

(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2005-298871
(P2005-298871A)

(43) 公開日 平成17年10月27日(2005.10.27)

(51) Int.C1.⁷

C22C 21/06
B21J 1/04
B21J 5/00
B22F 3/10
C22C 1/05

F 1

C 22 C 21/06
B 21 J 1/04
B 21 J 5/00
B 22 F 3/10
C 22 C 1/05

テーマコード(参考)

4 E 0 8 7
4 K 0 1 8
D
G
C

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号
(22) 出願日

特願2004-114211 (P2004-114211)
平成16年4月8日 (2004.4.8)

(71) 出願人 000002439
株式会社シマノ
大阪府堺市老松町3丁77番地
(71) 出願人 000004743
日本軽金属株式会社
東京都品川区東品川二丁目2番20号
(71) 出願人 399054321
東洋アルミニウム株式会社
大阪府大阪市中央区久太郎町三丁目6番8号
(71) 出願人 502444733
日軽金アクト株式会社
東京都品川区東品川二丁目2番20号
(74) 代理人 100096644
弁理士 中本 菊彦

最終頁に続く

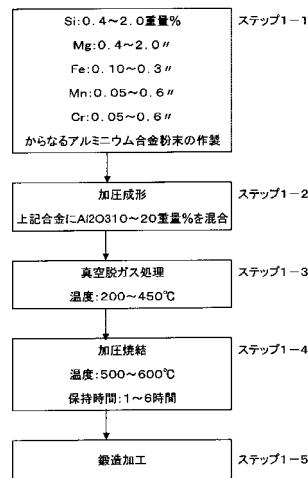
(54) 【発明の名称】塑性加工用アルミニウム合金及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 自転車部品、釣具、ゴルフクラブやスノーボード等の高機能部材として有用な高引張強度、高ヤング率及び高延性が得られる塑性加工用アルミニウム合金及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 Si: 0.4 ~ 2.0 重量%、Mg: 0.4 ~ 2.0 重量%と、更にFe, Mn, Crから選ばれた1種以上を合計で0.5 ~ 2.0 重量%を含み、残部が不可避的不純物を含むA1からなるアルミニウム合金粉末に、10 ~ 25 重量%のアルミナを混合した混合粉末を室温で加圧成形し、この成形体を200 ~ 450にて真空脱ガスし、更に、500 ~ 600 の高温で焼結した成形体を、加圧焼結し、その後、鍛造加工して、室温でのヤング率が80 GPa以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が300 MPa以上であり、かつ、伸びが5 %以上である完成品の構造部材を得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Si : 0.4 ~ 2.0 重量%、Mg : 0.4 ~ 2.0 重量%と、更にFe, Mn, Crから選ばれた1種以上を合計で0.5 ~ 2.0 重量%を含み、残部が不可避的不純物を含むAlからなるアルミニウム合金粉末と、アルミナを10 ~ 25 重量%とを混合した固化成形材であって、室温でのヤング率が80 GPa以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が300 MPa以上であり、かつ、伸びが5%以上である、ことを特徴とする塑性加工用アルミニウム合金。

【請求項 2】

請求項1記載の塑性加工用アルミニウム合金において、

上記アルミニウム合金粉末が、Si : 0.4 ~ 2.0 重量%、Mg : 0.4 ~ 2.0 重量%、Fe : 0.10 ~ 0.3 重量%、Mn : 0.05 ~ 0.6 重量%、Cr : 0.05 ~ 0.6 重量%を含有するAlからなる合金粉末である、ことを特徴とする塑性加工用アルミニウム合金。

【請求項 3】

請求項1又は2記載の塑性加工用アルミニウム合金において、

上記アルミニウム合金粉末の平均粒径が10 ~ 150 μm 、アルミナの平均粒径が5 ~ 20 μm である、ことを特徴とする塑性加工用アルミニウム合金。

【請求項 4】

Si : 0.4 ~ 2.0 重量%、Mg : 0.4 ~ 2.0 重量%と、更にFe, Mn, Crから選ばれた1種以上を合計で0.5 ~ 2.0 重量%を含み、残部が不可避的不純物を含むAlからなるアルミニウム合金粉末に、10 ~ 25 重量%のアルミナを混合した混合粉末を室温で加圧成形し、この成形体を200 ~ 450 °Cにて真空脱ガスし、更に、500 ~ 600 °Cの高温で焼結した成形体を、加圧焼結し、その後、鍛造加工して、室温でのヤング率が80 GPa以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が300 MPa以上であり、かつ、伸びが5%以上である完成品の構造部材を得る、ことを特徴とする塑性加工用アルミニウム合金の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、自転車部品、釣具、ゴルフクラブやスノーボード等の高機能部材として有用な高引張強度、高ヤング率及び高延性の塑性加工用アルミニウム合金及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、急冷凝固法により得られたアルミニウム合金粉末にセラミックスを添加分散させて、その特性、特に剛性の向上を図る試みがされている。例えば、Al - 高Si系、Al - Fe - Mo系、Al - Cu系、Al - Si - Mg系あるいはAl - Zn - Mg系の組成で検討されている(例えば、特許文献1参照)。

【0003】

また、アルミニウム合金を押出しや鍛造等の熱間成形加工する場合、それに先立って冷間で圧粉成形された粉末成形体の内部や表面には水和物や空気が含まれており、そのまま熱間加工すると、熱間加工時やその後の熱処理工程においてブリスタ(膨れ)等の欠陥が発生する場合がある。そのため、欠陥を発生させないために、熱間加工の前に脱ガスを行うのが一般的である。

【特許文献1】特許第254660号公報(特許請求の範囲)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、従来のアルミニウム合金においては、例えば、自転車部品、釣具、ゴル

10

20

30

40

50

フクラブやスノーボード等の高機能部材として有用な高引張強度，高ヤング率及び高延性が十分に得られないという問題があった。

【0005】

この発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、自転車部品，釣具，ゴルフクラブやスノーボード等の高機能部材として有用な高引張強度，高ヤング率及び高延性が得られる塑性加工用アルミニウム合金及びその製造方法を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、Si:0.4~2.0重量%、Mg:0.4~2.0重量%と、更にFe, Mn, Crから選ばれた1種以上を合計で0.5~2.0重量%を含み、残部が不可避的不純物を含むAlからなるアルミニウム合金粉末と、アルミナを10~25重量%とを混合した固化成形材であって、室温でのヤング率が80GPa以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が300MPa以上であり、かつ、伸びが5%以上であることを特徴とする。

【0007】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の塑性加工用アルミニウム合金において、上記アルミニウム合金粉末が、Si:0.4~2.0重量%、Mg:0.4~2.0重量%、Fe:0.10~0.3重量%、Mn:0.05~0.6重量%、Cr:0.05~0.6重量%を含有するAlからなる合金粉末である、ことを特徴とする。

【0008】

ここで、Siの添加量を0.4~2.0重量%としたのは、Siの添加はMgと化合物Mg₂Siを形成してアルミニウムマトリックスの熱処理後の強度を300MPa以上とするのに最低0.4重量%の添加が必要であり、Siの添加量が2.0重量%を超えると5%以上の伸びが得られず鍛造加工に支障をきたすからである。

【0009】

また、Mgの添加量を0.4~2.0重量%としたのは、Mgの添加は熱処理後の強度を高めるためSiとの化合物Mg₂Siの形成に必要であり、300MPa以上の引張強度を得るには最低0.4重量%の添加が必要であり、Mgの添加量が2.0重量%を超えると塑性加工性が低下するからである。

【0010】

Feは、SiとAl-Fe-Siの化合物を形成して、余分なSiの悪影響である伸びの減少を低減させる。Feの添加量を0.10~0.3重量%としたのは、添加量が0.10重量%未満ではアトマイズ粉の組織微細化効果がなくなり、添加量が0.3重量%を超えると伸びの低下をきたすからである。

【0011】

Mn及びCrは、適量加えることによって、熱間加工による組織の粗大化を抑える効果がある。Mn及びCrの添加量をそれぞれ0.05~0.6重量%としたのは、0.05重量%未満では上記効果がなく、添加量が0.6重量%を超えると延性を低下させるからである。

【0012】

また、アルミナの添加量を10~25重量%としたのは、ヤング率と耐摩耗性を向上させるためであり、添加量が10重量%未満になるとヤング率が低下し、25重量%を超えると伸びが低下するからである。

【0013】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の塑性加工用アルミニウム合金において、上記アルミニウム合金粉末の平均粒径が10~150μm、アルミナの平均粒径が5~20μmである、ことを特徴とする。

【0014】

ここで、アルミニウム合金粉末の平均粒径を10~150μmとしたのは、10μm未満ではアルミニウム合金粉末同士で凝集が起こり、アルミナと均一に混合することが困難

10

20

30

40

50

となり、強度及び伸びのバラツキが大きくなり塑性加工性に支障をきたし、 $150\text{ }\mu\text{m}$ を超えると粗い粒子のものが多くなり、アルミナの均一な分散が困難となり、強度及び伸びのバラツキが大きくなり塑性加工性に支障をきたすからである。

【0015】

また、アルミナの平均粒径を $5\sim20\text{ }\mu\text{m}$ としたのは、アルミナはヤング率と耐摩耗性を向上させるためであり、平均粒径が $5\text{ }\mu\text{m}$ 未満では均一な混合ができなくなり、 $20\text{ }\mu\text{m}$ を超えると粗大なアルミナが多くなって、伸び及び塑性加工性を低下させるからである。

【0016】

請求項4記載の発明は、上記塑性加工用アルミニウム合金の製造方法であって、Si：
0.4～2.0重量%、Mg：0.4～2.0重量%と、更にFe、Mn、Crから選ばれた1種以上を合計で0.5～2.0重量%を含み、残部が不可避的不純物を含むA1からなるアルミニウム合金粉末に、10～25重量%のアルミナを混合した混合粉末を室温で加圧成形し、この成形体を $200\sim450$ にて真空脱ガスし、更に、 $500\sim600$

の高温で焼結した成形体を、加圧焼結し、その後、鍛造加工して、室温でのヤング率が 80 GPa 以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が 300 MPa 以上であり、かつ、伸びが5%以上であり、ブリスタの生じない完成品の構造部材を得る、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0017】

この発明によれば、自転車部品、釣具、ゴルフクラブやスノーボード等の高機能部材として有用な高引張強度、高ヤング率であって、伸びも、従来品はアルミナの含有量が10重量%であっても5%未満であるのに対し、この発明ではアルミナの含有量が10重量%以上であっても8%に達し、延性に優れ、塑性加工性に適している。また、脱ガス後もガスの再吸着を抑制し、ブリスタ（膨れ）等の加工欠陥を生じさせない、塑性加工用アルミニウム合金を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下に、この発明に係る塑性加工用アルミニウム合金の製造方法の最良の実施形態について、図1を参照して詳細に説明する。

【0019】

まず、重量%で（以下、単に%で表示する）、Si：0.4～2.0%（例えば、0.8%）、Mg：0.4～2.0%（例えば、1.0%）と、更にFe、Mn、Crから選ばれた1種以上を合計で0.5～2.0%（例えば、Fe：0.15%，Mn：0.05%，Cr：0.3%）を含み、残部が不可避的不純物を含むA1からなるアルミニウム合金急冷凝固粉末を作製する（ステップ1-1、アルミニウム合金粉末作製工程）。急冷凝固粉末を作製する方法としては、アトマイズ法、メルトスピニング法、回転円盤法、回転電極法等の公知の製造方法で行えればよく、この発明では、工業的生産に適しているという点でアトマイズ法（特に、ガスアトマイズ法）が適している。なお、このアルミニウム合金粉末作製に当って、均一な混合や強度及び伸びのバラツキを考慮して、アルミニウム合金粉末の平均粒径を好ましくは $10\sim150\text{ }\mu\text{m}$ とする。その理由は、アルミニウム合金粉末の平均粒径が $10\text{ }\mu\text{m}$ 未満であると、アルミニウム合金粉末同士で凝集が起こり、アルミナと均一に混合することが困難となり、また、アルミニウム合金粉末の平均粒径が $150\text{ }\mu\text{m}$ を超えると粗い粒子のものが多くなり、アルミナの均一な分散が困難となり、強度及び伸びのバラツキが大きくなり塑性加工性に支障をきたすからである。

【0020】

次に、上記アルミニウム合金急冷凝固粉末中に、平均粒径が $5\sim20\text{ }\mu\text{m}$ （例えば、 $15\text{ }\mu\text{m}$ ）のアルミナ（ Al_2O_3 ）をポットミルにて $10\sim25\%$ （例えば、15%）混合分散させて得られた混合粉末を、冷間静水圧成形（CIP）して仮成形する（ステップ1-2、加圧成形工程）。ここで、 Al_2O_3 の平均粒径を $5\sim20\text{ }\mu\text{m}$ とした理由は、平均

10

20

30

40

50

粒径が $5 \mu\text{m}$ 未満では均一な混合ができなくなり、 $20 \mu\text{m}$ を超えると粗大な Al_2O_3 が多くなって、伸び及び塑性加工性を低下させるからである。

【0021】

次に、仮成形した混合粉末を真空吸引によって脱ガス処理を行う {ステップ1-3、脱ガス処理工程}。脱ガス処理は、加熱しながら行うとガスも抜けやすく、一部焼結も進行するので、 $200 \sim 450$ によって真空脱ガスする。炉内温度が 200 を超えると、仮成形体に吸収されている空気や水分が除去され、炉内温度が 300 を超えると、水和物が分解除去される。これらの現象は、 450 以上でも起こるが、仮成形体の温度が 450 を超えると次第に焼結が起り、空気や水分が抜ける仮成形体内部の粉末間の隙間が塞がり始める。そこで、この発明では、焼結が始まる前に脱ガスを十分に行うために炉内温度 400 の炉内で成形体を $1 \sim 6$ 時間 (例えば、 $1 \sim 5$ 時間) 保持している。

10

【0022】

次いで、更に、 $500 \sim 600$ (例えば、 550) の高温で保持時間 $1 \sim 6$ 時間 (例えば 4 時間) の焼結した成形体を、熱間押出又は熱間圧延により加圧焼結する {ステップ1-4、加圧焼結工程}。この加圧焼結工程において、温度が 500 未満であると、粉末表面を覆っている酸化物等が邪魔をして、焼結速度は遅く焼結はあまり進行しないので、上記温度 (550) 以上に加熱する方が好ましい。この温度 (550) 以上になると、粉末自身が柔らかくなり、表面の一部が溶融する。溶融してできた溶湯は、粉末表面を覆っている酸化物等の破れ目等から染み出して、粉末間の隙間を埋め、焼結が急速に進行するようになる。なお、 600 を超える温度で保持すると合金粉末の溶融が起り、熱間加工材の機械的特性が著しく低下する。また、保持時間が 1 時間より短いと、焼結が十分に進まないので、保持時間は 1 時間以上にする必要がある。逆に、保持時間が 6 時間よりも長いと、合金粉末中の晶・析出物の粗大化が起り、熱間加工材の機械的性質が低下する。よって、保持時間を $1 \sim 6$ 時間とする方が好ましい。

20

【0023】

加圧焼結した後、鍛造加工して完成品の構造部材を得る {ステップ1-5、鍛造加工工程}。

【実施例】

【0024】

以下に、上記工程を経て得られた完成品の構造部材である塑性加工用アルミニウム合金の特性と表面観察の実験について説明する。

30

【0025】

まず、表1に示す成分の元素と Al_2O_3 を含むアルミニウム合金急冷凝固粉末をガスマトライズ法で製造 (作製) する。得られたアルミニウム合金粉末を冷間静水圧成形で、直径 325 mm のビレットに成形する。得られたビレットを真空炉内で 380 の温度で 1 時間保持し、脱ガス処理し、その後 560 の高温 (但し、表1のNo. 20とNo. 21のみ 480) で 2 時間焼結した成形体を常温まで冷却した後、誘導加熱で 500 まで加熱し、丸棒に押出加圧し、水焼入れ (T6) 処理、すなわち、 540 で 2 時間保持後水冷、 180 で 6 時間人工時効を行ったところ、表2に示すような結果が得られた。

【表1】

NO	アルミニウム合金粉末							Al ₂ O ₃		焼結 温度°C	
	Si	Mg	Fe	Mn	Cr	Al	平均粒 径μm	Al ₂ O ₃	平均粒 径μm		
発 明 合 金	1	2.0	0.4	0.3	0.6	0.6	残	150	25	20	560
	2	1.0	2.0	0.2	0.3	0.05	残	80	15	10	560
	3	0.4	1.5	0.1	0.05	0.3	残	10	10	5	560
	4	0.8	1.0	0.15	0.05	0.3	残	100	15	15	560
比較 合 金	5	1.0	1.0	0.2	0.5	0.5	残	80	30	10	560
	6	1.0	1.0	0.2	0.5	0.5	残	80	5	10	560
	7	1.0	1.0	0.2	0.5	0.5	残	80	20	25	560
	8	1.0	1.0	0.2	0.5	0.5	残	200	20	10	560
	9	1.0	1.0	0.2	0.5	0.5	残	5	20	10	560
	10	0.2	1.5	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	11	1.5	0.2	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	12	1.0	1.0	0.05	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	13	1.0	1.0	0.2	0.04	0.5	残	80	20	10	560
	14	1.0	1.0	0.2	0.5	0.04	残	80	20	10	560
	15	2.5	1.0	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	16	1.0	2.5	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	17	1.0	1.0	0.4	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	18	1.0	1.0	0.2	0.8	0.5	残	80	20	10	560
	19	1.0	1.0	0.2	0.5	0.8	残	80	20	10	560
	20	0.2	0.2	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	21	2.5	2.5	0.2	0.5	0.5	残	80	20	10	560
	22	1.0	1.0	0.5	0.8	0.8	残	80	20	10	480
	23	1.0	2.0	0.2	0.3	0.3	残	80	10	10	480

10

20

30

40

【表2】

	NO	引張強度(MPa)	伸び(%)	ヤング率(GPa)	ブリスタの有無
発明合金	1	305	6.8	85	○
	2	350	5.2	87	○
	3	320	7.5	80	○
	4	367	8.5	86.5	○
比較合金	5	340	1.8	88	○
	6	335	5.2	75~86	○
	7	350	3.4	82	○
	8	330	2.5	79	○
	9	290~340	3~5	74~82	○
	10	280	4.2	82	○
	11	250	4.6	78	○
	12	290	4.0	82	○
	13	305	4.8	82	○
	14	320	4.7	81	○
	15	335	2.8	84	○
	16	340	3.2	80	○
	17	310	3.5	80	○
	18	325	2.8	83	○
	19	330	3.6	83	○
	20	240	4.5	75	○
	21	350	2.2	82	○
	22	280	3.9	76	×
	23	290	4.8	75	×

*「ブリスタの有無」については、ブリスタが全く無いものを「○」

ブリスタが生じたものを「×」で示した。

*アルミナ径、アルミニウム合金粉末径が小さい(No. 6, No. 9)と、バラツキが大きくなり平均の特性値を低下させる。

10

20

30

40

【0026】

上記実験の結果、発明合金(No. 1 ~ No. 4)は、引張強度が305 ~ 367 MPaであり、ヤング率が80 ~ 87 GPaであり、伸びが5.2 ~ 8.5 %であり、十分高い引張強度、ヤング率及び伸びを示した。更に、脱ガス後もガスの再吸着を抑制し、ブリスタ等の加工欠陥が生じない塑性加工用アルミニウム合金を得ることができた。これに対し、比較合金(No. 5 ~ No. 23)は、アルミニウム合金粉末とAl₂O₃の成分量と平均粒径及び焼結温度が適切でないため、引張強度、ヤング率及び伸びが不足しているかバラツキが大きく、又はブリスタが生じることが判った。

【0027】

50

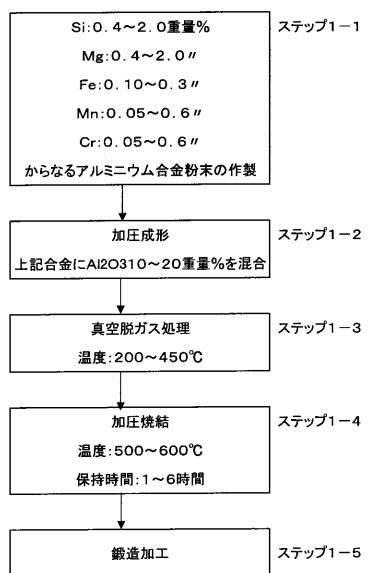
よって、重量%（以下、同じ）で、Si:0.4~2.0%、Mg:0.4~2.0%と、更にFe, Mn, Crから選ばれた1種以上を合計で0.5~2.0%（具体的には、Fe:0.10~0.3%、Mn:0.05~0.6%、Cr:0.05~0.6%）を含み、残部が不可避的不純物を含むAlからなるアルミニウム合金粉末中に、Al₂O₃を10~25%分散させることにより、室温でのヤング率が80GPa以上であり、水焼入れ処理後の室温引張強度が300MPa以上であり、かつ、伸びが5%以上であり、ブリストアの生じない塑性加工用アルミニウム合金を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】この発明に係る塑性加工用アルミニウム合金の製造方法の工程を示すフローチャートである。 10

【図1】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷
C 22 C 21/02

F I
C 22 C 21/02

テーマコード(参考)

(72)発明者 岡庭 茂
静岡県庵原郡蒲原町蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内
(72)発明者 石井 秀樹
静岡県庵原郡蒲原町蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内
(72)発明者 梶山 隆
静岡県庵原郡蒲原町蒲原一丁目34番1号 日本軽金属株式会社グループ技術センター内
(72)発明者 近藤 琢年
静岡県庵原郡蒲原町蒲原5617番地 日軽蒲原株式会社内
(72)発明者 今岡 学
大阪府大阪市中央区久太郎町三丁目6番8号 東洋アルミニウム株式会社内
(72)発明者 前田 光代
大阪府堺市老松町3丁目77番地 株式会社シマノ内
(72)発明者 坪内 憲治
大阪府堺市老松町3丁目77番地 株式会社シマノ内

F ターム(参考) 4E087 BA04 HB17
4K018 AA15 AB01 AC01 BA08 BB04 BC06 CA23 DA01 DA21 DA32
EA28 EA32 FA03 FA08 KA70