

102年3月7日修(正)更換頁

**發明專利說明書**

(本說明書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：96107646

※申請日期：96.3.6

※IPC分類：

C22C 38/22, 38/04  
C21D 8/02**一、發明名稱：**(中文/英文)

拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板

A HIGH-STRENGTH HOT ROLLED STEEL SHEET HAVING STRETCH-FLANGEABILITY AND FATIGUE RESISTANCE

**二、申請人：**(共 1 人)姓名或名稱：**(中文/英文)**

新日鐵住金股份有限公司 / NIPPON STEEL &amp; SUMITOMO METAL CORPORATION

代表人：**(中文/英文)**

實原幾雄 / JITSUHARA, IKUO

住居所或營業所地址：**(中文/英文)**

日本國東京都千代田區丸之內二丁目6番1號

6-1, MARUNOUCHI 2-CHOME, CHIYODA-KU, TOKYO, JAPAN

國籍：**(中文/英文)**

日本 / JAPAN

**三、發明人：**(共 5 人)姓名：**(中文/英文)**

1. 笹井勝浩 / SASAI, KATSUHIRO
2. 大橋渡 / OHASHI, WATARU
3. 山本研一 / YAMAMOTO, KENICHI
4. 川崎薰 / KAWASAKI, KAORU
5. 原田寬 / HARADA, HIROSHI

國籍：**(中文/英文)**

1. 日本 / JAPAN
2. 日本 / JAPAN
3. 日本 / JAPAN
4. 日本 / JAPAN
5. 日本 / JAPAN

#### 四、聲明事項：

主張專利法第二十二條第二項第一款或第二款規定之事實，其事實發生日期為：。

申請前已向下列國家（地區）申請專利：

【格式請依：受理國家（地區）、申請日、申請案號 順序註記】

有主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

1. 日本、 2006/07/14、 2006-193893

無主張專利法第二十七條第一項國際優先權：

主張專利法第二十九條第一項國內優先權：

【格式請依：申請日、申請案號 順序註記】

主張專利法第三十條生物材料：

須寄存生物材料者：

國內生物材料 【格式請依：寄存機構、日期、號碼 順序註記】

國外生物材料 【格式請依：寄存國家、機構、日期、號碼 順序註記】

不須寄存生物材料者：

所屬技術領域中具有通常知識者易於獲得時，不須寄存。

## 五、中文發明摘要：

本發明係一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，該鋼板係以質量%計，含有：C：0.03~0.20%；Si：0.08~1.5%；Mn：1.0~3.0%；P：0.05%以下；S：0.0005%以上；N：0.0005~0.01%；可溶於酸之Al：0.01%以下；可溶於酸之Ti：小於0.008%；及Ce或La之1種或2種合計：0.0005~0.04%，而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板，並且在存在於該鋼板中之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物中，長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的個數比率為20%以下。

## 六、英文發明摘要：

The present invention provides a high-strength hot rolled steel sheet having stretch-flangeability and fatigue resistance, characterized in that the steel sheet contains; in mass, C: 0.03 - 0.20%, Si: 0.08 - 1.5%, Mn: 1.0 - 3.0%,  $P \leq 0.05\%$ ,  $S \geq 0.0005\%$ , N: 0.0005 - 0.01%, Sol Al  $\leq 0.01\%$ , Sol Ti  $< 0.008\%$ , one or more of Ce and La in total: 0.0005 to 0.04%, and the balance being Fe and unavoidable impurities, and/or the contains inclusions having a circle equivalent diameter of more than  $1\mu\text{m}$ , and the number of the ratio of an elongated inclusions having the ratio of major axis/minor axis of more than 5 is more than 20%.

**七、指定代表圖：**

(一)本案指定代表圖為：第( 1 )圖。

(二)本代表圖之元件符號簡單說明：

無

**八、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：**

## 九、發明說明：

### 【發明所屬之技術領域】

#### 技術領域

本發明係有關於一種適合作為汽車用底盤構件之素材  
5 且拉伸凸緣性與抗疲特性優異之高強度熱軋鋼板。

### 【先前技術】

#### 背景技術

從提升汽車之安全性與提升關係於環保之燃料費的觀  
點來看，對於汽車用熱軋鋼板高強度且輕量化的要求日益  
10 升高。由於汽車用零件中特別是稱為底盤之框架類或橫桿  
類等的重量佔車體全體重量的比例較高，因此藉由使使用  
於上述部位之素材高強度化而可薄體化，可使前述部位達  
到輕量化。又，從對於行車振動具有耐久性之觀點來看，  
使用於前述底盤系統的材料必須具備高抗疲勞性。

15 然而，環鍛造性與延展性一樣會隨著高強度化、抗疲  
勞性而變差，對於適用於形狀複雜之汽車底盤系統的高強  
度鋼板而言，提升其環鍛造性便成為重要的研討課題。

因此，有人提出了幾個以兼顧機械性強度特性、抗疲  
勞性以及環鍛造性(加工性)為目的的鋼板。例如：特開平  
20 11-199973號公報中提出了一種鋼板，其係使細微的Cu析出  
物或固溶體分散至肥粒鐵相與麻田散鐵相之複合組織鋼板  
中的鋼板(一般稱為DP鋼板)。在揭示於前述特開平  
11-199973號公報之習知技術中，發現固溶的Cu或Cu單獨構  
成之粒子大小為2nm以下的Cu析出物對於提升抗疲勞性非

常有效且無損於加工性，並限定了各種成分的組成比。

上述DP鋼板雖然強度與延展性之平衡或是抗疲勞性皆十分優異，但是以環鍛造試驗所評價之拉伸凸緣性卻依然很差。其理由之一係由於DP鋼板為軟質之肥粒鐵相與硬質之麻田散鐵相的複合體，所以在環鍛造加工時，兩相的邊界部分無法隨之變形而容易成為斷裂的起點。

相對於上述鋼板，提出了一種高強度熱軋鋼板，該鋼板不僅可滿足抗疲勞性，也滿足了最近的車輪或底盤構件之材料所需的嚴苛拉伸凸緣性要求(例如，參照特開2001-200331號公報)。前述特開2001-200331號公報所揭示技術的主旨在於藉由儘量低碳化而使主相為韌鋼組織，同時含有適當體積比率之固溶強化或析出強化後的肥粒鐵組織，並減少前述肥粒鐵與韌鋼的硬度差，以避免粗大的碳化物產生。

## 15 **【發明內容】**

發明揭示

如上述特開2001-200331號公報所揭示之使鋼板組織主體為韌鋼相而可抑制粗大碳化物產生的高強度熱軋鋼板，雖然確可表現出優異的拉伸凸緣性，但其抗疲勞性相較於含有Cu之DP鋼板卻不一定較為優異。又，僅抑制粗大碳化物之產生並無法在進行環鍛造加工時防止龜裂產生。根據本發明人的研究，已知上述之原因係由於鋼板中存在有以MnS為主體而延伸之硫化物系夾雜物，當反覆承受變形時，存在於表層或表層附近而延伸的粗大MnS系夾雜物

周圍會產生內部缺陷，除了會因為龜裂傳播而使抗疲勞性變差之外，延伸之粗大MnS夾雜物還容易成為環鍛造加工時裂痕產生的起點。因此，宜儘量不使鋼中的MnS夾雜物伸長，而以細微球狀化為佳。

5           然而，Mn係與C或Si一樣有助於使材料高強度化的元素，一般為了確保高強度鋼板的強度，會將Mn濃度設定地較高，此外，若不在二次精練步驟中進行去除S的重處理，S濃度也會高達50ppm以上。因此，通常在鑄片中會存在有MnS。當鑄片進行熱軋及冷軋時，MnS會容易變形，成為  
10 延伸之MnS系夾雜物，此係使抗疲勞性與拉伸凸緣性(環鍛造加工性)變差的原因。但是，目前尚未看見從MnS析出、變形控制的觀點來看，拉伸凸緣性與抗疲勞性優異的熱軋鋼板例。

          因此，本發明係鑒於上述問題點而提出者，其目的在於提供一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，該  
15 高強度鋼板係藉由在鑄片中析出細微的MnS，更使壓延時不會變形而不容易成為裂痕產生起點的細微球狀夾雜物分散於鋼板中，而可提升拉伸凸緣性與抗疲勞性者。

          為了解決上述問題點，本發明人主要對於在鑄片中析  
20 出細微的MnS，更使壓延時不會變形而不容易成為裂痕產生起點的細微球狀夾雜物分散於鋼板中的方法，以及不會使抗疲勞性變差的添加元素，努力不懈地進行研究。結果，發現在因添加Ce、La去氧而產生之細微且硬質的Ce氧化物、La氧化物、氧硫化鈾、氧硫化釧上析出MnS，在壓延

時前述所析出之MnS不容易變形，因此可明顯減少鋼板中延伸之粗大MnS，在反覆變形時或環鍛造加工時，前述MnS系夾雜物也不易成為裂痕產生的起點或傳播龜裂的路徑，因此可如上述般提升抗疲勞性等。

5           本發明之拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板的要旨如下。

(1)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：C：0.03～0.20%；Si：0.08～1.5%；Mn：1.0～3.0%；P：0.05%以下；S：0.0005%以上；N：0.0005  
10           ～0.01%；可溶於酸之Al：0.01%以下；可溶於酸之Ti：小於0.008%；及Ce或La之1種或2種合計：0.0005～0.04%，而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板，並且在存在於該鋼板中之投影面積當量直徑1 $\mu$ m以上之夾雜物中，長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的個數比率為20%以下。

15           (2)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：C：0.03～0.20%；Si：0.08～1.5%；Mn：1.0～3.0%；P：0.05%以下；S：0.0005%以上；N：0.0005～0.01%；可溶於酸之Al：0.01%以下；可溶於酸之Ti：小於0.008%；及Ce或La之1種或2種合計：0.0005～0.04%，而  
20           剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板，且該鋼板中含有個數比率10%以上之在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS的夾雜物。

(3)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：C：0.03～0.20%；Si：0.08～1.5%；

Mn: 1.0~3.0%; P: 0.05%以下; S: 0.0005%以上; N: 0.0005~0.01%; 可溶於酸之Al: 0.01%以下; 可溶於酸之Ti: 小於0.008%; 及Ce或La之1種或2種合計: 0.0005~0.04%, 而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板, 並且在存在於該鋼板中之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物中, 長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的體積個數密度為 $1.0\times 10^4$ 個/ $\text{mm}^3$ 以下。

(4)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板, 係以質量%計, 含有: C: 0.03~0.20%; Si: 0.08~1.5%; Mn: 1.0~3.0%; P: 0.05%以下; S: 0.0005%以上; N: 0.0005~0.01%; 可溶於酸之Al: 0.01%以下; 可溶於酸之Ti: 小於0.008%; 及Ce或La之1種或2種合計: 0.0005~0.04%, 而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板, 並且在該鋼板中, 在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之夾雜物的體積個數密度為 $1.0\times 10^3$ 個/ $\text{mm}^3$ 以上。

(5)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板, 係以質量%計, 含有: C: 0.03~0.20%; Si: 0.08~1.5%; Mn: 1.0~3.0%; P: 0.05%以下; S: 0.0005%以上; N: 0.0005~0.01%; 可溶於酸之Al: 0.01%以下; 可溶於酸之Ti: 小於0.008%; 及Ce或La之1種或2種合計: 0.0005~0.04%, 而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板, 並且在存在於該鋼板中之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上的夾雜物中, 長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的平均投影面積當量直徑

為 $10\mu\text{m}$ 以下。

(6)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：C：0.03~0.20%；Si：0.08~1.5%；Mn：1.0~3.0%；P：0.05%以下；S：0.0005%以上；N：0.0005~0.01%；可溶於酸之Al：0.01%以下；可溶於酸之Ti：小於0.008%；及Ce或La之1種或2種合計：0.0005~0.04%，而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板，並且在該鋼板中存在有在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或硫化物上析出MnS的夾雜物，且該夾雜物中含有平均組成為合計0.5~50質量%之Ce或La之1種或2種。

(7)一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：C：0.03~0.20%；Si：0.08~1.5%；Mn：1.0~3.0%；P：0.05%以下；S：0.0005%以上；N：0.0005~0.01%；可溶於酸之Al：0.01%以下；可溶於酸之Ti：小於0.008%；及Ce或La之1種或2種合計：0.0005~0.04%，而剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板，且(Ce+La)/S比為0.1~70。

(8)如申請專利範圍第1~7項中任一項之拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，係以質量%計，含有：Nb：0.01~0.10%；V：0.01~0.05%；Cr：0.01~0.6%；Mo：0.01~0.4%；及B：0.0003~0.03%中之任一者或兩者以上，且剩餘部分由鐵及不可避免之雜質所構成的鋼板。

圖式簡單說明

第1圖係顯示Ce+La(%)與S(%)之關係的圖。

## 【實施方式】

### 實施發明之最佳型態

以下，對於用以實施本發明之最佳型態的拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度鋼板，進行詳細的說明。以下關於組成之質量%僅記為%。

首先，說明到完成本發明為止之實驗。

本發明人對於含有C：0.07%、Si：0.2%、Mn：1.2%、P：0.01%以下、S：0.005%、N：0.003%且剩餘部分為Fe之熔鋼，使用各種元素以進行去氧，而製造鋼塊。將所得之鋼塊熱軋而製成3mm的熱軋鋼板。將依上述步驟製造之熱軋鋼板提供於環鍛造試驗及疲勞試驗，並且調查鋼板中之夾雜物個數密度、形態及平均組成。

結果，可知幾乎無法以Al去氧，而在添加Si之後，至少添加Ce、La以進行去氧的鋼板之拉伸凸緣性與抗疲勞性最優異。其理由係由於在藉由添加Ce、La進行去氧所產生之細微且硬質的Ce氧化物、La氧化物、氧硫化鈾、氧硫化釧上析出MnS，即使在進行壓延時前述所析出之MnS也不容易引起變形，因此可明顯減少鋼板中延伸之粗大MnS。結果，在反覆變形時或環鍛造加工時，該等MnS系夾雜物不易成為斷裂發生之起點或龜裂傳播之路徑，便可有助於上述之提升耐疲勞性等功效。

另外，Ce氧化物、La氧化物、氧硫化鈾及氧硫化釧可細微化的理由，係由於後來添加的Ce、La會將最初以Si去氧所產生之SiO<sub>2</sub>系夾雜物還原分解而形成細微的Ce氧化

物、La氧化物、氧硫化鈾及氧硫化釧，此外，所產生之Ce氧化物、La氧化物、氧硫化鈾及氧硫化釧本身與熔鋼的界面能較低，因此也可抑制生成後之聚集體。

根據上述實驗性研討所得之知識，本發明人如以下之說明，進行鋼板之化學成分條件的研究，進而完成本發明。

以下，對於本發明之化學成分的限定理由進行說明。

C：0.03~0.20%

C係控制鋼之淬火性與強度最基本的元素，可提高淬火硬化層之硬度及深度，而有助於提升疲勞強度。亦即，C係用於確保鋼板強度的必要元素，為了得到高強度鋼板至少需要0.03%。但是，C若過多，即使如習知般藉由產生Ti碳化物而固定C，再驅動冷卻條件，也依然會產生雪明碳鐵相。前述雪明碳鐵相會導致鋼板的加工硬化，並不適宜用來提升拉伸凸緣特性。因此，在本發明中，從提升加工性的觀點來看，將C濃度設定為0.20%以下。

Si：0.08~1.5%

由於Si為如本發明般儘量不添加Al或Ti之熔鋼中的主要去氧元素，因此在本發明中極為重要。又，Si可在淬火加熱時使沃斯田鐵的核生成位置數增加，而抑制沃斯田鐵的晶粒成長，並且具有使淬火硬化層之粒徑細微化的機能。上述Si可抑制碳化物生成，而抑制因碳化物而導致之晶粒間界強度降低。此外，前述Si也有助於韌鋼組織的產生，由材料全體之強度確保的觀點來看，擔任重要的腳色。為了使熔鋼中之溶氧濃度降低，暫時產生SiO<sub>2</sub>系夾雜物(藉

由後來添加之Ce、La將該SiO<sub>2</sub>系夾雜物還原，而使夾雜物細微化)，必須添加0.08%以上的Si。因此，在本發明中，將Si的下限設為0.08%。相對於此，若Si的濃度太高，夾雜物中之SiO<sub>2</sub>濃度變高而容易產生大型夾雜物，且韌性與延  
5 展性都會變得極差，因而增加表面去碳或表面瑕疵，所以反而會使抗疲勞性變差。除此之外，過度添加Si時也會對熔接性或延展性帶來不良影響。因此，在本發明中，Si之  
上限設為1.5%。

Mn：1.0~3.0%

10 Mn係於製鋼階段去氧之有用元素，與C、Si一樣為有助於鋼板高強度化的有效元素。為了得到上述效果，必須含有1.0%以上的Mn。然而，若含有超過3.0%的Mn，則會因為Mn之偏析或固溶強化增大而使延展性降低。又，由於  
溶接性或母材韌性也會變差，故前述Mn之上限設為3.0%。

15 P：0.05%以下

P在作為較Fe原子小之置換型固溶強化元素時雖為有效元素，但因為會偏析於沃斯田鐵之晶粒間界，使晶粒間  
界強度變差，而使扭轉疲勞強度變低，可能有損加工性，故含量設定為0.05%以下。又，若無固溶強化之需要，則無  
20 須添加P，使P之下限值包含0%。

S：0.0005%以上

由於S會偏析為雜質，且S會形成MnS之粗大延伸夾雜物而使拉伸凸緣性變差，故以儘量保持低濃度為佳。迄今  
為了確保拉伸凸緣性，必須進行極低硫化以使S的濃度小於

0.0005%。但是，由於本發明係在細微且硬質的Ce氧化物、La氧化物、氧硫化鈣、氧硫化鎳上析出MnS，於壓延時也不易變形，而可防止夾雜物的延伸，因此不特別規定S濃度的上限值。

- 5 又，為了將S濃度減低至習知之小於0.0005%左右，必須在二次精鍊充分地加強去硫處理，而由於用以實現上述濃度之去硫處理成本過高，且難以展現控制MnS形態的效果，因此設定S濃度之下限值為0.0005%。

N：0.0005~0.01%

- 10 N係於熔鋼處理中因為空氣中之氮而無法避免地混入鋼中的元素。N可與Al、Ti等形成氮化物而促進母材組織之細粒化。然而，若過度添加N，則即使微量的Al或微量的Ti也會產生粗大的析出物，而使拉伸凸緣性變差。因此，在本發明中，將N濃度之上限設為0.01%。另一方面，由於  
15 欲使N濃度小於0.0005%，則成本會提高，故以0.0005%為下限。

可溶於酸之Al：0.01%以下

- 由於可溶於酸之Al之氧化物容易結晶化而粗大，而使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差，故應極力抑制。然而，作為  
20 預備性之去氧材可使用Al至多為0.01%，此係由於當可溶於酸之Al濃度大於0.01%時，夾雜物中之Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含有率會大於50%，而引起夾雜物之結晶化的緣故。從防止結晶化的觀點來看，可溶於酸之Al濃度以較低者為佳，下限值包含0%。又，可溶於酸之Al濃度係測定溶解於酸之Al的濃度，

並且利用溶解Al可溶於酸、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 不溶解於酸之特性的分析方法。在此，酸係指例如將鹽酸1、硝酸1、水2之比例(質量比)進行混合之混合酸。使用上述之酸，可分別出可溶於酸之Al、與不溶解於酸之 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，而可測定可溶於酸之Al濃度。

可溶於酸之Ti：小於0.008%

可溶於酸之Ti之氧化物也容易結晶化而粗大，由於容易與鋼中之N結合而產生粗大的TiN夾雜物，故設定可溶於酸之Ti為小於0.008%，且下限值包含0%。又，可溶於酸之Ti濃度係測定溶解於酸之Ti的濃度者，係利用溶存Ti溶解於酸、而Ti氧化物不溶解於酸之特性的分析方法。在此，酸係指例如以鹽酸1、硝酸1、水2之比例(質量比)混合的混合酸。使用上述之酸，可分別出可溶於酸之Ti、與不溶解於酸之Ti氧化物，而可測定可溶於酸之Ti濃度。

15 Ce或La之1種或2種合計：0.0005~0.04%

Ce、La可將以Si去氧所產生之 $\text{SiO}_2$ 還原，容易成為MnS的析出位置，且該等之效果係可形成硬質、細微且以壓延時難以變形的Ce氧化物(例如 $\text{Ce}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeO}_2$ )、氧硫化鈰(例如 $\text{Ce}_2\text{O}_2\text{S}$ )、La氧化物(例如 $\text{La}_2\text{O}_3$ 、 $\text{LaO}_2$ )、氧硫化釧(例如 $\text{La}_2\text{O}_2\text{S}$ )、Ce氧化物—La氧化物、或氧硫化鈰—氧硫化釧為主相(以50%以上為目標)之夾雜物者。

在此，在上述夾雜物中，雖因去氧條件而有一部分含有MnO、 $\text{SiO}_2$ 或 $\text{Al}_2\text{O}_3$ ，但主相若為上述氧化物，則可充分作為MnS的析出位置，且無損於夾雜物之細微、硬質化的

效果。為了得到上述夾雜物，必須使Ce或La之1種或2種的合計濃度為0.0005%以上、0.04%以下。Ce或La之1種或2種的合計濃度小於0.0005%，則無法還原SiO<sub>2</sub>夾雜物，若大於0.04%則會大量產生氧硫化鈾、氧硫化釧，而形成粗大的夾雜物，使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差。

Nb：0.01~0.10%

Nb可促進C或N形成碳化物、氮化物、碳氮化物，而促進母材組織的細粒化。為了得到該效果，至少必須有0.01%。但是，含量大於0.10%則效果會飽和，成本也會提高，因此以0.10%為上限。

V：0.01~0.05%

V可促進C或N形成碳化物、氮化物、碳氮化物，而促進母材組織的細粒化。為了得到該效果，至少必須有0.01%。但是，含量大於0.05%則效果會飽和，成本也會提高，因此以0.05%為上限。

Cr：0.01~0.6%

為了提升鋼的淬火性，確保鋼板的強度，可因應需要而含有Cr，而為了得到該效果至少需要0.01%。但是，含有過多反而會使強度—延展性的平衡變差，因此以0.6%為上限。

Mo：0.01~0.4%

為了提升鋼的淬火性，確保鋼板的強度，可因應需要而含有Mo，而為了得到該效果至少需要0.01%。但是，含有多量反而會使強度—延展性的平衡變差，因此以0.4%為

上限。

B：0.0003~0.003%

為了提升鋼的淬火性，強化晶粒間界而提升加工性，可因應需要而含有B，為了得到該效果至少需要0.0003%。

5 但是，過量含有反而會有損於鋼的潔淨性，而使延展性變差。因此，以0.003%為上限。

接著，對於本發明鋼板中夾雜物的存在條件進行說明。另外，鋼板係指經過熱軋或更進行冷軋所得之壓延後的扁平板。

10 為了得到拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之鋼板，儘可能地減低鋼板中容易成為斷裂發生起點或斷裂傳播路徑的延伸之粗大MnS系夾雜物，係非常重要之事。本發明人經實驗發現投影面積當量直徑小於 $1\mu\text{m}$ 的MnS系夾雜物在作為斷裂發生起點方面無不良影響，且不會使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差，又，由於投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物也

15 容易藉由掃描型電子顯微鏡(SEM)等進行觀察，因此以鋼板上投影面積當量直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物為對象，調查該等之形態及組成，並評價MnS系夾雜物的分布狀態。在此，投影面積當量直徑係指從截面觀察之夾雜物的長徑

20 與短徑，以 $(\text{長徑} \times \text{短徑})^{0.5}$ 所求得者。

另外，MnS系夾雜物之投影面積當量直徑的上限並無特別規定，但實際上係觀察 $1\text{mm}$ 左右的MnS系夾雜物。

延伸夾雜物的個數比例係使用SEM分析隨機選取之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上的複數個(例如50個左右)夾雜物

之組成，並且從SEM像來測定夾雜物之長徑與短徑。在此，將延伸夾雜物之定義設定為長徑／短徑(延伸比例)為5以上之夾雜物時，藉由將檢測出之上述延伸夾雜物個數，除以所調查之全部夾雜物個數(在上述例中為50個左右)，可求出上述延伸夾雜物之個數比例。

另外，將夾雜物之延伸比例設定為5以上的理由，係由於不添加Ce、La之比較鋼板中延伸比例為5以上的夾雜物幾乎都是MnS系夾雜物。並且，MnS系夾雜物之延伸比例的上限雖無特別規定，但實際上也有觀察到延伸比例為50左右的MnS系夾雜物。

結果，發現形態控制為延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例在20%以下的鋼板，拉伸凸緣性與抗疲勞性較佳。亦即，當延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例超過20%時，容易成為斷裂發生起點之MnS系延伸夾雜物的個數比例過多，會降低拉伸凸緣性與抗疲勞性，因此在本發明中，將延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例設定為20%以下。又，由於延伸MnS系夾雜物越少則拉伸凸緣性或抗疲勞性越良好，故前述延伸比例5以上之延伸夾雜物個數比例的下限值包含0%。

在此，投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物且延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例下限值為0%，指的是有可能有投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物，但不存在有延伸比例5以上者，或即使有延伸比例5以上之延伸夾雜物，投影面積當量直徑也全都小於 $1\mu\text{m}$ 的情形。

又，在控制形態為延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例為20%以下的鋼板中，相對於此，成為在由Ce或La之1種或2種所構成的氧化物或氧硫化物上析出MnS的形態。該夾雜物之形態係在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS即可，並無特別規定，但大部分情況係以由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物為核，再於其周圍析出MnS。

又，於Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS的夾雜物，由於在壓延時也不容易變形，因此在鋼板中也呈非延伸之形狀，亦即幾乎呈球狀的夾雜物。

在此，關於判斷為非延伸之球狀夾雜物，並無特別規定，但通常指鋼板中延伸比例3以下之夾雜物，更以2以下為佳的夾雜物。此係由於壓延前之鑄片階段時，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS的形態的夾雜物，其延伸比例為3以下。又，判斷未延伸之球狀夾雜物若完全為球狀，則延伸比例為1，故延伸比例之下限為1。

以與延伸夾雜物之個數比例調查同樣的方法實施上述夾雜物個數比例的調查。結果，進行析出控制使在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS的形態的夾雜物之個數比例為10%以上的鋼板，發現該鋼板之拉伸凸緣性與抗疲勞性較佳。當在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物個數比例小於10%時，相對應於此，MnS系延伸夾雜物之個數比

例過多，會使拉伸凸緣性與抗疲勞性變差。因此，使在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物個數比例為10%以上。又，拉伸凸緣性或抗疲勞性以在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出多數MnS者較為良好，因此其個數比例之上限值包含100%。

另外，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物，由於在壓延時也不容易變形，故不特別規定其投影面積當量直徑， $1\mu\text{m}$ 以上也可。但是，由於考慮到過大時會成為斷裂發生起點，故上限以 $50\mu\text{m}$ 左右為佳。

另一方面，上述夾雜物除了在壓延時也不容易變形外，當投影面積當量直徑小於 $1\mu\text{m}$ 時，也不會成為斷裂發生起點，所以不特別規定投影面積當量直徑的下限。

接著，規定夾雜物之單位體積的個數密度，作為上述本發明鋼板中之夾雜物的存在條件。

夾雜物之粒徑分布係以SPEED法(非水溶液電解浸蝕法)來進行電解面之SEM評價。SPEED法所進行電解面之SEM評價係指在研磨試料片表面後，進行SPEED法之電解，藉由直接SEM觀察試料面而評價夾雜物之大小或個數密度者。另外，SPEED法係指使用10%乙醯丙酮—1%氯化四甲銨—甲醇，對試料表面進行電解而抽出夾雜物的方法，而電解量係試料表面面積每 $1\text{cm}^2$ 電解1C。對於如上述般電解後之表面的SEM像進行圖像處理，求出相對於投影

面積當量直徑的頻率(個數)分布。從該粒徑之頻率分布算出平均投影面積當量直徑，並且藉由將該頻率除以觀察出之視野面積、與從電解量所求出之深度，也可算出夾雜物之各體積的個數密度。

- 5 評價成為斷裂發生起點、使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上、延伸比例5以上的夾雜物體積個數密度的結果，發現為 $1.0\times 10^4$ 個 $/\text{mm}^3$ 以下時，可提升拉伸凸緣性與抗疲勞性。當投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物體積個數密度大於 $1.0\times$
- 10  $10^4$ 個 $/\text{mm}^3$ 時，由於容易成為斷裂發生起點之MnS系延伸夾雜物的個數密度過多，會使拉伸凸緣性與抗疲勞性變差，因此使投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的體積個數密度為 $1.0\times 10^4$ 個 $/\text{mm}^3$ 以下。又，由於延伸MnS系夾雜物越少、拉伸凸緣性或抗疲勞性越
- 15 好，故投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的體積個數密度下限值包含0%。

在此，使投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的體積個數密度下限值為0%的涵義，與上述相同。

- 20 又，形態控制為直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸率5以上之延伸夾雜物的體積個數密度為 $1.0\times 10^4$ 個 $/\text{mm}^3$ 以下的鋼板，對應於此，呈未延伸之MnS系夾雜物在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS的形態，其形狀呈大致為球狀的夾雜物。

該夾雜物之形態與上述相同，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS即可，無特別規定，但以Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物為核，於其周圍析出MnS之情形較多。

- 5 又，雖無特別規定球狀夾雜物之定義，但應為鋼板中延伸比例3以下之夾雜物，更以2以下之夾雜物為佳。在此，若為完全球狀，則延伸比例為1，故延伸比例之下限為1。

調查上述夾雜物之體積個數密度的結果，進行析出控制以由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物為核、並於其周圍析出MnS之形態的夾雜物之體積個數密度為 $1.0 \times 10^3$ 個/mm<sup>3</sup>以上的鋼板，發現其拉伸凸緣性與抗疲勞性較佳。在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物體積個數密度小於 $1.0 \times 10^3$ 個/mm<sup>3</sup>時，相對應於此，MnS系之延伸夾雜物的個數比例會過多，而降低拉伸凸緣性與抗疲勞性，因此規定在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物體積個數密度須為 $1.0 \times 10^3$ 個/mm<sup>3</sup>以上。又，由於以由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物為核而析出多數MnS者之拉伸凸緣性或疲勞強度較為良好，故不特別限定該體積個數密度的上限值。

另外，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物之投影面積當量直徑也與上述一樣，沒有特別規定，而可為1μm以上。但是，該投影面積當量直徑若過大，也有可能成為斷裂發生的起

點，因此上限以 $50\mu\text{m}$ 左右為佳。

另一方面，當前述夾雜物之投影面積當量直徑小於 $1\mu\text{m}$ 時，完全不會有問題，因此不特別規定下限。

接著，以投影面積當量直徑之上限值規定上述本發明  
5 鋼板中之延伸夾雜物的存在條件。具體而言，評價成為斷裂發生起點而使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差的投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上的夾雜物之平均投影面積當量直徑，結果發現當前述延伸夾雜物之平均投影面積當量直徑為 $10\mu\text{m}$ 以下時，可提升拉伸凸緣性與抗疲勞性。  
10 此係著眼於隨著投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比例增加，前述延伸夾雜物之平均投影面積當量直徑會跟著變大，因而規定延伸夾雜物之平均投影面積當量直徑作為指標。吾人推測隨著熔鋼中Mn或S之量增加，所產生之MnS的個數會增加，並且所產生之  
15 MnS大小也會粗大化。

因此，當投影面積當量直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物大於 $10\mu\text{m}$ 時，因應於此，由於前述延伸夾雜物之個數比例大於20%，容易成為斷裂發生起點之粗大MnS系延伸夾雜物的個數比例過多，會降低拉伸凸緣性與  
20 抗疲勞性，故設定投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的平均投影面積當量直徑為 $10\mu\text{m}$ 以下。

另外，投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的平均投影面積當量直徑為 $10\mu\text{m}$ 以下之規定，意味著投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物存在於鋼

板中的情況，故投影面積當量直徑之下限值為 $1\mu\text{m}$ 。

另一方面，在上述本發明之鋼板中，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物存在條件，係以析出MnS之夾雜物中Ce或La之平均組成的含有量來規定。

具體而言，如上所述，除了提升拉伸凸緣性與抗疲勞性之外，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS而防止MnS延伸也非常重要。

該夾雜物之形態與上述一樣，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS即可，並無特別規定，但大多係以Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物為核，再於其周圍析出MnS。

又，關於球狀夾雜物，雖無特別規定，但以鋼板中延伸比例3以下之夾雜物為佳，以2以下更佳。在此，若為完全球狀，則延伸比例為1，因此延伸比例之下限為1。

因此，為了明白可抑制MnS系夾雜物延伸的組成為何，對於在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物的組成進行分析。

但，因為前述夾雜物之投影面積當量直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上者較易於觀察，因此為了方便，以投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上者作為對象。不過，若可進行觀察，也可包含投影面積當量直徑小於 $1\mu\text{m}$ 之夾雜物。

又，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物，由於未延伸，故可確認為

延伸比例皆為3以下之夾雜物。因此，將投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例3以下之夾雜物作為對象，進行組成分析。

結果發現：當投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例3以下之夾雜物中之平均組成含有Ce或La之1種或2種合計為0.5~50%時，拉伸凸緣性與抗疲勞性較佳。當投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例3以下之夾雜物中Ce或La之1種或2種合計之平均含有率小於0.5質量%時，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物個數比例會大幅減少，因此相對於此，容易成為斷裂發生起點之MnS系延伸夾雜物的個數比例過多，而降低拉伸凸緣性與抗疲勞性。

另一方面，當投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上且延伸比例3以下之夾雜物中Ce或La之1種或2種合計的平均含有率大於50%時，會大量產生氧硫化鈾、氧硫化釧，而成為投影面積當量直徑為 $50\mu\text{m}$ 左右以上的粗大夾雜物，因此會使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差。

又，以鋼板之化學成分 $(\text{Ce} + \text{La}) / \text{S}$ 比來規定本發明鋼板中在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物之存在條件。

具體而言，如上所述，除了提升拉伸凸緣性與抗疲勞性之外，前述規定條件係在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS、並且用以防止MnS延伸的化學成分比。

因此，為了明白可有效抑制MnS系夾雜物延伸的化學成分比，變化鋼板之 $(Ce+La)/S$ 比，而評價夾雜物之形態、拉伸凸緣性與抗疲勞性(第1圖)。結果，發現當 $(Ce+La)/S$ 比為0.1~70時，拉伸凸緣性與抗疲勞性較佳。而當 $(Ce+La)/S$ 比小於0.1時，在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之形態的夾雜物個數比例會大幅減少，因此相對於此，容易成為斷裂發生起點之MnS系延伸夾雜物的個數比例會過多，而使拉伸凸緣性與抗疲勞性變差。

另一方面，當 $(Ce+La)/S$ 比大於70時，會大量產生氧硫化銻、氧硫化釧，會成為投影面積當量直徑 $50\mu\text{m}$ 左右以上的粗大夾雜物，因此會使拉伸凸緣性或抗疲勞性變差。

接著，對於鋼板組織進行說明。

本發明係藉由進行MnS系夾雜物控制來提升拉伸凸緣性與抗疲勞性，而非特別限定鋼板之微觀組織者。以變韌肥粒鐵為主相之組織的鋼板；以肥粒鐵相為主相，以麻田散鐵相、韌鋼相為第2相的複合組織鋼板；以及由肥粒鐵、殘留沃斯田鐵及低溫變態相(麻田散鐵或韌鋼)所構成的複合組織鋼板，上述任一鋼板皆可得到本發明之效果，但為了得到優異拉伸凸緣性，以變韌肥粒鐵為主相之組織為佳，且更需為變韌肥粒鐵或韌鋼相為從面積比來看之最大相。鋼板中變韌肥粒鐵相之面積率以50%以上為佳，以80%以上更佳，更以100%最佳。又，剩餘部分可含有韌鋼相或多面體肥粒鐵相20%以上。

接著說明製造條件。本發明係以轉爐進行吹煉而去碳，或者更使用真空除氣裝置而去碳，在C濃度為0.03~0.1%之熔鋼中，添加Si、Mn、P等合金，進行去氧與成分調整，並且在不添加Al或Ti、或者必須調整氧之情況下，  
5 添加僅剩下些許可溶於酸之Al或可溶於酸之Ti左右的少量Al或Ti，然後添加Ce或La之1種或2種而進行成分調整。將依上述所溶製成的熔鋼連續鑄造而製造鑄片。

關於連續鑄造，不僅可適用於通常之250mm厚度的平板連續鑄造，對於塊料或鋼胚，甚至是平板連續鑄造機之  
10 鑄模厚度較通常薄，例如150mm以下之薄平板連續鑄造，也可充分適用。

以下說明用以製造高強度熱軋鋼板之熱延條件。為了使鋼中之碳氮化物等固溶，熱延前之平板加熱溫度宜為1150°C以上。藉由事先使該等固溶，可在壓延後之冷卻過程中抑制  
15 多面體肥粒鐵的生成，而得到有助於拉伸凸緣性之以變韌肥粒鐵相為主體的組織。另一方面，當熱延前平板的加熱溫度高於1250°C時，平板表面的氧化會很顯著，特別是因為晶粒間界選擇性氧化而引起之楔狀表面缺陷會在去銹後依然殘留，而有損於壓延後之表面品質，因此上限以1250°C為佳。

20 於上述溫度範圍內加熱後，進行一般的熱軋，但在該步驟中，精準壓延結束溫度在進行鋼板之組織控制時極為重要。精準壓延結束溫度小於Ar<sub>3</sub>點+30°C時，表層部之結晶粒徑容易變粗，就抗疲勞性而言不甚佳。另一方面，若大於Ar<sub>3</sub>點+200°C，則就拉伸凸緣性而言不甚佳，容易產

生多面體肥粒鐵相，因此上限宜為 $A_{r3}$ 點 + 200°C。

又，使精準壓延後之鋼板平均冷卻速度為40°C / 秒以上、冷卻至300~500°C之範圍，可抑制多面體肥粒鐵相的產生，有助於得到以變韌肥粒鐵相為主體之組織。

- 5 上述平均冷卻速度小於40°C / 秒時，容易產生多面體肥粒鐵相，故不甚佳。另一方面，在組織控制上雖無須於冷卻速度設上限，但過於快速之冷卻速度可能會使鋼板冷卻不均，且為了製造可進行快速冷卻的設備又需要多餘的費用，而可能導致鋼板價格的上揚。由上述觀點來看，冷
- 10 卻速度之上限以100°C / 秒為佳。

又，由於冷卻停止溫度低於300°C時，拉伸凸緣性不佳而產生麻田散鐵相，故將下限設為300°C。因此，為了抑制會使拉伸凸緣性極端惡化的麻田散鐵相生成，熱延鋼圈之捲繞溫度以300°C以上為佳。

- 15 另一方面，大於500°C則無法抑制多面體肥粒鐵相的產生，又，含有Cu之鋼會在肥粒鐵相中局部析出Cu，可能會使提升抗疲勞性效果變差，因此捲繞溫度宜為500°C以下。因此，藉由在500°C以下進行捲繞，在之後的冷卻過程析出碳氮化物，使肥粒鐵相中之固溶C、N量減少，而可提升拉伸凸緣
- 20 性。

實施例

以下，說明本發明之實施例與比較例。

將表1所示之化學成分的平板，以表2所示之條件進行熱軋，得到厚度3.2mm之熱壓延板。

表 1

鋼號	C	Si	Mn	P	S	N	Al	可溶於鐵 之 Ti	Cr	Nb	V	Mo	B	Cu	Ni	Ce	La	(Ce+La)/S
本發明 1	0.07	0.20	1.3	0.015	0.0050	0.0025	0.006									0.0010		0.2
比較例 1	0.07	0.19	1.3	0.015	0.0050	0.0026	0.035											
本發明 2	0.065	0.18	1.5	0.012	0.0100	0.0022	0.004	0.005		0.02				0.1	0.05	0.0050	0.0030	0.8
比較例 2	0.065	0.18	1.5	0.012	0.0100	0.0023	0.040	0.005		0.02				0.1	0.05			
本發明 3	0.095	1.00	2.8	0.010	0.0080	0.0030	0.002	0.002									0.0200	2.6
比較例 3	0.095	1.00	2.8	0.009	0.0080	0.0028	0.038	0.002										
本發明 4	0.035	1.00	1.4	0.010	0.0200	0.0020	0.003			0.10						0.0250		1.25
比較例 4	0.035	1.00	1.39	0.010	0.0200	0.0021	0.003			0.10						0.0003		0.0015
本發明 5	0.06	0.68	1.38	0.010	0.0040	0.0020	0.003	0.002								0.0070		1.75
比較例 5	0.06	0.69	1.38	0.010	0.0040	0.0021	0.003	0.002								0.0003		0.075
本發明 6	0.06	0.68	1.38	0.010	0.0007	0.0020	0.003	0.002								0.0050		7.143
比較例 6	0.06	0.69	1.38	0.010	0.0007	0.0021	0.003	0.002										
本發明 7	0.1	0.25	2	0.010	0.0030	0.0020	0.003	0.002	0.03	0.03	0.02	0.15	0.002			0.0050	0.0030	2.667
比較例 7	0.1	0.25	2	0.010	0.0030	0.0021	0.003	0.002	0.03	0.03	0.02	0.15	0.002			0.0002		0.067

表 2

條件	加熱溫度 (°C)	精準壓 延溫度 (°C)	精準壓延後 之冷卻速度 (°C / 秒)	捲繞溫度 (°C)
A	1250	845	75	450
B	1200	825	45	450

在前述表1中，鋼之號碼(以下稱為鋼號)1、3、5、7、9、11、13係由本發明之高強度鋼板範圍內的組成所構成，鋼號2、4、6、8、10、12、14則係本發明之高強度鋼板範圍外的比較鋼。鋼號2、4、6係含有可溶於酸之Al大於0.01%之平板，又，鋼號8、10、12、14係Ce或La之1種或2種合計減少至小於0.0005%之平板。

順帶一提，在前述表1中，鋼號1與鋼號2、鋼號3與鋼號4、鋼號5與鋼號6、鋼號7與鋼號8彼此之間可互相比較，彼此幾乎為同樣組成所構成，且可溶於酸之Al等相異。又，鋼號9與鋼號10、鋼號11與鋼號12、鋼號13與鋼號14彼此之間可互相比較，彼此幾乎為同樣組成所構成，且Ce+La等彼此相異。

又，在前述表2中，條件A係加熱溫度1250°C、精準壓延結束溫度845°C、精準壓延後之冷卻速度75°C / 秒、捲繞溫度450°C，條件B係加熱溫度1200°C、精準壓延結束溫度825°C、精準壓延後之冷卻速度45°C / 秒、捲熱溫度450°C。

藉由對於鋼號1與鋼號2使用條件A，又對於鋼號3與鋼號4使用條件B，對於鋼號5與鋼號6使用條件A，更對於鋼號7與鋼號8、鋼號9與鋼號10、鋼號11與鋼號12、鋼號13與鋼號14使用條件B，可比較在同一製造條件下化學組成之影

響。

接下來調查強度、延展性、拉伸凸緣性、疲勞限度比，作為如上述所得之鋼板的基本特性。

又，全部以 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物作為對象，對於延伸比例5以上之夾雜物調查個數比例、體積個數密度、平均投影面積當量直徑，作為鋼板中延伸夾雜物之存在狀態。

此外，全部以 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物作為對象，調查在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之夾雜物的個數比例及體積個數密度、以及延伸比例3以下之夾雜物中的Ce或La之1種或2種合計含有量的平均值，作為鋼板中未延伸之夾雜物的存在狀態。

另外，以 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物為對象，除了係由於容易觀察外，小於 $1\mu\text{m}$ 之夾雜物也不會影響拉伸凸緣性或抗疲勞性。

15 依各鋼與壓延條件之組合，將結果表示於表3。

表 3

條件	強度	延性	Ce+MnS 個數比例	延伸個數 比例	Ce+MnS 體積 個數密度	延伸體積 個數密度	投影面積當量直徑1μm以上 且延伸比例3以下之夾雜物 中之Ce或La之1種或2種合計 之平均含有率(%)	投影面積當量直 徑1μm以上、 延伸比例5以上 之夾雜物中的平 均投影面積當量 直徑(μm)	環鍛造值	疲勞 限度比
A	460	23	90	0	$2.5 \times 10^4$	0	2	6	160	0.67
A	458	20	0	75	0	$2.8 \times 10^4$	0	12	110	0.48
B	497	22	80	5	$6.1 \times 10^4$	$4.1 \times 10^3$	10	7	162	0.6
B	495	19	0	85	0	$7.0 \times 10^4$	0	22	105	0.46
A	1150	11	85	0	$2.8 \times 10^4$	0	30	5	80	0.64
A	1140	8	0	80	0	$4.7 \times 10^4$	0	18	45	0.45
B	810	22	87	7	$9.6 \times 10^4$	$7.2 \times 10^3$	33	9	100	0.61
B	805	20	1	97	$9.6 \times 10^4$	$9.3 \times 10^4$	0.4	24	62	0.44
B	605	25	83	6	$8.8 \times 10^4$	$6.1 \times 10^3$	29	8	90	0.68
B	605	25	1	95	$8.4 \times 10^3$	$9.3 \times 10^4$	0.4	23	38	0.49
B	605	25	87	0	$9.5 \times 10^4$	0	50	5	100	0.68
B	605	25	0	97	0	$9.4 \times 10^4$	0	23	34	0.49
B	1005	17	86	5	$9.7 \times 10^4$	$5.9 \times 10^3$	34	7	75	0.63
B	995	16	1	96	$8.2 \times 10^3$	$9.4 \times 10^4$	0.3	24	30	0.44

強度與壓延係藉由與壓延方向平行地採取之JIS5號試驗片的拉伸試驗而求得。拉伸凸緣性係以60°的圓錐衝頭將位於150mm×150mm之鋼板中央的直徑10mm打穿孔進行擴充，測定板厚貫通龜裂產生時之孔徑D(mm)，以環鍛造值 $\lambda = (D - 10) / 10$ 所求得之 $\lambda$ 進行評價。又，作為表示抗疲勞性之指標而使用的疲勞限度比，係以將根據JIS Z 2275之方法所求出之 $2 \times 10^6$ 次時間強度( $\sigma_W$ )除以鋼板強度( $\sigma_B$ )的值( $\sigma_W / \sigma_B$ )進行評價。

另外，試驗片係使用規定為同規格之1號試驗片，平行部為25mm、曲率半徑R為100mm、原板(熱軋板)兩面同樣研削之厚度為3.0mm者。

此外，對於夾雜物進行SEM觀察，對隨機選取之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物50個，測定長徑與短徑。並且，使用SEM之定量分析機能，對隨機選擇之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物50個實施組成分析。使用上述結果，求出延伸比例5以上之夾雜物的個數比例、延伸比例5以上之夾雜物的平均投影面積當量直徑、在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出MnS之夾雜物的個數比例、以及延伸比例3以下之夾雜物中Ce或La之1種或2種合計的平均值。又，藉由SPEED法進行電解面之SEM評價來算出夾雜物之不同形態的體積個數密度。

從表3可發現：使用本發明之方法的鋼號1、3、5、7、9、11、13，藉由在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物析出MnS，可在鋼板中減少延伸MnS系夾雜物。

亦即，使鋼板中在由Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或  
氧硫化物上析出MnS之夾雜物的個數比例為10%以上，該等  
夾雜物之體積個數密度為 $1.0 \times 10^3$ 個/mm<sup>3</sup>以上，存在於鋼  
板中之延伸比例3以下的夾雜物中之Ce或La之1種或2種合  
5 計的平均含有率為0.5%~50%，藉由可使上述投影面積當  
量直徑1 $\mu$ m以上且延伸比例5以上之延伸夾雜物的個數比  
例為20%以下，該等夾雜物之體積個數密度為 $1.0 \times 10^4$ 個/  
mm<sup>3</sup>以下，該等夾雜物之平均投影面積當量直徑為10 $\mu$ m以  
下。結果，與比較鋼相比，本發明鋼之鋼號1、3、5、7、9、  
10 11、13可得到拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之鋼板。但是，  
比較鋼(鋼號2、4、6、8、10、12、14)由於延伸MnS系夾雜  
物、與在有Ce或La之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物  
析出MnS之夾雜物的分布狀態與本發明所規定之分布狀態  
不同，因此在鋼板加工時延伸MnS系夾雜物成為斷裂發生  
15 的起點，而降低拉伸凸緣性與抗疲勞性。

產業上利用之可能性

根據本發明之方法，藉由在鑄片中析出細微的MnS，  
更於鋼板中分散壓延時不會變形、難以成為斷裂發生起點  
之細微球狀夾雜物，可得到拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之  
20 高強度熱軋鋼板。

### 【圖式簡單說明】

第1圖係顯示Ce+La(%)與S(%)之關係的圖。

### 【主要元件符號說明】

無

## 十、申請專利範圍：

1. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其

特徵在於以質量%計含有：

C：0.03～0.20%；

5 Si：0.08～1.5%；

Mn：1.0～3.0%；

P：0.05%以下；

S：0.0005%以上；

N：0.0005～0.01%；

10 可溶於酸之Al：0.01%以下；

可溶於酸之Ti：小於0.008%；及

Ce及La中之1種或2種合計：0.0005～0.04%；

剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，存  
在於該鋼板中之投影面積當量直徑 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜物  
15 中，長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的個數比率為20%  
以下。

2. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其

特徵在於以質量%計含有：

C：0.03～0.20%；

20 Si：0.08～1.5%；

Mn：1.0～3.0%；

P：0.05%以下；

S：0.0005%以上；

N：0.0005～0.01%；

可溶於酸之Al：0.01%以下；

可溶於酸之Ti：小於0.008%；及

Ce及La中之1種或2種合計：0.0005～0.04%；

5 剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，該  
鋼板中包含在Ce及La中之1種或2種所構成之氧化物或  
氧硫化物上析出有MnS的夾雜物，其以個數比率計含有  
10%以上。

3. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其  
特徵在於以質量%計含有：

10 C：0.03～0.20%；

Si：0.08～1.5%；

Mn：1.0～3.0%；

P：0.05%以下；

S：0.0005%以上；

15 N：0.0005～0.01%；

可溶於酸之Al：0.01%以下；

可溶於酸之Ti：小於0.008%；及

Ce及La中之1種或2種合計：0.0005～0.04%；

20 剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，存  
在於該鋼板中之投影面積當量直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上之夾雜  
物中，長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的體積個數密度  
為 $1.0\times 10^4$ 個/ $\text{mm}^3$ 以下。

4. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其  
特徵在於以質量%計含有：

C : 0.03~0.20% ;

Si : 0.08~1.5% ;

Mn : 1.0~3.0% ;

P : 0.05% 以下 ;

5 S : 0.0005% 以上 ;

N : 0.0005~0.01% ;

可溶於酸之 Al : 0.01% 以下 ;

可溶於酸之 Ti : 小於 0.008% ; 及

Ce 及 La 中之 1 種或 2 種合計 : 0.0005~0.04% ;

10 剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成 ; 且 , 在該鋼板中 , 在 Ce 及 La 中之 1 種或 2 種所構成之氧化物或硫化物上析出有 MnS 的夾雜物的體積個數密度為  $1.0 \times 10^3$  個/mm<sup>3</sup> 以上。

5. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板 , 其  
15 特徵在於以質量%計含有 :

C : 0.03~0.20% ;

Si : 0.08~1.5% ;

Mn : 1.0~3.0% ;

P : 0.05% 以下 ;

20 S : 0.0005% 以上 ;

N : 0.0005~0.01% ;

可溶於酸之 Al : 0.01% 以下 ;

可溶於酸之 Ti : 小於 0.008% ; 及

Ce 及 La 中之 1 種或 2 種合計 : 0.0005~0.04% ;

剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，存在於該鋼板中之投影面積當量直徑為 $1\mu\text{m}$ 以上的夾雜物中，長徑/短徑為5以上之延伸夾雜物的平均投影面積當量直徑為 $10\mu\text{m}$ 以下。

- 5 6. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其特徵在於以質量%計含有：

C：0.03~0.20%；

Si：0.08~1.5%；

Mn：1.0~3.0%；

10 P：0.05%以下；

S：0.0005%以上；

N：0.0005~0.01%；

可溶於酸之Al：0.01%以下；

可溶於酸之Ti：小於0.008%；及

15 Ce及La中之1種或2種合計：0.0005~0.04%；

剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，該鋼板中存有在Ce及La中之1種或2種所構成之氧化物或氧硫化物上析出有MnS的夾雜物，以平均組成計，該夾雜物中含有Ce及La中之1種或2種合計0.5~50質量%。

- 20 7. 一種拉伸凸緣性與抗疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其特徵在於以質量%計含有：

C：0.03~0.20%；

Si：0.08~1.5%；

Mn：1.0~3.0%；

P：0.05%以下；

S：0.0005%以上；

N：0.0005~0.01%；

可溶於酸之 Al：0.01%以下；

5 可溶於酸之 Ti：小於0.008%；及

Ce或La之1種或2種合計：0.0005~0.04%；

剩餘部分則由鐵及不可避免之雜質所構成；且，(Ce  
+ La)/S比為0.1~70。

8. 如申請專利範圍第1~7項中任一項之拉伸凸緣性與抗  
10 疲勞性優異之高強度熱軋鋼板，其以質量%計含有：

V：0.01~0.05%；

Cr：0.01~0.6%；

Mo：0.01~0.4%；及

B：0.0003~0.03%

15 中之任一者或兩者以上，且剩餘部分由鐵及不可避  
免之雜質所構成。

1/1

第1圖

