

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： 9218365

※ 申請日期： 92/10/10

※IPC 分類： C21C 7/00

壹、發明名稱：(中文/英文)

機器結構用之含硫快削鋼

SULFUR-CONTAINING FREE-CUTTING STEEL FOR MACHINE
STRUCTURAL USE

貳、申請人：(共2人)

姓名或名稱：(中文/英文)

1. 三菱製鋼股份有限公司 / MITSUBISHI STEEL MFG. CO., LTD.

2. 吉村技術事務所有限公司 / YOSHIMURA TECHNICAL OFFICE INC.

代表人：(中文/英文) 1. 加藤秋夫 / KATO, AKIO

2. 吉村恒夫 / YOSHIMURA, TSUNEO

住居所或營業所地址：(中文/英文)

1. 日本國東京都中央區晴海3丁目2-22

2-22, Harumi 3-chome, Chuo-ku, Tokyo, Japan

2. 日本國東京都澁谷區猿樂町11-8

11-8, Sarugaku-cho, Shibuya-ku, Tokyo, Japan

國籍：(中文/英文) 1.2. 日本國 / JAPAN

參、發明人：(共4人)

姓名：(中文/英文)

1. 福住達夫 / FUKUZUMI, TATSUO

2. 渡邊幹(渡辺幹) / WATANABE, MOTOKI

3. 吉村恒夫 / YOSHIMURA, TSUNEO

4. 內堀勝之 / UCHIBORI, KATSUYUKI

住居所地址：(中文/英文)

1.2.地址同

日本國栃木縣宇都宮市平出工業團地1番地

1, Hiraidekogyodanchi, Utsunomiya-shi, Tochigi, Japan

3. 日本國東京都澁谷區猿樂町11-8

11-8, Sarugaku-cho, Shibuya-ku, Tokyo, Japan

4. 日本國千葉縣千葉市中央區東千葉1-3-4-609

1-3-4-609, Higashichiba, Chuo-ku, Chiba-shi, Chiba, Japan

國籍：(中文/英文)

1.2.3.4. 日本國 / JAPAN

肆、聲明事項：

☐ 本案係符合專利法第二十條第一項 ☐ 第一款但書或 ☐ 第二款但書規定之期間，其日期為： 年 月 日。

◎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. 日本國；2002 年 07 月 03 日；特願 2002-194796 (無主張優先權)
2. 日本國；2002 年 07 月 16 日；特願 2002-206479 (無主張優先權)
3. 日本國；2002 年 10 月 17 日；PCT/JP02/10790 (無主張優先權)
- 4.
- 5.

☐ 主張國內優先權(專利法第二十五條之一)：

【格式請依：申請日；申請案號數 順序註記】

- 1.
- 2.

☐ 主張專利法第二十六條微生物：

☐ 國內微生物 【格式請依：寄存機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 國外微生物 【格式請依：寄存國名；機構；日期；號碼 順序註記】

☐ 熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。

玖、發明說明：

【發明所屬之技術領域】

本發明係關於機器結構用的鋼，該機器結構用的鋼具有優良的切削性且係作為工業設備、汽車零件等的原料。

【先前技術】

經機械加工用於工業機器、汽車零件等的鋼製品必須具有優良之切削性。作為具有優良切削性之可機械機器結構用的鋼，日本工業標準(JIS)中曾指出含至少某程度硫的含硫快削鋼和含少量鉛的含鉛快削鋼。此外，具有與含鉛快削鋼相似之性質的元素(例如 Bi、Te 或 Se)之快削鋼已經開發出來，但由於高價格等原因而未普及於業界。

就能獲得切削性的鋼而論必然會想到的是含鉛快削鋼，此鋼最值得注意的特徵為鋼的機械性質並未劣化，即使含鉛亦同。然而，在含鉛快削鋼的製程期間和切削或翻轉鋼材的過程期間，鉛會以煙塵的形態飛散至空氣中，而造成工作環境惡化，此外在丟棄由此等製程所產生之熔渣和碎片等工業廢棄物時，由於該鋼中含鉛的關係，所以會引起環保的問題。

另一方面，就作為快削鋼具有最長歷史的含硫快削鋼而言，由硫化物在工業製成鋼中的形態和分布來看有大幅的變化，因而使得與切削性有關的可靠度變差。若企圖提高硫含量以改善切削性也會有問題，在該鋼材製程期間可能會存在熱脆性(hot brittleness)而導致許多不良品。

然而，與鉛不同的是，硫與健康和 safety、環境議題等

等有關的問題較少，因而人們對於不含鉛但具有與習知含鉛快削鋼相同之切削性的含硫快削鋼之開發期待已久。因此本發明之目的在於提供具有優良的切削性之機器結構用之含硫快削鋼。

【發明內容】

本發明人以開發具有與習知含鉛快削鋼相同的切削性但未添加鉛之切削鋼為目標而對鋼中的化學成分進行各種不同的研究。結果，發現含 0.050 至 0.350 重量%的 S 之含硫快削鋼中包含 0.0015 至 0.0150 重量%，較佳為 0.0020 至 0.0100 重量%之氧的例子中，若 S 含量對 O 含量之比率 S/O 介於 15 至 120 之範圍內時，該鋼的切削性確實已獲得改善。

也就是說，根據本發明之快削鋼即為以下所指的機器結構用之含硫快削鋼。

(1)一種機器結構用之含硫快削鋼，包含，以重量百分比表示，0.10 至 0.55%的 C、0.05 至 1.00%的 Si、0.30 至 2.50%的 Mn、不大於 0.15%的 P、0.050 至 0.350%的 S、大於 0.010%但不大於 0.020%的 Al、0.015 至 0.200%的 Nb、0.0015 至 0.0150%的 O 和不大於 0.02%的 N，復包含，以重量百分比表示，選自由 0.03 至 0.50%的 V、0.02 至 0.20%的 Ti 和 0.01 至 0.20%的 Zr 所構成組群中之至少一者，其中 S 含量對 O 含量的 S/O 比率為 15 至 120，以及以選自由 Nb 的氧化物、碳化物、氮化物和碳氮化物所構成組群中之至少一者作為 MnS 型包含物沈澱用的晶核。

(2)如上述(1)中的機器結構用之含硫快削鋼，其中該快削鋼包含，以重量百分比表示，選自由 0.020 至 0.100% 的 Sn 和 0.015 至 0.100% 的 Sb 所構成組群中之至少一者。

(3)如上述(1)或(2)中的機器結構用之含硫快削鋼，其中該切削鋼包含，以重量百分比表示，選自由 0.10 至 2.0 的 Cr、0.10 至 2.0% 的 Ni 和 0.05 至 1.0% 的 Mo 所構成組群中之至少一者。

(4)如上述(1)至(3)中任一項之機器結構用之含硫快削鋼，其中該切削鋼包含，以重量百分比表示，選自由 0.0002 至 0.020% 的 Ca 和 0.0002 至 0.020% 的 Mg 所構成組群中之至少一者。

以下將說明對本發明之機器結構用之含硫快削鋼的組成元素之含量加以限制的理由。該含量係以重量百分比的方式表示。

C：0.10 至 0.55%

添加 C 以確保該鋼的強度；以中/高碳鋼的強度等級作為強度的目標，因而少於 0.10% 時將無法獲得所需的強度，然而若碳含量超出 0.55% 時，韌性將會降低。因此下限係訂為 0.10%，上限為 0.55%。

Si：0.05 至 1.00%

添加 Si 作為去氧劑(deoxidizer)，藉此將與 Mn 一起進行共去氧作用。添加約 0.05% 時將顯現去氧效應，若添加量超過 1.00% 時鋼的切削性將會下降。因此將下限訂為 0.05%，上限為 1.00%。

Mn：0.30 至 2.50%

添加 Mn 作為去氧劑(deoxidizer)，此外形成 MnS 並從而改善鋼的切削性。為了形成硫化物，必需包含至少 0.30% 的 Mn，但若 Mn 含量超過 2.5%，鋼的硬度將會提高，進而使切削性降低。因此將下限訂為 0.30%，上限為 2.50%。

Al：多於 0.010%但不多於 0.020%

Al 係鍵結至鋼中的 N 以形成 AlN 之元素且 Al 具有使沃斯田鐵(austenite)晶粒變得精細的效果；Al 即透過此精製效應對改善韌性做出貢獻。為了產生此效果，必須添加多於 0.010%。然而，添加太多會造成切削性衰退。為避免此結果，必須訂定上限為 0.020%。因此使 Al 添加的量多於 0.010%但不多於 0.020%。

P：不多於 0.15%

添加 P 以改善鋼的切削性，特別是對於成品表面的特性。若 P 添加的量超過 0.15%則韌性會下降。因此將上限訂為 0.15%。

S：0.050 至 0.350%

咸知 S 係會改善鋼的切削性之元素，S 含量越高切削性越好。小於 0.050%時就無法獲得良好的切削性。然而，即使是在 S 與 Mn 一起添加的例子中，若 S 含量太高，鋼之熱加工性也會降低。因此將上限值訂為 0.350%。

O：0.0015 至 0.0150%

若氧含量少於 0.0015%，所形成的 MnS 內含物將不足以提供良好的切削性，但若氧含量超過 0.0150%，由冷卻

期間的去氧作用所產生的次要去氧產物的量將會太高，造成切削性衰退。為了要改善鋼的切削性，將氧含量保持在 0.0015 至 0.0150% 的範圍內，並將 S 含量對 O 含量之 S/O 比率保持在 15 至 120 之範圍內係重要的。因此使氧含量介於 0.0015 至 0.0150% 之範圍內。

N：不多於 0.02%

若 N 含量超過 0.02%，鋼的延展性將會下降。因此將上限訂為 0.02%。

Cr：0.10 至 2.00%

Ni：0.10 至 2.00%

Mo：0.05 至 1.00%

添加選自 Cr、Ni 和 Mo 之一或多種。

若 Cr、Ni 和 Mo 其中之一的含量少於上述下限時，將無法確保鋼的硬化能和韌性。若 Cr、Ni 和 Mo 的含量超過上述各別的上限值，鋼的硬度將會提高，進而使得切削性變差。因此 Cr、Ni 和 Mo 添加量之範圍訂定如上。

Nb：0.015 至 0.200%

若 Nb 含量係介於上述範圍內，適量之 Nb 的氧化物、碳化物、氮化物和碳氮化物中之至少一者將沈澱於鋼中，變成 MnS 型內含物沈澱用的晶核，藉此協助該內含物沈澱並均勻分布於鋼中。具體而言，若 Nb 含量少於 0.015%，將會有少的效果，然而若 Nb 含量超過 0.20%，鋼的切削性將會變差。然而，適當的 Nb 含量會使鋼的沃斯田晶粒大小變得更小，因此不會損及鋼的韌性。

V：0.03 至 0.50%

若 V 含量介於上述範圍內，V 的碳氮化物將會在鐵中沈澱達適當程度，用以改善鋼的機械性質。再者，適量的 V 將使鋼之沃斯田鐵的晶粒大小變得更小，因此不會損及鋼的韌性。因此將 V 的添加量訂於 0.03 至 0.50% 之間。

Ti：0.02 至 0.20%

Zr：0.01 至 0.20%

此等元素對於氧具有強大的親和力，容易產生氧化物，因此最好等去氧作業完成之後再添加至熔融的鋼。

在 Ti 含量少於 0.02% 或 Zr 含量少於 0.01% 時會有小的去氧效果，然而若 Ti 含量超過 0.20% 或 Zr 含量超過 0.20% 時，將會產生大量會造成切削性變差的碳氮化物。再者，適量的 Ti 將使鋼的沃斯田鐵晶粒大小變得更為精細，因此不會損及鋼的韌性。故將 Ti 和 Zr 的添加量訂於上述之範圍內。

Sn：0.020 至 0.100%

由於 Sn 以固體溶液的形式存在於基體中，因此會使鋼變脆，藉以改善切削性。為產生此效果，必須添加至少 0.020%。然而，若添加太多將會使韌性劣化。為避免此情形，必須將上限訂為 0.100%。因此將 Sn 的添加量訂於 0.020 至 0.100% 之範圍內。

Sb：0.15 至 0.100%

由於 Sb 以固體溶液的形式存在於基體中，因此會使鋼變脆，藉以改善切削性。為產生此效果，必須添加至少

0.015%。然而，若添加太多將會使韌性劣化。為避免此情形，必須將上限訂為 0.100%。因此將 Sb 的添加量訂於 0.015 至 0.100%之範圍內。

Ca：0.0002 至 0.020%

Ca 在鋼中作為去氧元素且會形成能有效改善鋼的切削性之氧化物。若 Ca 含量少於 0.0002%時將無法見到此效果。然而，即使 Ca 的添加量多於 0.020%，也不會獲得切削性有任何進一步的效果。因此，將 Ca 的添加量訂於 0.0002 至 0.020%之範圍內。

Mg：0.0002 至 0.020%

Mg 在鋼中作為去氧元素且會形成能有效改善鋼的切削性之氧化物。若 Mg 含量少於 0.0002%時將無法見到此效果。然而，即使 Mg 的添加量多於 0.020%，也不會獲得切削性有任何進一步的效果。因此，將 Mg 的添加量訂於 0.0002 至 0.020%之範圍內。

以下為本發明透過實施例的詳細說明。

【實施方式】

實施例 1

機器結構用之含硫快削鋼的製造

機器結構用之含硫快削鋼係透過以下的方法製造。

使用 15 噸的電熔爐使含有與各機器結構用之鋼相對應的組成，示於表 1(測試件編號 1 至 22)，熔融。在去氧階段期間進行脫去 0.3%的碳，在氧化階段末段時熔融鋼中的氧量係介於 0.028 至 0.042%。移除氧化階段時的熔渣，

並在還原階段重新再建立另一熔渣。在最初去氧作用中所用的去氧劑為 60 kg 的 Fe-Si 和 100 kg 的 Si-Mn。之後，使用 5 kg(比較材料用 10 kg)的 Al。等到確認熔渣中的 FeO 含量變成 2%或更少之後，將熔融的鋼輕輕地敲到盛鋼桶(ladle)中。

此時熔融的鋼中的氧量係介於 0.0050 至 0.0130%。接著，將該盛鋼桶置於鋼包精煉爐(LF furnace)的固定位置，使用電弧使熔融鋼的溫度提高並視各別組成進行微調。等該熔融鋼的溫度變成 1650°C 時，進行再硫化及溫和的富氧化，由設置於盛鋼桶底部的多孔質活塞以 30 l/min 的流速吹入氫氣，進行攪拌 15 分鐘。之後，用鋼包精煉爐的電弧使溫度提高，然後添加 Nb、Ti 和 Zr，鑄造 4.7 噸的鋼塊。將該鋼塊輥軋成直徑 100 mm 的棒材，由該棒材製成欲進行切削試驗的測試件。以下表 1 中顯示所製得的化學組成。含量以重量百分比表示，除 N 和 O 以 ppm 表示以外。

表 1 以重量百分比表示；N 和 O 以 ppm 表示

測試件	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	Al	Nb	V	Ti	Zr	Sn	Sb	Pb	Ca	Mg	N	O	S/O
1	0.45	0.25	0.73	0.009	0.093	0.01	0.14	0.01	0.019	-	-	-	-	-	-	0.29	-	-	117	17	54.7
2	0.45	0.26	0.71	0.010	0.068	0.01	0.14	0.02	0.015	-	-	-	-	-	-	0.21	-	-	101	12	56.7
3	0.49	0.26	0.99	0.007	0.019	0.01	0.19	0.01	0.031	-	0.10	-	-	-	-	0.06	-	-	104	13	14.6
4	0.48	0.24	0.97	0.010	0.054	0.01	0.16	0.02	0.025	-	0.10	-	-	-	-	0.29	-	-	91	8	67.5
5	0.21	0.32	0.65	0.012	0.008	1.82	0.55	0.16	0.033	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	28	2.9
6	0.22	0.28	0.65	0.015	0.012	1.63	0.60	0.16	0.035	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	22	5.5
7	0.21	0.33	0.63	0.015	0.010	1.65	0.63	0.17	0.035	-	-	-	-	-	-	0.07	-	-	116	16	6.3
8	0.43	0.24	0.66	0.011	0.073	0.00	0.05	0.01	0.014	0.047	0.10	-	-	-	-	-	-	-	55	18	40.6
9	0.42	0.97	0.66	0.009	0.193	0.00	0.03	0.01	0.017	0.015	0.09	0.05	0.08	-	-	-	-	-	42	66	29.2
10	0.53	0.18	0.67	0.010	0.199	0.00	0.05	0.01	0.015	0.039	0.08	-	0.07	-	-	-	-	-	43	80	24.9
11	0.43	0.17	0.65	0.008	0.187	0.01	0.05	0.01	0.018	0.185	0.13	-	-	0.030	-	-	-	-	53	70	26.7
12	0.45	0.23	0.63	0.013	0.120	0.02	0.03	0.01	0.020	0.029	-	-	-	-	0.083	-	-	-	48	40	30.0
13	0.42	0.15	0.71	0.011	0.231	0.00	0.03	0.01	0.013	0.023	-	0.06	0.08	0.086	0.025	-	-	-	45	53	43.6
14	0.25	0.17	2.28	0.020	0.220	1.56	0.75	0.17	0.018	0.030	0.07	-	-	-	-	-	-	-	140	50	44.0
15	0.24	0.23	0.73	0.018	0.195	1.53	0.83	0.97	0.017	0.025	-	-	0.08	-	-	-	-	-	120	36	54.2
16	0.20	0.18	0.65	0.015	0.210	1.60	1.98	0.16	0.015	0.027	-	0.16	-	-	-	-	-	-	125	42	50.0
17	0.30	0.15	0.68	0.145	0.200	1.66	0.93	0.16	0.016	0.028	0.18	0.08	-	0.033	-	-	-	-	145	33	60.6
18	0.13	0.10	1.30	0.023	0.230	1.95	0.61	0.15	0.015	0.030	-	0.05	0.07	-	0.061	-	-	-	133	48	47.9
19	0.21	0.73	0.69	0.024	0.325	1.73	0.58	0.18	0.019	0.020	0.45	-	0.09	0.027	0.030	-	-	-	162	34	95.6
20	0.44	0.22	0.40	0.013	0.185	0.01	0.04	0.01	0.013	0.023	0.10	-	0.10	-	0.042	-	0.0120	-	50	62	29.8
21	0.45	0.20	0.70	0.005	0.130	0.02	0.05	0.01	0.014	0.027	-	0.07	0.07	-	-	-	-	0.0060	30	50	26.0
22	0.46	0.45	0.53	0.016	0.225	1.12	0.59	0.14	0.016	0.028	0.15	-	-	0.030	-	-	0.01	0.0043	51	48	46.9

測試件編號 1 至 7：比較材料
測試件編號 8 至 22：發明材料

實施例 2

MnS 型內含物中的沈澱晶核之 EPMA 分析

為了證明 Nb 作為 MnS 型內含物用之沈澱晶核在本發明之機器結構用之含硫快削鋼中的角色，以電子探針微分析儀(EPMA)分析測試件 8 的鋼(本發明的材料)。結果如第 1 和 2 圖所示。第 1 圖為顯示已製成以 Nb 的氧化物作為晶核的 MnS 型內含物之 EPMA 影像，第 2 圖為顯示已製成以 Nb 碳化物作為晶核的 MnS 型內含物之 EPMA 影像。

標記為「SEI」的照片為基體中沈澱之 MnS 型內含物的第二電子影像。第 1 圖和第 2 圖當中，顯示較小的島形本體包在大的島形相中。四 EPMA 分析影像各圖形的下部在第 1 圖中顯示小的島形相為 Nb 氧化物，在第 2 圖中顯示小的島形相為 Nb 碳化物。各照片為元素 Nb、O、C、Mn 和 S 的分析影像，白色部分顯示各別元素存在之處。由此照片清楚可見小的島形相為 Nb 氧化物或 Nb 碳化物，且可見到該 Nb 氧化物或 Nb 碳化物作為 MnS 型內含物(大的島形相)的晶核。

實施例 3

翻轉切削試驗

使由測試件 1 至 22 之鋼之相同熱度製得直徑為 100 mm 的棒材退火，使用安裝碳化鎢的工具對各測試件進行翻轉切削，測量該工具之切削面的裂縫磨耗。翻轉速率為 160 m/min。結果如表 2 所示。

表 2

測試件		無切削液 單位：mm	使用切削液 單位：mm
比較材料	測試件 5 和 6(無鉛鋼)的平均值	0.4	0.15
	測試件 1 至 4 和 7(含鉛鋼)的平均值	0.1	0.05
發明材料	測試件 8 至 22 的平均值	0.1	0.05

未使用切削液時本發明材料之工具磨耗約為測試件 5 和 6 比較材料之工具磨耗的 1/4。

再者，未使用切削液的例子和使用切削液的例子中，本發明材料的數值可與測試件 1 至 4 和 7 之含鉛快削鋼的數值相比擬。

接著，使用市售的切削油進行翻轉作業之生產率的比較。

此比較使用高速工具將上述各測試件以切削法翻轉製成小齒輪。由每小時所生產的小齒輪數目測量生產力。結果如表 3 所示。

表 3

測試件		使用市售切削液 件數/小時
比較材料	1	130
	2	138
	3	105
	4	140
	5	72
	6	85
	7	135
發明材料	8	125
	9	130
	10	128
	11	125
	12	138
	13	142
	14	123
	15	134
	16	110
	17	120
	18	131
	19	125
	20	133
	21	124
	22	118

與無鉛比較材料 5 和 6 比較時，使用市售切削液時本發明之材料的生產力獲得 60% 的改善。再者，本發明的材料能獲得與比較材料 1 至 4 和 7 之含鉛快削鋼幾乎不同的良好結果。

實施例 4

機械性質之測量：

測量測試件 1 至 22 之作為機器結構用之鋼的機械性質。經 850°C 之油淬冷和 650°C 之回火之後，測量各測試件與強度、延展性、韌性和硬度有關的參數；結果如表 4 所示。

對於所有的性質，本發明的材料顯示與比較材料的性質相同或更佳的结果

表 4

測試件	0.2% 耐應力 N/mm ²	抗張 強度 N/mm ²	伸長率 %	減面率 %	沙丕 (Charpy) 衝擊值 J/cm ²	硬度 HB
1	635	705	25.8	61.4	130	211
2	657	730	25.5	62.1	133	220
3	707	786	24.9	60.3	128	239
4	691	768	25.2	61.8	130	235
5	732	854	22.7	58.1	125	270
6	743	865	22.2	57.6	120	272
7	754	870	21.3	56.2	117	273
8	635	705	26.0	63.0	153	211
9	558	620	27.7	65.4	161	190
10	597	663	26.3	62.5	142	200
11	715	830	22.2	59.3	142	269
12	648	713	27.3	64.2	167	223
13	652	724	26.4	63.2	158	227
14	730	840	23.0	58.3	129	267
15	760	873	21.0	56.1	115	274
16	732	860	22.5	57.1	125	270
17	750	865	22.9	56.9	118	276
18	730	850	23.2	58.7	130	273
19	740	858	22.5	57.3	123	277
20	668	733	23.3	59.8	140	230
21	637	710	27.2	63.2	165	210
22	685	758	24.1	57.7	151	233

測試件編號 1 至 7：比較材料

測試件編號 8 至 22：發明材料

實施例 5

沃斯田鐵晶粒大小之測量：

根據 JISG0551 測量測試件 1 至 22 之沃斯田鐵晶粒大小。結果如第 5 圖所示。

沃斯田鐵晶粒大小編號為 8 號或以上，本發明材料和比較材料顯示約相同的數值。

表 5

測試件		沃斯田鐵晶粒大小編號
比較材料	1	9.0
	2	8.7
	3	8.8
	4	8.9
	5	9.0
	6	9.0
	7	8.9
發明材料	8	8.9
	9	8.8
	10	8.8
	11	8.7
	12	8.7
	13	8.8
	14	9.0
	15	9.1
	16	9.0
	17	9.0
	18	8.9
	19	9.1
	20	8.9
	21	9.1
	22	8.7

如上所述，根據本發明可提供，就健康和 safety、環境議題等等來看有很少的問題，但具有與習知的含鉛快削鋼相當的切削性和機械性質之機器結構用之含硫鋼。

【圖式簡單說明】

第 1 圖為顯示根據本發明之機器結構用之含硫快削鋼中已產生以 Nb 的氧化物作為晶核的 MnS 型內含物之 EPMA 分析影像。

第 2 圖為顯示上述鋼中已產生以 Nb 之碳化物作為晶核的 MnS 型內含物之 EPMA 分析影像。

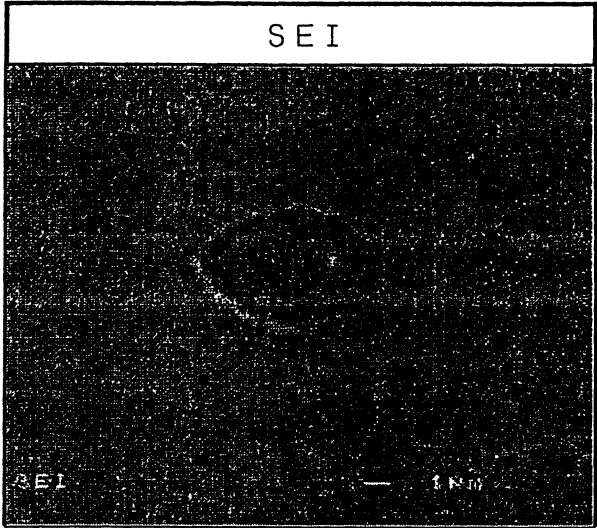
伍、中文發明摘要：

一種機器結構用之含硫快削鋼，包含，以重量百分比表示，0.10 至 0.55% 的 C、0.05 至 1.00% 的 Si、0.30 至 2.50% 的 Mn、不大於 0.15% 的 P、0.050 至 0.350% 的 S、大於 0.010% 但不大於 0.020% 的 Al、0.015 至 0.200% 的 Nb、0.0015 至 0.0150% 的 O 和不大於 0.02% 的 N，復包含，以重量百分比表示，選自由 0.03 至 0.50% 的 V、0.02 至 0.20% 的 Ti 和 0.01 至 0.20% 的 Zr 所構成組群中之至少一者，其中 S 含量對 O 含量的 S/O 比率為 15 至 120，以及以選自由 Nb 的氧化物、碳化物、氮化物和碳氮化物所構成組群中之至少一者(參見第 1 圖)作為 MnS 型包含物沈澱用的晶核。透過調整鋼之化學組成所製得的機器結構用之含硫快削鋼可提供不含鉛但具有與習知含鉛的快削鋼相同的切削性和機械性質之含硫快削鋼。

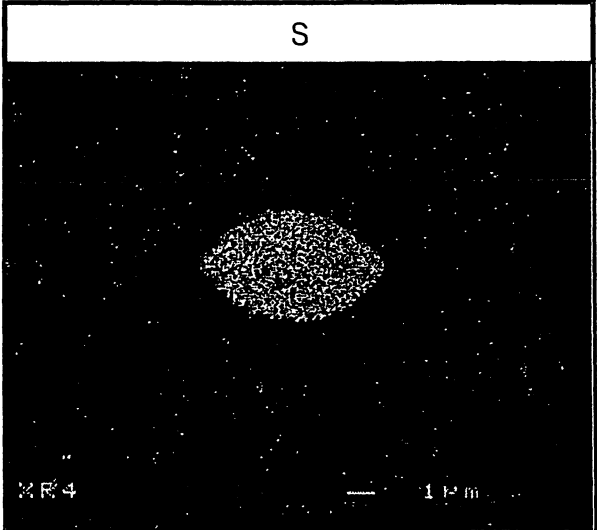
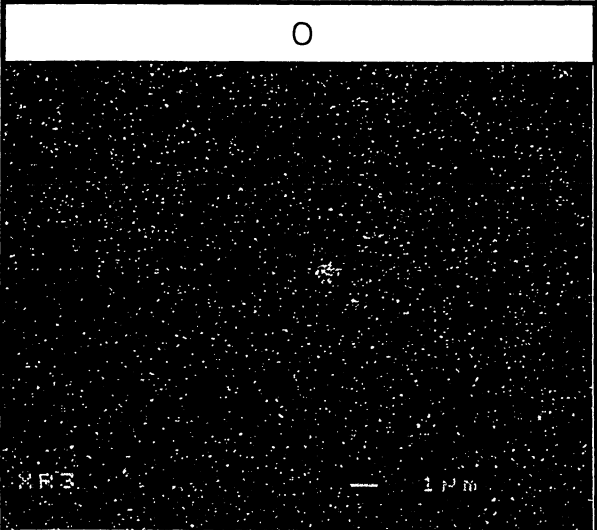
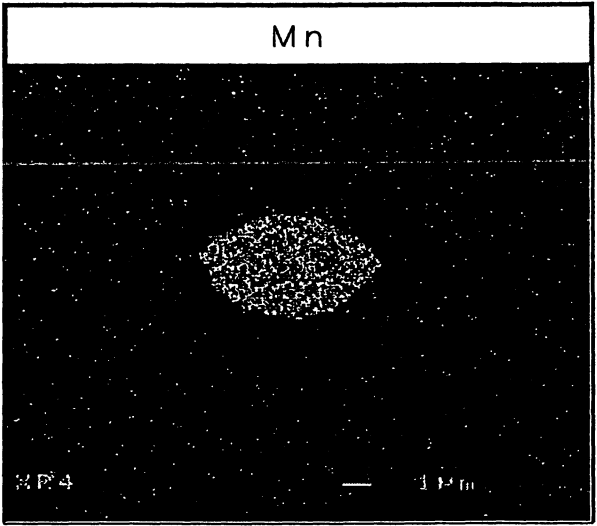
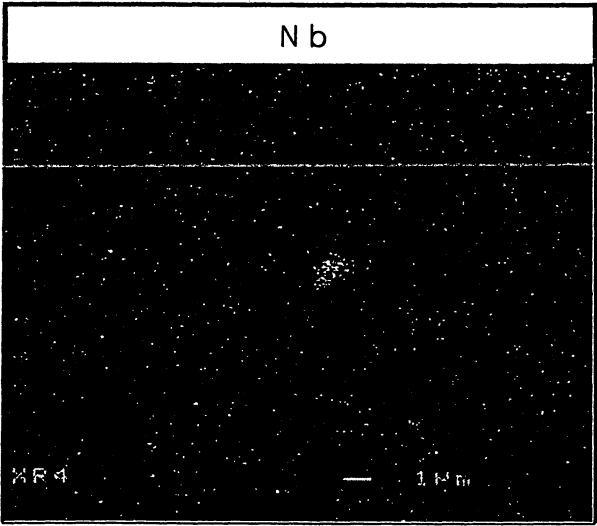
陸、英文發明摘要：

A sulfur-containing free-cutting steel for machine structural use, comprising, in weight percent, 0.10 to 0.55% of C, 0.05 to 1.00% of Si, 0.30 to 2.50% of Mn, not more than 0.15% of P, 0.050 to 0.350% of S, more than 0.010% but not more than 0.020% of Al, 0.015 to 0.200% of Nb, 0.0015 to 0.0150% of O, and not more than 0.02% of N, and further containing, in weight percent, at least one selected from the group consisting of 0.03 to 0.50% of V, 0.02 to 0.20% of Ti and 0.01 to 0.20% of Zr, wherein the ratio S/O of the S content to the O content is 15 to 120, and at least one selected from the group consisting of an oxide, a carbide, a nitride and a carbonitride of Nb(see Fig. 1) acts as nuclei for precipitation of an MnS type inclusions. Through a sulfur-containing free-cutting steel for machine structural use obtained by adjusting the chemical composition of steel, to provide a sulfur free-cutting steel that does not contain lead but has a machinability and mechanical properties on a par with conventional lead-containing free-cutting steel.

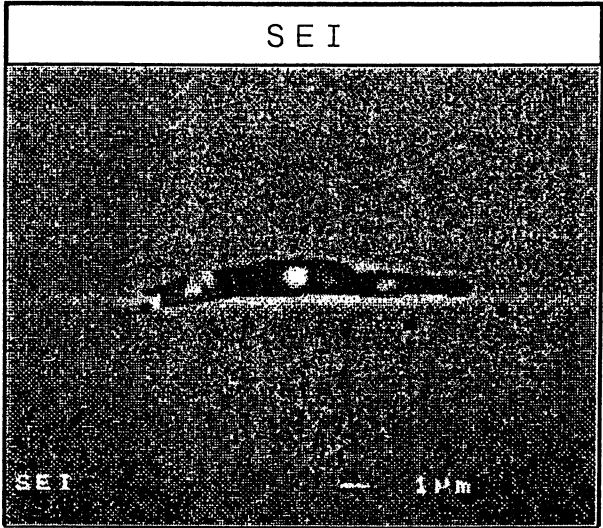
第1圖



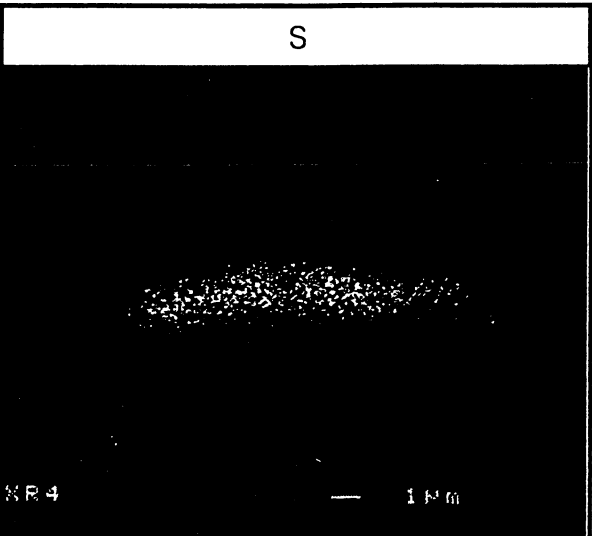
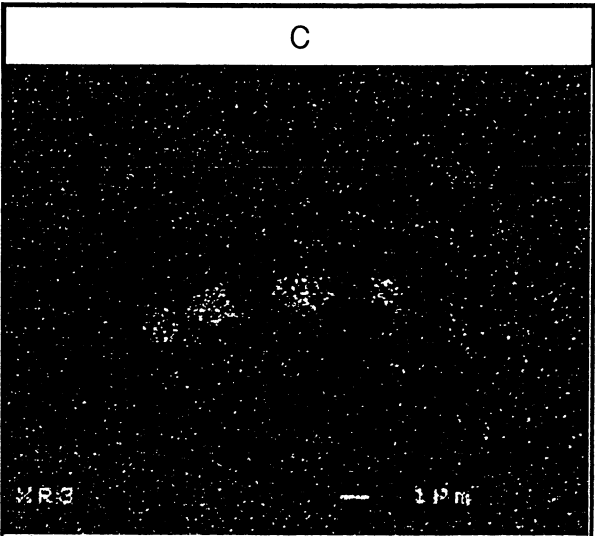
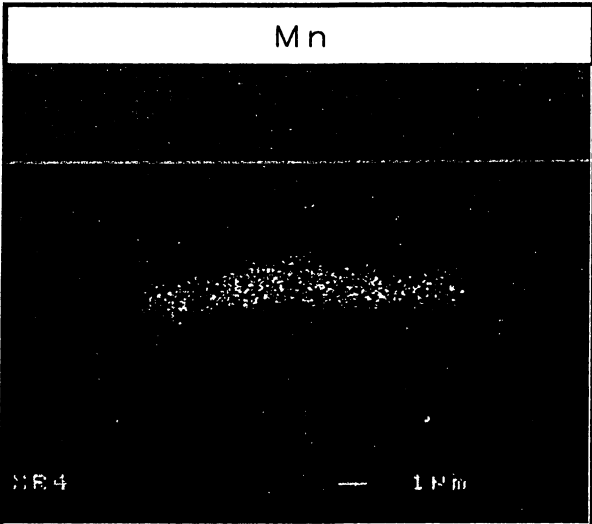
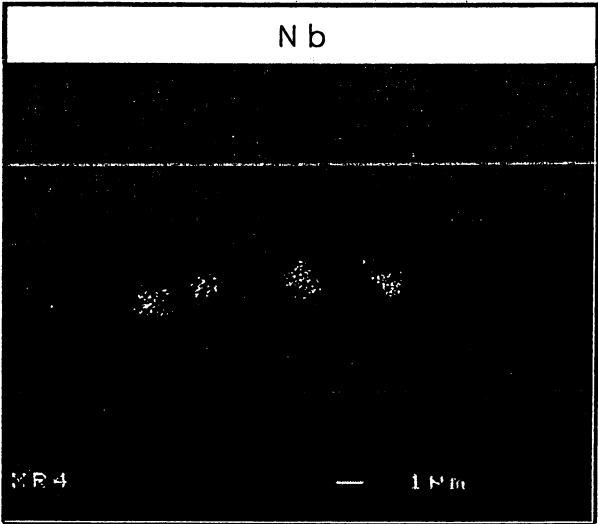
放大倍率：x4000



第2圖



放大倍率：x4000



柒、指定代表圖：

(一)本案指定代表圖為：第 (1) 圖。

(二)本代表圖之元件代表符號簡單說明：

該代表圖無元件符號及其所代表之意義。

捌、本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式：

第 92128365 號專利申請案

申請專利範圍修正本

(94 年 6 月 24 日)

1. 一種機器結構用之含硫快削鋼，包含：以重量百分比表示，0.10 至 0.55% 的 C、0.05 至 1.00% 的 Si、0.30 至 2.50% 的 Mn、不大於 0.15% 的 P、0.050 至 0.350% 的 S、大於 0.010% 但不大於 0.020% 的 Al、0.015 至 0.200% 的 Nb、0.0015 至 0.0150% 的 O 和不大於 0.02% 的 N，復包含，以重量百分比表示，選自由 0.03 至 0.50% 的 V、0.02 至 0.20% 的 Ti 和 0.01 至 0.20% 的 Zr 所構成組群中之至少一者，其中 S 含量對 O 含量的 S/O 比率為 15 至 120，以及以選自由 Nb 的氧化物、碳化物、氮化物和碳氮化物所構成組群中之至少一者作為 MnS 型包含物沈澱用的晶核。
2. 如申請專利範圍第 1 項之機器結構用之含硫快削鋼，其中，該快削鋼包含：以重量百分比表示，選自由 0.020 至 0.100% 的 Sn 和 0.015 至 0.100% 的 Sb 所構成組群中之至少一者。
3. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器結構用之含硫快削鋼，其中，該快削鋼包含：以重量百分比表示，選自由 0.10 至 2.00% 的 Cr、0.10 至 2.00% 的 Ni 和 0.05 至 1.00% 的 Mo 所構成組群中之至少一者。
4. 如申請專利範圍第 1 或 2 項之機器結構用之含硫快削鋼，其中，該快削鋼包含：以重量百分比表示，選自由

0.0002 至 0.020% 的 Ca 和 0.0002 至 0.020% 的 Mg 所構成組群之至少一者。

5. 如申請專利範圍第 3 項之機器結構用之含硫快削鋼，其中，該快削鋼包含：以重量百分比表示，選自由 0.0002 至 0.020% 的 Ca 和 0.0002 至 0.020% 的 Mg 所構成組群之至少一者。