

I310054

(此處由本局於收
文時黏貼條碼)

762683

公告本

發明專利說明書

(本申請書格式、順序及粗體字，請勿任意更動，※記號部分請勿填寫)

※申請案號：95131803

※申請日期：95 年 08 月 29 日

※IPC 分類：C22C 38/04, 38/02

一、發明名稱：

(中) 具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼
(英)

二、申請人：(共 1 人)

1. 姓 名：(中) 神戶製鋼所股份有限公司

(英) KOBE STEEL, LTD.

代表人：(中) 1. 犬伏泰夫

(英) 1. INUBUSHI, YASUO

地 址：(中) 日本國兵庫縣神戶市中央區脇濱町二丁目一〇番二六號

(英) 10-26, Wakinohama-cho 2-chome, Chuo-ku, Kobe-shi, Hyogo
651-8585 Japan

國籍：(中英) 日本 JAPAN

三、發明人：(共 5 人)

1. 姓 名：(中) 坂本浩一

(英) SAKAMOTO, KOICHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

2. 姓 名：(中) 家口浩

(英) YAGUCHI, HIROSHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

3. 姓 名：(中) 吉田敦彥

(英) YOSHIDA, ATSUSHI

國 籍：(中) 日本

(英) JAPAN

4. 姓 名：(中) 阿南吾郎

(英) ANAN, GORO

國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

5. 姓 名：(中) 福岡義晃
(英) FUKUOKA, YOSHITERU
國 籍：(中) 日本
(英) JAPAN

四、聲明事項：

◎本案申請前已向下列國家（地區）申請專利 ☐ 主張國際優先權：

【格式請依：受理國家（地區）；申請日；申請案號數 順序註記】

1. 日本 ; 2005/10/17 ; 2005-301552 ☒ 有主張優先權

(1)

九、發明說明

【發明所屬之技術領域】

本發明是關於不使用對人體有害的 Pb，且會發揮良好的切削拋光面粗糙度之低碳含硫快削鋼。

【先前技術】

低碳含硫快削鋼被廣泛用於汽車變速箱的油壓零件，其他還被廣泛用來作為沒有必要太大強度的螺絲或列印機軸等的小零件用鋼。另外，要有更好的拋光面粗糙度、切削處理性的情況，則使用上述低碳含硫快削鋼中添加有鉛（Pb）之鉛－硫快削鋼。

含在快削鋼中的 Pb 為對於被削性有極大改善效果的元素，不過缺點是對人體有害，其他，熔解時鉛的煙霧或切削屑等的處理還存有很多的問題點，因此要求不添加 Pb（無鉛），就可發揮良好的被削性。

低碳含硫快削鋼，為了以無鉛來改善被削性，目前為止已提案有各種的技術。例如，專利文獻 1 係提案：藉由控制硫化物系夾雜物的大小來改善被削性（拋光面粗糙度和切削屑處理性）之技術。其他還提案：藉由規定鋼中的氧化物系夾雜物來改善被削性之技術（例如，日本專利文獻 3~5）。

一方面也提案：藉由適切地規定鋼材的化學成分組成來改善被削性（例如，日本專利文獻 6~9）。

目前為止所提案之技術，基於提高快削鋼的被削性的

(2)

觀點，稱得上有效果，不過現狀是成形加工時的拋光面粗糙度，這點還達不到含 Pb 鋼的標準之良好的被削性。

另外，對於無鉛鋼所期望的特性，如同上述的被削性之外，重點是要有良好的生產性。基於這觀點的話，其必要的要件是可藉由連續鑄造方法來進行製造，不會造成表面瑕疵等，而且很容易就能夠實施軋軋。然而，連續鑄造過程被指出不利於獲得良好的鋼材的被削性，所以如何經由連續鑄造過程以良好生產性來製造被削性優異的快削鋼，也就成重要的課題。

〔專利文獻 1〕日本專利特開 2003-253390 號公報

〔專利文獻 2〕日本專利特開平 9-31522 號公報

〔專利文獻 3〕日本專利特開平 7-173574 號公報

〔專利文獻 4〕日本專利特開平 9-71838 號公報

〔專利文獻 5〕日本專利特開平 10-158781 號公報

〔專利文獻 6〕日本專利特開 2000-319753 號公報

〔專利文獻 7〕日本專利特開 2001-152281 號公報

〔專利文獻 8〕日本專利特開 2001-152282 號公報

〔專利文獻 9〕日本專利特開 2001-152283 號公報

【發明內容】

< 發明所欲解決之課題 >

本發明鑒於上述的問題點開發而成，其目的是提供既是無鉛也會發揮良好的被削性（尤其，拋光面粗糙度），並且藉由連續鑄造方法可以良好生產性來進行製造之低碳

(3)

含硫快削鋼。

< 用以解決課題之手段 >

可達成上述目的之本發明的低碳含硫快削鋼含有：C：0.02~0.15% (代表質量%，以下皆相同)、Si：0.004% 以下 (不含 0%)、Mn：0.6~3%、P：0.02~0.2%、S：0.2~1%、Al：0.005% 以下 (不含 0%)、O：0.008~0.04%、N：0.002~0.03%，且鋼中之 MnS 中的平均 O 濃度為 0.4 質量% 以上，這點具有重要性。

具有如同上述的化學成分組成，且符合下述 (a) 或 (b) 的要件之低碳含硫快削鋼，就可以達成上述目的。

(a) 鋼中的固熔 Si 為 35 ppm 以下，固熔 Al 為 1 ppm 以下。

(b) 凝固後的鑄片中，以 $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{MnS}$ 系的三元系來將面積為 $25\ \mu\text{m}^2$ 以上的非金屬夾雜物予以規格化時的平均組成分為 MnS：60% 以下、 SiO_2 ：4% 以下、MnO：36% 以上。

化學成分組成分中，(1) 固熔 N 量選定為 0.002~0.02%、或 (2) 將從 Ti、Cr、Nb、V、Zr 及 B 之中所選出的 1 種以上，抑制在合計為 0.02% 以下 (不含 0%) 的作法也有效果，採用任何一種組成都可行，可以藉由符合這些要件來進一步改善本發明的低碳含硫快削鋼的特性。

【實施方式】

快削鋼的拋光面粗糙度，大幅依存於車刀刀口積屑緣（built-up edge）的形成、大小、形狀以及均等性。車刀刀口積屑緣係指在工具的刀口堆積被削材的一部分，這一部分的被削材實務上會作為工具的一部分（車刀）來作動的現象。隨著該生成舉動會使拋光面粗糙度降低。該車刀刀口積屑緣只在一定的條件下才會生成，不過通常實施的切削條件，成為易於生成車刀刀口積屑緣的條件。

這車刀刀口積屑緣之該大小的變動會導致致命的瑕疵，不過其一方面也具有保護工具刀口來使工具壽命延長的效果。因此，完全除去車刀刀口積屑緣並不是很好手段，必須使車刀刀口積屑緣穩定地生成，且使其大小或形狀均等化。

爲了要使車刀刀口積屑緣穩定地生成，且使其大小或形狀均等化，重要的是在被切削部分的一次剪斷領域・二次剪斷領域，生成多數的微小裂縫。爲了要生成多數的這微小裂縫，必須導入多數的裂縫生成基點。然而，得以成為微小裂縫生成基點，已知 MnS 系夾雜物有效果。惟，並不是全部的 MnS 系夾雜物都具有微小裂縫生成基點的作用，而是使既大型又是球狀的（即是寬度較大）MnS 有效作動。雖是使 MnS 在前述的一次剪斷領域・二次剪斷領域延伸，但延伸過度微細，則幾乎變成與基底金屬同樣，無法成為微小裂縫的導入基點。依據這事由，必須將被削材的 MnS 系夾雜物預先控制在大型・球狀。

(5)

然則，將 MnS 系夾雜物予以大型・球狀化，已知一般鋼中的氧（全部的氧）會受到影響，鋼中的氧愈多，則硫化物直徑愈大。因此，將 MnS 系夾雜物予以大型・球狀化，必須一定程度增加鋼中的氧濃度。另外，同時爲了要使成爲微小裂縫生成基點之 MnS 系夾雜物增加，必須比過去的快削鋼（例如，J I S SUM 23、SUM 24L）還要更提高 S 濃度。然而，提高 Mn 濃度或 S 濃度，這樣對於用來作爲脫酸劑，會減少單體氧，且會減少全氧濃度。即是提升鋼中的全氧及提升 Mn 濃度或 S 濃度，成爲矛盾的關係（無法兩全），這些都兼顧理論上會有困難。

本發明者在這樣的狀況下，從各種角度，針對用來使 MnS 系夾雜物大型・球狀化有效的手段進行檢討， MnS 中含有平均爲 0.4% 以上的 O，則不一定要提升單體氧濃度（即是高 Mn、高 S 濃度），提升全氧濃度仍能夠生成多數的大型・球狀化之 MnS 系夾雜物，藉此判定鋼材會有良好的拋光面粗糙度。

要使 MnS 中的 O 濃度成爲 0.4% 以上，則控制在鋼中的固熔 Si 選定爲 0.0035% 以下（35 ppm 以下），且固熔 Al 選定爲 0.0001% 以下（1 ppm 以下），以 $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{MnS}$ 系的三元系來將鑄片的夾雜物組成分予以規格化時（即是 MnO 、 SiO_2 以及 MnS 合計爲 100% 時）的平均組成分爲 MnS ：60% 以下、 SiO_2 ：4% 以下、 MnO ：36% 以上即可。此外， MnS 中的 O 濃度最好是選定爲 0.6% 以上，再更好則選定爲 0.8% 以上，不過爲了要更加提升 MnS 中

(6)

的濃度，進一步減少 Si 則更理想。

依據本發明者經過檢討，也判定鋼中的固熔 N 也對於微小裂縫的生成有很大的關連性，適切地調整該量就可以實現被削性良好的快削鋼。前述的一次剪斷領域・二次剪斷領域係部位稍有不同則溫度非常不相同。然後，存在一定量的固熔 N，會因各位置的溫度而造成變形阻力不相同。該差異成為微小裂縫的生成基點，所以將固定固熔 N 的成分，即是將易於生成氮化物的成分，也就是將 Ti、Cr、Nb、V、Zr、B 控制在特定量以下，對於確保固熔 N 具有效果。

發現能夠藉由上述的 2 個現象，即是藉由 (1) MnS 系夾雜物大型・球狀化、(2) 增大固熔 N 等，使車刀刀口積屑緣穩定地生成，且使其大小或形狀均等化，其結果成為一定程度提高鋼材成形加工的拋光面粗糙度，且可以發揮 Pb 快削鋼標準的特性。

本發明的快削鋼的該化學成分組成分也必須適切的規定，該基本成分也就是 C、Si、Mn、P、S、Al、O 以及 N 範圍的限定理由如以下所述：

C：0.02~0.15%

C 為確保鋼的強度不可缺少的元素，還具有藉由添加特定量以上來改善拋光面粗糙度的作用。爲了要發揮出這樣的效果必須含有 0.02% 以上。然而，過度含有則會降低切削加工時的工具壽命，反而惡化被削性，又鑄造時會產

(7)

生 CO 氣體而導致瑕疵發生。基於這觀點，C 含量選定為 0.15% 為宜。此外，C 含量的理想上限為 0.05%，理想下限為 0.12%。

Si：0.004% 以下（不含 0%）

Si 為利用固熔強化來有效確保強度的元素，但基本上是用來作為脫酸劑進行 SiO_2 的生成。然後，藉由該 SiO_2 來使夾雜物組成成為 $\text{MnO} - \text{SiO}_2 - \text{MnS}$ 系，但 Si 超過 0.004%，會使該夾雜物中的 SiO_2 濃度升高，而無法確保 MnS 中的 O 濃度，劣化拋光面粗糙度。基於這觀點，Si 含量必須在 0.004% 以下，最好是在 0.003% 以下。

Mn：0.6~3%

Mn 的作用為使淬火性提高，促進變韌鐵金相組織的生成，提高被削性。對於確保強度這方面也是有效的元素。另外的作用則為與 S 結合來形成 MnS 、或者與 O 結合來形成 MnO ，生成 $\text{MnO} - \text{MnS}$ 複合夾雜物，藉此來提高被削性。為了要發會這些作用，必須 Mn 含量選定為 0.6% 以上，不過超過 3% 則會過度提升強度，而造成被削性降低。此外，Mn 含量的理想下限為 1%，理想上限為 2%。

P：0.02~0.2%

P 的作用為發揮提高拋光面粗糙度。另外的作用為藉由使切屑中的裂縫傳播變容易，使切屑處理性明顯提升。

(8)

爲了要發揮這樣的效果，P 含量必須至少選定爲 0.02% 以上。然而，P 含量過量會劣化熱環境加工性，所以必須選定爲 0.2% 以下。此外，P 含量的理想下限爲 0.05%，理想上限爲 0.15%。

S : 0.2~1%

S 爲在鋼中與 Mn 結合，成爲 MnS 而成爲切削加工時的應力集中源，對於使切屑容易裂隙來提高被削性有效果的元素。爲了要發揮這樣的效果，S 含量必須選定爲 0.2% 以上。然而，S 含量過量而超過 1%，會導致熱環境加工性的降低。此外，S 含量的理想下限爲 0.3%，理想上限爲 0.8%。

Total Al : 0.005% 以下 (不含 0%)

Al 爲對於利用固溶強化來確保強度和脫酸有效果的元素，不過用來]作爲強力的脫酸劑來形成氧化物 (Al_2O_3)。藉由該 Al_2O_3 使夾雜物成爲 $\text{MnO} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{MnS}$ 系，但 Al 含量超過 0.005%，則該夾雜物中的 Al_2O_3 濃度變高，導致無法確保 MnS 中的氧濃度，並導致拋光面粗糙度惡化。此外，理想下限爲 0.03%，理想上限爲 0.001%。

O : 0.008~0.03%

O 爲與 Mn 結合來生成 MnO。另外，MnO 含有多量的 S，會導致形成 $\text{MnO} - \text{MnS}$ 複合夾雜物。然後，該 MnO -

(9)

MnS 複合夾雜物，難以經由軋軋來延伸，在比較接近球狀的狀態下存在，所以作用是切削加工時作為應力集中源。因而，積極地添加 O，但未達 0.008% 其效果較小，含量超過 0.03%，會導致鋼塊中因 CO 氣體造成內部瑕疵。以此方式，O 含量必須選定為 0.008~0.03% 的範圍。此外，鋼中 O 含量的理想下限為 0.01%，理想上限為 0.03%。

N : 0.002~0.03%

N 為對車刀刀口積屑緣的生成量造成影響的元素，其含量會影響到拋光面粗糙度。N 含量未達 0.002%，會導致車刀刀口積屑緣的生成量過多，劣化拋光面粗糙度。另外，N 具有易於偏析在組織中的錯位上的性質，切削時偏析到錯位上而使母材脆化，使生成的裂縫容易傳播，導致切屑斷裂性（切屑處理性）也提高。然而，N 含量過量超過 0.03%，鑄造時會產生氣泡（氣孔），易於導致鑄塊的內部瑕疵或表面瑕疵，所以必須抑制在 0.03% 以下。此外，N 含量的理想下限為 0.005%，理想上限為 0.025%。

本發明的低碳含硫快削鋼中，上述成分以外的成分（其餘成分）基本上是由鐵所組成，不過這些之外還包括含有微量成分，含有這微量成分也涵蓋在本發明的技術範圍。另外，在本發明的低碳含硫快削鋼含有無法避免的雜質（例如，Cu、Sn、Ni 等），在不損及本發明的效果的程度這些雜質被容許存在。

本發明的低碳含硫快削鋼中，因應於必要，（1）固

熔 N 量選定為 0.002~0.02%、或將從 Ti、Cr、Nb、V、Zr 及 B 之中所選出的 1 種以上，抑制在合計為 0.02 質量%以下（不含 0%）都是有效果的手段，不過這些範圍限定的理由如以下所述。

固熔 N 量：0.002~0.02%

如上述，鋼中的固熔 N 對於微小裂縫的生成有關連性，經由適切地調整該量，就可以實現被削性良好的快削鋼。爲了要發揮這樣的效果，鋼中的固熔 N 量確保有 0.002% 以上較佳，超過 0.02% 反而會增加瑕疵。

從 Ti、Cr、Nb、V、Zr 及 B 之中所選出的 1 種以上：合計為 0.02% 以下（不含 0%）

這些元素爲與 N 結合來生成氮化物的成分，該量變多則會減少固熔 N 量而導致無法確保該必要量。依這情形，這些成分抑制在合計為 0.02% 以下爲宜。

本發明的低碳含硫快削鋼中，藉由鋼中的 MnS 中之平均氧濃度選定為 0.4% 以上來改善被削性，不過爲了要符合這要件，將鋼中的固熔 Si 控制在 35 ppm 以下，且將固熔 Al 控制在 1 ppm 以下，而經控制使以 MnO-SiO₂-MnS 系的三元系來將鑄片的夾雜物組成分予以規格化時（即是 MnO、SiO₂ 以及 MnS 合計為 100% 時）的平均組成分成爲 MnS：60% 以下、SiO₂：4% 以下、MnO：36% 以上即可。此外，作爲對象之非金屬夾雜物的大小選定爲「

面積為 $25 \mu\text{m}^2$ 以上」係因比這還要小的非金屬夾雜物，不太有提高作為裂縫生成基點的被削性的效果之故。

針對以上述方式控制夾雜物組成分的話，MnS 中的 O 濃度可以選定為 0.4% 以上的理由，用圖面來進行說明。第 1 圖為 MnO-SiO₂-MnS 三成分系的 125℃ 之等溫剖面狀態圖（「鐵與鋼」 Vol. 81 (1995) No. 12, P1109）。此外，第 1 圖中，「doubly stad.」係代表表中記載的 2 相為飽和。

本發明中，將脫酸力較強的 Al 或 Si 徹底地減少的結果，凝固的鑄片中被認定的夾雜物為 MnO-SiO₂-MnS 系，不過鑄片在分塊軋軋前，被加熱保持在 125℃ 程度。因此，在上述狀態圖（第 1 圖）中，點畫出優異的拋光面粗糙度、及不佳的拋光面粗糙度，則判定被切削性劣化，SiO₂ 濃度變高，切削性優異，SiO₂ 濃度反而變低（後述，表 1、2 的 No. 1~15）。

獲得此結果係如第 1 圖所示，本系類的狀態圖呈現 SiO₂ 變多則 MnS 飽和領域突出的形態，所以 SiO₂ 太多的情況（SiO₂ 為 4% 以上），會在保持 1250℃ 中生成多量純粹的 MnS（即是不含 MnS）。其結果，MnS 中的 O 濃度不會變高。

一方面被認為 MnO-SiO₂-MnS 夾雜物組成分為上述的夾雜物組成分範圍內的話，成為狀態圖上的液相夾雜物或 MnO 飽和區域，MnS 中的 O 濃度變高（即是 0.4% 以上）。其結果，在分塊軋軋前加熱保持中 MnS 中的 O 濃度

變高，即使對於之後的分塊軋軋、棒狀鋼軋軋、線材軋軋，仍可以獲得 MnS 不易變形且含有既大型又球狀化的 MnS 之製品。

當要製造本發明的低碳含硫快削鋼，基本上藉由連續鑄造法，將鋼中的固熔 Si 控制在 35 ppm 以下，且將固熔 Al 控制在 1 ppm 即可，可以藉由採用這種製造法來提高生產。惟，該製造方法並不侷限於連續鑄造法，也可以藉由造塊法來進行製造。

採用連續鑄造法時的具體製造順序，例如經由以下的順序即可。首先，利用轉爐來下吹 C，C 濃度選定為 0.04 % 以下，製作出熔鋼中之較高單體氧（熔存氧）的狀況。此時的單體氧為 500 ppm 以上為宜。接著在熔鋼出鋼時添加 Fe-Mn 合金或 Fe-S 合金的合金。這些合金含有 Si 或 Al 的雜質，不過在轉爐出鋼時的高氧熔鋼中添加合金來氧化 Si 或 Al，成為 SiO_2 或 Al_2O_3 ；另外，在之後的熔鋼處理時合金浮起分離並進入到爐渣中，殘留在鋼中的 Si 或 Al 降低而成為目標濃度。該處理中重要的是在轉爐出鋼時，添加調整成分所要添加之 Fe-Mn 合金或 Fe-S 合金等的 70% 以上來降低 Al、Si，再在熔鋼處理時添加其餘的 30% 以下。經過這樣的順序，易於使雜質也就是使 Al 或 Si 脫出系外，可以獲得目標的固熔 Si 或固熔 Al。

以下，列舉實施例來更具體說明本發明，本發明基本上並不侷限於下述的實施例，當然也能夠在符合前、後述的要旨的範圍內加以變更來實施，這些變更實施例也都含

在本發明的技術範圍中。

< 實施例 >

使用 3t 規模的感應電爐、100t 的轉爐和澆桶等的熔鋼處理設備，使 Si、Mn、S、Al、N 等的含量變化來熔製各種熔鋼。此時，使 Fe-Mn 合金和 Fe-S 合金中的 Si 濃度及 Al 濃度變化來針對 Si 和 Al 進行調整。在將以此方式所獲得的熔鋼在特定的鑄模中進行鑄造之前，使用單體氧探針（商品名「HYOP10A-C150」日本哈維士（音譯）電子裝備公司製造）來進行測定，作為單體氧濃度。

另外，熔鋼係使用剖面為 300 mm × 430 mm 中坯連續鑄造或 3t 規模感應電爐的情況，設計成與中坯鑄片同樣的冷卻速度之鑄體製的鑄模（剖面尺寸：300 mm × 430 mm）來進行鑄造。

從所獲得的鑄片（或鑄塊）的表面附近之急速冷卻部來取樣，進行化學分析，測定成分組成。其結果記錄在下述表 1 中。

表 1

化學成分組成(質量%)											
試驗 No.	C	Si	Mn	P	S	Al	Pb	全O	單體	N	其他
1	0.08	0.002	1.10	0.080	0.33	0.001	—	0.0214	0.0055	0.0124	Ti:0.003,Cr:0.004
2	0.07	0.003	1.10	0.079	0.31	0.001	—	0.0314	0.0055	0.0134	Ti:0.001,Cr:0.004
3	0.08	0.002	1.20	0.083	0.45	0.001	—	0.0206	0.0050	0.0135	Ti:0.001,Cr:0.005
4	0.07	0.002	1.22	0.087	0.34	0.001	—	0.0193	0.0050	0.0068	Ti:0.003,Cr:0.010
5	0.08	0.002	1.40	0.076	0.40	0.001	—	0.0168	0.0043	0.0130	Ti:0.001,Cr:0.007
6	0.07	0.003	1.41	0.082	0.40	0.001	—	0.0182	0.0043	0.0075	Ti:0.003,Cr:0.005,Zr:0.008
7	0.07	0.001	1.50	0.081	0.42	0.002	—	0.0221	0.0040	0.0135	Ti:0.001,Cr:0.0004
8	0.07	0.002	1.51	0.083	0.43	0.001	—	0.0221	0.0040	0.0065	Ti:0.002,Cr:0.008,V:0.009
9	0.07	0.003	1.60	0.079	0.45	0.001	—	0.0167	0.0038	0.0150	Ti:0.003,Cr:0.005
10	0.08	0.003	1.62	0.086	0.46	0.002	—	0.0158	0.0037	0.0053	Ti:0.003,Cr:0.008,V:0.008
11	0.08	0.003	1.70	0.077	0.48	0.001	—	0.0139	0.0036	0.0145	Ti:0.003,Cr:0.0005
12	0.08	0.003	1.72	0.081	0.49	0.002	—	0.0137	0.0035	0.0101	Ti:0.003,Cr:0.005
13	0.07	0.003	1.85	0.080	0.52	0.001	—	0.0127	0.0033	0.0186	Ti:0.005,Cr:0.010,Nb:0.005
14	0.08	0.003	1.88	0.083	0.53	0.004	—	0.0125	0.0032	0.0179	Ti:0.003,Cr:0.005,B:0.002
15	0.07	0.004	2.00	0.084	0.66	0.004	—	0.0118	0.0030	0.0180	Ti:0.005,Cr:0.003,Nb:0.005
16	0.07	0.007	1.40	0.079	0.40	0.003	—	0.0168	0.0043	0.0057	Ti:0.002,Cr:0.013
17	0.07	0.005	1.10	0.077	0.31	0.002	—	0.0214	0.0055	0.0040	Ti:0.003,Cr:0.012
18	0.07	0.007	1.40	0.079	0.40	0.003	—	0.0168	0.0043	0.0054	Ti:0.004,Cr:0.011
19	0.07	0.004	1.21	0.078	0.34	0.006	—	0.0195	0.0050	0.0060	Ti:0.003,Cr:0.010
20	0.08	0.009	1.70	0.079	0.48	0.005	—	0.0139	0.0036	0.0055	Ti:0.003,Cr:0.010
21	0.07	0.007	1.21	0.082	0.34	0.009	—	0.0195	0.0050	0.0080	Ti:0.008,Cr:0.008,Zr:0.007
22	0.08	0.003	1.70	0.077	0.48	0.001	—	0.0139	0.0036	0.0230	Ti:0.003,Cr:0.005
23	0.07	0.004	1.50	0.075	0.42	0.003	—	0.0157	0.0040	0.0110	Ti:0.001,Cr:0.010,Zr:0.010,V:0.005

針對所獲得的鑄片，以 1270°C 經 1 小時加壓後，進行分塊軋軋（剖面尺寸： $155\text{ mm} \times 155\text{ mm}$ ），之後軋軋到 $25\text{ mm } \varnothing$ 為止，經酸洗後作為 $22\text{ mm } \varnothing$ 的磨棒，供作切削試驗。此時，軋軋係以 1000°C 實施，經由強制冷卻從 800°C 冷卻到 500°C 的平均冷卻速度選定為大約 $1.5^{\circ}\text{C} / \text{秒}$ 。另外，鋼材溫度是以放射溫度計進行測定。

以下述的方法，針對各鋼材測定夾雜物組成分（氧化物組成分）、 MnS 中的平均 O 濃度、固溶 Al、固溶 Si、固溶 N，並且以下述的條件進行切削試驗。

[夾雜物組成分的測定]

將凝固之鑄片剖面（ $430\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ ）的 D/4 部（在 300 mm 寬的中心線，離表面 108 mm 部分）予以研磨， 100 mm^2 （ $10\text{ mm} \times 10\text{ mm}$ ）的領域內所存在之面積 $25\text{ }\mu\text{ m}^2$ 以上的氧-硫化物，利用 EPMA 進行組成分析，每 1 視野（ 100 mm^2 ），測定 200~300 個硫化物。將該結果經氧化物、硫化物換算的結果，主成分檢測出 MnS 、 MnO 、 SiO_2 、 FeO ，不過 FeO 也有檢測出基底金屬也就是檢測出鋼的可能性，故以 $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{MnS}$ 的三元系來規格化（以 3 成分成為 100% 的方式規格化），求出平均組成。

[MnS 中的平均 O 濃度]

藉由畫像解析裝置，選出面積 $25\text{ }\mu\text{ m}^2$ 以上的 MnS ，使用 SEM-EDX，針對該 MnS 測定平均 O 濃度。

[固熔 Si、Al 測定方法]

分析係使用 i m s 5 f 型二次離子質量分析裝置 (CAMECA 公司製造)，依照以下的順序進行分析。針對各試樣 (試驗片)，觀察 $500 \times 500 (\mu\text{m})$ 領域中之 Al、Si 的二次離子像，該領域內 Al、Si 未濃化的部位選定 3 處，以下述的條件進行深度方向分析。此時，分析對象元素的 SI 爲電領域呈陰性的元素，所以照射 Ca^+ 離子來檢測出負離子。先觀察試樣面上 Si^- 的二次離子像，選定 Si 未濃化的領域進行深度方向分析，從被測定的二次離子強度變換成濃度係以由注入 ^{28}Si 離子的純鐵所求出的感度係數來進行。Al 係照射 O_2^- 離子來進行檢測。詳細的條件如下所述：

一次離子條件：Al 的分析 O_2^+ 、8 eV、100 nA

Si 的分析 Cs^+ 、14.5 eV、25 nA

照射領域： $80 \times 80 (\mu\text{m})$

分析領域： $8 \mu\text{m} \varnothing$

二次離子極性：Al 的分析 正

Si 的分析 負

試驗室真空度： $1.2 \times 10^{-7} \text{ Pa}$

濺鍍速度：Al 的分析 用純鐵來換算大約 $32.0 \text{ \AA}/\text{秒}$

Si 的分析 用純鐵來換算大約 $36.6 \text{ \AA}/\text{秒}$

電子線照射：無

[固熔 N 的測定]

(17)

固熔 N 係藉由總計 N（惰性氣體熔解熱傳導度法）與化合物 N（用 10% 乙酰丙醇 + 1% 硫化四甲氨 + 甲醇溶液進行溶解抽出，用 $1\ \mu\text{m}$ 濾網進行採取 → 靛酚吸光光度計）的差來求出。

切削試驗條件如以下所述。另外，切削試驗後之拋光面的評估和鋼片之表面瑕疵的評估基準如以下所述：

[切削試驗條件]

工具：高速工具鋼 SKH4A

切削速度：100 m / 分

移送：0.01 mm / rev

切深：0.5 mm

切削油：氯系的不水溶性切削油劑

切削長度：500 m

[評估基準]

拋光面評估：根據 J I S B 0601（2001），藉由最大高度 R_z 來進行表面粗糙度的評估。

表面瑕疵評估：針對分塊軋軋過的鋼片（剖面尺寸：155 mm x 155 mm），檢查有無表面瑕疵，用目視檢查沒有必要再經過研磨機處理時則表面瑕疵評估為「無」。

將切削試驗結果和夾雜物組成分（氧化物組成分）、MnS 中的平均 O 濃度、固熔 Al、固熔 Si、固熔 N 的測定值一起記錄在表 2 中。

表 2

試驗 No.	夾雜物組成(質量%)			MnS中的平均 O濃度(質量%)	固熔Al (ppm)	固熔Si (ppm)	固熔N (質量%)	切削拋光面 粗糙度(μ m)	有無表面 瑕疵
	MnO	SiO ₂	MnS						
1	51.1	0.8	48.1	0.73	0.048	11	0.0103	13	無
2	37.0	3.5	59.5	0.43	0.134	29	0.0124	14	無
3	55.5	0.9	43.6	0.79	0.087	14	0.0123	11	無
4	57.1	1.1	41.8	0.80	0.043	17	0.0033	13	無
5	52.1	1.2	46.7	0.72	0.065	19	0.0108	9	無
6	54.3	1.3	44.4	0.75	0.073	18	0.0038	11	無
7	55.4	1.3	43.3	0.88	0.105	9	0.0120	8	無
8	54.0	1.1	44.9	0.75	0.067	12	0.0021	10	無
9	49.1	1.5	49.4	0.66	0.075	21	0.0125	9	無
10	48.0	2.0	50.0	0.62	0.108	25	0.0033	12	無
11	46.0	2.4	51.6	0.57	0.059	27	0.0120	12	無
12	45.2	2.7	52.1	0.54	0.098	26	0.0041	14	無
13	43.5	3.0	53.5	0.50	0.064	30	0.0155	13	無
14	41.0	3.2	55.8	0.45	0.174	30	0.0143	19	無
15	38.5	3.5	58.0	0.41	0.235	34	0.0141	17	無
16	32.0	6.0	62.0	0.17	0.121	60	0.0021	38	無
17	35.0	4.4	60.6	0.30	0.123	43	0.0003	26	無
18	32.0	6.0	62.0	0.17	0.121	61	0.0002	28	無
19	36.0	4.2	59.8	0.33	0.327	32	0.0013	26	無
20	39.0	7.0	54.0	0.28	0.293	71	0.0030	40	無
21	32.0	5.0	63.0	0.23	1.030	61	0.0025	36	無
22	46.0	2.4	51.6	0.57	0.059	27	0.0210	12	有
23	36.0	4.0	60.0	0.40	0.099	35	0.0015	22	無

由這些結果能明白，得知：符合本發明所規定的要件
的試驗（試驗 No.1~15），切削拋光面粗糙度（最大高度
Rz）變細，可以發揮良好的被削性。

相對於此，得知：缺少本發明所規定的任一要件的試
驗品（試驗 No.16~23），會使其中的一種特性惡化。

另外，根據上述的結果，第 2 圖中表示 MnS 中 O 濃
度與切削拋光面粗糙度（最大高度 Rz）的關係，第 3 圖
中表示固溶 Si 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 Rz）
的關係，第 4 圖中表示固溶 Al 濃度與切削拋光面粗糙度
（最大高度 Rz）的關係，第 5 圖中表示夾雜物中的 SiO₂
濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 Rz）的關係，第 6
圖中表示固溶 N 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 Rz
）的關係。

〔發明效果〕

依據本發明，控制在鋼中之 MnS 中的平均 O 濃度為
0.4 質量%以上，不一定要提升熔鋼中的單體氧（即是高
Mn 高 S 濃度），仍可以使成為微小裂縫的生成基點有效
果的大型球狀 MnS 存在多數，而可以實現拋光面粗糙度
良好的低碳含硫快削鋼。另外，本發明的低碳含硫快削鋼
，適度進行鑄造之前的脫氧處理的話，則即使使用連續鑄
造法仍可以有良好生產性來進行製造。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為 $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{MnS}$ 系的三成分系的 1250°C 之等溫剖面狀態圖。

第 2 圖為表示 MnS 中的 O 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 R_z ）的關係之圖形。

第 3 圖為表示固熔 Si 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 R_z ）的關係之圖形。

第 4 圖為表示 Al 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 R_z ）的關係之圖形。

第 5 圖為表示夾雜物中的 SiO_2 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 R_z ）的關係之圖形。

第 6 圖為表示固熔 N 濃度與切削拋光面粗糙度（最大高度 R_z ）的關係之圖形。

五、中文發明摘要

發明之名稱：具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼
本發明係提供具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼，該低碳含硫快削鋼係含有 C：0.02~0.15 質量％、Si：0.004 質量％以下（不含 0 質量％）、Mn：0.6~3 質量％、P：0.02~0.2 質量％、S：0.2~1 質量％、Al：0.005 質量％以下（不含 0 質量％）、O：0.008~0.04 質量％、N：0.002~0.03 質量％，且鋼中之 MnS 中的平均 O 濃度為 0.4 質量％以上。

六、英文發明摘要

發明之名稱：

(1)

十、申請專利範圍

1. 一種具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼，其特徵為：

含有：

C：0.02~0.15 質量％、

Si：0.004 質量％以下（不含 0 質量％）、

Mn：0.6~3 質量％、

P：0.02~0.2 質量％、

S：0.2~1 質量％、

Al：0.005 質量％以下（不含 0 質量％）、

O：0.008~0.04 質量％、

N：0.002~0.03 質量％，且

鋼中之 MnS 中的平均 O 濃度為 0.4 質量％以上。

2. 一種具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼，其特徵為：

含有：

C：0.02~0.15 質量％、

Si：0.004 質量％以下（不含 0 質量％）、

Mn：0.6~3 質量％、

P：0.02~0.2 質量％、

S：0.2~1 質量％、

Al：0.005 質量％以下（不含 0 質量％）、

O：0.008~0.04 質量％、

N：0.002~0.03 質量％，且

(2)

鋼中的固熔 Si 爲 35 ppm 以下，固熔 Al 爲 1 ppm 以下。

3.一種具有優異的被切削性之低碳含硫快削鋼，其特徵爲：

含有：

C：0.02~0.15 質量％、

Si：0.004 質量％以下（不含 0 質量％）、

Mn：0.6~3 質量％、

P：0.02~0.2 質量％、

S：0.2~1 質量％、

Al：0.005 質量％以下（不含 0 質量％）、

O：0.008~0.04 質量％、

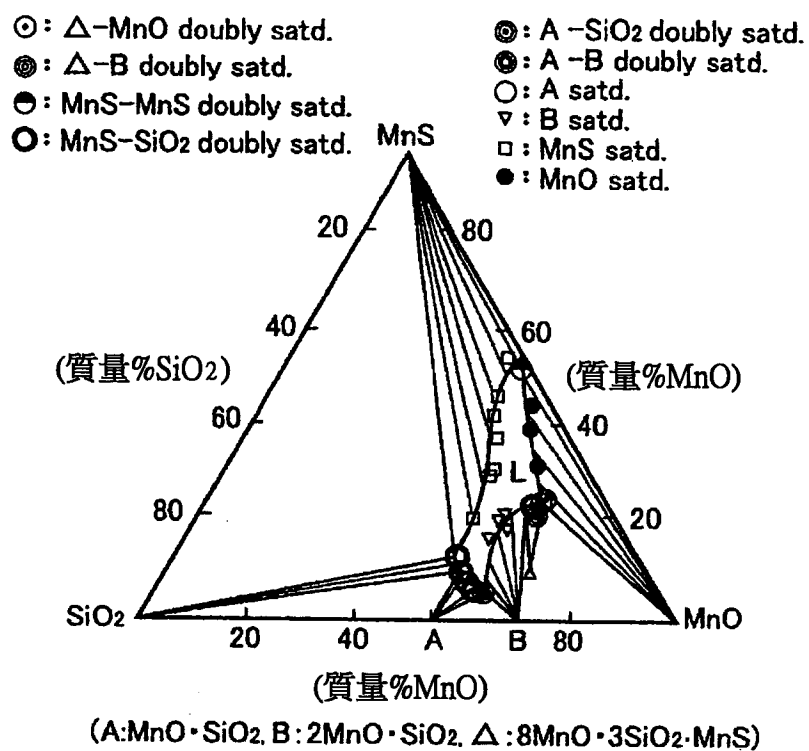
N：0.002~0.03 質量％，且

凝固後的鑄片中，以 $\text{MnO}-\text{SiO}_2-\text{MnS}$ 系的三元系來將面積爲 $25\ \mu\text{m}^2$ 以上的非金屬夾雜物予以規格化時的平均組成分爲 MnS：60 質量％以下、 SiO_2 ：4 質量％以下、MnO：36 質量％以上。

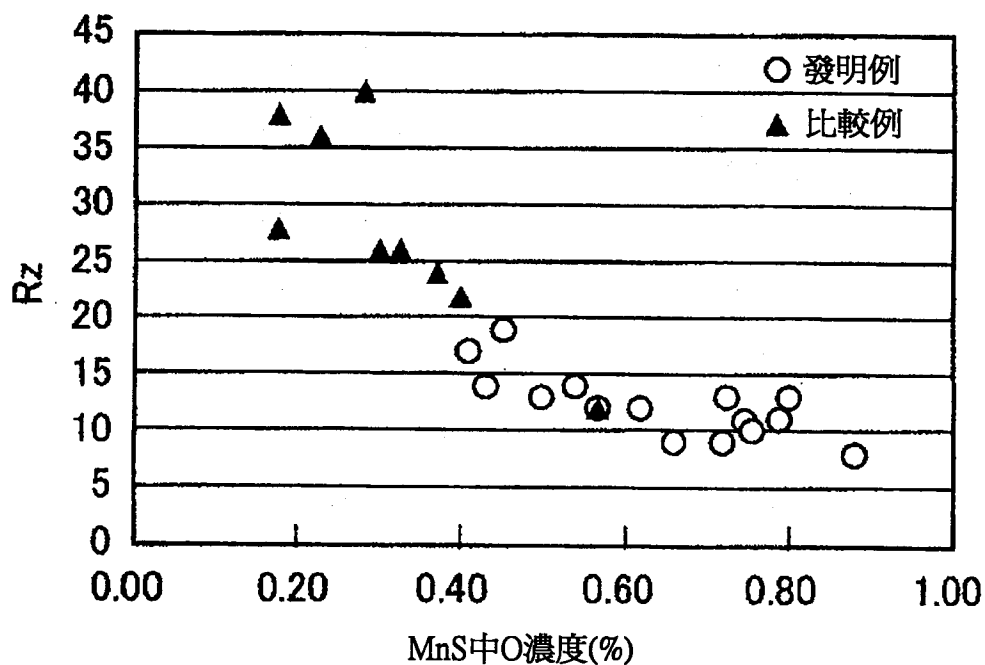
4.如申請專利範圍第 1 至 3 項中任一項所述之低碳含硫快削鋼，其中，固熔 N 量爲 0.002~0.02 質量％。

5.如申請專利範圍第 4 項所述之低碳含硫快削鋼，其中，將從 Ti、Cr、Nb、V、Zr 及 B 所構成之群之中所選出的 1 種以上，抑制在合計爲 0.02 質量％以下。

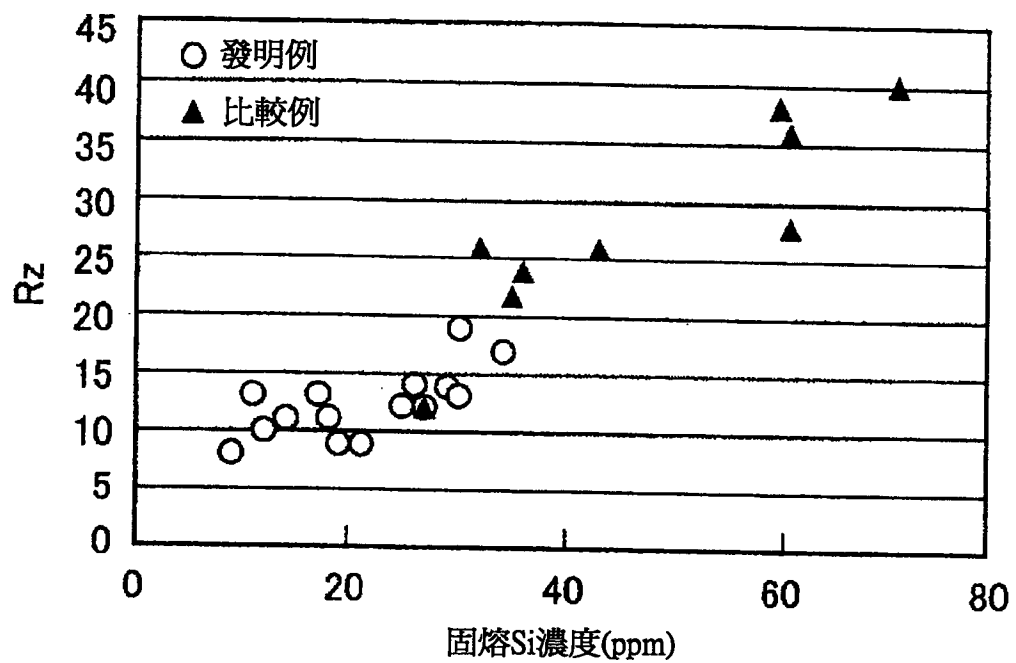
第1圖



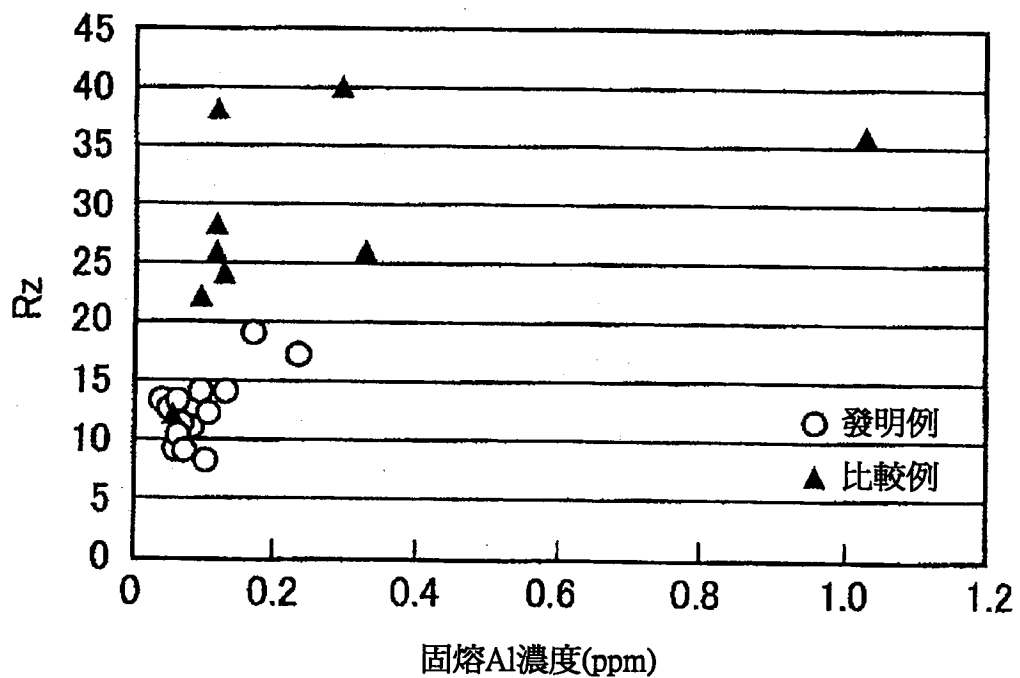
第2圖



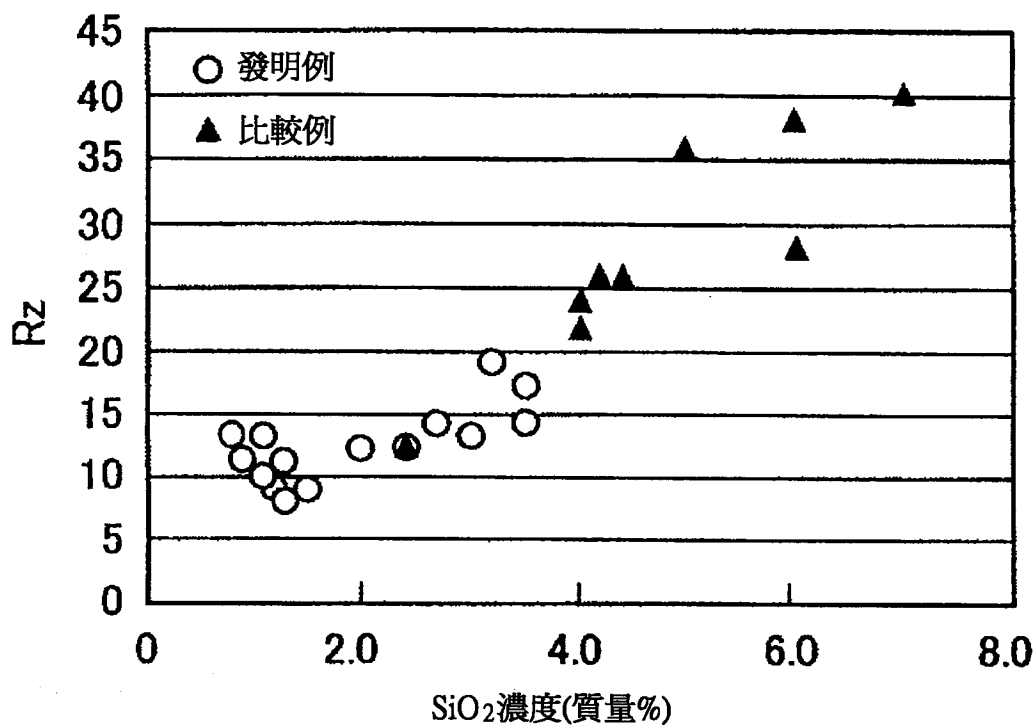
第3圖



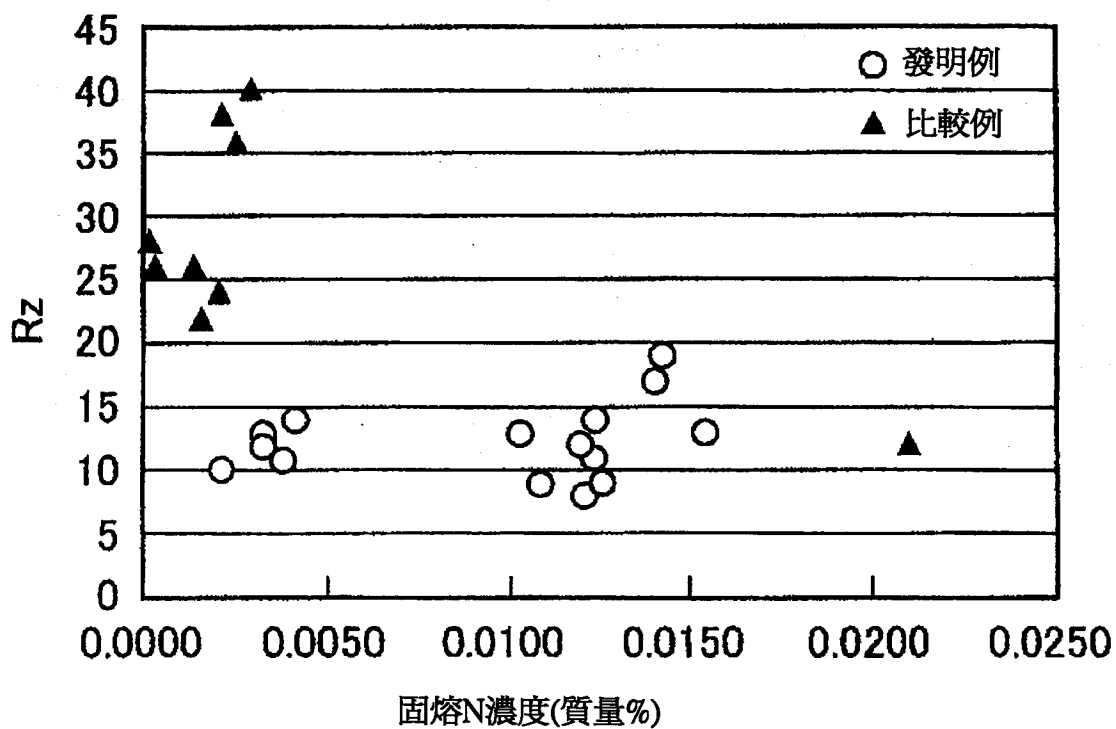
第4圖



第5圖



第6圖



七、指定代表圖

(一)、本案指定代表圖為：無

(二)、本代表圖之元件代表符號簡單說明：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：無