

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年10月3日(03.10.2024)



(10) 国際公開番号
WO 2024/203945 A1

(51) 国際特許分類:

B22F 1/00 (2022.01) *B33Y 70/00* (2020.01)
B22F 10/28 (2021.01) *B33Y 80/00* (2015.01)
B22F 10/36 (2021.01) *C22C 38/00* (2006.01)
B22F 10/64 (2021.01) *C22C 38/60* (2006.01)
B22F 10/366 (2021.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/011470

(22) 国際出願日: 2024年3月22日(22.03.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2023-057799 2023年3月31日(31.03.2023) JP

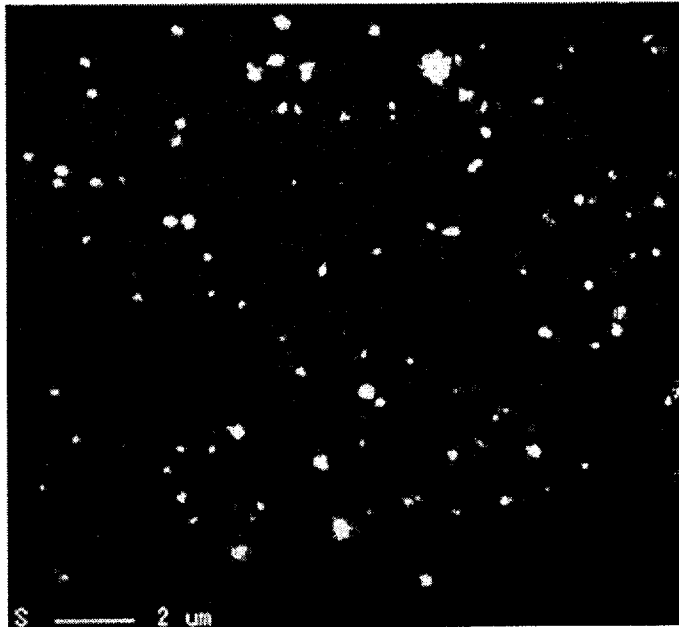
(71) 出願人: 株式会社プロテリアル(**PROTERIAL, LTD.**) [JP/JP]; 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 福澤 範英 (**FUKUZAWA Norihide**); 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 株式会社プロテリアル内 Tokyo (JP). 齋藤 大樹 (**SAITO Daiki**); 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 株式会社プロテリアル内 Tokyo (JP). 王 ジュエ(**WANG Jue**); 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 株式会社プロテリアル内 Tokyo (JP). 齊藤 和也(**SAITO Kazuya**); 〒1350061 東京都江東区豊洲五丁目6番36号 株式会社プロテリアル内 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,

(54) **Title:** METAL POWDER FOR MOLDING, AND MOLDED ARTICLE

(54) 発明の名称: 造形用金属粉末および造形物



2μm

(57) **Abstract:** Provided are: a metal powder for molding from which a molded article having both high strength and machinability can be produced; and a molded article molded by using the same. Provided are: a metal powder for molding which contains 0.40-0.70 mass% of C, at most 1.40 mass% of Si, 5.00-15.00 mass% of Mn, 2.00-10.00 mass% of Ni, 7.00-14.00 mass% of Cr, 0.80-5.00 mass% of Mo, 1.00-2.50 mass% of V, 0.60-4.00 mass% of Cu, 0.60-4.00 mass% of Al, and 0.0500-0.1500 mass% of S, with the balance being Fe and inevitable impurities; and a molded article molded by using the same.

[続葉有]



WO 2024/203945 A1



CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 高強度および被削性を兼ね備えた造形物を製造可能な造形用金属粉末およびこれを用いて造形された造形物を提供する。質量%で、C = 0.40 ~ 0.70%、Si = 1.40%以下、Mn = 5.00 ~ 15.00%、Ni = 2.00 ~ 10.00%、Cr = 7.00 ~ 14.00%、Mo = 0.80 ~ 5.00%、V = 1.00 ~ 2.50%、Cu = 0.60 ~ 4.00%、Al = 0.60 ~ 4.00%、S = 0.0500 ~ 0.1500%含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる造形用金属粉末およびこれを用いて造形された造形物。

明 細 書

発明の名称：造形用金属粉末および造形物

技術分野

[0001] 本発明は、造形用金属粉末およびこれを用いた造形物に関する。

背景技術

[0002] 時効硬化型オーステナイト系工具鋼は、非磁性かつ高硬度であるという特徴から、プラマグ成形型や非磁性が求められる治具などに活用されている。時効硬化型オーステナイト系工具鋼として、例えば特許文献1が提案されている。時効硬化型オーステナイト系工具鋼には、被削性も要求されており、特許文献1では成分設計によって高強度および被削性の最適化がなされている。このような時効硬化型オーステナイト系工具鋼は、普通鑄造または再溶解鑄造といった造塊プロセスで得た鋼塊を熱間で塑性加工して鋼材を得る、所謂溶製法で製造されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開昭63-203753号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1の時効硬化型オーステナイト系工具鋼は、高強度および被削性を得るために、炭化物やMnSが形成される成分組成となっている。これを溶製法で製造する場合は、普通鑄造または再溶解鑄造中に溶湯から晶出した炭化物やMnSを、熱間での塑性加工によって変形させ、最終形状の鋼材に成形する。これら炭化物やMnSは、その後の熱処理工程においても残存し、鋼材の状態では微細化させることが困難であった。

[0005] 本発明の目的は、高強度および被削性を兼ね備えた造形物を製造可能な造形用金属粉末およびこれを用いた造形物を提供することである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明者は、時効硬化型オーステナイト系工具鋼の組織制御手法を検討し、造形用金属粉末を固化成形するプロセスを採用することで、組織形態の微細化により、高強度および被削性を兼ね備えた造形物を得ることができることを見出し、本発明に到達した。

[0007] 本発明は、質量%で、 $C = 0.40 \sim 0.70\%$ 、 $Si = 1.40\%$ 以下、 $Mn = 5.00 \sim 15.00\%$ 、 $Ni = 2.00 \sim 10.00\%$ 、 $Cr = 7.00 \sim 14.00\%$ 、 $Mo = 0.80 \sim 5.00\%$ 、 $V = 1.00 \sim 2.50\%$ 、 $Cu = 0.60 \sim 4.00\%$ 、 $Al = 0.60 \sim 4.00\%$ 、 $S = 0.0500 \sim 0.1500\%$ 含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなる造形用金属粉末である。

[0008] そして、本発明は、質量%で、 $C = 0.40 \sim 0.70\%$ 、 $Si = 1.40\%$ 以下、 $Mn = 5.00 \sim 15.00\%$ 、 $Ni = 2.00 \sim 10.00\%$ 、 $Cr = 7.00 \sim 14.00\%$ 、 $Mo = 0.80 \sim 5.00\%$ 、 $V = 1.00 \sim 2.50\%$ 、 $Cu = 0.60 \sim 4.00\%$ 、 $Al = 0.60 \sim 4.00\%$ 、 $S = 0.0500 \sim 0.1500\%$ 含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、積層方向と平行な断面において、MnSの最大長さが $1\mu m$ 未満の造形物である。

発明の効果

[0009] 本発明は、時効硬化型オーステナイト系工具鋼の組織形態の微細化により、高強度および被削性を兼ね備えた造形物の製造に有用な技術となる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明例となる造形用金属粉末の断面を、EPMA（電子線マイクロアナライザー）で分析したときの、Sの元素マッピング画像を示す図。

[図2]本発明例となる造形物の積層方向と平行する断面を、EPMAで分析したときの、Sの元素マッピング画像を示す図。

[図3]比較例となる鋼材の断面を、EPMAで分析したときの、Sの元素マッピング画像を示す図。

[図4]本発明例となる造形物の溶体化処理後の光学顕微鏡写真。

[図5]比較例となる鋼材の溶体化処理後の光学顕微鏡写真。

発明を実施するための形態

[0011] 本発明の造形用金属粉末（以下、単に「金属粉末」ともいう。）および造形物は、質量％で、C＝0.40～0.70％、Si＝1.40％以下、Mn＝5.00～15.00％、Ni＝2.00～10.00％、Cr＝7.00～14.00％、Mo＝0.80～5.00％、V＝1.00～2.50％、Cu＝0.60～4.00％、Al＝0.60～4.00％、S＝0.0500～0.1500％含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなる。

[0012] C＝0.40～0.70質量％

C（炭素）は、Mn、Niとともにオーステナイト形成元素として、本発明の造形物の組織をオーステナイトとして保つために必要な元素である。また、Cは、Cr、Mo、Vとともに炭化物を形成することで、硬さの向上や、耐摩耗性を向上させるためにも必要な元素である。Cの含有量は、造形物の硬さを得る観点から、0.40質量％以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Cの含有量を0.45質量％以上にすることが好ましく、0.50質量％以上がより好ましい。

一方、Cの含有量が高すぎると、粗大な炭化物が形成されてしまい、靱性の低下を招く虞がある。このため、Cの含有量は、0.70質量％以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Cの含有量を0.65質量％以下にすることが好ましく、0.60質量％以下がより好ましい。

[0013] Si＝1.40質量％以下

Siは、耐酸化性を高めるために必要な元素である。ただし、Siが多すぎると、造形物の内部に偏析が生じてしまい、強度が低下する虞がある。このため、Siの含有量は、1.40質量％以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Siの含有量を1.00質量％以下にすることが好ましく、0.60質量％以下がより好ましい。

なお、Siは、工業的量産性を考慮して、0.1質量ppm以上にするこ

とが好ましく、0.5質量ppm以上にすることがより好ましい。

[0014] Mn = 5.00 ~ 15.00 質量%

Mnは、C、Niとともにオーステナイト形成元素として、本発明の造形物の組織をオーステナイトとして保つために必要な元素である。Mnの含有量は、低すぎるとフェライトが生成されてしまい、時効処理における最高硬さを低下させる虞がある。このため、Mnの含有量は、5.00質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Mnの含有量を5.50質量%以上にすることが好ましく、6.00質量%以上がより好ましい。

一方、Mnの含有量が高すぎると、被削性を低下させる虞がある。このため、Mnの含有量は、15.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Mnの含有量を10.00質量%以下にすることが好ましい。

[0015] Ni = 2.00 ~ 10.00 質量%

Niは、C、Mnとともに、本発明の造形物の組織をオーステナイトとして保つために必要な元素である。また、Niは、溶体化処理後の時効処理において、Alとの間に微細な金属間化合物を形成し、時効硬化型オーステナイト系工具鋼として必要な硬度を得るために必要な元素である。このため、Niの含有量は、2.00質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Niの含有量を3.00質量%以上にすることが好ましく、5.00質量%以上がより好ましい。

一方、Niの含有量が高すぎると、造形物の組織に非金属介在物が増加してしまい、靱性が低下する虞がある。このため、Niの含有量は、10.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Niの含有量を9.00質量%以下にすることが好ましく、8.00質量%以下がより好ましい。

[0016] Cr = 7.00 ~ 14.00 質量%

Crは、鋼材の耐食性や耐酸化性を高め、また炭化物を形成して溶体化処理時の結晶粒の粗大化を抑制するために必要な元素である。このため、Cr

の含有量は、7.00質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Crの含有量を8.00質量%以上にすることが好ましく、9.00質量%以上がより好ましい。

一方、Crの含有量が高すぎると、粗大な炭化物の生成を助長してしまい、靱性が低下する虞がある。また、Crの含有量が高すぎると、高温強度の低下やフェライトの生成を招く。このため、Crの含有量は、14.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Crの含有量を13.00質量%以下にすることが好ましく、12.00質量%以下がより好ましい。

[0017] Mo = 0.80～5.00質量%

Moは、炭化物を形成して溶体化処理時の結晶粒の粗大化を抑制し、時効処理時に微細な炭化物を析出し、高い時効硬さと高温強度を得るために必要な元素である。このため、Moの含有量は、0.80質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Moの含有量を1.30質量%以上にすることが好ましく、1.80質量%以上がより好ましい。

一方、Moの含有量が高すぎると、粗大な炭化物が形成されてしまい、靱性を低下させる懸念がある。このため、Moの含有量は、5.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Moの含有量を4.00質量%以下にすることが好ましく、3.00質量%以下がより好ましい。

[0018] V = 1.00～2.50質量%

V（バナジウム）は、炭化物を形成し、溶体化処理時の結晶粒の粗大化を抑制するために必要な元素である。また、Vは、時効処理時に微細な炭化物を析出し、特に高い時効硬さを得るために必要な元素である。このため、Vの含有量は、1.00質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Vの含有量を1.20質量%にすることが好ましい。

一方、Vの含有量が高すぎると、粗大な炭化物が形成されてしまい、靱性を低下させる懸念がある。このため、Vの含有量は、2.50質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Vの含有量を2.00質量%以

下にすることが好ましく、1.50質量%以下がより好ましい。

[0019] Cu = 0.60～4.00質量%

Cuは、溶体化処理後の時効処理において、Feとの間に微細な金属間化合物を形成し、時効硬化型オーステナイト系工具鋼として必要な硬度を得るために必要な元素である。また、Cuは、耐食性を高める効果がある元素である。このため、Cuの含有量は、0.60質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Cuの含有量を0.80質量%以上にするのが好ましく、1.00質量%以上がより好ましい。

一方、Cuの含有量が高すぎると、硬度を低下させる懸念がある。このため、Cuの含有量は、4.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Cuの含有量を3.50質量%以下にするのが好ましく、3.00質量%以下がより好ましい。

[0020] Al = 0.60～4.00質量%

Alは、溶体化処理後の時効処理において、Niとの間に微細な金属間化合物を形成し、時効硬化型オーステナイト系工具鋼として必要な硬度を得るために必要な元素である。このため、Alの含有量は、0.60質量%以上とする。本発明では、上記と同様の理由から、Alの含有量を0.90質量%以上にするのが好ましい。

一方、Alの含有量が高すぎると、フェライトの生成を招く。このため、Al含有量は、4.00質量%以下とする。本発明では、上記と同様の理由から、Alの含有量を3.00質量%以下にするのが好ましく、2.00質量%以下がより好ましい。

[0021] S = 0.0500～0.1500質量%

S（硫黄）は、Mnとの間に硫化物を形成し、被削性を向上させるために必要な元素である。Sの含有量が高すぎると、得られる造形物の靱性を低下させる。このため、Sの含有量は、0.0500～0.1500質量%とする。本発明では、上記と同様の理由から、Sの含有量を0.0500～0.1000質量%にするのが好ましい。

[0022] 本発明の金属粉末は、例えば、ガスアトマイズ法や水アトマイズ法、ディスクアトマイズ法、プラズマアトマイズ法、回転電極法等によって製造することができる。

これらの製造方法の中でも、ガスアトマイズ法は、スクラップ金属や金属粗原料等を溶解原料に使用することが可能であり、予め所望の組成および形状の原料を準備する必要があるプラズマアトマイズ法や回転電極法等と比較して、安価なコストで製造することが可能となる。このため、本発明の金属粉末を得る製法として好ましい。

[0023] 本発明の金属粉末は、体積基準の累積粒度分布の50%粒径（以下、「D50」という。）が10～250 μm であることが好ましい。本発明の金属粉末は、そのD50を250 μm 以下とすることにより、粉末の溶融が容易になり、造形物中に欠陥が形成されることを抑制できる。

また、本発明の金属粉末は、そのD50を10 μm 以上とすることにより、雰囲気中の湿気等の影響を受けにくくなり、良好な流動性を確保することができる。

尚、本発明の金属粉末における累積粒度分布は、累積体積粒度分布で表われ、そのD50は、JIS Z 8825で規定される、レーザー回折散乱法による測定値で表わされる。

[0024] 本発明の金属粉末は、造形方法に合わせて、メッシュを用いた篩別分級や気流分級等により粉末粒径を調整することが好ましい。

例えば、レーザービームを用いた粉末床溶融結合法に使用される金属粉末は、熱源となるレーザービームにより金属粉末を溶融させる一方で、熱影響の範囲を極力狭めるために溶融しづらい粗大な粉末を除去する必要がある。また、金属粉末の敷設性を確保するための最適な流動性を得るために、付着性の高い微細な粉末も除去する必要がある。このため、本発明の金属粉末を粉末床溶融結合法に適用する場合は、D50を10～53 μm の範囲に調整することが好ましい。

[0025] 本発明の造形物は、積層方向と平行な断面において、観察視野中に含まれ

るMnSの最大長さが1 μ m未満である。ここで、積層方向と平行な断面とは、例えば、加圧焼結法により得た造形物であれば金属粉末の充填方向と平行な断面のことをいい、積層造形法により得た造形物であれば複数の層状の凝固層が形成される方向と平行な断面のことをいう。

造形物の積層方向と平行な断面に確認されるMnSをEPMAで分析したときの、Sの元素マッピング画像の一例を図2に示す。図2中で、黒色部で示される素地中に灰色部で示される点状の介在物がMnSである。

本発明の造形物は、MnSの最大長さを1 μ m未満とすることで、割れなどの内部欠陥を減少させることができ、延性や靱性などの機械的特性の低下を抑制できる。

[0026] MnSの最大長さが1 μ m未満であることを測定するための、積層方向と平行な断面におけるSの濃度分布を面分析するには、例えば、EPMAを利用することができる。まず、造形物の任意の位置から、造形物の積層方向と平行する断面を採取する。そして、任意の領域、例えば5000倍で、EPMA分析することで、Sの分布を得ることができる。

[0027] また、本発明の造形物は、被削性を向上させる観点から、Sの含有量を、0.0500～0.1500質量%にする。そして、本発明では、上記と同様の理由から、Sの含有量を0.0500～0.1000質量%にすることが好ましい。

[0028] 本発明の造形物は、例えば、粉末焼結法で得ることができる。具体的には、上述した金属粉末を加圧焼結することにより得ることができる。そして、加圧焼結としては、例えば、HIP法、ホットプレス法、通電焼結法等を適用することができる。

また、本発明の造形物は、金属粉末を層状に敷き詰める工程と、この敷き詰められた金属粉末を走査熱源によって逐次溶融し凝固させることで凝固層を形成する工程とを繰り返して、複数の層状の凝固層を形成する積層造形法も適用することができる。ここで、走査熱源には、例えば、レーザーや電子ビームを利用できる。そして、この走査熱源の直径を、金属粉末の平均直径

よりも大きくすることで、金属粉末の集合を均等に溶融できる点で好ましい。

[0029] レーザー出力が高すぎると、レーザー照射中の金属の溶融部が深くなって、凝固時に強い偏析が形成されやすくなる。しかし、レーザー出力が低すぎると、金属粉末を十分に溶融できなくなり、凝固後の造形物中には、金属粉末の隙間に由来する空孔が多く形成されてしまう。このため、レーザー出力は50～350Wとすることが好ましい。

[0030] レーザーの走査速度が速すぎると、金属粉末が十分な熱を得られないことで、造形に必要な溶融が困難になってしまい、凝固後の部材中に空孔が多く形成されやすくなる。一方、レーザーの走査速度が遅すぎると、レーザー照射中の金属の溶融部が深くなって偏析が形成されやすくなる。また、レーザーの走査速度が遅すぎると、金属粉末に過剰な熱が与えられて溶融部の流動が盛んになることでガスを巻き込んでしまい、凝固後の部材に気泡が混入しやすい。このため、走査速度は200～2000mm/秒とすることが好ましい。

[0031] 走査ピッチが大きくなりすぎると、レーザー照射時に、敷き詰められた金属粉末を全面で溶融することが難しくなってしまい、凝固後の部材の内部に空孔が形成される要因となり得る。なお、走査ピッチとは、走査するビーム間の距離のことである。そして、走査ピッチが小さくなりすぎると、レーザー照射中の金属の溶融部が深くなって偏析が形成されやすくなる。このため、走査ピッチは0.02～0.20mmとすることが好ましい。

[0032] なお、一走査あたりの積層厚さが大きすぎると、レーザー照射時に、敷き詰められた金属粉末の全体に熱が伝わり難くなって、造形に必要な溶融が困難になる。「一走査あたりの積層厚さ」とは、一層々々を造形するときに敷き詰めた「一層毎の金属粉末層の厚さ」のことである。そして、一走査あたりの積層厚さが小さすぎると、所定の造形物の大きさにするまでの積層数が多くなって、造形に要する時間が長くなる。このため、一走査あたりの積層厚さは10～200 μ mとすることが好ましい。

[0033] 本発明の造形物は、さらに、溶体化処理および時効処理を含む熱処理工程を行なうことが好ましい。時効硬化型オーステナイト系工具鋼は、部材に溶体化処理および時効処理を施してから製品として使用される。溶体化処理を行なうことで、造形中の熱で析出した金属間化合物を溶体化させ、さらに、加圧焼結法によって形成される異方性または積層造形法で形成される溶融池や凝固組織によって形成される異方性を有した組織形態を再結晶させることで、等軸状の結晶粒を有した組織とし、機械的特性の異方性を抑制することができる。

[0034] 溶体化処理温度は、 1100°C 以上とすることが好ましく、 1150°C 以上とすることがより好ましい。溶体化処理温度を高くすることで、造形時に形成される偏析の解消効果が向上する。但し、溶体化処理温度が高くなりすぎると、造形物本体が溶融してしまうために、造形物の強度および靱性が低下する。このため、溶体化処理温度は 1250°C 以下とすることが好ましく、 1200°C 以下にすることがより好ましい。

そして、溶体化処理時間（溶体化処理温度での維持時間）は、 10 分以上とすることが好ましく、 15 分以上にすることがより好ましい。溶体化処理時間を長くすることで、造形時に形成される偏析の解消効果が向上する。但し、溶体化処理時間が長くなりすぎると、旧オーステナイト粒径が粗大化する。このため、溶体化処理時間は 120 分以下とすることが好ましく、 90 分以下にすることがより好ましい。

[0035] そして、この部材に時効処理を行なうことで、各種の金属間化合物を組織中に析出させて、例えば、硬さを $20\sim 50\text{HRC}$ に調整して、より優れた高強度と高靱性とを得ることができる。

時効処理温度は、 400°C 以上とすることが好ましく、 450°C 以上がより好ましく、 500°C 以上がさらに好ましい。時効処理温度は、 550°C 以上にすることが特に好ましい。時効処理温度を高くすることで、より強度向上の効果が向上する。但し、時効処理温度が高くなりすぎると、金属間化合物が粗大化して、金属間化合物の析出量に見合った強度が十分に得られなく

なる。このため、時効処理温度は900℃以下とすることが好ましく、800℃以下にすることがより好ましい。

そして、時効処理時間（時効処理温度での維持時間）は、30分以上とすることが好ましく、60分以上にすることがより好ましい。時効処理時間を長くすることで、形成される金属間化合物量が増加する。但し、時効処理時間が長くなりすぎると、金属間化合物が粗大化し、強度が低下する。このため、時効処理時間は600分以下とすることが好ましく、400分以下にすることがより好ましい。

実施例

[0036] 表1の試料No. 1-1の組成となるように、各金属粗原料を準備した後、高周波誘導溶解炉に装入して熔融させ、この熔融金属をアルゴンガスによって粉砕することでアトマイズ粉末を得た。

得られたアトマイズ粉末に対して、メッシュを用いた篩別分級および気流分級を行なうことで粉末粒径を調整して、D50が28.8 μ mである本発明例となる金属粉末を得た。

次いで、この金属粉末を用いて造形物を製作した。造形には、EOS製のEOS-M290を用いて、表2に示す造形条件で造形物を作製した。得られた本発明例となる造形物の成分分析結果を表1に試料No. 1-2として示す。

また、比較例として、表1の試料No. 2の成分組成となる溶湯から造塊プロセスを経て、熱間で塑性加工して得た鋼材を準備した。

[0037] 炭化物およびMnSの存在状態の確認をした。図1に本発明例となる金属粉末、図2に本発明例となる造形物、図3に比較例となる鋼材の断面をそれぞれEPMAで分析したときの、Sの元素マッピング画像をそれぞれ示す。

比較例となる所謂溶製法で得られた鋼材においては、図3の灰色部で示されるように、最大長さが10 μ mを超えるMnSが多数確認された。

これに対して、本発明例となる金属粉末およびそれを用いて造形した造形物においては、図1および図2の灰色部で示されるように、いずれのMnS

も最大長さが1 μm 未満であり、微細に分散していることが確認できた。

[0038] 上記で得た造形物に1180℃で1時間の溶体化処理を実施し、組織形態を確認した。図4に本発明例となる造形物、図5に比較例となる鋼材の光学顕微鏡組織をそれぞれ示す。

比較例の鋼材においては、最大長さが10 μm を超えるMnSが多数確認された。

これに対して、本発明例となる造形物においては、いずれのMnSも最大長さが1 μm 未満であり、微細に分散していることが確認できた。

このようなMnSや炭化物の微細分散は、工具鋼として必要な機械的特性や被削性に良好な効果を与えることが期待できる。

[0039] [表1]

※不可避的不純物を含む。[質量%]

試料No.	C	Si	Mn	Ni	Cr	Mo	V	Cu	Al	S	残部
1-1	0.60	0.32	6.53	7.58	10.01	2.01	1.36	2.50	1.02	0.0800	Fe※
1-2	0.59	0.31	6.09	7.65	10.02	2.06	1.38	2.41	1.02	0.0760	Fe※
2	0.58	0.30	6.34	7.49	10.19	1.96	1.25	2.47	1.01	0.0800	Fe※

[0040] [表2]

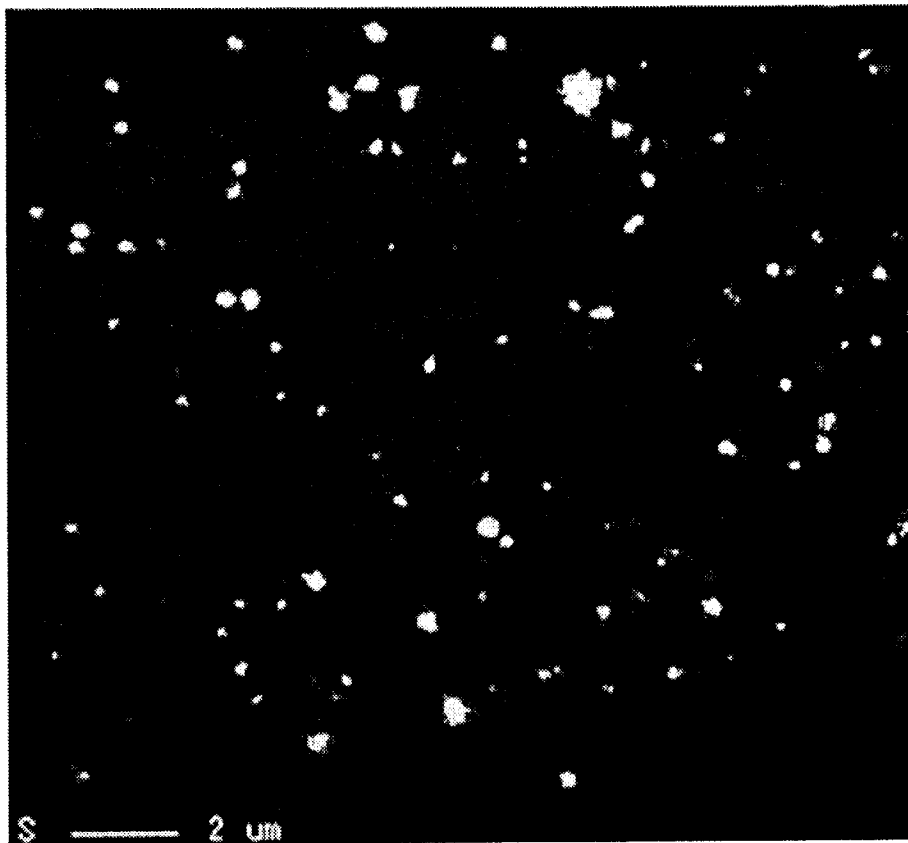
	レーザー出力 [W]	走査速度 [mm/s]	積層厚さ [μm]	走査ピッチ [mm]
造形条件	300	900	40	0.11

請求の範囲

[請求項1] 質量%で、C=0.40~0.70%、Si=1.40%以下、Mn=5.00~15.00%、Ni=2.00~10.00%、Cr=7.00~14.00%、Mo=0.80~5.00%、V=1.00~2.50%、Cu=0.60~4.00%、Al=0.60~4.00%、S=0.0500~0.1500%含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなる造形用金属粉末。

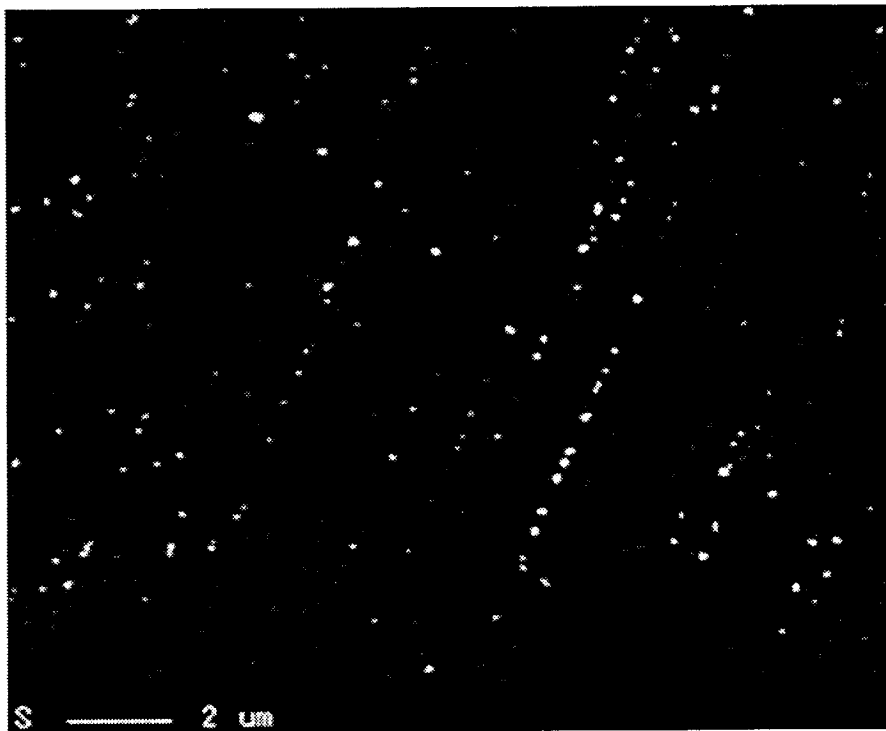
[請求項2] 質量%で、C=0.40~0.70%、Si=1.40%以下、Mn=5.00~15.00%、Ni=2.00~10.00%、Cr=7.00~14.00%、Mo=0.80~5.00%、V=1.00~2.50%、Cu=0.60~4.00%、Al=0.60~4.00%、S=0.0500~0.1500%含有し、残部がFeおよび不可避的不純物からなり、積層方向と平行な断面において、MnSの最大長さが1 μ m未満である造形物。

[図1]



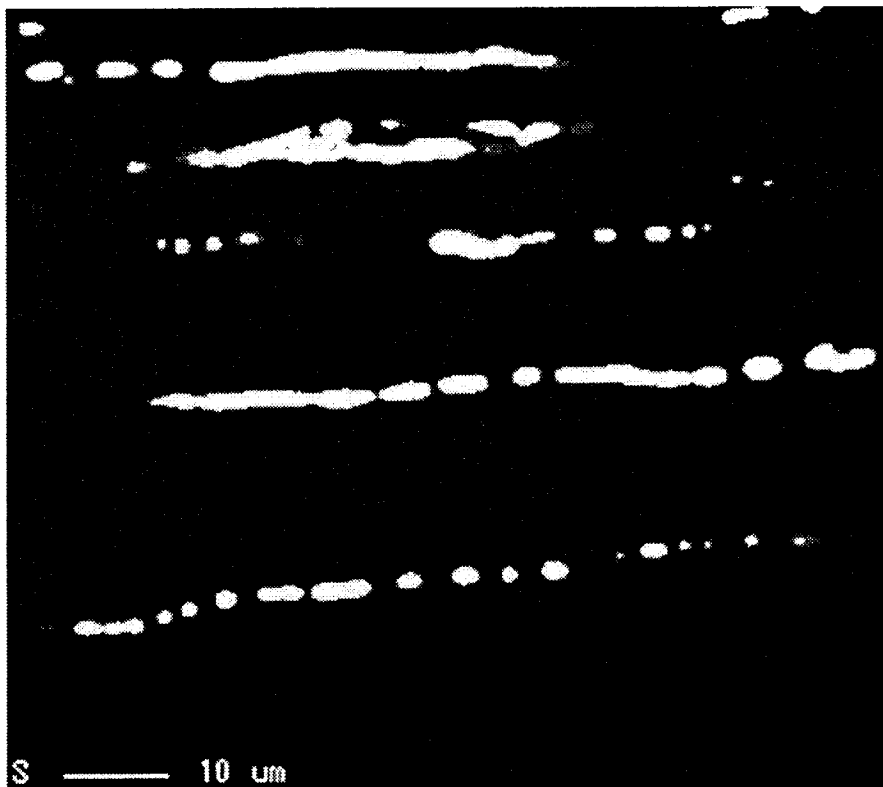
2μm

[図2]



2μm

[図3]



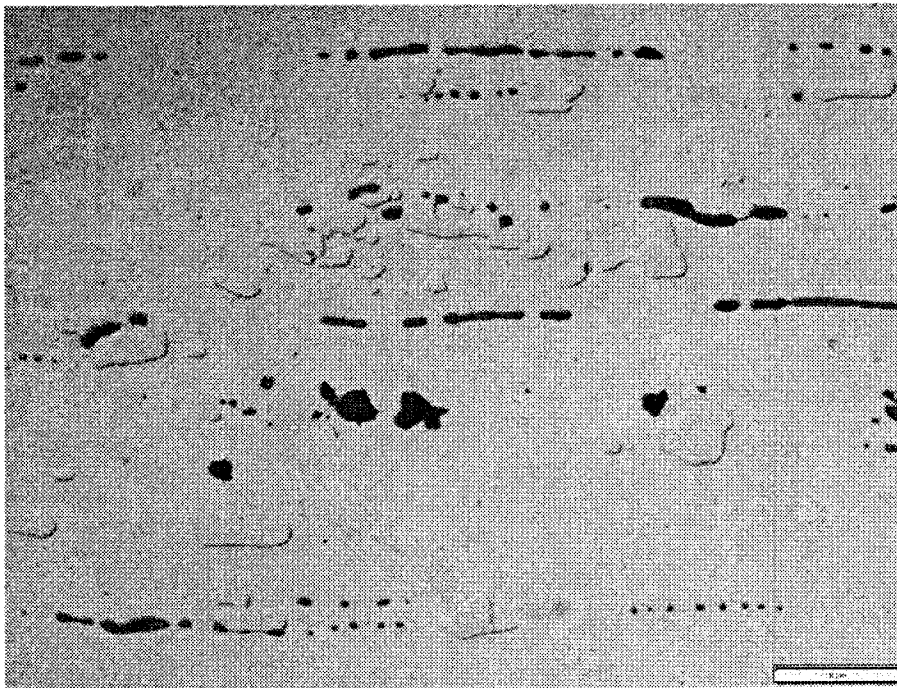
10μm

[図4]



20μm

[図5]



20μm

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/011470

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B22F 1/00 (2022.01)i; B22F 10/28 (2021.01)i; B22F 10/36 (2021.01)i; B22F 10/64 (2021.01)i; B22F 10/366 (2021.01)i; B33Y 70/00 (2020.01)i; B33Y 80/00 (2015.01)i; C22C 38/00 (2006.01)i; C22C 38/60 (2006.01)i FI: B22F1/00 T; B22F10/28; B22F10/36; B22F10/366; B22F10/64; B33Y70/00; B33Y80/00; C22C38/00 302Z; C22C38/60 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B22F1/00; B22F10/28; B22F10/36; B22F10/64; B22F10/366; B33Y70/00; B33Y80/00; C22C38/00; C22C38/60 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 05-302149 A (HITACHI METALS LTD.) 16 November 1993 (1993-11-16) paragraph [0011], table 1, present invention, steels A, C, D	1-2
Y	JP 2010-222661 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 07 October 2010 (2010-10-07) paragraphs [0002], [0008], [0023]	1-2
Y	JP 2020-172674 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 22 October 2020 (2020-10-22) claim 1, paragraphs [0002], [0047], [0048]	1-2
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 April 2024		Date of mailing of the international search report 14 May 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/011470

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	05-302149	A	16 November 1993	(Family: none)	
JP	2010-222661	A	07 October 2010	(Family: none)	
JP	2020-172674	A	22 October 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
B22F 1/00(2022.01)i; B22F 10/28(2021.01)i; B22F 10/36(2021.01)i; B22F 10/64(2021.01)i;
B22F 10/366(2021.01)i; B33Y 70/00(2020.01)i; B33Y 80/00(2015.01)i; C22C 38/00(2006.01)i;
C22C 38/60(2006.01)i
FI: B22F1/00 T; B22F10/28; B22F10/36; B22F10/366; B22F10/64; B33Y70/00; B33Y80/00; C22C38/00 302Z;
C22C38/60

B. 調査を行った分野
調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
B22F1/00; B22F10/28; B22F10/36; B22F10/64; B22F10/366; B33Y70/00; B33Y80/00; C22C38/00; C22C38/60
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024年
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 05-302149 A（日立金属株式会社）16.11.1993（1993-11-16） [0011], 表1本発明鋼A, C, D	1-2
Y	JP 2010-222661 A（セイコーエプソン株式会社）07.10.2010（2010-10-07） [0002][0008][0023]	1-2
Y	JP 2020-172674 A（セイコーエプソン株式会社）22.10.2020（2020-10-22） 請求項1, [0002][0047][0048]	1-2

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 24. 04. 2024 国際調査報告の発送日 14. 05. 2024

名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号 権限のある職員（特許庁審査官）
坂本 薫昭 4K 9265
電話番号 03-3581-1101 内線 3435

様式 PCT/ISA/210（第2ページ）（2022年7月）

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/011470

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	05-302149	A	16.11.1993	(ファミリーなし)	
JP	2010-222661	A	07.10.2010	(ファミリーなし)	
JP	2020-172674	A	22.10.2020	(ファミリーなし)	