



(12) **PATENT**

(11) **341920**

(13) **B1**

NORGE

(19) NO

(51) Int Cl.

C21C 1/10 (2006.01)

C22C 33/08 (2006.01)

B22D 27/20 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20056038	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2004.05.13 PCT/FR2004/01167
(22)	Inng.dag	2005.12.19	(85)	Videreføringsdag	2005.12.19
(24)	Løpedag	2004.05.13	(30)	Prioritet	2003.05.20, FR, 03 06033
(41)	Alm.tilgj	2005.12.19			
(45)	Meddelt	2018.02.19			
(73)	Innehaver	Ferropem, 517, avenue de la Boisse, FR-73000 CHAMBERY, Frankrike			
(72)	Oppfinner	Thomas Margaria, 182, rue Pierre Basseur, FR-73000 CHAMBERY, Frankrike			
		Roland Siclari, 5, rue Myrthil Dupont, FR-54340 POMPEY, Frankrike			
(74)	Fullmektig	TANDBERG INNOVATION AS, Postboks 1570 Vika, 0118 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Inokuleringsprodukter omfattende vismut og sjeldne jordarter			
(56)	Anførte publikasjoner	FR 2511044 A1, EP 0816522 A1			
(57)	Sammendrag				

Oppfinnelsen vedrører en inokulantblanding for behandling av smeltet støpejern, omfattende 5-75 vekt% av en ferrosisiumlegering av type A, hvor $Si/Fe > 2$, inneholdende 0,005-3 vekt% sjeldne jordarter, 0,005-3 % vismut, bly og/eller antimon og mindre enn 3 % kalsium, med et forhold $(Bi+Pb+Sb)/TR$ på mellom 0,9 og 2,2, og 25-95 % av minst én legering av type B, basert på silisium eller ferrosilisium, slik at $Si/Fe > 2$, inneholdende kalsium i et slikt nivå at den totale mengde av kalsium i blandingen er fra 0,3-3 %. De ovennevnte blandinger har en god granulomefrisk stabilitet over tid, og tilveiebringer en effektiv inokulering av støpestykker, særhg av tynne stykker.

Oppfinnelsens område

Oppfinnelsen vedrører behandling i væskeformig tilstand (smelte) av støpejern som er tiltenkt for fremstilling av tynne støpestykker for hvilke det er ønskelig å fremskaffe en struktur som er fri for jernkarbider, og mer bestemt inokulantprodukter som er basert på ferrosilisium og som inneholder vismut, bly og/eller antimon, og også sjeldne jordarter.

Kjent teknikk

Støpejern er en jern-karbonlegering som er velkjent og i utstrakt bruk for fremstilling av støpestykker. Det er kjent at for å fremskaffe gode mekaniske egenskaper i disse støpestykkene, er det nødvendig til slutt å fremskaffe en jern/grafittstruktur, samtidig som man så langt det er mulig unngår dannelse av jernkarbider av Fe_3C -typen, som gjør legeringen sprø.

Grafitten i støpestykkene av støpejern kan være tilstede enten i lamellær form (grått støpejern eller lamellært grafittstøpejern som benevnes LG-støpejern) eller i form av kuler (kulegrafittstøpejern eller SG-støpejern). Grått støpejern har vært kjent i lengst tid, og brukes til fremstilling av støpestykker. På grunn av sin lave seighet, hvilket skyldes tilstedeværelsen av lamellær grafitt, er grå grafitt anvendelig kun for støpestykker som ikke er høyt påkjent, mens kulegrafittstøpejern, helt fra det ble oppdaget i 1945, har funnet mange applikasjoner for mekaniske deler som er høyt påkjent.

Uansett om man bruker LG-støpejern eller SG-støpejern, er det tekniske mål for støperiarbeideren å stimulere til fremkomst av grafitt under størkning av væskedannet (smeltet) støpejern, og det er velkjent at jo raskere størkningen av støpejernet skjer, jo høyere er faren for at karbonet som befinner seg i støpejernet fremkommer i form av jernkarbid Fe_3C . Dette forklarer den vanskelighet man møter på ved fremstilling av tynne støpestykker som inneholder lite jernkarbid.

For å løse problemet må det væskedannede støpejernet gjennomgå det som kalles en inokuleringsbehandling ved tilsetning av en ferrolegering, generelt ferrosilisium, som, så snart det er blitt oppløst, forårsaker at efemerale krystallasjonskim opptrer lokalt, idet disse kim fremmer utfelling av det som kalles primær grafitt, idet denne er det første faststoff som opptrer i det væskedannede medium.

Virkingen av inokulantene kan bestemmes enten gjennom dybden av bråkjølingsherding, målt på et standardisert teststykke for bråkjølingsherding, eller gjennom tettheten av de krystallasjonskim som er dannet i det væskedannede støpejern. Denne tettheten kan bestemmes ved å utsette støpejernet for en nodulærisasjonsbehandling slik at, under størkning, grafitten fremkommer i nodulær form, og således, ved mikrografisk undersøkelse av de støpestykker som er fremkommet, vil gi en tetthet av noduler som korresponderer til tettheten av kim.

Blant de mest virkningsfulle av inokulantene ifølge kjent teknikk, skal det særlig nevnes de legeringer som selges under handelsnavnet "Sphérix" som er beskrevet i patentene FR 2 511 044 (Nobel-Bozel) og EP 0 816 522 i navnet til søkeren. Disse legeringer inneholder ca. 72 % silisium, 0,8-1,3 % vismut, 0,4-0,7 % sjeldne jordarter, ca. 1,5 % kalsium og 1 % aluminium, regnet ut fra vekt, idet resten er jern.

Disse legeringene er særlig godt egnet til behandling av støpejern som er tiltenkt for fremstilling av støpestykker som har deler med liten tykkelse; i de tynne områder er det imidlertid funnet at det er en økning i tettheten av grafittnoduler, hvilket forringer den strukturelle homogenitet i støpestykkene.

Den mekaniske oppførsel og stabiliteten til legeringene av denne type kan imidlertid innebære noen problemer. Dette er fordi de i den faste tilstand uunngåelig inneholder en Bi_2Ca_3 -fase som samles opp ved korn grensene for FeSi-fasen. Ettersom denne fase er en intermetallisk forbindelse som reagerer ved kontakt med vann, er den tilbøyelig til å spaltes hvis legeringen utsettes for atmosfærisk fuktighet. Kornnedbrytning av legeringen observeres da, idet det dannes tallrike fine partikler, typisk mindre enn 200 μm i størrelse. Den valgfrie tilsetning av strontium eller barium til legeringen øker kun denne tendensen.

Patent EP 0 816 522 har frembragt en løsning på dette problem ved tilsetning av 0,3-3 % magnesium til legeringen, idet dette har den effekt at det bringer vismuten i en Bi-Ca-Mg ternær fase som er mer stabil i forhold til vann enn Bi_2Ca_3 -fasen. Eksperimenter har bekreftet at legeringer av "Sphérex"-typen som er dopet ved tilsetning av magnesium virkelig oppviser bedre kornstabilitet enn legeringer uten magnesium. Noen få tilfeller av dårlig kornoppførsel over tid har imidlertid blitt påtruffet, uten at noen bestemt årsak er blitt identifisert.

Hensikten med oppfinnelsen er å avhjelpe disse ulemper og å tilveiebringe inokulanter som er mer virkningsfulle og oppviser bedre kornstabilitet over tid enn inokulantene ifølge kjent teknikk.

Oppfinnelsens gjenstand

I henhold til den foreliggende oppfinnelse er det tilveiebrakt en inokulantblanding for behandling av væskeformig støpejern som angitt i krav 1, og anvendelse av inokulantblandingen som angitt i krav 18.

Oppfinnelsens gjenstand er en inokulantblanding for behandling av væskedannet støpejern, bestående av 5-75 vekt% av minst én legering av type A basert på ferrosilisium, slik at $\text{Si}/\text{Fe} > 2$, inneholdende, ut fra vekt, 0,005-3 % sjeldne jordarter (rare earths, RE), 0,005-3 % vismut, bly og/eller antimon, og mindre enn 3 % kalsium, med et $(\text{Bi}+\text{Pb}+\text{Sb})/\text{RE}$ -forhold på mellom 0,9 og 2,2 og av 25-95 % av minst én legering av type B basert på silisium eller ferrosilisium, slik at $\text{Si}/\text{Fe} > 2$, inneholdende kalsium med et slikt innhold at det totale kalsiuminnhold i blandingen er mellom 0,3 og 3 %.

Legering A kan også inneholde magnesium, med et innhold på mellom 0,3 og 3 %. Vismutinnholdet i legering A er fortrinnsvis mellom 0,2 og 0,6 %, og dens kalsiuminnhold er fortrinnsvis mindre enn 2 %, og mer foretrukket mindre enn 0,8 %. Lantan representerer fortrinnsvis mer enn 70 % av den totale masse av de sjeldne jordarter i legering A. Legering B inneholder fortrinnsvis mindre enn 0,01 % vismut, bly og/eller antimon. Det totale kalsium i blandingen er fortrinnsvis tilveiebragt av legering B for én del på mellom 75 og 95 %, og mer foretrukket mellom 80 og 90 %. Det totale vismutinnhold i blandingen er fortrinnsvis mellom 0,05 og 0,3 %, dens totale innhold av sjeldne jordarter er mellom 0,04 og 0,15 %, og dens totale oksygeninnhold er mindre enn 0,2 %.

Beskrivelse av oppfinnelsen

Med et fokus rettet mot å forbedre kornstabiliteten i sine produkter og deres oppførsel over tid, har forsøk utført av søkeren overraskende vist fordelene ved å erstatte legeringer av "Sphérix"-typen med en blanding av legeringer, hvilket fører til en praktisk talt identisk samlet sammensetning som på den ene side inneholder en legering A av den samme type, fortrinnsvis med et lavere kalsiuminnhold, typisk mindre enn 2 % eller til og med mindre enn 0,8 %, og, på den annen side, en legering B av ferrosilisiumtypen med et silisiuminnhold på fortrinnsvis mellom 70 og 80 %, inneholdende praktisk talt intet, typisk mindre enn 0,01 %, vismut, men som derimot har et høyere kalsiuminnhold på en slik måte at blandingen av disse to legeringer igjen gir sammensetningen til en konvensjonell legering.

Legering B kan også være en silisium-kalsiumlegering med et silisiuminnhold på mellom 54 og 68 % og et kalsiuminnhold på mellom 25 og 42 %.

Blandingene kan være i form av korn med en størrelse som er mindre enn 7 mm, eller et pulver med en partikkelstørrelse som er mindre enn 2,2 mm.

Hva angår kornstabilitet, har det blitt bekreftet at denne type blanding er en mer virkningsfull løsning enn det som er beskrevet i EP 0 816 522, ettersom den sørger for at kornene er stabile over tid. Særlig er det mulig å sørge for at en kornnedbrytningsfaktor, definert som den massefraksjon under 200 μm som fremkommer i løpet av 24 timer i kontakt med vann, er mindre enn 10 % og fortrinnsvis mindre enn 5 %, selv etter en lagringstid på mer enn 1 år, noe legeringen ifølge kjent teknikk absolutt ikke er i stand til.

I tillegg har det ganske uventet blitt funnet at inokulabiliteten av blandingen var vesentlig høyere enn for legeringen med ekvivalent sammensetning, til det punkt at inokulering av støpejernet kunne utføres med en vesentlig lavere mengde av aktive elementer - vismut og sjeldne jordarter - enn det som ble brukt ved inokulasjon som var implementert med den konvensjonelle legering. Det er også blitt observert at den ulike inokulabilitet mellom en blanding og en legering med ekvivalent sammensetning er mer uttalt jo lavere vismutinnholdet er.

Nå, siden legeringer av "Sphérix"-typen er særlig designet for behandling av støpejern som brukes til fremstilling av tynne støpestykker, er det fordelaktig å bruke en legering med et relativt lavt vismutinnhold, for å hindre en økning i tettheter av grafittnoduler i de tynne områder, uten at dette reduserer legeringens inokulabilitet.

5 Således, med et vismutinnhold på under 0,6 %, gir inokulantblandingen grunnere bråkjølingsherdingsdybder enn legeringen, og hindrer en overdrevent stor økning i tettheten av grafittnoduler i de tynneste seksjoner av støpestykkene.

Eksempler

10 **Eksempel 1**

Ti satser av inokulantlegeringer av "Sphérix"-typen, med en sammensetning (i vekt%) som er angitt i tabell 1, ble fremstilt i kornområdet 0,2-0,7 mm:

Tabell 1

Sats	Si	Ca	Al	Bi	RE	Mg
A	74,5	1,17	0,87	1,15	0,62	
B	73,9	1,15	0,91	1,16	0,63	1,05
C	84,3	1,18	0,85	0,61	0,30	
D	73,7	1,17	0,82	1,14	0,60	0,25
E	74,7	0,23	0,82	1,14	0,60	0,25
F	72,7	1,21	0,84	0,29	0,15	
G	73,1	0,17	0,67	0,30	0,16	0,21
H	73,8	1,55	0,71			
I	74,5	2,25	0,86			
J	66,3	1,65	0,82	0,75 (Ba)	0,82 (Zr)	

15 Fra disse produkter ble det følgende fremstilt:

- inokulantblanding K inneholdende 500 g av E og 500 g av I;
- inokulantblanding L inneholdende 250 g av E og 750 g av H;
- inokulantblanding M inneholdende 125 g av E og 875 g av H;
- inokulantblanding N inneholdende 50 g av E og 950 g av H;
- 20 - inokulantblanding O inneholdende 125 g av E og 875 g av J; og
- inokulantblanding P inneholdende 50 g av E og 950 g av J.

Eksempel 2

En partikkelstørrelsesanalyse ble utført på prøver tatt fra satser A-F, K og L før og etter direkte kontakt med vann ved 20°C i 24 timer. Vektprosentandelen av korn med mindre størrelse enn 200 µm er angitt i tabell 2:

Tabell 2

Prøve	A	B	C	D	E	F	G	K	L
Initial	3	2,5	3	2,5	2,5	2,5	2	2	2
Etter 24 timer	67	24	56	14	8	48	5	6	3,5

Eksempel 3

En charge av nytt støpejern ble smeltet i en induksjonsovn og behandlet med Tundish Cover prosessen ved bruk av en legering av FeSiMg-typen inneholdende 5 % Mg, 1 % Ca og 0,56 % sjeldne jordarter, med en dose på 25 kg pr. 1600 kg støpejern.

Sammensetningen av dette væskedannede støpejernet var:

C = 3,5 %; Si = 1,7 %; Mn = 0,08 %; P = 0,02 %; S = 0,003 %.

Dette støpejernet ble stråleinokulert ved hjelp av inokulantlegering B som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern. Det ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, som i en perpendikulær posisjon hadde ribber med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoduler var 487/mm² i kjernen av det 24 mm tykke området, 1076/mm² i kjernen av det 6 mm tykke området og 1283/mm² i kjernen av det 2 mm tykke området.

Eksempel 4

Det forrige eksempel ble gjentatt, ved stråleinokulering av støpejernet ved hjelp av en inokulantlegering B som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

Det væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate som hadde en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde ribber med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoduler var 304/mm² i kjernen av det 24 mm tykke området, 631/mm² i kjernen av det 6 mm tykke området og 742/mm² i kjernen av det 2 mm tykke området.

Eksempel 5

Forsøket i eksempel 3 ble gjentatt under de samme betingelser, men støpejernet ble stråleinokulert ved hjelp av inokulantlegering G som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoder var $209/\text{mm}^2$ i kjernen av det 24 mm tykke området, $405/\text{mm}^2$ i kjernen av det 6 mm tykke området og $470/\text{mm}^2$ i kjernen av det 2 mm tykke området.

I disse eksemplene 3, 4 og 5 ble det funnet at virkningen av inokulanten minker raskt med dens vismutinnhold, og at strukturen i støpejern som ble fremskaffet alltid er finere i de tynnere seksjoner.

10 **Eksempel 6**

Forsøket i eksempel 3 ble gjentatt under samme betingelser, men støpejern ble stråleinokulert ved hjelp av inokulantblanding K som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

15 Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoder var $343/\text{mm}^2$ i kjernen av det 24 mm tykke området, $705/\text{mm}^2$ i kjernen av det 6 mm tykke området og $828/\text{mm}^2$ i kjernen av det 2 mm tykke området.

20 **Eksempel 7**

Forsøket i eksempel 4 ble gjentatt under de samme betingelser, men støpejern ble stråleinokulert ved hjelp av inokulantblanding L som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

25 Det væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate som hadde en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde finner som var 6 og 2 mm tykke.

Den observerte tetthet av grafittnoder var $269/\text{mm}^2$ i kjernen av det 24 mm tykke området, $518/\text{mm}^2$ i kjernen av det 6 mm tykke området og $600/\text{mm}^2$ i kjernen av det 2 mm tykke området.

30

Eksempel 8

Forsøket i eksempel 5 ble gjentatt under de samme betingelser, men støpejern ble stråleinokulert ved hjelp av inokulantblanding M som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

35 Forsøket i eksempel 6 ble gjentatt ved å erstatte inokulantblanding L med inokulantblanding M, som ble brukt med en dose på 1 kg pr. tonn støpejern.

Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde finner som var 6 og 2 mm tykke.

Den observerte tetthet av grafittnodulene var 234/mm² i kjernen av det 24 mm tykke området, 425/mm² i kjernen av det 6 mm tykke området og 486/mm² i kjernen av det 2 mm tykke området.

Sammenligning mellom eksemplene 3, 4 og 5 og eksemplene 6, 7 og 8 er gitt i tabell 3.

Tabell 3

Dose: 1 kg/t	Legeringer			Blandinger		
Tykkelse av støpejern	24	6	2	24	6	2
1,2 % Bi	487	1076	1283			
0,6 % Bi	304	631	742	343	705	828
0,3 % Bi	209	405	470	269	518	600
0,15 % Bi				234	425	486

Dette viser at:

- 1) virkningen av blandningene minker med vismutinnholdet, men langsommere enn for legeringene av den samme sammensetning; og
- 2) økningen i antallet noduler pr. mm² i de tynne seksjoner, hvilken er svært høy i tilfellet med legeringene, er tydelig mindre i tilfellet med blandningene.

Eksempel 9

Forsøket i eksempel 7 ble gjentatt ved bruk av inokulantblanding L med en dose på 1,5 kg pr. tonn støpejern.

Dette væskedannede støpejernet ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoduler var 309/mm² i kjernen av det 24 mm tykke området, 536/mm² i kjernen av det 6 mm tykke området og 607/mm² i kjernen av det 2 mm tykke området.

Eksempel 10

Forsøket i eksempel 8 ble gjentatt ved bruk av inokulantblanding M med en dose på 1,5 kg pr. tonn støpejern.

Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, og som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoduler var 266/mm² i kjernen i det 24 mm tykke området, 440/mm² i kjernen i det 6 mm tykke området og 491/mm² i kjernen i det 2 mm tykke området.

Eksempel 11

Forsøket i eksempel 9 ble gjentatt ved bruk av inokulantblanding N med en dose på 1,5 kg pr. tonn støpejern.

5 Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoder var 247/mm² i kjernen i det 24 mm tykke området, 383/mm² i kjernen i det 6 mm tykke området og 422/mm² i kjernen i det 2 mm tykke området.

10 Sammenligning mellom eksemplene 6, 7, 8 og 9 og eksemplene 10 og 11 er gitt i tabell 4.

Tabell 4

Blandinger	Dose 1 kg/t			Dose 1,5 kg/t		
	24	6	2	24	6	2
Tykkelse av støpejern	24	6	2	24	6	2
0,6 % Bi	343	705	828			
0,3 % Bi	269	518	600	309	536	607
0,15 % Bi	234	425	486	266	440	491
0,05 % Bi				247	383	422

Denne tabellen viser at:

15 1) det er mulig i det minste delvis å kompensere for den lavere virkning av inokulanten med sitt vismutinnhold, ved øking av mengden av inokulant som brukes, under anvendelse av en mindre mengde vismut; og

2) ved bruk av mer inokulant med et lavere vismutinnhold, blir sensitiviteten overfor antall noder pr. mm² i forhold til tykkelsen av støpestykket også redusert.

20

Eksempel 12

Forsøket i eksempel 10 ble gjentatt ved bruk av inokulantblanding O med en dose på 1,5 kg pr. tonn støpejern.

25 Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoder var 273/mm² i kjernen i det 24 mm tykke området, 457/mm² i kjernen i det 6 mm tykke området og 517/mm² i kjernen i det 2 mm tykke området.

30 **Eksempel 13**

Forsøket i eksempel 11 ble gjentatt ved bruk av inokulantblanding P med en dose på 1,5 kg pr. tonn støpejern.

Dette væskedannede støpejern ble brukt til å fremstille en plate med en tykkelse på 24 mm, som i en perpendikulær posisjon hadde finner med tykkelse 6 og 2 mm.

Den observerte tetthet av grafittnoduler var 260/mm² i kjernen i det 24 mm tykke området, 410/mm² i kjernen i det 6 mm tykke området og 459/mm² i kjernen i det 2 mm tykke området.

Resultatene fra eksemplene 12 og 13 viser at, ved kombinerings av flere inokulanter i blandingen, inkludert en inokulant som til og med har en lav andel av vismut, er det mulig å vesentlig redusere forskjellene i struktur som fremkommer i støpestykker av støpejern med seksjoner som har svært forskjellig tykkelse.

P a t e n t k r a v

- 5 1. Inokulantblanding for behandling av væskeformig støpejern,
karakterisert ved at den består av 5-75 vekt% av minst én legering av type A
basert på ferrosilisium, slik at $Si/Fe > 2$, inneholdende, ut fra vekt, 0,005-3 % sjeldne
jordarter (RE), 0,005-3 % vismut, bly og/eller antimon, og mindre enn 3 % kalsium, med
10 et $(Bi+Pb+Sb)/RE$ -forhold på mellom 0,9 og 2,2 og av 25-95 % av minst én legering av
type B basert på silisium eller ferrosilisium, slik at $Si/Fe > 2$, inneholdende mindre enn
0,01 % vismut og kalsium med et innhold som er større enn for legering A, slik at det
totale kalsiuminnhold i blandingen er mellom 0,3 og 3 %.
2. Inokulantblanding som angitt i krav 1,
15 karakterisert ved at den er i form av korn som har en størrelse på mindre enn 7
mm eller pulver med en partikkelstørrelse på mindre enn 2,2 mm.
3. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1 og 2,
karakterisert ved at legering A inneholder 0,3-3 % magnesium.
20
4. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-3,
karakterisert ved at legering A inneholder 0,2-0,6 % vismut.
5. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-4,
25 karakterisert ved at legering A inneholder mindre enn 2 % kalsium.
6. Inokulantblanding som angitt i krav 5,
karakterisert ved at legering A inneholder mindre enn 0,8 % kalsium.
- 30 7. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-6,
karakterisert ved at lantan representerer mer enn 70 % av de sjeldne jordarter i
legering A.
8. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-7,
35 karakterisert ved at legering B inneholder mindre enn 0,01 % bly og/eller
antimon.

9. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-8, karakterisert ved at det totale kalsiuminnhold er tilveiebragt for en del av mellom 75 % og 95 % av legering B.
- 5 10. Inokulantblanding som angitt i krav 9, karakterisert ved at det totale kalsiuminnhold er tilveiebragt for én del av mellom 80 og 90 % av legering B.
11. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-10,
10 karakterisert ved at dens totale vismutinnhold er mellom 0,05 og 0,3 %.
12. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-11, karakterisert ved at dens totale innhold av sjeldne jordarter er mellom 0,04 og 0,15 %.
- 15 13. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-12, karakterisert ved at dens totale oksygeninnhold er mindre enn 0,2 %.
14. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-13,
20 karakterisert ved at den, ved kontakt med vann ved 20°C, forårsaker en kornnedbrytningsfaktor, definert som massefraksjonen i området 0-200 µm som kommer frem i løpet av 24 timer, på mindre enn 10 %.
15. Inokulantblanding som angitt i krav 14,
25 karakterisert ved at dens kornnedbrytningsfaktor er mindre enn 5 %.
16. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-15, karakterisert ved at legering B eller én av legeringene B er basert på ferrosilisium med et silisiuminnhold på mellom 70 og 80 %.
- 30 17. Inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-15, karakterisert ved at én av legeringene B er en silisium-kalsiumlegering med et silisiuminnhold på mellom 54 % og 68 % og et kalsiuminnhold på mellom 25 og 42 %.
- 35 18. Anvendelse av en inokulantblanding som angitt i et av kravene 1-17, for fremstilling av støpestykket av støpejern som har deler med en tykkelse på mindre enn 6 mm.