

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：96144929

※申請日期：96.11.27

※IPC 分類：C22C 38/00 (2006.01)

一、發明名稱：(中文/英文)

製造性優異之快削鋼

二、申請人：(共 1 人)

姓名或名稱：(中文/英文)

新日本製鐵股份有限公司 / NIPPON STEEL CORPORATION

代表人：(中文/英文)

嶋宏 / SHIMA, HIROSHI

住居所或營業所地址：(中文/英文)

日本國東京都千代田區大手町二丁目 6 番 3 號

6-3, OTEMACHI 2-CHOME, CHIYODA-KU, TOKYO 100-8071, JAPAN

國籍：(中文/英文)

日本 / JAPAN

三、發明人：(共 5 人)

姓名：(中文/英文)

1. 橋村雅之 / HASHIMURA, MASAYUKI
2. 水野淳 / MIZUNO, ATSUSHI
3. 宮本健一郎 / MIYAMOTO, KENICHIRO
4. 青木淳 / AOKI, JUN
5. 伊藤誠司 / ITOU, SEIJI

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、 2006/11/28、 2006-319895

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。

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使用於汽車或一般機械且比起強度特性更要求切削性的低碳快削鋼，特別係有關於一種製造性優異之快削鋼，該快削鋼具有優異的切削性，在切削時之工具壽命、加工面粗糙度以及切屑處理性均良好，且連續鑄造用滑動噴嘴之板狀耐火物的溶損較少，在熱軋時具有良好的延展性。

10 【先前技術】

背景技術

一般之機械或汽車係由多種零件組合製造而成，從要求精準度與製造效率的觀點來看，製造時大多須經過切削步驟。此時，為了降低成本並提升生產效率，也必須提升鋼的切削性，低碳硫系快削鋼SUM23或低碳硫鉛複合系快削鋼SUM24L便是特別重視切削性而被發明出的鋼種。至今已知為了提升切削性，可添加S、Pb等切削性提升元素，但是，站在消費者的角度，會避免使用造成環境負擔的Pb，因而傾向於降低其使用量。

迄今，在不添加Pb時，也會使用形成以MnS為主成分之硫化物等在切削環境下可成為軟質之夾雜物，以提升切削性的方法。然而，低碳硫鉛複合系快削鋼SUM24L中係添加與低碳硫系快削鋼SUM23同量的S，因此須添加在以往之量以上的S量。但是，添加大量S，只會使以MnS為主成分

之硫化物變得粗大，而無法有效地提升切削性，又，會使基質變得不夠脆，隨著構成刀刃的脫落及切屑分離現象，會產生加工面粗糙度變差、切屑未充分分離之切屑處理性不良的問題。此外，在壓延、鍛造等生產步驟中，由於以粗大MnS為主成分之硫化物會成為破裂的起點而引起壓延瑕疵等很多製造上的問題，故增加S量有其限度。又，添加S以外之切削性提升元素如Te、Bi、P、N等，也可在某種程度上提升切削性，但在壓延或熱鍛造時卻會引起斷裂、瑕疵等表面性狀之惡化，宜極力避免前述元素之添加量，因此難以兼顧切削性與製造性。

特開平11-222646號公報中揭示之方法係使單一之 $20\mu\text{m}$ 以上硫化物、或是複數之硫化物略呈直列狀地連成長度 $20\mu\text{m}$ 以上的硫化物群在壓延方向截面 1mm^2 之視野內存在30個以上，藉此提高切屑處理性的方法。但是，事實上包含該製造方法皆未提及對於切削性最有效的低表面粗糙度(Sub μm)硫化物分散法，從其成分系來看，也無法令人期待其成效。

至今已有將硫化物以外的夾雜物活用於提升切削性之例，例如特開平9-17840號公報、特開2001-329335號公報、特開2002-3991號公報、特開2000-178683號公報之使用BN提升切削性的技術。不過，特開平9-17840號公報、特開2001-329335號公報、特開2000-178683號公報係以提升工具壽命為目的，而特開2002-3991號公報係以提升切屑處理性為目的。使用前述文獻所揭示之實施例範圍的化學成分，

在提升加工面粗糙度上，並無法得到充分的效果。具體而言，若無法使BN在鋼中細微分散而使基質均質化，則無法得到提升加工面粗糙度的效果，但前述專利文獻中並未描述前述技術。

5 特開2004-176176號公報所揭示之技術也是將BN活用
於提升切削性之例，並且考慮到與N添加量的平衡。然而，
關於可完全抑制壓延瑕疵產生並且確保相反性質之切削性
的鋼材化學成分平衡，或關於用以抑制與酵素親和性高之B
成為氧化物的量而增加析出為BN之量的方法，在前述技術
10 中皆未提示。

特開平5-345951號公報係為了提升切削性，藉由提高
鋼中氧濃度而使MnS大型化的技術。但是，在此技術中，
關於因為提高氧而減少MnS以及隨之而來的切削性變差，
前述技術並未提及，且關於耐火物熔損或表面瑕疵增加等
15 明顯製造性惡化的防止對策也皆未提及。

又，在特開2001-329335號公報中，為了提升熱軋性，
提出藉由BN之晶粒間界析出來抑制晶粒間界脆化的技
術，更提出限制N添加量以活用固溶B之晶粒間界脆化防止
作用的技術。但是，由於前述技術僅降低N量，因此未充分
20 考量BT加熱～加工溫度區域之固溶N量控制，為防止瑕疵
所需之固溶N減量便不夠充分。又，由於限制為較化學計量
組成低之N量，所以提升加工面粗糙度所需之BN量會不
足，又未能以補足前述缺點之其他技術進行彌補，因此無
法得到良好的加工面粗糙度。

另外，特開2004-27297號公報提出一種為減少表面瑕疵而限制鋼中氧量的技術。然而，並未提及任何鋼中氧量之控制方法，未去氧之低碳快削鋼中若無進行特別控制，是不可能限制鋼中氧量而防止瑕疵產生的。

5 至今也出現為了提升低碳快削鋼之切削性而添加Ca之例，例如特開2000-160284號公報，但其中並未記錄提升切削性的具體效果，又，Ca添加量的範圍也較廣，而未記載可有效提升切削性的添加量範圍。

又，在以連續鑄造法製造添加B之低碳快削鋼時，會有
10 滑動噴嘴之板狀耐火物容易熔損的問題，但未發現有用以解決前述問題的先前文獻。

【發明內容】

發明揭示

本發明係一種使用於汽車或一般機械等之低碳快削
15 鋼，且本發明提供一種快削鋼，該快削鋼特別在切削時之工具壽命、加工面粗糙度以及切屑處理性等切削性皆優異，此外，連續鑄造用滑動噴嘴之板狀耐火物的溶損較少，在熱軋時具有良好的延展性，可防止因熱軋而使表面性狀變差。

20 切削係分離切屑之破壞現象，如何促進切削係一重點。但是如上所述，單純地增加S量有其界限，又，為了兼顧切削性與製造性，也必須考慮切削性提升元素之量。

因此，發現為了提升熱軋性而控制壓延溫度區域之固溶N量，並且控制在進行切削之室溫下用以得到切削性所需

之BN而需要的B與N量之比，可兼顧熱軋性與切削性。在此，固溶N係指由全N量減去化合物N量之量，而化合物N量係指實質上成為BN之N量。由於在壓延溫度區域800～1100°C之加熱下，BN會固溶，因此會大量產生前述固溶N，

5 為了減少表面瑕疵之產生量而進行良好的壓延，必須減少在前述溫度區域下的固溶N量。

此外，還發現為了提升在熔鋼中容易作為氧化物而消耗之Mn作為MnS的成品率、以及B作為BN的成品率，因而提升切削性及熱軋性，並且為了提升切削性與抑制連續鑄

10 造用滑動噴嘴之板狀耐火物的熔損，必須減少鋼中之MnO生成量。

本發明係根據以上發現而作成者，要旨如以下所示。

(1)一種製造性優異之快削鋼，係以質量%計，含有：

C：0.005～0.2%；

15 Si：0.001～0.5%；

Mn：0.3～3.0%；

P：0.001～0.2%；

S：0.30～0.60%；

B：0.0003～0.015%；

20 O：0.005～0.012%；

Ca：0.0001～0.0010%；及

Al≤0.01%，

且N含量為 $N \geq 0.0020\%$ 且滿足 $1.3 \times B - 0.0100 \leq N \leq 1.3 \times B + 0.0034$ ，而剩餘部分由Fe及無法避免之雜質所構成，

又，關於鋼中之MnO，在與鋼材之壓延方向呈直角的截面中，投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上之MnO的面積相對於全Mn系夾雜物之面積為15%以下。

(2)一種製造性優異之快削鋼，係如(1)之鋼，關於以
5 MnS為主成分之硫化物，在與鋼材之壓延方向呈直角的截面中，投影面積當量直徑為 $0.1\sim 0.5\mu\text{m}$ 者之存在密度為10000個/ mm^2 以上。

(3)如(1)或(2)之製造性優異之快削鋼，係以質量計，含有：

- 10 V：0.05～1.0%；
Nb：0.005～0.2%；
Cr：0.01～2.0%；
Mo：0.05～1.0%；
W：0.05～1.0%；
15 Ni：0.05～2.0%；
Cu：0.01～2.0%；
Sn：0.005～2.0%；
Zn：0.0005～0.5%；
Ti：0.0005～0.1%；
20 Zr：0.0005～0.1%；
Mg：0.0003～0.005%；
Te：0.0003～0.2%；
Bi：0.005～0.5%；及
Pb：0.005～0.5%

之1種或2種以上。

圖式簡單說明

第1圖係顯示直進切削試驗方法的概念圖，第1(a)圖係俯視圖，第1(b)圖係平面圖。

- 5 第2圖係顯示長方向旋削試驗方法與加工面粗糙度良劣的概念圖，第2(a)圖係平面圖，第2(b)圖係加工面(進刀記號)放大圖。

第3圖係顯示EMPA之MnO測定例的光學顯微鏡照片。

- 10 第4圖係顯示本發明例之以MnS為主成分之硫化物的照片，第4(a)圖係TEM複製試樣照片，第4(b)圖係光學顯微鏡照片。

第5圖係顯示比較例之以MnS為主成分之硫化物的照片，第5(a)圖係TEM複製試樣照片，第5(b)圖係光學顯微鏡照片。

- 15 第6圖係以800個切削後之長方向旋削加工面粗糙度顯示因MnO所產生之切削性變化的圖。

第7圖係顯示發明例與比較例之長方向旋削之加工面粗糙度－熱軋性平衡的圖。

第8圖係鑄片厚度之1/4深度位置的說明圖。

20 **【實施方式】**

實施發明之最佳型態

本發明係在比起強度特性更要求切削性之低碳快削鋼中，不添加Pb而添加B並使BN析出，以藉此提升切削性者，關於鋼成分組成，特別藉由滿足適當關係之B與N而進行添

加，以提升切削性與熱軋時之延展性，並且藉由降低鋼中MnO，以提升切削性與連續鑄造時之注入量控制用耐火物的壽命，而完成發明者。此外，本發明係細微分散鋼中MnS系夾雜物而提升切削性者。以下說明本發明所規定之成分

5 組成與該等之限定理由。

[C] 0.005~0.2%

由於C係與鋼材之基本強度以及鋼中之氧量有關係，因此會對切削性帶來很大的影響。若添加太多C而提高強度，則會使切削性變低，故將其上限設為0.2%。另一方面，若

10 單純以吹製過度降低C量，不僅會提高成本，還會無法進行因C而引起的去氧，使得鋼中氧量大量殘留而成為小孔等不良情況的原因。因此，將C量下限設定為可易於防止小孔等不良情況之0.005%。

[Si] 0.001~0.5%

15 過度添加Si會產生硬質氧化物而降低切削性，但適度的添加可使氧化物軟質化，而不會降低切削性。其上限為0.5%，在該上限以上就會產生硬質氧化物。若小於0.001%，則氧化物會難以軟質化並且工業上的成本會增加。

[Mn] 0.3~3.0%

20 需要Mn來將鋼中之硫固定、分散為MnS。又，為了使鋼中氧化物軟質化、使氧化物無害化，Mn也為必需品。其效果與添加之S量有關，若小於0.3%，則無法將添加S充分地固定為MnS，S會成為FeS而變脆。若Mn量太多，則底鐵之硬度會變大而降低切削性或冷軋加工性，故以3.0%為上

限。

[P] 0.001~0.2%

由於P在鋼中會使底鐵之硬度變大，不僅是冷軋加工性，熱軋加工性或鑄造特性也會變差，因此必須使其上限
5 為0.2%。另一方面，P也是具有切削性提升效果的元素，故將下限值設為0.001%。

[S] 0.30~0.60%

S係與Mn結合而作為以MnS為主成分之硫化物而存在。以MnS為主成分之硫化物雖可提升切削性，但延伸之
10 以MnS為主成分的硫化物也是產生鍛造時之異方性的原因之一。應避免較大的以MnS為主成分之硫化物，但從提升切削性的觀點來看，宜多量添加。因此，宜使以MnS為主成分之硫化物細微分散。為了提升不添加Pb情況之切削性，必須添加0.30%以上。另一方面，若S添加量過多，則
15 不僅無法避免粗大之以MnS為主成分的硫化物產生，還可能因為FeS等所引起之鑄造特性、熱變形特性變差而在製造中產生裂痕。因此上限設為0.60%。

[B] 0.0003~0.015%

B若作為BN而析出，則具有提升切削性的效果。特別
20 是與以MnS為主成分之硫化物複合析出而細微分散於基質中，效果可更顯著。該等效果在含量小於0.0003%時不夠顯著，而添加量大於0.015%時，則會在熔鋼中與耐火物產生激烈反應，而在鑄造時增加耐火物的熔損，會明顯損害製造性。因此，將範圍設為0.0003%~0.015%。

由於B容易形成氧化物，故若熔鋼中之溶存O較高，則會作為氧化物而消耗，可能會減少可提升切削性之BN量。藉由添加Ca而可某種程度地減少溶解氧(自由氧)後，藉由添加B，提升實質上成為BN之B量的成品率，可有效地提升

5 切削性。

[O] 0.005~0.012%

當O不成為氧化物而單獨存在的情況下，在冷卻時會成為氣泡，而成為小孔的原因。因為硬質氧化物的產生，也可能成為切削性惡化或瑕疵的原因，因此需要進行控制。

10 此外，O可能會使為了提升切削性而添加之Mn、B在熔鋼中成為氧化物而消耗，減少成為MnS之Mn及成為BN之B量而影響切削性。若O量小於0.005%，則會產生以稱為Sims之II型形態之MnS為主成分的硫化物，而使切削性變差。此外，容易在熔鋼中引起去硫反應，而無法進行穩定之S添加。因此，將下限設為0.005%。若O量大於0.012%，則熔鋼中容易產生Mn、B之氧化物，減少實質上成為MnS之Mn及成為BN之B而使切削性變差，更大量產生硬質氧化物而增加瑕疵產生量。此外，由於耐火物熔損也會變激烈，因此以

15 0.012%為上限。而進行O之控制必須添加Ca。

20 [Ca] 0.0001~0.0010%

Ca為去氧元素，可控制鋼材中之溶解氧(自由氧)量，使容易形成氧化物之Mn、B的成品率穩定，更可抑制硬質氧化物的產生。又，若為微量，則可產生軟質氧化物，具有提升切削性的效用。若小於0.0001%，則全無前述效果，

若大於0.0010%，則因為產生多量的軟質氧化物，而會具有凹凸而附著於工具刀刃，因此不僅加工面粗糙度會變得極端不良，也會大量產生硬質的氧化物，更會使切削性或熱延展性變差。所以，規定成分範圍為0.0001~0.0010%。

5 〔Al〕 Al \leq 0.01%

Al為去氧元素，會在鋼中產生Al₂O₃或AlN。但是，Al₂O₃為硬質，故在切削時會成為工具損傷的原因而促進磨損。又，因為形成AlN而會減少用以形成BN之N，使得切削性變差。因此，使之為不會大量產生Al₂O₃或AlN之0.01%以下。

10 〔N〕 N滿足N \geq 0.0020%且1.3×B-0.0100 \leq N \leq 1.3×B+0.0034

N與B結合而產生BN，可提升切削性。BN係可提升切削性的夾雜物，藉由細微地高密度分散可明顯提升切削性。質量比為B：N=10.8：14(=1：1.3)之化學計量比，可
15 剛好使B與N進行化合而形成BN。BN對於鋼具有溶解度，隨著鋼材溫度上昇，溶解度會變大，而增加固溶N量。在壓延溫度區域(800~1100℃)固溶之N量較多的情況下，會成為壓延瑕疵的原因，故須限制為一定量以下之固溶N量，且
20 必須配合B添加量來控制添加於鋼材之N量。因此，N量若相對於可剛好與B結合之N量(1.3×B)超過+0.0034%時，壓延瑕疵的發生會變明顯，故上限設為1.3×B+0.0034以下。另一方面，添加之N量過少時，BN生成量會減少。相對於B量之N量若相對於可剛好與B結合之N量(1.3×B)小於-0.0100%，則無法得到提升切削性所需之BN量，因此將下

限設為 $1.3 \times B - 0.0100\%$ 以上。又，當N量小於 0.0020% 時，N之絕對量不足，在鋼中擴散至B存在處的距離變大，因此即使為化學計量比之N添加量也無法產生足夠的BN。所以，必須確保為 0.0020% 以上。藉由以上，為了兼顧製造性
5 與切削性，N含有量必須滿足 $N \geq 0.0020\%$ 、且 $1.3 \times B - 0.0100 \leq N \leq 1.3 \times B + 0.0034$ 。

[MnO]投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上之MnO的面積相對於全Mn系夾雜物之面積為 15% 以下

Mn係與氧之親和力強的元素，在熔鋼中存在有一定量
10 之溶解氧(自由氧)存在下，無法避免地會形成MnO。MnO係比較之下為低熔點、軟質的夾雜物，其非如 Al_2O_3 等硬質夾雜物般會引起明顯工具磨損等切削性變差者。但是，若MnO增加，則成為MnS之Mn量會減少，而妨礙MnS之細微分散，因此使切削性變差。此外，在產生大量MnO的環境
15 下，熔鋼中之溶解氧(自由氧)為高濃度，因此B氧化物的生成量也會增加，產生為BN之B的量會減少，而使切削性更加惡化。又，成為MnS之Mn減少，因此無法以高溫固定S，會產生多數的FeS而使熱延展性變差。

此外，因熔鋼中之MnO而使得連續鑄造用滑動噴嘴之
20 板狀耐火物的熔損變得激烈，明顯地使製造性變差。在與鋼材壓延方向呈直角之截面中，投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上之鋼中MnO的面積若大於全Mn系夾雜物之面積的 15% ，則切削性、製造性會明顯變差，故為了得到良好切削性及製造性，鋼中MnO須在全Mn系夾雜物中之 15% 以下。

若MnO之投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以下，其面積比率極小，因此消耗於MnO之Mn量也只是一點點，所以不會對MnS生成量帶來太大影響。因此，規定為投影面積當量直徑 $0.5\mu\text{m}$ 以上者。

5 在此，說明本發明所稱之MnO的定義以及面積之測定方法。

關於MnO通常除了MnO單獨存在以外，也有與其他氧化物結合而存在者，在本發明中，將以下列方法測定者定義為MnO，並求出面積。

10 藉由EPMA之MnO測定例如第3圖所示。從與鋼材壓延方向呈直角之截面的直徑 $1/4$ 深之位置開始切下，以電子探針微量分析器(EPMA)對於埋入樹脂進行研磨後之試驗片，進行1視野為 $200\mu\text{m}\times 200\mu\text{m}$ 之20視野以上的測定。由於鋼材之底鐵12中的MnO13係以包含在以MnS為主成分之硫化物14中的狀態所存在，故以EPMA進行之元素面分析中，
15 將Mn與O重疊的部分作為MnO，並求出其面積。

全Mn系夾雜物係指鋼中與Mn化合之夾雜物全部的總稱，係以後述之以MnS為主成分的硫化物、MnO單獨的氧化物、及MnO與其他氧化物結合的氧化物全部為對象者。
20 由於全Mn系夾雜物也以EPMA進行元素面分析而固定並進行面積測定，故相對於前述測定後之全Mn系夾雜物面積，求出上述所測定之MnO面積之比率。

為了降低MnO生成量，可藉由減少LF前之熔鋼中的溶解氧(自由氧)濃度而達成。宜使該溶解氧(自由氧)濃度為

200ppm以下，但是，若過度減少，會在金屬／鋼塊間進行去硫反應，而難以在鋼中確保用以維持切削性之S，故必須充分考慮，宜使其為150ppm以上。關於溶解氧(自由氧)控制方法，在LF處理前進行事前去氧較為有效。而關於自由氧之控制，必須添加Ca，但除此之外，單獨或複合地添加Si、Al、Ti、Zr、Mg等也可達成效果。

[以MnS為主成分之硫化物分散] 投影面積當量直徑0.1~0.5 μm 之存在密度為10000個/ mm^2 以上

以MnS為主成分之硫化物係可提升切削性之夾雜物，藉由細微且高密度地分散可明顯提升切削性。特別在如長方向旋削般地一面在加工面形成稱為進刀痕之突起部，一面進行之切削方法時，刮痕的有無會大幅影響突起部之高低，亦即加工面粗糙度，但以細微之高密度分散的以MnS為主成分之硫化物，使鋼材均質化以使鋼材之斷裂性良好，可減少刮痕並使加工面粗糙度良好。對於提升藉由OA機器之軸等長方向旋削而進行切削之零件的加工面粗糙度，更為有效。為了發揮前述效果，需要10000個/ mm^2 以上之存在密度，且前述尺寸須為投影面積當量直徑0.1~0.5 μm 。通常以MnS為主成分之硫化物分布係以光學顯微鏡進行觀察，並測定其尺寸、密度。前述尺寸之以MnS為主成分的硫化物無法以光學顯微鏡之觀察進行確認，藉由透射型電子顯微鏡(TEM)才能進行觀察。在光學顯微鏡觀察下之尺寸、密度並無差別，但以TEM進行觀察即可認出明確差異之尺寸的以MnS為主成分之硫化物，本發明係對其進

行控制，藉由使存在形態數值化而達成與習知技術產生差別的目的。為了使超過前述尺寸之以MnS為主成分的硫化物以10000個/mm²以上的密度存在，必須添加超過請求項之範圍的大量S，但是多量添加也會使存在多數粗大的以

5 MnS為主成分之硫化物的機率大增，因而增加熱軋時之瑕疵產生率。在申請專利範圍之S添加量下，若以MnS為主成分的硫化物超過前述尺寸，則以MnS為主成分之硫化物的量會不足而無法維持提升加工面粗糙度所需之密度。又，小於最小徑0.1μm者實質上並無法影響切削性。因此，使投

10 影面積當量直徑0.1~0.5μm之以MnS為主成分的硫化物的存在密度為10000個/mm²以上。前述以MnS為主成分的硫化物可成為難以在基質中均一細微分散之BN的析出核，藉此可使BN均一細微地分散，而可使BN之切削性、特別是加工面粗糙度提升效果更加顯著。

15 另外，以MnS為主成分的硫化物不僅是指純粹的MnS，也包含Fe、Ca、Ti、Zr、Mg、REM等之硫化物與MnS固溶或結合而共存之夾雜物，或是如MnTe般的S以外之元素與Mn形成化合物而與MnS固溶、結合共存的夾雜物，或是以氧化物為核而析出的上述夾雜物，亦即化學式可表示

20 為(Mn,X)(S,Y)(在此，X：Mn以外之硫化物形成元素，Y：S以外且與Mn結合之元素)的夾雜物，係總稱Mn硫化物系夾雜物者。

為了得到以MnS為主成分之硫化物的尺寸、密度，使含有之Mn與S的比Mn/S為1.2~2.8，可更有效果。

- 此外，為了更有效地產生細微的以MnS為主成分之硫化物，可控制凝固冷卻速度範圍。當冷卻速度小於 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 時，凝固會過慢而析出之以MnS為主成分的硫化物會粗大化，難以細微地分散，而冷卻速度超過 $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 時，
- 5 所產生之細微的以MnS為主成分之硫化物的密度會飽和，使鋼片硬度上升而增加產生裂痕的危險。因此，鑄造時之冷卻速度宜為 $10\sim 100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。為了得到前述冷卻速度，藉由將鑄模截面大小、鑄造速度等控制為適當的值，即可輕易達成。此可一併適用於連續鑄造法、造塊法。
- 10 在此所稱之凝固冷卻速度係指第8圖所示，依箭號所示之鑄造方向15而鑄造之鑄片16的橫截面17中，鑄片之厚度(L)的 $1/4$ 深度位置18(參照第8(b)圖)中從液相線溫度至固相線溫度的冷卻時之速度。冷卻速度係由凝固後之鑄片厚度方向凝固組織的二次枝狀晶臂間隔，藉由下列式而計算
- 15 求出。

$$R_c = \left(\frac{\lambda_2}{770} \right)^{-\frac{1}{0.41}}$$

- 在此， R_c ：冷卻速度($^{\circ}\text{C}/\text{min}$)， λ_2 ：二次枝狀晶臂之
- 20 間隔(μm)。

亦即，由於二次枝狀晶臂間隔會因為冷卻條件而產生變化，故藉由測定其而確認所控制之冷卻速度。

接著，說明任意添加選擇元素之規定理由。

[鋼材強化元素]

[V] 0.05~1.0%

V會形成碳氮化物，藉由二次析出硬化可強化鋼。若含量小於0.05%則無法達成高強度化的效果，而若添加量大於1.0%，則會析出太多碳氮化物，反而有損機械性性質，故
5 以此為上限。

[Nb] 0.005~0.2%

Nb也會形成碳氮化物，可藉由二次析出硬化而強化鋼。含量小於0.005%則無高強度化的效果，添加超過0.2%則會析出過多的碳氮化物，反而有損機械性性質，因此以
10 此為上限。

[Cr] 0.01~2.0%

Cr係提升淬火性，賦予回火軟化阻力的元素。因此，可添加於需要高強度化的鋼。此時，需要添加0.01%以上。但是，若多量添加，則會產生Cr碳化物而脆化，故以2.0%
15 為上限。

[Mo] 0.05~1.0%

Mo係可賦予回火軟化阻力並且提升淬火性的元素。若小於0.05%則沒有效果，但超過1.0%效果也會飽和，故以0.05%~1.0%為添加範圍。

20 [W] 0.05~1.0%

W可形成碳氮化物，藉由二次析出硬化而使鋼強化。小於0.05%則無高強度化的效果，超過1.0%則會析出過多的碳氮化物，反而有損機械性性質，故以此為上限。

[Ni] 0.05~2.0%

Ni可強化肥粒鐵，使延展性提升並且提升淬火性，對於提升抗蝕性也有效。若小於0.05%則無效果，但若超過2.0%則在機械性性質上來說，效果會飽和，故以此為上限。

[Cu] 0.01~2.0%

- 5 Cu可強化肥粒鐵，對於提升淬火性、提升抗蝕性也有效。若小於0.01%則無效果，但若添加超過2.0%則從機械性性質觀點來看，效果也會飽和，故以此為上限。特別地，會使熱延展性變差，容易成為壓延時瑕疵之原因，故宜與Ni同時添加。

- 10 [藉由脆化而提升切削性之元素]

[Sn] 0.005~2.0%

Sn可使肥粒鐵脆化而延長工具壽命，並且具有提升表面粗糙度的效果。若小於0.005%則無效果，而即使添加超過2.0%，其效果也會飽和，故以此為上限。

- 15 [Zn] 0.0005~0.5%

Zn可使肥粒鐵脆化而延長工具壽命，並且具有提升表面粗糙度的效果。若小於0.0005%則無效果，而即使添加超過0.5%，其效果也會飽和，故以此為上限。

[藉由去氧調整而提升切削性之元素]

- 20 [Ti] 0.0005~0.1%

Ti為去氧元素，可控制鋼中之氧量，使容易形成氧化物之Mn、B的成品率穩定。又，若為微量則可產生軟質氧化物，具有提升切削性的效果。若含量小於0.0005%，則全無效果，在0.1%以上則會大量產生多量的硬質氧化物，此

外，不形成氧化物而固溶之Ti會與N化合而形成硬質的TiN，而降低切削性。因此，規定成分範圍為0.0005~0.1%。Ti因為形成TiN而會消耗形成BN所需之N。因此，Ti添加量宜在0.01%以下。

5 [Zr] 0.0005~0.1%

Zr為去氧元素，可控制鋼中之氧量，使易形成氧化物之Mn、B的成品率穩定。又，若為微量則可產生軟質氧化物，具有提升切削性的效果。若含量小於0.0005%，則全無效果，在0.1%以上則會大量產生硬質氧化物，因此會產生
10 凹凸而附著於工具刀刃，所以不只加工面粗糙度會極度惡化，也會大量產生硬質氧化物，更降低切削性。因此將成分範圍規定為0.0005~0.1%。

[Mg] 0.0003~0.005%

Mg為去氧元素，可控制鋼中之氧量，使易形成氧化物
15 之Mn、B的成品率穩定。又，若為微量則可產生軟質氧化物，具有提升切削性的效果。若含量小於0.0003%，則全無效果，在0.005%以上則會大量產生多量的硬質氧化物，因此會產生凹凸而附著於工具刀刃，所以不只加工面粗糙度會極度惡化，也會大量產生硬質氧化物，更降低切削性。
20 因此將成分範圍規定為0.0003~0.005%。

[硫化物形態控制及工具—鋼材間之潤滑而提升切削性的元素]

[Te] Te : 0.0003~0.2%

Te係提升切削性元素。又，可產生MnTe或與MnS共存

而可降低MnS之變形能，有控制MnS形狀延伸的作用。因此係可減少異方性的元素。在含量小於0.0003%時不會呈現前述效果，若含量大於0.2%時，則不僅效果會飽和，熱延展性會降低而容易成為瑕疵的原因。

5 [Bi] 0.005~0.5%

Bi係提升切削性的元素。小於0.005%時不會展現前述效果，即使添加超過0.5%，切削性提升效果也會飽和，而且熱延展性會變差而容易成為瑕疵的原因。

[Pb] 0.005~0.5%

10 Pb係提升切削性的元素。小於0.005%時不會展現前述效果，即使添加超過0.5%，切削性提升效果也會飽和，而且熱延展性會變差而容易成為瑕疵的原因。

實施例

15 藉由實施例說明本發明之效果。表1~4所示之實施例1~72的發明例鋼は，以270t轉爐熔製後，進行鑄造使凝固冷卻速度為4~18°C/min。其中分別鑄造成實施例1~8之請求項1的鋼種、及62~72之請求項6鋼種的凝固冷卻速度為1~7°C/min，實施例9~61之請求項2~6鋼種的凝固冷
20 卻速度為12~85°C/min。表5~6所示之實施例73~102之比較例鋼係以270t轉爐熔製後，進行鑄造使凝固冷卻速度為4~7°C/min。發明例、比較例皆將270t轉爐材分塊壓製成鋼胚後，壓延成φ9.5。將前述φ9.5mm壓延材進行拉線至φ8mm而作為試驗材。在壓延前從鋼胚及180mm角鑄造材採

取拉伸試驗片作為熱延展性評價用。另外，凝固冷卻速度之調整係藉由鑄模截面之大小或鑄造速度之控制來進行。

材料之切削性係以表7所示條件之鑽孔試驗、表8所示條件之直進切削試驗、表9所示條件之長方向旋削試驗為代

5 表的3種切削方法來進行評價。鑽孔試驗係以可切削至累積孔穴深度1000mm之最高切削速度(所謂的VL1000，單位： m/min)來評價切削性的方法。直進切削試驗係以高速度鋼之抵切工具轉印工具形狀(構成刀刃形狀)而評價加工面粗糙度的方法。前述實驗方法之概要如第1圖所示。實驗中，

10 以觸針式粗糙度計測定加工200溝時之加工面粗糙度，將10點表面粗糙度Rz(單位： μm)之作為顯示加工面粗糙度的指標。長方向旋削試驗係將超硬工具1沿長方向之方向送，並且依切削方向3切入試驗片2之鋼材外周的切削方法，與直進切削一樣，係以工具形狀之轉印反覆測定表面粗糙度測

15 定面4之加工面粗糙度而進行評價的方法。前述實驗方法之概要顯示如第2圖。本方法係使試驗片2旋轉，並且將超硬工具1沿著試驗片2進刀($0.05mm/rev$)，以預定之切割量6(1mm)進行切削(切削速度 $80m/min$)，一面於加工面7形成稱為進刀痕5之突起部一面進行，而形成表面粗糙度測定面

20 8的切削方法，因刮痕而產生之惡化9的有無會影響突起部之高低，而成為有刮痕面之粗糙度(理論粗糙度+刮痕)10。亦即，會成為加工面粗糙度而對於良好面之粗糙度(理論粗糙度)11產生很大影響(參照第2(b)圖)。若無刮痕則會成為與理論粗糙度相近之值，但若產生刮痕，則粗糙度就會隨之

而降低(變差)。細微且高密度分散之以MnS為主成分的硫化物藉由使鋼材均質化，可減少刮痕而使加工面粗糙度良好，本方法係可明顯顯示高密度地分散之以MnS為主成分之硫化物的效果的方法。又，由於本方法也可顯著地表示

5 出因多量切削後之工具磨損而引起之工具凹凸轉印所影響的加工面粗糙度良否，故實驗係在工具磨損進行後之狀態下可評價切削性之差的800個切削後加工面粗糙度來進行評價。加工面粗糙度係以觸針式粗糙度計進行測定，將10

10 點表面粗糙度Rz(單位： μm)作為顯示加工面粗糙度之指標。關於切屑處理性，以切屑弧度之半徑較小者、或被切斷者較佳，記為○。即使圈數較多，曲率半徑較小者、或曲率半徑雖較大但切屑長度未達100mm者也為良好，記作○。切屑超過20mm且曲率半徑為3圈以上連續捲曲而延伸較長的切屑為不良，記作x。

15 關於鋼材中之MnO，在與鋼材之壓延方向呈直角的截面上，投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上者之面積比率測定，係從 $\phi 8\text{mm}$ 拉線後之壓延、拉線方向呈直角之截面的直徑1

20 $\sqrt{4}$ 深度位置切下，對於埋在樹脂而研磨後之試驗片以電子探針微量分析器(EPMA)來進行。測定係將1視野 $200\mu\text{m} \times 200\mu\text{m}$ 而進行20視野以上，因此將元素面分析所測定之夾雜物中之MnO面積相對於全Mn系夾雜物面積之比率而求出面積率。由於鋼材中之MnO係以包含在MnS中之狀態而存在，故將EPMA所分析之Mn與O重疊的面積作為MnO之面積而辨識出MnS。Mn與O之重合係以圖像處理來進行。

EPMA之MnO測定例係顯示如第3圖。

5 投影面積當量直徑中之最大徑 $0.5\mu\text{m}$ 、最小徑 $0.1\mu\text{m}$ 尺寸之以MnS為主成分的硫化物密度測定，係 $\phi 8\text{mm}$ 拉線後從與壓延、拉線方向呈直角之截面的直徑 $1/4$ 深度位置以抽出複製試樣法採取，並以透過型電子顯微鏡來進行。測定係以10000倍將1視野 $80\mu\text{m}^2$ 進行40視野以上，並將其換算成相當於 1mm^2 之以MnS為主成分的硫化物數而算出。

10 熱延展性係藉由 1000°C 之高溫拉伸試驗斷面縮率之值來進行評價。斷面縮率若為50%以上，則可進行良好的壓延，但若小於80%則表面瑕疵很多，須進行壓延後之瑕疵除去之保養處理的面積較大，無法適用於表面性狀嚴苛的高級品種鋼。若得到80%以上之斷面縮率值，可明顯降低表面瑕疵的產生，不進行保養也可使用，而可適用於高級品種。此外，也可削減保養的成本。因此，斷面縮率80%
15 以上之熱延展性為○，小於80%者為x。

連續鑄造用滑動噴嘴之板狀耐火物的熔損狀況係使用MgO—C質(MgO=87%， Al_2O_3 =10%，C=3%)作為滑動噴嘴板之材質，而評價熔損比率。關於熔損比率，係在 $0.5\mu\text{m}$ 以上之MnO面積相對於全Mn系夾雜物面積為15%時，將耐火物之熔損比率設為1，將各熔損比率數值化之值。當熔損比率大於1，則耐火物熔損變得激烈，故熔損比率1以下為○，大於1則評價為x。實施例1~72之發明例相對於實施例73~102之比較例，鑽孔工具壽命、直進切削及長方向旋削之加工面粗糙度皆為良好，且熱延展性為80%以上之值，

可得到較低熔損比率之良好製造性。例如實施例1~8之發明例，藉由取得B、N平衡之添加量來控制N量，以及以添加Ca來控制O量且MnO面積率較低的情況下，切削性不會變差且可得到較高熱延展性之值與較低熔損比率。又，藉由取得B、N平衡之添加量與較低MnO面積率，可得到非常良好的切削性。如實施例9~18、及56~59，細微之以MnS為主成分的硫化物密度滿足請求項2時，加工面粗糙度、特別是長方向旋削時之值可更為良好。即使在如實施例19~55、及60~72般添加請求項3~6之任意添加選擇元素者中，也可得到良好的加工面粗糙度與製造性。其中，微量添加已知為快削元素Pb之實施例47、52、60、62~67，微量添加同樣為快削元素之Te的實施例45、48、50、53、61、68、69，夠添加Pb與Te兩元素之55、70~72中，也可得到良好的熱延展性與切削性。

相對於上述，由於比較例皆以較小的凝固冷卻速度進行鑄造，故細微之以MnS為主成分的硫化物密度變小，全面性地顯示出較差的切削性，特別是長方向旋削之加工面粗糙度為較差之值，即使相對於以同樣程度之較小凝固冷卻速度所鑄造之實施例1~8的請求項1發明例，由於化學成分非本發明之範圍內，故也顯示出較差之值。例如，如實施例76之比較例，在MnO面積率較高的情況下，因為MnS量、BN量的減少，加工面粗糙度變成較差的值，而熔損比率會成為較大的值。在實施例80之比較例中，MnO面積率雖滿足15%以下，但S、Ca量在申請範圍外，故熱延展性為

較差之值。如實施例81之比較例，無添加Ca時，無法控制O，會產生較多的MnO或硬質氧化物，因此熱延展性小於80%且熔損比率為較大值，顯示出較差的製造性。此外，實施例90、91為N量在下限以外的比較例，因為固溶B的增加而增加硬度，顯示出較低的熱延展性之值。又，實施例93係S、N量在上限以外的比較例，由於固溶N增大，故熱延展性降低而顯示出較差的值。實施例102係MnO較高之比較例，加工面粗糙度、熔損指數皆顯示出較差之值。

第4圖顯示本發明例之以MnS為主成分的硫化物的照片，(a)為TEM複製試樣照片，(b)為光學顯微鏡照片。第5圖顯示比較例之以MnS為主成分的硫化物的照片，(a)為TEM複製試樣照片，(b)為光學顯微鏡照片。如上述之發明例與比較例中，(b)之以光學顯微鏡的觀察之下，沒有太大差別的以MnS為主成分之硫化物尺寸、密度，在(a)之TEM複製試樣觀察中，可明顯看出尺寸、密度的明確差異。

第6圖係以800個切削後之長方向旋削加工面粗糙度為例，顯示MnO面積率之切削性變化。多量切削時之工具磨損進行下，MnO面積率 $>15\%$ 情形會變明顯，工具磨損產生之凹凸轉印所左右的加工面粗糙度優劣，以此處為界線而明顯地表現出來。

第7圖顯示發明例與比較例在長方向旋削之加工面粗糙度—熱延展性平衡。發明例之加工面粗糙度良好，熱延展性也在80%以上之良好領域。比較例則係加工面粗糙度、熱延展性均位於不良區域，或是即使熱延展性良好、

加工面粗糙度也為不良之鋼種。

藉由上述，可知取得B量、N量之平衡更可控制MnO量的發明例，製造性及切削性皆為良好。

表 1

質點別	區分	化學成分(mass%)																					
		C	Si	Mn	P	S	B	O	Ca	Al	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Cu	Sn	Zn	Ti	Zr	Mg	Fe
1	鑄明例	0.059	0.002	1.38	0.035	0.58	0.075	0.0088	0.006	0.002													
2	鑄明例	0.071	0.008	1.52	0.093	0.45	0.101	0.0091	0.0003	0.002													
3	鑄明例	0.050	0.009	1.32	0.070	0.41	0.085	0.0119	0.0005	0.001													
4	鑄明例	0.125	0.003	1.46	0.045	0.41	0.110	0.0088	0.006	0.003													
5	鑄明例	0.082	0.005	1.36	0.057	0.41	0.148	0.0106	0.0004	0.003													
6	鑄明例	0.060	0.004	1.54	0.124	0.42	0.129	0.0094	0.0005	0.001													
7	鑄明例	0.090	0.003	1.59	0.099	0.30	0.003	0.0084	0.0004	0.001													
8	鑄明例	0.062	0.002	1.48	0.106	0.41	0.067	0.0091	0.0003	0.001													
9	鑄明例	0.073	0.006	0.94	0.030	0.42	0.128	0.0105	0.0006	0.003													
10	鑄明例	0.092	0.004	1.25	0.057	0.50	0.142	0.0109	0.0007	0.002													
11	鑄明例	0.065	0.006	1.00	0.064	0.42	0.111	0.0110	0.0008	0.001													
12	鑄明例	0.124	0.003	1.23	0.061	0.57	0.097	0.0108	0.0009	0.003													
13	鑄明例	0.085	0.008	0.98	0.084	0.47	0.089	0.0081	0.0004	0.002													
14	鑄明例	0.074	0.008	1.10	0.099	0.49	0.108	0.0087	0.0005	0.002													
15	鑄明例	0.066	0.002	0.87	0.071	0.43	0.090	0.0084	0.0002	0.001													
16	鑄明例	0.075	0.005	1.10	0.084	0.48	0.074	0.0095	0.0008	0.002													
17	鑄明例	0.061	0.003	1.19	0.075	0.36	0.004	0.0084	0.0004	0.002													
18	鑄明例	0.081	0.002	1.00	0.088	0.42	0.112	0.0091	0.0002	0.001													
19	鑄明例	0.051	0.008	1.10	0.065	0.45	0.140	0.0086	0.0005	0.002	0.13												
20	鑄明例	0.061	0.002	1.42	0.039	0.58	0.079	0.0088	0.0005	0.002	0.09	0.01											
21	鑄明例	0.042	0.005	1.00	0.064	0.45	0.142	0.0110	0.0004	0.001	0.10				0.10								
22	鑄明例	0.137	0.006	1.21	0.051	0.52	0.112	0.0087	0.0008	0.001	0.024												
23	鑄明例	0.069	0.006	1.01	0.094	0.49	0.104	0.0094	0.0004	0.001	0.013			0.23									
24	鑄明例	0.068	0.005	0.73	0.081	0.42	0.101	0.0088	0.0002	0.002	0.78												
25	鑄明例	0.039	0.005	0.97	0.061	0.47	0.091	0.0089	0.0003	0.001	0.34	0.11			0.10								
26	鑄明例	0.074	0.009	0.87	0.044	0.45	0.072	0.0114	0.0009	0.001	0.12												
27	鑄明例	0.101	0.005	0.89	0.060	0.46	0.080	0.0086	0.0003	0.001	0.21					0.09							
28	鑄明例	0.054	0.005	0.55	0.070	0.47	0.110	0.0092	0.0007	0.002	0.16												
29	鑄明例	0.061	0.007	1.10	0.063	0.51	0.080	0.0088	0.0005	0.001	0.21				0.18								
30	鑄明例	0.077	0.004	1.00	0.069	0.49	0.122	0.0085	0.0006	0.002	0.27				0.36								
31	鑄明例	0.068	0.006	0.97	0.112	0.45	0.088	0.0077	0.0007	0.001	0.31	0.16			0.31	0.16							
32	鑄明例	0.056	0.006	1.16	0.087	0.43	0.118	0.0096	0.0005	0.001	0.26				0.26								
33	鑄明例	0.082	0.007	1.21	0.059	0.52	0.083	0.0088	0.0004	0.001	0.11					0.12							
34	鑄明例	0.082	0.005	1.02	0.057	0.45	0.138	0.0110	0.0004	0.001							0.15						
35	鑄明例	0.096	0.002	1.01	0.099	0.42	0.110	0.0076	0.0004	0.002								0.004					
36	鑄明例	0.070	0.006	1.52	0.093	0.44	0.101	0.0090	0.0003	0.001	0.12												
37	鑄明例	0.051	0.001	1.01	0.084	0.52	0.101	0.0074	0.0003	0.001					0.18								
38	鑄明例	0.066	0.003	1.31	0.084	0.53	0.098	0.0089	0.0003	0.001	0.01				0.07								
39	鑄明例	0.051	0.002	0.84	0.064	0.45	0.098	0.0081	0.0003	0.001													
40	鑄明例	0.082	0.003	1.12	0.087	0.43	0.105	0.0103	0.0006	0.004													
41	鑄明例	0.066	0.006	0.67	0.099	0.44	0.125	0.0109	0.0006	0.003													
42	鑄明例	0.055	0.009	1.39	0.075	0.41	0.086	0.0106	0.0005	0.001													
43	鑄明例	0.029	0.002	0.94	0.066	0.46	0.092	0.0082	0.0005	0.001	0.08												
44	鑄明例	0.092	0.005	0.89	0.060	0.45	0.080	0.0097	0.0003	0.001	0.21				0.09								
45	鑄明例	0.094	0.003	1.26	0.100	0.47	0.062	0.0112	0.0004	0.002													
46	鑄明例	0.084	0.005	1.12	0.054	0.44	0.100	0.0112	0.0003	0.001													0.01
47	鑄明例	0.102	0.002	1.24	0.079	0.48	0.092	0.0102	0.0003	0.002													

表2

貨物地例	區分	化學成分(mass%)		計算結果		評價				備考						
		Bi	Pb	N	N容許範圍	TEM複製試樣 MnS密度	MnO 面積率(%)	鑄造壽命 VLI1000	加工面粗糙度		切り屑 處理性	熱延性 (衝出斷率%)	製造性			
									直進分劑				長方向分劑	粗粒比率	合格	
1	鑄別例			0.0091	0.0020~0.0132	4235	11.3	129	10.1	8.6	○	89.1	○	○	鑄延性1之鑄別例	
2	鑄別例			0.0133	0.0031~0.0165	1572	9.3	121	8.0	6.8	○	91.0	○	○	鑄延性1之鑄別例	
3	鑄別例			0.0075	0.0020~0.0145	633	12.0	130	7.9	6.7	○	91.0	○	○	鑄延性1之鑄別例	
4	鑄別例			0.0120	0.0043~0.0177	1001	8.6	131	7.7	6.5	○	89.0	○	○	鑄延性1之鑄別例	
5	鑄別例			0.0182	0.0092~0.0226	7006	10.9	125	8.1	6.9	○	94.6	○	○	鑄延性1之鑄別例	
6	鑄別例			0.0156	0.0068~0.0202	1421	6.2	131	5.2	4.4	○	95.0	○	○	鑄延性1之鑄別例	
7	鑄別例			0.0042	0.0020~0.0121	8014	12.0	126	10.3	8.8	○	96.4	○	○	鑄延性1之鑄別例	
9	鑄別例			0.0158	0.0066~0.0200	36190	5.9	135	4.4	3.7	○	86.9	○	○	鑄延性2之鑄別例	
10	鑄別例			0.0166	0.0044~0.0178	31904	8.0	132	5.7	4.8	○	90.0	○	○	鑄延性2之鑄別例	
12	鑄別例			0.0138	0.0026~0.0160	38596	7.8	131	5.7	4.8	○	82.9	○	○	鑄延性2之鑄別例	
13	鑄別例			0.0139	0.0020~0.0150	40780	5.3	146	5.1	4.3	○	93.8	○	○	鑄延性2之鑄別例	
14	鑄別例			0.0167	0.0040~0.0174	35986	5.7	127	5.1	4.3	○	89.0	○	○	鑄延性2之鑄別例	
15	鑄別例			0.0109	0.0020~0.0151	42635	6.4	138	6.0	5.1	○	90.6	○	○	鑄延性2之鑄別例	
16	鑄別例			0.0101	0.0020~0.0130	34583	6.2	131	5.1	4.3	○	93.1	○	○	鑄延性2之鑄別例	
17	鑄別例			0.0029	0.0020~0.0039	28951	10.5	130	9.8	8.3	○	94.3	○	○	鑄延性2之鑄別例	
18	鑄別例			0.0047	0.0046~0.0180	31904	11.5	131	9.9	8.4	○	91.5	○	○	鑄延性2之鑄別例	
19	鑄別例			0.0168	0.0082~0.0216	30002	6.7	154	6.1	5.2	○	90.8	○	○	鑄延性3之鑄別例	
20	鑄別例			0.0091	0.0020~0.0137	4006	11.4	128	10.2	8.7	○	82.6	○	○	鑄延性3之鑄別例	
21	鑄別例			0.0167	0.0085~0.0219	36666	11.2	143	8.0	6.8	○	83.7	○	○	鑄延性3之鑄別例	
22	鑄別例			0.0139	0.0046~0.0180	33525	7.9	139	7.1	6.0	○	86.7	○	○	鑄延性3之鑄別例	
23	鑄別例			0.0113	0.0035~0.0169	41496	8.0	132	6.7	5.7	○	82.6	○	○	鑄延性3之鑄別例	
24	鑄別例			0.0146	0.0031~0.0165	51190	9.2	136	8.2	7.0	○	92.0	○	○	鑄延性3之鑄別例	
25	鑄別例			0.0121	0.0020~0.0152	41418	9.1	141	8.0	6.8	○	81.5	○	○	鑄延性3之鑄別例	
26	鑄別例			0.0107	0.0020~0.0128	45333	10.5	140	7.2	6.1	○	90.8	○	○	鑄延性3之鑄別例	
27	鑄別例			0.0099	0.0020~0.0138	45290	7.6	129	6.9	5.9	○	83.0	○	○	鑄延性3之鑄別例	
28	鑄別例			0.0087	0.0020~0.0138	38627	9.0	144	7.8	6.6	○	93.0	○	○	鑄延性3之鑄別例	
29	鑄別例			0.0179	0.0059~0.0193	42109	7.7	138	7.1	6.0	○	81.7	○	○	鑄延性3之鑄別例	
30	鑄別例			0.0129	0.0020~0.0148	38203	7.8	136	7.9	6.7	○	87.1	○	○	鑄延性3之鑄別例	
31	鑄別例			0.0160	0.0053~0.0187	22403	8.4	142	6.9	5.9	○	93.1	○	○	鑄延性3之鑄別例	
32	鑄別例			0.0102	0.0020~0.0142	33525	9.1	138	8.1	6.9	○	82.6	○	○	鑄延性3之鑄別例	
33	鑄別例			0.0167	0.0079~0.0213	35333	11.4	144	8.1	6.9	○	93.9	○	○	鑄延性3之鑄別例	
34	鑄別例			0.0152	0.0043~0.0177	31190	6.8	133	7.0	6.0	○	94.0	○	○	鑄延性3之鑄別例	
35	鑄別例			0.0133	0.0031~0.0165	1741	9.3	122	8.1	6.9	○	90.2	○	○	鑄延性3之鑄別例	
36	鑄別例			0.0152	0.0031~0.0165	45064	6.7	132	7.1	6.0	○	90.1	○	○	鑄延性3之鑄別例	
37	鑄別例			0.0110	0.0027~0.0161	29182	8.6	137	7.6	6.5	○	83.3	○	○	鑄延性3之鑄別例	
38	鑄別例			0.0148	0.0037~0.0171	25193	10.6	145	8.1	6.9	○	94.4	○	○	鑄延性3之鑄別例	
39	鑄別例			0.0170	0.0063~0.0197	57651	10.1	142	7.3	6.2	○	92.4	○	○	鑄延性3之鑄別例	
40	鑄別例			0.0075	0.0020~0.0146	741	10.7	132	7.9	6.7	○	90.3	○	○	鑄延性3之鑄別例	
41	鑄別例			0.0141	0.0020~0.0154	42029	8.5	137	8.1	6.9	○	84.1	○	○	鑄延性3之鑄別例	
42	鑄別例			0.0094	0.0020~0.0138	44000	9.9	143	8.0	6.8	○	84.2	○	○	鑄延性3之鑄別例	
43	鑄別例			0.0102	0.0020~0.0115	22907	13.4	140	9.4	8.0	○	81.3	○	○	鑄延性3之鑄別例	
44	鑄別例			0.0137	0.0030~0.0164	26969	9.7	139	6.8	5.8	○	85.1	○	○	鑄延性3之鑄別例	
45	鑄別例	0.07		0.0128	0.0020~0.0154	25833	9.9	139	7.6	6.5	○	85.9	○	○	鑄延性3之鑄別例	
46	鑄別例															
47	鑄別例															

表3

實施例	區分	化學成分(mass.%)																					
		C	Si	Mn	P	S	B	O	Ca	Al	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Cu	Sn	Zn	Ti	Zr	Mg	Te
48	發明例	0.113	0.007	1.51	0.045	0.41	0.0102	0.0089	0.0004	0.002	0.10	0.05	0.13					0.005	0.001				
49	發明例	0.080	0.005	1.35	0.067	0.42	0.0132	0.0106	0.0004	0.003				0.11			0.06			0.003			
50	發明例	0.067	0.004	1.31	0.097	0.44	0.0101	0.0099	0.0005	0.002				0.11	0.2		0.10			0.002			0.001
51	發明例	0.062	0.006	1.21	0.058	0.47	0.0114	0.0092	0.0006	0.003							0.11		0.001			0.0007	
52	發明例	0.091	0.006	0.99	0.101	0.42	0.0064	0.0102	0.0004	0.001	0.09												
53	發明例	0.102	0.005	1.13	0.046	0.45	0.0092	0.0103	0.0006	0.002			0.15				0.09			0.003			0.01
54	發明例	0.039	0.007	1.27	0.074	0.51	0.0087	0.0110	0.0003	0.002						0.09	0.12		0.002			0.0006	
55	發明例	0.049	0.005	1.32	0.065	0.46	0.0068	0.0061	0.0002	0.001	0.11	0.02	0.18	0.10	0.13	0.10	0.14	0.21	0.003	0.001	0.002	0.0004	0.001
56	發明例	0.060	0.004	0.93	0.072	0.37	0.0105	0.0086	0.0004	0.001													
57	發明例	0.070	0.003	1.10	0.082	0.43	0.0109	0.0087	0.0005	0.001													
58	發明例	0.060	0.003	1.13	0.084	0.46	0.0098	0.0087	0.0005	0.001													
59	發明例	0.065	0.004	1.12	0.081	0.45	0.0090	0.0090	0.0005	0.001													
60	發明例	0.069	0.003	0.97	0.061	0.37	0.0061	0.0084	0.0005	0.001													
61	發明例	0.067	0.005	0.99	0.061	0.38	0.0099	0.0067	0.0006	0.001													0.0013
62	發明例	0.071	0.005	0.92	0.045	0.35	0.0101	0.0098	0.0003	0.001			0.69			0.11	0.12						
63	發明例	0.080	0.004	0.95	0.061	0.32	0.0087	0.0099	0.0004	0.001					0.12	0.16							
64	發明例	0.059	0.006	0.90	0.058	0.34	0.089	0.0094	0.0006	0.003				0.10									
65	發明例	0.090	0.006	1.00	0.106	0.41	0.0097	0.0096	0.0005	0.001	0.12					0.09	0.11						
66	發明例	0.080	0.003	0.94	0.060	0.40	0.0099	0.0092	0.0004	0.001					0.11								
67	發明例	0.090	0.005	1.01	0.061	0.41	0.0092	0.0093	0.0003	0.001									0.001				
68	發明例	0.059	0.004	1.21	0.074	0.49	0.0085	0.0105	0.0003	0.002	0.11					0.09	0.10						0.0009
69	發明例	0.067	0.005	0.94	0.041	0.35	0.0087	0.0096	0.0002	0.001						0.11	0.12						0.0008
70	發明例	0.090	0.004	1.06	0.045	0.39	0.0101	0.0093	0.0004	0.002			0.49			0.12	0.11						0.0006
71	發明例	0.091	0.003	1.01	0.062	0.36	0.0087	0.0090	0.0004	0.001													0.0005
72	發明例	0.081	0.004	0.94	0.051	0.35	0.0086	0.0088	0.0005	0.001						0.09	0.10						0.0006

表 4

實施例	區分	化學成分mass. (%)			計算結果 N容率範圍	TEM殘留試樣 MnS密度	MnO 面積率(%)	鑄造壽命 VL1000	加工面粗糙度		切刃磨 處理性	製造性		備考	
		Bi	Pb	N					直進切削	長方向切削		熱延性 (衝值衝擊率%)	捲曲率		
															合格
48	發明例			0.0120	0.0033~0.0167	1025	7.8	130	6.9	5.9	○	83.1	0.42	○	請求項6之發明例、添加V・Cr・Zn・Ti・Te
49	發明例	0.11		0.0182	0.0072~0.0206	6941	10.8	126	8.0	6.8	○	81.3	0.55	○	請求項6之發明例、添加Nb・W・Sn・Zr・Bi
50	發明例			0.0148	0.0031~0.0165	14015	11.0	146	8.7	7.4	○	82.1	0.71	○	請求項6之發明例、添加Mo・W・Sn・Zr・Te
51	發明例	0.05		0.0170	0.0048~0.0182	26099	8.6	142	7.3	6.2	○	91.0	0.58	○	請求項6之發明例、添加Cu・Zn・Mg・Bi
52	發明例		0.10	0.0102	0.0020~0.0117	32619	11.8	139	9.1	7.7	○	83.1	0.88	○	請求項6之發明例、添加V・Pb
53	發明例			0.0137	0.0020~0.0154	28000	8.7	137	6.6	5.6	○	84.1	0.58	○	請求項6之發明例、添加Cr・Sn・Zr・Te
54	發明例	0.06		0.0128	0.0020~0.0147	28627	9.8	141	7.0	6.0	○	81.1	0.79	○	請求項6之發明例、添加Ni・Cu・Zn・Mg・Bi
55	發明例	0.04	0.09	0.0091	0.0020~0.0122	17246	4.7	149	6.0	5.1	○	80.3	0.34	○	請求項6之發明例、添加全元素
56	發明例			0.0039	0.0037~0.0171	19864	9.3	138	7.0	7.2	○	81.2	0.72	○	請求項6之發明例
57	發明例			0.0045	0.0042~0.0176	26425	9.7	140	7.5	7.4	○	81.0	0.71	○	請求項6之發明例
58	發明例			0.0030	0.0027~0.0161	30012	9.7	140	7.5	7.4	○	81.0	0.71	○	請求項6之發明例
59	發明例		0.07	0.0021	0.0020~0.0151	41021	6.2	140	6.0	5.8	○	83.0	0.76	○	請求項6之發明例
60	發明例			0.0041	0.0020~0.0113	39569	8.1	128	7.1	6.4	○	82.3	0.59	○	請求項6之發明例、添加Pb
61	發明例			0.0074	0.0029~0.0163	47551	5.1	129	6.0	5.1	○	80.3	0.34	○	請求項6之發明例、添加Te
62	發明例		0.06	0.0080	0.0031~0.0165	6764	9.4	135	8.6	6.4	○	82.1	0.77	○	請求項6之發明例、添加Pb・Ni・Cu・Cr
63	發明例		0.07	0.0070	0.0020~0.0147	4166	10.8	130	8.8	7.3	○	81.1	0.73	○	請求項6之發明例、添加Pb・Ni・Cu
64	發明例		0.10	0.0080	0.0020~0.0150	6702	8.7	132	7.3	6.2	○	81.0	0.65	○	請求項6之發明例、添加Pb・Mo
65	發明例		0.11	0.0067	0.0026~0.0160	3001	10.9	139	9.0	7.6	○	80.3	0.72	○	請求項6之發明例、添加Pb・V・Ni・Cu
66	發明例		0.06	0.0071	0.0029~0.0163	1575	8.8	133	7.1	6.4	○	80.9	0.75	○	請求項6之發明例、添加Pb・W
67	發明例		0.09	0.0066	0.0020~0.0154	5745	11.3	129	7.3	8.1	○	81.0	0.88	○	請求項6之發明例、添加Pb・Ti
68	發明例			0.0069	0.0020~0.0145	2925	9.6	131	6.8	6.1	○	81.1	0.76	○	請求項6之發明例、添加Te・V・Ni・Cu
69	發明例			0.0070	0.0020~0.0147	2762	10.2	129	7.8	7.1	○	80.3	0.86	○	請求項6之發明例、添加Te・Ni・Cu
70	發明例		0.12	0.0069	0.0031~0.0165	9125	10.3	141	8.7	7.4	○	80.9	0.86	○	請求項6之發明例、添加Pb・Te・Cr・Ni・Cu
71	發明例		0.06	0.0060	0.0020~0.0147	6196	10.1	138	7.7	7.5	○	80.9	0.69	○	請求項6之發明例、添加Pb・Te
72	發明例		0.07	0.0064	0.0020~0.0146	2762	9.8	135	7.8	7.4	○	80.2	0.72	○	請求項6之發明例、添加Pb・Te・Ni・Cu

表5

實施例	區分	化學成分(mass.%)																					
		C	Si	Mn	P	S	B	O	Ca	Al	V	Nb	Cr	Mo	W	Ni	Cu	Sn	Zn	Ti	Zr	Mg	Te
73	比較例	0.082	0.008	1.35	0.090	0.65	0.0056	0.0073	0.0004	0.004													
74	比較例	0.062	0.007	0.82	0.071	0.40	0.0182	0.0095	0.0005	0.003													
75	比較例	0.075	0.008	1.15	0.050	0.42	0.0075	0.0041	0.0051	0.002													
76	比較例	0.021	0.014	0.74	0.077	0.48	0.0091	0.0206		0.004													
77	比較例	0.038	0.014	2.71	0.104	0.62	0.0051	0.0176		0.003													
78	比較例	0.061	0.013	1.58	0.073	0.61	0.0112	0.0216		0.002													
79	比較例	0.023	0.010	1.94	0.092	0.62		0.0084	0.0019	0.002													
80	比較例	0.040	0.008	1.88	0.070	0.63	0.0061	0.0046	0.0035	0.003													
81	比較例	0.016	0.003	1.43	0.072	0.42	0.0091	0.0199		0.004													
82	比較例	0.062	0.013	0.99	0.088	0.49	0.0027	0.0196		0.002													
83	比較例	0.061	0.007	1.47	0.091	0.15	0.0100	0.0106	0.0005	0.002													
84	比較例	0.060	0.007	0.84	0.066	0.46		0.0171		0.004													
85	比較例	0.041	0.011	0.50	0.080	0.29		0.0205		0.003													
86	比較例	0.060	0.010	1.09	0.064	0.22	0.0103	0.0169		0.002													
87	比較例	0.092	0.008	1.39	0.066	0.61	0.0158	0.0045	0.0016	0.004													
88	比較例	0.065	0.007	1.78	0.091	0.28		0.0090	0.0006	0.003													
89	比較例	0.021	0.012	0.71	0.069	0.42		0.0082	0.0005	0.004													
90	比較例	0.042	0.012	2.76	0.083	0.43	0.0082	0.0081	0.0004	0.001													
91	比較例	0.063	0.013	1.39	0.062	0.45	0.0064	0.0044	0.0023	0.002													
92	比較例	0.038	0.011	2.87	0.091	0.42	0.0071	0.0065	0.0006	0.002													
93	比較例	0.054	0.014	1.11	0.068	0.63	0.0068	0.0068	0.0005	0.003													
94	比較例	0.087	0.015	1.39	0.080	0.10	0.0011	0.0040	0.0039	0.003													
95	比較例	0.131	0.022	1.63	0.050	0.05		0.0112	0.0002	0.002													
96	比較例	0.046	0.005	2.15	0.081	0.41	0.0050	0.0082	0.0004	0.001													
97	比較例	0.067	0.007	1.41	0.062	0.44	0.0131	0.0045	0.0021	0.002													
98	比較例	0.112	0.006	1.52	0.071	0.41	0.0134	0.0101	0.0004	0.003													
99	比較例	0.034	0.013	2.74	0.091	0.42	0.0101	0.0068	0.0005	0.002													
100	比較例	0.055	0.009	1.13	0.071	0.64	0.0141	0.0069	0.0004	0.003													
101	比較例	0.011	0.012	1.32	0.080	0.39	0.0017	0.0105	0.0003	0.003													
102	比較例	0.017	0.017	1.59	0.051	0.41	0.0059	0.0110	0.0002	0.002													

表 6

實施例	區分	化學成分(mass.%)		計量結果		評價							備考				
		Bi	Pb	N	N容許範圍	TEM複試試樣 Mrs密度	MnO 面積率(%)	鑷頭壽命 VL1000	加工面粗糙度		切削 處理性	製造性					
									直進切削	長方向切削		熱延性 (衝面縮率%)		捲曲比率	良否		
73	比較例			0.0077	0.0020~0.0107	4098	11.1	119	9.9	10.1	○	50.3	x	0.61	○	x	S上限外
74	比較例			0.0200	0.0137~0.0271	3521	14.1	124	9.1	9.9	○	57.3	x	0.65	○	x	B上限外
75	比較例			0.0087	0.0020~0.0132	1102	6.4	107	11.2	10.4	○	61.0	x	0.28	○	x	Ca上限外、O下限外
76	比較例			0.0118	0.0020~0.0152	3265	23.7	121	8.6	13.1	○	59.5	x	1.79	x	x	無Ca、O上限外、MnO外
77	比較例			0.0091	0.0020~0.0100	45	29.6	119	8.9	13.3	○	66.8	x	2.35	x	x	無Ca、S·O上限外、MnO外
78	比較例			0.0207	0.0046~0.0180	501	24.6	118	9.1	13.9	○	50.1	x	1.78	x	x	無Ca、S·O·N上限外、MnO外
79	比較例			0.0158	0.0020~0.0034	206	16.4	106	9.7	12.9	○	54.1	x	1.29	x	x	無B、S·O·N上限外、MnO外
80	比較例			0.0018	0.0020~0.0113	1998	6.8	107	12.5	9.9	○	60.1	x	0.44	○	x	S·Ca上限外、N下限外、O下限外
81	比較例			0.0019	0.0020~0.0152	682	25.1	98	12.3	13.1	○	72.3	x	1.70	x	x	無Ca、O·N上限外、MnO外
82	比較例			0.0169	0.0020~0.0069	3699	25.1	121	9.8	13.8	○	51.2	x	2.00	x	x	無Ca、N上限外、MnO外
83	比較例			0.0119	0.0030~0.0164	5	20.0	81	14.5	18.9	x	74.6	x	1.85	x	x	S下限外、MnO外
84	比較例			0.0122	0.0020~0.0034	556	30.6	110	11.9	17.9	○	52.3	x	2.03	x	x	無B·Ca、O上限外、MnO外
85	比較例			0.0079	0.0020~0.0034	1309	33.8	99	12.0	18.7	○	65.9	x	2.73	x	x	無B·Ca、S下限外、O上限外、MnO外
86	比較例			0.0081	0.0034~0.0168	7	29.3	98	14.2	18.9	x	70.1	x	1.99	x	x	Ca無し、S下限外、O上限外、MnO外
87	比較例			0.0251	0.0105~0.0239	46	16.4	99	12.3	17.9	○	52.0	x	1.23	x	x	S·B·Ca、N上限外、O下限外、MnO外
88	比較例			0.0018	0.0020~0.0034	31	24.3	111	12.4	18.0	○	59.3	x	1.44	x	x	無B、S·N下限外、MnO外
89	比較例			0.0074	0.0020~0.0034	2009	21.8	95	12.1	17.7	○	69.0	x	1.58	x	x	無B、MnO外
90	比較例			0.0016	0.0020~0.0141	26	15.8	104	12.0	13.0	○	61.3	x	1.25	x	x	N下限外、MnO外
91	比較例			0.0019	0.0020~0.0117	3102	7.1	100	11.8	9.8	○	63.6	x	0.29	○	x	Ca上限外、O·N下限外
92	比較例			0.0140	0.0020~0.0126	11	9.1	122	12.0	9.3	○	60.9	x	0.50	○	x	N上限外
93	比較例			0.0291	0.0020~0.0122	1006	9.3	118	10.3	9.1	○	51.9	x	0.40	○	x	N上限外
94	比較例			0.0045	0.0020~0.0048	6	16.9	54	15.0	23.1	x	82.0	○	1.48	○	x	S·O下限外、Ca上限外、MnO外
95	比較例			0.0019	0.0020~0.0034	2	25.3	63	16.7	22.6	x	82.3	○	1.99	x	x	無B、S·N下限外、MnO外
96	比較例			0.0123	0.0020~0.0099	34	16.2	105	12.1	13.2	○	62.3	x	1.33	x	x	N上限外、MnO外
97	比較例			0.0254	0.0070~0.0204	2974	7.8	111	10.8	9.7	○	52.1	x	0.48	○	x	N·Ca上限外、O下限外
98	比較例			0.0051	0.0074~0.0208	1971	9.8	113	10.2	9.2	○	61.2	x	0.52	○	x	N下限外
99	比較例			0.0018	0.0031~0.0165	19	9.3	121	11.8	9.1	○	59.6	x	0.34	○	x	N下限外
100	比較例			0.0012	0.0083~0.0217	1210	9.7	108	10.6	9.4	○	53.2	x	0.35	○	x	N下限外、S上限外
101	比較例			0.0045	0.0020~0.0056	7	17.6	112	11.6	19.2	x	70.9	x	1.35	x	x	MnO外
102	比較例			0.0039	0.0020~0.0111	9	16.7	109	12.0	18.2	x	65.6	x	1.28	x	x	MnO外

表7

切削條件	鑽頭	其他
切削速度 10-200m/min 進刀 0.25mm/rev 非水溶性切削油	φ3mm NACHI一般鑽頭	孔穴深度 9mm 工具壽命 直到折損為止

表8

切削條件	工具	其他
切削速度 80m/min 進刀 0.05mm/rev 潤滑 非水溶性切削油	SKH51相當 挖削角15° 餘隙角6°	評價時點 第200溝

5 表9

切削條件	工具	其他
切削速度 80m/min 進刀 0.05mm/rev 切口 1mm 潤滑 水溶性切削油	相當超硬工具P10種 挖削角10° 餘隙角7°	評價時點 第800個

產業上利用之可能性

根據本發明，可提供一種切削時之工具壽命、加工面
10 粗糙度及切屑處理性之切削性優異，此外，連續鑄造用滑
動噴嘴之板狀耐火物的熔損較少，熱軋之延展性良好的製
造性優異的快削鋼。

【圖式簡單說明】

第1圖係顯示直進切削試驗方法的概念圖，第1(a)圖係
15 俯視圖，第1(b)圖係平面圖。

第2圖係顯示長方向旋削試驗方法與加工面粗糙度良
劣的概念圖，第2(a)圖係平面圖，第2(b)圖係加工面(進刀記
號)放大圖。

第3圖係顯示EMPA之MnO測定例的光學顯微鏡照片。

第4圖係顯示本發明例之以MnS為主成分之硫化物的照片，第4(a)圖係TEM複製試樣照片，第4(b)圖係光學顯微鏡照片。

第5圖係顯示比較例之以MnS為主成分之硫化物的照片，第5(a)圖係TEM複製試樣照片，第5(b)圖係光學顯微鏡照片。

第6圖係以800個切削後之長方向旋削加工面粗糙度顯示因MnO所產生之切削性變化的圖。

第7圖係顯示發明例與比較例之長方向旋削之加工面粗糙度－熱軋性平衡的圖。

第8圖係鑄片厚度之1/4深度位置的說明圖。

【主要元件符號說明】

1...超硬工具	10...有刮痕之面的粗糙度
2...試驗片	11...良好面之粗糙度
3...切削方向	12...底鐵
4...表面粗糙度測定面	13...MnO
5...進刀痕	14...硫化物
6...切割量	15...鑄造方向
7...加工面	16...鑄片
8...表面粗糙度測定面	17...橫截面
9...因刮痕產生之惡化	18...深度位置

五、中文發明摘要：

本發明可提供一種切削性優異，且連續鑄造用滑動噴嘴之板狀耐火物的溶損較少，在熱軋時之延展性優異，可防止因熱軋而使表面性狀變差的快削鋼。該快削鋼係以質量%計，含有：C：0.005～0.2%；Si：0.001～0.5%；Mn：0.3～3.0%；P：0.001～0.2%；S：0.30～0.60%；B：0.0003～0.015%；O：0.005～0.012%；Ca：0.0001～0.0010%；及Al \leq 0.01%，且N含量為N \geq 0.0020%且滿足 $1.3\times B - 0.0100 \leq N \leq 1.3\times B + 0.0034$ ，而剩餘部分由Fe及無法避免之雜質所構成，又，關於鋼中之MnO，在與鋼材之壓延方向呈直角的截面中，投影面積當量直徑為0.5 μ m以上之MnO的面積相對於全Mn系夾雜物之面積為15%以下。

六、英文發明摘要：

十、申請專利範圍：

1. 一種製造性優異之快削鋼，係以質量%計，含有：

C：0.005~0.2%；

Si：0.001~0.5%；

5 Mn：0.3~3.0%；

P：0.001~0.2%；

S：0.30~0.60%；

B：0.0003~0.015%；

O：0.005~0.012%；

10 Ca：0.0001~0.0010%；及

Al \leq 0.01%，

且N含量為 $N \geq 0.0020\%$ 且滿足 $1.3 \times B - 0.0100 \leq N \leq 1.3 \times B + 0.0034$ ，而剩餘部分由Fe及無法避免之雜質所構成，又，關於鋼中之MnO，在與鋼材之壓延方向呈直

15 角的截面中，投影面積當量直徑為 $0.5\mu\text{m}$ 以上之MnO的面積相對於全Mn系夾雜物之面積為15%以下。

2. 一種製造性優異之快削鋼，係如申請專利範圍第1項之鋼，關於以MnS為主成分之硫化物，在與鋼材之壓延方向呈直角的截面中，投影面積當量直徑為 $0.1 \sim 0.5\mu\text{m}$ 者

20 之存在密度為 10000 個/ mm^2 以上。

3. 如申請專利範圍第1或2項之製造性優異之快削鋼，係以質量計，含有：

V：0.05~1.0%；

Nb：0.005~0.2%；

Cr : 0.01 ~ 2.0% ;

Mo : 0.05 ~ 1.0% ;

W : 0.05 ~ 1.0% ;

Ni : 0.05 ~ 2.0% ;

5 Cu : 0.01 ~ 2.0% ;

Sn : 0.005 ~ 2.0% ;

Zn : 0.0005 ~ 0.5% ;

Ti : 0.0005 ~ 0.1% ;

Zr : 0.0005 ~ 0.1% ;

10 Mg : 0.0003 ~ 0.005% ;

Te : 0.0003 ~ 0.2% ;

Bi : 0.005 ~ 0.5% ; 及

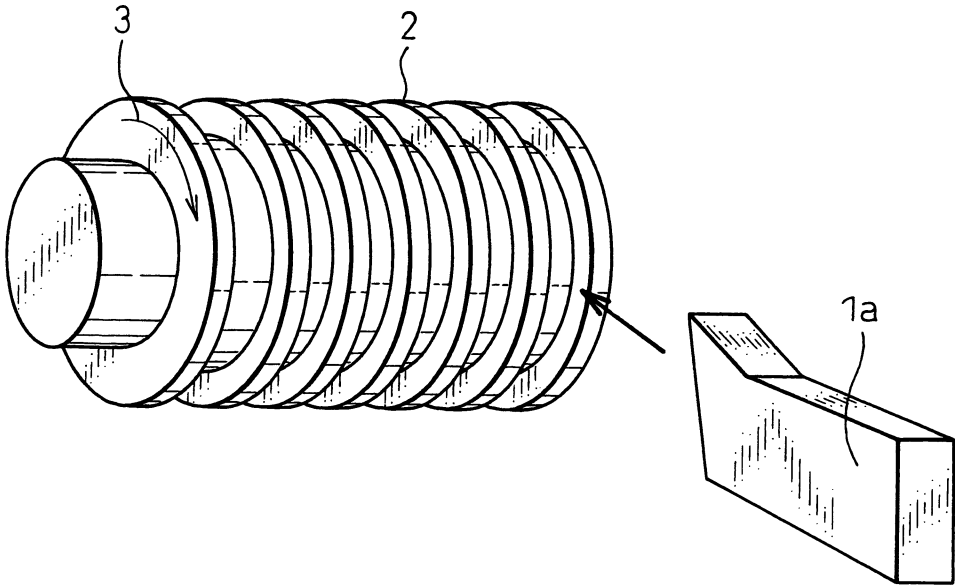
Pb : 0.005 ~ 0.5%

之1種或2種以上。

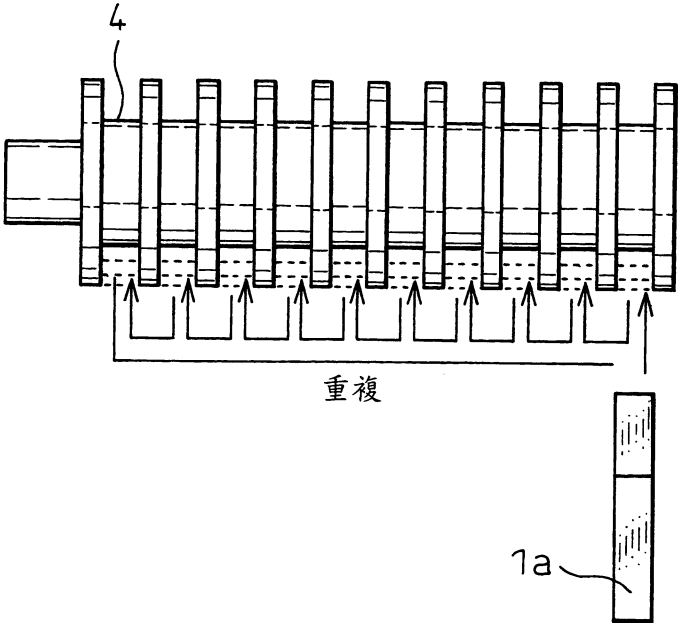
1/8

第 1 圖

(a)

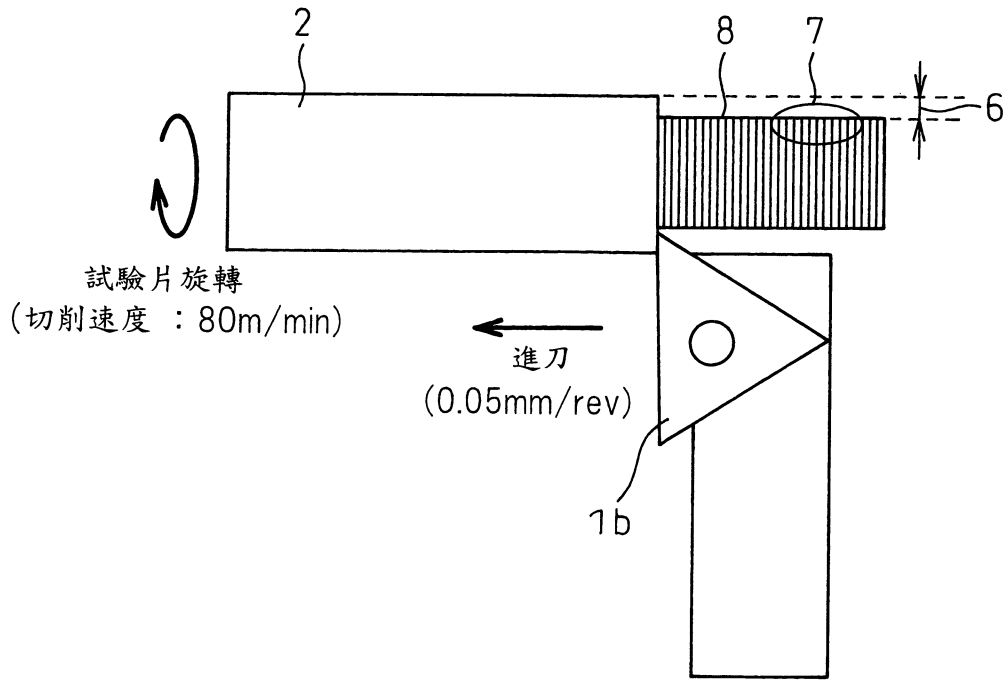


(b)

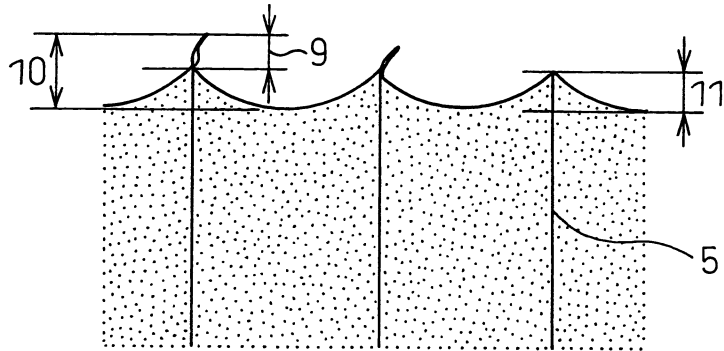


第 2 圖

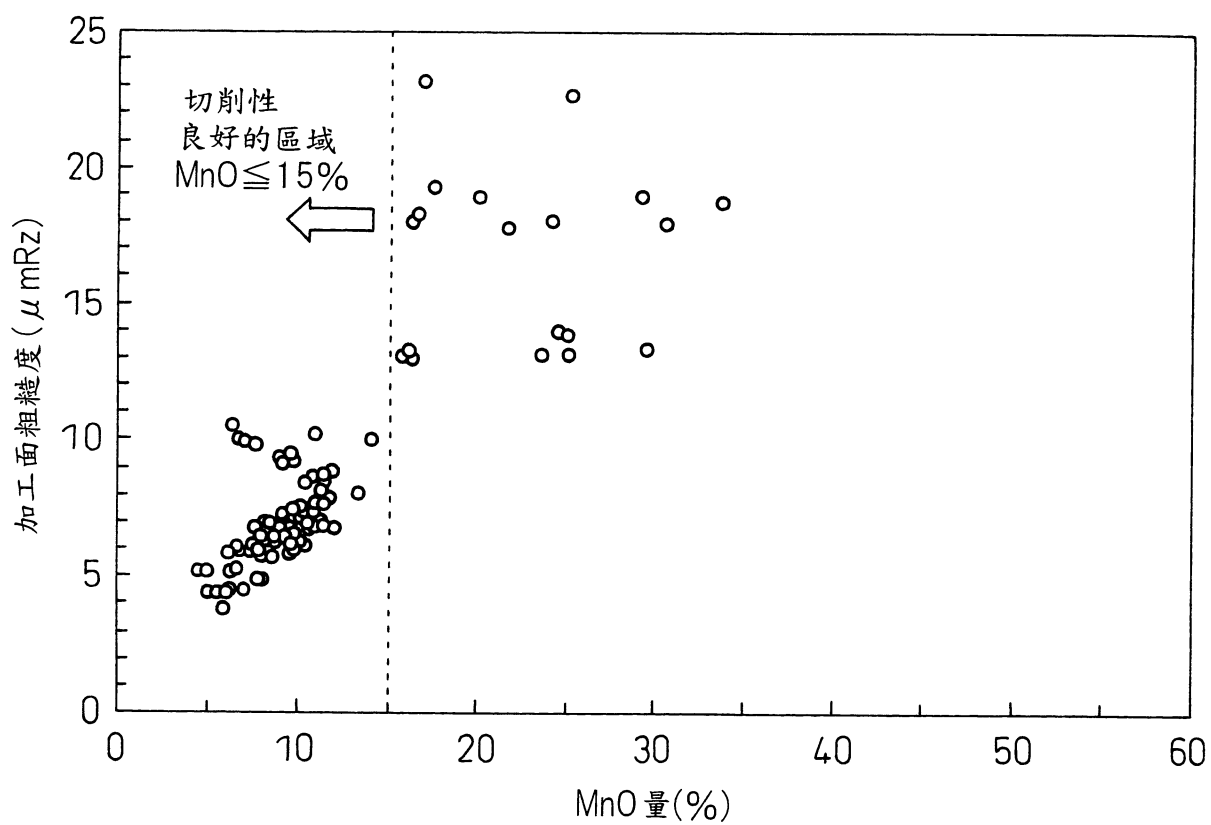
(a)



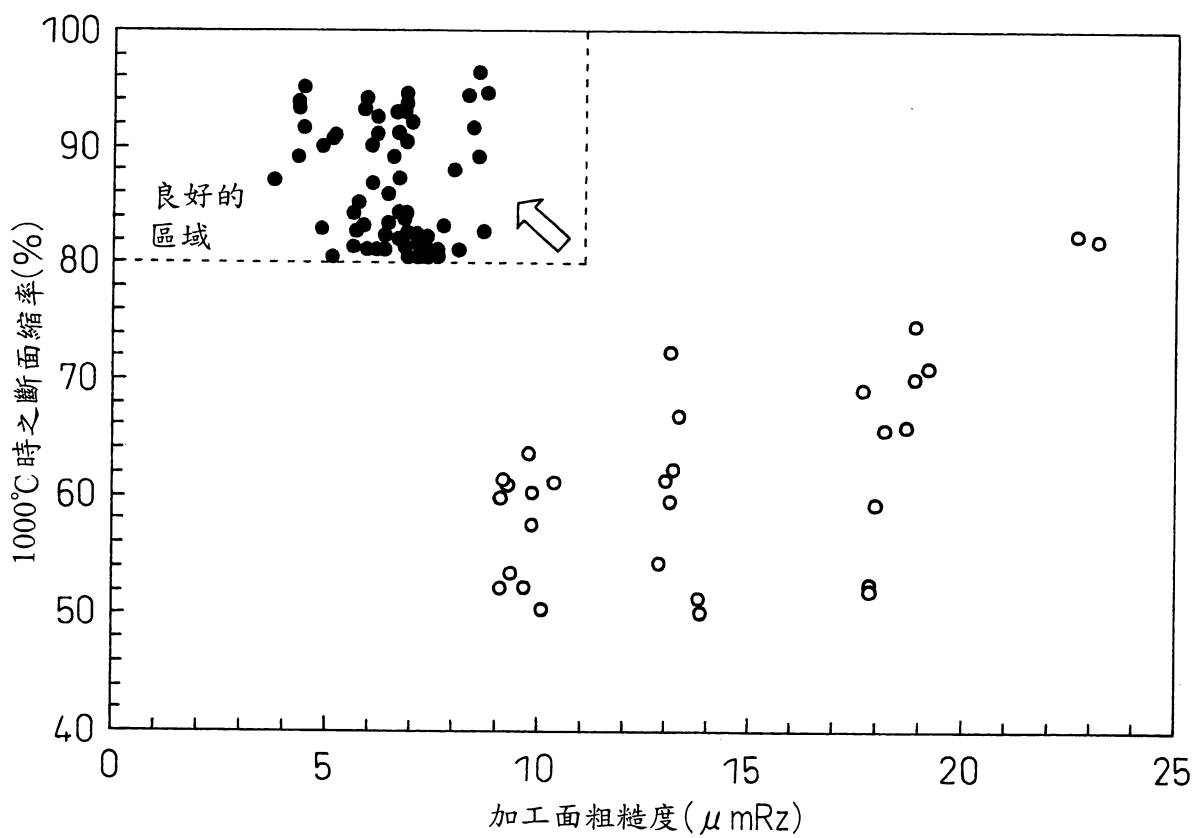
(b)



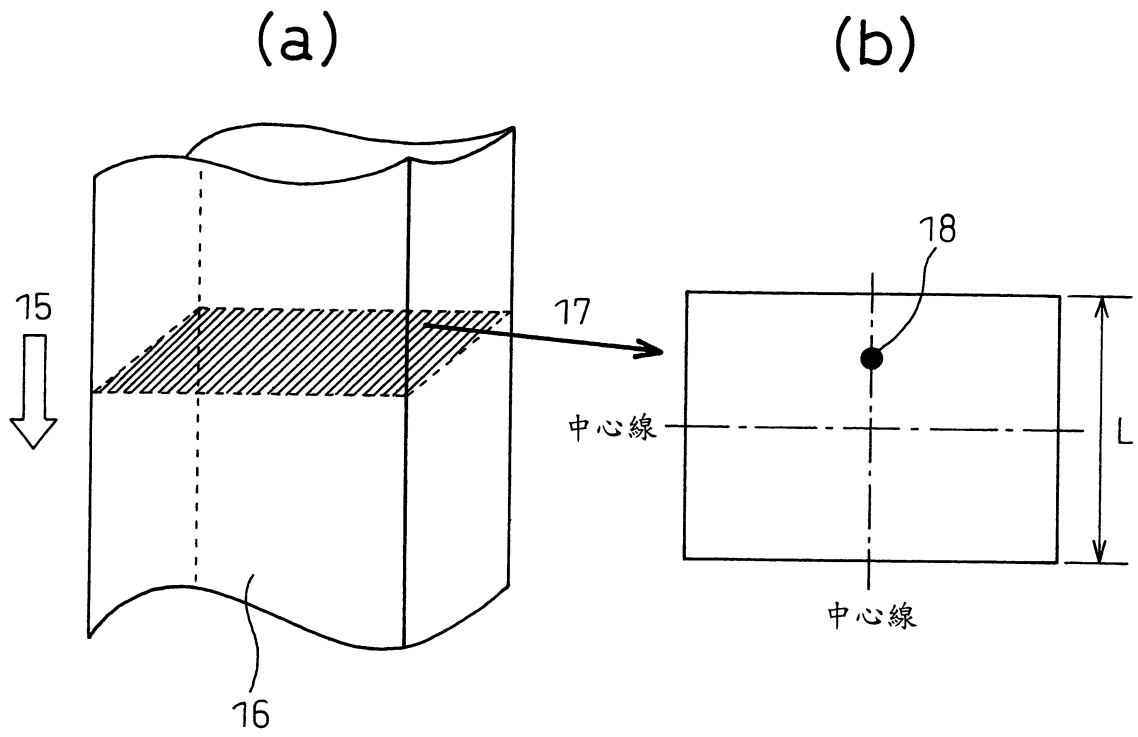
第 6 圖



第 7 圖



第 8 圖



七、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (4) 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：