



(12) PATENT

(19) NO

(11) 332279

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

C22F 1/047 (2006.01)

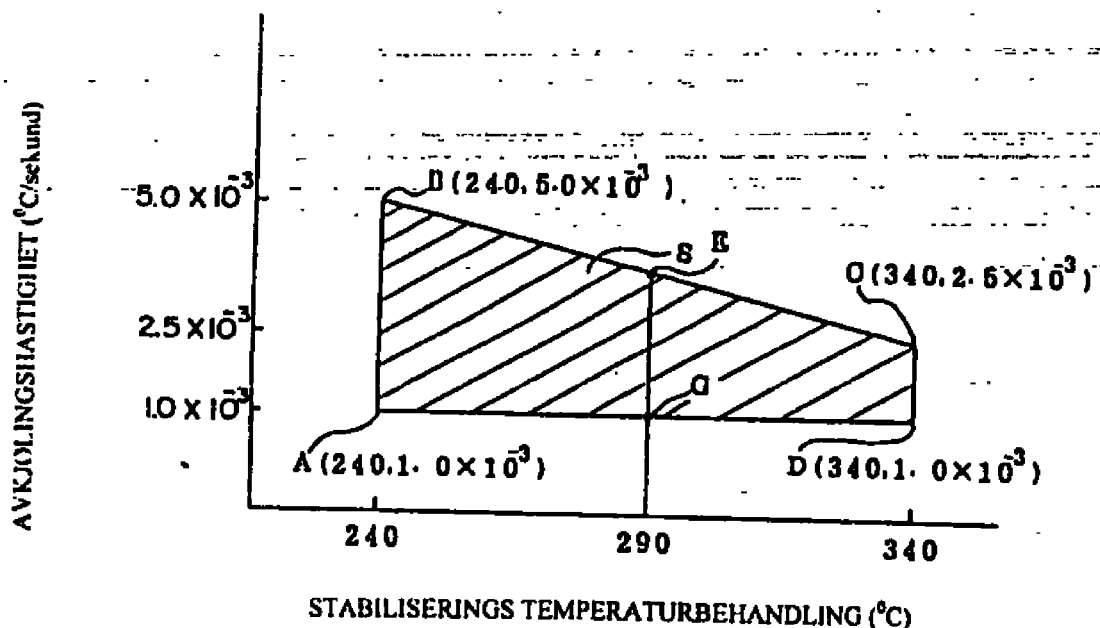
C22C 21/06 (2006.01)

C22F 1/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20001194	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	1998.09.10 PCT/JP1998/04079
(22)	Inng.dag	2000.03.08	(85)	Videreføringsdag	2000.03.08
(24)	Løpedag	1998.09.10	(30)	Prioritet	1997.09.11, JP, 246705
(41)	Alm.tilgj	2000.03.10			
(45)	Meddelt	2012.08.13			
(73)	Innehaver	Novelis Inc, 70 York Street, Suite 1510, CA-ONM5J1S9 TORONTO, Canada			
(72)	Oppfinner	Paul Anthony Wycliffe, Kingston, ON, Canada David James Lloyd, 106 Nicolson's Point, R R #3, Bath, ON K0H 1G0, Canada Takeshi Moriyama, Nagoya-shi, Aichi-ken, Japan Noboru Hayashi, Kawachi-gun, Tochigi-ken, Japan Kunihiro Yasunaga, Kanuma-shi, Tochigi-ken, Japan Pizhi Zhao, Fuji-shi, Shizuoka-ken, Japan			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			
(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for fremstilling av aluminiumlegeringslag			
(56)	Anførte publikasjoner	EP 0259700 A1, JP 63-255346 A, JP 5-179413 A			
(57)	Sammendrag				

Et kontinuerlig støpt og valset lag av en aluminiumlegering som inneholder Mg i et innhold på 3 til 6 vekt% glødes, etterfulgt av belastningskorreksjon, opp- varmings- og holdebehandling ved en gitt temperatur mellom 240°C og 340°C i 1 time eller mer, og langsam avkjølingsbehandling, for derved å tilveiebringe et aluminiumlegeringslag som har forbedret motstand mot spenningskorrosjons- oppsprekking og forbedret formfikserbarhet. Den langsomme avkjølingsbehandlingen utføres ved en avkjølingshastighet valgt fra en på forhånd innstilt avkjølingssone svarende til en på forhånd innstilt temperatursone S definert i skråttstilt linjert inntegnet form i den ledsagende tegningen.



Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte for fremstilling av et aluminiumlegeringslag, som gir forbedret motstand mot spenningskorrosjonsoppsprekking og forbedret formfiksbarhet etter pressing.

Aluminiumlegeringslag er lette i vekt sammenlignet med stållag og har god formbarhet, de har derfor i dag tatt plassen til stållag innen sektorer som karosserilag for motorkjøretøyer, skjelettstrukturer, skipskomponenter og lignende. På grunn av dens store styrke og utmerkede formbarhet har en legering av Al-Mg type (JIS type 5000 serie) vært foreslått som typisk anvendelig for aluminiumlegeringslagene angitt ovenfor.

Al-Mg legering har imidlertid det problemet at etter forløp av et langt tidsrom etter deformering viser den tendens til å forårsake at en β fase (Al_2Mg) preferensielt utfelles som en type film i korn grensen, dette medfører spenningskorrosjonsoppsprekking. Forskjellige teknikker har vært funnet å løse dette problemet. For eksempel beskriver Japansk ugransket patent publikasjon nr. 4-18 77 48 en fremgangsmåte for fremstilling av et aluminiumlegeringslag for bilanvendelse som har høy motstand mot spenningskorrosjonsoppsprekking. Fremgangsmåten omfatter homogenisering av en aluminiumlegeringsblokk som har Mg i et innhold på 3,5 til 5,5 vekt%, varmvalsing og deretter kaldvalsing av blokken, gløding av det resulterende laget, uten ytterligere kaldvalsing, og det glødede laget holdes i 0,5 til 24 timer ved en temperatur på 150 til 230°C.

For å forbedre formretensjonen etter deformering av et Al-Mg type legeringslag, nemlig formfiksbarheten derav, er det ønsket at den konvensjonelle flytgrensen (eller 0,2% flytstyrke) av et slikt lag gjøres så lavt som mulig. For dette formålet beskrives en hvis fremgangsmåte i japansk gransket patent publikasjon nr. 6-68 146. Denne tidligere kjente fremgangsmåten omfatter kaldvalsing av et varmvalset lag eller et kontinuerlig stykke av en Al-Mg type legering inneholdende Mg i en mengde på 2 til 6 vekt%, og rekrySTALLisering, bråkjøling og oppløsningsvarmebehandling av det kaldvalsede laget ved hjelp av rask oppvarming og rask avkjøling, etterfulgt av glødning og korreksjonsbehandling av det resulterende laget. I en slik fremgangsmåte, når oppvarmingstemperaturen etter korreksjon innstilt til å variere fra 60 til 200°C utføres oppvarming og avkjøling ved en hastighet på 4×10^{-3} /sekund eller høyere. I tilfelle av varmebehandlingstemperatur ved fra 200 til 360°C bevirkes oppvarming og avkjøling ved en hastighet på 1,225 x

$10^{-3}T - 0,241^{\circ}\text{C}/\text{sekund}$ eller mer hvor T betegner oppvarmingstemperaturen i det denne definisjonen gjelder som sådan i de følgende tilfellene. Alternativt gjennomføres varmebehandling i 10^5 sekunder eller mindre i tilfeller av oppvarmingstemperatur ved fra 60 til 160°C , i $-5,33 \times 10^5 T + 9,5 \times 10^5$ sekunder eller mindre i tilfelle
 5 av oppvarmingstemperatur fra 160 til 175°C i $-1,65 \times 10 T + 4,89 \times 10^4$ sekunder eller mindre i tilfelle av oppvarmingstemperatur 175 til 290°C , og det resulterende laget, uten ytterligere kaldvalsing og det glødede laget holdes i $0,5$ til 24 timer ved en temperatur på 150 til 230°C . I et lignende tilfelle beskriver JP 5-179413A eller JP 63-25 53 46A en fremgangsmåte hvori prosessen omfatter homogenisering av
 10 aluminiumlegeringsblokk etter støping, varmvalsing og deretter kaldvalsing av blokken, og glødning og langsom avkjøling av det resulterende laget.

For å forbedre formretensjonen etter deformering av et Al-Mg type legeringslag, nemlig formfiksbarheten derav, er det ønskelig at den konvensjonelle flytgrensen (eller $0,2\%$ flytstyrken) av et slikt lag gjøres så lav som mulig. For dette
 15 formålet er en viss fremgangsmåte beskrevet i japansk gransket patent publikasjon nr. 6-68 146. Denne tidligere kjente fremgangsmåten omfatter kaldvalsing av et varmvalset lag eller et kontinuerlig støpt stykke av en Al-Mg type legering inneholdende Mg i mengder på 2 til 6 vekt%, og rekrystallisering, bråkjøling og oppløsningsvarmebehandling av det kaldvalsede laget ved hjelp av rask oppvarm-
 20 ing og rask avkjøling, etterfulgt av glødning og korreksjonsbehandling av det resulterende laget. Når oppvarmingstemperaturen i en slik fremgangsmåte etter korreksjon forhåndsinnstilles til å variere fra 60 til 200°C utføres oppvarming og avkjøling ved en hastighet på $4 \times 10^{-3}^{\circ}\text{C}/\text{sekund}$ eller høyere. I tilfeller med oppvarmings-
 25 temperatur ved fra 200 til 360°C bevirkes oppvarming og avkjøling ved en hastighet på $1,225 \times 10^{-3} T - 0,241^{\circ}\text{C}/\text{sekund}$ eller mer hvor T betegner oppvarmings-
 temperaturen, denne definisjonen gjelder som sådan i de følgende tilfellene. Alternativt utføres varmebehandling i 10^5 sekunder eller mindre i tilfeller med oppvarmings-
 temperatur ved fra 60 til 160°C , i $-5,33 \times 10^5 T + 9,5 \times 10^5$ sekunder eller mindre i tilfelle oppvarmingstemperatur ved fra 160 til 175°C i $-1,65 \times 10 T + 4,89$
 30 $\times 10^4$ sekunder eller mindre i tilfeller med oppvarmingstemperaturer ved fra 175 til 290°C og i $-7,14 + 3,07 \times 10^3$ sekunder eller mindre i tilfeller med oppvarmings-
 temperatur ved fra 290 til 360°C . På denne måten kan et aluminiumlegeringslag fremstilles som er egnet for bilanvendelse og som har høy styrke og god formbarhet.

Imidlertid har Al-Mg type legeringslaget oppnådd ved kontinuerlig støping og valsing ved anvendelse av den ovenfor angitte fremgangsmåten den ulempen at når den varmebehandles er den ikke i stand til å oppnå tilstrekkelig motstand mot spenningskorrosjons oppsprekking og tilstrekkelig reduksjon i konvensjonell flytegrense.

Med de ovenfor nevnte manglene ved den tidligere kjente teknikken i minne tilveiebringer foreliggende oppfinnelse en fremgangsmåte for fremstilling av et aluminiumlegeringslag som fremstilles ved kontinuerlig støping og valsing og er utmerket med tanke på motstand mot spenningskorrosjons oppsprekking under spenning og formfikserbarhet.

Ved forskning utført for å løse de tidligere kjente problemene og som førte frem til foreliggende oppfinnelse er det nå funnet at i skarp kontrast til en konvensjonell fremstillingsmetode for et Al-Mg type legeringslag kan et Al-Mg type legeringslag fremstilt ved kontinuerlig støping og valsing stabiliseres ved en langt høyere temperatur som deretter tillates å falle ved en langt lavere avkjølingshastighet slik at det bevirkes avkjøling på en slik måte at motstand mot spenningskorrosjons- oppsprekking kan forbedres, konvensjonelle flytegrenser reduseres og formfikserbarhet etter pressing kan forbedres. Al-Mg type legeringslaget som er kontinuerlig støpt og valset undergår nærmere bestemt ikke homogeniseringsbehandling og forårsaker følgelig at Mg segregeres i markert grad. Dette betyr at følsomheten overfor spenningskorrosjons- oppsprekking omvendt forøkes i betenkelig grad ved behandling ved de oppvarmingstemperaturene og avkjølingshastighetene som er vanlig kjent innen teknikken. Nærmere bestemt vil Mg sannsynligvis bli kontinuerlig utfelt, som β fase langs den assosierte korngrensen, ved et markert segregert område ved hvilket spenningskorrosjons- oppsprekking kan finne sted. Dette problemet kan overvinnes ved hjelp av foreliggende søknad ved fremgangsmåte konseptet som er utviklet; det vil si β fasen bringes til diskontinuerlig å utfelles i et Al-Mg legeringslag som har et lavere innhold av Mg og fremstilt ved kontinuerlig støping og valsing. En slik spesifikk prosess fører til høy motstand mot spenningskorrosjons- oppsprekking, lav konvensjonell flytegrense og god formfikserbarhet etter pressing.

Ifølge foreliggende oppfinnelse tilveiebringes en fremgangsmåte for fremstilling av et aluminiumlegeringslag som har forbedret motstand mot spenningskorrosjons oppsprekking og forbedret formfikserbarhet. Fremgangsmåten omfatter: gløding av et kontinuerlig støpt og valset lag av en aluminiumlegering som inneholder Mg i et innhold på 3 til 5 vekt%; belastningskorrigerende av det glødende laget; oppvarming av det korrigerende laget ved en temperatur valgt fra en forinnstilt temperatursone, idet den forinnstilte temperatursonen er definert på en slik måte at et rektangulært ordinatsystem trekkes med en abscisseakse for varmebehandlingstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og en ordinatakse for avkjølingshastighet ($^{\circ}\text{C}/\text{sekund}$) idet et oppvarmingstemperaturområde er omgitt ved at det forbindes en rett linje mellom henholdsvis koordinat $(240, 5,0 \times 10^{-3})$ og koordinat $(340, 2,5 \times 10^{-3})$, en rett linje mellom koordinat $(240, 1,0 \times 10^{-3})$ og koordinat $(340, 1,0 \times 10^{-3})$, en rett linje mellom koordinat $(240, 5,0 \times 10^{-3})$ og koordinat $(240, 1,0 \times 10^{-3})$, en rett linje mellom koordinat $(340, 2,5 \times 10^{-3})$ og koordinat $(340, 1,0 \times 10^{-3})$; det resulterende laget underkastes holding i en time eller mer; og etterfølgende avkjøling av det samme ved en avkjølingshastighet tilsvarende den forinnstilte temperatursonen.

Figur 1 er en grafisk fremstilling av en begrenset sone nyttig for endelig varmebehandling mellom stabiliseringstemperaturen og avkjølingshastigheten.

En aluminiumlegering anvendelig for foreliggende oppfinnelse er en Al-Mg type legering inneholdende 3 til 5 vekt%. Et innhold av Mg på minst 3 vekt% fører til høy styrke og tilstrekkelig presseformbarhet. Under 3 vekt% i innholdet av Mg er mindre effektivt for å oppnå disse resultatene. Omvendt omfatter over 5 vekt% for høy styrke for deformering av laget så som ved valsing, bøyning og lignende, og gjør videre lag følsomt mot spenningskorrosjons- oppsprekking med eventuelt vanskelighet ved å opprettholde den stabile kvaliteten av det ferdige laget i et utvidet tidsrom og også med endelig reduksjon i formfikserbarhet. Følgelig bør innholdet av Mg være fra 3 til 5 vekt%.

Det kontinuerlig støpte og valsete laget angitt ovenfor fremstilles ved kontinuerlig støping av smeltet aluminiumlegering som inneholder Mg ved et innhold på 3 til 5 vekt% til en plate og ved umiddelbar valsing av den resulterende platen for å gi en gitt lagtykkelse. Dette kontinuerlig støpte og valsede laget glødes for mykning og blir deretter belastningskorrigerende. For å oppnå tilstrekkelige forbedringer i spenningskorrosjons- oppsprekkingsmotstand og formfikserbarhet med hensyn til laget oppnådd ved dette trinnet gjennomføres deretter varme og holde-

behandling og etterfølgende langsom avkjølingsbehandling slik at Mg segregerte laget blir tilfredsstillende utfelt som β -fase langs korn grensene i form av partikler.

Varme- og holdetemperaturen omtalt ovenfor oppnås ved å oppvarme ved en temperatur på 240 til 340°C og ved å holde ved denne temperaturen i 1 time eller mer. Varme- og holdebehandlingen, etterfulgt av den langsomme avkjølingsbehandling, sikrer at Mg segregert ved kontinuerlig støping på pålitelig måte utfelles i form av partikler langs korn grensen. De to behandlingsmåtene gir ikke bare lav konvensjonell flytegrense og minst følsomhet ovenfor spenningskorrosjons- oppsprekking, men også god formfiksbarhet på en økonomisk måte.

Den langsomme avkjølingsbehandlingen nevnt ovenfor utføres ved en hastighet valgt fra en avkjølingssone på forhånd bestemt til å tilsvare en forhåndsinnstilt varme- og holdetemperatursone. Varme- og holdetemperatursonen er definert på en slik måte at et rektangulært ordinatsystem trekkes med en abscisseakse av temperatur (°C) og ordinatakse for avkjølingshastighet (°C/sek), idet et oppvarmingstemperaturområde er omgitt ved å forbinde en rett linje mellom henholdsvis koordinat (240, $5,0 \times 10^{-3}$) og koordinat (340, $2,5 \times 10^{-3}$), en rett linje mellom koordinat (240, $1,0 \times 10^{-3}$) og koordinat (340, $1,0 \times 10^{-3}$), en rett linje mellom koordinat (240, $5,0 \times 10^{-3}$) og koordinat (240, $1,0 \times 10^{-3}$) og en rett linje mellom koordinat (340, $2,5 \times 10^{-3}$) og koordinat (340, $1,0 \times 10^{-3}$).

Ved utførelse av fremgangsmåten ifølge foreliggende oppfinnelse kan andre legeringselementer enn Mg inkorporeres når dette er ønsket. I tilfeller hvor høyere styrker er påkrevet kan en eller flere valgt fra Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Zr og V tilsettes, henholdsvis i en mengde på ca. 0,1 til 2 vekt%. Sprekking frembrakt ved kontinuerlig støping kan unngås ved tilsetning av Ti i en mengde på mindre enn 0,1 vekt%, eller Ti i en mengde på 0,1 vekt% eller mindre kombinert med B i en mengde på mindre en 0,05 vekt%. Når smeltet legering fremstilles fra en aluminiumlegering kan urene elementer inneholdt i en aluminiumgjensmelteblokk eller returskrap ansees som tålbare så lenge som de er innenfor innholdene som generelt er stipulent for JIS type 5000 serien.

Foreliggende oppfinnelse vil i det følgende bli beskrevet i større detalj med henvisning til en foretrukket utførelsesform av aluminiumlegeringslaget som der ved fremstilles.

I denne utførelsesformen kan et aluminiumlegeringslag fremstilles ved kontinuerlig å støpe smeltet aluminiumlegering av en valgt sammensetning til en plate av tykkelse 5 til 30mm ved anvendelse av en kontinuerlig støpefremgangsmåte, så som en dobbelt-valse støpemetode, en belte-støpemetode, en 3C-metode eller lignende, og ved umiddelbart valse platen ved hjelp av både varmvalsing og kaldvalsing, eller ved hjelp av kaldvalsing alene, for derved å fremstille et lag som har en på forhånd bestemt tykkelse. Gløding kan gjennomføres når det er påkrevet, etter varmvalsing eller under kaldvalsing. Ved etterfølgende endelig gløding for å bevirke rekrySTALLISERING og mykning ved rekrySTALLISERINGSTEMPERATUREN gjennomføres korreksjonsbehandling betegnet levelering (leveling) ved svak valsing eller sprekking til et tap av lagtykkelse på ca. 0,5 til 2% slik at forøket flat-
het elimineres som er produsert under kaldvalsing og glødebehandling.

Denne glødebehandlingen er ment å rekrySTALLISERE de kaldvalsede laget for å få bedre formbarhet. For dette formålet kan en kontinuerlig eller satsvis gløding anvendes. Kontinuerlig gløding kan være "involved uncoiling" og gjennomført ved en temperatur på 450 til 530°C i en holdetid på ca. 1 sekund til 10 minutter med en oppvarmingshastighet på 5°C/sekund eller mer for å bevirke mykningsbehandling ved rekrySTALLISASJON. Denne fremgangsmåten for kontinuerlig gløding muliggjør forkortelse av glødebehandlingen og forhindre videre vekst av rekrySTALLINSKE korn og følgelig grovhet av kornene. Lavere enn 5°C/sekund eller lengre holdetider enn 10 minutter forårsaker for grove rekrySTALLISERTE korn, og medfører derfor forverret formbarhet.

Porsjonsvis gløding kan behandle den assosierte viklingen (coil) i en glødeovn, under bevirkelse av mykningsbehandling ved rekrySTALLISASJON ved en temperatur på 300 til 400°C i en holdetid på ca 10 minutter til 5 timer med en oppvarmingshastighet på ca. 40°C/sekund. Høyere oppvarmingstemperaturer enn 400°C eller lengre holdetider enn 5 timer omfatter for grovt rekrySTALLISERT korn og følgelig forverret formbarhet, og også fortykket oksidfilm på overflaten av laget. Lavere oppvarmingstemperaturer enn 300°C eller kortere holdetider enn 10 minutter er ikke effektive for rekrySTALLISASJON.

Uansett hvilken av de to fremgangsmåtene for gløding som anvendes blir det resulterende laget belastet under kaldvalsing og gløding, og vil endelig lide av forvridd flathet. Når det anvendes som det foreligger er laget utsatt for omfattende problemer og er i en dårligere form ved et pressetrinn. Følgelig underkastes laget i

form av en vikling eller et lag belastnings-korreksjonsbehandling som ved gjentatt bøyning ved anvendelse av en vektstangsvalse slik at forvridningen av laget korrigeres med gjenvunnet flathet.

Det kontinuerlig støpte og valsede laget undergår ikke homogeniserings-
 5 behandling. Av denne grunnen segregerer Mg i stor grad og på grunn av endring-
 en av egenskapen med tid etter stemping utfelles β fasen preferensielt i kontinu-
 erlig form langs korngrænse, slik at laget er meget sensitivt overfor spennings-
 korrosjons- oppsprekking som omtalt ovenfor. I tillegg tilsvarer korreksjonsbehand-
 lingen som følger etter glødebehandlingen en type kaldvalsing, hvilket resulterer i
 10 forøket konvensjonell flytegrense og følgelig forøket evne til tilbakegang (spring-
 back) også i redusert formfikserbarhet. For å forbedre spenningskorrosjons- opp-
 sprekkingsmotstanden og formfikserbarheten bør det korreksjonsbehandlede laget
 stabiliseres ved varme- og holdebehandling og langsom avkjøling. Denne
 behandlingen og/eller langsom avkjøling utføres for å utfelle segregert Mg som
 15 β -fase i form av partikler.

Den ledsagende tegningen representerer grafisk en begrenset eller spesi-
 fisert sone nyttig for stabiliseringsbehandling mellom stabiliseringstemperaturen
 ($^{\circ}\text{C}$) og avkjølingshastigheten ($^{\circ}\text{C}/\text{sek.}$). Ved implementering av stabiliserings-
 behandlingen utføres først oppvarmings- og holdebehandling i 1 time eller mer ved
 20 en gitt temperatur mellom 240°C og 340°C for fullstendig å eliminere de defektene
 som er indusert ved korreksjonsbehandling omtalt ovenfor, etterfulgt av langsom
 avkjøling. Nærmere bestemt bevirkes oppvarming- og holdebehandlingen i 1 time
 eller lengre ved en temperatur i det ovenfor angitte område i henhold til den
 grafiske fremstillingen, og deretter gjennomføres langsom avkjølingsbehandling
 25 ved en avkjølingshastighet vist som ordinataksen og tilsvarende en på forhånd
 innstilt temperatursone, hvor temperatursonen er definert på en slik måte at det
 trekkes et rektangulært ordinatsystem med en abscisse akse av stabiliserings-
 behandlingstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og en ordinatakse av avkjølingshastighet ($^{\circ}\text{C}/\text{sek.}$), et
 oppvarmingstemperaturområde (skrått linjert) omgitt ved å forbinde en rett linje
 30 mellom henholdsvis koordinat B ($240, 5,0 \times 10^{-3}$) og koordinat C ($340, 2,5 \times 10^{-3}$),
 en rett linje mellom koordinat A ($240, 1,0 \times 10^{-3}$) og koordinat D ($340, 1,0 \times 10^{-3}$),
 en rett linje mellom koordinat B ($240, 5,0 \times 10^{-3}$) og koordinat A ($240, 1,0 \times 10^{-3}$) og
 en rett linje mellom koordinat C ($340, 2,5 \times 10^{-3}$) og koordinat D ($340, 1,0 \times 10^{-3}$).
 For eksempel i tilfeller ved oppvarmings- og holdebehandling ved 290°C i 1 time

kan avkjølingshastigheten for langsom avkjølingsbehandling innstilles ved en numerisk verdi mellom koordinat E og koordinat G, dvs. i område fra 3.75×10^{-3} til $1,0 \times 10^{-3}$ /sekunder. Både oppvarmings- og holdebehandlingen og den langsomme avkjølingsbehandlingen er påkrevet for på riktig måte å utfelle Mg, som

5 segregerer bemerkelsesverdig på grunn av kontinuerlig støping, i sakseform langs en korngrense, derved elimineres sensitiviteten av det resulterende laget mot spenningskorrosjons- oppsprekking, og for å redusere den konvensjonelle flytegrensen av et slikt lag, for derved å forbedre formfikserbarheten. Lavere oppvarmingstemperaturer enn 240°C , og avkjølingshastigheter over den øvre

10 grensen, nemlig de som ligger ovenfor B – C linjen i tegningen, er ikke i stand til å gi de ovenfor nevnte fordelene. Høyere temperaturer enn 340°C medfører at en effekt ved eliminering av spenning forårsaket ved belastningskorreksjon mettes, hvilket eventuelt ikke gir bedre resultater men bare medfører økede kostnader. Videre betyr avkjølingshastighet under den nedre grensen, nemlig de som ligger

15 nedenfor A – D linjen i tegningen, forlenget behandling på en uøkonomisk måte.

EKSEMPLER:

Foreliggende oppfinnelse illustreres ytterligere ved eksemplene vist i tabell 1 til og med tabell 4.

20 En smeltet legering ble fremstilt som ved avgassing, filtrering og lignende på konvensjonell måte. Den smeltede legeringen ble underkastet kontinuerlig støping og valsing, det ble derved oppnådd to forskjellige typer av kontinuerlig støpte og valsede lag, hvis legeringssammensetninger er tabulert i tabell 1. Under fremstillingsbetingelsene og varmebehandlingsbetingelsene angitt i tabell 2 ble de

25 to kontinuerlig støpte og valsede lagene formet i produktlag som eksempler ifølge oppfinnelsen. Fremstillings og varmebehandlingsbetingelser for disse lagene ble delt i 4 grupper, nemlig grupper A, B, C og D. Produktlag som sammenlignbare eksempler ble tilsvarende dannet fra kontinuerlig støpte og valsede lag under fremstillingsbetingelsene og varmebehandlingsbetingelsene angitt i tabell 3. Frem-

30 stillings og varmebehandlingsbetingelsene for disse lagene ble delt i 6 grupper, nemlig grupper E, F, G, H, I og J.

Som vist i tabell 2 og tabell 3 ble plater av en gitt tykkelse fremstilt fra kontinuerlig støp direkte valset, uten overflatehøvling eller neddykking, til 1,0mm tykke lag. Noen av platene ble øyeblikkelig glødet (rekrySTALLISERT) under kaldvalsing og

noen ble direkte underkastet kaldvalsing uten mellomliggende gløding. Deretter ble det 1,4mm tykke kaldvalsede laget raskt oppvarmet fra romtemperatur til 500°C med en oppvarmingshastighet på 200°C/sekund, og holdt i 2 sekunder ved temperaturen og ved etterfølgende bråkjøling av det glødede laget ved en avkjølingshastighet på 40°C/sekund. Forvridning av flathet av laget forårsaket ved avkjøling ved det forutgående trinnet ble korrigert ved anvendelse av en spenningsnivelerer, og stabiliseringstemperatur ble deretter gjennomført i løpet av 1 time under betingelsene av en stabiliseringsbehandlingstemperatur og en avkjølingshastighet definert ved den spesifiserte sonen S (skrått linjert) i tegningen.

10 Målte mekaniske egenskaper og motstand mot spenningskorrosjons oppsprekking av de stabiliseringsbehandlede lagene er oppført i tabell 4.

Motstanden mot spenningskorrosjons oppsprekking ble bestemt ved følgende fremgangsmåte.

15 Det 1,0mm tykke laget ble kaldvalset ved ytterligere 30% reduksjon for derved å fremstille et 0,7mm tykt lag, deretter sensitivert ved 120°C i 168 timer. Laget ble kuttet til en 20mm bred, 83mm lang størrelse som ble tatt som en prøve. Den resulterende prøven ble bøyd langs en jigg av 4,5cm indre radius til en oppvikling, etterfulgt av påføring av en viss mengde belastning på oppviklingen og ved etterfølgende kontinuerlig neddykking av denne i en saltoppløsning av 3,5% NaCl 20 ved 35°C. Tiden påkrevet for at oppsprekking skulle finne sted ble målt og tatt som brukstiden for motstanden mot spenningskorrosjons oppsprekking.

Fra tabell 4 fremgår det at 25 dager eller lengre hadde gått for oppsprekking fant sted i eksemplene ifølge oppfinnelsen (grupper A, B, C og D). Korte tidsperioder på 2 timer til 5 dager ble observert i sammenligningseksemplene hvor stabiliseringsbehandling var utelatt (grupper E og G), lavere temperatur var anvendt for stabiliseringsbehandling (grupper F, H og J), og en høyere avkjølingshastighet var anvendt for stabiliseringsbehandling (gruppe I). Følgelig er det funnet at stabiliseringsbehandlingen i foreliggende oppfinnelse er av stor betydning for å fremme motstand mot spenningskorrosjons oppsprekking.

30 I tillegg viser eksemplene ifølge oppfinnelsen lavere konvensjonell flytegrense enn sammenligningseksemplene, hvilket betyr at førstnevnte er best med hensyn til formfikserbarhet.

TABELL 1: Sammensetninger av legeringer.

Legering nr.	Sammensetning (vekt%)							
	Mg	Fe	Si	Mn	Cr	Cu	Ti	B
1	4,55	0,23	0,07	0,24	0,01	0,04	<0,01	<0,01
2	3,45	0,20	0,05	0,02	0,01	0,01	<0,01	0,01

TABELL 2: Fremstillingsbetingelser og varmebehandlingsbetingelser for lag

E K S E M P E L	G R U P P E	Legering Nr.	Støpe- metode/ Flate- tykkelse (mm)	Over- flate høvling	Ned- dykking	Tykkelse etter varmvalsing (mm)	Tykkelse etter mellom- gløding mm/ gløde- temp. (°C)	Endelig tykkelse (mm)	Endelig gløde- temp. (°C)	Stabilisering Behandling	
										Temp. (°C)	Avkjøl. hastigh. (°C/sek)
Eks. ifølge oppfin.	A	1	Continu.25	Ingen	ingen	6,0	-	1,0	500	240	3,1x10 ⁻³
	B	1	Continu.25	ingen	ingen	6,0	1,2/330	1,0	500	240	3,1x10 ⁻³
	C	1	Continu.25	ingen	ingen	6,0	1,2/330	1,0	500	340	3,1x10 ⁻³
	D	2	Continu.25	ingen	ingen	kaldvalsing		1,0	500	240	3,1x10 ⁻³

5

TABELL 3: Fremstillingsbetingelser og varmebehandlingsbetingelser for lag

E K S E M P E L	G R U P P E	Legering Nr.	Støpe- metode/ Flate- tykkelse (mm)	Over- flate høvling	Ned- dykking	Tykkelse etter varmvalsing (mm)	Tykkelse etter mellom- gløding mm/ gløde- temp. (°C)	Endelig tykkelse (mm)	Endelig gløde- temp. (°C)	Stabilisering Behandling	
										Temp. (°C)	Avkjøl. hastigh. (°C/sek)
Eks. ifølge oppfin.	E	1	Continu.25	Ingen	ingen	6,0	-	1,0	500	-	-
	F	1	Continu.25	ingen	ingen	6,0	-	1,0	500	150	5,0x10 ⁻³
	G	1	Continu.25	ingen	ingen	6,0	1,2/330	1,0	500	-	-
	H	1	Continu.25	ingen	ingen	6,0	1,2/330	1,0	500	150	5,0x10 ⁻³
	I	1	Continu.25	Ingen	ingen	6,0	1,2/330	1,0	500	240	0,3
	J	2	Continu.25	ingen	ingen	kaldvalsing		1,0	500	150	5,0x10 ⁻³

**TABELL 4: Mekaniske egenskaper og motstand mot spenningskorrosjons-
oppsprekking (SCC)**

Eksempel	Gruppe	Legering nr.	Mekaniske egenskaper			SCC levetid	Vurdering
			Konvensjonell flytegrense (MPa)	Styrke (MPa)	Forlengelse (%)		
Eksempel ifølge oppfinnelsen	A	1	133	286	29	>100 dager	O
	B	1	121	281	25	>25 dager	O
	C	1	115	280	26	>25 dager	O
	D	2	88	225	28	>25 dager	O
Sammenlign. eksempel	E	1	154	290	29	2 timer	X
	F	1	143	286	30	2 timer	X
	G	1	137	272	24	2 timer	X
	H	1	128	278	25	2 timer	X
	I	1	123	280	26	2 timer	X
	J	2	108	229	27	5 dager	X

Som beskrevet og vist ovenfor kan fremgangsmåten for fremstilling av et alumini-
5 umlegeringslag ifølge foreliggende oppfinnelse tilveiebringe et kontinuerlig støpt
og valset lag av en Al-Mg type som har et lite innhold av Mg som gir forbedret
motstand mot spenningskorrosjons- oppsprekking under belastning så vel som
reduisert konvensjonell flytegrense og følgelig forbedret formfikserbarhet sammen-
lignet med fremgangsmåten ifølge teknikkens stand. Dette laget kan hensikts-
10 messig anvendes som bilkarosserilag, skjelettstruktur, luftrensere, oljetanker,
skipskomponenter, metallbur, husholdningsanvendelser osv.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for fremstilling av et aluminiumlegeringslag som har forbedret motstand mot spenningskorrosjons- oppsprekking under belastning og
5 forbedret formfikserbarhet,
k a r a k t e r i s e r t v e d at den innbefatter i trinnvis rekkefølge:
gløding av et kontinuerlig støpt og valset lag av en aluminiumlegering som inneholder Mg i et innhold på 3 til 5 vekt%; belastningskorreksjon av det glødede laget ved valsing eller strekking til et tap av lagtykkelse på 0,5 til 2%; oppvarming av det
10 belastningskorrigerende laget ved en temperatur valgt fra en på forhånd innstilt temperatursone, hvor den på forhånd innstilte temperatursonen er definert på en slik måte at et rektangulært ordinatsystem trekkes med en abscisseakse av varmebehandlingstemperatur ($^{\circ}\text{C}$) og en ordinatakse av avkjølingshastighet ($^{\circ}\text{C}/\text{sek.}$), idet et oppvarmingstemperaturområde er omgitt ved å forbinde en rett
15 linje med en henholdsvis koordinat $(240, 5,0 \times 10^{-3})$, og koordinat $(340, 2,5 \times 10^{-3})$, en rett linje mellom koordinat $(240, 1,0 \times 10^{-3})$ og koordinat $(340, 1,0 \times 10^{-3})$, en rett linje mellom koordinat $(240, 5,0 \times 10^{-3})$ og koordinat $(240, 1,0 \times 10^{-3})$ og en rett linje mellom koordinat $(340, 2,5 \times 10^{-3})$ og koordinat $(340, 1,0 \times 10^{-3})$; det oppvarmede laget underkastes holding ved den valgte temperaturen i 1 time eller
20 mer; og etterfølgende avkjøling av det resulterende laget ved en avkjølingshastighet tilsvarende den på forhånd innstilte temperatursonen.
2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at aluminiumslegeringen også har Cu, Fe, Mn, Zn, Cr, Zr og/eller V i en mengde
25 mellom 0,1 og 2 vekt%.
3. Fremgangsmåte ifølge enten krav 1 eller krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at aluminiumslegeringen også har Ti i en mengde på mindre enn 0,1 vekt%, eventuelt i tillegg B i en mengde på mindre enn 0,05 vekt%.

Figur 1

