本上可得填料之效果。

氧：0.005質量%以下

氧於熔鋼中含有多於0.005質量%時，生成多數之氧化物，藉由該氧化物阻礙磁壁之移動及結晶粒之成長。因此，含氧量之上限為0.005質量%。亦可完全不含氧。

再者，熔鋼中亦可含有以下所示之元素。

鈦：0.02質量%以下

鈦係與微量含有之溶解氮結合生成氮化鈦夾雜物。又，含有硫時，與硫結合生成硫化鈦夾雜物。又，亦與其他的元素結合生成化合物夾雜物。該結果，阻礙退火時之結晶粒的成長，鐵損增大。因此，含鈦量之上限以0.02質量%以下為佳，較佳為0.01質量%，更佳為0.005質量%以下。亦可完全不含鈦。

銅：1.0質量%以下

銅係提高無方向性電磁鋼板之耐蝕性，又，提高電阻率改善鐵損。該效果在含銅量微量時亦可得到。另一方面，

含銅量大於1.0質量%時，在無方向性電磁鋼板之表面發生鑄疵而使表面品位降低之情形。因此，含銅量以1.0質量%以下為佳。有關下限未特予訂定。

鈣及鎂：以總量計為0.05質量%以下

鈣及鎂係脫硫元素，與熔鋼中之硫反應成為硫化物而固定硫。鈣及鎂之含量愈多脫硫效果增高。該效果在鈣及鎂之含量微量時亦可得到。另一方面，鈣及鎂之總含量大於0.05質量%時，硫化物之數增多，發生結晶粒的成長受到阻礙之情形。因此，鈣及鎂之含量係以總量計為0.05質量%以下為佳。關於下限未特予訂定。

鎳：3.0質量%以下

鎳係發達有利於磁氣特性之聚集組織以改善鐵損。該效果在含鎳量微量時亦可得到。但是，大於3.0質量%，則成本越升高，鐵損之改善效果才開始飽和。因此，含鎳量以3.0質量%以下為佳。關於下限未特予訂定。

錫及銻：以總量計為0.3質量%以下

錫及銻係偏析元素，阻礙使磁氣特性惡化(III)面之聚集組織以改善磁氣特性。為得到該效果，錫或銻之至少含有一種為宜。又，該效果在錫及銻之含量微量時亦可得到。另一方面，錫及銻之含量以總量計大於0.3質量%，則冷軋壓延性降低。因此，錫及銻之含量以總量計為0.3質量%以下為佳。關於下限未特予訂定。

鋇：0.01質量%以下

鋇於微量時亦阻礙結晶粒之成長，惡化應變退火後之

鐵損。因此，含銦量以儘可能低量為佳，特別以0.01質量%以下為佳。亦可完全不含有銦。

釩：0.01質量%以下

釩成為氮化合物及碳化合物，阻礙磁壁之移動及結晶粒之成長。因此，含釩量以0.01質量%以下為佳。亦可完全不含有釩。

硼：0.005質量%以下

硼係偏析元素，又成為氮化物。生成氮化物則妨礙粒界之移動，鐵損惡化。因此，含硼量以儘可能低量為佳，特別以0.005質量%以下為佳。關於下限未特予訂定。

再者，對於本發明之效果無大妨礙時，該等之元素外亦可含有種種之元素。例如，熔鋼中亦可含有改善磁氣特性的元素之鈹及鍺等。

其次，關於用於前述熔鋼之無方向性電磁鋼鑄片製造方法的一例，一面參照第1圖一面說明。

首先，例如進行藉由使用轉爐之精鍊及使用2次精鍊爐之脫氣處理，製造含有從前述的成分去除鋁及稀土類金屬之元素的熔鋼11。脫氣處理後之溶解氮量為0.005質量%以下，例如約設成0.001質量%為佳。

其次，添加鋁於熔鋼11中。在脫氣處理後進行添加脫酸元素之鋁，目的在於獲得高成品率。誠如前述，鋁之添加量為0.2質量%~5.0質量%。該結果，熔鋼11中溶解之氧量，係由於鋁之脫酸平衡為0.002質量%以下。然後，熔鋼11中添加稀土類金屬。該結果，稀土類金屬之一部分成為

氧化物，其他的一部分成為熔解稀土類金屬。

接著，注入該熔鋼11於澆桶1。其次，排出熔鋼11於餵槽2。然後，藉介浸嘴2a供給熔鋼11於鑄型3內。然後，藉由鑄模3進行鑄造以形成鑄片12。

進行此類的處理時，熔鋼11之組成仍為前述之情形時，鑄造時之熔鋼11中的溶解氮量為0.005質量%以下，則所得的鑄片12之溶解氮量亦為0.005質量%以下。其他成分之含量於鑄造前後維持不變。因此，所製造的鑄片12之含鋁量、含矽量、含鉻量及稀土類金屬含量等，與熔鋼11者一致。

再者，誠如前述，餵槽2設有蓋，餵槽2內之空間以充填氬氣等之惰性氣體為佳。此時，餵槽2內之氮濃度設成1體積%以下為佳。

再者，為使鑄片12中之含氮量為0.005質量%以下，脫氣處理後的熔鋼11中之溶解氮量設成0.005質量%以下。

再者，熔鋼中的稀土類金屬之含量，亦可調整成如次。根據實驗等，首先求得熔鋼中之稀土類金屬含量與該熔鋼中溶解氮之增加量的關係。然後，當鑄片製造時，測定用於2次精鍊爐等之脫氣處理後的熔鋼中之溶解氮量，求得鑄造為止所容許的溶解氮之增加量，以該容許增加量為基礎調整稀土類金屬之含量。如此地調整則可避免消費必要以上的高價之稀土類金屬。

再者，以誠如前述樣得到之無方向性電磁鋼鑄片製造無方向性電磁鋼板時，例如，首先熱軋壓延鑄片，因應需

要進行退火，進行冷軋壓延。冷軋壓延亦可僅實施1次，亦可夾在中間退火實施2次以上。然後，冷軋壓延後進行精加工退火以形成絕緣皮膜。根據此類之方法，不會受到溶解氮之影響而可得期望的大小之結晶粒，可製造具有良好鐵損之無方向性電磁鋼板。

再者，無方向性電磁鋼鑄片及無方向性電磁鋼板中之夾雜物(析出物)及結晶粒徑之調查方法，未特予限定。作為一例可舉述如以下。在析出物之調查中，首先鏡面拋光試樣(無方向性電磁鋼鑄片及無方向性電磁鋼板)，根據黑澤等之方法(黑澤文夫、田口勇、松本龍太郎：日本金屬學會誌、43(1979)，1068頁)，在非水溶性溶劑中電解腐蝕試樣。該結果，僅使基材溶解，氮化鋁夾雜物被萃取。然後，以掃描式電子顯微鏡(SEM)-能量色散X射線分析裝置(EDX)調查被萃取之氮化鋁夾雜物。又，採取複製品，藉由場發射型穿透式顯微鏡調查複印於複製品之夾雜物。結晶粒徑之調查中，經鏡面拋光之試樣使用「拿塔爾」(音譯、一種含有硝酸及乙醇之腐蝕液)蝕刻，以光學顯微鏡觀察。

【實施例】

接著，說明有關本發明人等所進行之實驗。

(實驗1)

實驗1中，首先以轉爐及真空脫氣裝置製造熔鋼注入於澆桶。作為熔鋼，以質量%計，係由含有碳：0.002%、矽：2.0%、錳：0.3%、磷：0.05%、硫：0.0019%、鋁：2.0%、鉻：2.0%及氧：0.001%、更含有種種之量的稀土類金屬、

殘餘部分為鐵及不可避免的不純物之構成物所製造。又，稀土類金屬係使用鏷及鈾。熔鋼中的稀土類金屬之量顯示於第1表。澆桶內之熔鋼的含氮量為0.002質量%。

接著，藉由氫排除氣體作成氣體環境氮濃度為0.5體積%之餵槽內注入熔鋼。此後，以浸嘴從餵槽供給熔鋼於鑄型內，藉連續鑄造法製造鑄片。接著，熱軋壓延鑄片進行退火。冷軋壓延成0.3毫米之厚度。然後，在1000℃進行30秒鐘之精加工退火，塗布絕緣皮膜。如此地製造無方向性電磁鋼板。

然後，根據前述之方法調查無方向性電磁鋼板中之氮化鋁夾雜物及結晶粒徑。又，亦測定無方向性電磁鋼板之鐵損。在鐵損之測定中，係將無方向性電磁鋼板切成長度25厘米之長度，藉由JIS-C-2550中所示之愛波斯坦(Epstein)法進行測定。又，倒數(countback)分析無方向性電磁鋼板之含氮量。該結果顯示於第1表及第2圖。

第1表

	試樣No.	熔鋼	無方向性電磁鋼板			
		稀土類金屬含量 (質量%)	鑄造狀況	結晶粒徑 (微米)	鐵損 $W_{10/800}$ (W/kg)	含氮量 (質量%)
實施例	1	0.0012	完成	160	39.7	0.0040
	2	0.0028	完成	120	39.0	0.0033
	3	0.0050	完成	150	38.7	0.0025
	4	0.0127	完成	120	38.9	0.0044
比較例	5	0.0000	完成	35	42.2	0.0069
	6	0.0004	完成	40	43.5	0.0063
	7	0.0330	中斷	180	39.1	0.0029

如第1表及第1圖所示，熔鋼之稀土類金屬含量於本發明範圍內之實施例No.1~至No.4中，無方向性電磁鋼板之含

氮量為0.0028質量%~0.0044質量%及0.005質量%以下。因此，無方向性電磁鋼板之平均結晶粒徑為120微米~160微米。鐵損 $W_{10/800}$ 為38.7W/kg~39.5W/kg且充分減低。又，可穩定進行連續鑄造。

另一方面，熔鋼之稀土類金屬含量小於本發明範圍之下限的比較例No.5及No.6中，無方向性電磁鋼板之含氮量為0.0063質量%、0.0069質量%且增高。因此，觀察到多量的當量圓直徑為0.1微米~10微米之氮化鋁夾雜物，結晶粒徑顯著減小，鐵損 $W_{10/800}$ 顯著增大。由於係磁通釘孔效果結晶粒之成長受到阻礙。又，熔鋼之稀土類金屬含量大於本發明範圍之上限的No.7中，鑄造時發生浸嘴閉塞因而中斷連續鑄造。

(實驗2)

實驗2中，首先使用轉爐及真空脫氣裝置製造熔鋼，注入於澆桶。作為熔鋼，以質量%計，係由含有碳：0.002%、矽：2.2%、錳：0.2%、磷：0.1%、硫：0.002%、鋁：2.0%，更含有種種之量的鉻及稀土類金屬，殘餘部分為鐵及不可避免的不純物之構成物所製造。又，稀土類金屬係使用鐳及鈾。熔鋼中之鉻及稀土類金屬之量顯示於第2表。澆桶內之熔鋼的含氮量為0.002質量%。

接著，在藉由氫排除氣體作成氣體環境氮濃度為0.5體積%之餵槽內注入熔鋼。此後，以浸嘴從餵槽供給熔鋼於鑄型內，藉由連續鑄造法製造鑄片。

再者，熱軋壓延鑄片，進行退火。冷軋壓延成0.3毫米

之厚度。然後，在1000℃進行30秒鐘之精加工退火，塗布絕緣皮膜。如此地製造無方向性電磁鋼板。然後，與實驗1同樣地測定結晶粒徑，鐵損 $W_{10/800}$ 及含氮量。該結果顯示於第2表。

第2表

	試樣No.	熔鋼		無方向性電磁鋼板		
		含鉻量 (質量%)	稀土類金屬含量 (質量%)	結晶粒徑 (微米)	鐵損 $W_{10/800}$ (W/kg)	含氮量 (質量%)
實施例	11	0.8	0.0034	170	40.4	0.0024
	12	1.2	0.0035	100	39.8	0.0028
	13	5.6	0.0031	130	37.1	0.0029
	14	9.8	0.0055	90	36.5	0.0034
比較例	15	0.8	0.0000	50	49.1	0.0060
	16	1.2	0.0000	40	48.2	0.0068
	17	5.6	0.0000	30	45.2	0.0080
	18	9.8	0.0000	25	44.3	0.0105
	19	12.7	0.0060	38	44.5	0.0076
	20	18.3	0.0048	24	45.0	0.0122

如第2表所示，熔鋼之含鉻量及稀土類金屬含量於本發明範圍內之實施例No.11~至No.14中，無方向性電磁鋼板之含氮量為0.005質量%以下。因此，無方向性電磁鋼板之平均結晶粒徑增大，鐵損 $W_{10/800}$ 充分減低。

另一方面，熔鋼之含鉻量及/或稀土類金屬含量不在本發明範圍內的比較例No.15~No.20中，無方向性電磁鋼板之含氮量大於0.005質量%。因此，平均結晶粒徑縮小，鐵損 $W_{10/800}$ 顯著增大。

【產業上利用之可能性】

例如，本發明可利用製造馬達等高頻率範圍所使用之無方向性電磁鋼板等。

【圖式簡單說明】

【第1圖】第1圖係顯示無方向性電磁鋼鑄板之製造設備的示意圖。

【第2圖】第2圖係顯示實驗1之曲線圖。

【主要元件符號說明】

1…澆桶	4…移行輥
2…餵槽	11…熔鋼
2a…浸嘴	12…鑄片
3…鑄型	

七、申請專利範圍：

1. 一種無方向性電磁鋼鑄片，其特徵在於以質量%計係含有：

矽：0.1%以上、7.0%以下；

錳：0.1%以上；

鋁：0.2%以上、5.0%以下；

鉻：0.1%以上、10%以下；及

稀土類金屬：0.0005%以上、0.03%以上；且

含碳量為0.005%以下；

含磷量為0.2%以下；

含硫量為0.005%以下；

含氮量為0.005%以下；

含氧量為0.005%以下；

殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質構成。

2. 如申請專利範圍第1項之無方向性電磁鋼鑄片，其含錳量為2.0質量%以下。
3. 如申請專利範圍第1項之無方向性電磁鋼鑄片，其稀土類金屬之含量為0.001質量%以上。
4. 如申請專利範圍第1項之無方向性電磁鋼鑄片，其稀土類金屬之含量為0.002質量%以上。
5. 如申請專利範圍第1項之無方向性電磁鋼鑄片，其以質量%計，更含有選自於由下述者所構成群組中之至少1種元素：

銅：1.0%以下；

鈣及鎂：佔總量0.05%以下；

鎳：3.0%以下；及

錫及銻：佔總量0.3%以下。

6. 一種無方向性電磁鋼鑄片之製造方法，其特徵在於包含：

製作熔鋼之步驟，該熔鋼以質量%計係含有：

矽：0.1%以上、7.0%以下；

錳：0.1%以上；

鋁：0.2%以上、5.0%以下；及

鉻：0.1%以上、10%以下；且

含碳量為0.005%以下；

含磷量為0.2%以下；

含硫量為0.005%以下；

含氮量為0.005%以下；及

含氧量為0.005%以下；

且殘餘部分係由鐵及不可避免的雜質所構成；

對前述熔鋼添加0.0005%以上、0.03%以下之稀土類金屬的步驟；及

將已添加有前述稀土類金屬之熔鋼進行鑄造的步驟。

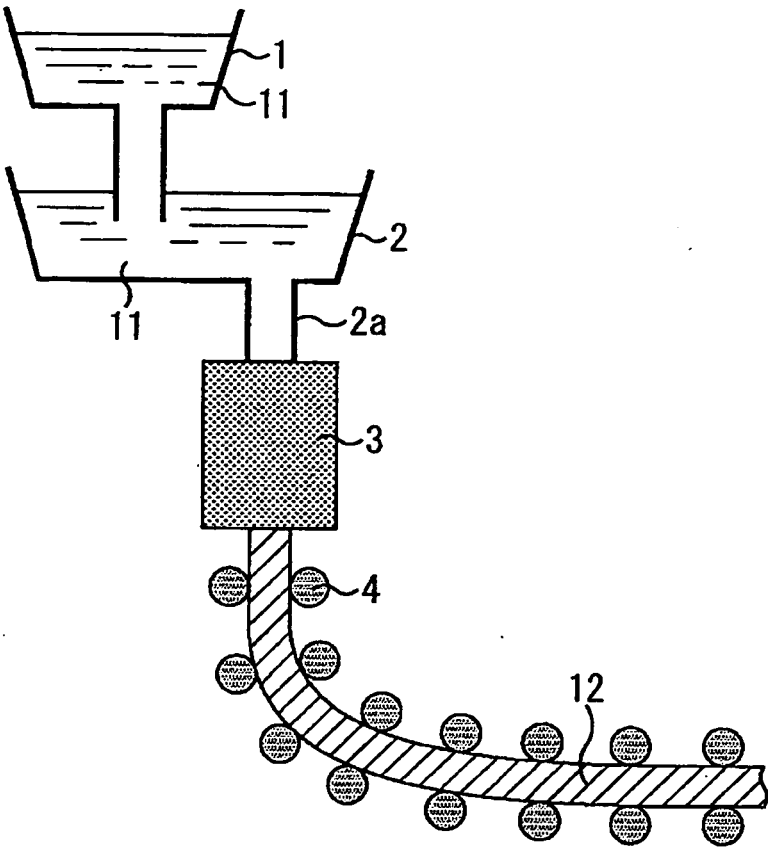
7. 如申請專利範圍第6項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其係於對前述熔鋼添加稀土類金屬的步驟與將前述熔鋼進行鑄造的步驟之間，更具有：使已添加有前述稀土類金屬之熔鋼從澆桶移動至餵槽的步驟。

8. 如申請專利範圍第7項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其係於使已添加有前述稀土類金屬之熔鋼移動的步

驟前，預先使前述餵槽內之氮濃度在1體積%以下。

9. 如申請專利範圍第7項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其中前述熔鋼之含錳量為2.0質量%以下。
10. 如申請專利範圍第7項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其中前述稀土類金屬之添加量為0.001質量%以上。
11. 如申請專利範圍第7項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其中前述稀土類金屬之添加量為0.002質量%以上。
12. 如申請專利範圍第7項之無方向性電磁鋼鑄片的製造方法，其中前述熔鋼以質量%計更含有選自於由下述者所構成群組中之至少1種元素：
 - 銅：1.0%以下；
 - 鈣及鎂：佔總量0.05%以下；
 - 鎳：3.0%以下；及
 - 錫及銻：佔總量0.3%以下。

第 1 圖



第 2 圖

