

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2021-123798

(P2021-123798A)

(43) 公開日 令和3年8月30日(2021.8.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 F 1/053 (2006.01)	C 2 2 F 1/053	4 E 0 0 4
C 2 2 C 21/10 (2006.01)	C 2 2 C 21/10	4 E 0 2 9
B 2 2 D 11/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/00	E
B 2 1 C 23/00 (2006.01)	B 2 2 D 11/00	G
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	B 2 1 C 23/00	A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2021-7375 (P2021-7375)
 (22) 出願日 令和3年1月20日(2021.1.20)
 (31) 優先権主張番号 特願2020-16671 (P2020-16671)
 (32) 優先日 令和2年2月4日(2020.2.4)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 日本国(JP)

(71) 出願人 000100791
 アイシン軽金属株式会社
 富山県射水市奈呉の江12番地の3
 (74) 代理人 100114074
 弁理士 大谷 嘉一
 (72) 発明者 川村 貴人
 富山県射水市奈呉の江12番地の3 アイ
 シン軽金属株式会社内
 (72) 発明者 吉田 朋夫
 富山県射水市奈呉の江12番地の3 アイ
 シン軽金属株式会社内
 (72) 発明者 柴田 果林
 富山県射水市奈呉の江12番地の3 アイ
 シン軽金属株式会社内
 Fターム(参考) 4E004 MB03 NB04 NC08
 4E029 AA06

(54) 【発明の名称】 高強度アルミニウム合金押出材の製造方法

(57) 【要約】

【課題】耐食性及び成形性に優れ、良好な焼入れ性を有するとともに生産性の高い高強度アルミニウム合金押出材の製造方法の提供を目的とする。

【解決手段】以下質量%にて、Zn：6.0～7.0%、Mg：1.5～2.0%、Cu：0.20～1.50%、Zr：0.10～0.25%、Ti：0.005～0.05%、Mn：0.15～0.35%、Sr：0.25%以下、且つ[Mn+Zr+Sr]：0.10～0.50%、残部がAlと不可避の不純物からなるアルミニウム合金の鋳造ビレットを用いて押出加工し、前記押出加工直後に冷却速度50～750 /分の範囲にて100 以下になるまで冷却し、その後一段又は二段の時効処理と、前記時効処理よりも高温で短時間の加熱処理を行うことを特徴とする。

【選択図】 図1

	合金成分(質量%)										Mn+Zr+Sr
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cl	Zn	Zr	Sr	Ti	
1 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
2 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
3 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
4 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
5 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
6 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
7 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
8 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
9 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
10 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
11 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
12 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
13 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
14 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
15 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
16 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
17 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
18 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
19 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
20 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
21 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
22 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
23 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
24 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
25 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
26 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
27 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
28 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
29 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
30 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
31 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
32 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
33 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.34
34 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
35 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
36 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
37 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
38 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
39 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
40 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
41 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
42 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
43 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
44 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
45 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

以下質量%にて、Zn：6.0～7.0%，Mg：1.5～2.0%，Cu：0.20～1.50%，Zr：0.10～0.25%，Ti：0.005～0.05%，Mn：0.15～0.35%，Sr：0.25%以下、且つ[Mn+Zr+Sr]：0.10～0.50%、残部がAlと不可避的不純物からなるアルミニウム合金の鋳造ビレットを用いて押出加工し、

前記押出加工直後に冷却速度50～750 /分の範囲にて100 以下になるまで冷却し、その後一段又は二段の時効処理と、前記時効処理よりも高温で短時間の加熱処理を行うことを特徴とする高強度アルミニウム合金押出材の製造方法。

10

【請求項 2】

前記鋳造ビレットは鋳造し、次に480～520 にて均質化処理後冷却速度50 /時間以上にて冷却することで平均結晶粒径が250 μm以下であることを特徴とする請求項1記載の高強度アルミニウム合金押出材の製造方法。

【請求項 3】

引張強度460MPa以上、耐力430MPa以上であることを特徴とする請求項2記載のアルミニウム合金押出材の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

20

本発明は、アルミニウム合金を用いた押出材の製造方法に関し、特に高強度でありながら成形性及び耐食性に優れ、生産性の高いアルミニウム合金押出材の製造方法に係る。

【背景技術】**【0002】**

自動車や各種産業機械等の分野においては、さらなる軽量化や小型化が要求されており、その達成手段の1つとして構造部材を高強度のアルミニウム合金部材で製作することが検討されている。

高強度アルミニウム合金には、Al-Mg-Si系(6000系)合金と、Al-Zn-Mg系(7000系)合金とが知られている。

6000系合金は、Mg₂Siの析出硬化による高強化をねらいとするが、Mg, Siの添加量が多くなると、押出性が著しく低下する技術的課題がある。

30

7000系合金は、自然時効型合金であり、Znの添加はMg, Siよりも押出性に対する影響が少ない点の特徴となるが、人工時効処理にて高強度を得るには熱処理時間が長くなる技術的課題がある。

【0003】

特許文献1には、塗装時の焼付温度を利用した高強度アルミニウム合金押出材の製造方法を開示するが、6000系合金であり、十分な高強度が得られていない。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0004】**

40

【特許文献1】特開2002-235158号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0005】**

本発明は、耐食性及び成形性に優れ、良好な焼入れ性を有するとともに生産性の高い高強度アルミニウム合金押出材の製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

本発明に係る高強度アルミニウム合金押出材の製造方法は、以下質量%にて、Zn：6.0～7.0%，Mg：1.5～2.0%，Cu：0.20～1.50%，Zr：0.1

50

0 ~ 0.25%, Ti: 0.005 ~ 0.05%, Mn: 0.15 ~ 0.35%, Sr: 0.25%以下、且つ[Mn + Zr + Sr]: 0.10 ~ 0.50%, 残部がAlと不可避免的不純物からなるアルミニウム合金の鑄造ビレットを用いて押出加工し、前記押出加工直後に冷却速度50 ~ 750 /分の範囲にて100以下になるまで冷却し、その後一段又は二段の時効処理と、前記時効処理よりも高温で短時間の加熱処理を行うことを特徴とする。

【0007】

本発明は、Al - Zn - Mg - Cu系の合金において、押出加工直後に空冷することで押出材表面の再結晶深さを抑制でき、良好な焼入れを有するとともに高強度が得られる。

そのアルミニウム合金組成を設定した理由を以下、説明する。

10

【0008】

< Zn成分 >

Znは比較的多く添加しても押出性の低下を少なく抑えつつ、高強度が得られやすいものの、過度に添加すると耐応力腐食割れ性が低下するので、以下全て質量%にてZn: 6.0 ~ 7.0%の範囲にするのが好ましい。

< Mg成分 >

押出材の高強度化に最も有効な成分であるが、押出性が低下しやすく、曲げ成形等の塑性加工時に押出材に割れが発生しやすくなる。

そこで、Mg成分は1.5 ~ 2.0%の範囲に設定した。

Mg成分が、この範囲であれば押出性の低下を抑え、高強度が得られる。

20

< Cu成分 >

Cu成分は金属組織中の固溶効果により高強度化を図ることができるが、添加量が多くなると押出性、成形性低下の原因になりやすく一般耐食性が低下する。

そこで、Cu成分は0.20 ~ 1.50%、好ましくは0.20 ~ 0.30%の範囲に設定した。

< Mn, Cr, Zr成分 >

Mn, Cr, Zr成分は、いずれも遷移元素であり、押出加工時に押出材の表面に発生しやすい再結晶を抑制し、表面の再結晶層の深さが小さくなる方向に作用する。

しかし、これらの成分は多くなると押出加工直後の冷却(プレス端焼入れ)において、焼入れ感受性が鋭くなる。

30

その中でも特にCr成分はその影響が大きいため、Cr成分を含有しないようにするか、含有させる場合には0.05%以下、好ましくは0.01%以下に抑える。

Mn成分は、Cr成分ほどには焼入れ感受性が強くなく、プレス端焼入れにファン空冷を採用するのには、0.15 ~ 0.35%の範囲がよい。

本発明においては、この再結晶層の深さを抑えるのにZr成分を添加した。

Zrはアルミ溶湯中に溶解できる限界があることから、Zr: 0.10 ~ 0.25%の範囲とした。

< Sr, Ti成分 >

Sr成分はビレット鑄造組織中の結晶粒の粗大化を抑制でき、その結果として、押出加工時に発生しやすい押出材表面の再結晶層の深さを抑える作用がある。

40

一方、Sr成分の添加量が多いと、Srを核とする粗大な晶出物が発生しやすくなる。

そこでSrを添加する場合には、Sr: 0.25%以下に抑えるのが好ましく、強度と再結晶層の抑制を両立させるのには[Mn + Zr + Sr]の合計量は0.10 ~ 0.50%の範囲にするのが好ましい。

また、Crを含有する場合には、[Mn + Zr + Sr + Cr]合計量を0.10 ~ 0.50%の範囲にする。

Ti成分はビレットを鑄造する際に、結晶粒の微細化に有効であり、Ti: 0.005 ~ 0.05%の範囲で添加する。

< その他の成分 >

アルミニウム合金のビレット鑄造において、混入しやすい不純物としては、Fe, Si

50

等が挙げられる。

これらの成分は多くなると、強度の低下や曲げ成形性の低下につながるので、Feは0.2%以下、Siは0.1%以下に抑えるのが好ましい。

【0009】

本発明においては、上記のようなアルミニウム合金のビレットを鑄造し、押出加工する際に押出加工直後にプレス端焼入れとして、冷却速度50~750 /分、好ましくは冷却速度50~500 /分の範囲にてファン空冷を行う。

冷却速度を750 /分超にすると、押出材の部位による冷却差が生じ、ひずみが発生しやすい。

また、水冷では冷却装置が大型になる。

押出材が100 以下の常温近くになるまで冷却する。

また、本発明で用いられる鑄造ビレットは、鑄造し、次に480~520 にて均質化処理後、冷却速度50 /時間以上にて冷却することで平均結晶粒径が250 μm以下になるようにするのが好ましい。

【0010】

本発明に係る高強度アルミニウム合金押出材は、その合金の化学組成にも特徴があるが、最も特徴的なのは短時間の熱処理にて高強度が得られる点にある。

上記のように、押出直後にファン空冷を行った後に、耐応力腐食割れ性(耐SCC性)に優れ、且つ高強度を得るのに熱処理を行う。

これまでは一般的に、初晶を発生させるための相対的に低温の一段目の時効処理と、その後初晶を成長させる相対的に高温の二段目の時効処理を行っていたが、これでは合計の熱処理時間が長く、生産性が低下する原因となっていた。

【0011】

そこで本発明は、一段目又は二段目の時効処理の後に、この時効処理温度よりも高温で短時間の加熱処理を行うことで、熱処理の合計時間を従来よりも短くすることができる。

例えば、一段目の温度を90~180 、好ましくは110~150 に設定し、二段目は一段目よりも高い温度に設定する。

本発明は、その後の加熱処理温度はそれらよりも高い温度に設定する。

例えば、一段目又は二段目よりも高い温度であって、かつ140~250 の範囲で短時間0.1~6時間の加熱処理を行う。

このような熱処理工程により、引張強さ460MPa以上、耐力430MPa以上の高強度が得られる。

本発明においては、二段目の時効処理を省略してもよく、その場合には一段目の時効処理後に上記加熱処理を行う。

【0012】

本発明に係る高強度アルミニウム合金の押出材は、プレス成形、ベンダー曲げ等にて押出材に曲げ成形等の塑性加工を行った後に、人工時効処理等を行ってもよい。

【0013】

本発明に用いるアルミニウム合金の鑄造ビレットは、アルミニウム合金の溶湯における化学組成を上記の範囲に調整し、円柱状のビレットに連続鑄造されるが、その鑄造速度を50mm /分以上にするとともに、前述のように均質化処理後に50 /時間以上の速度で冷却することで、ビレット組織中の平均結晶粒径が250 μm以下になり、押出加工時の表面再結晶層の深さを小さく抑えることができる。

【発明の効果】

【0014】

本発明に係る高強度アルミニウム合金押出材の製造方法にて製造された押出材は、割れが発生しにくくなるいわゆる「ねばり」が生じ、耐応力腐食割れ性が向上する。

また、プレス端焼入れもファン空冷等の空冷手段でよく、押出材にひずみや変形が発生しにくく、その後の人工時効処理等の熱処理時間を短くすることができ、生産性が向上する。

10

20

30

40

50

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】評価に用いたアルミニウム合金の組成例（実施例）を示す。

【図2】評価に用いたアルミニウム合金の組成例（比較例）を示す。

【図3】評価に用いた鋳造ビレット及び押出材の製造条件（実施例）を示す。

【図4】評価に用いた鋳造ビレット及び押出材の製造条件（比較例）を示す。

【図5】押出材品質の評価結果（実施例）を示す。

【図6】押出材品質の評価結果（比較例）を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

10

図1及び図2の表に示した組成のアルミニウム合金溶湯を調整し、円柱ビレットを鋳造した。

図3及び図4の表にその鋳造速度を示し、HOMO温度（ ）にて均質化処理をした。

HOMO温度は、480～520 の範囲が好ましい。

均質化処理後は、表中に示した冷却速度にて冷却した。

表中、ビレット結晶粒径とは、鋳造されたビレットの組織中の平均結晶粒径を示す。

ビレット結晶粒径は、平均粒径で250 μm以下が好ましい。

表中に示したBLT温度に予熱したビレットを押出機のコンテナに装填し、押出加工した。

押出加工直後に表中、冷却速度（ /分）にて押出材が少なくとも100 以下になるまでファン空冷した。

20

冷却速度は50～750 /分の範囲が好ましい。

必要に応じて例えば、車部品で示すとバンパーラインフォースメント、ドアビーム等の製品形状を想定して、弓形形状に曲げ成形を行う。

例えば、曲率500～3000 mmの曲げ成形である。

その後に表中に示した熱処理条件にて熱処理を行った。

表中の熱処理条件で、一段目とは1段目の熱処理温度及び時間、二段目とは2段目の熱処理温度及び時間を示し、BH温度及びBH時間は高温加熱条件（加熱処理）を示す。

【0017】

図5及び図6の表に評価結果を示す。

30

T5の値は人工時効処理後の引張り強さ（MPa）、0.2%耐力（MPa）伸び（%）を示す。

表中に本発明に係る目標値を示す。

これらの機械的性質は、JIS-Z2241に基づいて、JIS-5号片を押出材から製作し、JIS規格に準拠した引張り試験機にて計測した。

ビレットの結晶粒径、押出材の表面再結晶深さは、断面を鏡面仕上げ後にそれぞれ所定のエッチング処理を行い、光学顕微鏡観察による画像処理にて計測した。

表中、SCC性は耐力腐食割れ試験結果を示す。

試験片に耐力の80%の応力を負荷した状態で次の条件を1サイクルとし、720サイクルにて割れが発生しなかったものを目標達成とした。

40

<1サイクル>

3.5% NaCl水溶液、25 , 10分浸漬し、その後に25 , 湿度40%、50分放置し、その後に自然乾燥する。

【0018】

<評価結果の考察>

実施例1～45は、全ての品質目標をクリアーしている。

特に、実施例19、22、25及び実施例34～38においては、トータルの熱処理時間（全体時間）を10時間以内に抑えても引張強度460 MPa以上、耐力430 MPa以上をクリアーしつつ、伸びや耐SCC性にも優れる。

これに対して比較例8～11は、Mn及びMgの添加量が少なく、引張強度、耐力が未

50

達であった。

比較例 1 2 は Mg が多く、Cu も多いので、耐 SCC 性が目標未達であった。

なお比較例 1 ~ 4 は、1 段目の熱処理時間を従来のように長く設定したものであるが、引張強度が実施例 1 ~ 3 レベルまでになっていない。

【 図 1 】

	合金成分(質量%)										Mn+Zr+Sr
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr	Sr	Ti	
1 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
2 実施例	0.06	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
3 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
4 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
5 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
6 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
7 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
8 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
9 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
10 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
11 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
12 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
13 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
14 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
15 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
16 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
17 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
18 実施例	0.05	0.13	0.24	0.23	1.73	0.01	6.77	0.20	0.00	0.02	0.43
19 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
20 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
21 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
22 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
23 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
24 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
25 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
26 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
27 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
28 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
29 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
30 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
31 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
32 実施例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.44
33 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.00	0.02	0.34
34 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
35 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
36 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
37 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
38 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
39 実施例	0.05	0.14	0.24	0.24	1.74	0.01	6.75	0.19	0.00	0.02	0.42
40 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
41 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
42 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
43 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
44 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36
45 実施例	0.05	0.16	0.19	0.19	1.58	0.00	6.38	0.15	0.02	0.02	0.36

【 図 2 】

	合金成分(質量%)										Mn+Zr+Sr
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Zr	Sr	Ti	
1 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
2 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
3 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
4 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
5 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
6 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
7 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
8 比較例	0.05	0.16	0.25	0.01	1.28	0.01	6.68	0.20	0.00	0.02	0.22
9 比較例	0.05	0.16	0.25	0.01	1.28	0.01	6.68	0.20	0.00	0.02	0.22
10 比較例	0.06	0.15	0.19	0.00	1.01	0.01	6.38	0.15	0.00	0.02	0.16
11 比較例	0.06	0.15	0.19	0.00	1.01	0.01	6.38	0.15	0.00	0.02	0.16
12 比較例	0.05	0.15	1.50	0.10	2.50	0.20	5.40	0.10	0.00	0.02	0.40
13 比較例	0.06	0.15	0.25	0.25	1.76	0.01	6.70	0.19	0.00	0.02	0.45
14 比較例	0.05	0.16	0.25	0.01	1.28	0.01	6.68	0.20	0.00	0.02	0.22

【図3】

	製造速度 50mm/min 以上	HOMO		HOMO後	ビレット 結晶粒径	BLT 温度	押出 冷却速度							
		温度 480-520℃	時間 1-14hr	冷却速度 50℃/hr 以上	250μm 以下	400℃ 以上	50-750 ℃/min							
1 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
2 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
3 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
4 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
5 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
6 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
7 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
8 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
9 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
10 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
11 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
12 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
13 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
14 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
15 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
16 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
17 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
18 実施例	80	○	500	○	4	○	100	○	200	○	440	○	250	○
19 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	200	○	440	○	250	○
20 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
21 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
22 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
23 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
24 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
25 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
26 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
27 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
28 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
29 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
30 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
31 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
32 実施例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
33 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
34 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
35 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
36 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
37 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
38 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
39 実施例	80	○	500	○	4	○	130	○	200	○	440	○	140	○
40 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
41 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
42 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
43 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
44 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○
45 実施例	80	○	500	○	6	○	100	○	210	○	430	○	250	○

【図4】

	製造速度 50mm/min 以上	HOMO		HOMO後	ビレット 結晶粒径	BLT 温度	押出 冷却速度							
		温度 480-520℃	時間 1-14hr	冷却速度 50℃/hr 以上	250μm 以下	400℃ 以上	50-750 ℃/min							
1 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
2 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
3 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
4 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
5 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
6 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
7 比較例	80	○	500	○	4	○	120	○	190	○	440	○	250	○
8 比較例	80	○	520	○	4	○	100	○	195	○	480	○	70	○
9 比較例	80	○	520	○	4	○	100	○	195	○	480	○	70	○
10 比較例	80	○	510	○	3	○	100	○	200	○	470	○	70	○
11 比較例	80	○	510	○	3	○	100	○	200	○	470	○	70	○
12 比較例	50	○	480	○	12	○	100	○	225	○	440	○	750	○
13 比較例	80	○	500	○	4	○	10	×	190	○	440	○	250	○
14 比較例	80	○	520	○	4	○	10	×	195	○	480	○	70	○

【図5】

	熱処理条件(温度)			熱処理条件(時間)			T5 引張 強さ [MPa]	T5 耐力 [MPa]	T5 伸び [%]	SCC性	ミクロ 組織 表面再 結晶深さ 150μm 以下	総合 判定												
	1段目	2段目	BH 温度	1段目	2段目	BH 時間																		
1 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	0.3	12.3	○	522	○	487	○	14	○	720	○	10	○	○		
2 実施例	110	○	0	○	180	○	12	○	0	0.3	12.3	○	521	○	469	○	15	○	720	○	10	○	○	
3 実施例	115	○	130	○	180	○	6	○	12	○	0.3	18.3	○	531	○	482	○	14	○	720	○	10	○	○
4 実施例	100	○	0	○	180	○	18	○	0	0.3	18.3	○	520	○	457	○	14	○	720	○	10	○	○	
5 実施例	110	○	140	○	180	○	10	○	2	○	0.3	12.3	○	526	○	485	○	14	○	720	○	10	○	○
6 実施例	120	○	140	○	180	○	6	○	6	○	0.3	12.3	○	526	○	485	○	14	○	720	○	10	○	○
7 実施例	120	○	140	○	180	○	10	○	2	○	0.3	12.3	○	532	○	493	○	13	○	720	○	10	○	○
8 実施例	110	○	140	○	150	○	6	○	6	○	0.3	12.3	○	551	○	516	○	18	○	720	○	20	○	○
9 実施例	110	○	140	○	150	○	6	○	6	○	1.0	13.0	○	544	○	506	○	15	○	720	○	20	○	○
10 実施例	110	○	140	○	160	○	6	○	6	○	0.2	12.2	○	552	○	515	○	16	○	720	○	20	○	○
11 実施例	110	○	140	○	170	○	6	○	6	○	0.1	12.1	○	553	○	517	○	15	○	720	○	20	○	○
12 実施例	110	○	140	○	170	○	6	○	6	○	0.3	12.3	○	543	○	505	○	17	○	720	○	20	○	○
13 実施例	110	○	140	○	175	○	6	○	6	○	0.2	12.2	○	543	○	507	○	16	○	720	○	20	○	○
14 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	6	○	0.1	12.1	○	551	○	515	○	16	○	720	○	20	○	○
15 実施例	110	○	140	○	200	○	6	○	6	○	1.0	13.0	○	500	○	459	○	14	○	720	○	20	○	○
16 実施例	110	○	140	○	215	○	6	○	6	○	0.1	12.1	○	541	○	501	○	15	○	720	○	20	○	○
17 実施例	110	○	140	○	215	○	6	○	6	○	0.5	12.5	○	487	○	442	○	15	○	720	○	20	○	○
18 実施例	110	○	140	○	220	○	6	○	6	○	0.1	12.1	○	537	○	498	○	14	○	720	○	20	○	○
19 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	0	○	0.3	6.3	○	476	○	446	○	18	○	720	○	15	○	○
20 実施例	110	○	140	○	180	○	12	○	0	○	0.3	12.3	○	499	○	469	○	18	○	720	○	15	○	○
21 実施例	110	○	140	○	180	○	18	○	0	○	0.3	18.3	○	507	○	477	○	17	○	720	○	15	○	○
22 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	0.5	○	0.3	6.8	○	499	○	459	○	17	○	720	○	15	○	○
23 実施例	110	○	140	○	180	○	12	○	0.5	○	0.3	12.8	○	494	○	464	○	17	○	720	○	15	○	○
24 実施例	110	○	140	○	180	○	18	○	0.5	○	0.3	18.8	○	513	○	483	○	18	○	720	○	15	○	○
25 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	2	○	0.3	8.3	○	497	○	467	○	17	○	720	○	15	○	○
26 実施例	110	○	140	○	180	○	12	○	2	○	0.3	14.3	○	509	○	479	○	17	○	720	○	15	○	○
27 実施例	110	○	140	○	180	○	18	○	2	○	0.3	20.3	○	515	○	485	○	17	○	720	○	15	○	○
28 実施例	110	○	140	○	180	○	6	○	4	○	0.3	10.3	○	502	○	472	○	17	○	720	○	15	○	

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード(参考)	
B 2 2 D	11/20	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 1 2
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
			C 2 2 F	1/00	6 0 4
			C 2 2 F	1/00	6 4 0 A
			C 2 2 F	1/00	6 8 2
			C 2 2 F	1/00	6 8 3
			C 2 2 F	1/00	6 8 4 A
			C 2 2 F	1/00	6 8 4 C
			C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
			C 2 2 F	1/00	6 8 6 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 C
			C 2 2 F	1/00	6 9 2 A
			C 2 2 F	1/00	6 9 2 B
			B 2 2 D	11/20	A