



【發明摘要】

【中文發明名稱】

附平坦化膜之不鏽鋼箔

【中文】

本發明提供一種附平坦化膜之不鏽鋼箔，其能減低存在於不鏽鋼箔表面之凹部數，於平坦化膜上不會產生裂紋。

一種附平坦化膜之不鏽鋼箔，具有板厚為 $5.0\mu\text{m}$ 以上且 $100.0\mu\text{m}$ 以下的不鏽鋼箔以及於前述不鏽鋼箔之至少單面上的平坦化膜，且該平坦化膜的膜厚為 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $5.0\mu\text{m}$ 以下；並且前述不鏽鋼箔具有包含不鏽鋼成分且剩餘部分由Fe及不純物構成之組成；相對於粒徑 $2.00\mu\text{m}$ 以上之夾雜物之合計質量， Al_2O_3 ：30質量%以下、 MgO ：10質量%以下；前述粒徑 $2.00\mu\text{m}$ 以上之夾雜物中，存在於表面之粒徑大於 $5.00\mu\text{m}$ 之夾雜物為20個/ cm^2 以下。

【指定代表圖】 (無)

【代表圖之符號簡單說明】

(無)

【特徵化學式】

(無)

【發明說明書】

【中文發明名稱】

附平坦化膜之不鏽鋼箔

【技術領域】

【0001】 發明領域

本發明是有關於一種可適用於電子元件用撓性基板的附平坦化膜之不鏽鋼箔。

【先前技術】

【0002】 背景技術

代表撓性電子元件的薄膜電子元件之基板用材料會要求平坦性、絕緣可靠性、耐熱性、氣體阻隔性或高韌性。該基板用材料之候選可舉如樹脂膜或極薄玻璃，惟樹脂膜有耐熱性、氣體阻隔性之課題，極薄玻璃則是韌性低而有可靠性之課題。另一方面，不鏽鋼箔之耐熱性、氣體阻隔性、韌性優異，但卻有平坦性或絕緣性之課題。於是，為了解決前述課題，將平坦化膜成膜於不鏽鋼箔之至少單面上而賦予平坦性或絕緣性的附平坦膜之不鏽鋼箔即受到矚目。其中，藉由耐熱性優異之二氧化矽系無機有機混成材料來覆蓋的附平坦化膜之不鏽鋼箔成為充滿希望之材料。

【0003】 作為成膜有二氧化矽系無機有機混成材料的不鏽鋼箔，於專利文獻1、2等中有所記載。

專利文獻1中記載有一種不鏽鋼箔，其藉由耐熱性、加工性、平坦性、可撓性、絕緣性優異之無機有機混成膜來覆蓋。該不鏽鋼箔是藉由下述方式製得：使用溶膠凝膠法來製得含有適量之有機基的無機有機混成膜，並將該無機有機混成膜覆蓋於不鏽鋼箔之單面或兩面上，以製得耐熱性、加工性、平坦性、絕緣性等優異之不鏽鋼箔。

【0004】於專利文獻2中已記載一種短時間硬化型之平坦化膜形成塗佈液、兼具耐熱性與耐濕性之平坦化皮膜以及藉由該塗佈液來平坦化之金屬箔線圈，該塗佈液可利用卷對卷(Roll to Roll)製程來將金屬箔線圈的表面平坦化成媲美玻璃基板的程度。該金屬箔線圈是藉由塗佈下述可短時間硬化之平坦化膜形成塗佈液而製得：於有機溶劑中，相對於1莫耳之苯基三烷氧基矽烷，加入0.1莫耳以上且1莫耳以下之乙酸、0.005莫耳以上且0.05莫耳以下之有機錫作為催化劑，並利用2莫耳以上且4莫耳以下的水來水解後，在160°C以上且210°C以下之溫度下減壓餾去有機溶劑而得到樹脂，將該樹脂溶解於芳香族烴系溶劑。

【0005】另一方面，即便設置如上述之平坦化膜，也會有下述課題：起因於不鏽鋼箔表面之凹部而於平坦化膜上產生裂紋，使得平坦性、絕緣性降低。不鏽鋼箔表面的凹部之所以會產生，乃是因為不鏽鋼中的夾雜物於軋軋時自不鏽鋼箔表面脫落。

【0006】目前已探討各種減低不鏽鋼中夾雜物之方法，而該不鏽鋼會成為製造不鏽鋼箔之母材。例如，專利文獻3中揭示有一種不鏽鋼板，其適合於HDD(硬碟驅動器)之構件或是以薄膜矽太陽電池基板為首的半導體層形成用基板等精密儀器構件。並已揭示：分布於不鏽鋼板表面的微小凹坑，其存在會大幅影響該不鏽鋼板的洗淨性，且前述微小凹坑是起因於夾雜物或碳化粒子等於軋軋步驟時的脫落痕跡。專利文獻3中揭示，生成以Mn(O,S)-SiO₂作為主成分的非金屬夾雜物，同時將MgO、Al₂O₃、Cr₂O₃調整為預定濃度以下，藉此將非金屬夾雜物無害化。

【0007】 先前技術文獻

專利文獻

專利文獻1：日本特開2003-247078號公報

專利文獻2：國際公開第2016/076399號

專利文獻3：日本特開2011-202253號公報

【發明內容】

【0008】 發明概要

發明欲解決之課題

本發明之目的在於：提供一種平坦性或絕緣可靠性優異的附平坦化膜之不鏽鋼箔，其能減低存在於不鏽鋼箔表面的凹部數，而該等凹部便會成為平坦化膜會產生裂紋的原因。

【0009】 用以解決課題之手段

發明人等係將膜厚 $2.0\mu\text{m}$ 以上且 $4.0\mu\text{m}$ 以下且由苯基矽氧烷聚合物構成的平坦化膜成膜於不鏽鋼箔之表面上，製作出試驗片。將前述膜上浸漬有導電率 0.1S/m 以上且 100S/m 以下之液體且截面積為 4mm^2 以上且 9mm^2 以下之電極設為上電極、將前述不鏽鋼箔設為下電極，於前述上電極掃描前述試驗片之表面，計測於前述上電極與前述下電極間施加 10V 時漏電流為 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 之處數。其結果，在測定面積 100cm^2 上，看見複數個顯示 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上電流值之處。觀察其截面時發現，於不鏽鋼箔表面存在有與輥軋方向呈垂直方向的寬度為 $5\mu\text{m}$ 以上之凹部，且該等凹部會成為產生裂紋的主要原因。並且發現，該等位於不鏽鋼箔表面之凹部是因為在不鏽鋼箔之箔材輥軋步驟中，位於不鏽鋼中粒徑 $5\mu\text{m}$ 以上之粗大夾雜物脫落而產生。

【0010】 進一步研究之結果發現，雖然無法追蹤已脫落的夾雜物，但殘留於不鏽鋼箔表面未脫落之粗大夾雜物數越多，夾雜物之脫落所致凹部數會越多，已成膜於不鏽鋼箔表面的平坦化膜上產生的裂紋數就會變多。

【0011】 因而發現，藉由抑制箔材輥軋後殘留於不鏽鋼箔之粗大夾雜物，附平坦化膜之不鏽鋼箔之絕緣性或平坦性會大幅改善。

【0012】 作為夾雜物之基本成分，發明人等著眼於 Al_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 、 CaO 、

Mn(O、S)、CrS。發現其中由SiO₂、CaO、Mn(O、S)、CrS中至少1種構成夾雜物時，由於該等夾雜物不易叢集化，而且低熔點又軟質，因此，藉由於熱軋步驟或冷軋步驟中伸展或破碎，可減低粗大夾雜物。(有時將SiO₂、CaO、Mn(O、S)、CrS稱作軟質系夾雜物。)

【0013】另一方面，氧化鋁(Al₂O₃)或鎂-鋁尖晶石(MgO·Al₂O₃；以下，有時稱作尖晶石)等夾雜物之界面能高，且於凝固過程中容易偏析、凝集，因此凝集後的尺寸容易變大。再者，氧化鋁或尖晶石之夾雜物屬於硬質，因此於熱軋或冷軋時夾雜物不易破碎，結果會以大尺寸夾雜物粒子之形式殘留。(有時將氧化鋁或鎂-鋁尖晶石稱作硬質系夾雜物。)

【0014】於是發現，減低夾雜物中所含氧化鋁或尖晶石之比率，並重新評估不鏽鋼箔之製造條件，尤其是軋軋條件，而減少粗大氧化鋁或尖晶石夾雜物之個數，並且使軟質夾雜物微細分散，藉此可製得經減低粗大夾雜物之不鏽鋼箔。依據本發明，可提供如下。

(1)一種附平坦化膜之不鏽鋼箔，具有板厚為5.0μm以上且100.0μm以下之不鏽鋼箔以及於前述不鏽鋼箔之至少單面上的平坦化膜，且該平坦化膜的膜厚為0.3μm以上且5.0μm以下；並且前述不鏽鋼箔具有包含不鏽鋼成分且剩餘部分由Fe及不純物構成之組成；相對於粒徑2.00μm以上之夾雜物之合計質量，Al₂O₃：30質量%以下、MgO：10質量%以下；前述粒徑2.00μm以上之夾雜物中，存在於表面之粒徑大於5.00μm之夾雜物為20個/cm²以下；。

(2)如前述(1)之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述不鏽鋼箔為具有以下組成之沃斯田鐵系不鏽鋼箔：包含：以質量%計，C：0.150%以下、Si：0.100~2.000%、Mn：0.100~10.000%以下、P：0.045%以下、S：0.007%以下、Ni：2.000~15.000%、Cr：15.000~20.000%以下、N：0.200%以下、Al：0.030%以下、Mg：0.0005%以下、Ca：0.0005%以下，且剩餘部分由Fe及不純物構成。

(3)如前述(1)之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述不鏽鋼箔為具有以下組成之肥粒鐵系不鏽鋼箔：包含：以質量%計，C：0.120%以下、Si：2.000%以下、Mn：0.100~1.250%以下、P：0.040%以下、S：0.030%以下、Cr：16.000~20.000%以下、N：0.025%以下、Al：0.030%以下、Mg：0.0005%以下、Ca：0.0005%以下，且剩餘部分由Fe及不純物構成。

(4)如前述(1)至(3)中任一項之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述平坦化膜為二氧化矽系有機無機混成膜，且構成前述有機無機混成膜之Si核僅包含T核及Q核。

(5)如前述(4)之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述平坦化膜為二氧化矽系有機無機混成膜，且相對於構成前述有機無機混成膜之Si核的Q核之比例為70%以下。

【0015】 發明效果

可提供一種於粗大夾雜物少的不鏽鋼箔上形成平坦化膜而提升平坦性及絕緣可靠性之附平坦化膜之不鏽鋼箔。

【實施方式】

【0016】 用以實施發明之形態

說明本發明之附平坦化膜之不鏽鋼箔。只要未特別事先聲明，關於成分之「%」是表示鋼中的質量%。當未特別規定下限時，亦可包含未含有之情形(0%)。

【0017】 本發明之不鏽鋼箔並無特殊限制。例如可為SUS304等沃斯田鐵系，亦可為SUS430等肥粒鐵系。

【0018】 [不鏽鋼箔之組成]

當本發明之不鏽鋼箔為沃斯田鐵系不鏽鋼箔時，不鏽鋼箔具有以下組成：包含：以質量%計，C：0.150%以下、Si：0.050~2.000%、Mn：0.100~10.000%、P：0.045%以下、S：0.007%以下、Ni：2.000~15.000%、Cr：15.000~20.000%、N：

0.200%以下、Al：0.030%以下、Mg：0.0005%以下、Ca：0.0005%以下，且剩餘部分由Fe及不純物構成。

【0019】 Ni具有改善耐蝕性或改善加工性之效果，更為用以調整不鏽鋼之熱膨脹係數之主要成分。從改善耐蝕性之觀點來看，Ni含量為2.000%以上。然而，Ni屬於高價元素，若含量過高，於熱軋後或熱鍛後，容易於鋼中生成變韌鐵組織。因此，Ni含量設為15.000%以下。

【0020】 Cr為改善耐蝕性所必須之合金成分，然而，若含有過量之Cr，鋼材便會硬質化且加工性劣化，因此，Cr含量為20.000%以下。Cr含量之下限並無特殊限制，惟若為15.000%以上之含量，添加Cr之效果會變得顯著，因此為15.000%以上。

【0021】 C(碳)亦可不特意含有。若過量含有C，熱膨脹係數便會增大，同時於晶粒界析出的Cr系夾雜物會增加，成為產生大夾雜物粒子的原因。因此，C含量為0.150%以下，較佳為0.100%以下，更佳為0.050%以下。

【0022】 Ca會固溶於硫化物，使硫化物微細分散並將硫化物之形狀球狀化。另一方面，若大量含有Ca，未固溶於硫化物的Ca便會形成粗大氧化物，而有發生蝕刻不良之虞。因此，亦可不特意含有，但若含有，則Ca量為0.0005%以下，較佳為0.0001%以下。

【0023】 Mn是為了避免生成尖晶石而積極用作脫氧劑以取代Mg及Al。然而，若Mn含量過高，便會於晶界偏析而助長晶界破裂，抗氫脆性反而降低。因此，Mn含量為10.000%以下，較佳為5.000%以下、2.000%以下、1.500%以下、1.200%以下、1.000%以下，更佳為0.800%以下、0.600%以下、0.500%以下。Mn之下限並無特殊限制。然而，若Mn含量過少，欲將夾雜物調節為Mn(O,S)-SiO₂系之組成會變得困難。因此，Mn為0.100%以上。在此，所謂Mn(O,S)，意指MnO單體、MnS單體及複合有MnO與MnS之夾雜物，且O與S之比率並非固定，意味著

複合有氧化物與硫化物之夾雜物。

【0024】 為了避免生成尖晶石，積極進行利用Mn、Si之脫氧以取代利用Mg、Al之脫氧。然而，Si會增加不鏽鋼之熱膨脹係數。又，脫氧生成物之MnO-SiO₂係已玻璃化之軟質夾雜物，且於熱軋時延伸及分裂而微細化。因此，抗氫脆特性會提高。另一方面，若Si含量大於2.000%，強度會變得過高並且硬質化，在利用冷加工製造薄板時，為了軋至預定板厚，必須要有許多道次次數，生產性會大幅降低。因此，Si為2.000%以下，較佳為1.000%以下、0.500%以下，更佳為0.300%以下。Si之下限並無特殊限制，然而，若過少，則會變成脫氧不足，夾雜物中Cr₂O₃濃度增加，變得容易生成誘發加工破裂的夾雜物。故，Si之下限為0.050%，較佳為0.100%。

【0025】 Mg用於鋼之脫氧。然而，若Mg含量大於0.0005%，便會有生成粗大夾雜物之虞。又，為了避免生成尖晶石，Mg之含量宜低。因此，Mg含量為0.0005%以下，較佳為0.0003%以下、0.0002%以下，更佳為0.0001%以下。

【0026】 Al亦用於鋼之脫氧。然而，若Al含量大於0.030%，便會有生成粗大夾雜物而發生蝕刻不良之虞。又，為了避免生成尖晶石，Al之含量宜低。因此，Al含量為0.030%以下，較佳為0.020%以下、0.010%以下，更佳為0.005%以下。

【0027】 P、S為鐵系合金中與Mn等合金元素鍵結而生成夾雜物之元素，因此含量宜少。故，P含量為0.045%以下，較佳為0.010%以下、0.007%以下，更佳為0.005%以下。S含量為0.007%以下，更佳為0.005%以下。

【0028】 N與C相同，亦為固溶強化元素。若大量含有，0.2%偏位降伏強度會上升，使鋼材硬質化。另一方面，若大量含有，製造性便會明顯惡化，因此，N含量之上限為0.200%。

【0029】 上述鋼成分之剩餘部分為Fe及無法避免之不純物。在此，所謂無法避免之不純物，意指在工業上製造鋼時，像是礦石或廢料等原料以及因製造步

驟的各種因素而混入之成分，在不會對本發明造成不良影響的範圍內可容許之物。

【0030】 當本發明之不鏽鋼箔為肥粒鐵系不鏽鋼箔時，不鏽鋼箔具有以下組成：包含：以質量%計，C：0.120%以下、Si：0.050~2.000%、Mn：0.100~1.250%、P：0.040%以下、S：0.030%以下、Cr：15.000~20.000%、N：0.025%以下、Al：0.030%以下、Mg：0.0005%以下、Ca：0.0005%以下，且剩餘部分由Fe及不純物構成。

【0031】 Cr為改善耐蝕性所必須之合金成分。然而，若含有過量之Cr，鋼材便會硬質化且加工性劣化，因此，Cr含量為20.000%以下。Cr含量之下限並無特殊限制，惟若為15.000%以上之含量，添加Cr之效果會變得顯著，因此為15.000%以上。

【0032】 C(碳)亦可不特意含有。若過量含有C，熱膨脹係數便會增大，同時於晶粒界析出的Cr系夾雜物會增加，成為產生大夾雜物粒子的原因。因此，C含量為0.120%以下，較佳為0.100%以下，更佳為0.050%以下。

【0033】 Ca會固溶於硫化物，使硫化物微細分散並將硫化物之形狀球狀化。另一方面，若大量含有Ca，未固溶於硫化物的Ca便會形成粗大氧化物，而有發生蝕刻不良之虞。因此，亦可不特意含有，但若含有，則Ca量為0.0005%以下，較佳為0.0001%以下。

【0034】 Mn是為了避免生成尖晶石而積極用作脫氧劑以取代Mg及Al。然而，若Mn含量過高，便會於晶界偏析而助長晶界破裂，抗氫脆性反而降低。因此，Mn含量為1.250%以下。較佳為0.800%以下、0.600%以下，更佳為0.500%以下。然而，若Mn含量過少，欲將夾雜物調節為Mn(O,S)-SiO₂系之組成會變得困難。因此，Mn為0.100%以上。在此，所謂Mn(O,S)，意指MnO單體、MnS單體及複合有MnO與MnS之夾雜物，且O與S之比率並非固定，意味著複合有氧化物與

硫化物之夾雜物。

【0035】 Si是為了避免生成尖晶石，積極進行利用Mn、Si之脫氧以取代利用Mg、Al之脫氧。然而，Si會增加不鏽鋼之熱膨脹係數。又，脫氧生成物之MnO-SiO₂係已玻璃化之軟質夾雜物，且於熱軋時延伸及分裂而微細化。因此，抗氫脆特性會提高。另一方面，若Si含量大於2.000%，強度會變得過高並且硬質化，在利用冷加工製造薄板時，為了軋至預定板厚，必須要有許多道次次數，生產性會大幅降低。因此，Si為2.000%以下，較佳為1.000%以下、0.500%以下，更佳為0.300%以下。Si之下限並無特殊限制，然而，若過少，則會變成脫氧不足，夾雜物中Cr₂O₃濃度增加，變得容易生成誘發加工破裂的夾雜物。故，Si之下限為0.050%，較佳為0.100%。

【0036】 Mg用於鋼之脫氧。然而，若Mg含量大於0.0005%，便會有生成粗大夾雜物之虞。又，為了避免生成尖晶石，Mg之含量宜低。因此，Mg含量為0.0005%以下，較佳為0.0003%以下、0.0002%以下，更佳為0.0001%以下。

【0037】 Al亦用於鋼之脫氧。然而，若Al含量大於0.030%，便會有生成粗大夾雜物而發生蝕刻不良之虞。又，為了避免生成尖晶石，Al之含量宜低。因此，Al含量為0.030%以下，較佳為0.020%以下、0.010%以下，更佳為0.005%以下。

【0038】 P、S為鐵系合金中與Mn等合金元素鍵結而生成夾雜物之元素，因此含量宜少。故，P含量為0.040%以下，較佳為0.010%以下、0.007%以下，更佳為0.005%以下。S含量為0.030%以下，較佳為0.010%以下、0.007%以下，更佳為0.005%以下。

【0039】 N與C相同，亦為固溶強化元素。若大量含有，0.2%偏位降伏強度會上升，使鋼材硬質化。另一方面，若大量含有，製造性便會明顯惡化，因此，N含量之上限為0.025%。

【0040】 上述鋼成分之剩餘部分為Fe及不純物。在此，所謂不純物，意指

在工業上製造鋼時，像是礦石或廢料等原料以及因製造步驟的各種因素而混入之成分，在不會對本發明造成不良影響的範圍內可容許之物。

【0041】 [夾雜物]

夾雜物宜少，理想的是完全不存在，然而，由於會在製造過程中混入或是從鋼成分中生成，因此欲設為完全沒有並不容易。如前述，已知於軋軋時位於表面的粗大夾雜物會脫落，並且容易成為凹部的原因。因此，重要的是極力減低大粒徑之以圓等效直徑計在 $5\mu\text{m}$ 以上之夾雜物。

【0042】 作為夾雜物之基本成分，發明人等著眼於 Al_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 、 CaO 、 $\text{Mn}(\text{O}、\text{S})$ 、 CrS 。得知在該等之中，當為 SiO_2 、 CaO 、 $\text{Mn}(\text{O}、\text{S})$ 、 CrS 之軟質系夾雜物時，由於該等夾雜物不易叢集化，而且低熔點又軟質，因此可利用軋軋伸展或破碎，並抑制粗大化。另一方面，氧化鋁或鎂-鋁尖晶石等硬質系夾雜物之界面能高，且於凝固過程中容易偏析、凝集，因此凝集後的尺寸容易變大。再者，亦得知氧化鋁或尖晶石之夾雜物屬於硬質，因此於軋軋時不易伸展或破碎，結果會以大尺寸夾雜物粒子之形式殘留。

【0043】 基於該等見解，吾人認為重要的是，要使軟質系夾雜物本身的生成本身受到抑制，同時將已生成的軟質系夾雜物藉由調整軋軋條件(例如軋縮率)來達到微細化；另一方面，由於硬質系夾雜物亦難以利用軋軋而微細化，因此，不會生成硬質系夾雜物本身、亦不會混入，而且即便已生成或已混入亦不會凝集(不會粗大化)。

【0044】 首先，為了使無論軟質系、硬質系皆不會生成夾雜物，並確保作為不鏽鋼箔之機械強度等，可設為如前述鋼成分。

為了使夾雜物不會混入，重新評估製程即變得重要。例如，可重新評估熔湯處理時的耐火物，並使用Al或Mg等少的耐火物。

再者，夾雜物之凝集，例如自熔湯凝固時的偏析、凝集為原因之一。欲避免

於凝固時偏析並不容易，但為了盡可能不凝集，可考慮攪拌熔湯等方法。再者，可利用製程不使用自熔湯凝固的製程，例如HIP(熱等靜壓)等來製造鑄錠。製造製程則於後面說明。

【0045】 基於測定上的理由，本發明之不鏽鋼箔中所含夾雜物係以粒徑(圓等效直徑)2.00 μm 以上之夾雜物(以下，只要未特別事先聲明，有時僅稱作「夾雜物」)為對象。粒徑大於5.00 μm 之粗大夾雜物屬於有害，宜極力減低，因此，粒徑2.00~5.00 μm 之夾雜物宜減低，惟並非直接有害之物。

【0046】 又，像是氧化鋁或尖晶石之硬質夾雜物容易變得粗大，因此可極力減低。故，相對於粒徑2.00 μm 以上之夾雜物之合計質量， Al_2O_3 為30質量%以下， MgO 為10質量%以下。該等硬質夾雜物宜少，因此， Al_2O_3 之比率宜為25質量%以下、20質量%以下、15質量%以下、10質量%以下，更佳為5質量%以下、3質量%以下、1質量%以下。 MgO 之比率宜為8質量%以下、6質量%以下、5質量%以下，更佳為4質量%以下、3質量%以下、2質量%以下、1質量%以下。

【0047】 再者，本發明之不鏽鋼箔之特徵在於：存在於不鏽鋼箔表面之圓等效粒徑大於5.00 μm 之夾雜物數為20個/ cm^2 以下。

【0048】 依據本發明，必須將塗佈有平坦化膜的不鏽鋼箔中所含有的夾雜物中，粒徑大於5.00 μm 之夾雜物的個數比例限制在不鏽鋼箔表面上為20個/ cm^2 以下。不鏽鋼箔表面之凹部是平坦化膜會產生裂紋的主要原因。這是因為在板厚減薄至一定程度且夾雜物已微細化至一定程度後，進行輥軋時，存在於不鏽鋼箔表面粒徑5.00 μm 以上之夾雜物會自不鏽鋼箔表面脫落，因而產生該凹部的緣故。

【0049】 如以下來測定夾雜物之粒徑。使用掃描型電子顯微鏡(SEM)，觀察不鏽鋼箔表面之夾雜物。SEM例如可使用日本電子製之JSM-IT500HR。顯示SEM設定之一例。

· 檢測器：反射電子檢測器BED-C

- 觀察倍率：80倍
- 加速電壓：20.0kV
- 工作距離(WD)：10.0mm
- 照射電流：80%

又，已藉由SEM取得之影像是利用夾雜物自動分析軟體來檢測夾雜物，並利用能量分散型X射線能譜裝置(以下為EDS裝置)實施夾雜物之組成分析。關於夾雜物自動分析之軟體，例如可使用牛津(Oxford)公司製之AZtec粒子分析模式。EDS裝置例如可使用牛津(Oxford)公司製之ULTIM MAX 65。

利用夾雜物自動分析軟體來進行夾雜物的識別步驟中，起初取得在夾雜物自動分析軟體中使用的SEM影像。接著，從已藉由SEM取得之影像中，利用夾雜物自動分析軟體以圓等效直徑計在 $2.00\mu\text{m}$ 以上，且藉由EDS檢測出Al、Mg、Si、Ca、Mn、S之元素中一種以上時，即識別為夾雜物。針對已完成至EDS分析之影像，於軟體上進行連結，並作成一個影像來輸出。此時，亦取得經夾雜物自動分析軟體識別的夾雜物之圓等效直徑、元素組成。藉由反覆實施以上夾雜物識別程序，進行測定直到所設定的面積為止。例如，影像之測定面積可將 10cm^2 設為測定單位之1視野，並實施10視野測定，令合計 100cm^2 為評價面積。另，與所測定夾雜物面積具有相同面積的圓，其直徑設為圓等效徑(圓等效直徑)，並令其為「粒徑」。

如上述，觀察不鏽鋼箔表面，求得夾雜物之粒徑，可明白存在於不鏽鋼箔表面之夾雜物粒徑或存在於不鏽鋼箔中的夾雜物粒徑皆無特別變化。

【0050】 夾雜物之組成是針對經夾雜物自動分析軟體識別的各夾雜物，如以下來計算。首先，利用EDS分析而得的元素Al、Mg、Si、Ca、Mn、Cr、S之質量%分別除以原子量，求得元素之表觀物質量。接著，針對上述7種元素，設為屬於夾雜物基本成分的氧化物或硫化物之狀態。夾雜物中，Al、Mg、Si、Ca主

要是以氧化物之形式存在。

Mn、Cr主要是以硫化物來存在，Mn也會有亦以氧化物MnO之形式存在之情形。S除了前述硫化物MnS外，也會有以鉻之硫化物CrS之形式存在之情形。當S之表觀物質量較Mn之表觀物質量更多時，存在有與Mn之表觀物質量等量的MnS，此時，存在有S之表觀物質量減去Mn之表觀物質量的物質量之CrS。當S之表觀物質量較Mn之表觀物質量更少時，存在有與S之表觀物質量等量的MnS，此時，存在有Mn之表觀物質量減去S之表觀物質量的物質量之MnO。當Mn之表觀物質量與S之表觀物質量完全等量存在時，存在有與Mn及S之物質量等量的MnS。

為了設為屬於夾雜物基本成分的氧化物或硫化物之狀態，分別基於Al:O=2:3、Mg:O=1:1、Si:O=1:2、Ca:O=1:1、Mn:O=1:1、Mn:S=1:1、S:Cr=1:1之化學計量比率賦予對應於元素之表觀物質量的元素O(氧)或S之物質量後，乘上各自之分子量而導出氧化物等換算質量。所求得氧化物等換算質量各自除以7種氧化物等換算質量之合計，藉此求出Al₂O₃、MgO、SiO₂、CaO、MnO、MnS、CrS(以下，有時稱作「氧化物等」)之氧化物等換算質量%。對已藉由夾雜物自動分析軟體求得的夾雜物面積，分別乘上7種氧化物等換算質量%，求出Al₂O₃、MgO、SiO₂、CaO、MnO、MnS、CrS之夾雜物面積(μm²)。

接著，針對經夾雜物自動分析軟體識別的所有夾雜物分別求出夾雜物面積，上述7種氧化物或硫化物每個合計夾雜物面積，獲得Al₂O₃之面積合計、MgO之面積合計、SiO₂之面積合計、CaO之面積合計、MnO之面積合計、MnS之面積合計、CrS之面積合計。令該7種面積合計之總和為所有夾雜物之面積合計。各氧化物等之面積合計除以所有夾雜物之面積合計，藉此算出夾雜物之組成比率(質量%)。

【0051】 將粒徑大於5.00μm之夾雜物之個數密度設為20個/cm²以下。因此，可減低下述夾雜物，該夾雜物具有會使不鏽鋼箔表面產生凹部的尺寸，而該等凹

部乃是平坦化膜會產生裂紋的主要原因。粒徑大於 $5.00\mu\text{m}$ 之夾雜物宜少，較佳為 $15\text{個}/\text{cm}^2$ 以下、 $12\text{個}/\text{cm}^2$ 以下、 $10\text{個}/\text{cm}^2$ 以下，更佳為 $8\text{個}/\text{cm}^2$ 以下、 $6\text{個}/\text{cm}^2$ 以下、 $5\text{個}/\text{cm}^2$ 以下。

【0052】 [板厚]

本發明中所用之不鏽鋼箔其板厚為 $5.0\mu\text{m}$ 以上且 $100.0\mu\text{m}$ 以下。若板厚比 $100.0\mu\text{m}$ 更厚，便無法期待作為箔之可撓性，同時會喪失屬於箔之重要特徵，即輕量化之優點。板厚比 $5.0\mu\text{m}$ 更薄的不鏽鋼箔，在處理時，非常容易有所謂彎折或皺褶，不易融合於工業製程，同時作為基板的強度會降低，使用時的可靠性會發生問題。再者，如此之薄的不鏽鋼箔，從工業上之觀點來看，畢竟只會是高價之物。另，本發明中所用之不鏽鋼箔，其板厚可使用接觸式之所謂測微計來測定。本發明所用不鏽鋼箔之板厚為 $10.0\mu\text{m}$ 以上且 $80.0\mu\text{m}$ 以下，在防止平坦化膜會產生裂紋之目的上是更為理想的。

【0053】 說明本發明附平坦化膜之不鏽鋼箔之製造方法。

本發明之不鏽鋼箔例如可如下述來製造，惟以下所示方法為例示，並非意圖限定於該方法。

【0054】 例如，於 $10^{-1}(\text{Torr})$ 以下之真空環境氣體中，將調整為預定組成的原料真空熔解，製得目標合金組成之熔湯。此時，為了將熔湯脫氧，添加Mn及Si，以使得除渣後的熔湯中Mn及Si含量會分別達到預定含量。

【0055】 接著，使用Ar或 N_2 氣體等非活性氣體，利用氣體霧化進行霧化(粉體化)。為了降低熔湯之黏性，氣體霧化時的熔湯溫度宜設為熔點 $+50^\circ\text{C}$ ~ 200°C 之範圍。又，氣體霧化時的氣體流量($\text{m}^3/\text{分}$)/熔湯流量($\text{kg}/\text{分}$)的比可設為 $0.3(\text{m}^3/\text{kg})$ 以上。若氣體流量($\text{m}^3/\text{分}$)/熔湯流量($\text{kg}/\text{分}$)的比小於 $0.3(\text{m}^3/\text{kg})$ ，熔滴之冷卻速度會變慢，因此，衝撞鑄塊表面時的液滴之液相率會過高，夾雜物會粗大化。

故，氣體流量與熔湯流量的比設為 $0.3(\text{m}^3/\text{kg})$ 以上，較佳設為 0.5 以上、 0.7 以

上、0.9以上、1.0以上、1.5以上，更佳為2.0以上。氣體流量($\text{m}^3/\text{分}$)/熔湯流量($\text{kg}/\text{分}$)的比之上限並無特殊限制，然而，若為 $5.0(\text{m}^3/\text{kg})$ 以上，冷卻能力便會飽和，因此上限可設為 $5.0(\text{m}^3/\text{kg})$ 。

【0056】 利用熱壓法或HIP法，將已藉由前述霧化步驟製得的合金粉末燒結而製造鑄錠。燒結方法並無特殊限制。遵循一般方法的熱壓法等適當設定條件即可。

【0057】 合金粉末係其粒徑越小越容易進行燒結，惟相較於粒徑大的合金粉末，生產性會降低。另一方面，合金粉末之粒徑越大，便會有來自爐材的不純物越容易混入之虞。因此，合金粉末設為粒徑 $300\mu\text{m}$ 以下，較佳為 $250\mu\text{m}$ 以下、 $200\mu\text{m}$ 以下、 $150\mu\text{m}$ 以下，更佳為 $100\mu\text{m}$ 以下。

【0058】 利用上述霧化(粉體化)法，可抑制Al或Mg之含有。再者，若為以固相處理之燒結法，便也不會如凝固法(鑄造法)般混入來自耐火物的Al或Mg，因此可抑制粗大(例如 $5\mu\text{m}$ 以上)夾雜物之生成。基於該等，最終可減低 Al_2O_3 或尖晶石系夾雜物本身，尤其是可明顯抑制 $5\mu\text{m}$ 以上之粗大夾雜物的生成。

【0059】 接著，將所製得之合金鑄錠，利用熱鍛或切削抑或研磨加工來製造鋼片，並將前述鋼片軋軋至厚度 $3.0\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 。前述軋軋可為熱軋軋，亦可為冷軋軋。厚度 $3.0\text{mm}\sim 200\text{mm}$ 之前述軋軋板可藉由反覆進行軋軋步驟而形成為板厚 $100.0\mu\text{m}$ 以下之不鏽鋼箔。為了獲得本發明之效果，板厚之下限為 $5.0\mu\text{m}$ 。

【0060】 亦可將前述鑄錠在進行熱軋軋、熱鍛或冷軋軋前後進行退火步驟。又，為了防止夾雜物凝集，前述退火步驟、熱鍛步驟及熱軋軋步驟之溫度為小於本發明之鐵系合金熔點之溫度，宜設為本發明之鐵系合金熔點溫度 -500°C 以上、本發明之鐵系合金熔點溫度 -200°C 以下之範圍。

【0061】 熱軋軋或熱鍛後可進行冷軋軋。亦可於冷軋軋途中進行中間退火。可利用軋軋將夾雜物、尤其是軟質系夾雜物伸展、破碎，並且將夾雜物微細化。

夾雜物之微細化是冷軋比熱軋更為有效，再者，板厚越薄越有效，因此，可將熱軋後的板厚(即將冷軋前的板厚)作為基準，將冷軋之總軋縮率設為96.0%以上。較佳可設為97.0%以上、98.0%以上、99.0%以上、99.5%以上。再者，軋縮率較高者可期待夾雜物之微細化效果，因此，除了精心製成目標板厚之道次或進行形狀矯正之道次外，可將各道次之軋縮率設為20.0%以上。藉由在此種軋縮率下進行冷軋，可將軟質夾雜物進一步利用伸展、破碎而微細化，同時進行分散。

【0062】 另一方面，已知的是，在板厚減薄至一定程度且夾雜物已微細化至一定程度後，進行軋(精軋)之際，在夾雜物微細化的同時，會發生下述情形：因夾雜物脫落而生成表面凹凸、或生成會貫通不鏽鋼箔的針孔。因此，從比最終板厚還要厚10~80 μm 之板厚進行精軋(多段冷軋)至最終板厚的過程中，可採用將各道次之單位軋負載(kN/mm)控制在適當區域的輕度軋。所謂單位軋負載是：軋施加於被加工材之負載除以被加工材之板寬。例如，單位軋負載可設為0.4~1.3kN/mm，並將累積軋縮率設為50.0%以上。若單位軋負載小於0.4kN/mm，伴隨著軋而來的加工發熱少，被加工材之合金箔的柔軟性會降低，因此，於夾雜物與合金箔之界面會產生裂紋，夾雜物之脫落會變多。又，若大於1.3kN/mm，雖然加工發熱會變多，但合金箔之塑性變形量本身會變大，因此，在與夾雜物之界面會產生裂紋，夾雜物之脫落會變多。又，若精軋之累積軋縮率小於50.0%，便會有合金箔之強度不會顯現之情形。精軋之累積軋縮率之上限並無特殊限制，惟基於一般箔材軋機之能力，可設為98.0%以下。

【0063】 再者，為了抑制因夾雜物脫落而生成的表面凹凸，用以作成最終板厚的最終軋之軋縮率可設為0.2~3.0%。在此，所謂軋縮率，係令軋前的板厚為 t_1 、令軋後的板厚為 t_2 時，以下述式來表示。

$$\text{軋縮率}=(t_1-t_2)/t_1$$

例如，精軋軋之累積軋縮率，即使為多段，亦可令精軋軋前的板厚為 t_1 、令精軋軋後的板厚為 t_2 即可。各道次之軋縮率則是令各軋軋道次前的板厚為 t_1 、令該軋軋道次後的板厚為 t_2 即可。

【0064】再者，於精軋軋(最終軋軋)後，為了消除應變，亦可進行退火。

【0065】 [平坦化膜之組成]

用於製造本發明附平坦化膜之不鏽鋼箔的平坦化膜為二氧化矽系無機有機混成膜。

[二氧化矽系無機有機混成膜]

二氧化矽系無機有機混成膜一般具有包含 $R_2Si(OR')_2$ 、 $RSi(OR')_3$ 或 $Si(OR')_4$ 作為聚矽氧之基本單元的結構，並藉由塗敷已使其於溶劑中水解、縮合之塗佈液進行熱處理而製得。在此， R 為任意之有機基， R' 為烷基。 $R_2Si(OR')_2$ 、 $RSi(OR')_3$ 、 $Si(OR')_4$ 分別相當於 Si 之D核(二官能性)、T核(三官能性)、Q核(四官能性)。

【0066】 當構成平坦化膜之二氧化矽系無機有機混成膜包含 Si 之D核作為構成要素時，雖然可賦予膜柔軟性，然而，於製作元件時的高溫製程中，於D核形成3員環而脫離，因此會對元件特性造成不良影響。故，構成平坦化膜之 Si 核會要求是僅由T核及Q核構成的二氧化矽系無機有機混成膜。當相對於所有 Si 核的Q核之比例大於70%時，構成膜之 $Si-O$ 鍵之密度會變得過高，在此情形下，由於膜會變得容易有裂紋，因此並不合適。T核有一個與 Si 直接鍵結的有機基，因此可賦予膜柔軟性。Q核之比例可為70%以下。

【0067】 與構成本發明之二氧化矽系無機有機混成膜之 Si 直接鍵結的有機基 R 並無特殊限制。例如，從耐熱性之觀點來看，宜為甲基、苯基。甲基與苯基可分別單獨含有，亦可同時含有兩者。平坦化膜中的 Si 核可利用 $^{29}Si-NMR$ 測定來特定種類與量。與 Si 直接鍵結的有機基可利用FTIR或 $^{13}C-NMR$ 與 ^1H-NMR 之組合等來調查。

【0068】 [二氧化矽系無機有機混成膜形成用塗佈液]

二氧化矽系無機有機混成膜可利用各種方法來製作。當二氧化矽系無機有機混成膜為苯基修飾二氧化矽膜時，例如可由以下所示塗佈液來製作。以下所示方法為例示，並非意圖限定於該方法。

【0069】 該塗佈液為以下塗佈液：於有機溶劑中，相對於1莫耳之苯基三烷氧基矽烷，加入0.1莫耳以上且1莫耳以下之乙酸、0.005莫耳以上且0.050莫耳以下之有機錫作為催化劑，並利用2.0莫耳以上且4.0莫耳以下的水來水解後，在160°C以上且210°C以下之溫度下，減壓餾去苯基三烷氧基矽烷水解時所用之有機溶劑、作為反應副產物的水及醇而得到樹脂，將該樹脂溶解於芳香族烴系溶劑。

【0070】 在此所用之苯基三烷氧基矽烷可舉如苯基三甲氧基矽烷、苯基三乙氧基矽烷、苯基三丙氧基矽烷等。

【0071】 將苯基三烷氧基矽烷水解時所用之有機溶劑可舉如甲醇、乙醇、丙醇等。

【0072】 減壓餾去時餾去的有機溶劑，除了將苯基三烷氧基矽烷水解時所用之有機溶劑外，亦包含藉苯基三烷氧基矽烷之水解而生成的醇。又，有時也包含伴隨著已水解苯基三烷氧基矽烷之縮合反應而生成的水。

【0073】 芳香族烴系溶劑可舉如甲苯、二甲苯等。於芳香族烴系溶劑中，亦可在不會對特性造成影響的範圍內混合其他有機溶劑。

【0074】 有機錫為促進苯基三烷氧基矽烷及其水解縮合反應物抑或含苯基階梯聚合物之聚縮合反應的催化劑。有機錫可舉例：二乙酸二丁錫、氧化雙(乙醯氧基二丁錫)、雙乙醯丙酮二丁錫、雙馬來酸單丁酯二丁錫、雙馬來酸單丁酯二辛錫、氧化雙(月桂氧基二丁錫)等。

【0075】 二氧化矽系無機有機混成膜是將上述塗佈液塗佈於不鏽鋼箔表面，並於非活性氣體環境中、在300°C以上且450°C以下之熱處理溫度下，使其硬

化，較為理想的是形成為膜厚 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $5.0\mu\text{m}$ 以下。

【0076】 當二氧化矽系無機有機混成膜為甲基修飾二氧化矽膜時，例如可由以下所示塗佈液來製作。

將已令 0.6 莫耳之甲基三乙氧基矽烷與 0.4 莫耳之四甲氧基矽烷於 12.0 莫耳之乙醇中利用 2.0 莫耳的水與 0.1 莫耳之乙酸水解、縮合反應的塗佈液，以膜厚 $1.0\mu\text{m}$ 來塗佈後，於氮中以 450°C 進行 10 分鐘熱處理，所製得的膜其甲基已鍵結的T核為 60% 、Q核為 40% 。Q核之原料除了四甲氧基矽烷外，還可使用四乙氧基矽烷、四丙氧基矽烷、膠體二氧化矽等。除了甲基三乙氧基矽烷外，亦可使用甲基三甲氧基矽烷。亦可將該等原料組合複數種。

【0077】 二氧化矽系無機有機混成膜有時會依照塗佈後的熱處理溫度及熱處理時氣體環境之不同，使得原料的有機烷氧基矽烷之有機基熱分解，Si從T核變成Q核。因此，在將已令T核之原料，例如甲基三甲氧基矽烷 1.0 莫耳於 8.0 莫耳之甲醇中使用 3.0 莫耳的水與 0.01 莫耳之硝酸水解、縮合而製得的塗佈液，以膜厚 $0.4\mu\text{m}$ 來塗佈後，於含 0.1% 之氧的氮中進行 500°C 、 1 分鐘之熱處理時，平坦化膜中會存在有甲基已鍵結的T核之Si為 98% 、甲基已熱分解的Q核之Si為 2% 。另一方面，在將前述塗佈液以膜厚 $0.4\mu\text{m}$ 塗佈於不鏽鋼箔後，於氮中進行 500°C 、 1 分鐘之熱處理時，甲基已鍵結的T核之Si會變成 100% 。

【0078】 形成於不鏽鋼箔上的二氧化矽系無機有機混成膜之膜厚為 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $5.0\mu\text{m}$ 以下。當比 $0.3\mu\text{m}$ 更薄時，不鏽鋼箔表面之覆蓋會變得不足，且不鏽鋼箔與元件短路，抑或二氧化矽系無機有機混成膜之表面不夠平坦而發生構成元件之電極層或半導體層脫層，因此並不合適。當大於 $5.0\mu\text{m}$ 時，膜會變得容易有裂紋。不僅製膜時容易有裂紋，在將藉由平坦化膜來覆蓋的不鏽鋼箔作為撓性基板而彎曲時，也會變得容易有裂紋。膜厚為 $0.5\mu\text{m}$ 以上且 $3.5\mu\text{m}$ 以下，從不鏽鋼箔表面之覆蓋與防止裂紋之觀點來看是更為理想的。

【0079】 實施例

接著，利用實施例進一步說明本發明。當然，本發明並不限於此處所提示的實施例。

【0080】 針對試驗材1、2，利用真空感應溶解爐，調製出已調整為表1所示成分之不鏽鋼合金組成之熔湯，並利用藉由N₂氣體來進行的氣體霧化而粉末化。為了降低熔湯之黏性，氣體霧化時的熔湯溫度設為液相線溫度+50°C~液相線溫度+200°C之範圍。又，氣體霧化時的氣體流量(m³/分)/熔湯流量(kg/分)的比調整為1.0~3.0(m³/kg)。

接著，將所製得之合金粉末封入金屬容器，利用公知HIP處理方法，製得試驗材1、2之鑄錠。

【0081】 針對試驗材3、4，利用真空感應溶解爐，調製出已調整為表1所示成分之不鏽鋼合金組成之熔湯，惟之後將熔湯移至鑄模，並於鑄模中使其凝固，製得鑄錠。其間，放入熔湯之餵槽或鑄模內壁之耐火物是使用與一般作業中所用之物同等的耐火物。

【0082】 將試驗材1、2之一部分與試驗材3、4之各鑄錠進行熱鍛，製造出截面為80mm×80mm之鋼片，將該鋼片熱軋至厚度3.0mm，然後，進行冷軋，製得板厚0.30mm之鋼板。將所製得之鋼板進行冷軋，除了精心製成目標板厚之道次或進行形狀矯正之道次外，將各道次之軋縮率設為20.0%以上，製得板厚較最終板厚還要厚50μm之鋼箔。將獲得自試驗材1、2之鋼箔進行精軋，製得板厚5.0μm、10.0μm、25.0μm、50.0μm、100.0μm之不鏽鋼箔。將獲得自試驗材3、4之鋼箔進行精軋，製得板厚50.0μm之不鏽鋼箔。此時，單位軋負載設為0.4~1.3kN/mm，並將最終精軋之軋縮率設為0.2~3.0%。另，為了去除冷軋所致應變，進行張力退火。

從試驗材1製得之不鏽鋼箔係依照板厚5.0μm、10.0μm、25.0μm、50.0μm、

100.0 μm 之順序，設為試驗材1-1、1-2、1-3、1-4、1-5。從試驗材2製得之不鏽鋼箔同樣地設為試驗材2-1、2-2、2-3、2-4、2-5。從試驗材3製得之不鏽鋼箔設為試驗材3-1，從試驗材4製得之不鏽鋼箔則設為試驗材4-1。

【0083】將試驗材1、2之一部分之各鑄錠進行熱鍛，製造出截面為80mm \times 80mm之鋼片，將該鋼片熱軋至厚度3.0mm，然後，進行冷軋，製得板厚0.30mm之鋼板。將所製得之鋼板進行冷軋，除了精心製成目標板厚之道次或進行形狀矯正之道次外，將各道次之軋縮率設為小於20.0%，製得板厚較最終板厚厚50.0 μm 之鋼箔。將所製得之鋼箔進行精軋，製得板厚50.0 μm 之不鏽鋼箔。此時，將最終精軋之軋縮率設為5.0%。另，為了去除冷軋所致應變，進行張力退火。從試驗材1製得之該不鏽鋼箔設為試驗材1-6，從試驗材2製得之該不鏽鋼箔則設為試驗材2-6。

[(0085)] 準備用以成膜含苯基之二氧化矽系無機有機混成膜的塗佈液。首先，使用10L之燒瓶，以會成為表2所示之摻合比的方式來摻合，並以總量會達0.7L之方式來調合原料。調合後，將原料以磁攪拌器進行15分鐘攪拌及混合，為了促進水解，以80°C、3小時於氮氣流下回流。然後，使用旋轉蒸發器，將油浴之設定溫度設為80°C而減壓餾去溶劑，製得縮合反應物。然後，與縮合反應物之重量等量添加甲苯，使縮合反應物溶解。將該10L燒瓶連接於附迪安-斯塔克分離器(Dean Stark trap)之回流器，進行加熱回流。表2中顯示加熱回流時油浴之設定溫度與回流時間。於加熱回流後，進一步添加甲苯，稀釋成固體成分濃度達30質量%。設置孔徑5 μm 之過濾器實施減壓過濾，作成含苯基之二氧化矽系無機有機混成膜形成用塗佈液。

[(0086)] [表2]

表2

摻合比(質量)	苯基-三乙氧基矽烷	1.00
	乙醇	9.00
	乙酸	0.20
	二乙酸-二丁錫	0.01
	水	9.00
油浴設定溫度[°C]		130
加熱回流時間[h]		7

[(0087)] 使用模塗佈機，以膜厚0.3、3.0、5.0 μm 於所製得各不銹鋼箔之單面上形成含苯基之二氧化矽系無機有機混成膜。乾燥爐為爐長3m，且爐溫設定為100°C，以速度5m $\text{p}\cdot\text{m}$ 進行搬送，一邊貼合PAC3J-30U之微黏著性保護膜一邊捲繞。接著，剝下保護膜，並以搬送速度1m $\text{p}\cdot\text{m}$ 通過爐長6m、爐溫400°C之氮環境氣體之熱風乾燥爐，一邊貼合PAC3J-30U之微黏著性保護膜一邊捲繞，製得附平坦化膜之不銹鋼箔捲料。利用 ^{29}Si -NMR，可確認Si核皆為T核。利用 ^{13}C -NMR，可確認有機基為苯基。

[(0088)] 準備用以成膜含甲基之二氧化矽系有機無機混成膜的塗佈液。利

用以下方式來合成：令0.5莫耳之甲基三乙氧基矽烷與0.5莫耳之四甲氧基矽烷，於6.0莫耳之2-乙氧基乙醇中利用2.0莫耳的水與0.1莫耳之乙酸水解、縮合反應，然後，追加6.0莫耳之MEK並進行混合。

【0089】 使用模塗佈機，以膜厚1.0 μm 於所製得各不鏽鋼箔之單面上形成含甲基之二氧化矽系無機有機混成膜。乾燥爐為爐長3m，且爐溫設定為150 $^{\circ}\text{C}$ ，以速度5mpm進行搬送，一邊貼合PAC3J-30H之微黏著性保護膜一邊捲繞。接著，剝下保護膜，並以搬送速度1mpm通過爐長6m、爐溫420 $^{\circ}\text{C}$ 之氮環境氣體之熱風乾燥爐，一邊貼合PAC3J-30H之微黏著性保護膜一邊捲繞，製得附平坦化膜之不鏽鋼箔捲料。利用 ^{29}Si -NMR，可確認Si核為T核與Q核各50%。利用FTIR，可確認有機基為甲基。

【0090】 表3、4、5、6、7、8中，顯示已針對如上述所製得附平坦化膜之不鏽鋼箔之夾雜物評價、平坦性、絕緣可靠性進行評價的結果。在此，夾雜物之觀察是針對未成膜有平坦化膜的不鏽鋼箔表面來進行，平坦性或絕緣可靠性則是針對成膜有平坦化膜的表面(相當於已進行夾雜物評價的不鏽鋼箔表面之背面側之處)進行評價。

【0091】 使用SEM(日本電子製之JSM-IT500HR)，觀察未成膜有平坦化膜的不鏽鋼箔表面之夾雜物。在未成膜有平坦化膜的不鏽鋼箔表面上所觀察到的夾雜物之個數與成膜有平坦化膜的面上所測得漏電流之測定點數上可看見相關性。SEM之設定如下。

- 檢測器：反射電子檢測器BED-C
- 觀察倍率：80倍
- 加速電壓：20.0kV
- 工作距離(WD)：10.0mm
- 照射電流：80%

又，已藉由SEM取得之影像是利用夾雜物自動分析軟體(牛津(Oxford)公司製之AZtec粒子分析模式)來檢測夾雜物，並利用EDS裝置(牛津(Oxford)公司製之ULTIM MAX 65)實施夾雜物之組成分析。

【0092】 利用夾雜物自動分析軟體來進行的夾雜物識別步驟中，起初取得在夾雜物自動分析軟體中使用的SEM影像。接著，已藉由SEM取得之影像係於利用夾雜物自動分析軟體檢測出以圓等效直徑計在 $2.00\mu\text{m}$ 以上之夾雜物，且藉由EDS檢測出Al、Mg、Si、Ca、Mn、S之元素至少1種以上時，識別為夾雜物。針對已完成至EDS分析之影像，於軟體上進行連結，並作成一個影像來輸出。此時，亦取得經夾雜物自動分析軟體識別的夾雜物之粒徑、元素組成。評價面積設為 100cm^2 ，且令圓等效直徑為夾雜物之粒徑。

夾雜物之組成是針對經前述夾雜物自動分析軟體識別的夾雜物，算出 Al_2O_3 、MgO之氧化物換算質量%。

【0093】 [每 100cm^2 之 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之測定點數]

將平坦化膜成膜於不鏽鋼箔之表面上，製作出試驗片。將前述膜上浸漬有導電率 $0.1\text{S}/\text{m}$ 以上且 $100\text{S}/\text{m}$ 以下之液體且截面積為 1mm^2 以上且 25mm^2 以下之電極設為上電極、將前述不鏽鋼箔設為下電極，於前述上電極掃描前述試驗片之表面，計測於前述上電極與前述下電極間施加 10V 時漏電流為 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 之處數。

【0094】 [平坦性]

在前述試驗片測得 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之處，於平坦化膜上產生裂紋，而且平坦性會因為裂紋所產生的平坦化膜表面之高低差而降低。

漏電流為 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上的點，在每 100cm^2 小於10個時，將平坦性判定為良好「○」，在10個以上時，則將平坦性判定為不合適「×」。若為10個以上，元件之缺陷便會明顯增加，因此將小於10個設為良好。

【0095】 [絕緣可靠性]

(009/1) 表4

種類	實施例一	實施例二	實施例三	實施例四	實施例五	實施例六	實施例七	實施例八	比較例一
試驗法	試驗法一	試驗法二	試驗法三	試驗法四	試驗法五	試驗法六	試驗法七	試驗法八	試驗法九
成分	成分一	成分二	成分三	成分四	成分五	成分六	成分七	成分八	成分九
不飽和性	不飽和性一	不飽和性二	不飽和性三	不飽和性四	不飽和性五	不飽和性六	不飽和性七	不飽和性八	不飽和性九
平均分子量	平均分子量一	平均分子量二	平均分子量三	平均分子量四	平均分子量五	平均分子量六	平均分子量七	平均分子量八	平均分子量九
性質	性質一	性質二	性質三	性質四	性質五	性質六	性質七	性質八	性質九

(0099) 表6

項目	實測値(平均)	實測値(第一層)	實測値(第二層)	實測値(第三層)	實測値(第四層)	實測値(第五層)	實測値(第六層)	實測値(第七層)	實測値(第八層)
乾燥灰	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)	乾燥灰(%)
煤質(二)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)
不飽和率	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)	A ₁ O ₃ 含量(%)
	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)	Y ₂ O ₃ 含量(%)
	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)	同等煤質最大時之灰 雜物之重量(%)
煤質	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)
煤質(二)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)
	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)	每100mm ² 之A ₁ O ₃ 以 上煤質之重量(%)
煤質(三)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)
煤質(四)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)	煤質(%)

(0100) [表7]

表7

	實施例 1-1	實施例 1-2	實施例 1-3	實施例 1-4	實施例 1-5	實施例 1-6	實施例 1-7	實施例 1-8	實施例 1-9	實施例 1-10	實施例 1-11	實施例 1-12
試驗方法	試驗方法 1-1	試驗方法 1-2	試驗方法 1-3	試驗方法 1-4	試驗方法 1-5	試驗方法 1-6	試驗方法 1-7	試驗方法 1-8	試驗方法 1-9	試驗方法 1-10	試驗方法 1-11	試驗方法 1-12
成分	成分 1-1	成分 1-2	成分 1-3	成分 1-4	成分 1-5	成分 1-6	成分 1-7	成分 1-8	成分 1-9	成分 1-10	成分 1-11	成分 1-12
不揮發性	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%
	7.8	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
試驗方法	試驗方法 1-1	試驗方法 1-2	試驗方法 1-3	試驗方法 1-4	試驗方法 1-5	試驗方法 1-6	試驗方法 1-7	試驗方法 1-8	試驗方法 1-9	試驗方法 1-10	試驗方法 1-11	試驗方法 1-12
成分	成分 1-1	成分 1-2	成分 1-3	成分 1-4	成分 1-5	成分 1-6	成分 1-7	成分 1-8	成分 1-9	成分 1-10	成分 1-11	成分 1-12
不揮發性	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%
	7.8	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3
試驗方法	試驗方法 1-1	試驗方法 1-2	試驗方法 1-3	試驗方法 1-4	試驗方法 1-5	試驗方法 1-6	試驗方法 1-7	試驗方法 1-8	試驗方法 1-9	試驗方法 1-10	試驗方法 1-11	試驗方法 1-12
成分	成分 1-1	成分 1-2	成分 1-3	成分 1-4	成分 1-5	成分 1-6	成分 1-7	成分 1-8	成分 1-9	成分 1-10	成分 1-11	成分 1-12
不揮發性	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%	Al ₂ O ₃ 質量%
	7.8	8.1	8.1	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3

(0101) [表8]

試驗	實施例 1-1	實施例 1-2	實施例 1-3	實施例 1-4	實施例 1-5	實施例 1-6	實施例 1-7	實施例 1-8
試驗 1	試驗方法 1-1	試驗方法 1-2	試驗方法 1-3	試驗方法 1-4	試驗方法 1-5	試驗方法 1-6	試驗方法 1-7	試驗方法 1-8
結果 1	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 2	試驗方法 2-1	試驗方法 2-2	試驗方法 2-3	試驗方法 2-4	試驗方法 2-5	試驗方法 2-6	試驗方法 2-7	試驗方法 2-8
結果 2	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 3	試驗方法 3-1	試驗方法 3-2	試驗方法 3-3	試驗方法 3-4	試驗方法 3-5	試驗方法 3-6	試驗方法 3-7	試驗方法 3-8
結果 3	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 4	試驗方法 4-1	試驗方法 4-2	試驗方法 4-3	試驗方法 4-4	試驗方法 4-5	試驗方法 4-6	試驗方法 4-7	試驗方法 4-8
結果 4	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 5	試驗方法 5-1	試驗方法 5-2	試驗方法 5-3	試驗方法 5-4	試驗方法 5-5	試驗方法 5-6	試驗方法 5-7	試驗方法 5-8
結果 5	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 6	試驗方法 6-1	試驗方法 6-2	試驗方法 6-3	試驗方法 6-4	試驗方法 6-5	試驗方法 6-6	試驗方法 6-7	試驗方法 6-8
結果 6	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 7	試驗方法 7-1	試驗方法 7-2	試驗方法 7-3	試驗方法 7-4	試驗方法 7-5	試驗方法 7-6	試驗方法 7-7	試驗方法 7-8
結果 7	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 8	試驗方法 8-1	試驗方法 8-2	試驗方法 8-3	試驗方法 8-4	試驗方法 8-5	試驗方法 8-6	試驗方法 8-7	試驗方法 8-8
結果 8	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 9	試驗方法 9-1	試驗方法 9-2	試驗方法 9-3	試驗方法 9-4	試驗方法 9-5	試驗方法 9-6	試驗方法 9-7	試驗方法 9-8
結果 9	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過
試驗 10	試驗方法 10-1	試驗方法 10-2	試驗方法 10-3	試驗方法 10-4	試驗方法 10-5	試驗方法 10-6	試驗方法 10-7	試驗方法 10-8
結果 10	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過	通過

【0102】 試驗材1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、2-1、2-2、2-3、2-4、2-5可降低、抑制到 Al_2O_3 為28.5質量%以下、 MgO 為9.7質量%以下，由於不易利用輥軋而微細化的夾雜物之 Al_2O_3 與 MgO 少，因此圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數可降低、抑制到8.8個/ cm^2 以下。故，每 100cm^2 之 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之測定點數少到9.5個以下，可知能減低裂紋的產生。

並且可知，板厚變得越薄，夾雜物越能微細化， Al_2O_3 之質量%、 MgO 之質量%、圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數會減少，每 100cm^2 之 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之測定點數少。

【0103】 試驗材1-6、2-6之不鏽鋼箔由於各道次之軋縮率小於20%，無法將夾雜物微細化，因此大量含有 Al_2O_3 為43.1質量%以上、 MgO 為19.4質量%以上，且圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數增多到30.7個/ cm^2 以上。故，每 100cm^2 之 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之測定點數多到32個以上，因此可知裂紋產生數多。

又，相較於試驗材1-6、2-6，變更輥軋條件而製得之試驗材1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、2-1、2-2、2-3、2-4、2-5其各道次之軋縮率為20%以上，且夾雜物微細化， Al_2O_3 之質量%、 MgO 之質量%、圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數會減少，可知能減低圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數。

【0104】 試驗材3-1、4-1之不鏽鋼箔大量含有 Al_2O_3 為35.1質量%以上、 MgO 為11.3質量%以上。由於不易利用輥軋而微細化的夾雜物之 Al_2O_3 與 MgO 多，因此圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數會增多到23.4個/ cm^2 以上。故，每 100cm^2 之 $1\mu\text{A}/\text{mm}^2$ 以上漏電流之測定點數多到30.0個以上，因此可知裂紋產生數多。

其結果可知，試驗材1、2可抑制Al或Mg之含有，也不會如試驗材3、4般混入來自耐火物的Al或Mg，因此可減低 Al_2O_3 或 MgO ，並減低圓等效直徑大於 $5\mu\text{m}$ 之夾雜物之個數。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種附平坦化膜之不鏽鋼箔，具有板厚為 $5.0\mu\text{m}$ 以上且 $100.0\mu\text{m}$ 以下之不鏽鋼箔以及於前述不鏽鋼箔之至少單面上的平坦化膜，該平坦化膜的膜厚為 $0.3\mu\text{m}$ 以上且 $5.0\mu\text{m}$ 以下；並且

前述不鏽鋼箔具有包含不鏽鋼成分且剩餘部分由Fe及不純物構成之組成；

相對於粒徑 $2.00\mu\text{m}$ 以上之夾雜物之合計質量， Al_2O_3 ：30質量%以下、 MgO ：10質量%以下；

前述粒徑 $2.00\mu\text{m}$ 以上之夾雜物中，存在於表面之粒徑大於 $5.00\mu\text{m}$ 之夾雜物為20個/ cm^2 以下。

【請求項2】 如請求項1之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述不鏽鋼箔為具有以下組成之沃斯田鐵系不鏽鋼箔：

包含：

以質量%計，

C：0.150%以下、

Si：0.050~2.000%、

Mn：0.100~10.000%、

P：0.045%以下、

S：0.007%以下、

Ni：2.000~15.000%、

Cr：15.000~20.000%、

N：0.200%以下、

Al：0.030%以下、

Mg：0.0005%以下、

Ca：0.0005%以下，且

剩餘部分由Fe及不純物構成。

【請求項3】 如請求項1之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述不鏽鋼箔為具有以下組成之肥粒鐵系不鏽鋼箔：

包含：

以質量%計，

C：0.120%以下、

Si：0.050~2.000%、

Mn：0.100~1.250%、

P：0.040%以下、

S：0.030%以下、

Cr：15.000~20.000%、

N：0.025%以下、

Al：0.030%以下、

Mg：0.0005%以下、

Ca：0.0005%以下，且

剩餘部分由Fe及不純物構成。

【請求項4】 如請求項1至3中任一項之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述平坦化膜為二氧化矽系有機無機混成膜，且構成前述有機無機混成膜之Si核僅包含T核及Q核。

【請求項5】 如請求項4之附平坦化膜之不鏽鋼箔，其中前述平坦化膜為二氧化矽系有機無機混成膜，且相對於構成前述有機無機混成膜之Si核的Q核之比例為70%以下。