



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑤① Int. Cl.³: C 22 C 21/00
// F 01 N 7/16
F 28 F 21/08



Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DU BREVET A5

⑪

636 379

②① Numéro de la demande: 2488/79	⑦③ Titulaire(s): Société de Transformation de l'Aluminium Péchiney "Cegedur", Paris 8e (FR) Forges de Crans Cran Gevrier, Annecy (FR)
②② Date de dépôt: 16.03.1979	
③⑩ Priorité(s): 20.03.1978 FR 78 08833	⑦② Inventeur(s): François-Régis Boutin, Virieu-sur-Bourbre (FR) Michel Deleuze, Annecy (FR) Daniel Marchive, Voiron (FR) René Reze, Castelsarrasin (FR)
②④ Brevet délivré le: 31.05.1983	
④⑤ Fascicule du brevet publié le: 31.05.1983	⑦④ Mandataire: William Blanc & Cie conseils en propriété industrielle S.A., Genève

⑤④ Alliage d'aluminium et ses applications.

⑤⑦ On décrit un alliage d'aluminium de composition suivante % en poids:

Mn 0,9 à 1,5

Si 1,0 à 1,5

Cr 0,05 à 0,2

Mg < 0,2

Cu < 0,2

Fe ≥ 0,4

Ni ≥ 0,05

Fe + Ni + Co 0,8 à 2

reste aluminium et impuretés.

Cet alliage est utilisable à la fabrication d'articles émaillés ou soumis à une température élevée.

REVENDECATIONS

1. Alliage d'aluminium, caractérisé par la composition suivante, en pour-cent en poids: Mn 0,9 à 1,5; Si 1,0 à 1,5; Cr 0,05 à 0,2; Fe 0,4; Ni 0,05; Fe + Ni + Co 0,8 à 2; Mg 0,2; Cu 0,2; autres éléments éventuels en quantité totale inférieure à 0,2; reste aluminium.

2. Utilisation de l'alliage selon la revendication 1 pour la fabrication d'articles capables de résister à une température élevée.

3. Utilisation selon la revendication 2, caractérisée par le fait que lesdits articles sont des échangeurs de température, des collecteurs d'énergie solaire, des dispositifs d'échappement de gaz chauds ou des parois d'étuve.

4. Utilisation selon la revendication 2, caractérisée par le fait que lesdits articles sont munis d'un revêtement durci par cuisson tel qu'un émail, une laque, un vernis ou une couche de matière anti-adhésive.

La présente invention concerne un alliage d'aluminium au Si/Mn présentant des caractéristiques améliorées pendant et après exposition à température élevée et une excellente aptitude à l'émaillage et aux autres traitements de cuisson.

Les alliages aluminium/manganèse, en particulier le 3003 selon la désignation de l'Aluminium Association, sont utilisés pour la fabrication d'articles émaillés. La rigidité après recuit est meilleure que pour l'aluminium 1050 (aluminium à 99,5%), mais la tenue en service de l'émail déposé, mesurée par le Spalltest selon la spécification ASTM C 486 est insuffisante et, en outre, la résistance au bosselage des produits finis, par exemple les casseroles, n'est pas satisfaisante. De plus, les caractéristiques mécaniques du 3003 chutent très rapidement dès qu'on monte en température.

L'alliage selon l'invention permet d'améliorer sensiblement les caractéristiques mécaniques par rapport au 3003 aussi bien à chaud qu'après traitement thermique de recuit ou de cuisson d'un revêtement, et assure une meilleure tenue en service de l'émail déposé lorsqu'on l'utilise pour la fabrication d'articles émaillés.

Cet alliage a pour composition, en pour-cent en poids: Mn 0,9 à 1,5, Si 1 à 1,5, Cr 0,05 à 0,2, Mg < 0,2, Cu < 0,2, et contient du Fe en quantité supérieure ou égale à 0,4, du nickel en quantité supérieure ou égale à 0,05%, avec Fe + Ni + Co compris entre 0,8 et 2, les autres éléments éventuels étant en quantité totale inférieure à 0,2%, le reste étant de l'aluminium.

L'addition de silicium concourt à l'obtention d'une bonne rigidité à l'état recuit et n'a pas l'inconvénient d'une addition de magnésium, qui joue un rôle défavorable pour la tenue en service de la couche d'émail, sauf si l'on effectuait un traitement chromatisant qui n'est pas autorisé pour les articles culinaires.

Outre leur rôle proprement métallurgique dans l'alliage, les éléments du groupe Fe, Ni, Co ont une influence favorable sur l'adhérence de l'émail.

Les propriétés de l'émail sont particulièrement intéressantes lorsqu'on l'utilise à l'état écroui quart-dur (état H12 selon la norme française NF A 02-006). Dans ce cas, en effet, la limite élastique et la charge de rupture après exposition à chaud sont nettement améliorées sans que l'allongement diminue de manière trop importante.

L'alliage selon l'invention peut être avantageusement utilisé soit dans des applications où le métal est exposé à la température pendant un certain temps ou à des intervalles répétés, par exemple pour des pots d'échappement de véhicules routiers, des échangeurs de température, en particulier des radiateurs d'automobiles, des parois d'étuve, des collecteurs d'énergie solaire, soit dans des applications où le métal doit subir un traitement à chaud d'émaillage, laquage, vernissage, revêtement antiadhésif, etc.

Les propriétés de l'alliage selon l'invention seront illustrées par les exemples suivants.

Exemple 1:

On a coulé en semi-continu, sous la forme d'une plaque 70 × 380 × 1000 mm, un alliage de composition suivante, en pour-cent en poids:

Mn	1,14
Si	1,23
Fe	0,71
Ni	0,76
Cr	0,15
Cu	< 0,01
Mg	< 0,01
Ti	< 0,02
Reste	aluminium

La plaque a été chauffée 8 h à 500° C, laminée à chaud jusqu'à 12 mm, puis laminée à froid jusqu'à 3 mm et recuite 6 h à 450° C. On a mesuré les caractéristiques mécaniques (limite élastique R 0,2, charge de rupture Rm et allongement A):

- à l'état recuit,
- après émaillage, la cuisson se faisant à 560° C avec montée en température de 30 mm, maintien pendant 10 min et refroidissement à l'air calme,
- après revêtement de polytétrafluoréthylène (PTFE) sans émaillage, et
- après émaillage sur une face et revêtement de polytétrafluoréthylène sur l'autre face.

Les résultats ont été rassemblés au tableau I et comparés aux résultats obtenus dans les mêmes conditions avec un alliage 3003 de composition suivante:

Mn	1,15
Si	0,21
Cu	0,11
Fe	0,56
Cr	0,02

Tableau I

	Etat recuit			Après émaillage			Après PTFE			Emaillage + PTFE		
	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
Alliage suivant invention	75	164	30	68	172	26,5	68	164	30,6	68	166	28,7
3003	42	117	43,3	41	121	47,1	44	116	41	43	120	42,2

On constate une augmentation très importante des caractéristiques mécaniques de traction tout en conservant un allongement sa-

tisfaisant. La tenue de l'émail a été caractérisée par un test de pliage. L'échantillon est d'abord décapé pendant 5 min dans un bain à 5%

de phosphate trisodique, porté à 70-75° C, rincé, séché et trempé dans une fritte; on fait sécher dans une étuve à 150-170° C avant de porter l'échantillon à 560-570° C pendant 10 min.

Après refroidissement des échantillons, on plie la tôle sur elle-même et on compare à des échantillons étalons (cinq qualités).

L'échantillon réalisé avec l'alliage selon l'invention répond à la qualité la meilleure, c'est-à-dire que le métal est toujours entièrement recouvert par l'émail alors que l'échantillon réalisé avec le 3003 présente des petites plaques où l'émail a sauté.

Exemple 2:

On a coulé en semi-continu une plaque de 800 × 300 × 1580 mm en alliage de composition suivante, en pour-cent en poids:

Mn	1,13
Si	1,22
Fe	0,67
Ni	0,80
Cr	0,15
Ti	0,02
Cu	< 0,01
Mg	< 0,01

Après un réchauffage de 8 h à 500° C, un laminage à chaud jusqu'à 9 mm et un laminage à froid jusqu'à 3 mm, une partie du métal a été recuite pendant 7 h (état 0) à 450° C, l'autre partie, après

recuit de 9 h à 460° C, a subi un laminage à froid complémentaire pour ramener l'épaisseur de 3 à 2,7 mm (état H12).

On obtient alors les caractéristiques suivantes.

Tableau II

	Avant émaillage			Après émaillage		
	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
Etat 0	88	152	29,4	65	153	25,0
Etat H12	151	171	12,5	84	159	22,6

On constate qu'à l'état H12, après émaillage, la limite élastique est fortement améliorée sans que l'allongement diminue de façon notable. On dispose ainsi d'un moyen supplémentaire d'augmenter les caractéristiques après exposition à température élevée tout en conservant une bonne aptitude à l'emboutissage.

Enfin, on a comparé les caractéristiques mécaniques à chaud après 100 h de maintien à la température d'essai pour l'alliage précédent à l'état 0 et à l'état H12, et pour l'alliage 3003 mentionné dans l'exemple 1.

Ces résultats sont rassemblés au tableau III.

Tableau III

Température d'essai		20° C			150° C			250° C		
Alliage	Etat	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
Selon l'invention	0	75	164	30	57	99	52	40	60	54
	H12	151	171	13	98	112	24	71	83	25
3003	0	41	110	40	35	77	47	25	44	65

On constate qu'à l'état recuit, l'alliage selon l'invention présente des caractéristiques mécaniques à chaud nettement améliorées par rapport à celles du 3003. En outre, l'utilisation de produits à l'état H12 améliore encore ces caractéristiques.

Exemple 3:

On a coulé en semi-continu des plaques de section transversale de 1120 × 250 mm, en alliage ayant la composition suivante en pour-cent en poids:

Mn	1,02
Si	1,00
Fe	0,68
Ni	0,45
Cr	0,13
Ti	0,01
Cu	< 0,01
Mg	< 0,01

qui ont été écrouîtées, réchauffées 12 h à 600° C, laminées à chaud jusqu'à 12 mm puis à froid jusqu'à 3 mm et recuites à 450° C pendant 6 h (2 h à la température de maintien).

On a ensuite mesuré les caractéristiques mécaniques dans l'état de recuit, après émaillage et après émaillage + revêtement PTFE effectués dans les mêmes conditions que celles utilisées à l'exemple 1. Les résultats obtenus sont les suivants.

Tableau IV

Etat recuit			Après émaillage			Après émaillage + PTFE		
R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
81	145	24	90	151	22	79	143	25

Ces caractéristiques sont notablement supérieures à celles du 3003 (voir tableau I).

Exemple 4:

Un alliage de la composition suivante, en pour-cent en poids:

Mn	1,00
Si	1,10
Fe	0,73
Ni	0,14
Cr	0,15
Ti	0,01
Cu	< 0,01
Mg	< 0,01

a été transformé dans les mêmes conditions que celles utilisées à l'exemple 3.

Les tôles obtenues à l'état recuit (état 0) ont été tractionnées à chaud après un maintien de 100 h à la température d'essai.

Les résultats obtenus sont reportés au tableau V, comparativement aux résultats obtenus pour l'alliage 3003 dans le même état 0.

Tableau V

Température d'essai	20°C			150°C			250°C		
Alliages	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)	R 0,2 (MPa)	Rm (MPa)	A (%)
Selon l'invention 0,14% Ni	49	146	34	47	121	44	39	85	47
3003	41	110	40	35	77	47	25	44	65

On constate que la présence de nickel est nettement favorable à l'obtention de bonnes caractéristiques mécaniques à chaud par rapport au 3003.