

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7194012号
(P7194012)

(45)発行日 令和4年12月21日(2022.12.21)

(24)登録日 令和4年12月13日(2022.12.13)

(51)国際特許分類

F I

C 2 2 C 19/03 (2006.01)
C 2 2 F 1/10 (2006.01)
C 2 2 F 1/00 (2006.01)

C 2 2 C 19/03 Z
C 2 2 F 1/10 K
C 2 2 F 1/00 6 0 4
C 2 2 F 1/00 6 2 4
C 2 2 F 1/00 6 3 0 A

請求項の数 2 (全12頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2018-244249(P2018-244249)
(22)出願日 平成30年12月27日(2018.12.27)
(65)公開番号 特開2020-105565(P2020-105565
A)
(43)公開日 令和2年7月9日(2020.7.9)
審査請求日 令和3年10月11日(2021.10.11)

(73)特許権者 000180070
山陽特殊製鋼株式会社
兵庫県姫路市飾磨区中島字一文字 3 0 0
7 番地
(74)代理人 110000556
特許業務法人 有古特許事務所
(72)発明者 梅岡 優
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
(72)発明者 細田 孝
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 河野 一夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 Ni - Cu合金

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

その材質がNi - Cu合金である丸棒であって、
上記Ni - Cu合金が、

Cu : 20.0質量%以上40.0質量%以下、
C : 0.05質量%以上0.25質量%以下、
Si : 2.0質量%以下、
Mn : 1.5質量%以下、
Al : 1.0質量%以上5.0質量%以下、
Ti : 0.30質量%以上1.00質量%以下、
S : 0.010質量%以下、
O : 50ppm以下、
N : 100ppm以下、
Mg : 300ppm以下、
Ca : 100ppm以下、

及び

B : 50ppm以下

を含み、残部がNi及び不可避不純物であり、

上記丸棒の、平均結晶粒径と長手方向に対して垂直な断面の面積との比が、 $0.10/m$
以下である、丸棒。

【請求項 2】

その材質が Ni - Cu 合金である丸棒であって、
上記 Ni - Cu 合金が、

Cu : 20.0 質量%以上 40.0 質量%以下、
C : 0.05 質量%以上 0.25 質量%以下、
Si : 2.0 質量%以下、
Mn : 1.5 質量%以下、
Al : 1.0 質量%以上 5.0 質量%以下、
Ti : 0.30 質量%以上 1.00 質量%以下、
S : 0.010 質量%以下、
O : 50 ppm 以下、
N : 100 ppm 以下、
Mg : 300 ppm 以下、
Ca : 100 ppm 以下、
B : 50 ppm 以下

10

及び

Nb、V 及び W からなる群から選択された 1 種又は 2 種以上 : 1.000 質量%以下
を含み、残部が Ni 及び不可避不純物であり、
上記丸棒の、平均結晶粒径と長手方向に対して垂直な断面の面積との比が、 $0.10 / m$
以下である、丸棒。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、化学プラント等の用途に適した Ni - Cu 合金に関する。

【背景技術】

【0002】

Ni - Cu 合金は、耐食性に優れている。Ni - Cu 合金は特に、海水環境における耐食性に優れている。Ni - Cu 合金はさらに、強度に優れている。この強度は、金属間化合物の析出に起因する。強度に優れた Ni - Cu 合金の一例が、特開 2000 - 297336 公報に開示されている。

30

【0003】

Ni - Cu 合金は、概して熱間加工性に劣る。Ni - Cu 合金が熱間鍛造に供されると、加熱割れが頻繁に起こる。

【0004】

特開平 8 - 71679 号公報には、所定量の Mg が添加された Ni - Cu 合金が開示されている。この Mg は、合金の熱間加工性に寄与しうる。

【0005】

特開 2006 - 63395 公報には、Mg と Ca との合計量が所定範囲である Ni - Cu 合金が開示されている。この Mg 及び Ca は、合金の熱間加工性に寄与しうる。

【先行技術文献】

40

【特許文献】

【0006】

【文献】特開 2000 - 297336 公報
特開平 8 - 71679 号公報
特開 2006 - 63395 公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の Ni - Cu 合金には、熱間加工性に関し、さらなる改善の要請がある。また、Ni - Cu 合金の冷間加工性に関しても、改善の要請がある。

50

【0008】

本発明の目的は、強度、熱間加工性及び冷間加工性に優れたNi-Cu合金の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係るNi-Cu合金は、

Cu：20.0質量%以上40.0質量%以下、

C：0.05質量%以上0.25質量%以下、

Si：2.0質量%以下、

Mn：1.5質量%以下、

Al：1.0質量%以上5.0質量%以下、

Ti：0.30質量%以上1.00質量%以下、

S：0.010質量%以下、

O：50ppm以下、

N：100ppm以下、

Mg：300ppm以下、

Ca：100ppm以下、

及び

B：50ppm以下

を含む。残部は、Ni及び不可避不純物である。平均結晶粒径とT断面積との比は、0.10/m以下である。

【0010】

他の観点によれば、本発明に係るNi-Cu合金は、

Cu：20.0質量%以上40.0質量%以下、

C：0.05質量%以上0.25質量%以下、

Si：2.0質量%以下、

Mn：1.5質量%以下、

Al：1.0質量%以上5.0質量%以下、

Ti：0.30質量%以上1.00質量%以下、

S：0.010質量%以下、

O：50ppm以下、

N：100ppm以下、

Mg：300ppm以下、

Ca：100ppm以下、

B：50ppm以下

及び

Nb、V及びWからなる群から選択された1種又は2種以上：1.000質量%以下を含む。残部は、Ni及び不可避不純物である。平均結晶粒径とT断面積との比は、0.10/m以下である。

【発明の効果】

【0011】

本発明に係るNi-Cu合金は、強度、熱間加工性及び冷間加工性の全てにおいて優れる。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本発明に係るNi-Cu合金は、Ni、Cu及び添加元素を含んでいる。以下、各元素について詳説する。

【0013】

[銅(Cu)]

Cuは、合金の強度、耐食性及び加工性に寄与する。この観点から、Cuの含有率は2

10

20

30

40

50

0.0質量%以上が好ましく、22.0質量%以上がより好ましく、27.0質量%以上が特に好ましい。過剰のCuは、合金の熱間加工性を阻害する。熱間加工性の観点から、Cuの含有率は40.0質量%以下が好ましく、35.0質量%以下がより好ましく、33.0質量%以下が特に好ましい。

【0014】

[炭素(C)]

Cはマトリクスに固溶し、合金の強度を高める。強度の観点から、Cの含有率は0.05質量%以上が好ましく、0.08質量%以上がより好ましく、0.10質量%以上が特に好ましい。Cが過剰であると、粗大な炭化物が析出する。この炭化物は、冷間加工時の割れを誘発する。冷間加工性の観点から、Cの含有率は0.25質量%以下が好ましく、0.20質量%以下がより好ましく、0.15質量%以下が特に好ましい。

10

【0015】

[ケイ素(Si)]

Siは、脱酸剤として機能する。Siはさらに、合金の硬度を高める。これらの観点から、Siの含有率は0.01質量%以上が好ましく、0.05質量%以上がより好ましく、0.10質量%以上が特に好ましい。過剰のSiは、合金の靱性及び加工性を阻害する。靱性及び加工性の観点から、Siの含有率は2.0質量%以下が好ましく、1.0質量%以下がより好ましく、0.5質量%以下が特に好ましい。

【0016】

[マンガン(Mn)]

Mnは、脱酸剤として機能する。この観点から、Mnの含有率は0.1質量%以上が好ましく、0.2質量%以上がより好ましく、0.4質量%以上が特に好ましい。過剰のMnは、熱間加工時の合金の、異常な酸化を招く。熱間加工性の観点から、Mnの含有率は1.5質量%以下が好ましく、1.0質量%以下がより好ましく、0.8質量%以下が特に好ましい。

20

【0017】

[アルミニウム(Al)]

Alは、脱酸剤として機能する。Alはさらに、Niと反応する。この反応により、金属間化合物が析出する。この金属間化合物は、強度に寄与する。この金属間化合物はさらに、結晶粒の微細化にも寄与する。これらの観点から、Alの含有率は1.0質量%以上が好ましく、1.5質量%以上がより好ましく、2.0質量%以上が特に好ましい。熱間加工性の観点から、Alの含有率は5.0質量%以下が好ましく、4.0質量%以下がより好ましく、3.5質量%以下が特に好ましい。金属間化合物の一例は、Ni₃(Al, Ti)である。

30

【0018】

[チタン(Ti)]

Tiは、Niと反応する。この反応により、金属間化合物が析出する。この金属間化合物は、強度に寄与する。この金属間化合物はさらに、結晶粒の微細化にも寄与する。これらの観点から、Tiの含有率は0.30質量%以上が好ましく、0.35質量%以上がより好ましく、0.40質量%以上が特に好ましい。過剰のTiは、加工性を阻害する。過剰のTiを含む合金は、高価である。加工性及びコストの観点から、Tiの含有率は1.00質量%以下が好ましく、0.80質量%以下がより好ましく、0.65質量%以下が特に好ましい。金属間化合物の一例は、Ni₃(Al, Ti)である。

40

【0019】

[硫黄(S)]

Ni-Cu合金が、不純物以外のSを含まないことが好ましい。不純物としてのSの含有率は、0.001質量%以上である。熱間加工性の観点から、Sの含有率は0.010質量%以下が好ましく、0.008質量%以下がより好ましく、0.005質量%以下が特に好ましい。

【0020】

50

[酸素 (O)]

Ni - Cu合金が、不純物以外のOを含まないことが好ましい。不純物としてのOの含有率(質量基準)は、1 ppm以上である。熱間加工性及び冷間加工性の観点から、Oの含有率は50 ppm以下が好ましく、45 ppm以下がより好ましく、40 ppm以下が特に好ましい。

【 0 0 2 1 】

[窒素 (N)]

Nは、他の元素と反応して窒化物を形成する。この窒化物は、結晶粒の粗大化を抑制する。この窒化物は、合金の靱性に寄与する。これらの観点から、Nの含有率(質量基準)は5 ppm以上が好ましく、10 ppm以上がより好ましく、15 ppm以上が特に好ましい。Nが過剰であると、粗大な窒化物が生成する。粗大な窒化物はNi - Cu合金の靱性を阻害し、従って冷間加工性を阻害する。冷間加工性の観点から、Nの含有率は100 ppm以下が好ましく、90 ppm以下がより好ましく、80 ppm以下が特に好ましい。

10

【 0 0 2 2 】

[マグネシウム (Mg)]

Mgは、脱酸能力及び脱硫能力に優れる。Mgは、Sと化合物を形成する。この化合物を含むNi - Cu合金では、マトリックス中のS量が小さい。この合金では、Sの粒界への偏析が抑制される。この合金は、熱間加工性に優れる。この観点から、Mgの含有率(質量基準)は50 ppm以上が好ましく、70 ppm以上がより好ましく、100 ppm以上が特に好ましい。Mgが過剰であると、MgとNiとの化合物が多量に形成される。この化合物は低融点であり、Ni - Cu合金の熱間加工性を阻害する。熱間加工性の観点から、Mgの含有率は300 ppm以下が好ましく、270 ppm以下がより好ましく、250 ppm以下が特に好ましい。

20

【 0 0 2 3 】

[カルシウム (Ca)]

Caは、脱酸能力及び脱硫能力に優れる。Caは、Sと化合物を形成する。この化合物を含むNi - Cu合金では、マトリックス中のS量が小さい。この合金では、Sの粒界への偏析が抑制される。この合金は、熱間加工性に優れる。この観点から、Caの含有率(質量基準)は2 ppm以上が好ましく、5 ppm以上がより好ましく、10 ppm以上が特に好ましい。Caが過剰であると、CaとNiとの化合物が多量に形成される。この化合物は低融点であり、Ni - Cu合金の熱間加工性を阻害する。熱間加工性の観点から、Caの含有率は100 ppm以下が好ましく、90 ppm以下がより好ましく、80 ppm以下が特に好ましい。

30

【 0 0 2 4 】

[ホウ素 (B)]

Bは、粒界に偏析する。Bにより、有害元素の粒界偏析が阻止され、粒界が強化される。Bはさらに、粒界炭化物を微細化する。Bを含むNi - Cu合金は、熱間加工性に優れる。この観点から、Bの含有率(質量基準)は5 ppm以上が好ましく、10 ppm以上がより好ましく、12 ppm以上が特に好ましい。Bは、Ni - Cu合金の融点を低下させる。過剰のBを含むNi - Cu合金は、熱間加工性に劣る。熱間加工性の観点から、Bの含有率は50 ppm以下が好ましく、40 ppm以下がより好ましく、30 ppm以下が特に好ましい。

40

【 0 0 2 5 】

[残部]

このNi - Cu合金の残部は、Ni及び不可避的不純物である。合金の強度、耐食性及び加工性の観点から、Niの含有率は50質量%以上80質量%以下が好ましく、60質量%以上70質量%以下が好ましい。

【 0 0 2 6 】

[ニオブ (Nb) 、 バナジウム (V) 、 タングステン (W)]

Ni - Cu合金が、Nb、V及びWからなる群から選択された1種又は2種以上を含有

50

してもよい。Nb、V及びWのそれぞれは、Cと結合して炭化物を形成する。この炭化物は、結晶粒の微細化、及びNi-Cu合金の強度に寄与する。この観点から、Nb、V及びWの合計含有率は0.020質量%以上が好ましく、0.200質量%以上がより好ましく、0.400質量%以上が特に好ましい。Nb、V及びWが過剰であると、粗大な炭化物が生じる。この炭化物は、冷間加工時の割れを誘発する。冷間加工性の観点から、Nb、V及びWの合計含有率は2.000質量%以下が好ましく、1.500質量%以下がより好ましく、1.000質量%以下が特に好ましい。

【0027】

Ni-Cu合金における、平均結晶粒径dとT断面積sとの比(d/s)は、0.10/m以下が好ましい。比(d/s)が0.10/m以下であるNi-Cu合金では、加工時の割れが生じにくい。このNi-Cu合金は、熱間加工性及び冷間加工性に優れる。この観点から、比(d/s)は0.09/m以下がより好ましく、0.08/m以下が特に好ましい。

10

【0028】

平均結晶粒径dは、線分法にて算出される。T断面積sは、長手方向に対して垂直な断面の面積である。

【実施例】

【0029】

以下、実施例によって本発明の効果が明らかにされるが、この実施例の記載に基づいて本発明が限定的に解釈されるべきではない。

20

【0030】

[実施例1]

原料を真空誘電溶解炉にて熔融し、この原料からインゴットを得た。このインゴットに熱間鍛造を施した。この熱間鍛造のときのインゴットの温度は、1100 から1200であった。この熱間鍛造により、その材質が実施例1に係るNi-Cu合金であり、直径が20mmである丸棒を得た。この丸棒の組成が、下記の表1に示されている。

【0031】

[実施例2 - 24及び比較例25 - 45]

組成を下記の表1 - 3に示されるように調製した他は実施例1と同様にして、丸棒を得た。

30

【0032】

[引張り試験]

前述の丸棒を、595 から480 まで炉冷した。この炉冷の冷却速度は、10 / hrから15 / hrであった。さらにこの丸棒を、480 から空冷した。この空冷は、時効処理に相当する。この丸棒から、試験片(JIS 14A)を切り出した。この試験片の平行部の径は、6mmであった。この試験片を、常温での引張り試験に供し、引張強さを測定した。引張強さが1000N/mm²以上である合金の格付けを「A」とし、引張強さが1000N/mm²未満である合金の格付けを「B」とした。この結果が、下記の表1 - 3に示されている。

【0033】

[熱間加工性]

前述の引張り試験における格付けがAである丸棒から、試験片を切り出した。この試験片では、直径は8mmであり、長さは100mmであった。この試験片を、グリーンブル試験機による引張り試験に供し、1100 における絞り率を測定した。絞り率が70%以上である合金の格付けを「A」とし、絞り率が70%未満である合金の格付けを「B」とした。この結果が、下記の表1 - 3に示されている。

40

【0034】

[冷間加工性]

前述の熱間加工性試験における格付けがAである丸棒を、冷間据え込み試験に供した。この試験での加工率は、70%であった。加工後の合金の表面を、目視で観察した。疵及

50

び割れがない合金の格付けを「A」とし、疵又は割れがある合金の格付けを「B」とした。この結果が、下記の表1 - 3 に示されている。

【 0 0 3 5 】

【表 1】

表1 評価結果 (組成は質量基準, 残部はNi)

	C	Si	Mn	S	Cu	Al	Ti	Mg	Ca	B	O	N	他	d/s	引張強さ	絞り率	冷間加工性
	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	(/m)	(N/mm ²)	(%)	
実施例 1	0.07	0.1	0.6	0.002	27.9	3.2	0.55	151	12	27	38	79		0.08	1005	73	A
実施例 2	0.23	0.2	0.4	0.002	29.2	2.8	0.58	235	6	17	12	34		0.09	1120	75	A
実施例 3	0.11	1.8	0.6	0.002	29.8	2.8	0.49	156	9	24	41	88		0.07	1162	73	A
実施例 4	0.11	0.3	1.4	0.001	29.1	2.0	0.41	199	5	24	23	28		0.07	1037	73	A
実施例 5	0.14	0.1	0.8	0.008	31.2	2.2	0.49	265	61	19	18	18		0.06	1094	85	A
実施例 6	0.14	0.1	0.7	0.002	22.8	3.0	0.45	229	13	18	5	62		0.07	1010	73	A
実施例 7	0.11	0.2	0.5	0.003	37.1	2.7	0.67	135	49	23	30	74		0.08	1175	72	A
実施例 8	0.12	0.2	0.6	0.001	31.1	1.3	0.49	210	27	20	11	51		0.10	1034	71	A
実施例 9	0.13	0.2	0.5	0.003	28.2	4.9	0.44	245	29	12	5	56		0.05	1115	87	A
実施例 10	0.12	0.2	0.5	0.004	29.5	2.0	0.36	243	2	18	4	90		0.08	1124	74	A
実施例 11	0.12	0.2	0.6	0.002	30.0	2.6	0.84	195	49	21	4	62		0.05	1042	79	A
実施例 12	0.12	0.2	0.5	0.001	30.0	3.1	0.67	33	81	40	43	33		0.07	1063	70	A
実施例 13	0.14	0.2	0.6	0.003	30.2	3.1	0.52	280	37	17	4	17		0.07	1084	84	A
実施例 14	0.13	0.1	0.6	0.004	28.0	3.3	0.41	246	94	12	5	57		0.08	1079	86	A
実施例 15	0.11	0.2	0.7	0.003	30.3	2.2	0.62	212	31	49	8	68		0.07	1052	86	A
実施例 16	0.13	0.1	0.5	0.002	32.0	2.9	0.58	102	9	38	46	56		0.06	1094	73	A
実施例 17	0.12	0.1	0.6	0.001	29.5	2.9	0.79	173	9	21	29	92		0.08	1067	73	A
実施例 18	0.20	0.2	0.7	0.004	30.4	2.3	0.44	178	65	19	6	85	Nb:0.400	0.06	1120	74	A

【 0 0 3 6 】

10

20

30

40

50

【 表 2 】

表2 評価結果 (組成は質量基準, 残部はNi)

	C	Si	Mn	S	Cu	Al	Ti	Mg	Ca	B	O	N	他	d/s	引張強さ	絞り率	冷間加工性
	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%	(/m)	(N/mm ²)	(%)	
実施例 19	0.18	0.2	0.5	0.002	31.3	2.2	0.48	145	46	14	23	16	V:0.203	0.07	1131	A	A
実施例 20	0.16	0.2	0.7	0.003	29.4	2.8	0.56	250	2	23	3	26	W:0.019	0.08	1098	A	A
実施例 21	0.23	0.1	0.5	0.005	31.6	2.3	0.48	141	49	22	25	24	Nb:0.242 V:0.721	0.09	1086	A	A
実施例 22	0.22	0.2	0.6	0.003	30.4	3.2	0.46	223	39	17	6	53	Nb:0.495 W:0.209	0.07	1067	A	A
実施例 23	0.22	0.1	0.7	0.004	29.7	2.9	0.54	267	6	24	27	18	V:0.371 W:0.482	0.10	1073	A	A
実施例 24	0.23	0.2	0.5	0.002	31.3	3.1	0.61	182	50	38	16	48	Nb:0.296 V:0.307 W:0.354	0.08	1059	A	A
比較例 25	0.13	0.2	0.6	0.001	30.5	3.1	0.50	238	19	12	3	7		<u>0.31</u>	1007	A	<u>B</u>
比較例 26	<u>0.02</u>	0.2	0.6	0.003	31.3	2.9	0.41	213	27	31	9	26		0.09	<u>981</u>	<u>B</u>	-
比較例 27	<u>0.36</u>	0.2	0.7	0.004	27.8	2.7	0.57	251	37	26	5	60		0.10	1191	A	<u>B</u>
比較例 28	0.14	<u>2.2</u>	0.6	0.002	28.3	2.7	0.54	155	46	21	19	89		0.07	1178	A	<u>B</u>
比較例 29	0.11	0.1	<u>2.0</u>	0.004	29.4	2.6	0.41	130	89	10	17	49		0.07	1075	A	<u>B</u>
比較例 30	0.13	0.2	0.6	<u>0.023</u>	29.2	2.1	0.60	271	14	20	24	29		0.06	1062	A	<u>B</u>
比較例 31	0.12	0.2	0.6	0.002	<u>17.3</u>	2.2	0.60	206	39	14	5	13		0.08	<u>979</u>	<u>B</u>	-

※下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【 0 0 3 7 】

10

20

30

40

50

【表 3】

表3 評価結果 (組成は質量基準, 残部はNi)

	C	Si	Mn	S	Cu	Al	Ti	Mg	Ca	B	O	N	他	d/s	引張強さ (N/mm ²)	絞り率 (%)	冷間 加工性
比較例 32	0.11	0.2	0.6	0.003	47.4	2.8	0.54	233	19	12	5	75		0.07	1183	59	-
比較例 33	0.12	0.2	0.6	0.002	29.6	0.8	0.47	186	16	16	20	54		0.10	989	-	-
比較例 34	0.12	0.2	0.8	0.004	28.1	6.8	0.62	253	27	19	3	45		0.09	1176	65	-
比較例 35	0.10	0.1	0.4	0.003	28.9	2.2	0.12	240	19	20	2	16		0.10	973	-	-
比較例 36	0.15	0.2	0.7	0.001	31.5	3.1	2.53	102	27	36	44	84		0.08	1085	72	A
比較例 37	0.13	0.1	0.6	0.004	29.3	2.2	0.44	378	68	20	2	54		0.10	1076	49	B
比較例 38	0.10	0.1	0.7	0.005	30.4	2.5	0.42	244	134	26	6	87		0.07	1032	51	B
比較例 39	0.12	0.2	0.7	0.001	31.3	3.1	0.69	138	9	66	42	15		0.08	1078	61	B
比較例 40	0.10	0.1	0.5	0.002	29.4	3.3	0.44	51	16	16	88	44		0.08	1024	46	B
比較例 41	0.13	0.1	0.6	0.001	28.5	2.5	0.64	208	36	22	7	264		0.09	1058	76	A
比較例 42	0.20	0.2	0.7	0.003	15.2	3.4	0.56	214	12	34	5	64	V:0.215	0.07	974	-	-
比較例 43	0.17	0.2	0.8	0.004	32.7	2.8	0.74	429	31	29	26	54	Nb:0.410 W:0.382	0.08	1059	53	B
比較例 44	0.23	0.2	0.7	0.005	30.1	2.6	0.69	170	50	20	28	31	Nb:1.135	0.10	1007	71	A
比較例 45	0.23	0.2	0.6	0.003	28.1	3.3	0.57	261	38	29	4	67	Nb:0.351 V:0.378 W:0.248	0.23	1012	67	B

※下線部は本発明の範囲外であることを示す。

【0038】

表 1 及び 2 に示される通り、各実施例の合金は、強度、熱間加工性及び冷間加工性の全てに優れる。

【0039】

比較例 25 の合金では、比 (d / s) が大きい。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0040】

比較例 26 の合金では、C の含有率が少ない。従ってこの合金は、強度に劣る。

【0041】

比較例 27 の合金では、C 量の含有率が多い。この合金では、粗大炭化物が形成される

10

20

30

40

50

。従ってこの合金は、冷間加工性に劣る。

【0042】

比較例28の合金では、Siの含有率が多い。従ってこの合金は、冷間加工性に劣る。

【0043】

比較例29の合金では、Mnの含有率が多い。この合金が再加熱されると、異常酸化が生じる。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0044】

比較例30の合金では、Sの含有率が多い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0045】

比較例31の合金では、Cuの含有率が少ない。従ってこの合金は、強度に劣る。

10

【0046】

比較例32の合金では、Cuの含有率が多い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0047】

比較例33の合金では、Alの含有率が少ない。この合金の結晶粒は、粗大である。従ってこの合金は、強度に劣る。

【0048】

比較例34の合金では、Alの含有率が多い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0049】

比較例35の合金では、Tiの含有率が少ない。この合金の結晶粒は、粗大である。従ってこの合金は、強度に劣る。

20

【0050】

比較例36の合金では、Tiの含有率が多い。従ってこの合金は、冷間加工性に劣る。

【0051】

比較例37の合金では、Mgの含有率が多い。この合金では、MgとNiとの化合物が形成される。この化合物の融点は、低い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0052】

比較例38の合金では、Caの含有率が多い。この合金では、CaとNiとの化合物が形成される。この化合物の融点は、低い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0053】

比較例39の合金では、Bの含有率が多い。この合金の融点は、低い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

30

【0054】

比較例40の合金では、Oの含有率が多い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0055】

比較例41の合金では、Nの含有率が多い。この合金では、粗大な窒化物が形成される。従ってこの合金は、冷間加工性に劣る。

【0056】

比較例42の合金では、Cuの含有率が少ない。従ってこの合金は、強度に劣る。

【0057】

比較例43の合金では、Mgの含有率が多い。この合金では、MgとNiとの化合物が形成される。この化合物の融点は、低い。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

40

【0058】

比較例44の合金では、Nbの含有率が多い。この合金では、粗大炭化物が形成される。従ってこの合金は、冷間加工性に劣る。

【0059】

比較例45の合金では、平均結晶粒径dとT断面積sの比(d/s)が大きい。従ってこの合金は、熱間加工性に劣る。

【0060】

以上の評価結果から、本発明の優位性は明らかである。

【産業上の利用可能性】

50

【 0 0 6 1 】

本発明に係るNi - Cu合金は、化学プラントに適している。このNi - Cu合金は、化学プラント以外の種々の用途にも、適している。

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
	C 2 2 F	1/00	6 4 0 A
	C 2 2 F	1/00	6 4 1 A
	C 2 2 F	1/00	6 9 2 A
	C 2 2 F	1/00	6 9 2 B
	C 2 2 F	1/00	6 9 4 B
(56)参考文献	特開 2 0 0 5 - 0 2 3 3 4 6 (J P , A)		
	特開平 0 4 - 3 2 9 8 4 3 (J P , A)		
	特開昭 6 1 - 1 1 7 2 5 9 (J P , A)		
	特開 2 0 0 6 - 0 6 3 3 9 5 (J P , A)		
	特開 2 0 0 7 - 1 8 6 7 2 8 (J P , A)		
(58)調査した分野	(Int.Cl. , D B 名)		
	C 2 2 C	1 9 / 0 3	
	C 2 2 F	1 / 1 0	
	C 2 2 F	1 / 0 0	