

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication:

0 157 711
A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt: 85420041.7

(51) Int. Cl.⁴: C 22 F 1/04

(22) Date de dépôt: 11.03.85

(30) Priorité: 15.03.84 FR 8404481

(71) Demandeur: **CEGEDUR SOCIETE DE TRANSFORMATION DE L'ALUMINIUM PECHINEY**,
23, Rue Balzac, F-75008 Paris (FR)

(43) Date de publication de la demande: 09.10.85
Bulletin 85/41

(72) Inventeur: **Meyer, Philippe**, 9, avenue Dugueyt-Jouvin,
F-38500 Voiron (FR)

(84) Etats contractants désignés: AT BE DE GB IT NL SE

(74) Mandataire: **Séraphin, Léon et al, PECHINEY 28, rue de Bonnel**, F-69433 Lyon Cedex 3 (FR)

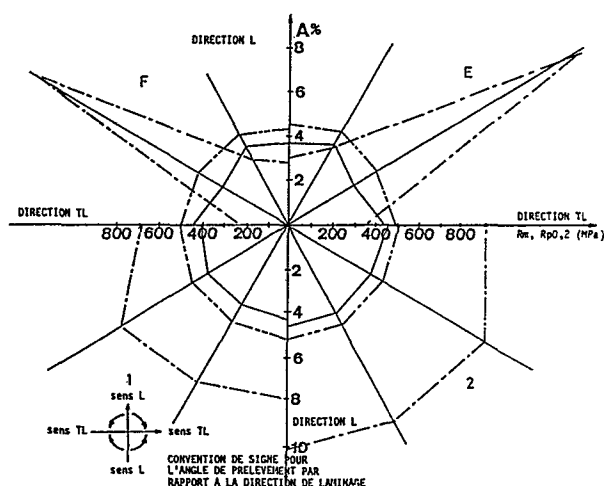
(54) Procédé d'obtention de produits en alliages al-li-mg-cu à ductilité et isotropie élevées.

(57) L'invention concerne un procédé d'obtention de produits en alliage à base d'Al contenant essentiellement Li, Mg, Cu comme éléments d'alliage principaux et possédant une ductilité et une isotropie élevées.

Ce procédé consiste à appliquer au produit homogénéisé une transformation à chaud «à tiède» entre 100 et 420° C.

Les recuits intermédiaires, si nécessaire, sont effectués dans le domaine 200-550° C. La vitesse de refroidissement après ces recuits intermédiaires est généralement tenue entre 1500° C/s et 30° C/h.

L'isotropie et la ductilité des produits ainsi obtenus (1, 2) sont considérablement améliorées par rapport aux procédés de l'art antérieur (E, F).



EP 0 157 711 A1

PROCEDE D'OBTENTION DE PRODUITS EN ALLIAGES
Al-Li-Mg-Cu A DUCTILITE ET ISOTROPIE ELEVEES

L'invention concerne un procédé d'obtention de produits en alliages à base d'Al contenant essentiellement Li, Mg et Cu comme éléments d'alliages principaux et possédant une ductilité et une isotropie élevées.

5 Les gammes de fabrication classique qui comportent notamment une homogénéisation des produits initiaux obtenus soit par coulée ou soit par métallurgie des poudres, scalpage éventuel, transformation à chaud, transformation à froid avec un ou plusieurs recuits intermédiaires si nécessaire, mise en solution et revenu, avec un éventuel écrouissage de détentionnement
10 entre ces deux dernières opérations, conduisent, sur les alliages de la famille Al-Li-Mg-Cu, à des caractéristiques mécaniques de traction (charge de rupture R_m , limite élastique $R_p 0,2$ et ductilité A %) variant de façon très importante en fonction de la direction de prélèvement par rapport à la direction principale de transformation à chaud et à froid (sens long)
15 des produits.

Ceci est particulièrement vrai pour les produits plats tels que les plaques, les largets, les bandes ou les tôles. Il en résulte des inconvénients bien connus lors de la mise en forme ultérieure, par exemple, lors de l'embou-
20 tissage d'une tôle (formation de cornes, ruptures locales, etc...) ou lors de l'utilisation finale.

La méthode selon l'invention permet d'améliorer considérablement l'isotropie des caractéristiques mécaniques des produits en alliage type Al-Li-Mg-
25 Cu, tout en améliorant également leur ductilité.

Elle consiste à imposer à un produit homogénéisé une transformation à chaud à une température inférieure à 420°C , en général comprise entre 100°C et 400°C et de préférence entre 300°C et 350°C jusqu'aux dimensions finales
30 désirées ou jusqu'à des dimensions intermédiaires. Lorsque les dimensions finales sont directement atteintes, cette transformation "à tiède" est suivie des traitements classiques de mise en solution (en général entre 500°C et 550°C suivant l'alliage) et des traitements thermomécaniques de durcis-

sement structural.

Le produit intermédiaire est généralement amené aux dimensions finales par transformation à froid, en pratiquant un ou plusieurs recuits intermédiaires, si cela est nécessaire. Ceux-ci peuvent être pratiqués juste avant la transformation à froid et/ou au cours de celle-ci. Dans ce cas, au moins un de ces recuits est effectué dans un domaine de température compris entre 200 et 550° C. Les temps de maintien sont de l'ordre de quelques minutes à plusieurs heures, les durées les plus courtes étant généralement associées aux températures les plus élevées.

Il a été remarqué que la vitesse de refroidissement après ce (ou ces) recuit(s) intermédiaire(s) est un paramètre important du procédé et doit, de préférence, être comprise entre 1500° C/sec et 30° C/heure. Les vitesses supérieures à 1500° C/sec sont difficiles à atteindre industriellement, sauf sur produit de très faible épaisseur, et les vitesses inférieures à 30° C/heure n'apportent pas d'amélioration sensible à l'isotropie.

Le (ou les) recuit(s) intermédiaire(s) peut être conduit, comme cela est connu, soit dans des fours à bain de sel (nitrite-nitrate, nitrate-nitrate), soit dans des fours à air ventilé statiques, ou dans des fours à passage.

Après transformation à froid, les produits subissent les traitements habituels de mise en solution, trempe et traitement thermomécaniques de durcissement structural, la mise en solution constituant ipso facto le recuit final.

L'invention sera mieux comprise à l'aide des exemples suivants, relatifs à des tôles, étant entendu que celle-ci est applicable à d'autres formes de produits corroyés tels que des produits forgés, matricés ou filés.

Les figures 1 et 2 représentent en coordonnées polaires les variations des caractéristiques mécaniques de traction obtenues sur des tôles suivant le sens de prélèvement selon des gammes classiques (repères A à F) ou selon l'invention (repères 1 et 2).

EXEMPLE 1

Un alliage contenant (en poids) 2,76 % Li - 1,32 % Cu - 1,04 % Mg - 0,11 % Zr - 0,02 % Fe - 0,02 % Si, reste Al, a été coulé sous forme d'une plaque de 300 x 100 mm, homogénéisée à 533° C, 24 heures, scalpée et laminée à chaud à 470° C - 420° C jusqu'à 5 mm d'épaisseur.

A partir de cette ébauche, les transformations à chaud et à froid jusqu'à 1,6 mm d'épaisseur ont été pratiquées dans les conditions reportées au Tableau I, conformément à une gamme classique, le laminage à chaud (LAC) ayant eu lieu entre 470 et 420° C environ, et le laminage à froid (LAF) à la température ambiante.

Ces tôles ont subi ensuite une mise en solution à 533° C pendant 30 minutes (four ventilé), une trempe à l'eau froide, une traction contrôlée de 3,5 %, puis un revenu de 24 heures à 190° C.

Des éprouvettes de traction ont été prélevées dans les directions 0° (sens long L), 30°, 60° et 90° (sens travers long TL) par rapport à la direction de laminage.

20

.Gamme 1

Recuit en bain de sel 533°C - 7 mn

Trempe : eau froide

Laminage : à froid jusqu'à 1,6 mm

25 Mise en solution : 30' à 533° C en bain de sel

Trempe : eau froide

Traction : contrôlée 3,5 %

Revenu : 24 h à 190° C

30 .Gamme 2

Recuit en four à air 533° C - 7 mn

Refroidissement : lent (25°C/heure)

Laminage : à froid jusqu'à 1,6 mm

Mise en solution : 30' à 533° C en bain de sel

35 Trempe : eau froide

Traction contrôlée : 3,5 %

Revenu : 24 h à 190° C

Gamme 3

Recuit en four à air 350° C - 1 h 30

Refroidissement lent (25°C/heure)

Laminage : à froid jusqu'à 1,6 mm

5 Mise en solution : 30' à 533° C en bain de sel

Trempe : eau froide

Traction : contrôlée 3,5 %

Revenu : 24 h à 190° C

10 Les éprouvettes de traction ont été prélevées dans les mêmes conditions que ci-dessus.

Les résultats obtenus sont reportés au Tableau II et représentés graphiquement sur les figures 1 et 2.

15

EXEMPLE 2

Un alliage contenant (% en poids) 2,10 % Li - 2,38 % Cu - 1,30 % Mg - 0,11 % Zr - 0,02 % Fe - 0,02 % Si, reste Al, a été coulé en plaque (300 x 100 mm), homogénéisée à 526° C pendant 24 heures, laminée entre 20 350 et 300° C jusqu'à 3,2 mm d'épaisseur, recuite à 350° C pendant 1 h 30 en four à air, refroidissement lent (20°C/heure), laminée à froid jusqu'à 1,6 mm d'épaisseur, mise en solution à 526° C pendant 30 minutes, trempée à l'eau froide, tractionnée de 2 % et revenue 20 heures à 190° C.

25 Les résultats d'essais de traction obtenus dans différentes directions sont reportés au Tableau III.

EXEMPLE 3

Un alliage contenant (% en poids) 2,7 % Li - 1,6 % Cu - 1,0 % Mg - 0,11% Zr- 30 0,04 % Fe - 0,03 % Si, reste Al, a été coulé et transformé conformément aux conditions relatives à l'exemple 2, sauf en ce qui concerne la traction contrôlée après trempe portée à 5 %.

Les résultats de traction obtenus sont reportés dans le Tableau IV.

35

Les exemples suivant l'invention montrent clairement que la gamme appliquée

0157711

- 5 -

conduit à des produits hautement isotropes dont l'allongement est généralement supérieur à 7 %.

TABLEAU 1

Repère Epaisseur		A	B	C	D	E	F
5	5 mm	<u>Recuit</u>	↓	↓	↓	↓	↓
		↓	L.a.c	↓	↓	↓	↓
10	4 mm	L.a.f	<u>Recuit</u>	↓	↓	↓	↓
		↓	↓	↓	L.a.c	↓	↓
15	3,2 mm	↓	↓	<u>Recuit</u>	↓	L.a.c	↓
		↓	L.a.f	↓	↓	↓	L.a.c
20	2,5 mm	<u>Recuit</u>	↓	L.a.f	<u>Recuit</u>	↓	↓
		↓	↓	↓	↓	↓	↓
	2,0 mm	L.a.f	<u>Recuit</u>	↓	L.a.f	<u>Recuit</u>	↓
		↓	↓	↓	↓	↓	↓
	1,6 mm	↓	L.a.f	↓	↓	↓	↓
		↓	↓	↓	↓	↓	↓

Recuit : 1 H à 300° C refroidissement lent (20 à 25° C/heure) jusqu'à 100°

0157711

- TABLEAU II -

Gamme	Long (0°)						Directions						Travers Long (90°)			
	30°			60°			90°			120°			180°			
	Rp O,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %	Rp O,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %	Rp O,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %	Rp O,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %	Rp O,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %	
A	411	497	4,5	413	492	6,2	346	452	16,6	450	504	4,0	450	499	6,8	
B	407	500	3,8	411	470	4,5	349	462	15,9	417	486	2,9	417	506	9,1	
C	388	484	5,0	412	472	5,0	349	461	13,6	420	490	5,0	420	493	3,4	
D	386	474	3,0	412	489	6,6	344	459	15,6	441	493	3,4	441	496	3,6	
E	381	449	3,0	418	479	4,0	347	467	15,2	436	496	3,6	436	496	2,3	
F	373	437	2,8	408	466	3,4	352	489	13,6	444	496	2,3	444	496	2,3	
1	429	506	7,8	414	499	8,1	414	500	8,9	405	499	6,8	405	499	6,8	
2 ou 3	451	505	10,1	452	510	10,1	448	506	10,5	450	506	9,1	450	506	9,1	

TABLEAU III

5 10	Angle entre la direction de prélèvement et la direction de laminage	Rp 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %
	0°	406	457	12,0
	30°	411	457	12,9
	60°	399	458	13,2
	90°	403	460	12,1

15

TABLEAU IV

20 25 30	Angle entre la direction de prélèvement et la direction de laminage	Rp 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A %
	0°	504	552	7,6
	30°	506	552	7,2
	60°	498	498	7,0
	90°	505	551	6,8

REVENDICATIONS

1 - Procédé d'obtention de produits en alliages à base d'Al contenant essentiellement Li, Mg et Cu comme éléments d'alliage principaux comprenant l'élaboration, une homogénéisation, une transformation à chaud, éventuellement une transformation à froid avec des recuits intermédiaires si nécessaire, une mise en solution, une trempe, une déformation à froid contrôlée éventuelle et un revenu, caractérisé en ce que la transformation à chaud a lieu dans le domaine des températures compris entre 100 et 420° C.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'au moins un des recuits intermédiaires pratiqués avant la transformation à froid et/ou lors de celle-ci est effectué dans le domaine de température compris entre 200 et 550°C.

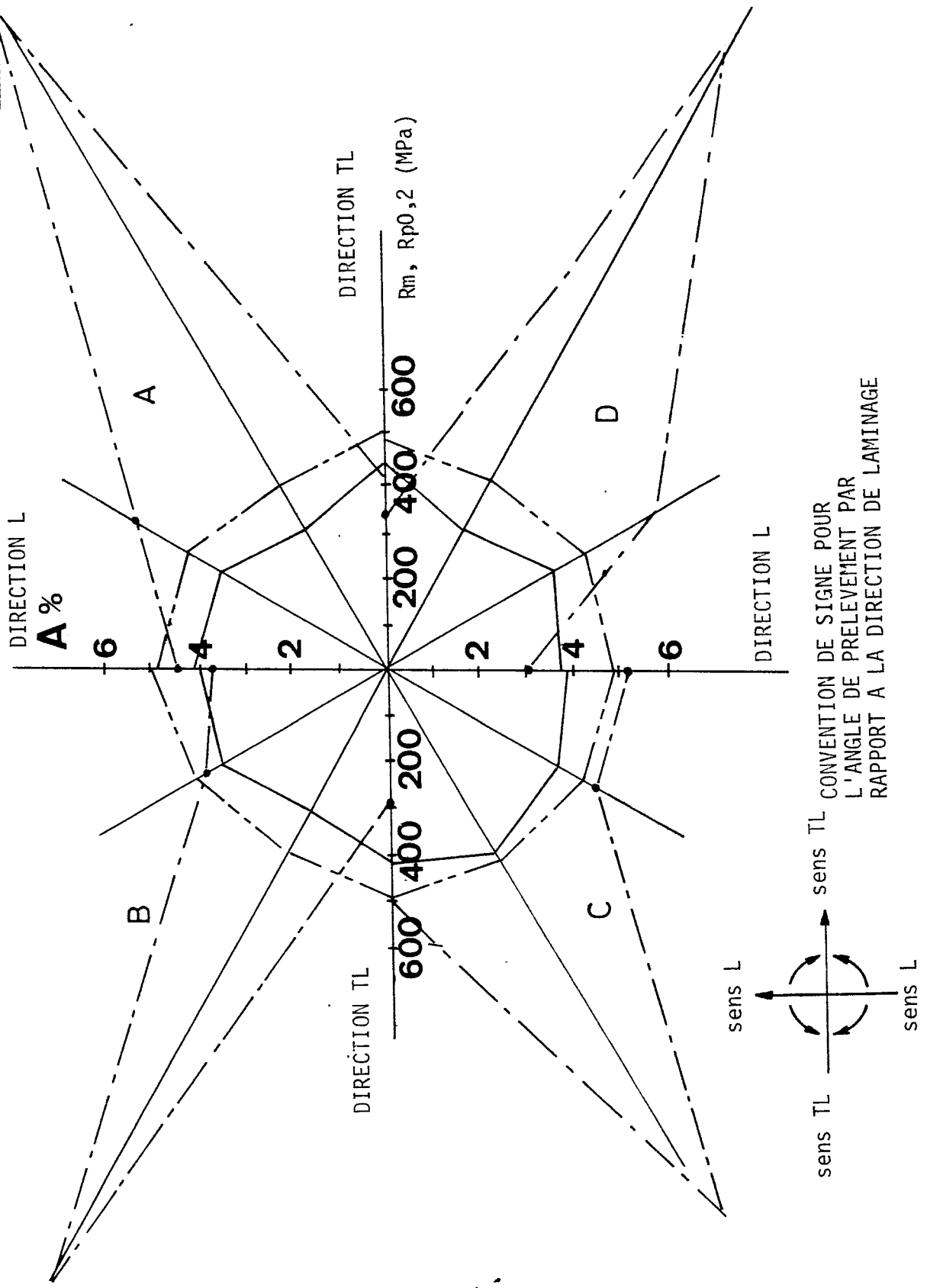
3 - Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la vitesse de refroidissement après le (ou les) recuit(s) intermédiaire(s) est comprise entre 1500° C/sec et 30° C/heure.

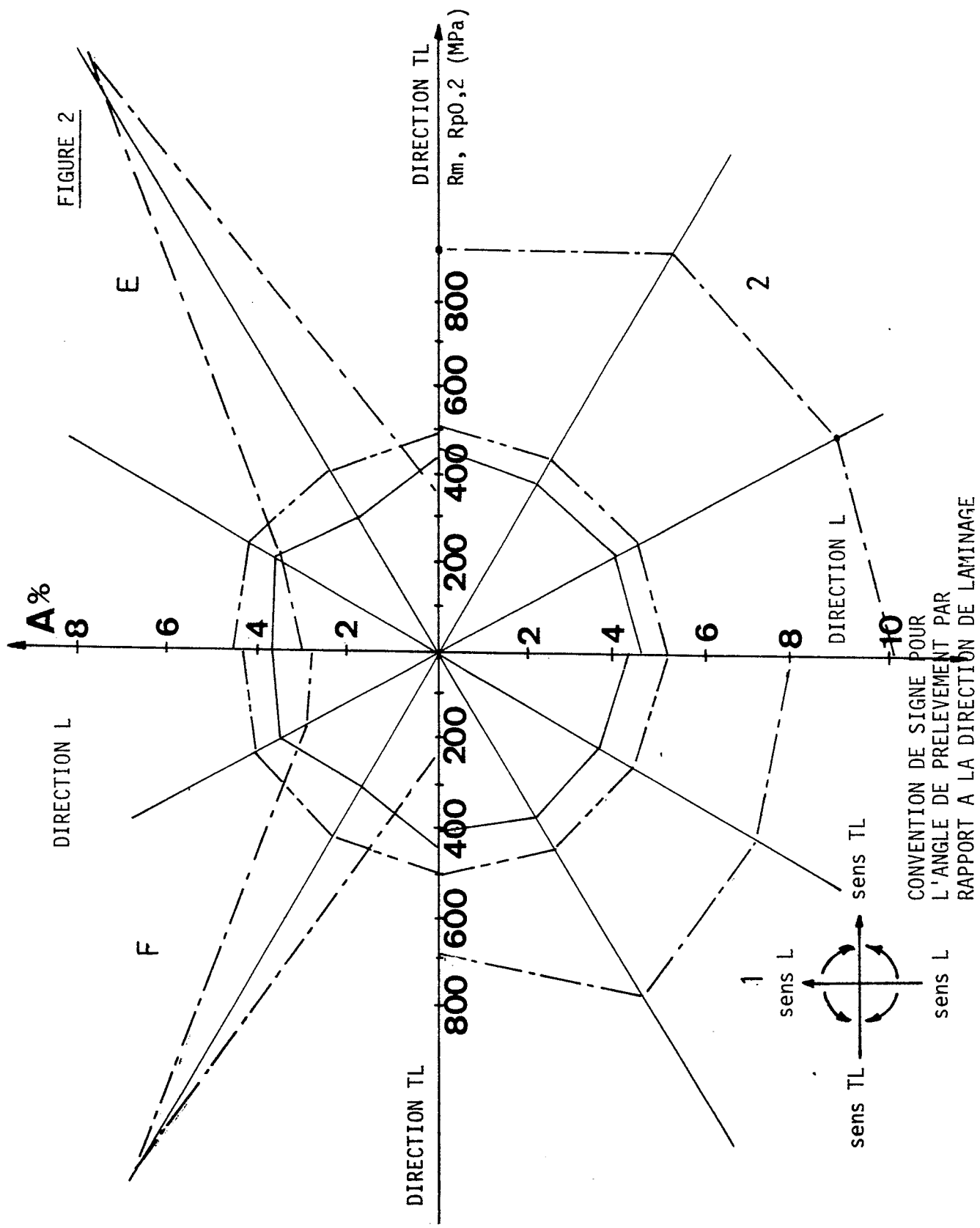
4 - Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le domaine de la transformation à chaud s'étend entre 100 et 400° C.

20

5 - Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que ce domaine s'étend entre 300 et 350° C.

FIGURE 1







Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0157711

Numero de la demande

EP 85 42 0041

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
A	EP-A-0 090 583 (ALCAN) * Revendications 1,2 * ---	1	C 22 F 1/04
A	FR-A-2 343 057 (ALIMINIUM SUISSE) * Revendication 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
			C 22 F 1/04
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12-06-1985	Examineur LIPPENS M.H.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	