

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-527658

(P2004-527658A)

(43) 公表日 平成16年9月9日(2004.9.9)

(51) Int.C1.⁷

F 1

テーマコード(参考)

C22F 1/05

C 2 2 F 1/05

4 E 0 0 4

B22D 11/00

B 2 2 D 11/00

E

B22D 11/049

B 2 2 D 11/049

C22C 21/02

C 2 2 C 21/02

C22C 21/06

C 2 2 C 21/06

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 30 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2002-587665 (P2002-587665)	(71) 出願人	591074002 アルキャン・インターナショナル・リミテッド ALCAN INTERNATIONAL LIMITED カナダ、エイチ3エイ・3ジー2、ケベック、モントリオール、ウエスト、シャープルック・ストリート1188番
(86) (22) 出願日	平成14年5月2日 (2002.5.2)	(74) 代理人	100086405 弁理士 河宮 治
(85) 翻訳文提出日	平成15年11月4日 (2003.11.4)	(74) 代理人	100091465 弁理士 石井 久夫
(86) 國際出願番号	PCT/CA2002/000653	(72) 発明者	マイケル・ジャクソン・ブル アメリカ合衆国48116ミシガン州ブライトン、シカモア・トレイル9387番 最終頁に続く
(87) 國際公開番号	W02002/090608		
(87) 國際公開日	平成14年11月14日 (2002.11.14)		
(31) 優先権主張番号	60/288,381		
(32) 優先日	平成13年5月3日 (2001.5.3)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

(54) 【発明の名称】曲げ特性を改善したアルミニウム合金シートを製造する方法及びその製造方法により製造されたアルミニウム合金シート

(57) 【要約】

自動車用のパネルを成形するときに使用される曲げ特性に優れたアルミニウム合金シートを製造する方法について開示している。0.5~0.75重量%のMg、0.7~0.85重量%のSi、0.15~0.35重量%のMn、0.1~0.3重量%のFe、任意であるが0.2~0.4重量%のCu、残部Al、付随的な不純物を含有するアルミニウム合金を使用する。半連続的鋳造により、この合金をインゴットに鋳造する。そのインゴットを、熱間圧延し、冷間圧延し、その後形成されたシートを溶体化処理する。さらに、少なくとも80°の初期予備時効温度から室温まで、5°/時間以上の冷却速度で急速に冷却してこのシート材料を予備時効する。

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

自動車用のパネルを成形する際に使用される曲げ特性に優れたアルミニウム合金シートを製造する方法であって、

0.5 ~ 0.75 重量% の Mg、0.7 ~ 0.85 重量% の Si、0.15 ~ 0.35 重量% の Mn、0.1 ~ 0.3 重量% の Fe、残部 Al、付随的な不純物を含有するアルミニウム合金インゴットを半連続的に鋳造する工程と、

前記鋳型合金インゴットを熱間圧延し冷間圧延し、その後、製造されたシートを溶体化処理する工程と、

少なくとも 80 の初期予備時効温度から室温まで 5 / 時間以上の冷却速度で急速に冷却することにより、前記シート材料を予備時効する工程とを備えることを特徴とするアルミニウム合金シートの製造方法。 10

【請求項 2】

前記合金が、0.2 ~ 0.4 重量% の Cu を含有することを特徴とする請求項 1 記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項 3】

前記初期予備時効温度が、約 95 ~ 185 の範囲にあることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載のアルミニウム合金シートの製造方法。 20

【請求項 4】

前記冷却速度が、10 ~ 600 / 時間の範囲にあることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のアルミニウム合金シートの製造方法。 20

【請求項 5】

前記初期予備時効温度が、約 95 ~ 200 の範囲にあり、かつ前記冷却速度が 10 ~ 600 / 時間の範囲にあることを特徴とする請求項 4 記載のアルミニウム合金シートの製造方法。 30

【請求項 6】

曲げ特性を改良したアルミニウム合金シートであって、

0.50 ~ 0.75 重量% の Mg、0.7 ~ 0.85 重量% の Si、0.1 ~ 0.3 重量% の Fe、0.15 ~ 0.35 重量% の Mn、残部 Al、付随的な不純物を含有するアルミニウム合金インゴットを半連続的に鋳造する工程と、

前記鋳型合金インゴットを熱間圧延し冷間圧延し、その後、製造されたシートの溶体化処理する工程と、

少なくとも 80 の初期予備時効温度から室温まで 5 / 時間以上の冷却速度で急速に冷却することにより、前記シート材料を予備時効する工程とを備える方法により製造されたアルミニウム合金シート。 30

【請求項 7】

前記合金が、0.2 ~ 0.4 重量% の Cu を含有することを特徴とする請求項 6 記載のアルミニウム合金シート。

【請求項 8】

前記初期予備時効温度が、約 95 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする製造方法により得られる請求項 6 又は 7 記載のアルミニウム合金シート。 40

【請求項 9】

前記シートが、10 ~ 600 / 時間の冷却速度で冷却されることを特徴とする製造方法により得られる請求項 6 ~ 8 のいずれかに記載のアルミニウム合金シート。

【請求項 10】

前記シート材料が、0.05 以下の曲げ特性値 (r / t) を有することを特徴とする請求項 6 ~ 9 のいずれかに記載のアルミニウム合金シート。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

(技術分野)

10

30

40

50

本発明は、曲げ特性及び塗装焼付け反応が改善されたアルミニウム合金シートを製造する方法及び上記製造方法により得られるアルミニウム合金シートに関する。

【0002】

(背景技術)

特に自動車産業用途の高特性アルミニウム合金を改良することが求められ、その要求がさらに強くなっている。自動車産業に対して有益であるために、アルミニウム合金シート製品は、所望の焼き戻し工程において、良好な成形特性を有し、所望のように成形され折り曲げられることが必要であり、同時に、成形、塗装、焼付けした後の合金製品は、凹みや他の衝撃に対抗するに十分な強度を有しなければならない。

【0003】

AA(アルミニウム協会)6000シリーズのアルミニウム合金は、所望の焼き戻し工程においては、低い降伏強さ(耐力)を有し、最終製品においては、高い降伏強さを有することが望まれる。所望の焼き戻し工程においては、良好な成形性を得るために、またスプリングバック(力により変形した金属がもとの形に戻ろうとする場合におけるその加えられた力を減少させるために降伏強さが低いことが望まれ、一方、最終製品においては、重量を最大限抑えるため可能な限り厚みを減らしたとしても、十分な耐デント性を有するよう降伏強さが高いことが必要とされる。

【0004】

1993年11月30日に公開された米国特許第5,266,130号(ウチダ等)には、溶体化処理後の冷却工程において、その加熱パターンを調整することにより、良好な形状凍結性及び塗装焼付け硬化性を有するアルミニウム合金シート材料を製造するプロセスが開示されている。最初、そのシートは、60~250の焼入れ温度までは、急速に冷却され、その後、特定の焼入れ温度に基いた速度でさらに冷却される。0.8%Si、0.7%Mg、0.20%Mn及び0.15%Feを含有するあるアルミニウム合金は、150から50まで4/minの冷却速度を用いた予備時効(pre-aging)処理がなされる。0.8%Si、0.7%Mg、0.30%Cu、0.10%Mn、0.15%Fe、0.02%Ti及び20ppmBを含有する他の合金は、同じ時効処理を必要とする。

【0005】

1997年4月1日に公開された米国特許第5,616,189号(ジン等)には、自動車産業において使用されるシートを製造するのに適した量のマグネシウム、シリコン、任意に銅を含有するアルミニウム合金が開示されている。本発明は、自動車産業で使用される適切な特性を有するアルミニウム合金を製造するプロセスを開示している。アルミニウム合金の中で、0.30%Cu、0.50%Mg、0.70%Si、0.05%Mn、及び0.22%Feを含有する合金、及び0.29%Cu、0.52%Mg、0.68%Si、0.07%Mn、及び0.21%Feを含有する合金について分析されている。これらの合金から製造されたシートは、5時間、85で予備時効処理を必要とする。この発明は、85においてシートを輪状にされ、10/h時間以下の冷却速度で常温までゆっくりと冷却されることが記載されている。

【0006】

本発明は、優れた曲げ特性及び塗装焼付け応答を有するアルミニウム合金シートを成形するさらに改良されたプロセス技術を提供することを目的とする。

【0007】

従来のAA(アルミニウム協会)6000シリーズアルミニウム合金の塗装焼付け応答は、複雑である。与えられた条件のこれらの合金には、粒径の揃った多量のクラスター及びゾーンが含まれる。これらのクラスター及びゾーンは、マトリックス全体にわたって、均一に配置されている。塗装保護工程において、粒径の細かいいくつかの不規則なクラスター及びゾーンが、マトリックス内において再融解し、それ以外のクラスター及びゾーンは、硬化過程の間に大きくなり強度が改善される。その折り曲げ特性及び塗装焼付け応答がどのようにして改善されるかを説明する正確なメカニズムは、全体としては分かっていない

10

20

30

40

50

い。本発明の製造方法は、クラスター及びゾーンの形成を遅め、ほとんどが塗装保護工程の間に再融解しないクラスター及びゾーンを形成すると考えられる。それゆえ、粒径の揃った多数のクラスター及びゾーンは、硬化している粒子の核形成に使われるようになり、それによって、時効応答が改良される。

【0008】

(発明の開示)

本発明に係る合金は、0.50～0.75重量%のMg、0.7～0.85重量%のSi、0.15～0.35重量%のMn、0.1～0.3重量%のFe、残部Al、付隨的不純物を含有するAA6000シリーズの自動車用アルミニウム合金である。上記合金は、0.2～0.4%のCuを含有することが好ましい。

10

【0009】

この合金は、半連続的鋳造、即ち直接チル鋳造(DC)により、インゴットに鋳造される。そのインゴットは、均質化され、次の圧延のときに必要な厚さまで熱間圧延され、その後冷間圧延され、溶体化処理される。その熱処理されたシートは、所望の初期予備時効温度まで冷却しても良い。このようにして得られたシート製品は、本発明に係る予備時効処理を必要とする。この予備時効は、溶体化処理工程の最終工程であっても良いし、分離した再加熱工程の一部であっても良い。

【0010】

予備時効のために、そのシート材料は、初期予備時効温度から始まる。その予備時効温度は、少なくとも80であり、175以上になっても良い。初期予備時効温度は、好ましくは、95～200の範囲内であり、より好ましくは、95～185である。この予備時効温度から開始して、そのシート材料は、5/時間以上の冷却速度で、常温即ち25まで急速に冷却される。

20

【0011】

優れた曲げ特性と塗装焼付け応答を合わせたものが、(a)合金の特定の組成、及び(b)適切な予備時効処理により達成される。このことにより、従来のように製造されたものと比較して、シートの自然時効を遅くし、降伏強さを低い値で安定させ、塗装焼付け応答を劇的に改善する。

【0012】

(発明を実施するための最良の形態)

30

本発明は、特に、低いT4P降伏強さ及び高いT8降伏強さを有するシート材料を提供することを目的とする。その低いT4P降伏強さにより、成形性が改善され、深割れを起こすことなくへりを伏せること(hemming)ができる。そのT8降伏強さは、良好な塗装焼付け応答、即ち、塗装し焼き付けた後、そのシートは、凹ませることに対して対抗し他の衝撃に耐えるだけの十分な強度を有することを示す。この目的のために必要な本発明に係るシート製品の特定の物理特性は以下のようである。

T4P、YS 90～120 MPa

T4P、UTS >200 MPa

T4P、E1 >28%ASTM、>30% (JIS)

40

BEND、 r_{min}/t <0.5

T8(0%の張り)、YS >210 MPa

T8(2%の張り)、YS >220 MPa

【0013】

本発明で使用した合金は、直接チル鋳造(DC)により鋳造される。そのインゴットは、5時間以上550以上の温度で均質化される。そのインゴットは、出口温度約300～380で、次の圧延に必要な出口厚さ約2.5～6mmまで熱間圧延される。冷間圧延は約1mmの厚さまで行われ、溶体化処理は一般的に530～570の温度で行われる

50

。

【0014】

処理工程に中間アニール工程が含まれるとき、その再圧延シートは、中程度の厚さである約2.0~3.0mmまで冷間圧延される。この中程度のシートは、約345~410の温度でバッチアニールされ、その後さらに約1.0mmの厚さまで冷間圧延される。

【実施例1】

【0015】

0.6%Mg、0.8%Si、0.25%Fe及び0.20%Mnを含有し、0.25%のCuを含有しているか若しくは含有していない合金を、95mm×228mmのインゴットに鋳造し実験を行う。そのインゴットの表面を削り、560で6時間均質化し、3.5mmの厚さまで熱間圧延し、一回の通過で2.1mmの厚さまで冷間圧延し、360で1時間バッチアニールし、0.93mmの厚さまで冷間圧延する。このシート材料を560で5分間溶体化処理する。

【0016】

溶体化処理されたシート材料を、異なる予備時効温度(105、125、150及び175)から冷却して予備時効する。1.25/時間~600/時間にわたる様々な冷却速度を使用する。YS(降伏強さ)、UTS(引張り強度)、E1(全体の伸び)、n(引張り硬化率)および曲げ特性(r/t)を測定した。このr/tの割合を、ASTM E290C標準巻き付け折り曲げテスト方法に係る3つの標本から決定する。r/tの最小値は、シート厚で割って得られ、クラックなく折り曲げができるときの主軸の最小半径により得られる。測定で使用する主軸の半径は、0.057mm、0.076mm、0.102mm、0.152mm、0.203mm、0.254mm、0.305mm、0.406mm、0.508mm、0.610mm、0.711mm、0.813mm、1.02mm、1.22mm、1.42mm等である。

【0017】

2週間及び4週間の自然時効をしたT4P焼戻しに対して測定を行った。「P」という文字は、シート材料が予備時効されていることを意味する。T8は、2%引張った状態で30分間177で模擬的に塗装焼付けした後の降伏強さを示す。

【0018】

表1及び2は、0.6%Mg、0.8%Si、0.25%Fe及び0.20%Mn、残部A1及び付随した不純物を含有する合金から形成されたシートの機械的特性を示している。表1(2週間の自然時効)から、105~175間の予備時効温度と20~600の冷却速度との多数のコンビネーションでは、低いT4P降伏強さと高いT8降伏強さとを組み合わせたものが得られる。特に、125から、20/時間の冷却速度で冷却することにより、また、150から、60/時間の冷却速度で冷却することにより、さらに、175から、600/時間の冷却速度で冷却することにより、良好な結果が得られる。予備時効を行わない場合の結果は、表1及び2に示されている。T8の特性は、予備時効された場合と比べて劇的に減少する。

【0019】

表2は、サンプルが4週間自然時効されること以外表1と同様である。結果は、表1のものとそれほど異ならない。時間に対して特性が安定していることは、特に望ましい特徴である。

【0020】

図1、2及び3は、様々な冷却温度から様々な冷却速度で冷却することの、降伏強さ及び曲げ特性に対する効果を示している。図1は、高温から低い冷却速度で冷却すると、人工的な時効のため、T4P及びT8の焼き戻し工程における降伏強さが増加し、曲げ特性に対して不都合な方に影響することを示している。表1に示されるように、高い冷却温度から始まってより急速な冷却速度で行った場合、特性をうまく合わせたものが得られる。

【0021】

【表1】

10

20

40

50

様々な条件で予備時効し二週間自然時効した
Al-0.6%Mg-0.8%Si-0.25%Fe-0.20Mn合金の
機械的特性

予備熟成 温度 (°C)	冷却 温度 (°C/h)	焼戻し	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	曲げ特性	
							L	T
No Pre-age	-	T4 T8	115.2 173.7	234.8 248.9	28.1 22.0	0.28 0.20	0.21	0.21
105	1.25	T4P T8	131.6 242.0	243.8 299.6	23.9 19.1	0.26 0.15	0.33	0.28
		T4P T8	105.8 214.7	222.7 280.3	23.0 20.1	0.29 0.17	-	-
	20	T4P T8	108.6 216.6	226.0 281.8	21.3 19.7	0.29 0.16	0.08	0.05
		T4P T8	171.1 264.2	268.4 310.7	21.8 17.6	0.21 0.12	0.64	0.43
	60	T4P T8	105.2 234.0	220.7 292.7	23.1 18.4	0.29 0.15	0.03	0.03
		T4P T8	107.1 223.1	225.0 287.4	23.5 18.7	0.29 0.16	0.08	0.03
125	1.25	T4P T8	246.9 296.8	304.9 322.0	15.8 13.2	0.12 0.08	1.54	1.55
		T4P T8	106.7 249.5	220.0 303.6	23.1 16.6	0.28 0.13	-	-
	60	T4P T8	112.5 232.3	223.3 293.1	22.4 18.2	0.28 0.15	0.06	0.03
		T4P T8	113.1 249.3	222.5 297.0	22.5 16.4	0.27 0.13	-	-
	240	T4P T8	106.2 245.9	220.1 295.9	24.9 17.1	0.28 0.13	0.08	0.08
		T4P T8	298.0 312.3	325.5 324.0	10.6 8.5	0.06 0.05	2.67	2.29
175	1.25	T4P T8	113.1 249.3	222.5 297.0	22.5 16.4	0.27 0.13	0.18	0.03
		T4P T8	106.2 245.9	220.1 295.9	24.9 17.1	0.28 0.13	-	-
	600	T4P T8	106.2 245.9	220.1 295.9	24.9 17.1	0.28 0.13	0.03	0.03

10

20

30

【0022】

【表2】

様々な条件で予備時効し四週間自然時効した
Al-0.6%Mg-0.8%Si-0.25%Fe-0.2%Mn合金の
機械的特性

予備熟成 温度 (°C)	冷却 速度 (°C/h)	焼戻し	YS (MPa)	UTS (MPa)	%El	n	曲げ特性	
							L	T
No Pre-age	-	T4	116.7	235.5	25.8	0.28	0.21	0.16
		T8	172.2	248.1	20.1	0.20	-	-
105	1.25	T4P	133.2	246.2	23.6	0.26	0.27	0.22
		T8	244.5	302.4	18.8	0.15	-	-
	20	T4P	114.0	231.7	23.9	0.28	0.11	0.05
		T8	215.2	281.4	20.1	0.17	-	-
125	60	T4P	114.7	233.4	24.9	0.28	0.11	0.08
		T8	213.0	281.4	19.5	0.17	-	-
	1.25	T4P	172.2	268.9	22.8	0.21	0.54	0.44
		T8	268.0	313.9	17.2	0.12	-	-
150	20	T4P	114.5	230.8	24.3	0.28	0.05	0.02
		T8	235.6	296.3	18.3	0.15	-	-
	60	T4P	115.3	233.2	24.9	0.28	0.08	0.03
		T8	223.1	287.7	18.9	0.16	-	-
175	1.25	T4P	251.1	312.2	17.3	0.12	1.52	1.52
		T8	298.3	323.6	13.4	0.08	-	-
	240	T4P	114.5	227.6	23.6	0.28	0.05	0.03
		T8	248.1	300.9	16.6	0.13	-	-
175	120	T4P	118.5	234.9	24.3	0.28	0.21	0.08
		T8	230.5	290.4	18.3	0.16	-	-
	600	T4P	301.1	326.9	9.3	0.05	2.62	2.30
		T8P	310.4	322.3	8.3	0.05	-	-

10

20

30

40

【0023】

表3と4は、2週間及び4週間の自然時効の後の合金であって、0.25%のCuを含有する合金の平均的な伸長特性をまとめたものである。この合金から得られる傾向は、Cuを含有しない合金とほとんど同様である。概して、合金の人工的な時効応答はより良好であり、これにより、特に、高い温度から冷却される場合により高い降伏強さとなる。また、2週間の自然時効のあと、125から20/時間で冷却された塗装焼付け応答及び曲げ特性は優れている。一方、4週間の自然時効の後のものはわずかに悪化する。

【0024】

【表3】

様々な条件で予備時効し二週間自然時効した
Al-0.6%Mg-0.8%Si-0.3%Cu-0.25%Fe-0.20Mn合金の
機械的特性

予備熟成 温度 (°C)	冷却 速度 (°C/h)	焼戻し	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	曲げ特性	
							L	T
No Pre-age	-	T4	122.5	252.8	25.8	0.29	0.27	0.16
		T8	189.9	271.4	22.9	0.20	-	-
105	1.25	T4P	146.5	270.8	25.7	0.26	0.56	0.41
		T8	263.1	325.7	19.9	0.15	-	-
	20	T4P	110.9	239.3	22.9	0.30	0.23	0.03
		T8	235.1	305.8	19.8	0.16	-	-
	60	T4P	116.3	245.5	25.9	0.29	0.28	0.09
		T8	235.5	305.2	19.5	0.16	-	-
125	1.25	T4P	216.8	316.6	21.1	0.19	1.12	1.12
		T8	290.8	339.3	17.6	0.12	-	-
	20	T4P	112.7	242.1	27.0	0.3	0.06	0.06
		T8	253.7	316.6	19.1	0.13	-	-
	60	T4P	116.4	246.6	25.2	0.29	0.28	0.08
		T8	244.1	309.8	18.1	0.15	-	-
150	1.25	T4P	269.7	340.8	16.0	0.12	2.36	1.78
		T8	314.2	347.4	14.2	0.09	-	-
	60	T4P	131.6	253.7	24.6	0.27	0.34	0.17
		T8	275.5	331.3	17.3	0.13	-	-
	240	T4P	121.3	248.1	25.8	0.28	0.28	0.08
		T8	247.4	312.2	19.1	0.15	-	-
175	1.25	T4P	306.0	351.3	12.3	0.08	2.67	2.34
		T8	334.0	350.1	10.3	0.06	-	-
	120	T4P	163.2	270.8	21.0	0.23	0.46	0.25
		T8	292.0	337.4	17.4	0.11	-	-
	600	T4P	142.4	253.9	22.6	0.25	0.28	0.18
		T8	280.4	331.7	16.5	0.12	-	-

【0025】

【表4】

10

20

30

様々な条件で予備時効し四週間自然時効した
Al-0.6%Mg-0.8%Si-0.3%Cu-0.25%Fe-0.20%Mn合金の
機械的特性

予備熟成 温度 (°C)	冷却 速度 (°C/h)	焼戻し	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	曲げ特性	
							L	T
No Pre-age	-	T4	127.0	260.0	26.6	0.28	0.33	0.22
		T8	191.8	270.9	19.9	0.19	-	-
105	1.25	T4P	149.4	273.6	25.9	0.26	0.56	0.28
		T8	264.7	327.9	19.7	0.15	-	-
	20	T4P	119.4	249.5	26.5	0.29	0.28	0.08
		T8	233.1	305.1	20.3	0.17	-	-
125	1.25	T4P	121.7	250.6	25.5	0.29	0.23	0.08
		T8	222.0	291.2	20.1	0.17	-	-
	20	T4P	216.9	317.2	21.6	0.19	1.12	1.12
		T8	294.1	342.6	17.9	0.12	-	-
150	1.25	T4P	127.6	253.9	25.6	0.28	0.28	0.03
		T8	255.3	319.8	20.0	0.15	-	-
	60	T4P	124.0	253.4	25.3	0.28	0.28	0.03
		T8	240.5	309.2	20.1	0.16	-	-
175	1.25	T4P	270.3	342.5	16.5	0.12	2.29	1.74
		T8	317.3	350.0	14.7	0.09	-	-
	60	T4P	132.0	255.1	23.2	0.27	0.28	0.28
		T8	271.9	326.8	17.8	0.13	-	-
	240	T4P	127.7	255.6	26.4	0.28	0.33	0.17
		T8	251.3	314.2	18.3	0.15	-	-
20	1.25	T4P	308.3	352.8	12.2	0.08	2.68	2.35
		T8	335.9	351.6	10.5	0.06	-	-
	120	T4P	169.0	270.8	20.3	0.22	0.39	0.28
		T8	295.0	338.2	17.0	0.11	-	-
	600	T4P	151.0	255.3	21.5	0.23	0.27	0.16
		T8	292.5	337.0	15.4	0.11	-	-

本発明に係る予備時効されたシート材料は、将来の使用のためコイル状にしても良い。その合金シートを溶体化処理から洗浄槽まで直接移動させることも可能である。この洗浄槽では、急激に冷却して予備時効を行う。

【0026】

予備時効温度からスタートし、最初に大気中において1~1.5ノ時間の冷却速度でこのシートを自然冷却し、その後上述の予備時効方法により急速な冷却を続けることにより、この予備時効を行うことも可能である。

【図面の簡単な説明】

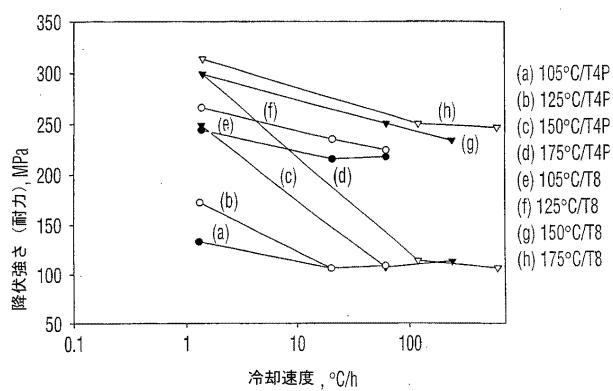
【0027】

【図1】図1は、様々な予備時効温度における、冷却速度の、降伏強さ(YS)に対する効果を示している。

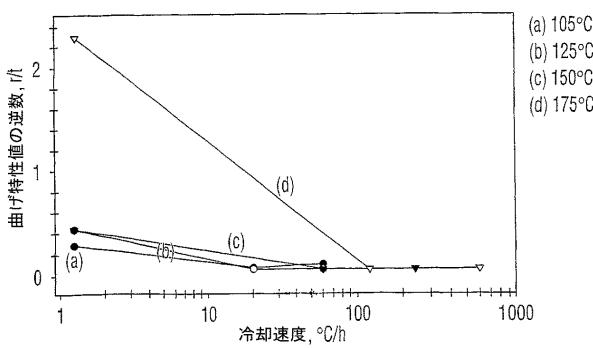
【図2】図2は、様々な予備時効温度における、冷却速度の、縦方向曲げ特性に対する効果を示している。

【図3】図3は、様々な予備時効温度における、冷却速度の、横方向曲げ特性に対する効果を示している。

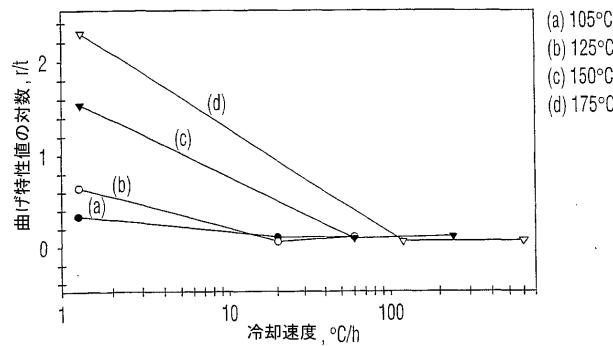
【図1】



【図3】



【図2】



【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau(43) International Publication Date
14 November 2002 (14.11.2002)

PCT

(10) International Publication Number
WO 02/090608 A1(51) International Patent Classification⁵: C22C 21/02, 21/08, C22F 1/05

(74) Agents: EADES, Norris, M. et al.; Kirby, Eades, Gale, Baker, Box 3432, Station D, Ottawa, Ontario K1P 6N9 (CA).

(21) International Application Number: PCT/CA02/00653

(22) International Filing Date: 2 May 2002 (02.05.2002)

(25) Filing Language: English

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data: 60/288,381 3 May 2001 (03.05.2001) US

(71) Applicant (for all designated States except US): ALCAN INTERNATIONAL LIMITED [CA/CA]; 1188 Sherbrooke Street West, Montreal, Québec H3A 3G2 (CA).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): BULL, Michael, Jackson [US/US]; 9387 Sycamore Trail, Brighton, MI 48116 (US). GUPTA, Atok, Kumar [CA/CA]; 24 Scarforth Road, Kingston, Ontario K7M 1L2 (CA). LLOYD, David, James [CA/CA]; 106 Nicobair's Point, R.R. #2, Bath, Ontario N0H 1G0 (CA). MAROIS, Pierre, H. [CA/CA]; 38B Crescent Drive, Kingston, Ontario K7M 4J5 (CA). SORENSEN, John [CA/CA]; 487 Mapie Grove Road, R.R. 1, Gananoque, Ontario K7G 2V3 (CA).

(81) Designated States (national): AT, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CI, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TI, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PL, SE, TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:
with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.



A1

WO 02/090608

(54) Title: PROCESS FOR PREPARING AN ALUMINUM ALLOY SHEET WITH IMPROVED BENDABILITY AND ALUMINUM ALLOY SHEET PRODUCED THEREFROM

(55) Abstract: A process is described for producing an aluminum alloy sheet having excellent bendability for use in forming panels for automobiles. An aluminum alloy is used comprising 0.5 - 0.75% by weight Mg, 0.7 - 0.85% by weight Si, 0.15 - 0.35% by weight Mn 0.1 - 0.3% by weight Fe, optionally 0.2 - 0.4% by weight Cu and the remainder Al and incidental impurities, and this alloy is cast into ingots by semi-continuous casting. The ingot is subjected to hot rolling and cold rolling, followed by solution heat treatment of the formed sheet. This sheet material is then pre-aged by rapidly cooling from an initial pre-aging temperature of at least 80°C to room temperature at a cooling rate of more than 5°C/hour.

WO 02/090608

PCT/CA02/00653

1

**PROCESS FOR PREPARING AN ALUMINUM ALLOY SHEET WITH
IMPROVED BENDABILITY AND ALUMINUM ALLOY SHEET
PRODUCED THEREFROM**

Technical Field

5 The present invention is directed to a process for preparing an aluminum alloy sheet having improved bendability and paint bake response. The invention is also directed to an aluminum alloy sheet obtained by the process.

Background Art

There is a continuing and growing need for improved aluminum alloys
10 with improved properties particularly for use in the automotive industry. To be useful to the automotive industry, an aluminum alloy sheet product must possess good forming characteristics in the as-supplied temper so that it can be shaped and bent as desired. At the same time, the alloy product after shaping, painting and baking must have sufficient strength to resist dents and other impacts.

15 Aluminum alloys of the AA (Aluminum Association) 6000 series are desired to have low yield strength in the as-supplied temper and high yield strength in the finished product. The low yield strength in the as-supplied temper is desirable to obtain excellent formability and reduced springback, while high yield strength in the finished product is required for adequate dent
20 resistance at the lowest possible gauge for maximum weight savings.

United States Patent No. 5,266,130 Uchida et al., issued November 30, 1993 describes a process for manufacturing an aluminum alloy sheet material having good shape fixability and bake hardenability by regulating the heat pattern in the step of cooling after the solution heat treatment. The sheet is first
25 rapidly cooled to a quench temperature of 60 to 250°C and then further cooled at a rate based on the specific quench temperature. One aluminum alloy containing 0.8% Si, 0.7% Mg, 0.20% Mn and 0.15% Fe included a pre-aging treatment incorporating a cooling rate of 4°C/min from 150 to 50°C. Another alloy containing 0.8% Si, 0.7% Mg, 0.30% Cu, 0.10% Mn, 0.15% Fe, 0.02% Ti
30 and 20ppm B was subjected to the same pre-aging treatment.

United States Patent No. 5,616,189 Jin et al., issued April 1, 1997 describes an aluminum alloy containing magnesium, silicon and optionally copper in amounts suitable for the preparation of a sheet for use in the automotive industry. The patent also describes a process for preparing an 5 aluminum alloy sheet with suitable properties for use in the automotive industry. Among aluminum alloys tested were an alloy containing 0.30% Cu, 0.50% Mg, 0.70% Si, 0.05% Mn and 0.22% Fe and another alloy containing 0.29% Cu, 0.52% Mg, 0.68% Si, 0.07% Mn and 0.21% Fe. A sheet produced from these 10 alloys was subjected to a 5 hour pre-aging treatment at 85°C. The patent also states that sheet can be coiled at 85°C and allowed to cool slowly to ambient at a rate less than 10°C/hour.

It is an object of the present invention to provide an improved processing technique whereby an aluminum alloy sheet is formed which has excellent bendability and paint bake response.

15 The paint bake response of conventional AA (Aluminum Association) 6000 series aluminum alloys is complex. These alloys in the as-supplied condition contain a large number of fine clusters and zones uniformly distributed throughout the matrix. During a paint cure step, some fine unstable clusters and zones re-dissolve in the matrix, while others grow in size to 20 improve strength during hardening. The exact mechanism explaining how the bendability and paint bake response are improved is not entirely understood. It is believed that the process of the present invention slows the formation of clusters and zones and produces mostly those that do not re-dissolve during the paint cure step. Therefore, a large number of fine clusters and zones become 25 available for nucleation of the hardening particles and hence improve aging response.

Disclosure of the Invention

The alloys of the present invention are automotive aluminum alloys of AA6000 series containing (in percentages by weight) 0.50 – 0.75% Mg, 0.7 – 30 0.85% Si, 0.15 – 0.35% Mn, 0.1 – 0.3% Fe and the balance being aluminum and incidental impurities. Preferably, the alloy also contains 0.2 – 0.4% Cu.

The alloy is cast into ingots by semi-continuous casting, e.g. direct chill (DC) casting. The ingots are homogenized and hot rolled to reroll gauge, then cold rolled and solution heat treated. The heat treated sheet may be quenched to a desired initial pre-aging temperature. The sheet product thus obtained is 5 subjected to the pre-aging procedure of this invention and this pre-aging can be either the final step of the solution heat treatment stage or it can be part of a separate reheating step.

For the pre-aging, the sheet material starts with an initial pre-aging temperature which is at least 80°C and may be as high as 175°C or more. A 10 preferred initial pre-aging temperature is in the range of 95 to 200°C, more preferably 95 to 185°C. Starting from this pre-aging temperature, the sheet material is rapidly cooled to ambient, e.g. 25°C, at a rate of more than 5°C/hour. This cooling rate is preferably in the range of 10 to 600°C/hour.

The combination of excellent bendability and paint bake response is 15 achieved by (a) the specific composition of the alloy and (b) the appropriate pre-aging procedure. This slows the natural aging, stabilizes yield strength at lower values and significantly improves the paint bake response in the sheet compared with conventionally produced counterparts.

Brief Description of the Drawings

20 In the drawings which illustrate this invention:

Figure 1 shows the effect of cooling rate on yield strength (YS) for different pre-aging temperatures;

Figure 2 shows the effect of cooling rate on longitudinal bendability for different pre-aging temperatures; and

25 Figure 3 shows the effect of cooling rate on transverse bendability for different pre-aging temperatures.

Best Modes For Carrying Out The Invention

It is a specific objective of this invention to provide a sheet material having a low T4P yield strength and a high T8 yield strength. The low T4P 30 yield strength promotes improved formability, particularly hemming performance without cracking. The high T8 yield strength indicates a good

paint bake response, i.e. after painting and baking the sheet has sufficient strength to resist dents and withstand other impacts. For this purpose the target physical properties for the sheet products of this invention are as follows:

T4P, YS	90 – 120 MPa
5 T4P, UTS	>200 MPa
T4P, El	>28% ASTM, >30% (Using JIS Specimen)
BEND, t_{min}/t	<0.5
T8 (0% strain), YS	>210 MPa
T8 (2% strain), YS	>220 MPa

- 10 The alloy used in this invention is cast by direct chill (DC) casting. The ingots are homogenized for more than 5 hours at a temperature of more than 550°C. The ingot is hot rolled to a reroll exit gauge of about 2.5 – 6mm at an exit temperature of about 300 – 380°C. The cold roll is to about 1mm gauge and the solution heat treatment is typically at a temperature of about 530 – 570°C.
- 15 When the procedure includes an interannealing step, the reroll sheet is cold rolled to an intermediate gauge of about 2.0 – 3.0mm. This intermediate sheet is batch annealed at a temperature of about 345 – 410°C and then further cold rolled to about 1.0mm.

Example 1

20 Alloys containing 0.6% Mg, 0.8% Si, 0.25% Fe and 0.20% Mn and with or without 0.25% Cu were cast as 95mm X 228mm ingots to carry out the experiments. The ingots were scalped, homogenized at 560°C for 6 hours, hot rolled to 3.5mm gauge, cold rolled to 2.1mm in one pass, batch annealed at 360°C for one hour and cold rolled to 0.93mm gauge. This sheet material was

25 solution heat treated at 560°C for 5 minutes.

The solution heat treated sheet material was pre-aged by cooling from different pre-aging temperatures, including 105°C, 125°C, 150°C and 175°C. Different cooling rates were used ranging from 1.25°C/hour to 600°C/hour. YS (yield strength), UTS (tensile strength), El (total elongation), n (strain hardening index) and Bendability (r/t) were measured. This r/t ratio was determined from triplicate specimens according to the ASTM E 290C standard wrap bend test method. The minimum r/t value was obtained by dividing with the sheet

WO 02/090608

PCT/CA02/00653

5

thickness, the minimum radius of the mandrel that produced a crack free bend. The radius of the mandrels used for the measurements were 0.025 mm, 0.057 mm, 0.076 mm, 0.102 mm, 0.152 mm, 0.203 mm, 0.254 mm, 0.305 mm, 0.406 mm, 0.508 mm, 0.610 mm, 0.711 mm, 0.813 mm, 1.02 mm, 1.22 mm,

5 1.42 mm and so on.

The measurements were made based on T4P temper with natural aging of two and four weeks. The term "P" means that the sheet material has been pre-aged. T8 represents the YS after a simulated paint bake of 2% strain and 30 minutes at 177°C.

10 Tables 1 and 2 show the mechanical properties for a sheet formed from an alloy containing 0.6% Mg, 0.8% Si, 0.25% Fe, 0.20% Mn and the balance Al and incidental impurities. From Table 1 (two weeks of natural aging) it can be seen that good combinations of low T4P yield strengths and high T8 yield strengths were obtained for a number of combinations of pre-aging temperatures

15 between 105°C and 175°C and cooling rates between 20 and 600°C/hour.

Particularly good results were obtained by cooling from 125°C at 20°C/hour, 150°C at 60°C/hour and 175°C at 600°C/hour. Also shown in Tables 1 and 2 are results without a pre-age. The T8 properties are significantly reduced compared to the pre-age practice.

20 Table 2 is similar to Table 1 except that the samples were naturally aged for four weeks. The results are not significantly different from those of Table 1. The stability of properties over time is a particularly desirable feature.

Figures 1, 2 and 3 show the effects of cooling rates from different start of cooling temperatures on the yield strength and bendability. Figure 1 shows that 25 the use of slower cooling rates from high temperatures increases the yield strength in the T4P and T8 tempers due to artificial aging and affects bendability adversely. The best combination of properties is obtained with faster cooling rates from high start of cooling temperatures as seen in Table 1.

Table 1. Mechanical Properties of Al-0.6% Mg-0.8% Si-0.25% Fe-0.20% Mn Alloy Pre-aged in Different Conditions and Naturally Aged for 2 Weeks

Pre-aging Temp (°C)	Cooling rate (°C/h)	Temper	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	Bendability	
							L	T
No Pre-age	-	T4 T8	115.2 173.7	234.8 248.9	28.1 22.0	0.28 0.20	0.21	0.21
105	1.25	T4P T8	131.6 242.0	243.8 299.6	23.9 19.1	0.26 0.15	0.33	0.28
	20	T4P T8	105.8 214.7	222.7 280.3	23.0 20.1	0.29 0.17	0.08	0.05
	60	T4P T8	108.6 216.6	226.0 281.8	21.3 19.7	0.29 0.16	0.08	0.08
	1.25	T4P T8	171.1 264.2	268.4 310.7	21.8 17.6	0.21 0.12	0.64	0.43
	20	T4P T8	105.2 234.0	220.7 292.7	23.1 18.4	0.29 0.15	0.03	0.03
	60	T4P T8	107.1 223.1	225.0 287.4	23.5 18.7	0.29 0.16	0.08	0.03
125	1.25	T4P T8	246.9 296.8	304.9 322.0	15.8 13.2	0.12 0.08	1.54	1.55
	60	T4P T8	106.7 249.5	220.0 300.6	23.1 16.6	0.28 0.13	0.06	0.03
	240	T4P T8	112.5 232.3	223.3 293.1	22.4 18.2	0.28 0.15	0.08	0.08
	1.25	T4P T8	298.0 312.3	325.5 324.0	10.6 8.5	0.06 0.05	2.67	2.29
175	120	T4P T8	113.1 249.3	222.5 297.0	22.5 16.4	0.27 0.13	0.18	0.03
	600	T4P T8	106.2 245.9	220.1 295.9	24.9 17.1	0.28 0.13	0.03	0.03

Table 2. Mechanical Properties of Al-0.6% Mg-0.8% Si-0.25% Fe-0.2% Mn Alloy Pre-aged in Different Conditions and Naturally Aged for 4 Weeks

Pre-aging Temp. (°C)	Cooling rate (°C/h)	Temper	YS (MPa)	UTS (MPa)	%El	n	Bendability	
							L	T
No Pre-age	-	T4 T8	116.7 172.2	235.5 248.1	25.8 20.1	0.28 0.20	0.21	0.16
105	1.25	T4P T8	133.2 244.5	246.2 302.4	23.6 18.8	0.26 0.15	0.27	0.22
	20	T4P T8	114.0 215.2	231.7 281.4	23.9 20.1	0.28 0.17	0.11	0.05
	60	T4P T8	114.7 213.0	233.4 281.4	24.9 19.5	0.28 0.17	0.11	0.08
	1.25	T4P T8	172.2 268.0	268.9 313.9	22.8 17.2	0.21 0.12	0.54	0.44
	20	T4P T8	114.5 235.6	230.8 296.3	24.3 18.3	0.28 0.15	0.05	0.02
	60	T4P T8	115.3 223.1	233.2 287.7	24.9 18.9	0.28 0.16	0.08	0.03
125	1.25	T4P T8	251.1 298.3	312.2 323.6	17.3 13.4	0.12 0.08	1.52	1.52
	60	T4P T8	114.5 248.1	227.6 300.9	23.6 16.6	0.28 0.13	0.05	0.03
	240	T4P T8	118.5 230.5	234.9 290.4	24.3 18.3	0.28 0.16	0.21	0.08
	1.25	T4P T8P	301.1 310.4	326.9 322.3	9.3 8.3	0.05 0.05	2.62	2.30
175	120	T4P T8	120.3 253.9	225.8 301.5	22.7 16.6	0.26 0.12	0.11	0.03
	600	T4P T8	119.0 247.4	227.8 298.1	23.9 17.3	0.27 0.13	0.21	0.03

- 5 Tables 3 and 4 summarize the average tensile properties of the 0.25% Cu containing alloy after two and four weeks of natural aging. The trends obtained from this alloy are very similar to the Cu free alloy. Generally, the artificial aging response of the alloy is better and this translates into a higher yield strength, especially in situations where cooling is carried out from high
- 10 temperatures. In general, the paint bake response and bendability following cooling from 125°C at 20°C/hour are excellent after two weeks of natural aging, although there is a slight deterioration after four weeks of natural aging.

Table 3. Mechanical Properties of Al-0.6% Mg-0.8% Si-0.3% Cu-0.25% Fe-0.20% Mn Alloy Pre-aged in Different Conditions and Naturally Aged for 2 Weeks

Pre-aging Temp. (°C)	Cooling rate (°C/h)	Temper	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	Bendability	
							L	T
No Pre-age	-	T4	122.5	252.8	25.8	0.29	0.27	0.16
105	1.25	T8	189.9	271.4	22.9	0.20	-	-
		T4P	146.5	270.8	25.7	0.26	0.56	0.41
	20	T8	263.1	325.7	19.9	0.15	-	-
		T4P	110.9	239.3	22.9	0.30	0.23	0.03
	60	T8	235.1	305.8	19.8	0.16	-	-
		T4P	116.3	245.5	25.9	0.29	0.28	0.09
125	1.25	T8	235.5	305.2	19.5	0.16	-	-
		T4P	216.8	316.6	21.1	0.19	1.12	1.12
	20	T8	290.8	339.3	17.6	0.12	-	-
		T4P	112.7	242.1	27.0	0.30	0.06	0.06
	60	T8	253.7	316.6	19.1	0.15	-	-
		T4P	116.4	246.6	25.2	0.29	0.28	0.08
150	1.25	T8	269.7	340.8	16.0	0.12	2.36	1.78
		T4P	314.2	347.4	14.2	0.09	-	-
	60	T8	131.6	253.7	24.6	0.27	0.34	0.17
		T4P	275.5	331.3	17.3	0.13	-	-
	240	T8	121.3	248.1	25.8	0.28	0.28	0.08
		T4P	247.4	312.2	19.1	0.15	-	-
175	1.25	T8	306.0	351.3	12.3	0.08	2.67	2.34
		T4P	334.0	350.1	10.3	0.06	-	-
	120	T8	163.2	270.8	21.0	0.23	0.46	0.25
		T4P	292.0	337.4	17.4	0.11	-	-
	600	T8	142.4	253.9	22.6	0.25	0.28	0.18
		T4P	280.4	331.7	16.5	0.12	-	-

Table 4. Mechanical Properties of Al-0.6% Mg-0.8% Si-0.3% Cu-0.25% Fe-0.20% Mn Alloy Pre-aged in Different Conditions and Naturally Aged for 4 Weeks

Pre-aging Temp. (°C)	Cooling rate (°C/h)	Temper	YS (MPa)	UTS (MPa)	% El	n	Bendability	
							L	T
No Pre-age	-	T4	127.0	260.0	26.6	0.28	0.33	0.22
105	1.25	T4P	149.4	273.6	25.9	0.26	0.56	0.28
		T8	264.7	327.9	19.7	0.15	-	-
	20	T4P	119.4	249.5	26.5	0.29	0.28	0.08
		T8	233.1	305.1	20.3	0.17	-	-
	60	T4P	121.7	250.6	25.5	0.29	0.23	0.08
		T8	222.0	291.2	20.1	0.17	-	-
125	1.25	T4P	216.9	317.2	21.6	0.19	1.12	1.12
		T8	294.1	342.6	17.9	0.12	-	-
	20	T4P	127.6	253.9	25.6	0.28	0.28	0.03
		T8	255.3	319.8	20.0	0.15	-	-
	60	T4P	124.0	253.4	25.3	0.28	0.28	0.03
		T8	240.5	309.2	20.1	0.16	-	-
150	1.25	T4P	270.3	342.5	16.5	0.12	2.29	1.74
		T8	317.3	350.0	14.7	0.09	-	-
	60	T4P	132.0	255.1	23.2	0.27	0.28	0.28
		T8	271.9	326.8	17.8	0.13	-	-
	240	T4P	127.7	255.6	26.4	0.28	0.33	0.17
		T8	251.3	314.2	18.3	0.15	-	-
175	1.25	T4P	308.3	352.8	12.2	0.08	2.68	2.35
		T8	335.9	351.6	10.5	0.06	-	-
	120	T4P	169.0	270.8	20.3	0.22	0.39	0.28
		T8	295.0	338.2	17.0	0.11	-	-
	600	T4P	151.0	255.3	21.5	0.23	0.27	0.16
		T8	292.5	337.0	15.4	0.11	-	-

5 The pre-aged sheet material obtained according to this invention can be coiled for future use. It is also possible to have the alloy sheet move directly from solution heat treatment to a cleaning bath where the rapid cooling pre-aging takes place.

10 It is further possible to conduct the pre-aging by starting with the pre-aging temperature and first naturally cooling the sheet in still air at a cooling rate of 1 – 1.5°C/hour and thereafter continuing with a rapid cooling in accordance with the pre-aging process described hereinbefore.

Claims:

1. A process for producing an aluminum alloy sheet having excellent bendability for use in forming panels for automobiles, the process comprising the steps of:
 - 5 semi-continuously casting an aluminum alloy ingot comprising 0.5 - 0.75% by weight Mg, 0.7 - 0.85% by weight Si, 0.15 - 0.35% by weight Mn and 0.1 - 0.3% by weight Fe and the remainder Al and incidental impurities, subjecting the cast alloy ingot to hot rolling and cold rolling, followed by solution heat treatment of the formed sheet, and
 - 10 pre-aging the sheet material by rapidly cooling from an initial pre-aging temperature of at least 80°C to room temperature at a cooling rate of more than 5°C/hour.
2. A process according to claim 1 wherein the alloy also contains from 0.2 - 0.4% by weight Cu.
- 15 3. A process according to claim 1 or 2 wherein the initial pre-aging temperature is in the range of about 95 to 185°C.
4. A process according to claim 1, 2 or 3 wherein the cooling rate is in the range of 10 to 600°C/hour.
5. A process according to claim 4 wherein the initial pre-aging 20 temperature is in the range of about 95 to 200°C and the cooling rate is in the range of 10 to 600°C/hour.
6. Aluminum alloy sheet material having improved bendability, produced by a process comprising the steps of:
 - 25 semi-continuously casting an aluminum alloy comprising 0.50 to 0.75 by weight Mg, 0.7 to 0.85% by weight Si, 0.1 to 0.3% by weight Fe, 0.15 to 0.35% by weight Mn, and the balance Al and incidental impurities, subjecting the cast alloy to hot rolling and cold rolling, followed by solution heat treatment of the formed sheet, and

pre-aging the sheet material by rapidly cooling from an initial pre-aging temperature of at least 80°C to room temperature at a cooling rate of more than 5°C/hour.

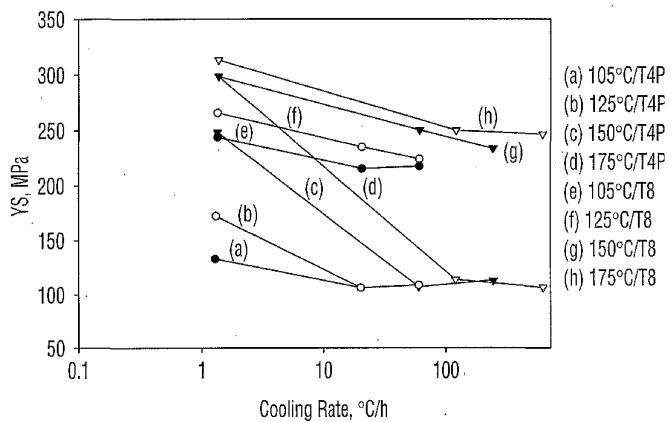
7. An aluminum alloy sheet material according to claim 6 wherein
5 the alloy also contains 0.2 to 0.4% Cu.

8. An aluminum alloy sheet material according to claim 6 or 7 obtained by a process wherein the initial pre-aging temperature is in the range of about 95 to 200°C.

9. An aluminum alloy sheet material according to claim 6, 7 or 8
10 obtained by a process wherein the sheet is cooled at a rate in the range of 10 to 600°C/hour.

10. An aluminum alloy sheet material according to any one of claims 6 - 9 wherein the sheet material has a bendability (r/t) value of less than 0.05.

1/2

**FIG. 1**

WO 02/090608

PCT/CA02/00653

2/2

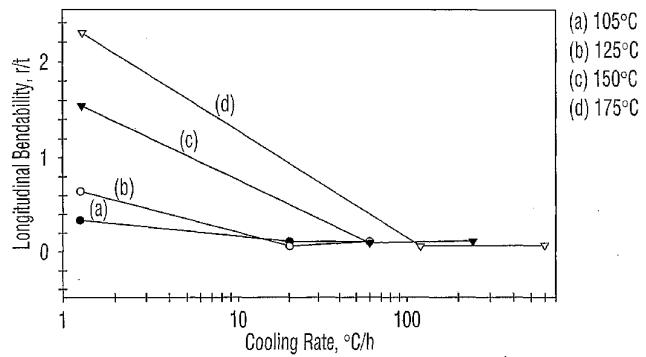


FIG. 2

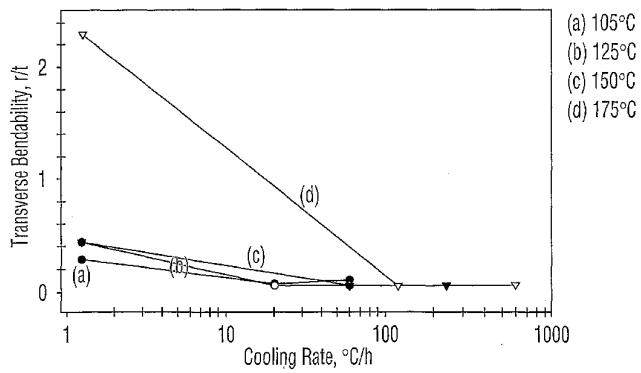


FIG. 3

SUBSTITUTE SHEET (RULE 26)

【手続補正書】

【提出日】平成15年4月11日(2003.4.11)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】**【特許請求の範囲】****【請求項1】**

自動車用のパネルを成形する際に使用される曲げ特性に優れたアルミニウム合金シートを製造する方法であって、

0.5～0.75重量%のMg、0.7～0.85重量%のSi、0.15～0.35重量%のMn、0.1～0.3重量%のFe、任意的に0.2～0.4重量%のCu、残部Al、付随的な不純物を含有するアルミニウム合金インゴットを半連続的に鋳造する工程と、

前記鋳型合金インゴットを熱間圧延し冷間圧延し、その後、製造されたシートを溶体化処理する工程と、

少なくとも80℃の初期予備時効温度から室温まで5℃/時間以上の冷却速度で急速に冷却することにより、前記シート材料を予備時効する工程とを備えることを特徴とするアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項2】

前記合金が、0.2～0.4重量%のCuを含有することを特徴とする請求項1記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項3】

前記初期予備時効温度が、約95～185℃の範囲にあることを特徴とする請求項1又は2記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項4】

前記冷却速度が、10～600℃/時間の範囲にあることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項5】

前記初期予備時効温度が、約95～200℃の範囲にあり、かつ前記冷却速度が10～600℃/時間の範囲にあることを特徴とする請求項4記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項6】

前記シート材料が、0.05以下の曲げ特性値(r/t)を得るために、前記予備時効が行われることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載のアルミニウム合金シートの製造方法。

【請求項7】

曲げ特性を改良したアルミニウム合金シートであって、

0.50～0.75重量%のMg、0.7～0.85重量%のSi、0.1～0.3重量%のFe、0.15～0.35重量%のMn、任意的に0.2～0.4重量%のCu、残部Al、付随的な不純物を含有するアルミニウム合金インゴットを半連続的に鋳造する工程と、

前記鋳型合金インゴットを熱間圧延し冷間圧延し、その後、製造されたシートを溶体化処理する工程と、

少なくとも80℃の初期予備時効温度から室温まで5℃/時間以上の冷却速度で急速に冷却することにより、前記シート材料を予備時効する工程とを備える製造方法により製造されたアルミニウム合金シート。

【請求項8】

前記合金が、0.2～0.4重量%のCuを含有することを特徴とする請求項7記載のア

ルミニウム合金シート。

【請求項 9】

前記初期予備時効温度が、約 95 ~ 200 の範囲にあることを特徴とする製造方法により得られる請求項 7 又は 8 記載のアルミニウム合金シート。

【請求項 10】

前記シートが、10 ~ 600 / 時間の冷却速度で冷却されることを特徴とする製造方法により得られる請求項 7 ~ 9 のいずれかに記載のアルミニウム合金シート。

【請求項 11】

前記シート材料が、0.05 以下の曲げ特性値 (r / t) を有することを特徴とする請求項 7 ~ 10 のいずれかに記載のアルミニウム合金シート。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/CA 02/00653
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C22C21/02 C22C21/08 C22F1/05		
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) IPC 7 C22C C22F		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) CHEM ABS Data, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 266 130 A (UCHIDA HIDETOSHI ET AL) 30 November 1993 (1993-11-30) cited in the application column 3, line 40 -column 4, line 22 example E; table 1 example IV; table 2 example 14; table 3 column 6, line 26 - line 41 claims 1-3 ---	1-10
X	WO 96 07768 A (WHEELER MICHAEL J ;ALCAN INT LTD (CA); MAROIS PIERRE H (CA); GUPTA 14 March 1996 (1996-03-14) page 9, line 35 -page 10, line 23; example AA6009; table 1	6-10
A	page 6, line 9 - line 4 page 10, line 24 -page 11, line 14 claims 1,5-7; figure 1 ---	1-5 -/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the international filing date		
L document which may throw doubt 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 novel or 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.		
8 document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
23 July 2002	31/07/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5813 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2340, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Patton, G	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inte... Application No PCT/CA 02/00653
C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 98 37251 A (EVANS DANIEL RONALD ;LLOYD DAVID JAMES (CA); MAROIS PIERRE HENRY ()) 27 August 1998 (1998-08-27) page 5, line 21 -page 8, line 15 page 10, line 1 -page 11, line 20 claims 1,3,7-9,11-13 ---	1-10
A	US 4 808 247 A (KOMATSUBARA TOSHIO ET AL) 28 February 1989 (1989-02-28) example 12; table 1	6-10
A	column 15, line 1 - line 39; claims 1,6-8,13,17,20; figure 1; example 5; tables 9,10 ---	1-5
A	US 5 616 189 A (LLOYD DAVID J ET AL) 1 April 1997 (1997-04-01) cited in the application column 1, line 63 -column 4, line 14 column 8, line 50 -column 9, line 38; figures 1,2,4,5 column 11, line 66 -column 12, line 33 ---	1-10

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT Information on patent family members				Internat'l Application No. PCT/CA 02/00653
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
US 5266130	A 30-11-1993	JP 2614686 B2 JP 6017208 A	28-05-1997 25-01-1994	
WO 9607768	A 14-03-1996	AT 198915 T AU 699783 B2 AU 333895 A BR 9508997 A CA 2197547 A1 WO 9607768 A1 CN 1162341 A ,B DE 69520007 D1 DE 69520007 T2 EP 0805879 A1 JP 10505131 T NO 970966 A US RE36692 E US 5728241 A	15-02-2001 17-12-1998 27-03-1996 25-11-1997 14-03-1996 14-03-1996 15-10-1997 01-03-2001 23-05-2001 12-11-1997 19-05-1998 22-04-1997 16-05-2000 17-03-1998	
WO 9837251	A 27-08-1998	BR 9807431 A WO 9837251 A1 DE 69805510 D1 EP 0961841 A1 JP 2001513144 T NO 993984 A US 6120623 A	21-03-2000 27-08-1998 27-06-2002 08-12-1999 28-08-2001 19-10-1999 19-09-2000	
US 4808247	A 28-02-1989	JP 6065739 B JP 62278256 A JP 7017981 B JP 62278245 A	24-08-1994 03-12-1987 01-03-1995 03-12-1987	
US 5616189	A 01-04-1997	AT 193333 T AU 3338095 A BR 9508328 A CA 2193640 A1 WO 9603531 A1 CN 1158148 A ,B DE 6951/177 D1 DE 6951/177 T2 EP 0772697 A1 EP 0949344 A1 JP 10502973 T US RE36692 E US 5728241 A	15-06-2000 22-02-1996 23-12-1997 08-02-1996 08-02-1996 27-08-1997 29-06-2000 19-10-2000 14-05-1997 13-10-1999 17-03-1998 16-05-2000 17-03-1998	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

フロントページの続き

(51)Int.Cl. ⁷	F I	テーマコード(参考)
// C 2 2 F 1/00	C 2 2 F 1/00	6 0 2
	C 2 2 F 1/00	6 2 3
	C 2 2 F 1/00	6 3 0 K
	C 2 2 F 1/00	6 3 1 Z
	C 2 2 F 1/00	6 8 1
	C 2 2 F 1/00	6 8 3
	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 2 A
	C 2 2 F 1/00	6 9 2 B
	C 2 2 F 1/00	6 9 4 A

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,NO,NZ,OM,PH,P,L,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 アロック・クマー・グプタ

カナダ、ケイ7エム・1イー2、オンタリオ、キングストン、シーフォース・ロード24番

(72)発明者 ディビッド・ジェイムズ・ロイド

カナダ、ケイ0エイチ・1ジー0、オンタリオ、バス、ルーラル・ルート・ナンバー3、ニコルソンズ・ポイント106番

(72)発明者 ピエール・アシュ・マロワ

カナダ、ケイ7エム・4ジェイ5、オンタリオ、キングストン、クレセント・ドライブ38ビー番

(72)発明者 ジョン・ソレンセン

カナダ、ケイ7ジー・2ブイ3、オンタリオ、ガナノーク、ルーラル・ルート1、メープル・グループ・ロード487番

F ターム(参考) 4E004 NC08