(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6118728号
(P6118728)

(45)発行日　平成29年4月19日(2017.4.19)　(24)登録日　平成29年3月31日(2017.3.31)

(51)Int.Cl.			F I		
C22C	21/10	(2006.01)	C22C	21/10	
C22F	1/053	(2006.01)	C22F	1/053	
C22F	1/00	(2006.01)	C22F	1/00	602
			C22F	1/00	630A
			C22F	1/00	630K

請求項の数 8　(全 12 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2013-543846(P2013-543846)
(86)(22)出願日　平成23年12月6日(2011.12.6)
(65)公表番号　特表2014-505786(P2014-505786A)
(43)公表日　平成26年3月6日(2014.3.6)
(86)国際出願番号　PCT/FR2011/000637
(87)国際公開番号　WO2012/080592
(87)国際公開日　平成24年6月21日(2012.6.21)
審査請求日　平成26年10月10日(2014.10.10)
(31)優先権主張番号　10/04865
(32)優先日　平成22年12月14日(2010.12.14)
(33)優先権主張国　フランス(FR)

(73)特許権者　500092697
コンステリウム　イソワール
Ｃｏｎｓｔｅｌｌｉｕｍ　Ｉｓｓｏｉｒｅ
フランス共和国，６３５００　イソワール，ゾーヌ　アンデュストゥリエル　レ　リスト，リュ　イヴ　ラムールドゥデュ
(73)特許権者　513149104
コンステリウム　ヴァレ　エスアー（アーゲー，エルティーディー）
ＣＯＮＳＴＥＬＬＩＵＭ　ＶＡＬＡＩＳ　ＳＡ（ＡＧ，ＬＴＤ）
スイス連邦，セーアッシュ－３９６０　シエル
(74)代理人　100080447
弁理士　太田　恵一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】７ＸＸＸ系合金製の厚い製品および製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
以下（単位は重量％）を含む、３５０ｍｍを超える厚みを有する厚いブロックの製造のためのアルミニウム合金；
Ｚｎ：５．３－５．９％、
Ｍｇ：０．８－１．８％、
Ｃｕ：＜０．２％、
Ｚｒ：０．０５－０．１２％、
Ｔｉ：０．０１－０．０５％、
Ｍｎ：＜０．１％、
Ｃｒ：＜０．１％、
Ｓｉ：＜０．１５％、
Ｆｅ：＜０．２０％、
不可避的不純物の個別含有量がそれぞれ０．０５％未満、合計で０．１５％未満、残りはアルミニウム。
【請求項２】
以下（単位は重量％）を含む、請求項１に記載の合金；
Ｚｎ：５．４－５．８％および／または
Ｍｇ：１．０－１．４％および／または
Ｃｕ：＜０．０５％。

【請求項３】
Ｚｒの最大含有量が、０．１０重量％である、請求項１または２に記載の合金。
【請求項４】
以下のような、請求項１から３のいずれか一つに記載の合金；
Ｍｎ：＜０．０５％および／または
Ｃｒ：＜０．０５％および／または
Ｓｉ：＜０．１０％および／または
Ｆｅ：＜０．１５％。
【請求項５】
以下の過程を含む、アルミニウム製の厚いブロックの製造方法であって：
ａ）請求項１から４のいずれか一つに記載の合金製の厚いブロックの鋳造、
ｂ）４５０℃から５５０℃の間に含まれる温度での１０分間から３０時間の均質化、および／または３００℃から４００℃の間に含まれる温度での１０分から３０時間の応力除去、
ｂ’）１００℃未満の温度までの冷却、
ｃ）前記鋳造されたブロックの、５００℃から５６０℃の温度での１０分間から２０時間の溶体化処理、
ｄ）前記溶体化処理されたブロックの、１００℃未満の温度までの冷却、
ｅ）前記溶体化処理され冷却されたブロックの、１２０℃から１７０℃での加熱による４時間から４８時間の焼戻し、
前記ブロックが、鋳造と焼戻しの間に、熱間加工による１０％以上の長さ、幅、厚みの寸法の一つの変形の過程を受けない、
幅の方向ＴＬにおいて四分の一の厚みのところで、ＭＰａで示される弾性限界$R_{P0.2}$と、規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって測定される弾性限界$R_{P0.2}$と切欠きをつけた試験片の機械的強度との間のＮＳＲと呼ばれる比率とが、以下のようであることを特徴とする：
$NSR > -0.017 \times R_{P0.2} + 6.7$および
$R_{P0.2} > 320MPa$、
アルミニウム製の厚いブロックの製造方法。

【請求項６】
幅の方向ＴＬにおいて四分の一の厚みのところで、ＭＰａで示される弾性限界$R_{P0.2}$と、規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって測定される弾性限界$R_{P0.2}$と切欠きをつけた試験片の機械的強度との間のＮＳＲと呼ばれる比率とが、以下のようであることを特徴とし：
$NSR > -0.017 \times R_{P0.2} + 6.7$および
$R_{P0.2} > 320MPa$、
以下（単位は重量％）を含むアルミニウム合金製の、３５０ｍｍを超える厚みを有するアルミニウム製の厚いブロック：
Ｚｎ：５．３－５．９％、
Ｍｇ：０．８－１．８％、
Ｃｕ：＜０．２％、
Ｚｒ：０．０５－０．１２％、
Ｔｉ：０．０１－０．０５％、
Ｍｎ：＜０．１％、
Ｃｒ：＜０．１％、
Ｓｉ：＜０．１５％、
Ｆｅ：＜０．２０％、
不可避的不純物の個別含有量がそれぞれ０．０５％未満、合計で０．１５％未満、残りはアルミニウム。

【請求項７】
ＮＳＲが、＞０．８であることを特徴とする、請求項６に記載のアルミニウム製の厚いブロック。
【請求項８】
プラスチック射出用の金型の製造のための、請求項６または７に記載の３５０ｍｍを超える厚みを有する厚いブロックの使用。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、一般にアルミニウム合金製の製品、より特徴的にはそのような７ＸＸＸ系合金製の厚い製品、その製造方法および利用方法に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
射出によって得られるプラスチック材料の分野において、大きなサイズの製品を求める声が増加している。この大きなサイズの製品の製造を可能にする金型を製作するためには、厚いブロックを使用する必要があるが、厚いブロックとはすなわち、厚みが３５０ｍｍを超えるもの、好ましくは４５０ｍｍを、さらには５５０ｍｍを超えるものである。ブロックとは、基本的に平行六面体形状の、頑丈な製品を意味する。
【０００３】
アルミニウム製の厚いブロックはまた、機械工学の分野においても有用である。
【０００４】
金型の製造を目的とした、アルミニウム製の厚いブロックに対して求められている特性は、弾性限界や破断強度のような高い静的な機械的特性、並びに優れた切欠き強度であり、これらの特性は一般に相反するものである。このように、切欠き強度は、これらの製品にとって重要な使用特性であり、例えばＮＳＲによって特徴付けられることができるが、ＮＳＲとは、規格ＡＳＴＭ－Ｅ６０２にしたがって測定される、弾性限界と切欠きのある場合の機械的強度との間の比率である（「Ｓｈａｒｐ－Ｎｏｔｃｈ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ－ｔｏ－Ｙｉｅｌｄ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｒａｔｉｏ」）。厚い製品については、これらの特性は、四分の一の厚みおよび／または半分の厚みで特に得られなければならず、製品はしたがって焼入れ感受性が低くなくてはならない。弾性限界のような静的な機械的特性が、焼入れ速度が減少するときに減少する場合、その製品は焼入れ感受性があると言われる。焼入れ速度とは、焼入れ間の製品の、平均冷却速度である。
【０００５】
厚いブロックはまた、好ましくは、残留応力が少なくなくてはならない。というのも、残留応力は、金型の形状に悪影響を及ぼす、加工の際の変形の原因となるのである。残留応力は、例えば国際公開第２００４／０５３１８０号の中に記述されている方法によって測定することができる。少ない残留応力とは、典型的には４ｋＪ／ｍ^{3}未満、一般的にはおよそ２ｋＪ／ｍ^{3}のW_{Tbar}値を意味する。
【０００６】
最後に、厚いブロックは、出来る限り時間のかからない、経済的な方法を用いて得られなければならない。
【０００７】
欧州特許第１５８７９６５号明細書（Ａｌｃａｎ）は、４．６－５．２％のＺｎ、２．６－３．０％のＭｇ、０．１－０．２％のＣｕ、０．０５－０．２％のＺｒ、０．０５％を超えないＭｎ、０．０５％を超えないＣｒ、０．１５％を超えないＦｅ、０．１５％を超えないＳｉ、０．１０％を超えないＴｉの組成（単位は重量％）の厚いブロックを製造するために有用な合金、およびこれらのブロックの製造方法について記述しており、該製造方法においては、ブロックとして、連続鋳造によって得られたインゴットが直接用いられている。

【０００８】
国際公開第２００８／００５８５２号（Ａｌｃａｎ）は、亜鉛６から８％、マグネシウム１から２％（単位は重量％）、Ｚｒ、Ｍｎ、Ｃｒ、Ｔｉおよび／またはＳｃのような分散質を形成する元素を含む、非常に厚い製品にとって有用な合金について記述している。
【０００９】
類似の組成の合金が同様に、他の応用に対して既知である。例えば以下が、Ｔｈｅ Ａｌｕｍｉｎｉｕｍ Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎのもとに登録されている：
－７００３合金であって、その組成は以下の通りである：
Ｚｎ５．０％－６．５％、Ｍｇ０．５０－１．０％、Ｚｒ０．０５－０．２５％、Ｃｕ０－０．２０％、Ｆｅ０－０．３５％、Ｓｉ０－０．３０％、Ｍｎ０－０．３０％、Ｃｒ０－０．２０％、Ｔｉ０－０．２０％、残りはＡｌと不可避不純物であり、該不可避不純物は０．０５％未満、合計で０．１５％未満。
－７０２１合金であって、その組成は以下の通りである：
Ｚｎ５．０％－６．０％、Ｍｇ１．２－１．８％、Ｚｒ０．０８－０．１８％、Ｃｕ０－０．２５％、Ｆｅ０－０．４０％、Ｓｉ０－０．２５％、Ｍｎ０－０．１０％、Ｃｒ０－０．０５％、Ｔｉ０－０．１０％、残りはＡｌと不可避不純物であり、該不可避不純物は０．０５％未満、合計で０．１５％未満。
【００１０】
米国特許第３８５２１２２号明細書（Ａｒｄａｌ）は、バンパー、構造部品、また圧縮ガスの製造、貯蔵および運搬のために用いられる部品を製造するために長期間利用可能な製品を製作することを目的とした、Ｚｎ４．５－５．８％、Ｍｇ１．０－１．８％、Ｚｒ０．１０－０．３０％、Ｆｅ０－０．３０％、Ｓｉ０－０．１５％、Ｍｎ０－０．２５％の組成（単位は重量％）の合金について記述している。
【００１１】
仏国特許出願公開第２３４１６６１号明細書（ＶＭＲＢＡ）は、熱間加工によって鍛造、あるいはこねられることを目的とした、また車両、機械、および器具や工具類の保管場所を構成するために用いられることを目的とした、Ｚｎ４．０－６．２％、Ｍｇ０．８－３．０％、Ｃｕ０－１．５％、Ｚｒ０．０５－０．３０％、Ｆｅ０－０．２０％、Ｓｉ０－０．１５％、Ｍｎ０－０．２５％、Ｔｉ０－０．１０％の組成（単位は重量％）の合金について記述している。
【００１２】
特開平８－１４４０３１号公報（Ｆｕｒｕｋａｗａ）は、管の生産のために、Ｚｎ４．０－６．５％、Ｍｇ０．４－１．８％、Ｃｕ０．１－０．５％、Ｚｒ０．１－０．５％、また追加としてＭｎ０.０５－０．２０％および／またはＣｒ０．０５－０．２０％の組成（単位は重量％）の合金を記述している。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１３】
本発明が解決しようと努める問題は、残留応力の少ない、静的な機械的特性と切欠き強度との改善された特性バランスを有する厚いアルミニウムブロックを、時間のかからない、経済的な方法によって得ることである。
【課題を解決するための手段】
【００１４】
発明の目的
本発明の第一の目的は、以下を含む（単位は重量％）、厚いブロックを製造するためのアルミニウム合金である；
Ｚｎ：５．３－５．９％、
Ｍｇ：０．８－１．８％、
Ｃｕ：＜０．２％、
Ｚｒ：０．０５－０．１２％、

Ｔｉ：＜０．１５％、
Ｍｎ：＜０．１％、
Ｃｒ：＜０．１％、
Ｓｉ：＜０．１５％、
Ｆｅ：＜０．２０％、
不純物の個別含有量がそれぞれ０．０５％未満、合計で０．１５％未満、残りはアルミニウム。

【００１５】

本発明の第二の目的は、以下の過程を含む方法であって：
ａ）本発明による合金製の厚いブロックの鋳造、
ｂ）選択的に、４５０℃から５５０℃の間に含まれる温度での１０分間から３０時間の均質化、および／または３００℃から４００℃の間に含まれる温度での１０分間から３０時間の応力除去、その後、１００℃未満の温度までの冷却、
ｃ）前記鋳造されたブロックの、５００℃から５６０℃の温度での１０分間から２０時間の溶体化処理、
ｄ）前記溶体化処理されたブロックの、１００℃未満の温度までの冷却、
ｅ）前記溶体化処理されまた冷却されたブロックの、１２０℃から１７０℃での加熱による４時間から４８時間の焼戻し、
該方法において、前記ブロックは、鋳造と焼戻しとの間に、熱間加工による大きな意味をもつ変形の過程を受けない。

【００１６】

本発明のさらに別の目的は、方向ＴＬにおいて四分の一の厚みのところで、弾性限界$R_{P0.2}$と、規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって測定される、切欠きをつけた試験片の機械的強度と弾性限界$R_{P0.2}$との間のＮＳＲと呼ばれる比率とが、以下のようであることを特徴とする、本発明による方法によって得ることができるアルミニウム製の厚いブロックである：
ＮＳＲ＞－０．０１７×$R_{P0.2}$＋６．７および
$R_{P0.2}$＞３２０ＭＰａ好ましくは３３０ＭＰａ
および／または
ＮＳＲ＞０．８好ましくは１．０。

【００１７】

本発明のさらに別の目的は、プラスチック射出用の金型の製造のための、本発明による厚いブロックの使用である。

【図面の簡単な説明】

【００１８】

【図１】弾性限界$R_{P0.2}$と、ＮＳＲ（「Ｓｈａｒｐ－Ｎｏｔｃｈ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ－ｔｏ－Ｙｉｅｌｄ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｒａｔｉｏ」）と呼ばれるパラメータとの間で得られる妥協点であって、ＮＳＲは、切欠きをつけた試験片の機械的強度と弾性限界$R_{P0.2}$との間の比率である。

【発明を実施するための形態】

【００１９】

発明の説明

反する言及がない限り、合金の化学組成に関するすべての表示は、合金の総重量にもとづいた重量パーセントとして示される。合金の名称は、当業者に知られているＴｈｅ　Ａｌｕｍｉｎｉｕｍ　Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎの規則にしたがって成されている。冶金の状態の定義は、欧州規格ＥＮ５１５で示されている。

【００２０】

反する言及がない限り、静的な機械的特性、すなわち最終的な破断強度R_m、引張り弾性限界$R_{P0.2}$、および破断伸びＡは、規格ＥＮ１００００２－１あるいはＮＦ　ＥＮ　ＩＳＯ　６８９２－１にしたがった引張り試験で判定され、断片が採取される位置およびその

方向は、規格ＥＮ　４８５－１によって定義される。切欠きをつけた試験片の機械的強度は、規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３にしたがって得られる。規格Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって、切欠きをつけた試験片の機械的強度と弾性限界$R_{P0.2}$との間の、ＮＳＲと呼ばれる比率（「Ｓｈａｒｐ－Ｎｏｔｃｈ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ－ｔｏ－Ｙｉｅｌｄ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｒａｔｉｏ」）が算出されるが、この比率は、サンプルの切欠き強度の情報を与えるものである。

【００２１】

提起された問題は、以下を含む合金により解決される（単位は重量％）；

Ｚｎ：５．３－５．９％、
Ｍｇ：０．８－１．８％、
Ｃｕ：＜０．２％、
Ｚｒ：０．０５－０．１２％、
Ｔｉ：＜０．１５％、
Ｍｎ：＜０．１％、
Ｃｒ：＜０．１％、
Ｓｉ：＜０．１５％、
Ｆｅ：＜０．２０％、

不純物の個別含有量がそれぞれ０．０５％未満、合計で０．１５％未満、残りはアルミニウム。

【００２２】

亜鉛含有量５．３から５．９重量％、マグネシウム含有量０．８から１．８重量％、そして銅含有量０．２重量％未満の組み合わせは、機械的強度と切欠き強度との間の改善された妥協点に達することを可能にする。Ｚｎの好ましい含有量は、５．４から５．８重量％である。マグネシウムの好ましい含有量は、１．０から１．４重量％、さらには１．１から１．３重量％である。銅の好ましい含有量は、０．０５重量％未満、さらには０．０４重量％未満である。

【００２３】

ジルコニウムの含有量は、０．０５から０．１２重量％である。好ましくは、ジルコニウムの含有量は、特にアルミニウム製の厚いブロックの焼入れ感受性をさらに低下させるように、最大で０．１０重量％、さらには０．０８重量％である。

【００２４】

チタンの含有量は、０．１５重量％未満である。有利には０．０１から０．０５重量％の間に含まれ、好ましくは０．０２から０．０４重量％の間に含まれるチタンの量が、鋳造の際に結晶粒の大きさを細かくするために加えられる。

【００２５】

Ｃｒの含有量とＭｎの含有量は、０．１重量％未満である。好ましくは、Ｃｒの含有量は０．０５重量％未満、さらには０．０３重量％未満であり、かつ／または、Ｍｎの含有量は０．０５重量％未満、さらには０．０３重量％未満であり、これにより、特にアルミニウム製の厚いブロックの焼入れ感受性をさらに低下させることが可能となる。

【００２６】

ＳｉおよびＦｅは、特に切欠きをつけた試験片の機械的強度を改善するように、含有量を最小限に抑えたい不可避不純物である。Ｆｅの含有量は０．２０重量％未満、好ましくは０．１５重量％未満である。Ｓｉの含有量は０．１５重量％未満、好ましくは０．１０重量％未満である。

【００２７】

本発明による合金製の厚いブロックを製造するための適切な方法は、以下の過程を含む：

ａ）本発明による合金製の厚いブロックの鋳造、
ｂ）前記鋳造されたブロックの、５００℃から５６０℃の温度での１０分間から２０時間の溶体化処理、

ｃ）前記溶体化処理されたブロックの、１００℃未満の温度までの冷却、
ｄ）前記溶体化処理され、また冷却されたブロックの、１２０℃から１７０℃での加熱による４時間から４８時間の焼戻し。

【００２８】

厚いブロックの鋳造は、好ましくは、直接冷却を伴う半連続鋳造（「Ｄｉｒｅｃｔ　Ｃｈｉｌｌ　ｃａｓｔｉｎｇ」）によって実現される。厚いブロックとは、３５０ｍｍを超える、好ましくは４５０ｍｍを超える、さらには５５０ｍｍを超える厚みをもつ。ブロックとは、基本的に平行六面体の形状であり、一般に、一番大きな寸法（長さ）、二番目に大きな寸法（幅）、そして一番小さな寸法（厚み）をもつ。

【００２９】

ブロックは、選択的に、その後、典型的には４５０℃と５５０℃の間に含まれる温度での１０分間から３０時間の熱処理によって均質化されることができ、かつ／または、３００℃から４００℃の間に含まれる温度での、１０分間から３０時間の応力除去処理を受けることができ、その後、１００℃未満の温度まで冷却されることができる。

【００３０】

ブロックは、その後、溶体化処理、すなわち、ブロックの温度が５００℃から５６０℃に達するように、１０分間から５時間、さらには２０時間の間、熱処理される。この熱処理は、一定の温度、またはいくつかの段階で実現可能である。

【００３１】

溶体化処理後、ブロックは１００℃未満の温度まで、好ましくは室温まで冷却される。冷却は、静止空気、通気、噴霧、灌水あるいは浸水によって、行うことができる。有利には、冷却速度は少なくとも２００℃／時間である。

【００３２】

本発明の有利な第一の実施態様において、冷却速度は２００℃／時間未満である。この実施態様においては、残留応力は少ないが、機械的特性は、合金のいくらかの焼入れ感受性のために、その最大値には達しない。そのような冷却速度は、静止空気または換気装置を用いて得ることができる。

【００３３】

本発明の有利な第二の実施態様においては、冷却速度は、少なくとも８００℃／時間に等しい。そのような冷却速度は、灌水あるいは浸水によって得ることができる。冷却速度が速すぎると、ブロック中に過度の残留応力が生じるので、冷却用には少なくとも５０℃、好ましくは少なくとも７０℃の温度の水が、好適に用いられる。この第二の実施態様において、このように焼入れされたブロックは、好ましくは、１％から５％、好ましくは２％から４％の間に含まれる永久ひずみ率を伴う冷間圧縮によって、応力除去が行われる。応力除去により、金属中の残留応力を減少させ、加工の際の変形を回避することが可能となる。

【００３４】

本発明の有利な第三の実施態様においては、冷却速度は、２００℃／時間から４００℃／時間の間に含まれる。すなわち、驚くべきことに、冷却速度が２００℃／時間から４００℃／時間の間に含まれるとき、満足すべき機械的特性と少ない残留エネルギーとを同時に得ることができ、圧縮による応力除去の過程の実施を回避することができる。そのような冷却速度は、噴霧によって得ることができる。

【００３５】

最後に、このように溶体化処理され、冷却されたブロックの焼戻しが行われる。焼戻しは、ブロックが１２０℃から１７０℃の温度、好ましくは１３０℃から１６０℃の間の温度に達するように、４時間から４８時間、好ましくは８時間から２４時間、行われる。有利には、静的な機械的特性（R_mと$R_{P0.2}$）のピークに相当する状態Ｔ６またはＴ６５２に達するように焼戻しが行われる。

【００３６】

各作業の間に、ブロックの切断および／または表面加工の単純な作業を行うことが可能

である。

【００３７】

それに対し、前記ブロックは、鋳造と焼戻しの間に、熱間加工による大きな意味をもつ変形の過程を受けない。「熱間加工」とは、典型的には、熱間圧延または熱間鍛造の作業を意味する。「大きな意味をもつ変形」とは、鋳造されたブロック－これは基本的に平行六面体（長さＬ、幅ＴＬ、厚みＴＣ）の形状の厚いブロックである－のいかなる寸法も、鋳造と焼戻しの間に、熱間加工による大きな意味をもつ変更、すなわち、典型的には少なくともおよそ１０％の変更を、受けないことを意味する。言葉を換えれば、鋳造されたブロックのいかなる寸法も、典型的には絶対値で１０％を超える相対的変化を、熱間加工によって受けないということであり、このことは、前記熱間加工が、各方向Ｌ、ＴＬ、ＴＣにおいて、Ｌｎ（１．１）＝０．０９５に近い値を超えるいかなる永久ひずみももたらさず、また前記熱間加工が、典型的には０．１３５未満である一般化された塑性変形

【数１】

$$(\bar{\varepsilon}=\sqrt{\frac{2}{3}\left(\varepsilon_L^2+\varepsilon_{TL}^2+\varepsilon_{TC}^2\right)})$$

に相当することを意味する。

【００３８】

本発明による方法によって得られる厚いブロックは、とりわけ、相反する二つの特性（一方が大きくなると、もう一方は小さくなる）である、弾性限界と切欠き強度との間に、有利な特性バランスを呈している。より正確には、出願人は、本発明による組成をもつ合金、あるいは焼戻しまでの手順で請求されている過程（鋳造、選択的な均質化および応力除去、溶体化処理、そして鋳造と最終過程である焼戻しの間に大きな意味をもつ熱間加工のない焼き入れ）にしたがって得られる合金製の厚いブロックについて、その後実現される、所与の弾性限界$R_{P0.2}$に達するための焼戻し処理がいかなるもの（単一または多数の段階）であっても、ＮＳＲ（「Ｓｈａｒｐ－Ｎｏｔｃｈ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ－ｔｏ－Ｙｉｅｌｄ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｒａｔｉｏ」）、およびこのようにして得られるブロックの切欠き強度を特徴づけるために用いられるパラメータは、目標の$R_{P0.2}$を得るために実行される焼戻し処理に左右されない値に達することを確認した。したがって、そのような厚いブロックについて、例えば四分の一の厚みで測定される$R_{P0.2}$とＮＳＲの間に関係を確立することができ、またこの関係はほぼ線形となる。

【００３９】

このように、出願人は、第一の実施態様による方法が用いられるとき、ＮＳＲ（規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって測定される比率）によって方向ＴＬにおいて四分の一の厚みで評価されるような切欠き強度が、以下を超えることを確立することができた：

$$-0.017\times R_{P0.2}+6.4。$$

【００４０】

典型的には、ＮＳＲは少なくとも０．７、好ましくは０．８であり、また弾性限界は少なくとも３２０ＭＰａ、好ましくは３３０Ｍｐａである。

【００４１】

第二の実施態様による方法が用いられるとき、ＮＳＲ（規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３、パラグラフ９．２にしたがって測定される）によって方向ＴＬにおいて四分の一の厚みで評価されるような切欠き強度は、以下を超える：

$$-0.017\times R_{P0.2}+6.7。$$

【００４２】

典型的には、ＮＳＲは、少なくとも０．８、好ましくは１．０であり、また弾性限界は少なくとも３２０ＭＰａ、好ましくは３３０Ｍｐａである。

【００４３】

高度な機械的強度と高度な切欠き強度を同時に得られる、驚くべき結果である。

【００４４】
本発明による厚いブロックは、プラスチック射出用の金型の製造のために、有利に用いられる。
【実施例】
【００４５】
本発明の実施例は、ＡとＢで示される。実施例ＣとＤは、比較として示される。この実施例においてテストされるさまざまな合金の化学組成は、表１において提示される。
【００４６】
【表１】

表1:化学組成(重量%)

参照記号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Zr	Cr	Ti
A	0.05	0.08	0.02	0.01	1.2	5.7	0.08	<0.01	0.04
B	0.05	0.08	0.03	<0.01	1.2	5.6	0.08	<0.01	0.04
C	0.05	0.13	0.2	0.01	2.8	4.9	0.09	<0.01	0.03
D	0.08	0.04	0.6	<0.01	2.2	6.3	0.10	<0.01	0.03

【００４７】
合金Ａ、Ｂ、Ｃ、およびＤは、厚さ６２５ｍｍのブロックの形状に鋳造された。
【００４８】
合金Ａ製と合金Ｃ製のブロックは、次の方法で加工された：ブロックが、まず初めに４８０℃で１０時間均質化された。ブロックは次に５４０℃で４時間溶体化処理され、そしておよそ４０℃／時間で空冷された（２時間で５４０℃から４１０℃に、ついで９時間で４１０℃から９０℃になった）。ブロックはその後、まず１０５℃でおよそ１２時間、次いで１６０℃でおよそ１６時間、焼戻し処理を受けた。
【００４９】
合金Ｂ製と合金Ｄ製のブロックは、次の方法で加工された：ブロックが、まず初めに３５０℃で２時間の応力除去を受けた。５４０℃で４時間溶体化処理された後（ブロックＢ）、または４７５℃で１０時間溶体化処理された後（ブロックＤ）、ブロックは８０℃の水を用いた浸水によって冷却された。ブロックはその後、３％の圧縮による応力除去を受けた。合金Ｂ製のブロックは、その後、１３０℃の焼戻しを２４時間（ブロックＢ１）、または１５０℃の焼戻しを１６時間（ブロックＢ２）受けた。一方、合金Ｄ製のブロックは、まず９０℃で８時間から１２時間、ついで１６０℃で１４時間から１６時間焼戻し処理を受けた。
【００５０】
方向ＴＬにおいて四分の一の厚みで測定された、得られた機械的特性は、表２において示される。
【００５１】

【表２】

表2:方向TLにおいて四分の一の厚みで得られた機械的特性

参照記号	焼戻し	Rm (MPa)	Rp0.2 (MPa)	A50 (%)	NSR
A	105 °C 10-15h + 160 °C 16-17h	355	332	1.8	0.88
B1	T°1 (130°C /24h)	407	359	3	0.7
B2	T°2 (150 °C /16h)	376	324	8	1.3
C	105 °C 10-15h + 160 °C 16-17h	335	320	0.4	0.50
D	90 °C 8-12h + 160 °C 14-16h	401	335	2	0.87

【００５２】

図１は、弾性限界$R_{P0.2}$と、略語「ＮＳＲ」で知られまた材料の切欠き感受性を特徴づけるために一般に用いられる、「Ｓｈａｒｐ－Ｎｏｔｃｈ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ－ｔｏ－Ｙｉｅｌｄ　Ｓｔｒｅｎｇｔｈ　Ｒａｔｉｏ」と呼ばれる比率、との間で得られた妥協点を示している。英語でのその完全な名称によって示されているように、このパラメータは、切欠きをつけた試験片で測定された機械的強度と、切欠きのつけられていない試験片で測定された弾性限界との間の比率である。このパラメータの使用の正当性、およびこのパラメータの測定を可能にする実験用プロトコルは、規格ＡＳＴＭ　Ｅ６０２－０３中の、特にパラグラフ９．２に記述されている。

【００５３】

同様の加工条件において、本発明による合金Ａは、合金Ｃと比較して、弾性限界とＮＳＲ比率、つまり切欠き強度を、同時に改善することを可能にする。得られるＮＳＲ比率は以下を超えるものである：

$-0.017 \times R_{P0.2} + 6.4$。

【００５４】

本発明による合金の好ましい加工方法により、さらにＮＳＲ比率を改善することが可能となる。このように、本発明による合金Ｂ製のブロックは、以下を超えるＮＳＲ比率に達する：

$-0.017 \times R_{P0.2} + 6.7$。

【００５５】

この比率は、類似の加工条件における合金Ｄによって達せられることはない。

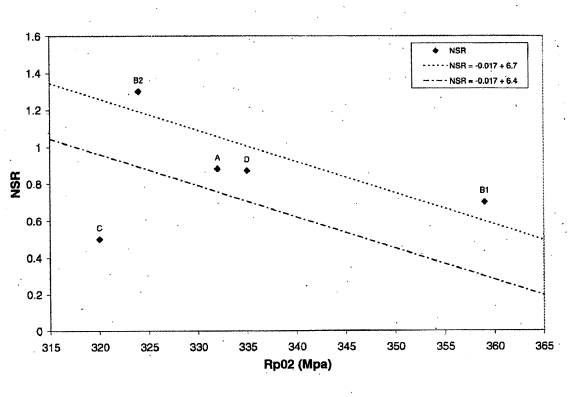
【先行技術文献】

【特許文献】

【００５６】

【特許文献１】国際公開第２００４／０５３１８０号
【特許文献２】欧州特許第１５８７９６５号明細書
【特許文献３】国際公開第２００８／００５８５２号
【特許文献４】米国特許第３８５２１２２号明細書
【特許文献５】仏国特許出願公開第２３４１６６１号明細書
【特許文献６】特開平８－１４４０３１号公報

【図１】


NSR
NSR = -0.017 + 6.7
NSR = -0.017 + 6.4
B2
A
D
B1
C
NSR
Rp02 (Mpa)
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
315
320
325
330
335
340
345
350
355
360
365

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６３１Ｂ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６８２
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６８５Ｚ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９１Ｂ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９１Ｃ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９２Ａ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９２Ｂ
	Ｃ２２Ｆ	1/00	６９４Ａ

(72)発明者　ガスクール，セドリック
フランス共和国，エフ－６９５００　イソワール，リュ　ドゥ　　ラリベルテ，２０
(72)発明者　フルニエ，ジャン－エティエンヌ
スイス連邦，セーアッシュ－１９９６　バス－ナンダ，シュマン　ドゥ　ソンヴィル　２８

審査官　相澤　啓祐

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００８／０１７３３７８（ＵＳ，Ａ１）
特開２００８－２５５３７２（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１０／０４９４４５（WO，Ａ１）
特許第５０２３２３３（ＪＰ，Ｂ１）
特表２００９－５４２９１２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ２２Ｃ　２１／００－２１／１８