



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

UIBM

DOMANDA NUMERO	101996900517918
Data Deposito	14/05/1996
Data Pubblicazione	14/11/1997

Priorità	7-140099
Nazione Priorità	JP
Data Deposito Priorità	

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
G	01	N		

Titolo

METODO PER GIUDICARE LE PROPRIETA' DI GHISA FUSA.
--

DESCRIZIONE

del brevetto per Invenzione Industriale di

1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD., di nazionalità giapponese, a SHIZUOKA-KEN (GIAPPONE),
1157 NAGASAWA, SHIMIZU-CHO, SUNTOU-GUN, 2) NIPPON SUBLANCE PROBE ENGINEERING LTD.,
di nazionalità giapponese, a SHIZUOKA-KEN (GIAPPONE), 32 AKAIKE, TOYODA-CHO, IWATA-GUN
Inventori: TOSHITAKE Kanno, JUN Iwahashi, EIICHI Sahara, HIDETAKA Hiraoka, MAYUKI

Morinaka, TSUNEHARU Sugie, YASUSHI Kubota

TU 96A000396

** * *

La presente invenzione si riferisce ad un metodo per giudicare le proprietà di ghisa fusa e più in particolare ad un metodo per giudicare le proprietà di ghisa fusa prima della colata.

Le proprietà della ghisa non possono essere determinate misurando la sua composizione chimica, e poichè la ghisa è formata da grafite e acciaio, devono essere studiate con attenzione la distribuzione e la forma della grafite nella ghisa, la grafitizzazione ed altre.

Nella tecnica precedente, allo scopo di determinare la distribuzione della grafite nella ghisa ed altre, spesso la ghisa è stata sufficientemente raffreddata per trasformarla nello stato solido, la ghisa solidificata viene osservata al microscopio o con un apparecchio ad ultrasuoni per giudicare le proprietà della ghisa.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

Generalmente, d'altra parte, viene effettuata una prova di raffreddamento nel versare la ghisa fusa in uno stampo allo scopo di confermare se una porzione sottile o uno spigolo dello stampo viene trasformato in ghisa bianca oppure no.

Viene confermato che in un diagramma di equilibrio ferro-carbonio, la temperatura eutettica della grafite (temperatura eutettica stabilizzata) è 1153°C e la temperatura eutettica della cementite è 1147°C . Ognuna di queste temperature, tuttavia, presenta una temperatura ideale, ma queste temperature non vengono impiegate per giudicare le proprietà della ghisa fusa.

E' già noto nella tecnica che queste temperature eutettiche vengono modificate dal contenuto di silicio e cromo (Cr) nella ghisa. Se il contenuto di silicio nella ghisa viene aumentato, la temperatura eutettica della grafite viene aumentata e la temperatura eutettica della cementite viene diminuita, e d'altra parte, se il contenuto in cromo nella ghisa viene aumentato, la temperatura eutettica della cementite viene aumentata.

Quindi, nel misurare una curva di raffreddamento della ghisa fusa, si è studiato per giudicare le proprietà della ghisa secondo le

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)

temperature eutettiche, eutettica della grafite e eutettica della cementite della ghisa fusa.

Nella tecnica precedente, vi è un metodo per determinare le proprietà della ghisa utilizzando una sua curva di raffreddamento in cui si aggiunge tellurio (Te) alla ghisa fusa in modo da solidificarla in forma di trasformazione eutettica della cementite, e il contenuto in carbonio (C) e silicio (Si) nella ghisa utilizzando una curva di raffreddamento della ghisa fusa vengono ripetitivamente misurati dalla curva di raffreddamento della trasformazione eutettica di cementite.

Secondo il precedente metodo, nel caso in cui tutti i componenti chimici nella ghisa fusa diversi dal carbonio e dal silicio comprendenti elementi in traccia non siano stati cambiati, i contenuti in carbonio e in silicio nella ghisa fusa possono essere ottenuti dal metodo per misurare la sua temperatura eutettica della cementite. Se i componenti chimici nella ghisa fusa, viceversa, vengono leggermente modificati, è molto difficile giudicare i contenuti in carbonio e silicio, poiché la temperatura eutettica della cementite viene modificata insieme con la variazione dei componenti

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

nella ghisa fusa.

Nel metodo per misurare la temperatura eutettica della cementite di ghisa fusa, si ottiene un equivalente di carbonio ($CE = C + 1/3 Si$) da una sua temperatura di cristallizzazione primaria, e quindi il contenuto in silicio viene ottenuto dalla temperatura eutettica della cementite e perciò è impossibile analizzare il contenuto in manganese (Mn) nella ghisa fusa.

Poichè le proprietà della ghisa dipendono dai componenti e dalla velocità di raffreddamento, anche se i componenti sono gli stessi, il numero di cellule eutettiche, il ritiro, la resistenza e la durezza della ghisa vengono generalmente misurati mediante parecchie prove dopo che la ghisa fusa è stata solidificata.

In considerazione di quanto precede, uno scopo principale dell'invenzione è quello di provvedere un metodo per giudicare le proprietà della ghisa fusa prima di colata in uno stampo.

Un ulteriore scopo dell'invenzione è quello di provvedere un metodo per giudicare le proprietà della ghisa fusa considerando la variazione della temperatura eutettica della cementite, la temperatura eutettica della grafite e la temperatura

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

di solidificazione eutettica della ghisa fusa.

Secondo l'invenzione, il metodo per giudicare le proprietà di ghisa fusa consiste nell'utilizzare tre recipienti di campionatura per effettuare una analisi termica della ghisa fusa, nell'aggiungere un additivo per favorire il raffreddamento nel primo recipiente di campionatura e versando la ghisa fusa nel primo recipiente di campionatura per misurare la temperatura eutettica della cementite (TEC), nel misurare la temperatura di solidificazione eutettica della ghisa fusa versata nel secondo recipiente di campionatura senza aggiunta di additivo, nel misurare la temperatura eutettica della grafite (TEG) della ghisa fusa versata nel terzo recipiente di campionatura nel quale si è aggiunto un grafitizzatore, e nell'esaminare la relazione tra la precedente temperatura eutettica della cementite (TEC) e la temperatura eutettica della grafite (TEG) rispetto al cambiamento della precedente temperatura eutettica della ghisa fusa.

Secondo l'invenzione, da circa 0,2 a 1,0% in peso di tellurio (Te) viene introdotto nel primo recipiente di campionatura come additivo per favorire l'effetto di raffreddamento. E' possibile sostituire selenio (Se), bismuto (Bi) e cromo (Cr) a

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

circa il 50% in peso di tellurio che deve essere aggiunto.

In questo caso, se il contenuto di silicio nella ghisa fusa è inferiore al 30% in peso, viene sostanzialmente ridotta la capacità di grafitizzazione. D'altra parte, se il contenuto di silicio nella ghisa fusa è maggiore del 97% in peso, viene diminuita la capacità di grafitizzazione. Sebbene il carbonio sia una sostanza efficace per la grafitizzazione della ghisa fusa, se il contenuto di carbonio è inferiore al 30% in peso, la capacità di grafitizzazione viene ridotta.

L'invenzione viene illustrata a titolo di esempio nei disegni allegati che fanno parte di questa domanda, nei quali:

la figura 1 rappresenta una illustrazione schematica di tre recipiente di campionatura e di un apparecchio per tracciare una curva di raffreddamento;

la figura 2 è un diagramma che spiega una curva di raffreddamento di ghisa fusa ottenuta dai recipienti di campionatura e dall'apparecchio illustrati nella figura 1;

la figura 3 è un diagramma che illustra una relazione della differenza di temperatura (ΔT) tra

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

la temperatura eutettica massima (TEM) e la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) a causa della variazione del contenuto di cromo (Cr) in ghisa fusa e della profondità di raffreddamento;

la figura 4 è un diagramma che illustra la relazione della differenza di temperatura (ΔT) tra la temperatura eutettica di superraffreddamento minima (TES) e la temperatura eutettica della cementite (TEC) dovuta alla variazione del contenuto di cromo (Cr) nella ghisa fusa e della profondità di raffreddamento;

la figura 5 è un diagramma che illustra la relazione $\Delta T_1/T_3$ dovuta a variazione del cromo nella ghisa fusa e della profondità di raffreddamento;

la figura 6 è una microfotografia che illustra la struttura formata da ghisa fusa avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,73 che viene versata nel secondo recipiente di campionatura in cui non si introduce additivo;

la figura 7 è una microfotografia illustrante la struttura della ghisa formata da ghisa fusa avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,56 quando viene versata nel secondo recipiente di campionatura in.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

cui non è stato introdotto additivo;

la figura 8 è una microfotografia illustrante la struttura della ghisa formata da ghisa fusa avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,25 che viene versata nel secondo recipiente di campionatura nel quale non è stato introdotto additivo; e

la figura 9 è una microfotografia illustrante la struttura della ghisa formata da ghisa fusa avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,10 che viene versata nel secondo recipiente di campionatura nel quale non è stato introdotto additivo.

L'invenzione verrà ora spiegata in maggiore dettaglio con riferimento ai disegni.

Come illustrato nella figura 1, tre recipienti di campionatura, cioè il primo, il secondo e il terzo recipiente 1, 2 e 3 contenenti una termocoppia convenzionale 4, vengono rispettivamente collegati ad un registratore della curva di raffreddamento 7, quale un misuratore CE convenzionale.

Come uno degli additivi modificatori della struttura, una piccola quantità di tellurio (Te) viene collocata nel primo recipiente 1, mentre il secondo recipiente 2 è privo di additivo e 75% in peso di ferro-silicio 6 viene collocato nel terzo recipiente 3.

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)

Vengono preparati i seguenti cinque campioni della ghisa fusa contenente carbonio (C), silicio (Si), magnesio (Mn) e cromo (Cr):

Campione I: 3,1% di carbonio (C), 1,6% di silicio (Si), 0,75% di manganese (Mn) e 0,12% di cromo (Cr);

Campione II: 3,1% di C, 1,7% di Si, 0,75% di Mn e 0,37% di Cr;

Campione III: 3,1% di C, 1,6% di Si, 0,75% di Mn e 0,63% di Cr;

Campione IV: 3,1% di C, 1,6% di Si, 0,75% di Mn e 0,91% di Cr; e

Campione V: 3,1% di C, 1,6% di Si, 0,75% di Mn e 1,38% di Cr.

Utilizzando un misuratore CE convenzionale e i recipienti di campionatura 1, 2 e 3 e l'apparecchio 7 secondo l'invenzione, viene misurata la diminuzione di ognuno dei campioni I-V e viene rispettivamente studiata la relazione tra la profondità di raffreddamento e la curva di raffreddamento di ognuno dei campioni.

La curva di raffreddamento ottenuta dal campione versato nel secondo recipiente di campionatura 2 in cui non è contenuto additivo, viene illustrata come linea tratteggiata 9 nella

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)

figura 2.

In questa curva di raffreddamento 9, la differenza di temperatura (ΔT) tra la temperatura di solidificazione eutettica massima (TEM) e la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) della ghisa fusa è una convenzionale e generalmente viene considerato che questa differenza di temperatura (ΔT) sia in relazione con la profondità di tempra.

Secondo la curva di raffreddamento 9 illustrata nella figura 2, la differenza di temperatura (ΔT) tra la temperatura di solidificazione eutettica massima (TEM) e la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) di ognuno dei campioni I-V può essere tracciata come illustrato nella figura 3. Dalla figura 3, si può riconoscere che non vi è una relazione tra la differenza di temperatura (ΔT) e la profondità di tempra.

Una curva di raffreddamento 10 nella figura 2 illustra la temperatura eutettica della cementite (TEC) ottenuta dalla fusione di ghisa versata nel primo recipiente di campionatura 1 in cui è contenuto tellurio (Te).

Nella figura 2, la differenza di temperatura tra la temperatura di superraffreddamento eutettico

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

minima (TES) nella curva di raffreddamento 8 e la temperatura eutettica della cementite (TEC) nella curva di raffreddamento 10 viene indicata con ΔT_1 .

La differenza di temperatura (ΔT_1) e la profondità di raffreddamento di ognuno dei campioni I-V può essere tracciata come illustrato nella figura 4.

Dalla figura 4 si può apprezzare che quando il contenuto di cromo in ognuno dei campioni è in una quantità uguale, la differenza di temperatura (ΔT_1) tra la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) ha una buona relazione con la profondità di raffreddamento, mentre se il contenuto di cromo nella ghisa fusa viene modificato, la relazione tra la differenza di temperatura (T_1) e la profondità di raffreddamento viene deteriorata.

Inoltre, dalle curve di raffreddamento ottenute dai recipienti di campionatura 1, 2 e 3, si può riconoscere che secondo la relazione tra la differenza di temperatura (ΔT_3) tra la temperatura eutettica della grafite (TEG) e la temperatura eutettica della cementite (TEC) e la differenza di temperatura (ΔT_1) tra la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) e la temperatura eutettica della cementite (TEC), i

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

valori ($\Delta T_1/\Delta T_3$) hanno una relazione stretta tra loro.

La figura 5 illustra una relazione tra la profondità di raffreddamento ottenuta impiegando un provino di raffreddamento e valori ($\Delta T_1/\Delta T_3$).

Se il contenuto di cromo nella ghisa fusa viene modificato, la relazione tra la differenza di temperatura (ΔT_1) tra la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) e la temperatura eutettica della cementite (TEC) e la profondità di raffreddamento non risulta in buona condizione, mentre impiegando la precedente relazione ($\Delta T_1/\Delta T_3$), la relazione tra questa e la profondità di raffreddamento risulta migliorata.

Come risultato della ricerca, la struttura della ghisa ottenuta dal terzo recipiente di campionatura 3 in cui è contenuto il 75% di ferro-silicio, tutto il tipo di grafite è nel tipo A.

Di conseguenza, come illustrato nelle figure 6, 7 e 8, si può riconoscere che vi è una relazione rilevante tra i valori $\Delta T_1/\Delta T_3$, i tipi di grafite e la distribuzione di grafite nella ghisa.

Nei disegni che illustrano la microstruttura della ghisa, la figura 6 illustra la struttura avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,73, e la figura 7

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

illustra la struttura avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,56, la figura 8 illustra la struttura avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,25 e la figura 9 illustra la struttura avente un valore $\Delta T_1/\Delta T_3$ di 0,10, rispettivamente.

Le proprietà di queste strutture, il tempo di diminuzione, il valore $\Delta T_1/\Delta T_3$, il tipo di grafite, la resistenza, la durezza, il ritiro, il contenuto di carburo e il numero di cellule eutettiche vengono riportati nella tabella I.

Tabella I

Diminu- zione (minuti)	$\Delta T_1/\Delta T_3$	Tipo di grafite	Resistenza (N/mm ²)	Durezza (HB)	Ritiro	Carburo (%)	Numero di cellule eu- tettiche (/cm ²)
0	0.73	A	311	201	Si	0	145
5	0.56	E	290	201	No	0	125
15	0.25	D	248	223	No	0.1	95
25	0.10	D	277	235	No	1.2	81

Dalla microstruttura illustrata nelle figure da 6 a 9, si è in grado di comprendere che se i

valori $\Delta T_1 / \Delta T_3$ sono più vicini a 1, la grafite distribuita nella ghisa è del tipo A, mentre viceversa se i valori $\Delta T_1 / \Delta T_3$ sono più vicini a 0, la grafite non è distribuita uniformemente nella ghisa.

Inoltre, è evidente dalle figure da 6 a 9 e dalla precedente tabella I, che se il tipo di grafite diminuisce, la resistenza della ghisa e il numero di cellule eutettiche vengono ridotti.

Nel caso in cui il valore $\Delta T_1 / T_3$ sia 0,25, la durezza della ghisa viene aumentata per la ragione che vi viene formata una piccola quantità di carburo, e nel caso in cui il valore T_1 / T_3 sia 0,10, viene confermata l'esistenza di carburo nella struttura.

Da quanto precede, si trova che il valore $\Delta T_1 / \Delta T_3$ e il numero di cellule eutettiche sono strettamente correlati l'uno con l'altro.

In conseguenza di quanto precede, anche se i valori $\Delta T_1 / \Delta T_3$ vengono scelti utilizzando la differenza di temperatura (ΔT_2) tra la temperatura di solidificazione eutettica massima (TEM) e la temperatura eutettica della cementite (TEC) non è necessario considerare la relazione tra le due in quanto la temperatura di solidificazione eutettica

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

massima non è la stessa della temperatura eutettica della grafite (TEG). La posizione della temperatura di solidificazione eutettica massima (TEM) tra la temperatura eutettica della cementite (TEC) e la temperatura eutettica della grafite (TEG) può essere rappresentata dall'area nel lato della temperatura eutettica della cementite (TEC) e dall'area nel lato della temperatura eutettica della grafite (TEG).

Inoltre, è possibile giudicare le proprietà della ghisa fusa esaminando la temperatura di cristallizzazione primaria (T_r), l'equivalente di carbonio, la differenza di temperatura (ΔT) tra la temperatura eutettica massima (TEM) e la temperatura di superraffreddamento eutettico minima (TES) e la relazione tra la temperatura e il tempo nella solidificazione eutettica della ghisa fusa.

Come definito in quanto precede, le proprietà della ghisa fusa possono essere giudicate prima della sua colata in uno stampo nella prova in fonderia.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

RIVENDICAZIONI

1. - Metodo per giudicare le proprietà di ghisa fusa, consistente nel:

(a) misurare la temperatura eutettica della cementite (TEC) di ghisa fusa versata in un primo recipiente di campionatura in cui è contenuto un agente di raffreddamento;

(b) misurare una temperatura di solidificazione eutettica di ghisa fusa versata in un secondo recipiente di campionatura privo di additivo;

(c) misurare una temperatura eutettica della grafite (TEG) di ghisa fusa versata in un terzo recipiente di campionatura in cui è contenuto un grafitizzatore;

(d) esaminare la relazione tra la temperatura eutettica della cementite (TEC) e la temperatura eutettica della grafite (TEG) entro la gamma della variazione della temperatura di solidificazione eutettica della ghisa fusa.

2. - Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui ghisa fusa viene versata in ognuno del primo, secondo e terzo recipiente di campionatura, simultaneamente.

3. - Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui l'agente di raffreddamento viene scelto dalla classe

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)

costituita da tellurio, selenio, bismuto e cromo.

4. - Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui l'agente di raffreddamento è costituito da almeno tellurio, selenio, bismuto o cromo.

5. - Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il grafitizzatore contiene da circa 30 a 97% in peso di silicio.

6. - Metodo secondo la rivendicazione 1, in cui il grafitizzatore contiene circa 30% in peso di carbonio.

p.i.: 1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD., 2) NIPPON SUBLANCE PROBE
ENGINEERING LTD.

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)

CERBARO Elena
(Iscrizione Albo nr. 426)



FIG. 1

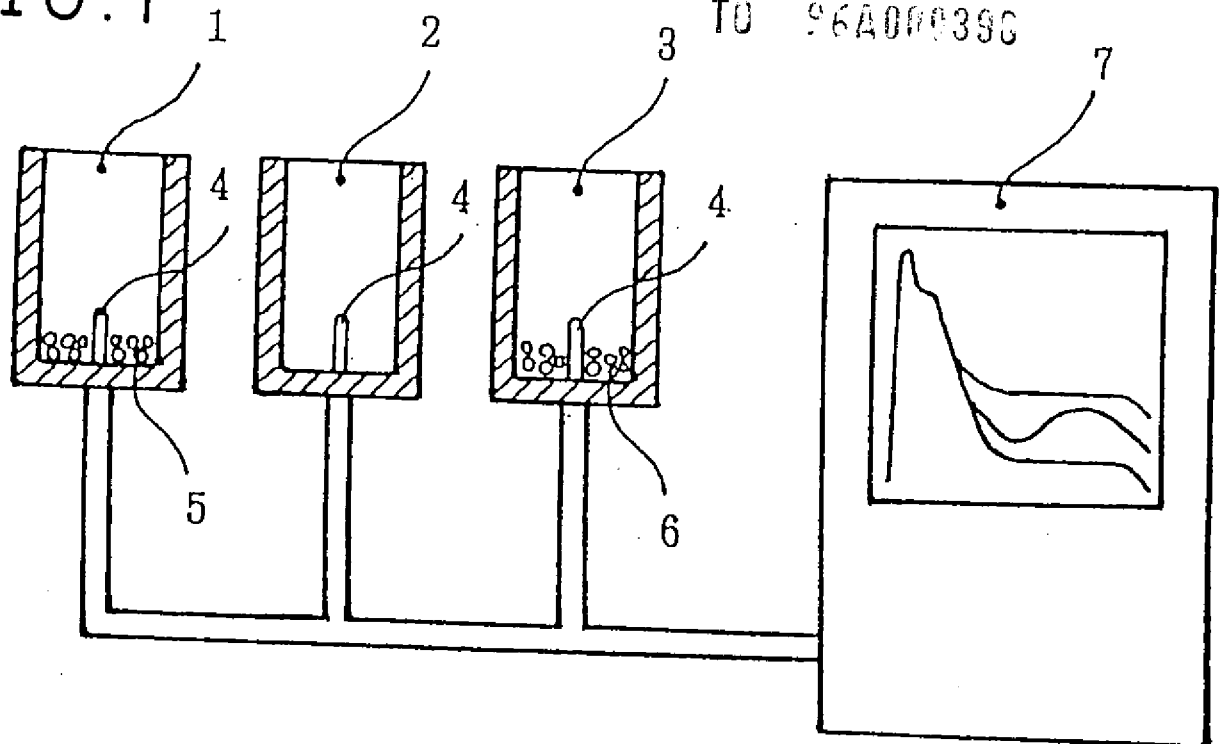
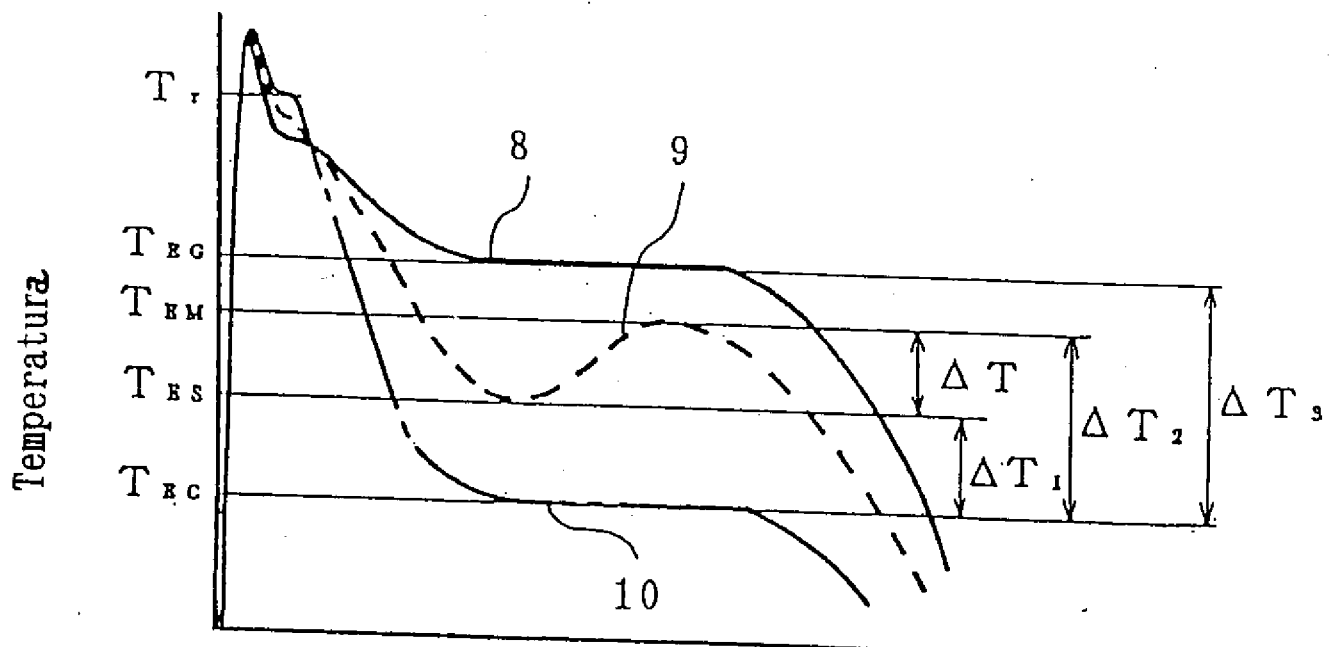


FIG. 2



p.i.: 1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD.,
2) NIPPON SUBLANCE PROBE ENGINEERING LTD.

Tempo

CERBARO Elettro
(iscrizione Albo nr. 426)



FIG. 3

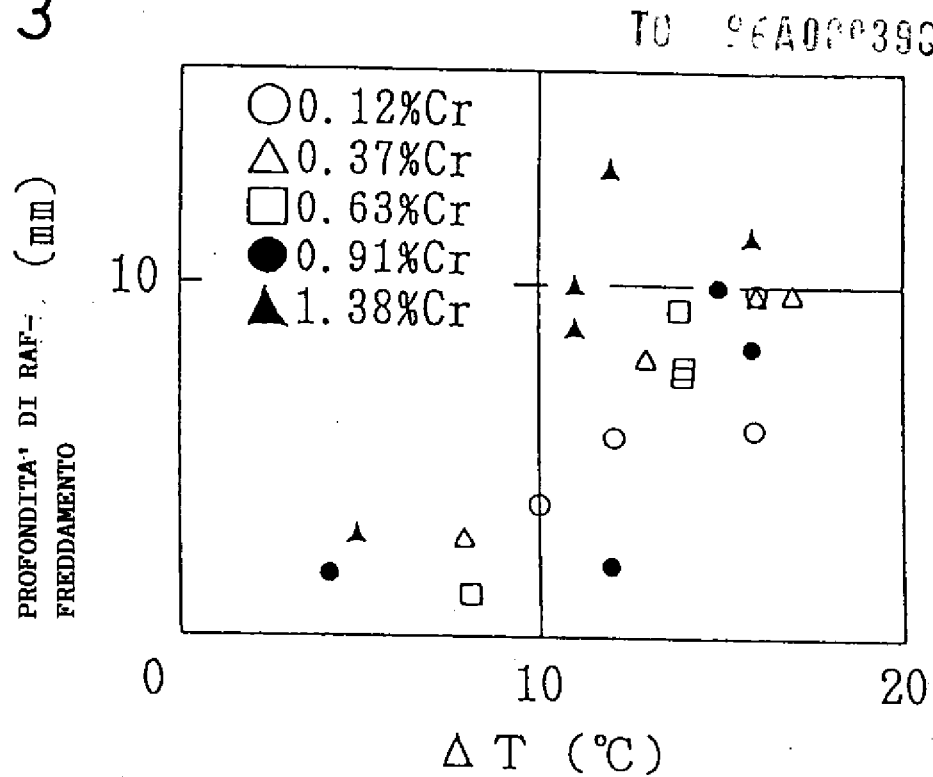


FIG. 4

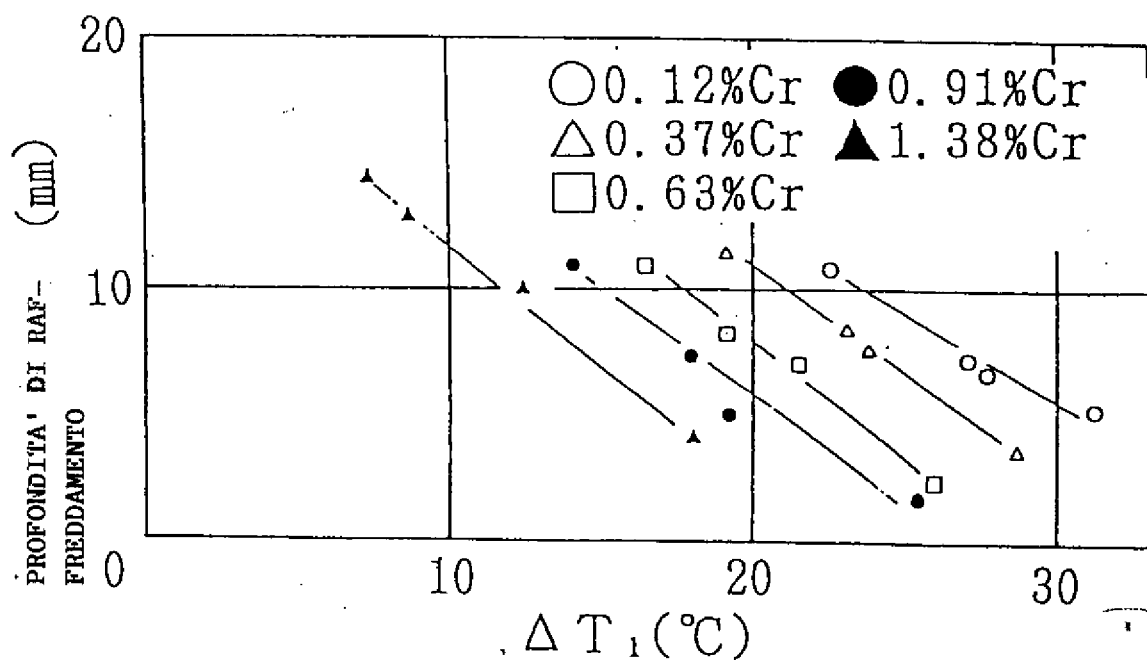


FIG.5

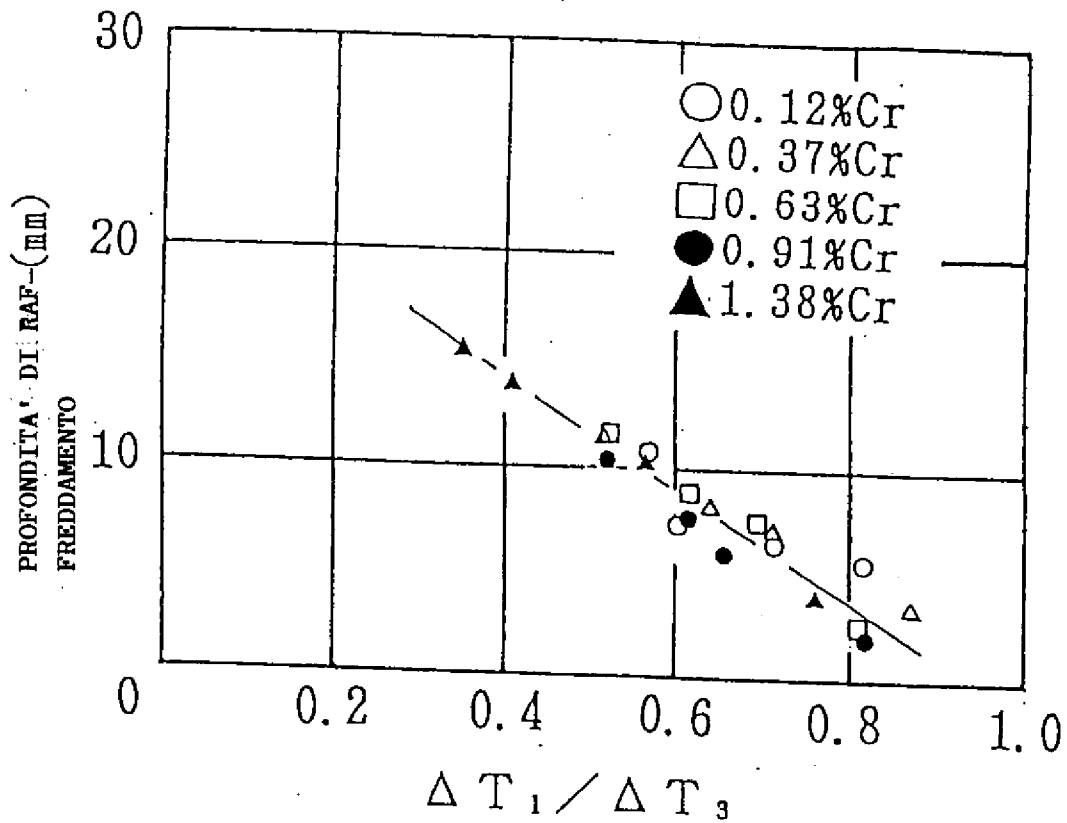


FIG.6



p.i.: 1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD, 2) NIPPON SUBLANCE PROBE ENGINEERING LTD.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)

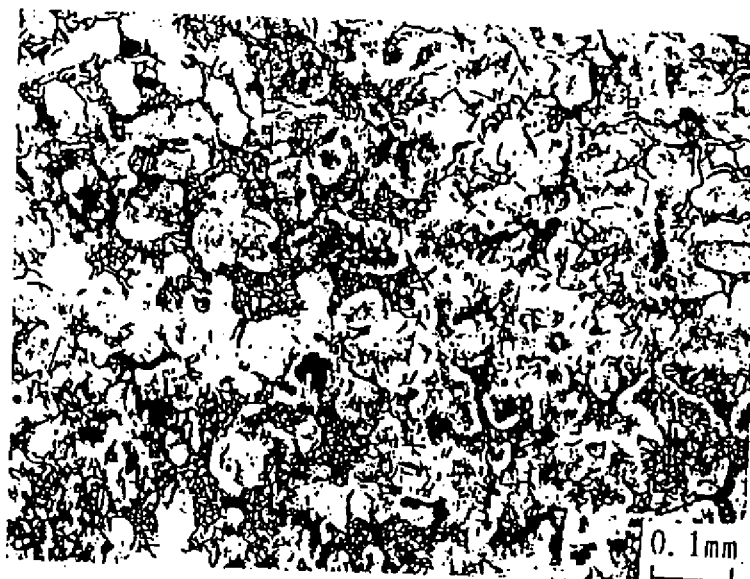


TO 96A000390

FIG.7



FIG.8



p.i.: 1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD., 2) NIPPON SUBLANCE PROBE ENGINEERING LTD.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 426)



TO 50A000396

FIG.9



p.i.: 1) KIMURA FOUNDRY CO., LTD., 2) NIPPON SUBLANCE PROBE ENGINEERING LTD.

CERBARO Elena
(iscrizione Albo nr. 4261)

