



(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 I876581 B

(45)公告日：中華民國 114 (2025) 年 03 月 11 日

(21)申請案號：112138681

(22)申請日：中華民國 112 (2023) 年 10 月 11 日

(51)Int. Cl. : C22C38/58 (2006.01)

(30)優先權：2022/11/14 日本 2022-182027

2023/03/07 日本 2023-034876

(71)申請人：日商日鐵不鏽鋼股份有限公司(日本)NIPPON STEEL STAINLESS STEEL CORPORATION (JP)

日本

(72)發明人：平川直樹 HIRAKAWA, NAOKI (JP)；石丸詠一郎 ISHIMARU, EIICHIRO (JP)

(74)代理人：林志剛

(56)參考文獻：

TW 201333223A1

CN 101765671A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：10 項 圖式數：0 共 43 頁

(54)名稱

肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材

(57)摘要

一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含 C：0.001 ~ 0.050%、Si：0.01 ~ 0.50%、Mn：1.0 ~ 4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5 ~ 3.5%、Cr：19.6 ~ 24.0%、Mo：0.01 ~ 1.00%、Cu：0.01 ~ 1.20%、N：0.010 ~ 0.090%，C+N 未達 0.130%，剩餘部分由 Fe 及雜質所構成。肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材之以下述式(1)表示的 Md 之值為 50.0 ~ 150.0°C，具有沃斯田鐵相為 25 ~ 49 體積%的金屬組織。又，沃斯田鐵相之以下述式(1)表示的 Md 之值為 35.0 ~ 100.0°C。

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \quad \dots \quad (1)$$

式中，元素記號表示各元素的含量(質量%)。



I876581

【發明摘要】

【中文發明名稱】

肥粒鐵－沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材

【中文】

一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含C：0.001～0.050%、Si：0.01～0.50%、Mn：1.0～4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5～3.5%、Cr：19.6～24.0%、Mo：0.01～1.00%、Cu：0.01～1.20%、N：0.010～0.090%，C+N未達0.130%，剩餘部分由Fe及雜質所構成。肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材之以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，具有沃斯田鐵相為25～49體積%的金屬組織。又，沃斯田鐵相之以下述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃。

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \dots (1)$$

式中，元素記號表示各元素的含量(質量%)。

【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】

肥粒鐵－沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材

【技術領域】

【0001】本發明係關於一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材。

【先前技術】

【0002】肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材由於耐蝕性優異、高強度，因此被使用作為建材或構造材料等。另一方面、肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材由於延性比SUS304等通用沃斯田鐵系不鏽鋼鋼材低，對於要求加工性的用途之適用係受限制。又，從抑制成本之觀點來看，對於謀求了合金元素減少的精實(省合金)型肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，亦有需求。因此，進行延性優異的精實型肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材之開發。

【0003】例如，專利文獻1中提案一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其係以質量%計含有C：0.05%以下、Si：1%以下、Mn：2～8%、P：0.1%以下、S：0.02%以下、Cr：15～23%、Mo：4%以下、Ni：3.0%以下、Cu：2%以下、N：0.05～0.3%，剩餘部分由Fe及不可避的雜質所構成，Cr當量及Ni當量滿足特定關係。記載該二相不鏽鋼鋼材係藉由將Cr當量及Ni當量最佳化，而提高延

性。

又，專利文獻2中提案一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其係以質量%計含有C：0.08%以下、Si：0.7～1.1%、Mn：2.4～3.5%、Cr：17.9～20.7%、Ni：0.05～1.15%、N：0.18～0.3%、Cu：0.4～2.8%，剩餘部分由Fe及不可避的雜質所構成，藉由特定式所預測的孔蝕電位為360～440mV。記載該二相不鏽鋼鋼材係藉由將Ni、Si、Mn、Cu等合金成分之含量最佳化，而提高延性。

[先前技術文獻]

[專利文獻]

【0004】

[專利文獻1]日本特開2012-126992號公報

[專利文獻2]日本特表2019-501286號公報

【發明內容】

[發明所欲解決的課題]

【0005】專利文獻1及2中記載的肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材皆藉由一邊減低Ni之含量，一邊增加Mn或N之含量，而提高強度。然而，若增加N之含量，則肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材會過度地高強度化，有時延性降低。

因此，本發明之目的在於提供與以往的肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材相比，軟質且高延性之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材。

[解決課題的手段]

【0006】本發明者等人為了解決如上述的問題，對於精實型肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材持續專心致力的研究，結果得到以下(1)~(3)之知識見解。

(1)藉由減低C及N之含量，可一邊確保二相不鏽鋼鋼材的耐蝕性，一邊將沃斯田鐵相軟質化。

(2)藉由將二相不鏽鋼鋼材及沃斯田鐵相的Md控制在特定範圍，可提高沃斯田鐵相的安定化度，可藉由TRIP(變態誘發塑性)效果進行高延性化。

(3)藉由減低沃斯田鐵生成元素(C、N、Ni等)之含量，可一邊省合金化，一邊抑制過度的TRIP效果而進行軟質化。

而且，本發明者等人基於上述的知識解見，發現藉由控制肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材之組成及Md，同時控制沃斯田鐵相之比例及Md，可解決上述問題，終於完成本發明。

【0007】亦即，本發明關於一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含C：0.001~0.050%、Si：0.01~0.50%、Mn：1.0~4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5~3.5%、Cr：19.6~24.0%、Mo：0.01~1.00%、Cu：0.01~1.20%、N：0.010~0.090%，C+N未達0.130%，剩餘部分由Fe及雜質所構成；

以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \dots (1)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))

具有沃斯田鐵相為25～49體積%的金屬組織，

前述沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃。

[發明的效果]

【0008】根據本發明，可提供與以往肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材相比，軟質且高延性之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材。

【實施方式】

[實施發明的形態]

【0009】以下，具體地說明本發明之實施形態。本發明係不限定於以下之實施形態，在不脫離本發明的宗旨之範圍內，基於本業者的通常知識，對以下實施形態適宜加以變更、改良等者，亦應理解在落在本發明之範圍內。

尚且，本說細書中關於成分的「%」表示，只要沒有特別預先指明，則意指「質量%」。

【0010】本發明之實施形態的肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材(以下簡稱「二相不鏽鋼鋼材」)具有下述組成：包含C：0.001～0.050%、Si：0.01～0.50%、Mn：1.0

~ 4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5~3.5%、Cr：19.6~24.0%、Mo：0.01~1.00%、Cu：0.01~1.20%、N：0.010~0.090%，C+N未達0.130%，剩餘部分由Fe及雜質所構成。

【0011】此處，本說明書中所謂「不鏽鋼鋼材」，就是意指由不鏽鋼形成的材料，其材形係沒有特別的限定。作為材形之例，可舉出板狀(包含帶狀)、棒狀、管狀等。又，剖面形狀可為T型、I型等之各種型鋼。

又，本說明書中所謂「肥粒鐵-沃斯田鐵系」，就是意指常溫下金屬組織主要為肥粒鐵相及沃斯田鐵相之二相者。因此，於「肥粒鐵-沃斯田鐵系」中亦包括些微地包含肥粒鐵相及沃斯田鐵相以外之相(例如麻田散鐵相等)者。

再者，本說明書中所謂「雜質」，就是意指在工業上製造不鏽鋼鋼材時，因礦石、廢鐵等之原料、製造步驟的各種主要因素而混入的成分，且在不對於本發明造成不良影響的範圍內被容許者。例如，於雜質中亦包含不可避的雜質。作為雜質，例如可舉出O。O之含量例如是0.0001~0.0070%。

尚且，關於各元素的含量，包含「xx%以下」者，意指xx%以下，但意指包含超過0%(尤其超過雜質水準)之量。

【0012】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材係視需要可進一步包含由Nb：0.010~0.500%、Ti：0.01~

0.50%、V：0.01～0.50%、W：0.05～0.50%、Co：0.01～0.30%、B：0.0002～0.0050%、Sn：0.010～0.500%、Al：0.010～0.050%、Mg：0.0002～0.0100%、Ca：0.0002～0.0100%、Ta：0.050%以下、Ga：0.050%以下、Zr：0.01～0.50%、REM：0.0002～0.0100%選擇出的1種以上。

以下，詳細地說明各成分。

【0013】

<C：0.001～0.050%>

C係對於沃斯田鐵相的安定度造成大幅影響之元素。若C之含量過多，則延性(加工性)降低，或促進Cr碳化物之析出而會發生粒界腐蝕。因此，將C之含量設為0.050%以下，較佳設為0.045%以下，更佳設為0.040%以下，尤佳設為0.35%以下，特佳設為0.030%以下。又，從耐蝕性之觀點來看，C之含量宜低，但若過度降低C之含量則導致成本的增加。因此，將C之含量設為0.001%以上，較佳設為0.002%以上，更佳設為0.005%以上。

【0014】

<Si：0.01～0.50%>

Si係作為脫氧元素添加，是亦有用於耐氧化性提升之元素。惟，若Si之含量過多，則硬質化而延性降低。因此，將Si之含量設為0.50%以下，較佳設為未達0.50%，更佳設為0.45%以下，尤佳設為0.40%以下。又，若過度減低Si，則冶煉時的成本增加。因此，將Si之含量設為0.01%以上，更佳設為0.02%以上，尤佳設為0.05%以上。

【 0015】

<Mn：1.0～4.5%>

Mn係濃化於沃斯田鐵相而使沃斯田鐵相安定化之具有重要作用之元素。惟，若Mn之含量過多，則除了延性之外，還有耐蝕性或熱加工性亦降低。因此，將Mn之含量設為4.5%以下，較佳設為4.0%以下，更佳設為3.5%以下。又，若過度減低Mn，則冶煉時的成本增加。因此，將Mn之含量設為1.0%以上，較佳設為1.1%以上，更佳設為1.2%以上。

【 0016】

<P：0.050%以下>

P係含於Cr等原料中的元素。若P之含量過多，則成形性降低，因將P之含量設為0.050%以下，較佳設為0.045%以下，更佳設為0.040%以下。另一方面，P之含量宜低，但在減低P之含量上係有限度。P之含量的下限值一般為0.001%，較佳為0.002%，更佳為0.003%。

【 0017】

<S：0.030%以下>

S係含於各種原料中的元素。S係與Mn結合而形成夾雜物，成為生鏽的起點，因此S之含量愈低而耐蝕性愈提升。因此，將S之含量設為0.030%以下，較佳設為0.025%以下，更佳設為0.020%以下。另一方面，在減低S之含量上係有限度。S之含量的下限值一般為0.0001%，較佳為0.0005%。

【0018】

<Ni : 1.5 ~ 3.5%>

Ni為沃斯田鐵生成元素，是用於調整沃斯田鐵相的安定度之重要元素。又，Ni係抑制氮化物的析出，亦具有提高耐蝕性之效果。為了發揮該等效果，將Ni之含量設為1.5%以上，較佳設為1.6%以上，更佳設為1.7%以上，尤佳設為1.8%以上。另一方面，若Ni之含量過多，則除了導致原料成本的上升之外，還有因沃斯田鐵相之比例變高，亦有發生應力腐蝕破裂等問題之可能性。因此，將Ni之含量設為3.5%以下，較佳設為3.4%以下，更佳設為3.0%以下。

【0019】

<Cr : 19.6 ~ 24.0%>

Cr係為了確保耐蝕性而必要的元素。為了發揮該效果，將Cr之含量設為19.6%以上，較佳設為20.0%以上，更佳設為20.4%以上。另一方面，若Cr之含量過多，則造成熱加工破裂，或造成精煉步驟的成本增加。因此，將Cr之含量設為24.0%以下，較佳設為23.5%以下，更佳設為23.0%以下。

【0020】

<Mo : 0.01 ~ 1.00%>

Mo係使耐蝕性提升之元素。為了發揮該效果，將Mo之含量設為0.01%以上，較佳設為0.03%以上，更佳設為0.05%以上。另一方面，若Mo之含量過多，則原料成本會上升。因此，將Mo之含量設為1.00%以下，較佳設為

0.80%以下，更佳設為0.50%以下。

【0021】

<Cu：0.01～1.20%>

Cu與Mn及Ni同樣地是沃斯田鐵生成元素，抑制氮化物之析出，具有提高耐蝕性之效果。為了發揮該等效果，將Cu之含量設為0.01%以上，較佳設為0.05%以上，更佳設為0.10%以上。另一方面，若Cu之含量過多，則除了導致原料成本的上升之外，還有熱加工性亦降低。因此，將Cu之含量設為1.20%以下，較佳設為1.00%以下，更佳設為0.80%以下。

【0022】

<N：0.010～0.090%>

N與C同樣地是對於沃斯田鐵相的安定度造成大幅影響之元素。又，N亦是固溶而提高耐蝕性之元素。為了發揮該等效果，將N之含量設為0.010%以上，較佳設為0.020%以上。另一方面，若N之含量過多，則延性降低，同時因Cr氮化物之析出而耐蝕性亦降低。因此，將N之含量設為0.090%以下，較佳設為0.080%以下，更佳設為0.075%以下。

【0023】

<C+N：未達0.130%>

若C及N之合計含量變多，則因敏銳化而耐蝕性降低，或因高強度化而延性降低。因此，將C及N之合計含量設為未達0.130%，較佳設為未達0.120%，更佳設為

0.110%以下。尚且，C及N之合計含量的下限值係沒有特別的限定，但較佳為0.010%，更佳為0.020%，尤佳為0.030%。

【0024】

<Nb：0.010～0.500%>

Nb係形成氮化物(NbN)或碳化物(NbC)，具有提高加工性之效果。為了發揮該效果，將Nb之含量設為0.010%以上，較佳設為0.015%以上，更佳設為0.020%以上。另一方面，若Nb之含量過多，則延性降低。因此，將Nb之含量設為0.500%以下，較佳設為0.300%以下，更佳設為0.200%以下。

【0025】

<Ti：0.01～0.50%>

Ti亦與Nb同樣地，形成氮化物(TiN)或碳化物(TiC)，具有提高加工性的效果。為了發揮該效果，將Ti之含量設為0.01%以上，較佳設為0.015%以上，更佳設為0.02%以上。另一方面，若Ti之含量過多，則延性降低。因此，將Ti之含量設為0.50%以下，較佳設為0.30%以下，更佳設為0.20%以下。

【0026】

<V：0.01～0.50%>

V係形成氮化物，具有提高加工性之效果。為了發揮該效果，將V之含量設為0.01%以上，較佳設為0.03%以上，更佳設為0.05%以上。另一方面，若V之含量過多，

則延性及熱加工性會降低。因此，將V之含量設為0.50%以下，較佳設為0.45%以下，更佳設為0.40%以下。

【0027】

<W：0.05～0.50%>

W係有效於使耐蝕性提升之元素。為了發揮該效果，將W之含量設為0.05%以上，較佳設為0.08%以上，更佳設為0.10%以上。另一方面，若W之含量過多，則延性降低。因此，將W之含量設為0.50%以下，較佳設為0.45%以下，更佳設為0.40%以下。

【0028】

<Co：0.01～0.30%>

Co係提高高溫強度，有效於使熱加工性提升之元素。為了發揮該等效果，將Co之含量設為0.01%以上，較佳設為0.03%以上，更佳設為0.05%以上。另一方面，若Co之含量過多，則韌性降低。因此，將Co之含量設為0.30%以下，較佳設為0.25%以下，更佳設為0.20%以下。

【0029】

<B：0.0002～0.0050%>

B係偏析於粒界，使熱加工性提升之元素。為了發揮該效果，將B之含量設為0.0002%以上，較佳設為0.0010%以上，更佳設為0.0015%以上。另一方面，若B之含量過多，則耐蝕性顯著降低。因此，將B之含量設為0.0050%以下，較佳設為0.0040%以下，更佳設為0.0030%以下。

【0030】

<Sn : 0.010 ~ 0.500%>

Sn係使耐蝕性提升之元素。為了發揮該效果，將Sn之含量設為0.010%以上，較佳設為0.020%以上，更佳設為0.030%以上。另一方面，若Sn之含量過多，則熱加工性會降低。因此，將Sn之含量設為0.500%以下，較佳設為0.450%以下，更佳設為0.400%以下。

【0031】

<Al : 0.010 ~ 0.050%>

Al係有效於脫硫及脫氧之元素。為了發揮該等效果，將Al之含量設為0.010%以上，較佳設為0.015%以上，更佳設為0.020%以上。另一方面，若Al之含量過多，則導致製造瑕疵的增加及原料成本的增加。因此，將Al之含量設為0.050%以下，較佳設為0.045%以下，更佳設為0.040%以下。

【0032】

<Mg : 0.0002 ~ 0.0100%>

Mg係不僅在脫氧，而且是具有將凝固組織微細化的效果之元素。為了發揮該等效果，將Mg之含量設為0.0002%以上，較佳設為0.0005%以上，更佳設為0.0010%以上。另一方面，若Mg之含量過多，則會造成原料成本的增加。因此，將Mg之含量設為0.0100%以下，較佳設為0.0095%以下，更佳設為0.0090%以下。

【0033】

<Ca : 0.0002 ~ 0.0100%>

Ca係有效於脫硫及脫氧之元素。為了發揮該等效果，將Ca之含量設為0.0002%以上，較佳設為0.0005%以上，更佳設為0.0010%以上。另一方面，若Ca之含量過多，則容易發生熱加工破裂，同時耐蝕性亦降低。因此，將Ca之含量設為0.0100%以下，較佳設為0.0080%以下，更佳設為0.0050%以下。

【0034】

<Ta：0.050%以下>

Ta係藉由夾雜物之改質而使耐蝕性提升之元素。惟，若Ta之含量過多，則導致常溫延性的降低或韌性的降低。因此，Ta之含量係設為0.050%以下，較佳設為0.045%以下，更佳設為0.040%以下。另一方面，Ta之含量的下限值係沒有特別的限定，但為了發揮Ta所致的效果，較佳為0.001%，更佳為0.003%。

【0035】

<Ga：0.050%以下>

Ga係提高耐蝕性或抑制氫脆化之元素。惟，若Ga之含量過多，則加工性降低。因此，Ga之含量係設為0.050%以下，較佳設為0.040%以下，更佳設為0.030%以下。另一方面，Ga之含量的下限值係沒有特別的限定，但為了發揮Ga所致的效果，較佳為0.001%，更佳為0.003%。

【0036】

<Zr：0.01～0.50%>

Zr具有與Nb及Ti類似的作用，同時是使耐氧化性提升

之元素。為了發揮彼等效果，將Zr之含量設為0.01%以上，較佳設為0.03%以上，更佳設為0.05%以上。另一方面，若Zr之含量過多，則除了延性的降低之外，還導致原料成本的增加。因此，將Zr之含量設為0.50%以下，較佳設為0.40%以下，更佳設為0.30%以下。

【0037】

<REM：0.0002～0.0100%>

REM(稀土類)係有效於使熱加工性提升之元素。為了發揮該效果，將REM之含量設為0.0002%以上，較佳設為0.0005%以上，更佳設為0.0010%以上。另一方面，若REM之含量過多，則損害製造性，同時造成成本增加。因此，將REM之含量設為0.0100%以下，較佳設為0.0090%以下，更佳設為0.0080%以下。

尚且，REM為Sc、Y及La～Lu的15種元素(鑰系元素)之總稱。作為REM，可單獨或組合2種以上的該等元素而使用。

【0038】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，較佳為55.0～140.0℃，更佳為60.0～130.0℃，尤佳為70.0～120.0℃。

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \dots \quad (1)$$

式(1)中，元素記號表示各元素的含量(質量%)。

此處，Md是表示沃斯田鐵相的安定度之指標。Md之值愈大(高溫)，意指沃斯田鐵相愈不安定。若Md之值未達50.0℃，則沃斯田鐵相的安定度過高，因此難以使沃斯田

鐵相變態成加工誘發麻田散鐵相，得不到所欲的強度及延性。另一方面，若Md之值超過150.0℃，則從沃斯田鐵相變態的加工誘發麻田散鐵相之量變多，因此會過度地高強度化，得不到所欲的延性。

【0039】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材具有沃斯田鐵相為25～49體積%，較佳為25～47體積%，更佳為25～40體積%，尤佳為26～38體積%，特佳為28～37體積%的金屬組織。若沃斯田鐵相未達25體積%，則肥粒鐵相之比例變高，因此得不到所欲的延性。另一方面，若沃斯田鐵相超過49體積%，則會過度地高強度化，得不到所欲的延性。又，藉由將沃斯田鐵相控制在40體積%以下，肥粒鐵相的平均粒徑大而容易控制。

此處，本說明書中，二相不鏽鋼鋼材中的沃斯田鐵相之比例係可使用EBSD(背向散射電子繞射)求出。具體而言，使用與二相不鏽鋼鋼材之軋軋方向平行的厚度方向剖面被鏡面研磨的試料，進行EBSD測定。對於該EBSD測定所得之數據，使用解析軟體作成相比地圖，分離肥粒鐵相與沃斯田鐵相，求出沃斯田鐵相之比例即可。

【0040】沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃，較佳為40.0～95.0℃，更佳為50.0～90.0℃，尤佳為52.0～85.0℃，特佳為53.0～80.0℃。若沃斯田鐵相的Md之值未達35.0℃，則難以使沃斯田鐵相變態成加工誘發麻田散鐵相，難以得到所欲的強度及延性。另一方面，若沃斯田鐵相的Md之值超過100.0℃，則從沃斯田

鐵相所變態的加工誘發麻田散鐵相之量變多，因此會過度地高強度化，難以得到所欲的延性。

此處，本說明書中，沃斯田鐵相的Md之算出所用的沃斯田鐵相中之各元素的含量，係可藉由EPMA(電子線探針微分析儀)進行測定。具體而言，使用與軋軋方向平行的二相不鏽鋼鋼材之厚度方向剖面被鏡面研磨的試料，藉由EPMA進行定性分析。C及N由於具有濃化於沃斯田鐵相之特徵，因此對於剖面全體進行C或N的定性映射而界定沃斯田鐵相。而且，以電子束不打到肥粒鐵相之方式在沃斯田鐵相的大致中心部，定量分析C、N、Si、Mn、Cr、Ni、Cu及Mo。定量分析係在3點以上進行，將其平均值當作各元素的含量之結果。

【0041】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之肥粒鐵相之平均粒徑較佳為 $7.0\mu\text{m}$ 以上，更佳為 $7.1\mu\text{m}$ 以上，尤佳為 $7.2\mu\text{m}$ 以上。若肥粒鐵相之平均粒徑未達 $7.0\mu\text{m}$ ，則難以得到所欲的延性。肥粒鐵相之平均粒徑的上限係沒有特別的限定，但典型上為 $20.0\mu\text{m}$ ，較佳為 $18.0\mu\text{m}$ ，更佳為 $15.0\mu\text{m}$ 。

此處，本說明書中，二相不鏽鋼鋼材中的肥粒鐵相之平均粒徑係可藉由EBSD測定而求出。具體而言，使用與二相不鏽鋼鋼材的軋軋方向平行的厚度方向剖面被鏡面研磨的試料，進行EBSD測定。對於該EBSD測定所得之數據，可藉由面積分數(Area fraction)法求出肥粒鐵相(BCC)的結晶粒之面積。

【0042】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之以下述式(2)表示的DF之值較佳為50.0~80.0，更佳為54.0~80.0，尤佳為60.0~80.0，特佳為63.0~78.0，最佳為65.0~75.0。

$$DF = 7.2(Cr + 0.88Mo + 0.78Si) - 8.9(Ni + 0.03Mn + 0.72Cu + 2.2C + 2.1N) - 44.9 \dots (2)$$

式(2)中，元素記號表示各元素的含量(質量%)。

此處，DF是表示肥粒鐵相的量之指標。因此，100-DF係成為沃斯田鐵相的量。惟，DF由於是基於元素之含量而決定的指標，因此應留意的是與實際測定的沃斯田鐵相之量不一致。若DF之值未達50.0，則會過度地高強度化，難以得到所欲的延性。另一方面，若DF之值超過80.0，則肥粒鐵相之比例變高，因此難以得到所欲的延性。

【0043】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之拉伸強度較佳為800MPa以下，更佳為790MPa以下，尤佳為780MPa以下。若為如此範圍的拉伸強度，則與以往的二相不鏽鋼鋼材相比，可謂軟質，因此可確保所欲的延性。尚且，拉伸強度之下限值係沒有特別的限定，但一般為500MPa，較佳為550MPa。

此處，二相不鏽鋼鋼材之拉伸強度係可依據JIS Z2241：2011進行測定。

【0044】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之均勻伸長率較佳為30.0%以上，更佳為31.0%以上，尤佳為

32.0%以上。若為如此的範圍之均勻伸長率，則與以往的二相不鏽鋼鋼材相比，可延性優異。尚且，均勻伸長率之上限值係沒有特別的限定，但一般為50.0%，較佳為48.0%，更佳為45.0%。

此處，二相不鏽鋼鋼材之均勻伸長率係可依據 JIS Z2241：2011 進行測定。尚且，均勻伸長率係作為相對於最大拉伸負載的永久伸長率求出。

【0045】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材係以 $3.3 \times 10^{-4} \sim 8.3 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ 的應變速度進行拉伸試驗時，15～20%的應變區域之 n 值相對於 20～25%的應變區域之 n 值的 n 值比較佳為 0.80 以下，更佳為 0.79 以下。若為該範圍的 n 值比，則在一般的加工條件下可謂延性優異。尚且， n 值比之下限係沒有特別的限定，但一般為 0.01，較佳為 0.10。又，應變速度由於影響加工發熱，因此使 TRIP 效果的大小發生變動。例如，若應變速度大，則加工發熱變大，因此 TRIP 效果變小而延性降低。

此處，二相不鏽鋼鋼材之 n 值係可依據 JIS Z2241：2011 進行測定。

【0046】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之 0.2% 耐力較佳為 480MPa 以下，更佳為 470MPa 以下。若為如此的範圍之 0.2% 耐力，則二相不鏽鋼鋼材可謂軟質。尚且，0.2% 耐力之下限值係沒有特別的限定，但一般為 300MPa，較佳為 350MPa。

此處，二相不鏽鋼鋼材之 0.2% 耐力係可依據 JIS

Z2241：2011進行測定。

【0047】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材可為熱軋材，也可為冷軋材。又，對於熱軋材或冷軋材，亦可施予退火或酸洗。

【0048】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之厚度，只要按照用途適宜地調整即可，並無特別的限定，但一般為5.0mm以下，較佳為4.0mm以下，更佳為3.0mm以下。尚且，二相不鏽鋼鋼材為棒狀時，厚度意指剖面的圓等效直徑。又，二相不鏽鋼鋼材為型鋼時，厚度意指剖面的任意部位之厚度。

【0049】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材例如可成為以下2個態樣A及B。

【0050】

<態樣A>

[A1]一種二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含C：0.001～0.050%、Si：0.01%以上且未達0.50%、Mn：1.0～4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5～3.5%、Cr：19.6～24.0%、Mo：0.01～1.00%、Cu：0.01～1.20%、N：0.010～0.090%，C+N未達0.130%，剩餘部分由Fe及雜質所構成；

以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \quad \dots \quad (1)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))

具有沃斯田鐵相為25～49體積%的金屬組織，

前述沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃。

【0051】[A2]如[A1]記載之二相不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計進一步包含由Nb：0.010～0.500%、Ti：0.01～0.50%、V：0.01～0.50%、W：0.05～0.50%、Co：0.01～0.30%、B：0.0002～0.0050%、Sn：0.010～0.500%、Al：0.010～0.050%、Mg：0.0002～0.0100%、Ca：0.0002～0.0100%、Ta：0.050%以下、Ga：0.050%以下、Zr：0.01～0.50%、REM：0.0002～0.0100%選出的1種以上。

【0052】[A3]如[A1]或[A2]記載之二相不鏽鋼鋼材，其中以下述式(2)表示的DF之值為50.0～80.0，

$$DF = 7.2(Cr + 0.88Mo + 0.78Si) - 8.9(Ni + 0.03Mn + 0.72Cu + 2.2C + 2.1N) - 44.9 \dots (2)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))。

【0053】[A4]如[A1]～[A3]中任一項記載之二相不鏽鋼鋼材，其滿足以下特性(a)及(b)的至少一個，

(a)拉伸強度為800MPa以下

(b)均勻伸長率為30.0%以上。

【0054】

<態樣B>

[B1]一種二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含C：0.001～0.040%、Si：0.01～0.50%、Mn：1.0～4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5～

3.5%、Cr：19.6～24.0%、Mo：0.01～1.00%、Cu：0.01～1.20%、N：0.010～0.080%，C+N未達0.120%，剩餘部分由Fe及雜質所構成；

以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \dots (1)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))，

具有沃斯田鐵相為25～40體積%的金屬組織，

前述沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃，

肥粒鐵相之平均粒徑為7.0μm以上。

【0055】[B2]如[B1]記載之二相不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計進一步包含由Nb：0.010～0.500%、Ti：0.01～0.50%、V：0.01～0.50%、W：0.05～0.50%、Co：0.01～0.30%、B：0.0002～0.0050%、Sn：0.010～0.500%、Al：0.010～0.050%、Mg：0.0002～0.0100%、Ca：0.0002～0.0100%、Ta：0.050%以下、Ga：0.050%以下、Zr：0.01～0.50%、REM：0.0002～0.0100%選出的1種以上。

【0056】[B3]如[B1]或[B2]記載之二相不鏽鋼鋼材，其中前述沃斯田鐵相之以前述式(1)表示的Md之值為50.0～90.0℃。

【0057】[B4]如[B1]～[B3]中任一項記載之二相不鏽鋼鋼材，其中以下述式(2)表示的DF之值為60.0～80.0，

$$DF = 7.2(Cr + 0.88Mo + 0.78Si) - 8.9(Ni + 0.03Mn + 0.72Cu + 2.2C + 2.1N) - 44.9 \dots (2)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))。

【0058】 [B5]如[B1]~[B4]中任一項記載之二相不鏽鋼鋼材，其中以 $3.3 \times 10^{-4} \sim 8.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 的應變速度進行拉伸試驗時，15~20%的應變區域之n值相對於20~25%的應變區域之n值的n值比為0.80以下。

【0059】本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材之製造方法，只要是能製造具有上述特徵的二相不鏽鋼鋼材之方法，就沒有特別的限定。

以下，對於本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材(尤其態樣A及B的二相不鏽鋼鋼材)之製造方法的一例，分別說明。

態樣A及態樣B的二相不鏽鋼鋼材係可藉由將具有上述組成的不鏽鋼以真空熔解進行熔解而成為鋼胚後，熱軋並退火，接著進行冷軋及最終精製退火而製造。於該製造方法中，尤其控制熱處理之條件者係成為關鍵。說明各態樣之具體的製造方法。

【0060】

<態樣A>

【0061】於二相不鏽鋼鋼材中，為了將沃斯田鐵相之比例及Md控制在特定範圍，必須控制熱處理(退火)之條件(升溫速度、到達溫度、保持時間及冷卻速度)。該等條件皆影響碳及氮之固溶狀態。又，到達溫度係影響熱力學的沃斯田鐵量之變動。再者，到達溫度及保持時間之控制亦目的為使組織全體充分地再結晶。

碳及氮之固溶係對沃斯田鐵相之比例(生成量)及 **Md** 造成影響，因此若碳化物或氮化物多地存在，則無法將沃斯田鐵相之比例及 **Md** 控制在特定範圍。因此，於熱處理(退火)步驟中，必須一邊抑制升溫及冷卻中的碳化物或氮化物之析出，一邊藉由到達溫度下的保持而使未固溶的碳化物或氮化物充分溶解。又，因沃斯田鐵相之比例而構成沃斯田鐵相的元素(尤其碳及氮)之濃度變化，源自其的 **Md** 係變動，因此亦必須調整到達溫度而控制沃斯田鐵相之比例。

【0062】 熱軋之條件係沒有特別的限定，只要依照常用方法進行即可。

熱軋後的退火係將升溫速度設為 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上，於 $1050\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 的到達溫度下保持 10 秒以上後，以 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的冷卻速度冷卻到 400°C 以下。於如此的條件下進行退火者，係為了將熱軋後的冷卻中析出的碳化物及氮化物充分地溶解，且抑制退火後的冷卻過程中的碳化物及氮化物之析出。特別地，若到達溫度比 1050°C 低，則碳化物及氮化物之固溶變不充分，沃斯田鐵相之比例亦變過多。又，若到達溫度比 1150°C 高，則雖然碳化物及氮化物充分地固溶，但沃斯田鐵之比例變過少。再者，於肥粒鐵相中亦一定量的碳或氮固溶，在固溶限度小的肥粒鐵相中，於冷卻中形成析出物，亦有使耐蝕性變差之虞。

【0063】 冷軋之條件係沒有特別的限定，但較佳將軋縮率設為 $50\sim 90\%$ 。將軋縮率設為 50% 以上者，係因為可

使碳化物或析出物破碎或伸展而擴大表面積，可促進熱處理中的固溶。又，將軋縮率設為90%以下者，係因為可抑制過度的軋製所造成的邊裂。從穩定地得到該效果之觀點來看，軋縮率更佳為85%以下。

進行2次以上的冷軋時，在各冷軋之間可進行中間退火。進行中間退火時，其條件只要依照熱軋後的退火條件進行即可。

【0064】 最終精製退火之條件係將升溫速度設為20℃/秒以上，在1040～1120℃的到達溫度下保持5秒以上後，以30℃/秒以上的冷卻速度冷卻到850℃以下，以20℃/秒以上的冷卻速度冷卻到400℃以下。在如此的條件下進行最終精製退火者，係為了抑制升溫中的碳化物及氮化物之析出，完成再結晶，控制碳化物及氮化物的固溶、沃斯田鐵相之比例，抑制冷卻中的沃斯田鐵相之比例的變動，以及抑制碳化物及氮化物的再析出。

【0065】

<態樣 B>

於二相不鏽鋼鋼材中，為了將肥粒鐵相之平均粒徑控制在特定範圍，必須控制熱軋時之條件(最終道次(pass)剛剛之後的溫度、冷卻速度)。又，為了將沃斯田鐵相之比例及Md控制在特定範圍，必須控制熱處理(退火)之條件(升溫速度、到達溫度、保持時間及冷卻速度)。該等之條件皆影響碳及氮的固溶狀態。又，到達溫度係影響熱力學的沃斯田鐵量之變動。再者，到達溫度及保持時間之控制

亦目的為使組織全體充分地再結晶。

碳及氮之固溶係對沃斯田鐵相之比例(生成量)及 **Md** 造成影響，因此若碳化物或氮化物多地存在，則無法將沃斯田鐵相之比例及 **Md** 控制在特定範圍。因此，於熱處理(退火)步驟中，必須一邊抑制升溫及冷卻中的碳化物或氮化物之析出，一邊藉由到達溫度下的保持而使未固溶的碳化物或氮化物充分溶解。又，因沃斯田鐵相之比例而構成沃斯田鐵相的元素(尤其碳及氮)之濃度變化，源自其的 **Md** 係變動，因此亦必須調整到達溫度而控制沃斯田鐵相之比例。

【0066】熱軋係將最終道次(pass)剛剛之後的溫度設為 1030℃ 以上，其後以冷卻速度 20℃ /秒以上進行冷卻直到 800℃ 為止。藉由在如此的條件下進行熱軋，可使肥粒鐵相的結晶粒粗大化，控制在特定範圍。

此處，肥粒鐵相的結晶粒變小之理由主要有2點。第1點係因熱軋應變的蓄積所致熱軋中或其後的退火時之再結晶。熱軋之溫度愈低，愈蓄積應變而誘發再結晶，肥粒鐵相的結晶粒容易微細化，因此必須升高到其難以發生的最終道次剛剛之後的溫度為止。第2點係因沃斯田鐵相之生成所造成的肥粒鐵相之結晶粒的成長抑制。若沃斯田鐵相析出於肥粒鐵相的結晶粒界中，則肥粒鐵相的結晶粒界之活動變鈍，抑制粒成長。沃斯田鐵相由於在 900℃ 附近的波峰溫度愈高而愈減少，因此愈高溫而肥粒鐵相的結晶粒愈容易成長。另一方面，為了將熱軋的溫度保持在高溫，

有效為提高熱軋前的鋼胚之加熱溫度，或增加軋製速度而縮短放熱時間，但燃料成本增加或製造困難性升高。因此，考慮該等情況，將熱軋的最終道次溫度之下限設為 1030°C 。

【0067】熱軋後的退火係將升溫速度設為 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上，在 $1080\sim 1150^{\circ}\text{C}$ 的到達溫度下保持10秒以上後，以 $20^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ 以上的冷卻速度冷卻到 400°C 以下。在如此的條件下進行退火者，係為了使熱軋後的冷卻中析出的碳化物及氮化物充分地固溶，且抑制退火後的冷卻過程中之碳化物及氮化物的析出。又，使沃斯田鐵相之比例成為比較少，減輕肥粒鐵相的結晶粒成長之抑制，容易使肥粒鐵相的結晶粒粗大化。特別地，若到達溫度比 1080°C 低，則碳化物及氮化物的固溶變不充分，沃斯田鐵相之比例亦變過多。又，若到達溫度比 1150°C 高，則雖然碳化物及氮化物充分地固溶，但沃斯田鐵之比例變過少。再者，於肥粒鐵相中亦一定量的碳或氮固溶，在固溶限度小的肥粒鐵相中，於冷卻中形成析出物，亦有使耐蝕性變差之虞。

【0068】冷軋之條件係沒有特別的限定，但較佳將軋縮率設為 $50\sim 80\%$ 。將軋縮率設為 50% 以上者，係因為可使碳化物或析出物破碎或伸展而擴大表面積，可促進熱處理中的固溶。又，將軋縮率設為 80% 以下者，係因為可抑制過度的軋製所造成的邊裂。另外，亦為了抑制因軋應變的蓄積而最終精製退火材的組織變過度微細。如上述，若應變多則誘發再結晶，結晶粒變微細，故避免它。從穩定

地得到該等效果之觀點來看，軋縮率更佳為75%以下。

進行2次以上的冷軋時，在各冷軋之間可進行中間退火。進行中間退火時，其條件只要依照熱軋後的退火條件進行即可。

【0069】 最終精製退火之條件係將升溫速度設為20°C/秒以上，在1000~1150°C的到達溫度下保持5秒以上後，以30°C/秒以上的冷卻速度冷卻到850°C以下，以20°C/秒以上的冷卻速度冷卻到400°C以下。在如此的條件下進行最終精製退火者，係為了抑制升溫中的碳化物及氮化物之析出，完成再結晶，控制碳化物及氮化物的固溶、沃斯田鐵相之比例，抑制冷卻中的沃斯田鐵相之比例的變動，以及抑制碳化物及氮化物的再析出。又，藉由冷軋之前的組織控制，於最終精製退火中肥粒鐵相的結晶粒成為粗大化之組織。

【0070】 本發明之實施形態的二相不鏽鋼鋼材，係與以往肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材相比，為軟質且高延性。因此，該二相不鏽鋼鋼材係可抑制在成形加工時成為過度的高強度主因之回彈(spring back)，形狀凍結性亦良好。又，該二相不鏽鋼鋼材係與SUS304等通用沃斯田鐵系不鏽鋼鋼材相比，為高強度，耐蝕性亦優異。因此，該二相不鏽鋼鋼材可使用於要求該等特性的各種用途。

[實施例]

【0071】以下，舉出實施例來詳細地說明本發明之內容，但本發明並不限定於該等來解釋。

【0072】

<態樣 A 之實施例>

作為二相不鏽鋼鋼材，製作冷軋退火板。具體而言，以真空熔解將具有表 1 所示的鋼種之組成(剩餘部分為 Fe 及雜質)的不鏽鋼進行熔解而成為鋼胚後，依照常見方法進行熱軋並退火。退火係將升溫速度設為 30°C / 秒，在 1100°C 的到達溫度下保持 180 秒後，以 25°C / 秒的冷卻速度冷卻到 400°C 以下。其次，以軋縮率 80% 冷軋退火後的熱軋板後，進行最終精製退火，得到厚度為 1.0mm 的冷軋退火板。最終精製退火係將升溫速度設為 30°C / 秒，在 1080°C 的到達溫度下保持 30 秒後，以 30°C / 秒的冷卻速度冷卻到 850°C 以下，以 25°C / 秒的冷卻速度冷卻到 400°C 以下。尚且，表 1 中，Md 及 DF 之值係基於各元素的含量而算出。又，於表 1 所示的鋼種之中，No.1-M 及 1-N 為既有的二相不鏽鋼鋼材。

【0073】

【表 1】

鋼種 No.	組成 (質量%)												Md [°C]	DF
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他	C+N		
1-A	0.030	0.20	2.8	0.031	0.004	2.4	21.3	0.10	0.55	0.061	--	0.091	105.2	67.3
1-B	0.021	0.30	2.9	0.033	0.002	2.6	23.0	0.20	0.45	0.073	--	0.094	74.1	79.1
1-C	0.025	0.02	2.9	0.030	0.001	2.5	21.4	0.05	0.55	0.053	--	0.078	108.7	68.3
1-D	0.040	0.21	3.8	0.019	0.001	2.2	22.1	0.10	0.71	0.055	Ti:0.11, Nb:0.022, V:0.18, Zr:0.12	0.095	85.4	72.8
1-E	0.020	0.01	2.0	0.039	0.002	2.5	21.5	0.01	0.50	0.060	Sn:0.070, Al:0.045 Co:0.18, Ta:0.011	0.080	116.0	68.9
1-F	0.020	0.01	3.0	0.035	0.001	2.3	21.4	0.01	0.20	0.075	Mg:0.0070, Ca:0.0012, REM:0.002	0.095	116.9	68.8
1-G	0.035	0.20	2.8	0.032	0.002	2.5	20.3	0.80	0.50	0.089	W:0.22, B:0.0015, Ga:0.006, REM:0.0090	0.124	89.3	57.8
1-H	0.030	0.10	3.1	0.030	0.001	<u>1.0</u>	21.0	0.05	0.48	<u>0.120</u>	--	<u>0.150</u>	124.1	66.1
1-I	0.024	0.20	3.2	0.038	0.001	2.4	<u>24.1</u>	0.06	0.55	0.040	--	0.064	76.8	92.2
1-J	0.040	0.21	2.8	0.016	0.001	<u>5.4</u>	<u>18.6</u>	0.12	0.30	0.050	B:0.0021, Ca:0.0013, Zr:0.11	0.090	62.5	23.1
1-K	0.026	0.30	1.5	0.029	0.002	<u>1.4</u>	<u>19.5</u>	0.13	0.10	0.075	Nb:0.015, Sn:0.004, Al:0.080	0.101	<u>176.4</u>	65.4
1-L	0.041	<u>0.60</u>	1.8	0.042	0.003	3.1	<u>24.3</u>	0.20	0.03	0.088	Ti:0.004, V:0.11, Mg:0.0050, REM:0.0080	0.129	<u>44.1</u>	82.0
1-M	0.014	<u>0.54</u>	<u>0.8</u>	0.033	0.001	<u>6.8</u>	<u>25.2</u>	<u>3.04</u>	0.21	<u>0.144</u>	W:0.02, Co:0.15, Sn:0.003, REM:0.0020	<u>0.158</u>	<u>-138.2</u>	67.1
1-N	0.019	<u>0.60</u>	<u>5.3</u>	0.030	0.002	<u>1.4</u>	21.7	0.33	0.23	<u>0.236</u>	V:0.17, Ta:0.012, Ga:0.004	<u>0.255</u>	<u>33.2</u>	53.4
1-O	0.023	0.30	4.2	0.030	0.002	3.4	22.1	0.32	0.23	0.056	V:0.17, Ta:0.012, Ga:0.004	0.079	63.8	70.1

底線表示本發明之範圍外。

【0074】對於上述所得之冷軋退火板，進行以下之評價。

【0075】

<二相不鏽鋼鋼材中的沃斯田鐵相(γ 相)之比例>

從冷軋退火板切出試驗片後，將與軋軋方向平行的厚度方向剖面進行鏡面研磨，進行EBSD(背向散射電子繞射)測定。EBSD測定係以掃描電子顯微鏡，使用測定軟體TSL OIM Data Collection 7(股份有限公司TSL Solutions)，以步長 $0.3\mu\text{m}$ 測定試驗片的厚度方向中心部中 $200\mu\text{m}$ 見方的區域。其次，對於EBSD測定所得之數據，使用解析軟體TSL

OIM Analysis 7(股份有限公司 TSL Solutions)作為相比地圖，分離肥粒鐵相與沃斯田鐵相。然後，求出佔觀察區域全體的沃斯田鐵相之比例。

【0076】

<沃斯田鐵相(γ 相)的Md>

從冷軋退火板切出試驗片後，將與軋軋方向平行的厚度方向剖面進行鏡面研磨，進行EPMA(電子線探針微分析儀)的成分分析。具體而言，C及N由於具有濃化於沃斯田鐵相的特徵，因此對於剖面全體進行C或N的定性映射而界定沃斯田鐵相。其次，以電子束不打到肥粒鐵相之方式在沃斯田鐵相的大致中心部，定量分析C、N、Si、Mn、Cr、Ni、Cu及Mo。測定區域係設為約 $2\mu\text{m}$ 見方的區域，於各試驗片中測定3點以上，將其平均值當作各元素的含量之結果。又，EPMA之測定係設為加速電壓15kV、電流 $0.2\mu\text{A}$ 、步長 $0.15\mu\text{m}$ 之條件。基於如此所得之各元素的含量，算出沃斯田鐵相的Md。

【0077】

<拉伸強度及均勻伸長率>

從冷軋退火板以平行部成為軋軋方向之方式切出JIS 13B號試驗片，使用該試驗片，依據JIS Z2241：2011進行拉伸試驗。拉伸試驗係在大氣環境中，在室溫(25℃)下拉伸速度3mm/分鐘之條件下實施。於拉伸試驗中，將最高到達強度當作拉伸強度，且將到拉伸強度為止的伸長率當作均勻伸長率。於該評價中，若拉伸強度為800MPa以

下，則可謂被軟質化，另外若均勻伸長率為30.0%以上，則可謂延性優異。

【0078】表2中顯示上述評價結果。

【0079】

【表2】

	鋼種 No.	γ相		拉伸強度 [MPa]	均勻伸長率 [%]
		比例 [體積%]	Md [°C]		
實施例 1-1	1-A	37	90.8	697	32.9
實施例 1-2	1-B	26	64.0	551	44.5
實施例 1-3	1-C	36	94.2	694	32.2
實施例 1-4	1-D	29	71.5	613	40.2
實施例 1-5	1-E	32	98.0	695	30.5
實施例 1-6	1-F	31	99.0	694	30.1
實施例 1-7	1-G	47	72.0	740	34.8
比較例 1-1	<u>1-H</u>	34	<u>106.0</u>	845	26.9
比較例 1-2	<u>1-I</u>	<u>3</u>	64.2	429	24.3
比較例 1-3	<u>1-J</u>	<u>96</u>	47.0	923	30.9
比較例 1-4	<u>1-K</u>	41	<u>162.6</u>	848	11.4
比較例 1-5	<u>1-L</u>	<u>18</u>	<u>34.7</u>	477	25.6
比較例 1-6	<u>1-M</u>	35	<u>-148.8</u>	865	16.2
比較例 1-7	<u>1-N</u>	<u>54</u>	<u>18.5</u>	853	19.5
比較例 1-8	1-O	29	<u>33.0</u>	575	29.0

底線表示本發明之範圍外。

【0080】如表2所示，實施例1-1~1-7由於將冷軋退火板(二相不鏽鋼鋼材)之組成及Md連同沃斯田鐵相之比例及Md控制在特定範圍，因此拉伸強度及均勻伸長率兩者顯示良好的結果。

相對於其，比較例 1-1 由於 Ni 之含量過少，同時 N 及 C+N 之含量過多，因此會過度地高強度化，延性亦不充分。

比較例 1-2 由於 Cr 之含量過多，肥粒鐵相之比例變多，因此延性不充分。

比較例 1-3 由於 Ni 之含量過多，另一方面 Cr 之含量過少，沃斯田鐵相之比例變多，因此容易加工硬化，會過度地高強度化。

比較例 1-4 由於 Ni、Cr 及 Sn 之含量過少，另一方面 Al 之含量過多，同時冷軋退火板及沃斯田鐵相的 Md 之值過高，因此加工誘發麻田散鐵相的量變多，會過度地高強度化，延性亦不充分。

【0081】 比較例 1-5 由於 Si 及 Cr 之含量過多，Ti 之含量亦少，而且冷軋退火板的 Md 之值過低，同時肥粒鐵相之比例過多，因此延性不充分。

比較例 1-6 及 1-7 為既有的二相不鏽鋼鋼材，尤其 N 之含量過多。又，比較例 1-6 及 1-7 由於冷軋退火板及沃斯田鐵相的 Md 之值過低，因此會過度地高強度化，延性亦不充分。

比較例 1-8 由於沃斯田鐵相的 Md 過低，因此延性不充分。

【0082】

<態樣 B 之實施例>

作為二相不鏽鋼鋼材，製作冷軋退火板。冷軋退火板係以熱軋步驟、退火步驟、冷軋步驟及最終精製退火步驟

之順序實施。具體而言，首先，以真空熔解將具有表3所示的鋼種之組成(剩餘部分為Fe及雜質)的不鏽鋼進行熔解而成為鋼胚。其次，對於該鋼胚實施熱軋步驟而得到厚度5mm的熱軋板。於熱軋步驟中，將最終道次剛剛之後的溫度設為表4所示的溫度，以水冷(冷卻速度20°C/秒以上)冷卻到800°C。熱軋步驟後的退火步驟係將升溫速度設為25°C/秒，在1100°C的到達溫度(退火溫度)下保持30秒後，以水冷(冷卻速度20°C/秒以上)冷卻到400°C以下。冷軋係以表4所示的軋縮率進行，得到具有表4所示的厚度之冷軋板。最終精製退火步驟係將升溫速度設為30°C/秒，在表4所示的到達溫度(退火溫度)下保持30秒後，以水冷(30°C/秒以上的冷卻速度)冷卻到400°C以下。尚且，表3中，Md及DF之值係基於各元素的含量而算出。

【0083】

【表3】

鋼種 No.	組成(質量%)												Md (°C)	DF
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Cu	N	其他	C+N		
2-A	0.017	0.19	2.9	0.033	0.001	2.3	21.3	0.20	0.21	0.064	--	0.081	119.6	72.7
2-B	0.040	0.21	3.8	0.019	0.001	2.2	22.1	0.10	0.71	0.055	--	0.095	85.4	72.8
2-C	0.020	0.05	2.0	0.039	0.002	2.5	21.5	0.01	0.50	0.060	Nb:0.015, V:0.10 Ta:0.003, Zr:0.01	0.080	115.6	69.1
2-D	0.020	0.08	2.0	0.039	0.002	2.5	21.5	0.01	0.50	0.060	W:0.22, Sn:0.030 Al:0.027	0.080	115.4	69.3
2-E	0.020	0.10	3.0	0.035	0.001	2.3	21.4	0.01	0.20	0.075	Ti:0.11, Co:0.12, B:0.0020 Mg:0.0020, Ca:0.0022 Ga:0.003, REM: 0.0090	0.095	116.0	69.3
2-F	0.019	0.34	3.2	0.024	0.000	2.1	21.2	0.40	0.59	<u>0.172</u>	B:0.0017, Ca:0.0024 Zr:0.01	<u>0.191</u>	58.1	52.4
2-G	0.025	0.20	3.1	0.031	0.000	3.1	23.0	0.20	0.35	<u>0.101</u>	Nb:0.017, Ti:0.02, V:0.11 Sn:0.31, Al:0.021, REM: 0.0080	0.126	<u>47.0</u>	68.7
2-H	0.024	0.20	3.2	0.038	0.001	2.4	23.9	0.06	0.55	0.040	--	0.064	79.6	90.8
2-I	0.040	0.21	2.8	0.016	0.001	<u>5.4</u>	<u>18.6</u>	0.12	0.30	0.050	W:0.13, Co:0.15, Sn:0.028 Mg:0.0050, Ta:0.005 Ga:0.002, REM:0.0020	0.090	62.5	23.1

底線表示本發明之範圍外。

【表 4】

	鋼種 No.	熱軋	冷軋		最終精製退火
		最終道次剛剛之後的 溫度 (°C)	軋縮率 (%)	厚度 (mm)	退火溫度 (°C)
實施例 2-1	2-A	1040	70	1.50	1080
實施例 2-2	2-A	1045	70	1.50	1080
實施例 2-3	2-A	1056	70	1.50	1080
實施例 2-4	2-B	1032	75	1.25	1040
實施例 2-5	2-C	1055	75	1.25	1080
實施例 2-6	2-D	1041	75	1.25	1080
實施例 2-7	2-E	1038	75	1.25	1080
比較例 2-1	2-A	1033	70	1.50	1180
比較例 2-2	2-A	1045	70	1.50	950
比較例 2-3	<u>2-F</u>	1038	70	1.50	1080
比較例 2-4	<u>2-G</u>	1062	75	1.25	1080
比較例 2-5	2-H	1035	75	1.25	1080
比較例 2-6	<u>2-I</u>	1041	75	1.25	1080
底線表示本發明之範圍外。					

【0084】對於上述所得之冷軋退火板，進行以下評價。

【0085】

<二相不鏽鋼鋼材中的沃斯田鐵相(γ 相)之比例>

與態樣 A 之實施例同樣地求出。

<沃斯田鐵相(γ 相)的 Md>

與態樣 A 之實施例同樣地求出。

【0086】

<二相不鏽鋼鋼材中的肥粒鐵相(α 相)之平均粒徑>

從冷軋退火板切出試驗片後，將與軋軋方向平行的厚度方向剖面進行鏡面研磨，進行EBSD(背向散射電子繞射)測定。EBSD測定係以掃描電子顯微鏡，使用測定軟體TSL OIM Data Collection 7(股份有限公司TSL Solutions)，以步長 $0.3\mu\text{m}$ 測定試驗片的厚度方向中心部中 $200\mu\text{m}$ 見方的區域。對於該EBSD測定所得之數據，藉由面積分數法求出肥粒鐵相(BCC)的結晶粒之面積。

【0087】

<n值比、0.2%耐力及均勻伸長率>

從冷軋退火板以平行部成為軋軋方向之方式切出JIS 13B號試驗片，使用該試驗片，依據JIS Z2241：2011進行拉伸試驗。拉伸試驗係在大氣環境中，在室溫(25℃)下拉伸速度10mm/分鐘之條件下實施。於拉伸試驗中，將到最高到達強度(拉伸強度)為止的伸長率當作均勻伸長率。

n值係測定從0.2%耐力到達最大負載點為止的應力 σ 與應變 ε 之關係，從該等測定值計算出真應力與真應變，在橫軸為應變($\ln\varepsilon$)、縱軸為應力($\ln\sigma$)的對數刻度上繪製。然後，將繪製所得的直線之斜率當作n值。尚且，應變速度係如表3所示。

於該等評價中，若n值比為0.80以下，且均勻伸長率為30.0%以上，則可謂延性優異。又，若0.2%耐力為480MPa以下，則可謂軟質。

【0088】表5中顯示上述評價結果。

【 0089】

【表 5】

	γ 相		α 相	應變速度 (S ⁻¹)	n 值比	0.2%耐力 (MPa)	均勻 伸長率 (%)
	比例 (體積%)	Md (°C)	平均粒徑 (μm)				
實施例 2-1	30	78.1	9.1	3.3×10^{-4}	0.73	440	37.8
實施例 2-2	30	78.1	9.1	3.3×10^{-3}	0.75	421	32.1
實施例 2-3	30	78.1	9.1	8.3×10^{-3}	0.79	409	30.2
實施例 2-4	37	52.9	7.2	3.3×10^{-4}	0.76	451	33.1
實施例 2-5	34	74.6	7.4	3.3×10^{-4}	0.74	458	36.5
實施例 2-6	34	74.6	7.4	3.3×10^{-4}	0.74	466	37.8
實施例 2-7	34	75.4	7.4	3.3×10^{-4}	0.75	421	36.1
比較例 2-1	<u>22</u>	58.5	12.8	3.3×10^{-4}	0.62	409	28.5
比較例 2-2	41	<u>103.5</u>	4.3	3.3×10^{-4}	0.78	491	32.6
比較例 2-3	<u>50</u>	<u>18.8</u>	3.9	3.3×10^{-4}	1.25	512	22.1
比較例 2-4	34	<u>8.1</u>	7.3	3.3×10^{-4}	0.91	477	25.8
比較例 2-5	<u>12</u>	39.5	16.9	3.3×10^{-4}	0.03	364	19.6
比較例 2-6	<u>78</u>	<u>23.0</u>	1.9	3.3×10^{-4}	1.27	485	18.4

底線表示本發明之範圍外。

【 0090】如表 5 所示，實施例 2-1~2-7 由於將冷軋退火板(二相不鏽鋼鋼材)之組成及 Md 連同沃斯田鐵相之比例及 Md 控制在特定範圍，因此 n 值比、0.2% 耐力及均勻伸長率之結果都良好。

相對於其，比較例 2-1 由於沃斯田鐵相之比例過少，因此延性不充分。

比較例 2-2 由於沃斯田鐵相的 Md 過高，因此肥粒鐵相之平均粒徑變小，軟質化不充分。

比較例 2-3 由於過剩的 N 含量而 C+N 之量多。且由於沃斯田鐵相之比例多，沃斯田鐵相的 Md 過低，因此軟質化及延性不充分。

比較例 2-4 由於 N 含量過多，同時冷軋退火板的 Md 過低，因此沃斯田鐵相的安定度高，難以變態成加工誘發麻田散鐵相。又，由於沃斯田鐵相的 Md 亦過低，因此延性不充分。

比較例 2-5 由於沃斯田鐵相之比例過少，因此肥粒鐵相之比例變高，延性不充分。

比較例 2-6 係 Ni 之含量多，Cr 之含量少。又，由於沃斯田鐵相之比例多，因此軟質化不充分。另外，由於沃斯田鐵相的 Md 亦過低，因此延性亦不充分。

【0091】如由以上結果可知，根據本發明，可提供與以往的肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材相比，軟質且高延性之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材。亦即，根據本發明，藉由成為以下 [1]~[10] 之構成，可提供與以往的肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材相比，軟質且高延性之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材。

【0092】[1] 一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含 C：0.001~0.050%、Si：0.01~0.50%、Mn：1.0~4.5%、P：0.050% 以下、S：0.030% 以下、Ni：1.5~3.5%、Cr：19.6~24.0%、Mo：0.01~1.00%、Cu：0.01~1.20%、N：0.010~0.090%，C+N 未達 0.130%，剩餘部分由 Fe 及雜質所構成；

以下述式 (1) 表示的 Md 之值為 50.0~150.0℃，

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \dots (1)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))

具有沃斯田鐵相為25~49體積%的金屬組織，

前述沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0~100.0℃。

【0093】 [2]如[1]記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計進一步包含由Nb：0.010~0.500%、Ti：0.01~0.50%、V：0.01~0.50%、W：0.05~0.50%、Co：0.01~0.30%、B：0.0002~0.0050%、Sn：0.010~0.500%、Al：0.010~0.050%、Mg：0.0002~0.0100%、Ca：0.0002~0.0100%、Ta：0.050%以下、Ga：0.050%以下、Zr：0.01~0.50%、REM：0.0002~0.0100%選出的1種以上。

【0094】 [3]如[1]或[2]記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計，C：0.001~0.040%、N：0.010~0.080%、C+N未達0.120%，前述沃斯田鐵相為25~40體積%。

【0095】 [4]如[1]~[3]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中前述沃斯田鐵相的前述Md之值為50.0~90.0℃。

【0096】 [5]如[1]~[4]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中肥粒鐵相之平均粒徑為7.0μm以上。

【0097】 [6]如[1]~[5]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中以下述式(2)表示的DF之值為50.0~80.0，

$$DF = 7.2(Cr + 0.88Mo + 0.78Si) - 8.9(Ni + 0.03Mn + 0.72Cu + 2.2C + 2.1N) - 44.9 \dots (2)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))。

【0098】 [7]如[6]記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中前述DF之值為60.0~80.0。

【0099】 [8]如[1]~[7]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其拉伸強度為800MPa以下。

【0100】 [9]如[1]~[8]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其均勻伸長率為30.0%以上。

【0101】 [10]如[1]~[9]中任一項記載之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其以 $3.3 \times 10^{-4} \sim 8.3 \times 10^{-3} \text{s}^{-1}$ 的應變速度進行拉伸試驗時，15~20%的應變區域之n值相對於20~25%的應變區域之n值的n值比為0.80以下。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】一種肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其具有下述組成：以質量基準計包含C：0.001～0.050%、Si：0.01～0.50%、Mn：1.0～4.5%、P：0.050%以下、S：0.030%以下、Ni：1.5～3.5%、Cr：19.6～24.0%、Mo：0.01～1.00%、Cu：0.01～1.20%、N：0.010～0.090%，C+N未達0.130%，剩餘部分由Fe及雜質所構成；

以下述式(1)表示的Md之值為50.0～150.0℃，

$$Md = 551 - 462(C+N) - 9.2Si - 8.1Mn - 29(Ni+Cu) - 13.7Cr - 18.5Mo \quad \dots \quad (1)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))

具有沃斯田鐵相為25～49體積%的金屬組織，

前述沃斯田鐵相之以上述式(1)表示的Md之值為35.0～100.0℃。

【請求項2】如請求項1之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計進一步包含由Nb：0.010～0.500%、Ti：0.01～0.50%、V：0.01～0.50%、W：0.05～0.50%、Co：0.01～0.30%、B：0.0002～0.0050%、Sn：0.010～0.500%、Al：0.010～0.050%、Mg：0.0002～0.0100%、Ca：0.0002～0.0100%、Ta：0.050%以下、Ga：0.050%以下、Zr：0.01～0.50%、REM：0.0002～0.0100%選出的1種以上。

【請求項3】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相

不鏽鋼鋼材，其中以質量基準計，C：0.001～0.040%、N：0.010～0.080%、C+N未達0.120%，前述沃斯田鐵相為25～40體積%。

【請求項4】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中前述沃斯田鐵相的前述Md之值為50.0～90.0℃。

【請求項5】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中肥粒鐵相之平均粒徑為7.0μm以上。

【請求項6】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中以下述式(2)表示的DF之值為50.0～80.0，

$$DF = 7.2(Cr + 0.88Mo + 0.78Si) - 8.9(Ni + 0.03Mn + 0.72Cu + 22C + 21N) - 44.9 \dots (2)$$

(式中，元素記號表示各元素的含量(質量%))。

【請求項7】如請求項6之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其中前述DF之值為60.0～80.0。

【請求項8】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其拉伸強度為800MPa以下。

【請求項9】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其均勻伸長率為30.0%以上。

【請求項10】如請求項1或2之肥粒鐵-沃斯田鐵系二相不鏽鋼鋼材，其以 $3.3 \times 10^{-4} \sim 8.3 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 的應變速度進行拉伸試驗時，15～20%的應變區域之n值相對於20～25%的應變區域之n值的n值比為0.80以下。