



(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公開本

(11)公開編號：TW 201538751 A

(43)公開日：中華民國 104 (2015) 年 10 月 16 日

(21)申請案號：104104477

(22)申請日：中華民國 104 (2015) 年 02 月 11 日

(51)Int. Cl. : C22C38/46 (2006.01)

B29C33/40 (2006.01)

(30)優先權：2014/02/18 歐洲專利局

14155567.2

(71)申請人：伍德赫爾恩股份有限公司 (瑞典) UDDEHOLMS AB (SE)

瑞典

(72)發明人：帝德斯登 梅格納斯 TIDESTEN, MAGNUS (SE)；拉倫 雷娜 RAHLEN, LENA

(SE)

(74)代理人：閻啟泰；林景郁

申請實體審查：無 申請專利範圍項數：15 項 圖式數：4 共 23 頁

(54)名稱

用於塑膠鑄模之不鏽鋼及由該不鏽鋼所製成之鑄模

STAINLESS STEEL FOR A PLASTIC MOULD AND A MOULD MADE OF THE STAINLESS STEEL

(57)摘要

本發明係關於一種用於塑膠成型鑄模之馬氏體(martensitic)不鏽鋼，其要求高硬度及良好耐腐蝕性。該不鏽鋼由以重量%(wt.%)計之以下各者組成：

C 0.56-0.82

N 0.08-0.25

C+N 0.60-1.0

Si 1.05-2.0

Mn 0.2-1.0

Cr 12-16

Mo 0.1-0.8

V 0.10-0.45

Al ≤0.3

P ≤0.05

S ≤0.5

視情況選用之元素、餘量 Fe 雜質。

The invention relates to a martensitic stainless steel for plastic forming moulds requiring a high hardness and a good corrosion resistance. The stainless steel consists of in weight % (wt. %):

C	0.56-0.82
N	0.08-0.25
C+N	0.60-1.0
Si	1.05-2.0
Mn	0.2-1.0
Cr	12-16
Mo	0.1-0.8
V	0.10-0.45
Al	≤ 0.3
P	≤ 0.05
S	≤ 0.5

optional elements, balance Fe impurities.

440C-殘留奧氏體之硬度及含量對比回火溫度 $T_A=1050^{\circ}\text{C}/30\text{ min}$

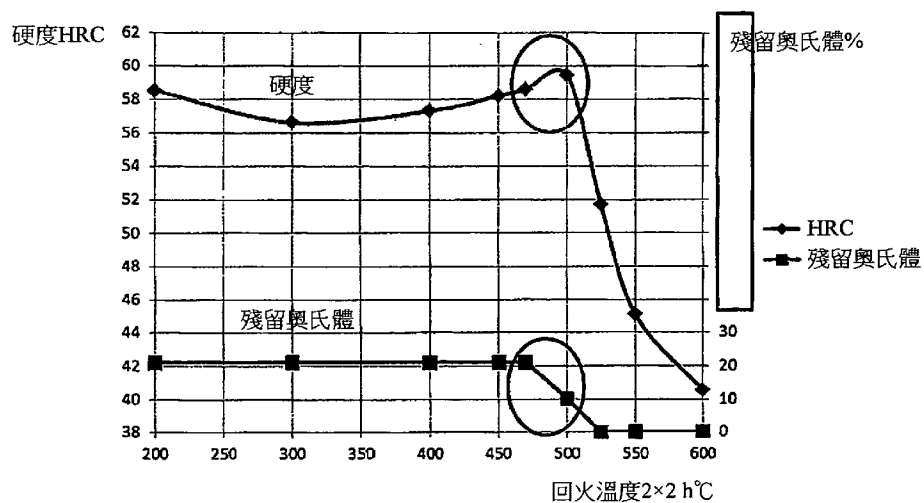


圖1

發明摘要

※ 申請案號：104104477

※ 申請日：

104.2.11

※IPC 分類：C22C38/46(2006.01)

B29C33/40(2006.01)

【發明名稱】(中文/英文)

用於塑膠鑄模之不鏽鋼及由該不鏽鋼所製成之鑄模

STAINLESS STEEL FOR A PLASTIC MOULD AND A MOULD MADE OF
THE STAINLESS STEEL

【中文】

本發明係關於一種用於塑膠成型鑄模之馬氏體 (martensitic) 不鏽鋼，其要求高硬度及良好耐腐蝕性。該不鏽鋼由以重量% (wt.%) 計之以下各者組成：

C	0.56-0.82
N	0.08-0.25
C+N	0.60-1.0
Si	1.05-2.0
Mn	0.2-1.0
Cr	12-16
Mo	0.1-0.8
V	0.10-0.45
Al	≤0.3
P	≤0.05
S	≤0.5

視情況選用之元素、餘量 Fe 雜質。

【英文】

The invention relates to a martensitic stainless steel for plastic forming moulds requiring a high hardness and a good corrosion resistance. The stainless steel consists of in weight % (wt. %):

C 0.56-0.82

N 0.08-0.25

C+N 0.60-1.0

Si 1.05-2.0

Mn 0.2-1.0

Cr 12-16

Mo 0.1-0.8

V 0.10-0.45

Al ≤0.3

P ≤0.05

S ≤0.5

optional elements, balance Fe impurities.

【代表圖】

【本案指定代表圖】：第（ 1 ）圖。

【本代表圖之符號簡單說明】：

無

【本案若有化學式時，請揭示最能顯示發明特徵的化學式】：

無

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於塑膠鑄模之不鏽鋼及由該不鏽鋼所製成之鑄模

STAINLESS STEEL FOR A PLASTIC MOULD AND A MOULD MADE OF
THE STAINLESS STEEL

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於塑膠成型鑄模之馬氏體 (martensitic) 不鏽鋼，其要求高硬度及良好耐腐蝕性。本發明亦關於由本發明之鋼製成之塑膠成型鑄模。

【先前技術】

【0002】 亦已知的是，使用不鏽鋼、特定言之如 AISI420 及 AISI440 之預硬化 400 系列不鏽鋼作為用於塑膠成型鑄模之材料。然而，此等鋼易於碳化物偏析及形成 δ 鐵氧體。大量殘留奧氏體 (austenite) 亦可在硬化及回火條件下存在於此等鋼中。因此，機械特性對於塑膠鑄模應用而言不為最佳的。中碳含量為約 0.35 wt.% 至 0.40 wt.% 之不鏽鋼，如類型 AISI 420、DIN 1.2316 及 DIN 1.2085 之鋼，具有相對低的硬度，其導致有限的耐磨性。類型 AISI 440 之不鏽鋼，諸如 AISI 440C，具有約 1 wt.% 碳含量及良好耐磨性。如圖 1 中所示，此鋼可在低溫或高溫下回火之後獲得 58-60 HRC 範圍內之硬度。然而，如圖 2 中所示，此等鋼特定言之在 470-500°C 之溫度範圍內退火之後具有降低的耐腐蝕性。可使用在 200°C 下的低溫退火以便獲得 58-60 HRC 之硬度及足夠耐腐蝕性。然而，低溫退火之嚴重缺點為鋼將易於開裂。特定言之，開裂將在放電加工 (Electro Discharge Machining; EDM) 期間或

甚至在研磨之後發生。因此，當用於塑膠鑄模時，需要使鋼 AISI 440C 經受高溫退火以便防止開裂但耐腐蝕性則減弱。

【0003】 另外，對於以上缺點，由於殘餘奧氏體量過高，鋼 AISI 440C 在熱處理下具有低尺寸穩定性。

【發明內容】

【0004】 本發明之大體目標為提供一種不鏽鋼，其適合作為用於塑膠成型鑄模之材料，可使其經受 EDM。特定言之，該不鏽鋼應為馬氏體，具有高硬度及良好耐腐蝕性（即使在高溫退火之後）以及良好尺寸穩定性。

【0005】 另一目標為提供一種由新不鏽鋼製成之塑膠成型鑄模。

【0006】 藉由提供一種具有如合金申請專利範圍中所陳述的組成之不鏽鋼在顯著程度上實現前述目標以及額外優點。

【0007】 該鋼具有滿足由塑膠鑄模製造者提出之對材料特性的增強型要求之特性特徵。

【0008】 在申請專利範圍中界定本發明。

【0009】

【實施方式】

【0010】 以下簡要說明獨立元素之重要性及其彼此之間的相互作用

以及所要求的合金之化學成份之限制。在申請專利範圍中界定有用及較佳範圍。在說明書通篇中以重量% (wt.%) 形式給出鋼之化學組成之所有百分比。

碳 (0.56-0.82%)

【0011】 碳有利於可硬化性且將以 0.56%、較佳至少 0.62%、0.64%或 0.66%之最小含量存在。在高碳含量下， $M_{23}C_6$ 、 M_7C_3 及 M_2C 類型之碳化物，其中 M 表示 Cr、Fe、Mo、V 或其他碳化物形成元素，可以過高量形成於鋼中，該量導致降低的延展性及耐腐蝕性。此外，高碳含量亦可導致殘留奧氏體量增加。因此，碳含量應不超過 0.82%。碳之上限可設定為 0.80%、0.74%、0.72%或 0.70%。

氮 (0.08-0.25%)

【0012】 將氮限制為 0.08-0.25%以便獲得所要類型及量之硬質相，特定言之 $V(C,N)$ 。當氮含量適當地與釩含量保持平衡時，將形成富含釩之碳氮化合物 $V(C,N)$ 。此等碳氮化合物將在奧氏體化步驟期間經部分溶解且接著在回火步驟期間沈澱為奈米大小之粒子。釩碳氮化物之熱穩定性被視為優於碳化釩之熱穩定性，因此可改進不鏽鋼工具之耐回火性。另外，藉由回火至少兩次，回火曲線將具有較高副峰。然而，過度的添加可導致孔隙形成。N 之較佳範圍包括：0.10-0.20%、0.10-0.18%、0.12-0.20%及 0.12-0.18%。

矽 (1.05-2.0%)

【0013】 矽用於脫氧。Si 增加鋼中碳之活性。Si 亦改進鋼之可加工性。為了得到所要效果，Si 之含量應為至少 1.05%，較佳更高，諸如 1.15%或 1.25%。然而，Si 為強鐵氧體形成物且因此應限制為 $\leq 2.0\%$ ，較佳限制為

1.65%、1.50%或 1.45%。在本發明之鋼中，看起來矽對回火反應具有有利影響，因為二次硬化之峰將在低溫下出現且硬度將提高。

錳 (0.2-1.0%)

【0014】 錳有助於提高鋼之可硬化性且連同硫一起，錳可有助於藉由形成硫化錳改進可加工性。另外，Mn 提高氮在鋼中之溶解性。因此，錳應以 0.2%、較佳至少 0.3%之最小含量存在。然而，由於成本原因，藉由廢料添加將 Mn 引入鋼中以使得可將下限設定為 0.35%或 0.40%。錳為奧氏體穩定元素且應限制為 1.0%、0.8%、0.65%或 0.60%以便避免過多殘餘奧氏體。較佳範圍包括 0.40-0.65%及 0.40-0.60%。

鉻 (12-16%)

【0015】 鉻為不鏽鋼中最重要的元素。當以至少 12%溶解量存在時，鉻導致在鋼表面上形成鈍化膜。鉻應以 12%與 16%之間量存在於鋼中以便賦予鋼良好可硬化性及耐腐蝕性。較佳地，Cr 以超過 13%之量存在以便保障良好耐點蝕性。根據預期應用設定下限且其可為 13.1%、14.0%、14.2%或 14.7%。然而，Cr 為強鐵氧體形成物且為了避免在硬化後產生鐵氧體，需要控制其量。由於實際原因，可將上限降至 15.8%、15.7%、15.5%或 15.1%。較佳範圍包括 14.2-15.5%及 14.7-15.1%。

鉬 (0.1-0.8%)

【0016】 已知 Mo 對可硬化性具有非常有利的影響。亦已知其改進耐點蝕性。另外，鉬亦促進二次硬化及形成 M(C,N)超過 W。最小含量為 0.1%，且可設定為 0.17%、0.23%、0.25%或 0.30%。鉬為強碳化物形成元素以及強鐵氧體形成物。因此，鉬之最大含量為 0.8%。較佳地，將 Mo 限制為 0.7%、

0.65%、0.55%或甚至 0.50%。

釩 (0.10-0.45%)

【0017】 釩在鋼之基體中形成 $M(C,N)$ 類型之均勻分佈的主要沈澱碳氮化物。在本發明之鋼中，M 主要為釩但可存在大量 Cr 及一些 Mo。因此，釩應以 0.10-0.45%之量存在。上限可設定為 0.40%、0.35%或 0.30%。下限可設定為 0.15%、0.20%、0.22%或 0.25%。上限及下限可在申請專利範圍第 1 項中所陳述之界限值內自由組合。

鋁 ($\leq 0.3\%$)

【0018】 鋁可用於脫氧。在大多數情況下，鋁含量限制為 0.06%。適合上限為 0.06%、0.046%、0.036%及 0.03%。經設定以確保充足脫氧之適合下限為 0.005%及 0.01%。

視情況選用之元素

鎳 ($\leq 1\%$)

【0019】 鎳賦予鋼良好可硬化性及韌性。由於費用之原因，應限制鋼之鎳含量。較佳含量為 $\leq 0.5\%$ 或 $\leq 0.35\%$ 。最佳地，不會有意地添加 Ni。

銅 ($\leq 3\%$)

【0020】 Cu 為視情況選用之元素，其可有助於提高鋼之硬度及耐腐蝕性。另外，其有助於鋼之耐腐蝕性及可加工性。若使用，則較佳範圍為 0.02-2%及 0.02-0.5%。然而，一旦已添加銅則不可能自鋼提取銅。此極大地使廢料處理更加困難。由於此原因，通常不會有意添加銅。

鈷 ($\leq 3\%$)

【0021】 Co 為視情況選用之元素。其有助於提高馬氏體之硬度。最

大量為 3%。然而，由於實際原因，諸如廢料處理，不存在有意添加 Co。較佳最大含量可設定為 0.15%。

鎢 ($\leq 0.8\%$)

【0022】 鎢可以至多 0.8%之含量存在而不對鋼之特性過於不利。然而，鎢在凝固期間往往會分離且可產生非所要的 δ 鐵氧體。另外，鎢為昂貴的且其亦使廢料之處理變複雜。因此，最大量限制為 0.8%，較佳 0.5%，較佳不進行有意添加。

鈮 ($\leq 0.1\%$)

【0023】 鈮在其形成 M(C,N)類型之碳氮化物方面類似於鈮。Nb 之最大添加為 0.1%。較佳地，不添加鈮。

磷 ($\leq 0.05\%$)

【0024】 P 為雜質元素，其可能引起回火脆性。因此將其限制為 $\leq 0.05\%$ 、 0.03% 、 0.020% 、 0.01% 或 0.005% 。

硫 ($\leq 0.5\%$)

【0025】 硫較佳限制為 $S \leq 0.004\%$ 以便降低夾雜物之數量。然而，S 有助於提高鋼之可加工性。用於提高在硬化及回火條件下的鋼之可加工性之適合含量為 0.07-0.15%。在高硫含量下存在紅脆性之風險。此外，高硫含量可能對鋼之疲勞特性具有負面影響。因此，鋼應含有 $\leq 0.5\%$ 。然而，若鋼藉由電渣重熔 (Electro Slag Remelting; ESR) 生產，則硫含量應為極低的，較佳 $\leq 0.002\%$ ，更佳 $\leq 0.001\%$ 或 $\leq 0.0008\%$ 。

氧 (視情況為 0.003-0.01%)

【0026】 可在鋼包處理期間將氧有意添加至鋼以便在鋼中形成所要

量的氧化夾雜物且從而改進鋼之可加工性。接著將氧含量控制為落於 0.003-0.01%之範圍內。較佳範圍為 0.003-0.007%。然而，若鋼藉由電渣重熔（ESR）生產，則氧含量可降至 $\leq 0.001\%$ 、較佳 $\leq 0.0008\%$ 。

鈣（視情況為 0.0003-0.009%）

【0027】 可在鋼包處理期間將鈣有意添加至鋼以便形成具有所要組成及形狀之夾雜物。接著以 0.0003-0.009%、較佳 0.0005-0.005%之量添加鈣。

Be、Se、Mg 及 REM（稀土金屬）

【0028】 此等元素可以所要求之量添加至鋼以便進一步改進可加工性、熱加工性及/或可焊性。

硼（ $\leq 0.01\%$ ）

【0029】 可使用 B 以便進一步提高鋼之硬度。其量限制為 0.01%，較佳 $\leq 0.003\%$ 。

Ti、Zr 及 Ta

【0030】 此等元素為碳化物形成物且可以所要求的範圍內之合金的形式存在，用於改變硬質相之組成。然而，通常不添加此等元素。

PRE

【0031】 耐點蝕當量（pitting resistance equivalent；PRE）通常用於定量不鏽鋼之耐點蝕性。較高值指示較高耐點蝕性。對於高氮馬氏體不鏽鋼，可使用以下表達式：

$$\text{PRE} = \% \text{Cr} + 3.3 \% \text{Mo} + 30 \% \text{N}$$

其中，%Cr、%Mo 及 %N 為在奧氏體化溫度（TA）下溶解於基體中之含量。溶解含量可針對實際奧氏體化溫度（TA）使用 Thermo-Calc 計算及/

或在淬火後在鋼中量測。

【0032】 奧氏體化溫度 (T_A) 在 950-1200°C 範圍內，通常為 1000-1050°C。較佳地，PRE 數量在 16-18 範圍內。

鋼生產

【0033】 具有所要求的化學組成之不鏽鋼可藉由習知鋼製造或藉由粉末冶金 (powder metallurgy; PM) 生產。此類型之鋼通常藉由熔融電弧爐 (Electric Arc Furnace; EAF) 中的廢料、接著使鋼經受鋼包冶金及視情況真空除氣來製成。鋼包中的液體鋼中之氧含量可藉由攪拌熔體且使熔體表面曝露於大氣及/或藉由添加鏽皮來增加。在冶金處理結束時添加鈣，較佳如 CaSi。然而，此處理為視情況選用的且其僅在對鋼之可加工性存在特殊要求時進行。

【0034】 藉由鑄錠、適當地底部澆鑄將熔體澆鑄為錠。可使用粉末冶金 (PM) 製造但通常因為成本原因不使用。在另一方面，用於塑膠鑄模之鋼通常要求高清潔度。由於此原因，一或多個重熔步驟、諸如 VIM、VAR 或 ESR，可包括於加工途徑中。在大多數情況下，ESR 為較佳途徑。

【0035】 鋼可以與用於 400 類型系列不鏽鋼之相似的方式經熱處理來調整硬度。硬化溫度範圍較佳在 980°C-1030°C 範圍內，因為超過 1030°C 將產生晶粒生長且增加殘留奧氏體含量。

【0036】 保持時間應為約 30 分鐘。1020°C 溫度為較佳的。鋼應回火兩次，中間冷卻至室溫。在回火溫度下的保持時間應為最少 2 小時。應使用的最低回火溫度為 250°C。當使用 1020°C 作為硬化溫度時，可在 250°C 下回火之後達到 56-58 HRC 之硬度。可在 520°C 下回火之後達到 58-60 HRC 之

硬度。後一處理移除殘留奧氏體且產生接近零之尺寸變化。

實施例

【0037】 藉由習知冶金製備根據本發明之鋼組成物。比較鋼為標準 AISI440C。表 1 中給出所檢測的鋼之組成（以 wt.%計），除雜質外餘量 Fe。

表 1. 所檢測的鋼之組成。

元素	本發明之鋼	比較鋼 AISI440 C
C	0.68	1.05
Si	1.35	0.42
Mn	0.53	0.43
Cr	14.9	16.6
Ni	0.14	0.29
Mo	0.43	0.49
V	0.29	0.06
Al	0.016	0.014
N	0.16	0.051

【0038】 藉由在 1000-1050℃ 下奧氏體化 30 分鐘且使其在 400-550℃ 下 2 小時回火兩次使本發明之鋼經受硬化。結果展示於表 2 中。

表 2. 本發明之鋼之硬化結果

硬化溫度℃	回火溫度℃	硬度 HRC	殘留奧氏體體積%
1050	450	58.3	11
1050	500	60.1	13
1030	450	59.1	20
1030	500	59.0	0
1000	450	58.1	11
1000	480	58.7	7

【0039】 亦使比較鋼經受硬化及回火且結果展示於表 3 中。

表 3. 比較鋼 AISI 440C 之硬化結果

硬化溫度℃	回火溫度℃	硬度 HRC	殘留奧氏體體積%
1050	450	58.0	21
1050	500	59.2	10
1050	525	51.6	0
1050	550	45.1	0

【0040】 可見的是，所需硬度可藉由使比較鋼在 450℃ 及 500℃ 下回火之後實現，但殘留奧氏體之量過高而無法確保良好尺寸穩定性。根據經

驗，殘留奧氏體之量在硬化期間及在生產中應小於 8% 以便獲得良好尺寸穩定性。雖然較高回火溫度可用於減少殘留奧氏體之量，但其不為可選項，因為硬度將會過低。

【0041】 發現本發明之鋼之耐腐蝕性在所有測試中優於比較鋼 AISI 440C。該等測試在室溫下在 0.1 mol H_2SO_4 中進行。一個比較測試之結果展示於圖 3 中，其揭示在 500°C 下回火之後本發明之鋼具有比 AISI 440C 顯著更好的耐腐蝕性。

【0042】 進行額外測試以便比較本發明之鋼與參考鋼之其他特性。結果概述於圖 4 中，且可見的是，本發明之鋼對於在塑膠成型鑄模中之預期用途具有改進的特性特徵。

【0043】 雖然專門開發鋼合金用於塑膠成型鑄模，但咸信該合金可適用於許多其他應用。可設想的應用包括（但不限於）在要求耐腐蝕性之領域中，諸如在食品加工行業及塑膠回收行業內之刀、特定言之刀、螺釘、切碎機盤及壓輥。鋼可以包括桿及條之任何習知形式提供。

【符號說明】

無

申請專利範圍

1. 一種用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其由以重量%(wt.%)計之以下各者組成：

C	0.56-0.82
N	0.08-0.25
C+N	0.64-1.0
Si	1.05-2.0
Mn	0.2-1.0
Cr	12-16
Mo	0.1-0.8
V	0.10-0.45
Al	≤0.3
P	≤0.05
S	≤0.5

視情況存在之

Ni	≤1
Cu	≤3
Co	≤3
W	≤0.8
Nb	≤0.1
Ti	≤0.1
Zr	≤0.1
Ta	≤0.1

B	≤ 0.01
Be	≤ 0.2
Se	≤ 0.3
Ca	0.0003-0.009
O	0.003-0.01
Mg	≤ 0.01
REM	≤ 0.2

除雜質外餘量 Fe。

2. 如申請專利範圍第 1 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.56-0.80
N	0.10-0.20
C+N	0.66-0.90
Si	1.05-1.65
Mn	0.3-0.8
Cr	13.1-15.8
Mo	0.2-0.7
V	0.15-0.40
Al	≤ 0.06
Ni	≤ 0.5
Cu	0.02-2
Co	≤ 0.5



W	≤ 0.5
Nb	≤ 0.008
Ti	≤ 0.01
Zr	≤ 0.01
Ta	≤ 0.01
B	≤ 0.003
P	≤ 0.03
S	≤ 0.002
O	≤ 0.001 。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.62-0.74
N	0.10-0.18
(C+N)	0.72-0.88
Si	1.05-1.50
Mn	0.35-0.55
Cr	14.0-15.7
Mo	0.23-0.65
V	0.22-0.35
Al	0.005-0.046
Cu	≤ 0.5
Ti	≤ 0.005

Nb	≤0.005
P	≤0.020
S	≤0.004
Ni	≤0.3 °

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.64-0.72
N	0.12-0.20
(C+N)	0.76-0.84
Si	1.15-1.65
Mn	0.40-0.65
Cr	14.2-15.5
Mo	0.25-0.55
V	0.20-0.28
Al	0.01-0.036 °

5. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.66-0.70
N	0.12-0.18
Si	1.25-1.45
Mn	0.40-0.60
Cr	14.7-15.1



Mo	0.30-0.50
V	0.25-0.30
Al	≤ 0.03 。

6. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求（以 wt.%計）：

C	0.66-0.70
N	0.12-0.18
Si	1.25-1.45
Mn	0.40-0.60
Cr	14.7-15.1
Mo	0.30-0.50
V	0.25-0.30。

7. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

Ni	≤ 0.35
Cu	≤ 0.15
Co	≤ 0.15
W	≤ 0.15
P	≤ 0.01
S	≤ 0.001
O	≤ 0.001 。

8. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下

要求（以 wt.%計）：

P ≤ 0.005

S ≤ 0.0008

O ≤ 0.0008 。

9. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足如申請專利範圍第 6 項及第 7 項及/或第 8 項之所有要求。
10. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足以下條件中之至少一者：
 - i) 殘留奧氏體（austenite） ≤ 8 體積%
 - ii) 硬度 56-62 HRC。
11. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足以下條件中之至少一者：
 - i) 殘留奧氏體 ≤ 5 體積%
 - ii) 硬度 58-60 HRC。
12. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼並非藉由粉末冶金生產。
13. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼之無缺口衝擊能量在 58 HRC 下在 TL 方向上超過 40 J、較佳超過 50 J。
14. 如前述申請專利範圍中任一項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中在硬化及回火期間的尺寸變化小於 0.15%，較佳小於 0.1%，最佳小於 0.05%。
15. 一種塑膠鑄模，其由如前述申請專利範圍中任一項所定義之鋼製成。

440C-殘留奧氏體之硬度及含量對比回火溫度 $T_A=1050^{\circ}\text{C}/30\text{ min}$

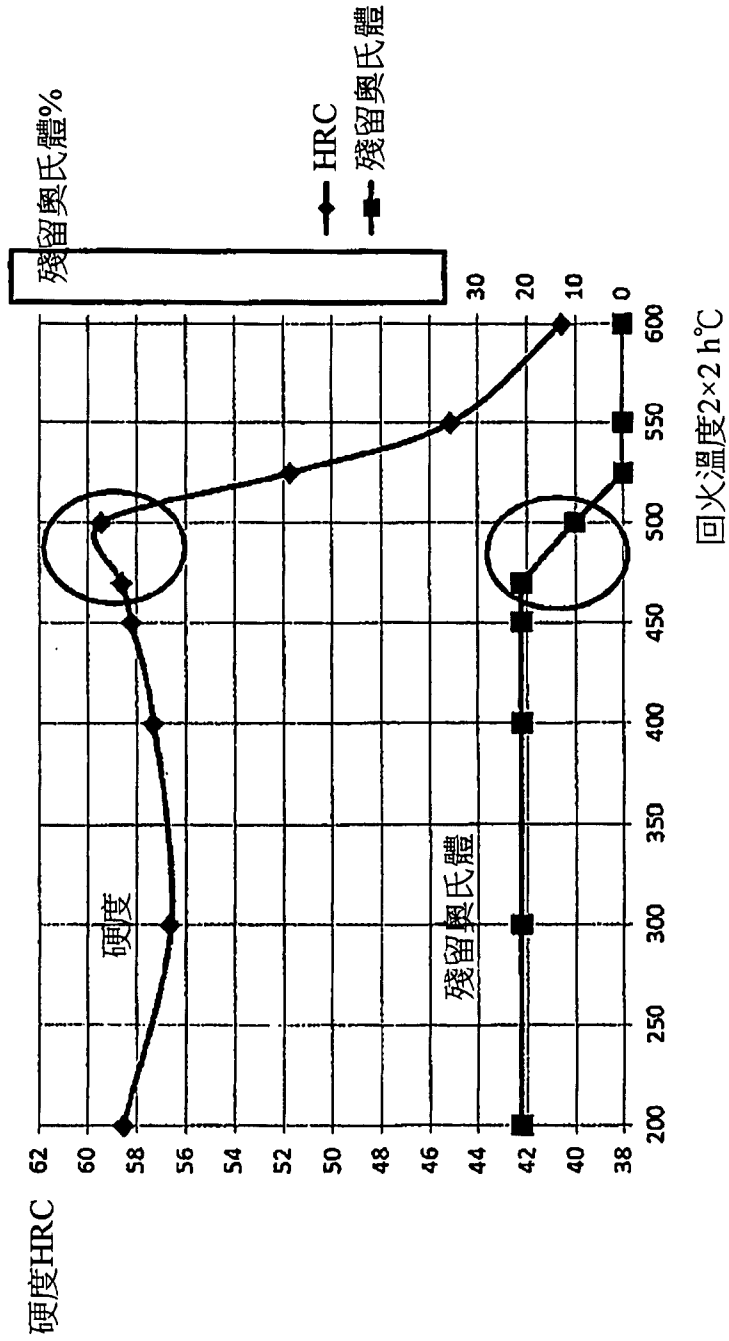


圖1

圖式

440C-在0.1 mol H₂SO₄中之一般腐蝕測試

在470-500下之回火「破壞」吾人之測試中的耐腐蝕性

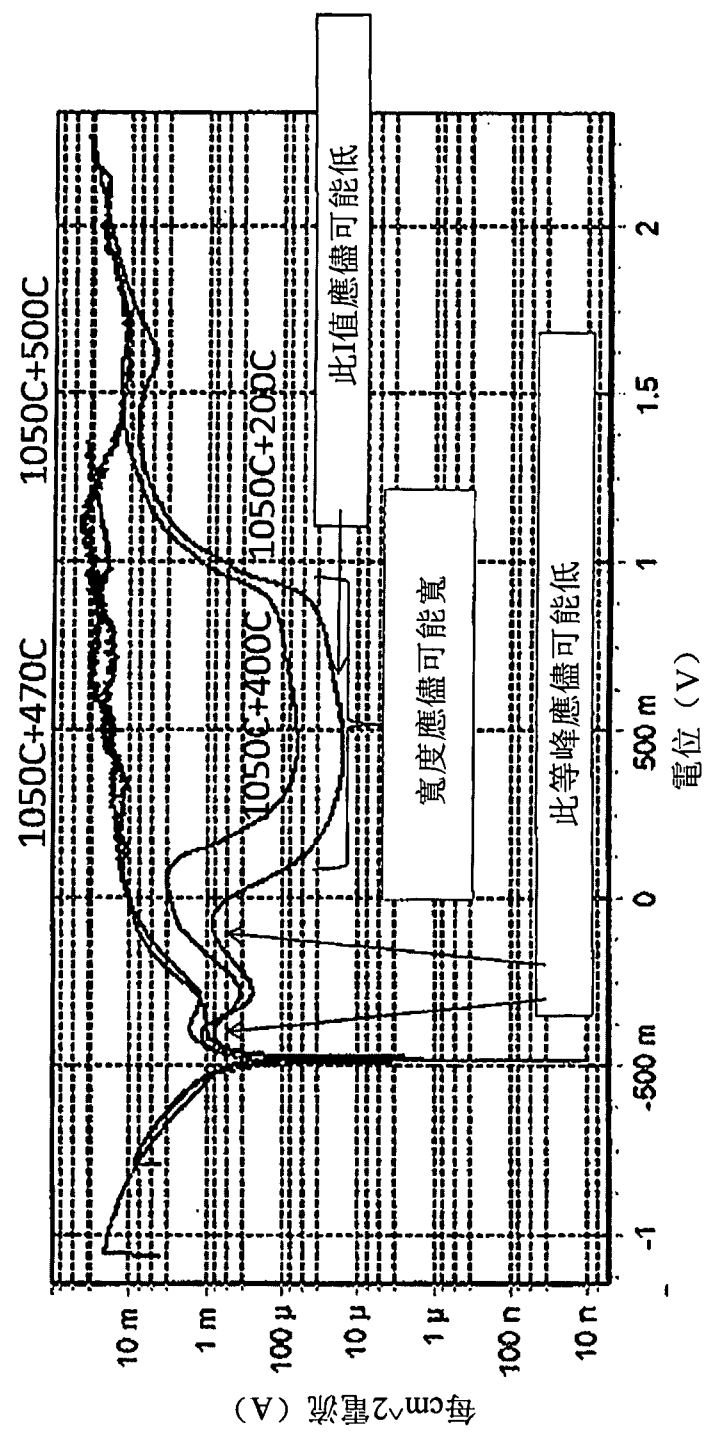


圖2

在耐腐蝕性方面比較本發明之鋼與440C

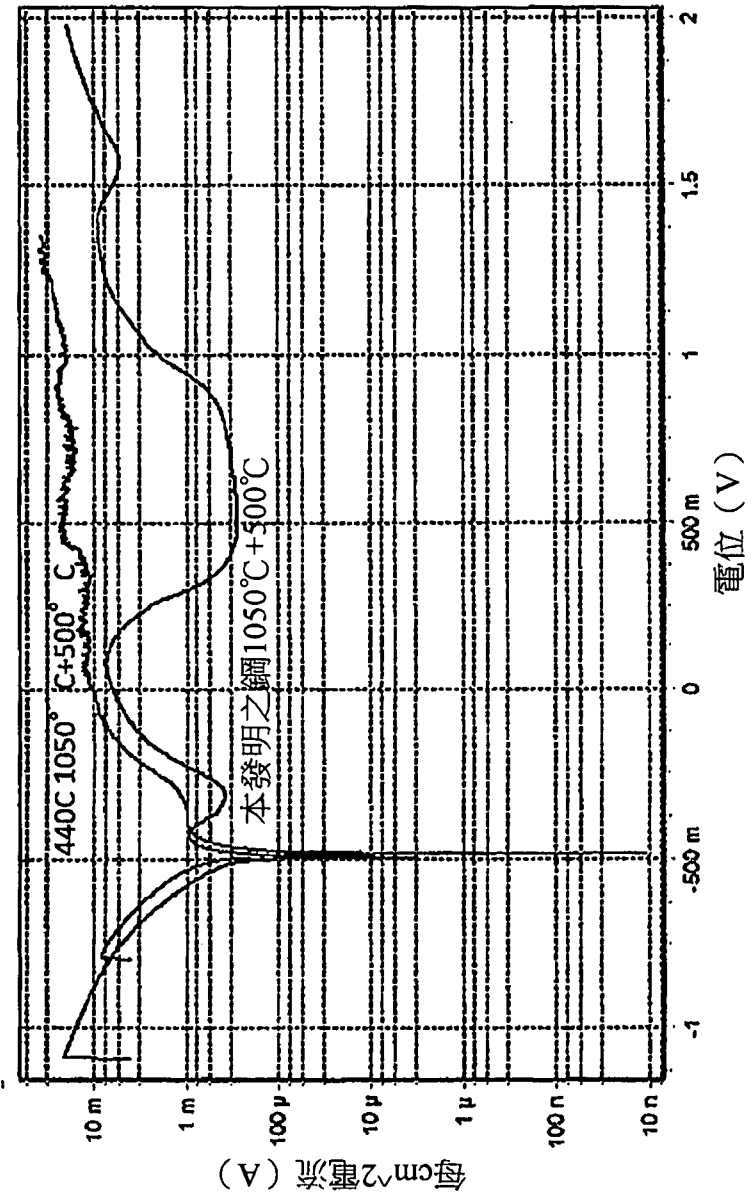


圖3

特性之比較

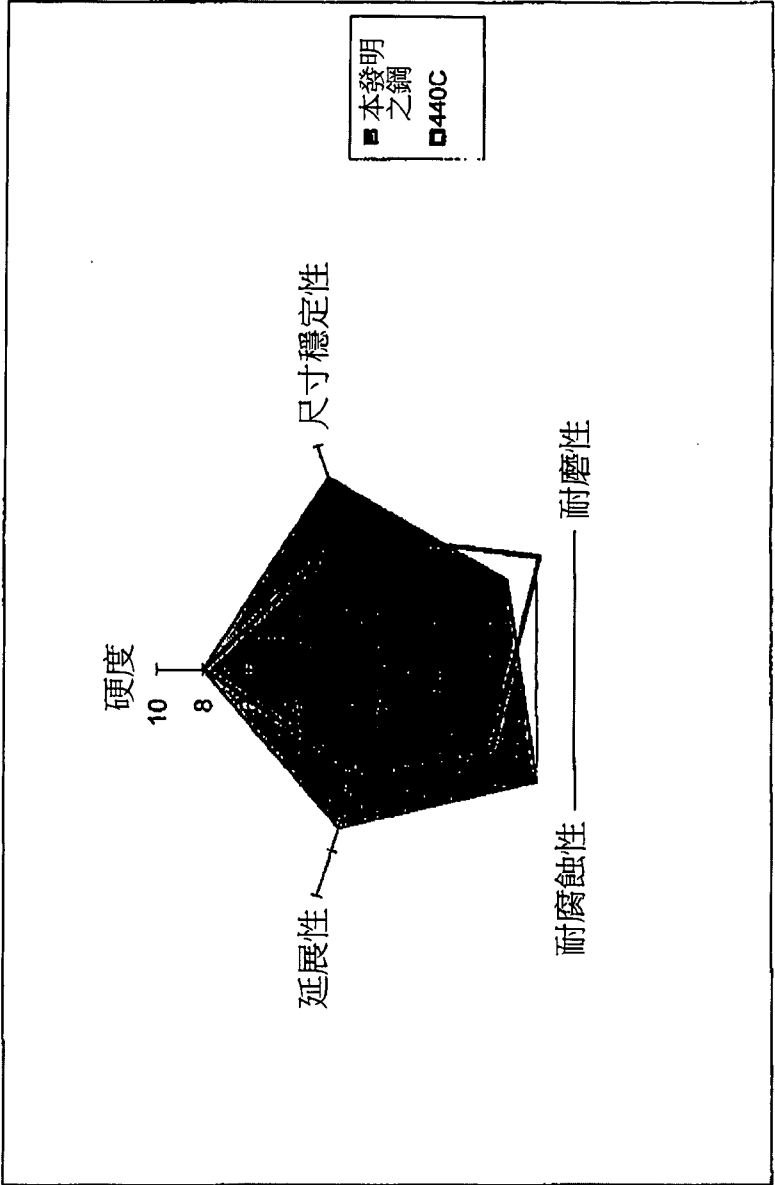


圖4

發明專利說明書

(本說明書格式、順序，請勿任意更動)

【發明名稱】(中文/英文)

用於塑膠鑄模之不鏽鋼及由該不鏽鋼所製成之鑄模

STAINLESS STEEL FOR A PLASTIC MOULD AND A MOULD MADE OF
THE STAINLESS STEEL

【技術領域】

【0001】 本發明係關於一種用於塑膠成型鑄模之馬氏體 (martensitic)

不鏽鋼，其要求高硬度及良好耐腐蝕性。本發明亦關於由本發明之鋼製成之塑膠成型鑄模。

【先前技術】

【0002】 亦已知的是，使用不鏽鋼、特定言之如 AISI420 及 AISI440 之預硬化 400 系列不鏽鋼作為用於塑膠成型鑄模之材料。然而，此等鋼易於碳化物偏析及形成 δ 鐵氧體。大量殘留奧氏體 (austenite) 亦可在硬化及回火條件下存在於此等鋼中。因此，機械特性對於塑膠鑄模應用而言不為最佳的。中碳含量為約 0.35 wt.% 至 0.40 wt.% 之不鏽鋼，如類型 AISI 420、DIN 1.2316 及 DIN 1.2085 之鋼，具有相對低的硬度，其導致有限的耐磨性。類型 AISI 440 之不鏽鋼，諸如 AISI 440C，具有約 1 wt.% 碳含量及良好耐磨性。如圖 1 中所示，此鋼可在低溫或高溫下回火之後獲得 58-60 HRC 範圍內之硬度。然而，如圖 2 中所示，此等鋼特定言之在 470-500°C 之溫度範圍內退火之後具有降低的耐腐蝕性。可使用在 200°C 下的低溫退火以便獲得 58-60 HRC 之硬度及足夠耐腐蝕性。然而，低溫退火之嚴重缺點為鋼將易於開裂。特定言之，開裂將在放電加工 (Electro Discharge Machining; EDM) 期間或

甚至在研磨之後發生。因此，當用於塑膠鑄模時，需要使鋼 AISI 440C 經受高溫退火以便防止開裂但耐腐蝕性則減弱。

【0003】 另外，對於以上缺點，由於殘餘奧氏體量過高，鋼 AISI 440C 在熱處理下具有低尺寸穩定性。

【發明內容】

【0004】 本發明之大體目標為提供一種不鏽鋼，其適合作為用於塑膠成型鑄模之材料，可使其經受 EDM。特定言之，該不鏽鋼應為馬氏體，具有高硬度及良好耐腐蝕性（即使在高溫退火之後）以及良好尺寸穩定性。

【0005】 另一目標為提供一種由新不鏽鋼製成之塑膠成型鑄模。

【0006】 藉由提供一種具有如合金申請專利範圍中所陳述的組成之不鏽鋼在顯著程度上實現前述目標以及額外優點。

【0007】 該鋼具有滿足由塑膠鑄模製造者提出之對材料特性的增強型要求之特性特徵。

【0008】 在申請專利範圍中界定本發明。

【圖式簡單說明】

【0009】

圖 1：440C - 殘留奧氏體之硬度及含量對比回火溫度 $T_A=1050^{\circ}\text{C}/30\text{ min}$

圖 2：440C - 在 $0.1\text{ mol H}_2\text{SO}_4$ 中之一般腐蝕測試

圖 3：在耐腐蝕性方面比較本發明之鋼與 440C

圖 4：特性之比較

【實施方式】

【0010】 以下簡要說明獨立元素之重要性及其彼此之間的相互作用

申請專利範圍

1. 一種用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其由以重量%(wt.%)計之以下各者組成：

C	0.56-0.82、
N	0.08-0.25、
C+N	0.64-1.0、
Si	1.05-2.0、
Mn	0.2-1.0、
Cr	12-16、
Mo	0.1-0.8、
V	0.10-0.45、
Al	≤0.3、
P	≤0.05、
S	≤0.5、

視情況存在之

Ni	≤1、
Cu	≤3、
Co	≤3、
W	≤0.8、
Nb	≤0.1、
Ti	≤0.1、
Zr	≤0.1、
Ta	≤0.1、

B	≤ 0.01 、
Be	≤ 0.2 、
Se	≤ 0.3 、
Ca	0.0003-0.009、
O	0.003-0.01、
Mg	≤ 0.01 、
REM	≤ 0.2 、

除雜質外餘量 Fe。

2. 如申請專利範圍第 1 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.56-0.80、
N	0.10-0.20、
C+N	0.66-0.90、
Si	1.05-1.65、
Mn	0.3-0.8、
Cr	13.1-15.8、
Mo	0.2-0.7、
V	0.15-0.40、
Al	≤ 0.06 、
Ni	≤ 0.5 、
Cu	0.02-2、
Co	≤ 0.5 、

W	≤ 0.5 、
Nb	≤ 0.008 、
Ti	≤ 0.01 、
Zr	≤ 0.01 、
Ta	≤ 0.01 、
B	≤ 0.003 、
P	≤ 0.03 、
S	≤ 0.002 、
O	≤ 0.001 。

3. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C	0.62-0.74、
N	0.10-0.18、
(C+N)	0.72-0.88、
Si	1.05-1.50、
Mn	0.35-0.55、
Cr	14.0-15.7、
Mo	0.23-0.65、
V	0.22-0.35、
Al	0.005-0.046、
Cu	≤ 0.5 、
Ti	≤ 0.005 、

Nb ≤ 0.005 、

P ≤ 0.020 、

S ≤ 0.004 、

Ni ≤ 0.3 。

4. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C 0.64-0.72、

N 0.12-0.20、

(C+N) 0.76-0.84、

Si 1.15-1.65、

Mn 0.40-0.65、

Cr 14.2-15.5、

Mo 0.25-0.55、

V 0.20-0.28、

Al 0.01-0.036。

5. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

C 0.66-0.70、

N 0.12-0.18、

Si 1.25-1.45、

Mn 0.40-0.60、

Cr 14.7-15.1、

Mo	0.30-0.50、
V	0.25-0.30、
Al	≤ 0.03 。

6. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求（以 wt.%計）：

C	0.66-0.70、
N	0.12-0.18、
Si	1.25-1.45、
Mn	0.40-0.60、
Cr	14.7-15.1、
Mo	0.30-0.50、
V	0.25-0.30。

7. 如申請專利範圍第1項或第2項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以下要求中之至少一者（以 wt.%計）：

Ni	≤ 0.35 、
Cu	≤ 0.15 、
Co	≤ 0.15 、
W	≤ 0.15 、
P	≤ 0.01 、
S	≤ 0.001 、
O	≤ 0.001 。

8. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其滿足以

下要求（以 wt.%計）：

P ≤ 0.005 、

S ≤ 0.0008 、

O ≤ 0.0008 。

9. 如申請專利範圍第1項或第2項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足如申請專利範圍第 6 項及第 7 項及/或第 8 項之所有要求。

10. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足以下條件中之至少一者：

i) 殘留奧氏體（austenite） ≤ 8 體積%

ii) 硬度 56-62 HRC。

11. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼滿足以下條件中之至少一者：

i) 殘留奧氏體 ≤ 5 體積%

ii) 硬度 58-60 HRC。

12. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼並非藉由粉末冶金生產。

13. 如申請專利範圍第1項或第2項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中該鋼之無缺口衝擊能量在 58 HRC 下在 TL 方向上超過 40 J、較佳超過 50 J。

14. 如申請專利範圍第 1 項或第 2 項之用於塑膠鑄模之不鏽鋼，其中在硬化及回火期間的尺寸變化小於 0.15%，較佳小於 0.1%，最佳小於 0.05%。

15. 一種塑膠鑄模，其由如申請專利範圍第 1-14 項中任一項所定義之鋼製成。