



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETÀ INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UTBM

DOMANDA NUMERO	101982900000758
Data Deposito	26/11/1982
Data Pubblicazione	26/05/1984

Titolo

LEGHE DI ALLUMINIO PER APPARECCHIATURE NUCLEARI

Descrizione di una invenzione industriale avente per
titolo "LEGHE DI ALLUMINIO PER APPARECCHIATURE NU-
CLEARI", a nome ALLUMINIO ITALIA S.p.A., di naziona-
lità italiana, con sede legale in Portofino (Caglia-
ri)

- Inventori designati:

Paolo FIORINI, Giuseppe GIORDANO e Giovanni PIATTI

Depositata il **26 NOV. 1982** N° **2 4 4 5 7 A / 82**

Riassunto

Leghe di alluminio aventi la seguente composizione
(% in peso):

- Mg 0,2 - 4,0%

- V 0,1 - 2,0%

- Si (eventuale) 0,05 - 1,0%

- Altri eventuali elementi: in quantità totale in-
feriore a 1000 p.p.m.

- Al resto a 100%

Impiego di dette leghe in apparecchiature nucleari,
in particolare nella prima parete dei reattori a fu-
sione nucleare.

Descrizione

La presente invenzione si riferisce a leghe di al-
luminio dotate di caratteristiche meccaniche, fisi-
che e chimiche stabili nel tempo, per il loro uso in
apparecchiature nucleari, in particolare nella prima



parete dei reattori a fusione nucleare.

-2-

E' noto che la prima parete di un reattore a fusione nucleare richiede l'impiego di materiali capaci di resistere per un lungo periodo di tempo (fino a 10 anni) a condizioni di esercizio molto critiche, essendo assoggettati a temperature fino a 350-400°C (con un minimo di 120°C), ad irraggiamento neutronico ed a corrosione in acqua molto pura.

Per la sua bassa attività a seguito di irraggiamento neutronico, l'alluminio puro potrebbe essere un materiale adatto allo scopo. Senonchè tale metallo presenta, allo stato puro e specie a caldo, basse proprietà meccaniche e bassa resistenza alla corrosione, insufficienti al suo impiego per l'uso di cui sopra.



Questa lacuna dell'alluminio puro potrebbe essere superata impiegando sue note leghe commerciali contenenti additivi quali ad esempio Si, Zn, Cu, Mg, Fe, Ni, Cr, Mn e Zr.

Peraltro, la maggior parte di detti additivi sono inibiti all'uso sopradetto in quanto creano problemi di attivazione sotto irraggiamento neutronico.

Il ricorso a leghe iperpure contenenti additivi tradizionali e a bassa attività, lascerebbe irrisolto il problema della resistenza alla corrosione a caldo in

acqua molto pura.

-3-

E' pertanto scopo della presente invenzione la messa a disposizione di leghe di alluminio che abbiano le necessarie iniziali caratteristiche meccaniche, fisiche e chimiche per il loro uso in apparecchiature nucleari, in particolare nella prima parete dei reattori a fusione nucleare, essendo dette leghe inoltre in grado di mantenere sostanzialmente stabili nel tempo dette caratteristiche iniziali durante il loro impiego.

Il suddetto scopo viene raggiunto, secondo la presente invenzione, con leghe di alluminio che contengono Mg in quantità compresa fra 0,2 e 4,0% in peso, V in quantità compresa fra 0,1 e 2,0% in peso, eventualmente Si in quantità compresa fra 0 e 1% in peso, ed impurezze convenzionali (come Cu, Mn, Cr, Ti, Zn, Ni, B, Fe) in quantità totale inferiore a 1000 p.p.m. in peso, il resto a 100% essendo rappresentato da Al.

Le suddette leghe possono essere preparate con le note tecniche di colata tipiche delle leghe di Al (leghe da fuso).

Per l'ottenimento dei relativi voluti semilavorati vengono adottati noti adatti cicli di omogeneizzazione, estrusione e/o laminazione, e/o altre lavorazioni plastiche eventualmente necessarie, note ai tecni-



ci del ramo.

Le leghe stesse, secondo l'invenzione, possono anche essere preparate (in particolare le leghe contenenti Si) utilizzando la nota tecnica della metallurgia delle polveri.

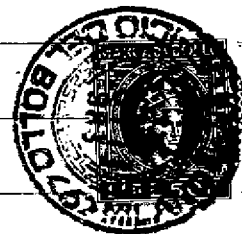
In questo caso può essere presente anche una fase dispersa tipo Al_2O_3 e/o $Al_2O_3.MgO$.

Composizioni preferite per le leghe preparate da fuso secondo l'invenzione, comprendono 2,5 - 3% di Mg, 0,1 - 0,5% di V, eventualmente 0,05 - 0,2% di Si, meno di 150 p.p.m. di impurezze convenzionali, il resto a 100% essendo Al (quantità espresse in peso).

Composizioni preferite per le leghe preparate con la metallurgia delle polveri secondo l'invenzione, comprendono 0,2 - 1% di Mg, 0,2 - 1% di Si, 0,5-2% di V, meno di 150 p.p.m. di impurezze convenzionali, il resto a 100% essendo Al (quantità espresse in peso).

Le leghe da fuso sono particolarmente indicate per temperature di esercizio massime della sopracitata parete di 150-200°C, mentre per temperature al di sopra di 200°C e fino a 350-400°C, sono preferite le leghe da polveri.

Gli esempi che seguono, dati solo a scopo illustrativo e non limitativo, illustrano con maggiori det-



tagli le leghe oggetto della presente invenzione.

-5-

Esempio 1

Si cola in semi-continuo, in forma di billetta, una lega Al-Mg-V che all'analisi chimica denuncia la seguente composizione (quantità espresse in % in peso):

Mg = 2,69%; V = 0,11%; Fe = 100 ppm; Si = 11 ppm;
 Cu = 10 ppm; Mn = 5 ppm; Zn = 2 ppm; Ni = 3 ppm; Ti = meno di 1 ppm; resto a 100% = Al.

Detta billetta viene omogeneizzata per 15 ore a 400°C e 24 ore a 460°C, e quindi estrusa a 420°C a diametro 14 mm. Dall'estruso così ottenuto si ricavano, con metodi noti, campioni nelle misure volute per la determinazione (secondo norme ASTM) delle caratteristiche tensili, fisiche e di comportamento al creep, caratteristiche che sono sottoriportate (indicando coi noti simboli R, Rp 0,2, A e ϵ rispettivamente : il carico di rottura, il carico di snervamento, l'allungamento e la sollecitazione unitaria a rottura) :



- Caratteristiche tensili:

	R	Rp 0,2	A
Temperatura di prova	N/mm ²	N/mm ²	%
20°C	171	70	32,6
100°C	173	74	31,8
125°C	162	78	38,6

150°C 152 76 39,5 -6-

- Caratteristiche fisiche:

- Resistività elettrica a -196°C : $1,890 \mu\Omega \text{ cm}$

- Coefficiente di dilatazione lineare tra 20 e 200°C : $26,2 \text{ MK}^{-1}$

- Comportamento al creep:

1) - Temperatura di prova : 120°C

- Tempo di prova : 1000 ore

- $\sigma = 85 \text{ N/mm}^2$

2) - Temperatura di prova : 200°C

- Tempo di prova : 1000 ore

- $\sigma = 62 \text{ N/mm}^2$



Esempio 2

Si opera come nell'esempio 1 con l'unica differenza che la lega risulta avere la seguente composizione (quantità espresse in % in peso): Mg = 2,68%; V = 0,21%; Fe = 12 ppm; Si = 11 ppm; Cu = 10 ppm; Mn = 5 ppm; Ni = 3 ppm; Zn = 2 ppm; Ti = meno di 1 ppm; resto a 100% = Al.

Le caratteristiche di detta lega sono sottoriportate:

- Caratteristiche tensili:

	R	Rp 0,2	A
Temperatura di prova	N/mm^2	N/mm^2	%
20°C	172	74	30,1

100°C	170	80	28,9
125°C	161	80	34,0
150°C	146	76	40,5

-7-

- Caratteristiche fisiche:

- Resistività elettrica a -196°C : 2,110 $\mu\Omega$ cm

- Coefficiente di dilatazione lineare tra 20 e

200°C: 25,2 MK⁻¹

- Comportamento al creep:

- Temperatura di prova: 120°C

- Tempo di prova : 1000 ore

- σ = 75 N/mm²



Esempio 3

Utilizzando polveri di Al(purezza 99,99),Mg,Si e V

(nelle proporzioni in peso Mg=0,97%; V=1,1%;Si=0,71%;

resto a 100% Al)si prepara, con nota tecnica di me-

tallurgia delle polveri,una lega Al-Mg-Si-V in forma

di billetta con dimensioni ϕ 80mm x 200mm,adottando

i seguenti principali parametri fondamentali:tempera-

tura di sinterizzazione 580°C;tempo di sinterizzazio-

ne:24 ore;compattazione a caldo a 580°C con pressione

di 550 N/mm²;estrusione della billetta a 450°C a dia-

metro 10mm;trattamento termico di solubilizzazione:

2 ore a 520°C;tempra rapida seguita da trattamento

di invecchiamento a 150°C per 15 ore.

Detta billetta estrusa denuncia all'analisi chimi-

ca la seguente composizione (% in peso): Mg = 0,66%;

-8-

V = 1,07%; Si = 0,65%; Fe = 80 ppm; Cu = 12 ppm; Mn =

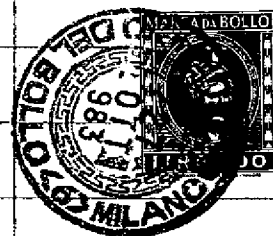
= 7 ppm; Zn = 3 ppm; Ni = 2 ppm; Ti = meno di 1 ppm;

resto a 100% = Al.

Le caratteristiche di detta lega sono sottoripor-
te :

- Caratteristiche tensili:

	R	Rp 0,2	A
Temperatura di prova	N/mm ²	N/mm ²	%
20°C	377	351	11
200°C	194	187	14
300°C	77	74	24



- Caratteristiche fisiche:

- Massa volumica : 2,71 Mg M⁻³

- Resistività elettrica a -196°C : 1,530 $\mu\Omega$ cm

Le caratteristiche meccaniche e fisiche delle tre
leghe sopra esemplificate soddisfano - come appare
evidente ad un tecnico del ramo - a quanto richiesto
per il loro impiego nella prima parete dei reattori
a fusione nucleare.

In più, dette leghe, denunciano una buona resisten-
za alla corrosione in ambiente umido, sia a tempera-
tura ambiente che a caldo (100 - 150°C), ed inoltre
presentano ottima saldabilità con tutte le tecnolo-
gie tipiche dell'alluminio, nonché buone doti di la-

vorabilità per l'ottenimento di semilavorati anche di forma complessa.

-9-

In relazione a quanto sopradescritto ed esemplificato le leghe realizzate secondo l'invenzione sono adatte ad essere utilizzate in componenti di apparecchiature nucleari, in particolare nella prima parete dei reattori a fusione nucleare, secondo gli scopi dell'invenzione stessa.

Rivendicazioni

1. Leghe d'alluminio caratterizzate dalla seguente composizione (quantità dei componenti espresse in % in peso):

- Mg da 0,2 a 4,0%
- V da 0,1 a 2,0%
- Altri eventuali componenti: in quantità totale inferiore a 1000 p.p.m.
- Al resto a 100%

2. Leghe di alluminio secondo la rivendicazione 1, caratterizzate dal fatto che contengono anche Si in quantità compresa fra 0,05 e 1% in peso.

3. Leghe di alluminio secondo la rivendicazione 2, in cui la quantità di Si è compresa fra 0,4 e 0,8 % in peso.

4. Leghe di alluminio, secondo la rivendicazione 1, in cui le quantità dei componenti sono (% in peso):



- Mg da 2,5 a 3,0%

- V da 0,1 a 0,5%

- Altri eventuali componenti: in quantità totale inferiore a 150 p.p.m.

- Al resto a 100%.

5. Leghe di alluminio secondo le rivendicazioni 1 e 2, in cui le quantità dei componenti sono(% in peso):

- Mg da 0,2 a 1%

- V da 0,5 a 2%

- Si da 0,2 a 1%

- Altri eventuali componenti: in quantità totale inferiore a 150 p.p.m.

- Al resto a 100%

6. Uso di leghe d'alluminio secondo le rivendicazioni da 1 a 5 in componenti di apparecchiature assoggettate nel loro impiego ad irraggiamento neutronico.

7. Uso di leghe d'alluminio secondo le rivendicazioni da 1 a 5 nella prima parete dei reattori a fusione nucleare.

Per "ALLUMINIO ITALIA S.p.A."

II Mandatario

Brevetti Europa s.r.l.

[Signature]
(Dr. Antonio Ferri)



l'Ufficiale Rogante
(Pietro [Signature])

