(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2017-218676
(P2017-218676A)
(43)公開日　平成29年12月14日(2017.12.14)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
C22C 21/10	(2006.01)	C22C	21/10	
C22C 18/04	(2006.01)	C22C	18/04	
C22F 1/053	(2006.01)	C22F	1/053	
C22F 1/00	(2006.01)	C22F	1/00　602	
		C22F	1/00　630A	

審査請求 有　請求項の数 19　ＯＬ　（全 22 頁）　最終頁に続く

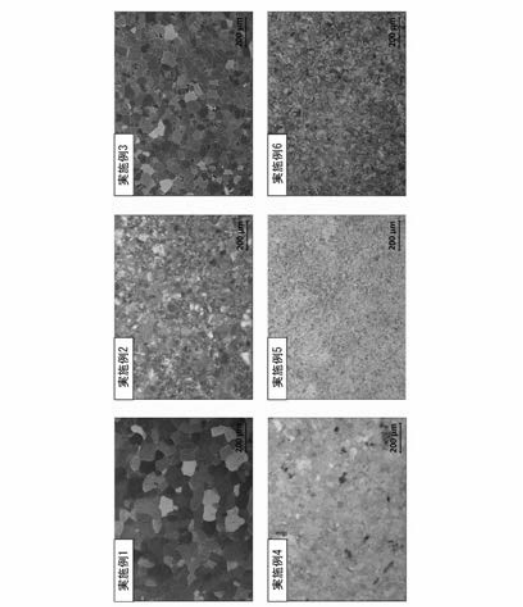
(21)出願番号　特願2017-111175 (P2017-111175)
(22)出願日　平成29年6月5日 (2017.6.5)
(31)優先権主張番号　10-2016-0071883
(32)優先日　平成28年6月9日 (2016.6.9)
(33)優先権主張国　韓国 (KR)

(71)出願人　513102958
コリア　インスティテュート　オブ　マシーナリー　アンド　マテリアルズ
KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS
大韓民国　３０５－３４３　デジョン　ユソング　ガジュンブクノ　１５６
(74)代理人　100106002
弁理士　正林　真之
(74)代理人　100120891
弁理士　林　一好
(74)代理人　100165157
弁理士　芝　哲央

最終頁に続く

(54)【発明の名称】析出物を含む強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金、並びにその製造方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】引張強度及び延伸率がともに向上されたアルミニウム－亜鉛合金を提供する。
【解決手段】合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金であって、単位面積当たり５％以上の強制的に生成された不連続析出物またはラメラ析出物を含み、不連続析出物またはラメラ析出物の平均縦横比が２０以上で、不連続析出物またはラメラ析出物の析出物平均長さが、１．４μｍ以上で、不連続析出物またはラメラ析出物の析出物間平均間隔は、１０５ｎｍ以下である、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金であって、
単位面積当たり５％以上の強制的に生成された不連続析出物またはラメラ析出物を含む、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項２】
不連続析出物またはラメラ析出物を含み、
前記不連続析出物またはラメラ析出物の平均縦横比が２０以上である、配向された析出物を含む強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項３】
不連続析出物またはラメラ析出物を含み、
前記不連続析出物またはラメラ析出物の析出物平均長さが、１．４μｍ以上である、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項４】
前記不連続析出物またはラメラ析出物の析出物間平均間隔は、１０５ｎｍ以下である、請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項５】
前記不連続析出物またはラメラ析出物の平均厚さは、５５ｎｍ以下である、請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項６】
前記不連続析出物またはラメラ析出物は、配向された請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項７】
前記不連続析出物またはラメラ析出物は、前記アルミニウム－亜鉛合金に熱処理をして固溶体を生成した後に時効処理して形成された請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項８】
前記アルミニウム－亜鉛合金に析出促進金属が含まれた請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項９】
前記析出促進金属は、銅（Ｃｕ）、チタン（Ｔｉ）、ケイ素（Ｓｉ）、鉄（Ｆｅ）、マンガン（Ｍｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、及びクロム（Ｃｒ）から選択される１種以上である請求項８に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項１０】
前記析出促進金属は、銅（Ｃｕ）であり、前記銅は、合金全体重量に対して０．０５～５重量部で含まれる請求項８に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項１１】
引張強度が３００ＭＰａ～４００ＭＰａである場合、延伸率が１０％以上である請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項１２】
引張強度が４００ＭＰａ～５００ＭＰａである場合、延伸率が５％以上である請求項１から請求項３のいずれか１項に記載のアルミニウム－亜鉛合金。
【請求項１３】
合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金を準備するステップと、
前記アルミニウム－亜鉛合金を熱処理して固溶体を形成するステップと、
前記固溶体を含むアルミニウム－亜鉛合金を時効処理し、単位面積当たり５％以上の不連続析出物またはラメラ析出物を強制的に形成する析出物形成ステップと、
前記析出物を含むアルミニウム－亜鉛合金を塑性加工して配向性析出物を形成する配向

ステップと、
を含む強度及び延伸率がともに向上されたアルミニウム－亜鉛合金の製造方法。
【請求項１４】
前記熱処理は、３５０～４５０℃の温度範囲で１２０分以上加熱して行われる請求項１３に記載の方法。
【請求項１５】
前記時効処理は、１２０～２００℃の温度範囲で５分～４００分間行われる請求項１３に記載の方法。
【請求項１６】
前記アルミニウム－亜鉛合金を準備するステップにおいて、
前記アルミニウム－亜鉛合金に銅（Ｃｕ）、チタン（Ｔｉ）、ケイ素（Ｓｉ）、鉄（Ｆｅ）、マンガン（Ｍｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、及びクロム（Ｃｒ）から選択される１種以上の析出促進金属を添加する請求項１３に記載の方法。
【請求項１７】
前記析出促進金属は、銅（Ｃｕ）であり、前記銅は、合金全体重量に対して０．０５～５重量部で添加される請求項１３に記載の方法。
【請求項１８】
前記配向ステップは、５０％以上の塑性加工によう行われる請求項１３に記載の方法。
【請求項１９】
前記配向ステップは、液体窒素雰囲気で行われる請求項１３に記載の方法。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、析出物を含む強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金、並びにその製造方法に関する。より詳細には、本発明は、配向された特定形態の不連続析出物を含み、強度及び延伸率がともに向上されたアルミニウム－亜鉛合金並びにその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
アルミニウム合金は軽量合金であり、耐腐食性及び熱伝導性に優れ、構造材として使用されている。アルミニウムは、機械的性質が劣ることから、亜鉛、銅、シリコン、マグネシウム、ニッケル、コバルト、ジルコニウム、セリウム等の金属のうちの１種または２種以上を含むアルミニウム合金により、多様な産業分野、特に自動車、船舶、航空機等の内／外装材等の構造材として広く使用されている。アルミニウム－亜鉛合金は、アルミニウムの硬度を向上させるために使用されているアルミニウム合金であって、一般的に合金全体重量に対して１０～１４重量％の亜鉛を含む。
【０００３】
自動車、船舶、航空機等の構造材として使用するためには、引張強度、延伸率、衝撃吸収エネルギー等が重要な機械的特性として考慮される。一般的に引張強度及び延伸率は、いずれか一方の特性が向上すると、他方の特性が劣るトレードオフ（ｔｒａｄｅ－ｏｆｆ）関係にあるので、引張強度及び延伸率をともに向上させることは困難であるという問題があった。
【０００４】
引張強度を向上させるために、析出硬化、分散強化、加工硬化、固溶強化、結晶粒微細化等に関連した研究が行われつつあり、この中の析出硬化は、熱処理過程で基材内に異なる相（ｐｈａｓｅ）が析出され、析出物が電位の移動を阻むことにより強度が増加する原理（Ｐａｒｔｉｃｌｅ　ｓｔｒｅｎｇｔｈｅｎｉｎｇ）を利用したものである。
【０００５】

アルミニウム－亜鉛合金の析出硬化工程においては、過飽和固溶体から析出され、試片全体にわたって小さくて均一に分布する連続析出物（ｃｏｎｔｉｎｕｏｕｓ　ｐｒｅｃｉｐｉｔａｔｉｏｎ、ＣＰ）と、粒界拡散（ｇｒａｉｎ　ｂｏｕｎｄａｒｙ　ｄｉｆｆｕｓｉｏｎ）及び粒界移動により析出が不規則に生じることにより、粒界を境界にして組成と結晶方位が不連続に変化する不連続析出物（ｄｉｓｃｏｎｔｉｎｕｏｕｓ　ｐｒｅｃｉｐｉｔａｔｉｏｎ、ＤＰ）とが生成される。

【０００６】

一般的に不連続析出物（ＤＰ）からなった試片の引張強度が、連続析出物（ＣＰ）からなった試片よりも低いため、不連続析出物を抑制する研究が主に行われている。

【０００７】

しかし、アルミニウム合金においては、上述したように、引張強度を増加させると延伸率が低下し、延伸率を向上させると引張強度が低下するという問題点があった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００８】

【特許文献１】韓国登録特許第１０－１２７４０６３号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００９】

本発明の目的は、引張強度及び延伸率がともに向上された、配向された析出物を含むアルミニウム－亜鉛合金を提供することにある。

【００１０】

本発明の他の目的は、配向された析出物を含む、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金を効率的に製造できる方法を提供することにある。

【００１１】

本発明の他の目的及び利点は、下記の発明の詳細な説明、特許請求の範囲及び図面からより明確になる。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

本発明の一側面によれば、合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金であって、単位面積当たり５％以上の強制的に生成された不連続析出物またはラメラ析出物を含む、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金が提供される。

【００１３】

本発明の他の側面によれば、不連続析出物またはラメラ析出物を含み、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均縦横比が２０以上である析出物を含む、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金が提供される。

【００１４】

本発明のまた他の側面によれば、不連続析出物またはラメラ析出物を含み、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均長さが１．４μｍ以上である、強度及び延伸率が向上されたアルミニウム－亜鉛合金が提供される。

【００１５】

本発明の一実施例によれば、上記不連続析出物またはラメラ析出物の析出物間平均間隔は、１０５ｎｍ以下であってもよい。

【００１６】

本発明の一実施例によれば、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均厚さは、５５ｎｍ以下であってもよい。

【００１７】

本発明の一実施例によれば、上記不連続析出物またはラメラ析出物は、配向されることができる。

【００１８】
本発明の一実施例によれば、上記不連続析出物またはラメラ析出物は、上記アルミニウム－亜鉛合金に熱処理を行い、固溶体を生成した後に時効処理することにより形成することができる。
【００１９】
本発明の一実施例によれば、上記アルミニウム－亜鉛合金に析出促進金属が含まれることができる。
【００２０】
上記析出促進金属としては、銅（Ｃｕ）、チタン（Ｔｉ）、ケイ素（Ｓｉ）、鉄（Ｆｅ）、マンガン（Ｍｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、及びクロム（Ｃｒ）から選択される１種以上を用いることができる。
【００２１】
上記析出促進金属は、銅（Ｃｕ）であり、上記銅は、合金全体重量に対して０．０５～５重量部で含まれることができる。
【００２２】
本発明の一実施例によれば、上記アルミニウム－亜鉛合金は、引張強度が３００ＭＰａ～４００ＭＰａである場合、延伸率が１０％以上になることができる。
【００２３】
本発明の一実施例によれば、上記アルミニウム－亜鉛合金は、引張強度が４００ＭＰａ～５００ＭＰａである場合、延伸率が５％以上になることができる。
【００２４】
本発明の他の側面によれば、合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金を準備するステップと、上記アルミニウム－亜鉛合金を熱処理して固溶体を形成するステップと、上記固溶体を含むアルミニウム－亜鉛合金を時効処理し、単位面積当たり５％以上の不連続析出物またはラメラ析出物を強制的に形成する析出物形成ステップと、上記析出物を含むアルミニウム－亜鉛合金を塑性加工して配向性析出物を形成する配向ステップと、を含む、強度及び延伸率がともに向上されたアルミニウム－亜鉛合金の製造方法が提供される。
【００２５】
本発明の一実施例によれば、上記熱処理は、３５０～４５０℃の温度範囲で、３０分以上加熱することにより行われることができる。
【００２６】
本発明の一実施例によれば、上記時効処理は、１２０～２００℃の温度範囲で行われることができる。
【００２７】
本発明の一実施例によれば、上記時効処理は、５分～４００分間行われることができる。
【００２８】
本発明の一実施例によれば、上記アルミニウム－亜鉛合金を準備するステップにおいて、上記アルミニウム－亜鉛合金には、銅（Ｃｕ）、チタン（Ｔｉ）、ケイ素（Ｓｉ）、鉄（Ｆｅ）、マンガン（Ｍｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、及びクロム（Ｃｒ）から選択される１種以上の析出促進金属を添加することができる。
【００２９】
本発明の一実施例によれば、上記析出促進金属は、銅（Ｃｕ）であり、上記銅は、合金全体重量に対して０．０５～５重量部で添加することができる。
【００３０】
本発明の一実施例によれば、上記配向ステップは、５０％以上の塑性加工により行われることができる。
【００３１】
本発明の一実施例によれば、上記配向ステップは、液体窒素雰囲気で行われることがで

きる。
【発明の効果】
【００３２】
本発明の一実施例によれば、配向された特定形態の析出物によりアルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることができる。
【００３３】
本発明の一実施例によれば、アルミニウム－亜鉛合金の製造工程において配向された析出物の生成量を容易に制御できるので、引張強度及び延伸率がともに向上されたアルミニウム－亜鉛合金を効率的に製造することができる。
【図面の簡単な説明】
【００３４】
【図１】本発明の実施例１～６に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。
【図２】本発明の実施例７～１４に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。
【図３】本発明の比較例１及び比較例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。
【図４】本発明の一実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の製造方法を説明するための工程図である。
【図５】本発明に係る不連続析出物の生成に対する亜鉛含量及び時効処理時間に応じた影響を示すグラフである。
【図６】本発明に係る不連続析出物の生成に対する銅の有無及び時効処理時間に応じた影響を示すグラフである。
【図７】本発明に係る不連続析出物の生成に対するＡｌ－（３５－ｘ）Ｚｎ－ｘＣｕ合金の銅含量に応じた影響を示すグラフである。
【図８】本発明に係る不連続析出物の生成に対するＡｌ－（４５－ｘ）Ｚｎ－ｘＣｕ合金の銅含量に応じた影響を示すグラフである。
【図９】本発明の実施例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物のＴＥＭ写真である。
【図１０】本発明の実施例７に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物のＴＥＭ写真である。
【図１１】本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の縦横比を示すグラフである。
【図１２】本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の平均長さを示すグラフである。
【図１３】本発明に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の平均厚さを示すグラフである。
【図１４】本発明の実施例７に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の生成に対する時効処理時間の影響を示すＴＥＭ写真である。
【図１５】本発明の実施例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の生成に対する時効処理時間の影響を示す光学顕微鏡写真である。
【図１６】本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の引き抜き後の引張試験結果を示すグラフである。
【図１７】本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の室温及び液体窒素での引き抜き後の引張試験結果を示すグラフである。
【図１８】本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の室温及び液体窒素での引き抜き後の析出物の形態を示すＴＥＭ写真である。
【図１９】本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の時効処理時間に応じた析出物の形態を示す光学顕微鏡写真である。
【図２０】本発明のアルミニウム－亜鉛合金に銅の添加により不連続析出物を生成するた

めの熱処理時間の変化を示すＴＥＭ写真である。
【図２１】本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の時効処理後のＴＥＭ写真である。
【図２２】本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金に銅の添加が不連続析出物の大きさに与える影響を示すＴＥＭ写真である。
【図２３】本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金において強度及び延伸率がともに増加することを示すグラフである。
【図２４】本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の引抜率に応じた不連続析出物の形態を示すＴＥＭ写真である。
【図２５】本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の合金組成ごとの引張試験結果を示すグラフである。
【図２６】本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の銅（Ｃｕ）添加ごとの８０％引き抜き後の引張試験結果を示すグラフである。
【図２７】本発明の実施例４及び実施例５に係るアルミニウム－亜鉛合金の引き抜き後に不連続析出物が引き抜き方向に整列されていることを示すＳＥＭ写真である。
【図２８】本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金に析出促進金属の添加が不連続析出物の生成に与える影響を示すグラフである。
【図２９】本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金が従来合金に比べて引張強度及び延伸率がともに向上されたことを示すグラフである。
【発明を実施するための形態】
【００３５】
本発明は多様な変換を加えることができ、様々な実施例を有することができるため、特定の実施例を図面に例示し、詳細に説明する。しかし、これは本発明を特定の実施形態に限定するものではなく、本発明の思想及び技術範囲に含まれるあらゆる変換、均等物及び代替物を含むものとして理解されるべきである。
【００３６】
本発明を説明するに当たって、関係する公知技術に対する具体的な説明が本発明の要旨を却って不明にすると判断される場合は、その詳細な説明を省略する。
【００３７】
本願で用いた用語は、単に特定の実施例を説明するために用いたものであって、本発明を限定するものではない。単数の表現は、文の中で明白に表現しない限り、複数の表現を含む。
【００３８】
本願において、「含む」または「有する」等の用語は、明細書上に記載された特徴、数字、ステップ、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものの存在を指定するものであって、一つまたはそれ以上の他の特徴や数字、ステップ、動作、構成要素、部品またはこれらを組み合わせたものなどの存在または付加可能性を予め排除するものではないことを理解しなくてはならない。
【００３９】
以下に、添付された図面を参照して本発明に係るアルミニウム－亜鉛合金及びその製造方法について具体的に説明する。
【００４０】
図１は、本発明の実施例１～６に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。図２は、本発明の実施例７～１４に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。図３は、本発明の比較例１及び比較例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の光学顕微鏡の写真である。
【００４１】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、金属内部に機械的強度を低下させる不連続析出物が強制的に生成されたアルミニウム－亜鉛合金である。強制的に生成された不連続析出物は、人為的に配向され、アルミニウム－亜鉛合金の強度及び延伸率をともに向上させるこ

とができる。
【００４２】
本発明において不連続析出物は、ラメラ構造の析出物（以下、ラメラ析出物という）またはセルラー析出物を全て含む包括的概念または同等の意味を示す。
【００４３】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含む。アルミニウム－亜鉛合金において亜鉛の含量が２０重量部以下であると、不連続析出物が生成されにくい。アルミニウム－亜鉛合金において亜鉛の含量は、好ましくは３０重量部以上である。
【００４４】
また、アルミニウム－亜鉛合金において不連続析出物またはラメラ析出物は、単位面積当たり５％以上含む。強制的に生成された不連続析出物またはラメラ析出物が単位面積当たり５％未満になると、強度及び延伸率をともに向上させることが困難となる可能性がある。
【００４５】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、不連続析出物またはラメラ析出物を含み、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均縦横比が２０以上である析出物を含む。アルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物またはラメラ析出物の平均縦横比が２０未満であると、アルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることが困難となる可能性がある。これに限定されないが、上記平均縦横比は、３．５μｍ×３．５μｍの単位面積当たり２０以上であることができる。
【００４６】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、不連続析出物またはラメラ析出物を含み、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均長さは、１．４μｍ以上である。上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均長さが１．４μｍ未満であると、アルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることが困難となる可能性がある。これに限定されないが、上記平均長さは、３．５μｍ×３．５μｍの単位面積当たり１．４μｍ未満であることができる。
【００４７】
本発明において、上記不連続析出物またはラメラ析出物の析出物間平均間隔が１０５ｎｍ以下である場合、アルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることが容易となる。しかし、これに限定されることはない。例えば、上記析出物間平均間隔は、３．５μｍ×３．５μｍの単位面積当たり１０５ｎｍ以下であることができる。
【００４８】
本発明において、上記不連続析出物またはラメラ析出物の平均厚さは、５５ｎｍ以下である場合、アルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることが容易となる。しかし、これに限定されることはない。例えば、析出物の平均厚さは、３．５μｍ×３．５μｍ単位面積当たり５５ｎｍ以下であることができる。
【００４９】
本発明において、上記不連続析出物またはラメラ析出物は、配向されることができる。人為的配向によりアルミニウム－亜鉛合金の引張強度及び延伸率をともに向上させることが容易となる。本発明に係るアルミニウム－亜鉛合金の配向は、塑性加工により行われることができる。上記塑性加工には、引き抜き、圧延、押出等の様々な工程が選択可能である。
【００５０】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金の上記不連続析出物またはラメラ析出物は、上記アルミニウム－亜鉛合金に熱処理を行い、固溶体を生成した後に時効処理して形成することができる。上記アルミニウム－亜鉛合金の製造については、図４を参照して後述する。
【００５１】
本発明のアルミニウム－亜鉛合金を製造する過程において、析出物の生成を促進するた

めに析出促進金属をさらに含ませることができる。上記析出促進金属としては、銅（Ｃｕ）、チタン（Ｔｉ）、ケイ素（Ｓｉ）、鉄（Ｆｅ）、マンガン（Ｍｎ）、マグネシウム（Ｍｇ）、及びクロム（Ｃｒ）から選択される１種以上を用いることができる。

【００５２】

これに限定されないが、上記析出促進金属としては、銅（Ｃｕ）を用いることができ、上記銅は、合金全体重量に対して０．０５～５重量部で含まれることができる。

【００５３】

本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、引張強度が３００ＭＰａ～４００ＭＰａである場合、延伸率は１０％以上になることができる。また、本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、引張強度が４００ＭＰａ～５００ＭＰａである場合、延伸率は５％以上になることができる。本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、引張強度及び延伸率をともに向上させることができる。

【００５４】

図４は、本発明の一実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の製造方法を説明するための工程図である。

【００５５】

図４を参照すると、先ず、合金全体重量に対して２０重量部超過の亜鉛を含むアルミニウム－亜鉛（Ａｌ－Ｚｎ）合金材料を準備する（Ｓ１００）。

【００５６】

より具体的には、アルミニウム－亜鉛合金の全体重量に対して、亜鉛が２０重量部超過、且つアルミニウムが８０重量部以下含まれる。アルミニウムと亜鉛の重量比は、８０：２０超過、且つ５０：５０以下であることができ、好ましくは、７０：３０超過、且つ５０：５０以下であり、より好ましくは、６０：４０超過、且つ５０：５０以下であることができる。

【００５７】

ここで、上述した析出促進金属を選択的に準備することができる。上記析出促進金属は上述した通りである。

【００５８】

上記のように合金材料を準備した後、これを用いて固溶体を生成する（Ｓ２００）。

【００５９】

上記固溶体を生成するステップは、残留析出物を除去するための工程であって、上記合金材料を準備するステップ（Ｓ１００）において析出促進金属が含まれる場合、固溶度を低下させることができる。

【００６０】

上記固溶体は、上記アルミニウム－亜鉛合金を熱処理することにより形成することができる。上記熱処理は、均質化処理及び／または溶体化処理であり得る。上記固溶体の生成により、上記アルミニウム－亜鉛合金は上記固溶体が含まれた状態となる。

【００６１】

上記固溶体を生成するステップにおいての温度範囲は、３５０～４５０℃であり得る。上記温度範囲は、アルミニウム－亜鉛合金の液状が生じなく、固溶体を形成できる最高固溶限界温度を考慮して定めることができる。アルミニウム－亜鉛合金の場合、４５０℃超過温度では、単相を形成せず、多相を形成するので不連続析出物が生成されない、上記固溶体を生成するステップは、３０分以上加熱して行われることができる。

【００６２】

次に、上記固溶体を含むアルミニウム－亜鉛合金を用いて不連続析出物を強制的に生成する（Ｓ３００）。

【００６３】

上記析出物を強制的に生成するステップは、合金内部に不連続析出物またはラメラ析出物を生成させる工程であって、上記固溶体を含むアルミニウム－亜鉛合金を時効処理し、単位面積当たり５％以上の不連続析出物またはラメラ析出物を強制的に形成することにな

る。上記時効処理は、１２０～２００℃の温度範囲で、上記固溶体を形成するステップよりも低い温度で行うことができる。例えば、上記時効処理は、１６０℃で行うことができる。上記時効処理は、５分～４００分間行われることができる。一例として、上記合金材料が析出促進金属を含む場合は、上記固溶体を生成した後に水冷（ｗａｔｅｒ　ｑｕｅｎｃｈｉｎｇ）または空冷（ａｉｒ　ｑｕｅｎｃｈｉｎｇ）を行ってから、少なくとも2時間以上時効処理し、析出促進金属を含まない場合は5時間以上時効処理することにより、不連続析出物を強制的に生成することができる。

上記のように時効処理前の水冷または空冷により、温度降下速度を非常に迅速に急冷させることにより、追って配向型析出物を形成することができる。温度降下速度を遅くして徐々に冷却させると、不連続析出物またはラメラ析出物を強制的に形成してもこの析出物が配向されない可能性がある。

【００６４】

上記のように不連続析出物またはラメラ析出物を強制的に形成した後に、上記析出物を含むアルミニウム－亜鉛合金を塑性加工して配向性析出物を形成する（Ｓ４００）。

【００６５】

配向性析出物を形成する配向ステップは、強制的に形成された不連続析出物を人為的に配向させる工程であって、圧延、引き抜き及び／または押出により行われることができる。

【００６６】

断面積減少率である引抜率（ｄｒａｗｉｎｇ　ｒａｔｉｏ）は少なくとも５０％以上であることができる。引抜率が増加するほど配向性析出物その自体の厚さや配向性析出物間の距離を低減でき、引張強度特性を向上することができる。

【００６７】

上記配向ステップは、液体窒素雰囲気で行われることができる。液体窒素雰囲気で配向する場合、配向ステップで発生する熱を最小化して不連続析出物の整列を円滑にすることができ、引張強度を高めることができる。

【００６８】

上記で説明したように、本発明のアルミニウム－亜鉛合金は、製造工程中に強制的に不連続析出物またはラメラ析出物を形成させ、これにより形成された配向型析出物を含むことにより、引張強度及び延伸率がともに向上された、物理的特性に優れた金属材料として提供することができる（図２９参照）。

【実施例】

【００６９】

以下では本発明の具体的な製造例及び比較例、これらの特性評価結果に基づいて本発明をより具体的に説明する。

【００７０】

（実施例１～２６及び比較例１、比較例２）

表１に本発明のアルミニウム－亜鉛合金の実施例及び比較例の含量を示す。

【００７１】

表１の含量のアルミニウム－亜鉛合金を電気炉溶解及び高周波誘導溶解炉により鋳造した。鋳造時に生成された不純物を除去するために、３７０℃で３０時間均質化処理を行った。引き続き、圧下率２０％ごとに４００℃で１５分ごとにアニーリングを行い、総冷間加工面積減少率７５％に鍛造（ｓｗａｇｉｎｇ）を行った。１時間が経過した後にスウェージングされた結果物を、４００℃で１時間溶体化処理した後に水冷処理した。その後、１６０℃で、不連続析出物を生成するための析出処理を行った。

【００７２】

【表１】

区分	Al	Zn	Cu	Ti	Si	Fe	Mn	Mg	Cr
組成範囲	Bal.	23~50	0.05~5	0.05~0.1	0.1~0.3	0.1~0.5	0.1~0.5	0.1~5	0.1~3
比較例1	Bal.	20							
比較例2	Bal.	18	2						
実施例1	Bal.	23	2						
実施例2	Bal.	30							
実施例3	Bal.	28	2						
実施例4	Bal.	35							
実施例5	Bal.	33	2						
実施例6	Bal.	32	3						
実施例7	Bal.	45							
実施例8	Bal.	44.95	0.05						
実施例9	Bal.	44.9	0.1						
実施例10	Bal.	44.5	0.5						
実施例11	Bal.	44	1						
実施例12	Bal.	43	2						
実施例13	Bal.	42	3						
実施例14	Bal.	40	5						
実施例15	Bal.	50							
実施例16	Bal.	48	2						
実施例17	Bal.	32.85	2	0.05	0.1				
実施例18	Bal.	32.725	2	0.075	0.2				
実施例19	Bal.	32.6	2	0.1	0.3				
実施例20	Bal.	32.4	2			0.1	0.5		
実施例21	Bal.	32.4	2			0.3	0.3		
実施例22	Bal.	32.4	2			0.5	0.1		
実施例23	Bal.	32.4	2					0.1	0.5
実施例24	Bal.	29.85	2					0.15	3
実施例25	Bal.	30.9	2					2	0.1
実施例26	Bal.	28	2					5	

【００７３】

（析出物の面積比の変化を分析）

上記実施例及び比較例のそれぞれに対して、１６０℃で時効処理として熱処理する間に、不連続析出物の面積比（ｆｒａｃｔｉｏｎ、単位％）を測定し、その結果を図５に示す。

【００７４】

図５は、本発明に係る不連続析出物の生成に対する亜鉛含量及び時効処理時間に応じた影響を示すグラフである。

【００７５】

図６は、本発明に係る不連続析出物の生成に対する銅の有無及び時効処理時間に応じた影響を示すグラフである。図７は、本発明に係る不連続析出物の生成に対するＡｌ－３５Ｚｎ－Ｃｕ合金の銅含量に応じた影響を示すグラフである。

【００７６】

図５及び図６を参照すると、実施例において時効処理を行った場合は不連続析出物が形成されたが、比較例１、比較例２においては、時効処理を行っても不連続析出物が全く生成されないことを確認することができる。また、不連続析出物は、亜鉛の量が多い場合や銅が添加される場合、また時効処理時間が長いほど、より多く生成されることを確認することができる。

【００７７】

図７は、本発明に係る不連続析出物の生成に対するＡｌ－３５Ｚｎ－Ｃｕ合金の銅含量に応じた影響を示すグラフである。図８は、本発明に係る不連続析出物の生成に対するＡｌ－４５Ｚｎ－Ｃｕ合金の銅含量に応じた影響を示すグラフである。

【００７８】

図７及び図８を参照すると、銅含量が多くなるほど不連続析出物の生成が迅速になって、多く生成される傾向にあった。

【００７９】

（析出物の形態的変化の分析）

図９は、本発明の実施例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物のＴＥＭ写真である。図１０は、本発明の実施例７に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物のＴＥＭ写真である。

【００８０】

図９を参照すると、繊維状（ｆｉｂｅｒ）の不連続析出物が観察され、アルミニウムと亜鉛は、（１１１）Ａｌ／／（００２）Ａｌ、（０１１）Ａｌ／／（１１０）Ｚｎの整合関係を有することが確認できた。

【００８１】

図１０を参照すると、繊維状の不連続析出物と不連続析出物との間に微細な亜鉛析出物が発見された。

【００８２】

図１１は、本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金においての不連続析出物の縦横比を示すグラフである。図１２は、本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金においての不連続析出物の平均長さを示すグラフである。図１３は、本発明に係るアルミニウム－亜鉛合金においての不連続析出物の平均厚さを示すグラフである。

【００８３】

図１１から図１３を参照すると、引抜率、すなわち、断面積減少率が増加するほど配向型析出物の平均厚さ及び間隔は低減し、平均縦横比及び長さはそれぞれ７０％、８０％まで増加するが、その後には不連続析出物が切れて、平均縦横比及び長さが低減することを確認できた。

【００８４】

（時効処理工程の時間依存性の分析）

実施例７に対して、水冷処理後、１６０℃で１５分間時効工程を行った場合と、３６０分間時効工程を行った場合との析出物の構造をＴＥＭにより撮影し、その結果を図１４に示した。すなわち、図１４は、本発明の実施例７に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の生成に対する時効処理時間の影響を示すＴＥＭ写真である。図１４を参照すると、１５分間時効処理した試片には、一般の析出物が発見されたものの、３６０分間時効処理した試片には、繊維状の不連続析出物が発見された。

【００８５】

図１５は、本発明の実施例２に係るアルミニウム－亜鉛合金の不連続析出物の生成に対する時効処理時間の影響を示す光学顕微鏡の写真である。図１５を参照すると、時効処理工程の処理時間が増加するほど不連続析出物の面積比が増加するので、時効処理時間を変化して不連続析出物の面積の割合を調整できることを確認できた。

【００８６】

（引抜率に応じた引張強度及び延伸率の変化の分析）

図１６は、本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の引き抜き後の引張試験結果を示すグラフである。時効工程後に、ＣＰとＤＰの値に対して引き抜き工程を行った後に工学ひずみ（ｅｎｇｉｎｅｅｒｉｎｇ　ｓｔｒａｉｎ）による応力（ｓｔｒｅｓｓ）変化を測定した。引き抜き工程の引抜率は、５０％、８０％、９０％及び９５％に行った。

【００８７】

ＤＰ及びｈａｌｆ・ＤＰは、ＣＰよりも引張強度は低いものの、延伸率はより高いことが示された。ＤＰ及びｈａｌｆ・ＤＰは、８０％引き抜きまで延伸率が増加するが、その後には減少することになった。

【００８８】

（引き抜き条件による特性の評価）

本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の室温及び液体窒素での引き抜き後の工学ひずみの変化による応力変化を測定して、引張試験結果を図１７のグラフに示した。図１７を参照すると、液体窒素雰囲気で引き抜く場合、室温で引き抜いたＤＰ試片よりも非常に高い引張強度を示した。

【００８９】

図１８は、本発明の実施例４に係るアルミニウム－亜鉛合金の室温及び液体窒素での引き抜き後の析出物の形態を示すＴＥＭ写真である。図１８を参照すると、室温で引き抜き後に、不連続析出物がなくなり、亜鉛析出物が球状化されるが、液体窒素での引き抜き後には、不連続析出物が相対的に多く、引き抜き方向に沿って長く引張することを確認できた。

【００９０】

（銅の添加による不連続析出物の特性分析）

図１９は、本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の熱処理時間に応じた析出物の形態を示す光学顕微鏡の写真である。図２０は、本発明のアルミニウム－亜鉛合金に銅を添加することにより不連続析出物を生成するための熱処理時間の変化を示すＴＥＭ写真である。図１９及び２０を参照すると、銅を添加する場合、不連続析出物の生成の速度が迅速になり、１５分間の時効処理でも微細組職全般にわたってＤＰ（ｆｕｌｌｙ　ＤＰ）が生成された。

【００９１】

図２１は、本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の１６０℃で３６０分間の時効処理後のＴＥＭ写真である。図２１を参照すると、銅は、亜鉛不連続析出物内に固溶されていることが観察された。

【００９２】

図２２は、本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金に銅を添加した後に、６０℃で３６０分間時効処理した後に、銅の添加が不連続析出物の大きさに与える影響を確認したＴＥＭ写真である。図２２を参照すると、銅が亜鉛の不連続析出物内に固溶されながら、亜鉛の不連続析出物の厚さ及び析出物の間の距離を減少させ、亜鉛の不連続析出物の強度を向上させることを確認できた。

【００９３】

（引き抜き後の引張強度及び延伸率の分析）

図２３は、本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金において強度及び延伸率がともに増加することを示すグラフである。図２４は、本発明の実施例１２に係るアルミニウム－亜鉛合金の引抜率に応じた不連続析出物の形態を示すＴＥＭ写真である。図２３及び図２４を参照すると、銅を含むアルミニウム－亜鉛合金の場合、室温で引き抜くと

、強度及び延伸率がともに向上され、引き抜きが増加するにつれて亜鉛の不連続析出物は切れることなく引き抜き方向に整列され、大きさ及び析出物間の距離が減少することになっている。

【００９４】

図２５は、本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の合金組成ごとの引張試験結果を示すグラフである。図２６は、本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の８０％引き抜き前後の引張試験結果を示すグラフである。図２５及び図２６を参照すると、銅を含有することにより引張強度が増加し、銅を含むアルミニウム－亜鉛合金は、８０％引き抜き後に引張強度及び延伸率がともに向上されたことが確認された。

【００９５】

図２７は、本発明の実施例４及び実施例５に係るアルミニウム－亜鉛合金の引き抜き後の不連続析出物が引き抜き方向に整列されていることを示す図である。図２７を参照すると、銅含有の可否にかかわらず引き抜き後に不連続析出物が引き抜き方向に整列されることが確認された。

【００９６】

図２８は、本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金における析出促進金属の添加が不連続析出物の生成に与える影響を示すグラフである。図２８を参照すると、銅と、Ｔｉ、Ｓｉ、Ｆｅ、Ｍｎ、Ｍｇ、Ｃｒ等の元素を添加すると、不連続析出物の生成が促進されることが確認された。

【００９７】

表２に、本発明の実施例に係るアルミニウム－亜鉛合金の加工率、引張強度及び延伸率を示す。

【００９８】

【表２】

区分	加工温度	析出形態	加工率 (Red. %)	引張強度 (MPa)	延伸率 (%)
実施例4	室温	CP	0	418	7.8
			50	454	3.4
			80	429	7.6
			90	408	7.3
			95	381	1.9
		DP	0	224	20.2
			50	286	15
			80	328	18.7
			90	352	17.2
			95	360	11.5
		Half DP	0	300	16.8
			50	255	37.4
			80	211	50.1
			90	248	29.7
	液体窒素	DP	50	318	16.7
			80	373	15.0
			90	488	7.6
			95	510	3.0
実施例5	室温	DP	0	323	23.9
			50	355	32.4
			75	404	37.9
			80	383	21.1
実施例6	室温	DP	0	273	9.5
			50	368	31.2
			75	412	35.7
			80	423	35.7
			90	437	24.0
実施例11	室温	DP	0	325	21
			50	342	33.6
			75	411	37.2
			80	431	33.9
			90	460	16.1
実施例12	室温	DP	0	320	24.5
			50	354	30.0
			75	398	40.9
			80	430	39.7
			90	400	27.0
実施例13	室温	DP	0	292	6.9
			50	386	20.3
			75	444	36.6
			80	455	40.1

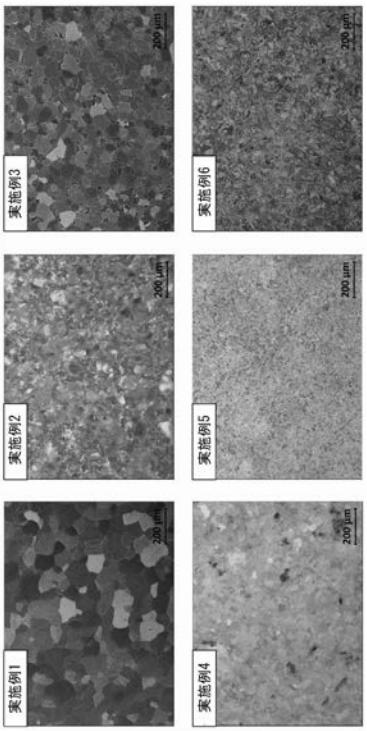
【００９９】

図２９は、本発明に係るアルミニウム－亜鉛合金の場合、銅の添加にかかわらず従来合金に比べて引張強度及び延伸率がともに向上されたことを示すグラフである。

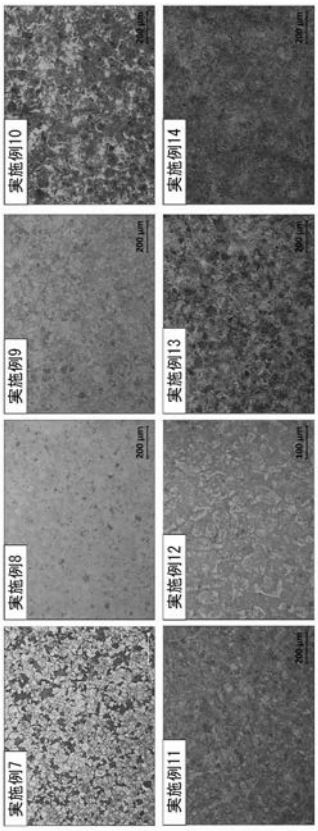
【０１００】

以上、本発明の一実施例について説明したが、当該技術分野で通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載した本発明の思想から逸脱しない範囲内で、構成要素の付加、変更、削除または追加などにより本発明を多様に修正及び変更することができ、これらも本発明の権利範囲内に含まれるものといえよう。

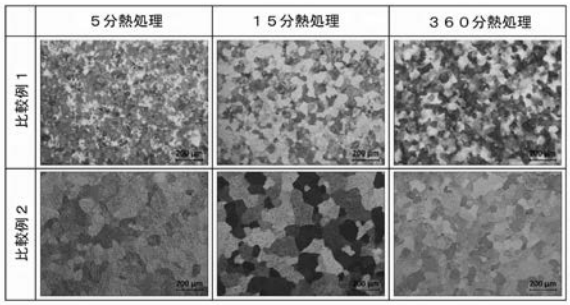
【図１】



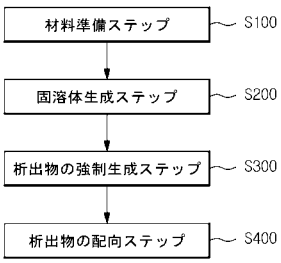
【図２】



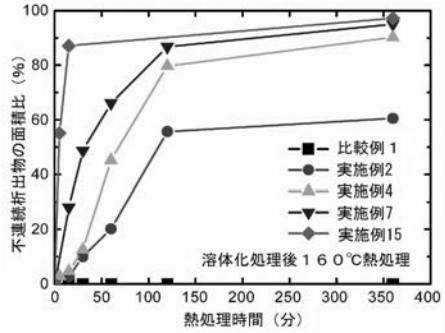
【図３】



【図４】

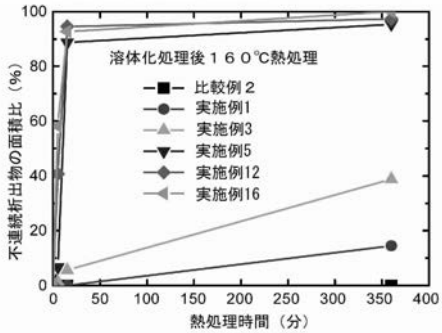


【図５】



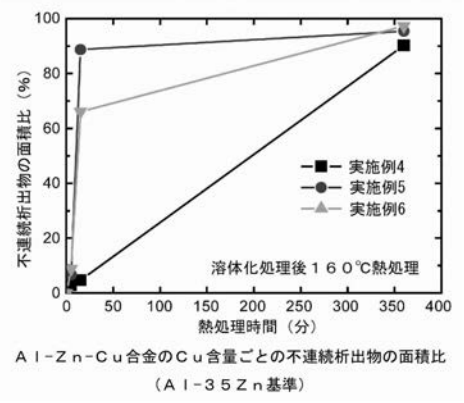
Ａｌ-Ｚｎ合金のＺｎ含量ごとの不連続析出物の面積比

【図６】



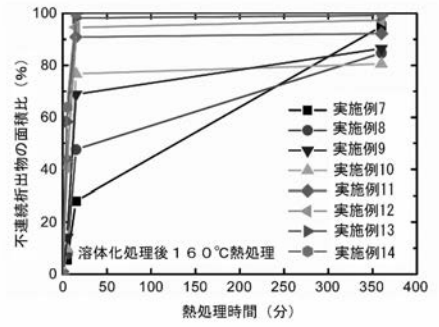
Ａｌ-Ｚｎ-Ｃｕ合金のＺｎ含量ごとの不連続析出物の面積比

【図７】



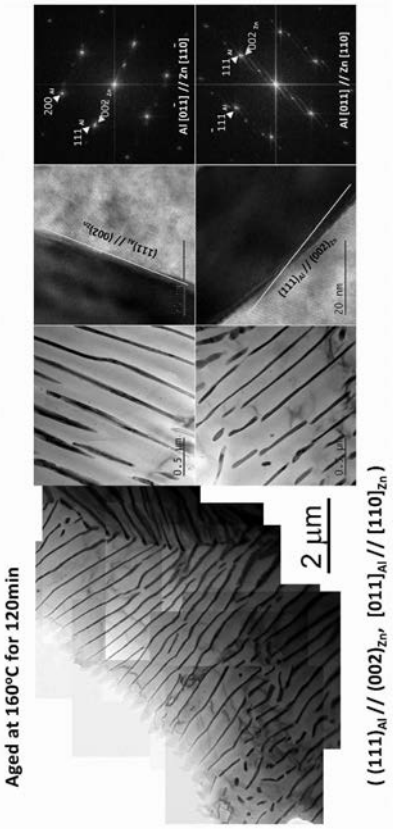
Ａｌ-Ｚｎ-Ｃｕ合金のＣｕ含量ごとの不連続析出物の面積比
（Ａｌ-３５Ｚｎ基準）

【図８】

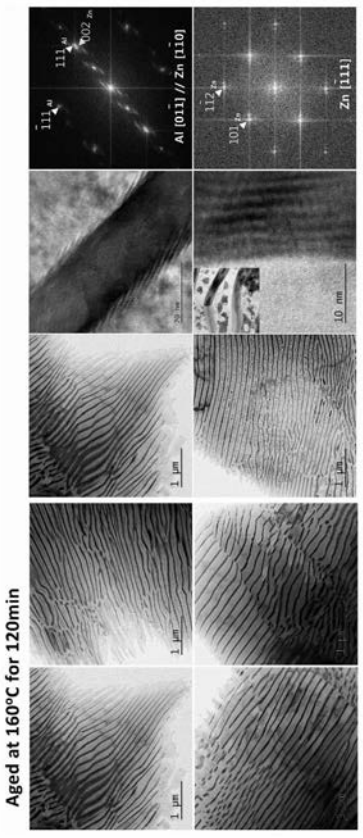


Ａｌ-Ｚｎ-Ｃｕ合金のＣｕ含量ごとの不連続析出物の面積比
（Ａｌ-４５Ｚｎ基準）

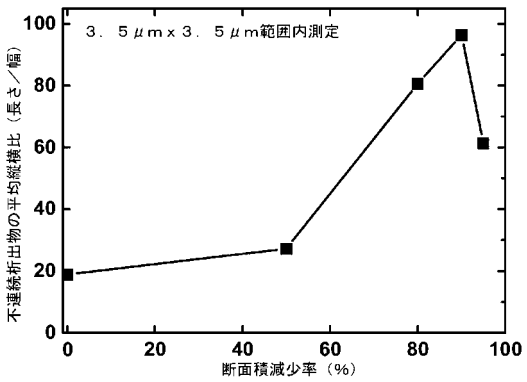
【図９】



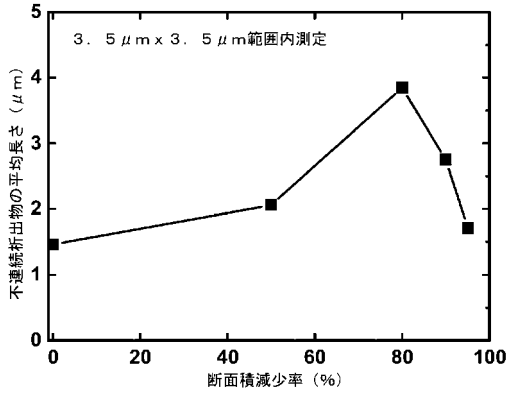
【図１０】



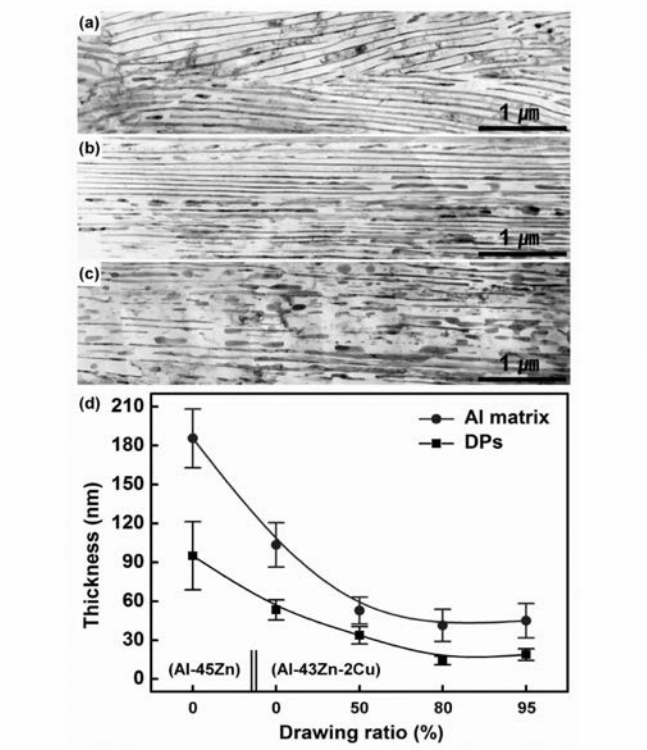
【図１１】



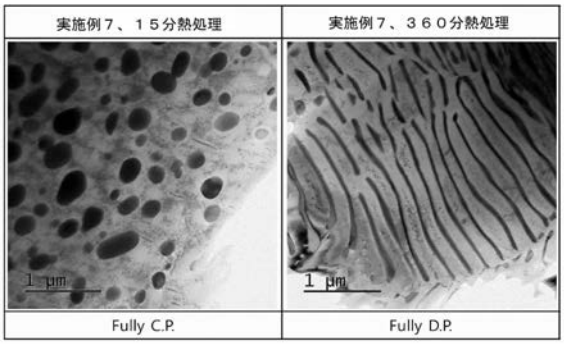
【図１２】



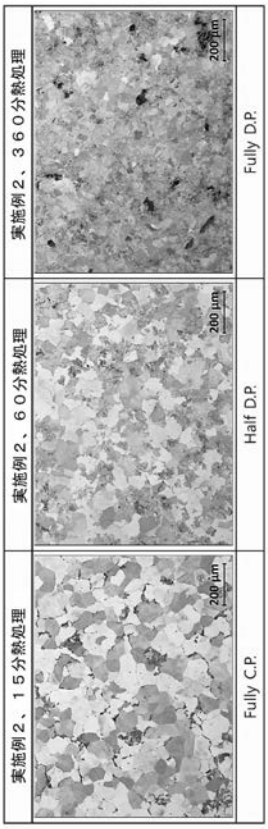
【図１３】



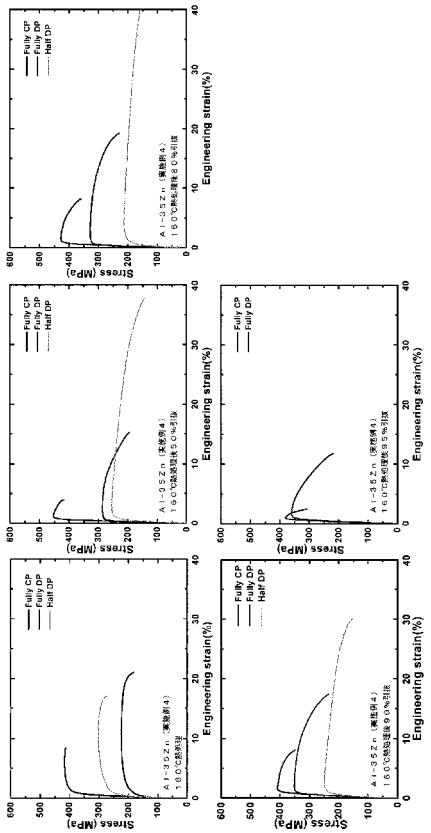
【図１４】



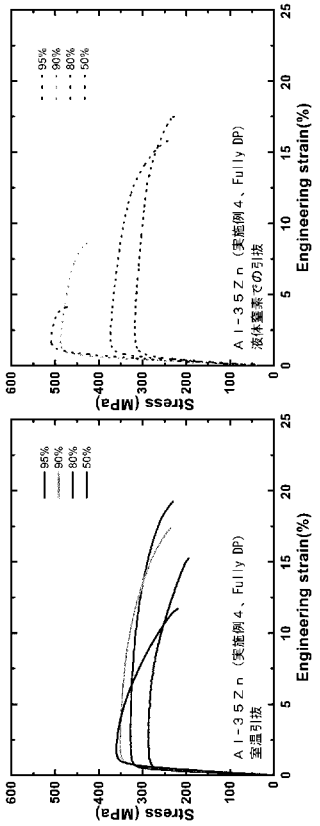
【図１５】



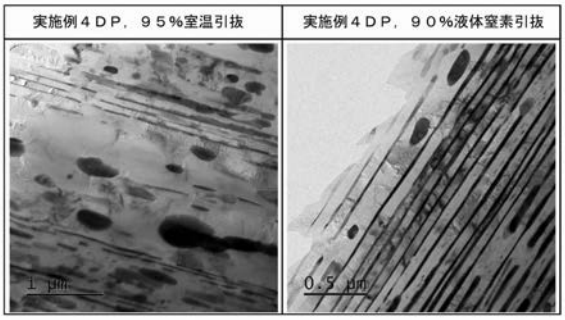
【図１６】



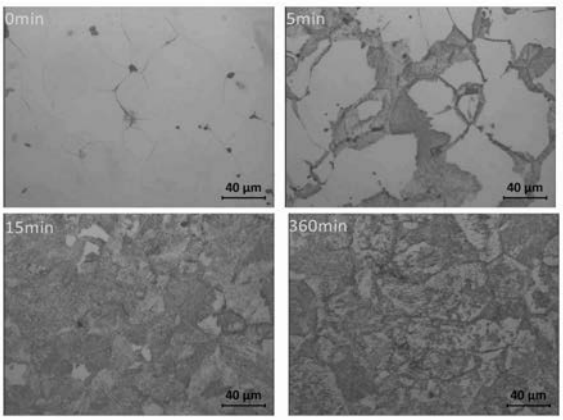
【図１７】



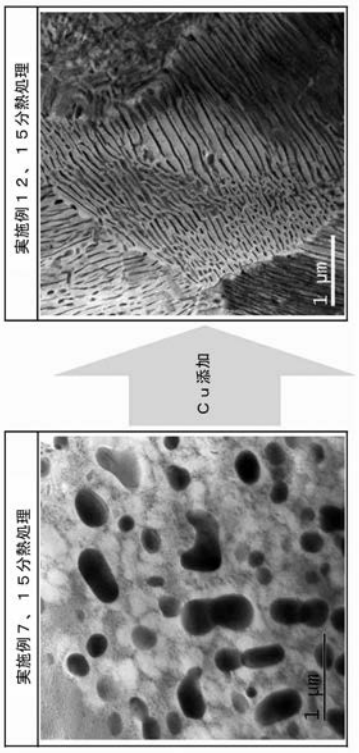
【図１８】



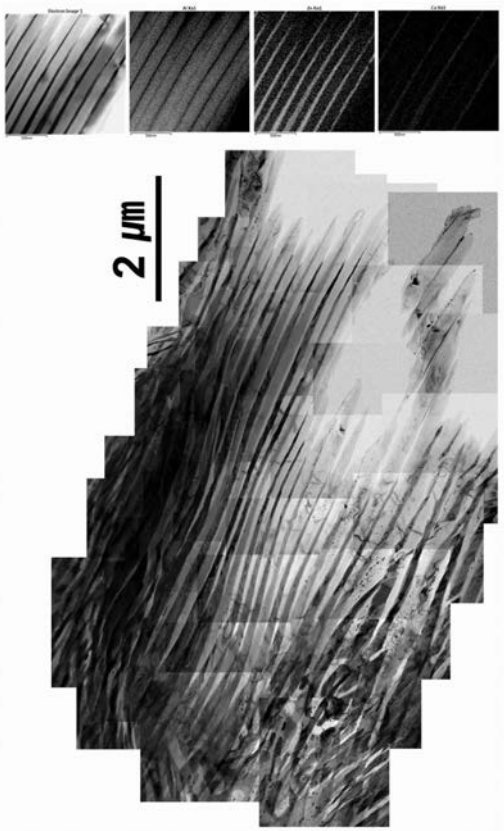
【図１９】



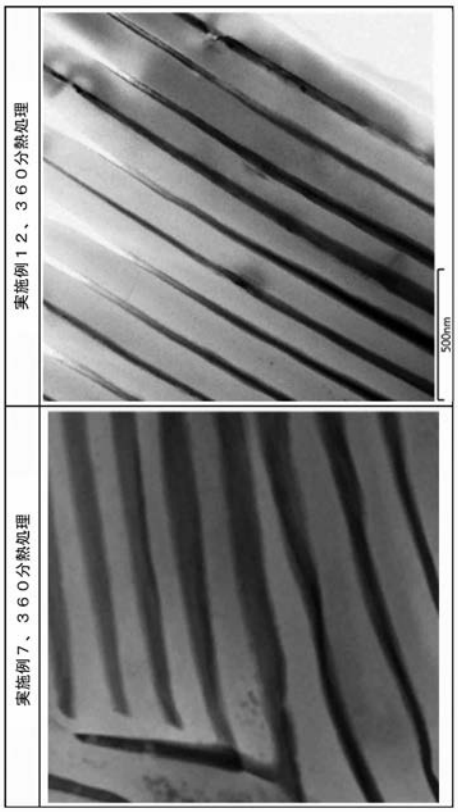
【図２０】



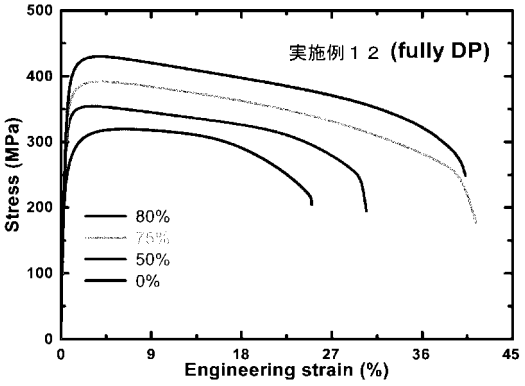
【図２１】



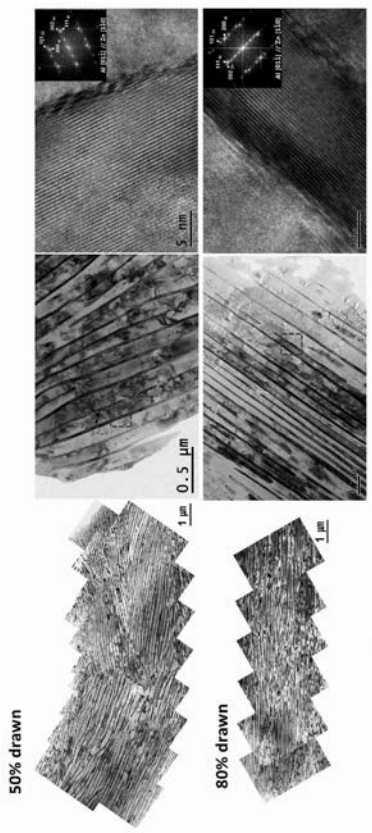
【図２２】



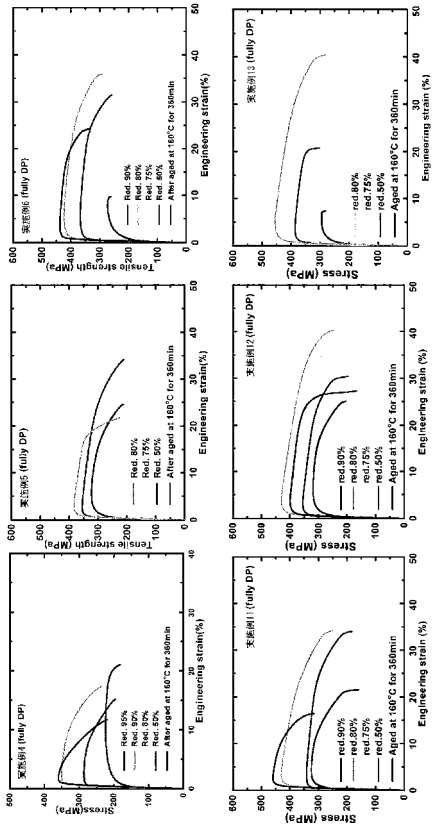
【図２３】



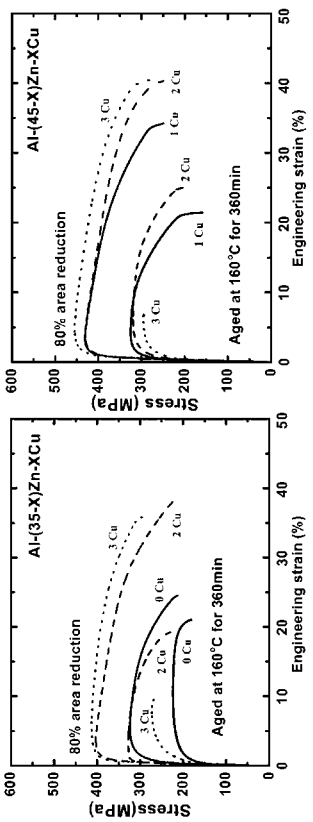
【図２４】



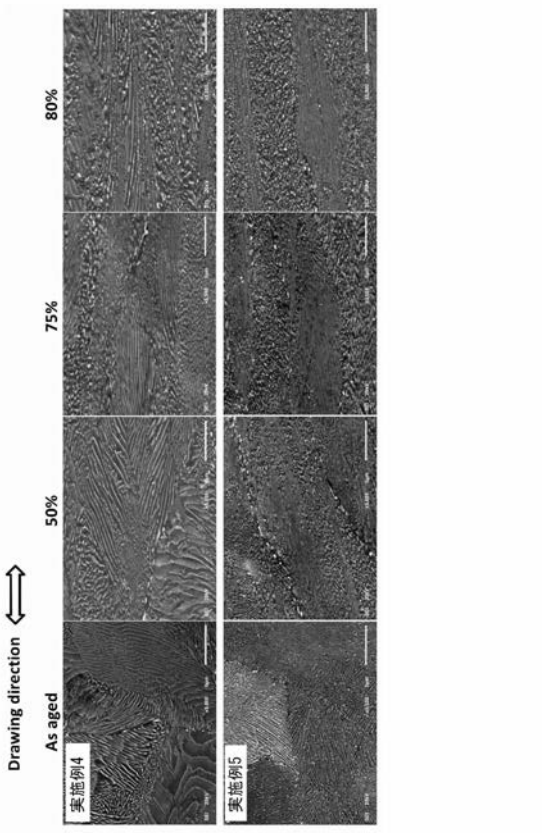
【図２５】



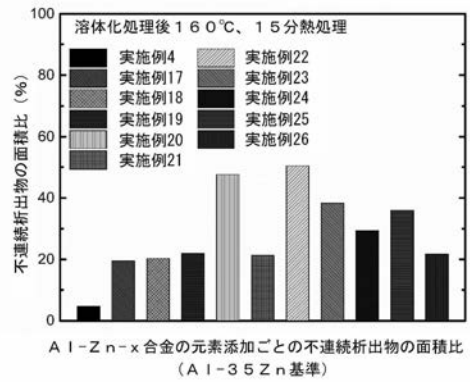
【図２６】



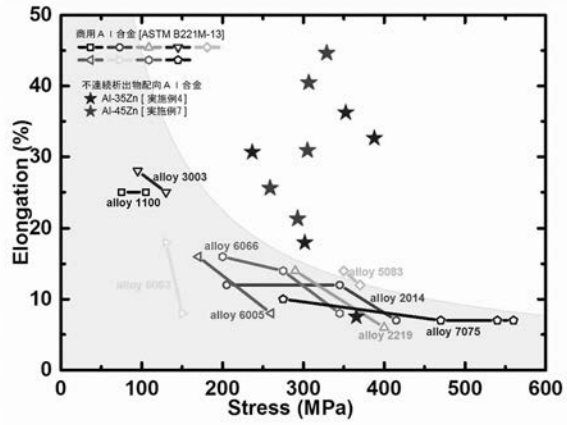
【図２７】



【図２８】



【図２９】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI			テーマコード（参考）
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６３０Ｋ	
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６８２	
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９１Ｂ	
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９１Ｃ	
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９４Ａ	
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９２Ａ	

(74)代理人 100126000
弁理士 岩池 満
(72)発明者 ハン スンーゾン
大韓民国 ギョンサンナムード チャンウォンーシ ソンサンーグ ソンジュードン ハンリム プルジオ アパートメント ナンバー１０６－２０２
(72)発明者 アン ジーヒュク
大韓民国 ギョンサンナムード チャンウォンーシ ソンサンーグ サンナムードン ６６ ケーアイエムエス ナンバー６３０８
(72)発明者 キム ミンース
大韓民国 ギョンサンナムード チャンウォンーシ ソンサンーグ サンナムーロ ３５ セロムー１ ポイ ヴィル ナンバー１３０６