

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6800532号
(P6800532)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月27日(2020.11.27)

(51) Int.Cl. F I
C 2 2 C 38/00 (2006.01) C 2 2 C 38/00 3 0 1 H
C 2 2 C 38/46 (2006.01) C 2 2 C 38/46

請求項の数 4 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2017-10738 (P2017-10738)	(73) 特許権者	000180070
(22) 出願日	平成29年1月24日 (2017.1.24)		山陽特殊製鋼株式会社
(65) 公開番号	特開2018-119177 (P2018-119177A)		兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字 3 0 0 7
(43) 公開日	平成30年8月2日 (2018.8.2)		番地
審査請求日	令和1年11月12日 (2019.11.12)	(74) 代理人	100101085
			弁理士 横井 健至
		(74) 代理人	100134131
			弁理士 横井 知理
		(74) 代理人	100185258
			弁理士 横井 宏理
		(72) 発明者	武藤 康政
			兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字 3 0 0 7
			番地 山陽特殊製鋼株式会社内
		審査官	守安 太郎
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱伝導率に優れる熱間工具鋼

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、C : 0 . 2 0 ~ 0 . 5 0 %、S i : 0 . 5 0 % 以下、M n : 0 . 9 2 % 以下、C r : 4 . 0 0 % 以下、N i : 2 . 0 0 % 以下、2 M o + W : 1 . 8 0 % 未満 (ただし、M o : 0 . 9 0 % 未満、かつ、W : 1 . 8 0 % 未満)、V : 0 . 1 0 超 ~ 0 . 6 1 %、N : 0 . 0 4 0 % 以下、A l : 0 . 0 8 0 % 以下を含有し、残部 F e および不可避不純物からなり、 $TC = 68.0 - 6.5Mn - 5.7Cr - 3.1V - 4.4Mo - 2.2W - 24.7C - 21.2N - 6.5Ni - 1.7Si + 3.2A$ 32.5 を満足することを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼。

ただし、TC の式中の各元素記号は質量%を示し、かつ式中の A は焼戻し状態での全炭化物の総面積率 (%) を示す。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の熱間工具鋼の構成要件に加えて、該鋼の焼入焼戻し状態の室温における熱伝導率が 3 0 . 0 (W / m · K) 以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の熱間工具鋼の構成要件に加えて、焼入焼戻し状態での硬さが 4 0 . 0 H R C 以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼。

【請求項 4】

請求項 1、請求項 2 または請求項 3 の熱間工具鋼の構成要件に加えて、焼入焼戻し状態

10

20

での2mmUノッチ試験片でのシャルピー衝撃値が30J/cm²以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、金型用鋼に関して、特にダイカストやホットスタンピングなどの、500以上の熱環境下で使用される金型用鋼に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、ダイカスト分野において、自動車の軽量化を目的としたアルミ部品の高強度化や、生産性向上を目的とした部品成形加工ピッチの短縮化から、ダイカスト金型への機械的および熱的負荷が増大している。その結果、金型には摩耗、大割れ、ヒートチェックといった問題が生じやすくなっている。これらの問題に対応するため、金型材料には、硬度および靱性に優れる材料が求められている。また、ダイカスト・ホットプレス金型は内部に冷却回路が作製されており、ここを流れる冷却水による冷却効率が生産サイクルスピードに大きく影響する。冷却効率を高める方法としては、金型の高熱伝導率化がある。そのため、前述した生産性向上を目的とした、生産サイクルスピードの向上に対する要求に応えるためには、材料の特性として高い熱伝導率が必要である。これらの点に着目した従来技術や類似技術として、以下の技術が挙げられる。本発明とは異なるものである。

【0003】

従来技術として、金型用鋼として、質量%で、C:0.25%を超え0.38%未満、Si:0.01%を超え0.30%未満、Mn:0.92%を超え1.80%未満、Cr:0.8%を超え2.2%未満、Mo:0.8%を超え1.4%未満、V:0.25%を超え0.58%未満を含有する金型用鋼が提案されている(例えば、特許文献1参照。)。しかし、この提案の金型用鋼は、Mn量が本願発明と異なり、Mnの過剰添加によって熱伝導率が低下する問題がある。

【0004】

さらに、高い熱伝導率を有する金型用鋼が提案されている(例えば、特許文献2参照。)。しかし、この提案の金型用鋼はMoまたはWの過剰添加によって熱伝導率が低下する問題がある。

【0005】

フェライト・パーライトの二相組織としたプラスチック成形金型用鋼が提案されている(例えば、特許文献3参照。)。しかし、V量が本発明と異なり、焼入焼戻し硬さが不足する問題がある。

【0006】

焼入れ加熱時にオーステナイト結晶粒の粗粒化を防止して焼入れ焼戻し後の靱性を高くして得て、熱伝導性能が高い金型用鋼および金型の発明が提供されている(例えば、特許文献4参照。)。しかし、この発明はV量が本発明と異なり、Vの過剰添加によって熱伝導率が低下する問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2015-209588号公報

【特許文献2】特表2010-500471号公報

【特許文献3】特開2010-013716号公報

【特許文献4】特開2016-132797号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本願発明が解決しようとする課題は、高硬度、高靱性、高熱伝導率を兼ね備えており、

10

20

30

40

50

ダイカストやホットスタンピングなどに適用可能な金型用鋼を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

発明者らは鋭意開発を進めた結果、本願の請求項に示す合金成分とし、かつ限定式を満たすことにより、高硬度、高靱性、高熱伝導率を兼ね備えた熱間工具鋼が得られることを見出したことに基づくものである。

【0010】

課題を解決するための本発明の手段は、第1の手段では、質量%で、C：0.20～0.50%、Si：0.50%以下、Mn：0.92%以下、Cr：4.00%以下、Ni：2.00%以下、2Mo+W：1.80%未満（ただし、Mo：0.90%未満、かつW：1.80%未満）、V：0.10超～0.61%、N：0.040%以下、Al：0.080%以下を含有し、残部Feおよび不可避不純物からなり、 $TC = 68.0 - 6.5Mn - 5.7Cr - 3.1V - 4.4Mo - 2.2W - 24.7C - 21.2N - 6.5Ni - 1.7Si + 3.2A$ 32.5を満足することを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼である。

10

ただし、TCの式中の各元素記号は質量%を示し、かつ式中のAは焼戻し状態での全炭化物の総面積率(%)を示す。

【0011】

第2の手段では、第1の手段の熱間工具鋼の構成要件に加えて、該鋼の焼入焼戻し状態の室温における熱伝導率が30.0(W/m・K)以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼である。

20

【0012】

第3の手段では、第1の手段および第2の手段の熱間工具鋼の構成要件に加えて焼入焼戻し状態での硬さが40.0HRC以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼である。

【0013】

第4の手段では、第1の手段、第2の手段および第3の手段の熱間工具鋼の構成要件に加えて焼入焼戻し状態での2mmUノッチ試験片でのシャルピー衝撃値が30J/cm²以上であることを特徴とする熱伝導率に優れた熱間工具鋼である。

【発明の効果】

30

【0014】

上記の手段とすることで、ダイカストやホットスタンピングなどに適用可能な500以上の熱環境下で使用される40.0HRC以上の高硬度、シャルピー衝撃値が30J/cm²以上の高靱性、30.0W/m・K以上の高熱伝導率を兼ね備えた金型用鋼を得ることができる。

【発明を実施するための形態】

【0015】

発明を実施するための形態の説明に先立って、本願の発明の手段における化学成分の限定理由および各特性の限定理由について説明する。なお、化学成分は質量%である。

【0016】

40

C：0.20～0.50%

Cは、固溶することでマトリックスを強化し、さらに、炭化物を形成し、析出効果を促進する元素である。Cが0.20%より少ないと十分な焼入焼戻し硬さが得られない。一方、Cが0.50%より多すぎるとミクロ偏析を助長し、靱性を低下させる。さらに、固溶C量が増加して鋼の熱伝導率を低下する。そこで、Cは0.20～0.50%とする。望ましくは、Cは0.35～0.50%とする。

【0017】

Si：0.50%以下

Siは、マトリックスに固溶することで、硬さを向上させる元素である。ところで、Siが0.50%より多いと、炭化物を形成することなくマトリックスに溶け込むため、熱

50

伝導率を大きく低下させる。そこで、S i は 0 . 5 0 % 以下とし、望ましくは、0 . 3 0 % 以下とする。

【 0 0 1 8 】

M n : 0 . 9 2 % 以下

M n は、焼入性を向上させ、ベイナイト形成による靱性の低下を抑制する元素である。ところで、M n が 0 . 9 2 % より多すぎると、マトリックスに固溶して熱伝導率を低下させる。そこで、M n は 0 . 9 2 % 以下とし、望ましくは、0 . 8 0 % 以下とする。

【 0 0 1 9 】

C r : 4 . 0 0 % 以下

C r は、焼入性を向上させ、ベイナイト形成による靱性の低下を抑制する元素である。ところで、C r が 4 . 0 0 % より多すぎると、マトリックスに固溶して熱伝導率を低下させる。そこで、C r は 4 . 0 0 % 以下とし、望ましくは、2 . 0 0 % 未満とする。

10

【 0 0 2 0 】

N i : 2 . 0 0 % 以下

N i は、焼入性を向上させ、ベイナイト形成による靱性の低下を抑制する元素である。ところで、N i は炭化物を形成せずにマトリックスに固溶し、熱伝導率を低下させる。N i が 2 . 0 0 % より多いと、熱伝導率は大きく低下する。そこで、N i は 2 . 0 0 % 以下とし、望ましくは 1 . 5 0 % 以下とする。

【 0 0 2 1 】

M o : 0 . 9 0 % 未満、かつ W : 1 . 8 0 % 未満の範囲内で、2 M o + W : 1 . 8 0 % 未満

20

M o と W は、焼戻し時の二次硬化を促進し、焼入焼戻し硬さを高める元素である。ところで、M o が 0 . 9 0 % 以上で多すぎる、または W が 1 . 8 0 % 以上で多すぎると、マトリックスに残存する M o や W が増加し、熱伝導率を低下する。さらに、M o が 0 . 9 0 % 未満で、かつ W が 1 . 8 0 % 未満の範囲内でも、2 M o + W が 1 . 8 0 % 以上で多すぎると、マトリックスに残存する M o や W が増加し、熱伝導率が低下する。そこで、M o は 0 . 9 0 % 未満、かつ W は 1 . 8 0 % 未満の範囲内で、2 M o + W は 1 . 8 0 % 未満とする。望ましくは、M o は 0 . 8 5 % 未満、かつ W は 1 . 7 0 % 未満の範囲内で、2 M o + W は 1 . 7 0 % 未満とする。

【 0 0 2 2 】

V : 0 . 1 0 超 ~ 0 . 6 1 %

V は、焼戻し時の二次硬化を促進し、焼入焼戻し硬さを高める元素である。ところで V が 0 . 6 1 % より多すぎると、マトリックスに残存する V が増加し、熱伝導率が低下する。そこで、V は 0 . 1 0 超 ~ 1 . 8 0 % とし、望ましくは 0 . 2 5 ~ 0 . 4 5 % とする。

30

【 0 0 2 3 】

N : 0 . 0 4 0 % 以下

N は、固溶することでマトリックスを強化し、さらに窒化物を形成することで、析出硬化を促進し、焼入焼戻し硬さを大きくする元素である。ところで、N は、0 . 0 4 0 % より過剰に添加すると、マトリックス中の N 量が増加し、熱伝導率を低下する。そこで、N は 0 . 0 4 0 % 以下とし、望ましくは 0 . 0 3 0 % 以下とする。

40

【 0 0 2 4 】

A l : 0 . 0 8 0 % 以下

A l は、窒化物を形成し焼入れにおける結晶粒の粗大化を抑制する元素である。ところで、A l は 0 . 0 8 0 % よりも多く添加すると、過剰の A l 窒化物の形成により、靱性が低下する。そこで、A l は 0 . 0 8 0 % 以下とし、望ましくは 0 . 0 6 0 % 以下とする。

【 0 0 2 5 】

T C (熱伝導率の指標) : 3 2 . 5 以上

T C は、請求項 1 の限定条件であり、3 2 . 5 未満であると、マトリックスに残存する合金元素量が増加し、熱伝導率を低下させる。そこで、T C は 3 2 . 5 以上とし、望ましくは 3 7 . 5 以上とする。

50

なお、 $TC = 68.0 - 6.5Mn - 5.7Cr - 3.1V - 4.4Mo - 2.2W - 24.7C - 21.2N - 6.5Ni - 1.7Si + 3.2A$ とする。ここで、各元素記号は質量%を示す。Aは焼戻し状態での全炭化物の総面積率を示す。このTCの式は熱伝導率の指標となるものであり、TCが大きいほど熱伝導率は大きくなる。各元素の添加量が増加すると、TCの値は小さくなり、炭化物量が大きくなるほどTCは大きくなる。

【0026】

焼入焼戻し状態の室温の熱伝導率（請求項2の限定条件）：30.0 W/m・K以上

焼入焼戻し状態の室温の熱伝導率は、ホットスタンピングやダイカスト工程における生産性に関係する値であり、これらの向上のためには、30.0 W/m・K以上が必要であり、望ましくは35.0 W/m・K以上が必要である。

10

【0027】

焼入焼戻し状態の硬さ（請求項3の限定条件）：40.0 HRC以上

焼入焼戻し状態の硬さは、ホットスタンピングやダイカストの金型として使われる際に、十分な金型寿命を得るために必要な値であり、そのためには40.0 HRC以上の硬さが必要であり、望ましくは45.0 HRC以上が必要である。

【0028】

焼入焼戻し状態における2 mm Uノッチ試験片でのシャルピー衝撃値（請求項4の限定条件）：30 J/cm²以上

焼入焼戻し状態における2 mm Uノッチ試験片でのシャルピー衝撃値はホットスタンピングやダイカストの金型として使われる際に、十分な金型寿命を得るために必要な値であり、そのためには、シャルピー衝撃値は30 J/cm²以上が必要であり、望ましくは40 J/cm²以上が必要である。

20

【0029】

ここで、本願の発明を実施するための形態について以下に説明する。

【0030】

表1に示す本願の発明鋼の各No.の鋼および表2に示す比較鋼の各No.の化学成分の鋼を、真空溶解炉で溶製し、得られた各100 kgの鋼塊を、幅65 mm、高さ30 mmのブロックに熱間鍛伸した。この鍛伸材を870℃で焼なまし後、表面と中心の中間位置から試料を採取した。これらの試料を1030℃で焼入れし、600℃で2回の焼戻しを行った後、それらの鋼の炭化物面積率と特性を調査した。表1に本願の発明鋼の成分、炭化物面積率、TCについて記載し、表2に比較鋼の成分、炭化物面積率、TCについて示した。

30

【0031】

この場合、炭化物の面積率は、焼入焼戻し状態の鍛伸方向に平行な面を研磨して炭化物面積率の測定用の試験片とした。これらの試験片を用いて、走査型電子顕微鏡の反射電子像から、総面積10000 μm²の領域における炭化物を観察した後、画像解析により面積率を算出した。

【0032】

【表 1】

(化学成分の値は質量%で示す)

区分	No.	化学成分 (質量%)										2Mo+W	炭化物 面積率(%)	TC
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	N	Al			
発 明 鋼	1	0.35	0.44	0.16	1.93	1.41	0.32	0.76	0.30	0.032	0.024	1.40	1.3	37.0
	2	0.34	0.23	0.41	2.35	1.60	0.43	0.21	0.40	0.038	0.040	1.07	1.4	32.9
	3	0.41	0.35	0.72	1.14	0.68	0.13	0.49	0.49	0.025	0.078	0.75	1.3	42.2
	4	0.40	0.50	0.60	1.88	0.76	0.21	0.90	0.29	0.040	0.060	1.33	1.4	37.4
	5	0.42	0.14	0.26	1.01	0.30	0.85	0.00	0.41	0.019	0.019	1.70	1.3	46.8
	6	0.35	0.31	0.08	2.26	1.66	0.13	1.20	0.48	0.018	0.058	1.45	1.4	34.1
	7	0.46	0.24	0.18	1.95	1.72	0.34	0.53	0.42	0.019	0.046	1.21	1.4	33.0
	8	0.22	0.49	0.48	2.98	0.62	0.54	0.02	0.39	0.026	0.005	1.09	1.4	37.9
	9	0.33	0.40	0.86	1.24	0.66	0.28	1.06	0.38	0.008	0.033	1.62	1.2	41.1
	10	0.43	0.15	0.24	0.76	0.89	0.84	0.00	0.41	0.017	0.019	1.68	1.6	45.2
	11	0.49	0.12	0.10	2.85	0.53	0.02	0.22	0.59	0.027	0.004	0.26	1.7	38.0
	12	0.36	0.20	0.47	1.37	1.02	0.21	0.47	0.27	0.027	0.041	0.89	1.3	42.0
	13	0.39	0.32	0.80	1.03	0.02	0.19	0.12	0.12	0.028	0.051	0.50	1.3	48.6
	14	0.27	0.39	0.50	0.51	1.89	0.01	0.02	0.11	0.035	0.027	0.04	1.1	44.5
	15	0.35	0.01	0.02	0.49	0.00	0.82	0.01	0.16	0.002	0.002	1.65	0.8	54.8
	16	0.40	0.04	0.20	2.33	1.13	0.47	0.13	0.46	0.039	0.060	1.06	1.5	36.1
	17	0.22	0.34	0.89	0.05	1.61	0.33	0.19	0.27	0.015	0.034	0.84	0.9	45.2
	18	0.31	0.34	0.58	2.37	1.00	0.89	0.69	0.54	0.009	0.049	1.21	1.3	32.7
	19	0.26	0.41	0.23	0.77	0.43	0.89	0.01	0.14	0.012	0.021	1.79	0.9	50.3
	20	0.25	0.45	0.49	3.88	0.53	0.18	0.55	0.33	0.029	0.027	0.91	1.7	34.2
	21	0.38	0.36	0.90	0.42	0.31	0.89	0.01	0.33	0.033	0.028	1.79	1.0	45.2
	22	0.30	0.23	0.79	0.19	1.47	0.01	1.77	0.33	0.030	0.033	1.79	1.0	42.0
	23	0.21	0.46	0.50	2.90	0.73	0.14	1.05	0.44	0.008	0.060	1.34	1.4	37.6
	24	0.49	0.49	0.06	1.59	1.48	0.12	0.05	0.42	0.003	0.016	0.28	1.4	38.5
	25	0.23	0.19	0.31	2.33	1.27	0.36	0.55	0.40	0.005	0.010	1.27	1.3	38.4

注 1) 残部は Fe と不可避免の不純物。

【 0 0 3 3 】

10

20

30

【表 2】

(化学成分の値は質量%で示す)

区分	記号	化学成分 (質量%)										2Mo+W	炭化物 面積率(%)	TC
		C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	N	Al			
比較鋼	26	<u>0.19</u>	0.31	0.50	1.95	1.78	0.01	0.31	0.34	0.001	0.053	0.33	1.3	39.1
	27	<u>0.53</u>	0.10	0.65	1.18	1.90	0.89	0.12	0.37	0.033	0.014	0.13	1.3	<u>29.5</u>
	28	0.48	<u>0.52</u>	0.79	3.09	0.59	0.36	0.95	0.16	0.030	0.060	1.67	1.8	<u>29.4</u>
	29	0.41	0.11	<u>0.94</u>	1.95	1.77	0.12	0.04	0.29	0.006	0.002	0.28	1.5	<u>32.2</u>
	30	0.45	0.42	0.21	<u>4.11</u>	1.21	0.02	0.07	0.38	0.001	0.051	0.10	2.0	<u>28.4</u>
	31	0.36	0.21	0.68	2.54	<u>2.09</u>	0.59	0.20	0.14	0.035	0.011	1.37	1.5	<u>26.8</u>
	32	0.46	0.29	0.37	3.44	0.52	<u>0.93</u>	0.03	0.43	0.032	0.046	<u>1.89</u>	1.7	<u>29.9</u>
	33	0.44	0.24	0.69	3.21	0.53	0.03	<u>1.82</u>	0.15	0.027	0.014	<u>1.88</u>	1.8	<u>31.0</u>
	34	0.42	0.49	0.43	3.31	0.77	0.60	0.62	0.20	0.006	0.074	<u>1.82</u>	1.6	<u>30.5</u>
	35	0.23	0.06	0.39	2.53	0.62	0.02	0.51	<u>0.09</u>	0.030	0.052	0.55	1.4	43.7
	36	0.25	0.36	0.59	2.37	1.83	0.13	0.41	<u>0.62</u>	0.037	0.024	0.67	1.4	<u>32.3</u>
	37	0.49	0.17	0.71	3.08	0.54	0.89	0.06	0.11	<u>0.061</u>	0.001	0.09	1.7	<u>29.7</u>
	38	0.46	0.33	0.05	0.29	0.04	0.01	0.58	0.54	0.024	<u>0.093</u>	0.86	1.1	54.0
	39	0.36	0.33	0.80	2.31	1.76	0.03	0.10	0.29	0.012	0.051	0.17	1.5	<u>32.2</u>

注1) 残部は Fe と不可避免の不純物。

注2) 下線 は、本発明範囲外の条件。

【0034】

さらに、表3に本願の発明鋼の各No.の熱伝導率、焼入焼戻し硬さおよびシャルピー衝撃値を示し、表4に比較鋼の各No.の熱伝導率、焼入焼戻し硬さおよびシャルピー衝撃値を示した。

【0035】

【表 3】

区分	No.	熱伝導率 (W/m・K)	焼入焼戻し硬さ (HRC)	シャルピー衝撃値 (J/cm ²)
堯 明 鋼	1	34.2	47.6	59
	2	31.1	44.3	60
	3	39.5	48.0	44
	4	34.3	49.7	51
	5	42.0	48.6	56
	6	30.1	45.5	62
	7	30.5	48.1	51
	8	36.8	41.8	65
	9	38.0	47.6	53
	10	41.9	47.7	51
	11	35.0	43.8	42
	12	39.5	45.2	55
	13	46.7	46.9	47
	14	42.2	44.9	69
	15	56.5	43.4	33
	16	34.6	43.7	50
	17	43.6	44.9	65
	18	31.5	46.4	54
	19	50.6	46.7	54
	20	31.2	40.5	69
	21	45.3	50.8	37
	22	37.3	47.9	59
	23	35.1	41.4	70
	24	36.3	49.4	49
	25	36.1	40.1	68

10

20

30

【 0 0 3 6 】

【表 4】

区分	No.	熱伝導率 (W/m・K)	焼入焼戻し硬さ (HRC)	シャルピー衝撃値 (J/cm ²)
比較鋼	26	36.3	<u>39.1</u>	73
	27	<u>29.0</u>	52.1	40
	28	<u>26.2</u>	51.0	51
	29	<u>29.7</u>	43.7	61
	30	<u>25.4</u>	43.2	62
	31	<u>25.3</u>	45.5	68
	32	<u>29.5</u>	47.6	44
	33	<u>25.7</u>	47.0	58
	34	<u>28.5</u>	48.2	57
	35	40.7	<u>37.6</u>	72
	36	<u>29.4</u>	42.2	67
	37	<u>29.1</u>	48.8	45
	38	51.1	49.4	<u>26</u>
	39	<u>29.4</u>	43.7	67

下線は、本発明範囲外の条件。

【0037】

熱伝導率の測定には、レーザーフラッシュ法を用い、焼入焼戻し状態の試料を直径 10 mm で厚さ 1 mm の円板形状に仕上げ加工し、試験に供した。

【0038】

焼入焼戻し硬さは、ロックウェル硬さ試験機で、焼入焼戻し状態の試料の鍛伸方向に垂直な面の硬さを測定した。

【0039】

靱性は、シャルピー衝撃値は靱性により評価を実施した。試験片は、焼入焼戻し状態の試料から作製した。試験片の形状は 2 mm U ノッチシャルピー試験片であり、ノッチ方向は鍛伸方向に対して垂直な方向とした。

【0040】

以上のように、表 1 および表 3 に示す本願の発明鋼の No. 1 ~ 25 は、TC の値が 32.5 以上であり熱伝導率がいずれも 30.0 W/m・K 以上と大きく、焼入焼戻し硬さがいずれも 40.0 HRC 以上であり、シャルピー衝撃値がいずれも 30 J/cm² 以上であり、優れた高熱伝導率、高硬度、高靱性の熱間工具鋼である。

【0041】

一方、表 2 および表 4 に示す比較鋼の No. 26 ~ 39 について以下に検討する。

表 2 の No. 26 では C 量が 0.19 % と 0.20 % より少ないので、表 4 の No. 26 の焼入焼戻し硬さが 39.1 HRC と 40.0 HRC より低い。

No. 27 は C 量が 0.53 % と 0.50 % より多いので、TC の値が 29.5 と 32.5 より低くかつ表 4 の熱伝導率が 29.0 W/mK と 30.0 W/mK より低い。

No. 28 は Si 量が 0.52 % と 0.50 % より多いので、TC の値が 29.4 と 32.5 より低くかつ表 4 の熱伝導率が 26.2 W/mK と 30.0 W/mK より低い。

No. 29 は Mn 量が 0.94 % と 0.92 % より多いので、TC の値が 32.2 と 32.5 より低くかつ表 4 の熱伝導率が 29.7 W/mK と 30.0 W/mK より低い。

No. 30 は Cr 量が 4.11 % と 4.00 % より多いので、TC の値が 28.4 と 32.5 より低くかつ表 4 の熱伝導率が 25.4 W/mK と 30.0 W/mK より低い。

No. 31 は Ni 量が 2.09 % と 2.00 % より多いので、TC の値が 26.8 と 3

10

20

30

40

50

2.5より低くかつ表4の熱伝導率が25.3 W/mKと30.0 W/mKより低い。

No. 32はMo量が0.93%と0.90%より多いので、2Mo+Wの量が1.89%と1.80%より多くかつTCの値が29.9と32.5より低く、表4の熱伝導率が29.5 W/mKと30.0 W/mKより低い。

No. 33はW量が1.82%と1.80%より多いので、2Mo+Wの量が1.88%と1.80%より多くかつTCの値が31.0と32.5より低く、表4の熱伝導率が25.7 W/mKと30.0 W/mKより低い。

No. 34は2Mo+Wの量が1.82%と1.80%より多くかつTCの値が30.5と32.5より低く、表4の熱伝導率が28.5 W/mKと30.0 W/mKより低い。

10

No. 35はV量が0.09%と0.10%より少ないので、表4の焼入焼戻し硬さが37.6 HRCと40.0より低い。

No. 36はV量が0.62%と0.61%より多いので、TCの値が32.3と32.5より低くかつ表4の熱伝導率が29.4 W/mKと30.0 W/mKより低い。

No. 37はN量が0.061%と0.040%より多いので、TCの値が29.7と32.5より低くかつ表4の熱伝導率が29.1 W/mKと30.0 W/mKより低い。

No. 38はAl量が0.093%と0.080%より多いので、表4のシャルピー衝撃値が26 J/cm²と30 J/cm²より低い。

No. 39は化学成分の量は規定の範囲内であるが、TCの値が32.2と32.5より低いので、表4の熱伝導率が29.4 W/mKと30.0 W/mKより低い。

20

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 0 6 1 7 1 2 (J P , A)
特表 2 0 1 0 - 5 0 0 4 7 1 (J P , A)
特開 2 0 0 7 - 1 9 7 7 8 4 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
C 2 2 C 3 8 / 0 0 - 3 8 / 6 0