



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **168539**

(13) **B**

(51) Int Cl⁵ C 21 C 1/08, C 21 C 1/10, C 22 C 33/08

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr 870090
(22) Inng. dag 09.01.87
(24) Løpedag 09.01.87
(41) Alm. tilgj. 22.07.87
(44) Utlegningsdag 25.11.91
(62)

(86) Int. inng. dag og søknadsnummer

(85) Videreføringsdag
(30) Prioritet 21.01.86, US, 821091

(71/73) Søker/Innehaver Elkem Metals Company, Park West Office Center, Cliff Mine Road, Pittsburgh, PA 15230, US
(72) Oppfinner(e) Mary Jane Hornung, North Tonawanda, NY, US
Edward C. Sauer, Williamsville, NY, US
(74) Fullmektig Magne Vindenes, Elkem AS, Kristiansand S.

(54) Benevnelse **Ympemiddel for støpejern.**

(56) Anførte publikasjoner USA (US) patent nr. 4581203 (C22C 1/06)

(57) Sammendrag

Ferrosilisium-ypemiddel for grått støpejern inneholdende 0,1 - 10 % strontium, under 0,35 % kalsium og enten 0,1 - 15 % zirkonium, 0,1 - 20 % titan eller en blanding av både zirkonium og titan med strontiumet.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører fremstilling av støpejern, nærmere betegnet et ympemiddel for fremstilling av grått støpejern for minskning av støpejernets hvitdybde.

5 Støpejern produseres typisk i en kupolovn eller en induksjonsovn og har vanligvis et innhold på 2 - 4 % karbon. Karbonet er intimt blandet med jernet, og den form som karbonet har i det størknede støpejern er meget viktig for støpejernets egenskaper. Hvis karbonet har form av jernkarbid, betegnes støpejernet som hvitt støpejern og er kjennetegnet ved at det er hardt og sprøtt, hvilket ikke er ønskelig ved visse anvendelser. Hvis karbonet har form av grafitt, er støpejernet bløtt og bearbeidbart og
10 betegnes grått støpejern.

Grafitt kan opptre i flakform, vermikulærform, nodulærform eller kuleform og variasjoner derav. Den nodulære form eller kuleform gir den form for støpejern som har høyest styrke og er mest duktil.

15 Den form som grafitten har såvel som mengden av grafitt i forhold til mengden av jernkarbid kan kontrolleres med visse additiver som fremmer dannelse av grafitt under størkningen av støpejern. Disse additiver betegnes ympemidler og deres tilsetning til støpejern ymping. Ved støping av jernprodukter av støpejern plages støperiarbeideren til stadighet av dannelse av jernkarbider i tynne deler av støpningen. Dannelse av jernkarbid forårsakes av hurtig avkjøling av de tynne deler sammenlignet med den langsomme avkjøling av de tykkere deler av støpningen. Dannelsen av jernkarbid vurderes ved måling av hvitdybde, og et ympemiddels evne til å forebygge jernkarbid og redusere hvitdybden er en enkel måte å måle og sammenligne ympemidlers styrke
25 på.

Det er et konstant behov for å finne frem til ympemidler som reduserer hvitdybden og forbedrer bearbeidbarheten av grått støpejern.

30 Da den eksakte kjemi og mekanisme for ympning og hvorfor ympemidler virker som de gjør ikke forstås fullt ut, foregår det en omfattende forskning med henblikk på å skaffe nye ympemidler til industrien.

168539

Det antas at kalsium og visse andre grunnstoffer undertrykker dannelsen av jernkarbid og fremmer dannelsen av grafitt. Et flertall av ympemidler inneholder kalsium. Tilsetningen av disse midler for å hindre dannelsen av jernkarbid lettes vanligvis ved tilsetning av en ferrosilisiumlegering, og de sannsynligvis mest anvendte
5 ferrosilisiumlegeringer er høy-silisiumlegeringer inneholdende 75 - 80 % silisium, og lavsilisiumlegeringen inneholdende 45 - 50 % silisium.

Av US patentskrift nr. 3.527.597 fremgår det at det oppnås god ympevirkning ved tilsetning av 0,1 - 10 % strontium til et silisiumbærende ympemiddel som inneholder
10 mindre enn 0,35 % kalsium og opp til 5 % aluminium.

Det har nå vist seg at tilsetning av zirkonium til et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium øker ympemiddelets effektivitet. Dette var overraskende og uventet, fordi et silisiumbærende ympemiddel inneholdende zirkonium ikke viste så
15 gode resultater som det strontiumholdige silisiumbærende ympemiddel. For oppnåelse av forbedrede resultater er tilsetning av zirkonium til et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium således synergistisk.

Det har også helt uventet vist seg at tilsetning av titan til et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium også øker ympemiddelets effektivitet. Dette er overraskende
20 fordi et silisiumbærende ympemiddel inneholdende titan er mindre effektivt enn et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium. Man ville således forvente at tilsetningen av titan til et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium ville forminske effektiviteten av det silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium.
25 Det var virkelig uventet, og det er synergistisk, at det stikk motsatte inntreffer.

Det har ytterligere vist seg at tilsetning av både zirkonium og titan til et silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium øker ympemiddelets effektivitet. Dette er også synergistisk, for som påpekt ovenfor er det silisiumholdige ympemiddel inneholdende
30 enten zirkonium eller titan alene mindre effektivt enn det silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium. Forbedring av effektiviteten av det silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium ved tilsetning av både zirkonium og titan var således virkelig overraskende og uventet.

Den foreliggende oppfinnelse vedrører således et ympemiddel for støpejern og er kjennetegnet ved at det inneholder 0,1 - 10 vekt % strontium, 0 - 0,35 vekt % kalsium, 0,1 - 15 vekt % zirkonium og/eller 0,1 - 20 vekt % titan, 15 - 90 vekt % silisium og rest jern.

5

Det har vist seg at strontiuminnholdet i ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse skal være 0,1 - 10 %. Ympemiddelet inneholder fortrinnsvis 0,4 - 4 % strontium, og det oppnås bedre resultater med et strontiuminnhold på 0,4 - 1 %. Et godt kommersielt ympemiddel inneholder ca 1 % strontium.

10

Ifølge den foreliggende oppfinnelse skal mengden av zirkonium være 0,1 - 15 %, fortrinnsvis 0,1 - 10 %. Det oppnås best resultater med et zirkoniuminnhold på 0,5 - 2,5 %.

15

Det har også ifølge den foreliggende oppfinnelse vist seg at mengden av titan skal være ca. 0,1 - 20 %, fortrinnsvis 0,3 - 10 %. Det oppnås best resultater når titaninnholdet er 0,3 - 2,5 %.

20

Når både zirkonium og titan tilsettes det silisiuminnholdige ympemiddel, er mengden av zirkonium og titan den samme som hvis kun zirkonium eller titan tilsettes, med andre ord er det innenfor rammen av den foreliggende oppfinnelse at når både zirkonium og titan forekommer i et silisiumholdig ympemiddel inneholdende strontium, ligger mengden av zirkonium mellom 0,1 og 15 % og titan mellom 0,1 og 20,0 %.

25

Ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse inneholdende både zirkonium og titan inneholder fortrinnsvis 0,1 - 10 % zirkonium og 0,3 - 10 % titan. Den beste virkemåte ifølge den foreliggende oppfinnelse oppnås med et ympemiddel inneholdende 0,5 - 2,5 % zirkonium og 0,3 - 2,5 % titan. Det er således klart innenfor rammene av den foreliggende oppfinnelse å ha for eksempel et zirkoniumnivå på ca. 0,5 % og et titannivå på ca. 15 %. Bruk av større mengder strontium, zirkonium eller titan enn de heri angivne gir ikke noen særlig fordel og tjener kun til å øke omkostningene ved ympemiddelet og det kan føre til støpningsdefekter forårsaket av slagginneslutninger som fremmes ved overdreven tilsetning av reaktive grunnstoffer.

30

168539

Videre må kalsiuminnholdet ifølge den foreliggende oppfinnelse ikke overstige 0,35 % og er fortrinnsvis under 0,15 %. De beste resultater oppnås når kalsiuminnholdet er under 0,1 %.

- 5 Ympemiddelet kan inneholde aluminium, men behøver det ikke. Når aluminium er til stede, bør innholdet ikke overstige 5 %.

Mengden av silisium i ympemiddelet kan variere mellom 15 og 90 %, og fortrinnsvis er det 40 - 80 % silisium i ympemiddelet.

10

Ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse kan fremstilles på tradisjonelt vis ut fra tradisjonelle råmaterialer. Vanligvis dannes det et smeltet bad av ferrosilisium til hvilket det tilsettes strontiummetall eller strontiumsilisid sammen med et zirkoniumrikt materiale, titanrikt materiale eller begge deler. Det anvendes fortrinnsvis en lysbueovn med neddykkede elektroder ved fremstilling av et smeltet bad av ferrosilisium. Kalsiuminnholdet av dette bad innstilles tradisjonelt til under 0,35 %. Det tilsettes strontiummetall eller strontiumsilisid og et zirkoniumrikt materiale, et titanrikt materiale eller begge deler. Tilsetningene av strontiummetall eller strontiumsilisid, zirkoniumrikt materiale og titanrikt materiale til smelten foregår på tradisjonell måte. Smelten utstøpes deretter og størknes på tradisjonell måte.

20

Det faste ympemiddel knuses deretter på vanlig måte for å lette dets tilsetning til støpejernsmelten. Størrelsen av det knuste ympemiddel bestemmes av ympemetoden, for eksempel har knust ympemiddel til bruk ved ymping i øse større partikler enn ympemiddel knust til bruk ved ymping i støpeform. Det oppnås tilfredsstillende resultater ved ymping i øse når det faste ympemiddel knuses til en størrelse på ca. 9,4 mm eller derunder.

25

En alternativ måte å fremstille ympemiddelet på er at man i et reaksjonskar anbringer sjikt av silisium, jern, strontiummetall eller strontiumsilisid og zirkoniumrikt materiale, titanrikt materiale eller begge deler og deretter smelter blandingen til dannelsen av et smeltet bad. Smeltebadet størkner deretter og knuses som angitt ovenfor.

30

Grunnlegeringen til ympemiddelet er fortrinnsvis ferrosilisium som tradisjonelt oppnås ved å fremstille en smelte av kvarts og skrapjern på vanlig måte, imidlertid er det også mulig å anvende allerede fremstilt ferrosilisium eller silisiummetall og jern.

- 5 Ympemiddelet inneholder 15 - 90 % silisium, fortrinnsvis 40 - 80 %. Når ympemiddelet fremstilles ut fra en ferrosilisium-basislegering, består innholdet ut over alle andre grunnstoffer, av jern.

- 10 Det vil normalt være kalsium til stede i kvarts, ferrosilisium og andre additiver slik at kalsiuminnholdet av den smeltede legering vanligvis vil overstige 0,35 %. Som følge derav må kalsiuminnholdet av legeringen senkes, slik at ympemiddelet får et kalsiuminnhold innenfor det angitte område. Denne innstilling foretas på tradisjonell måte.

- 15 Aluminiumet i den endelige legering innføres også i legeringen som urenheter i de forskjellige additiver. Hvis det ønskes, kan det også tilsettes fra enhver annen tradisjonell aluminiumkilde, eller aluminium kan fjernes fra legeringen ved anvendelse av tradisjonell teknikk.

- 20 Den kjemiske form eller struktur av strontiumet i ympemiddelet er ikke nøyaktig kjent. Det antas at strontium er til stede i ympemiddelet i form av strontiumsilisid (SrSi_2) når ympemiddelet er fremstilt fra et smeltet bad med forskjellige bestanddeler. Det antas imidlertid at akseptable former for strontium i ympemiddelet er strontiummetall og strontiumsilisid uansett hvordan ympemiddelet er dannet.

- 25 Strontiummetall utvinnes ikke lett fra dets viktigste malmer, strontianit, strontiumkarbonat (SrCO_3) og celesit, strontiumsulfat (SrSO_4). Det er ikke økonomisk forsvarlig å anvende strontiummetall ved fremstillingen av ympemiddelet, og det foretrekkes at ympemiddelet fremstilles ved hjelp av strontium-malm.

- 30 US patentskrift nr. 3.333.954 angir en enkel måte til fremstilling av et silisiumholdig ympemiddel inneholdende akseptable former for strontium, hvor strontiumkilden er strontiumkarbonat eller strontiumsulfat. Karbonatet og sulfatet settes til et smeltet bad av ferrosilisium. Tilsetningen av sulfatet foregår ved tilsetning av ytterligere et

168539

- flussmiddel. Et karbonat av et alkalimetall, natriumhydroxid og borax angis som egnede flussmidler. Fremgangsmåten ifølge nevnte US patentskrift består i at man tilsetter et strontiumrikt materiale til smeltet ferrosilisium med lavt innhold av kalsium- og aluminium ved tilstrekkelig høy temperatur og i et tilstrekkelig langt tidsrom til at
- 5 den ønskede mengde strontium inngår i ferrosilisiumet. US patentskrift nr. 3.333.954 angir en passende måte til fremstilling av et silisiumholdig ympemiddel inneholdende strontium til hvilket det tilsettes et zirkoniumrikt materiale, et titanrikt materiale eller begge deler til dannelsen av et ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse. Tilsetning av det zirkoniumrike materiale, det titanrike materiale eller begge deler kan
- 10 foregå ved tilsetning av disse materialer til smeltebadet med ferrosilisium enten før, etter eller under tilsetningen av det strontiumrike materiale. Tilsetning av det zirkoniumrike materiale, det titanrike materiale eller begge deler foregår på tradisjonell måte.
- 15 Det har vist seg at strontium er et meget flyktig og reaktivt grunnstoff og at vanligvis kun ca. 50 % av det til smelten tilsatte strontium vil forekomme i ympemiddelet. Dette må det tas hensyn til når det besluttes hvilken mengde strontium det skal være i ympemiddelet.
- 20 Det zirkoniumrike materiale kan komme fra alle konvensjonelle kilder for zirkonium, for eksempel zirkoniumsilisium, zirkoniummetall og avfall fra zircalloylegeringer.
- Det titanrike materiale kan komme fra alle tradisjonelle kilder for titan.
- 25 Det er den normale mengde av sporelementer eller resturenheter i det endelige ympemiddelet. Det foretrekkes at mengden av resturenheter holdes lavt i ympemiddelet.
- I foreliggende beskrivelse og krav er prosenten av grunnstoffene vekt % regnet på det
- 30 størknede endelige ympemiddelprodukt med mindre annet er angitt.

Det foretrekkes at ympemiddelet dannes ut fra en smeltet blanding av de forskjellige bestanddeler som angitt i det foregående; imidlertid er det konstatert en forbedring av hvitdybde når ympemiddel ifølge oppfinnelsen fremstilles i form av en tørr blanding

- eller brikett som inneholder alle bestanddeler uten å danne en smeltet blanding av bestanddelene. Det er også mulig å bruke to eller tre av bestanddelene i en legering og deretter tilsette de andre bestanddelene, enten i tørr form eller som briketter, til det smeltede jernbad som skal behandles. Det er således innenfor oppfinnelsens rammer å
- 5 danne et silisiumholdig ympemiddel inneholdende strontium og anvende det sammen med et zirkoniumrikt materiale, et titanrikt materiale eller en kombinasjon av de to.

- Tilsetningen av ympemiddelet til støpejern utføres på tradisjonell måte. Ympemiddelet tilsettes fortrinnsvis så tett opptil den endelige støpning som mulig.
- 10 Meget gode resultater oppnås typisk når det benyttes øse-ymping og ymping i tappestrøm. Det kan også anvendes ymping i selve støpeformen. Ymping i tappestrålen er tilsetning av ympemiddel til den smeltede strøm av støpejern mens det tømmes i formen.
- 15 Mengden av ympemiddel som skal tilsettes, vil variere og tradisjonelle metoder kan anvendes for å bestemme mengden av ympemiddel som skal tilsettes. Akseptable resultater oppnås ved tilsetning av 2,27 - 2,72 kg ympemiddel pr. tonn støpejern, når der anvendes øse-ymping.
- 20 Selv om diskusjonen hittil primært har beskjeftiget seg med tilsetning av ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse til støpejern til produksjon av grått støpejern, er det på samme måte mulig å tilsette ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse til en smelte for å redusere hvitdybden i duktilt jern.
- 25 Følgende eksempler belyser den foreliggende oppfinnelse:

Eksempel 1

- 30 Dette eksempel belyser en fremgangsmåte til fremstilling av ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse.

I en 13,6 kg grafitt-digel på en induksjonsovn legges silisiummetall, strontiumsilisium, aluminiumterninger og armcojern lagvis sammen med enten zirkonium-silisium, titanmetall eller en blanding av både zirkonium og titanmetall. Alle komponenter

168539

kommer fra konvensjonelle kilder. Armco-jern er en tradisjonell kilde til rent jern, vanligvis 99 % rent. En typisk kommersiell analyse av armco-jern er:

TABELL I

5

	<u>Komponent</u>	<u>Prosent</u>
	Karbon	0,03
	Mangan	0,07
	Fosfor	0,006
10	Svovel	0,008
	Jern	Resten

Ved å smelte blandingen under delvis argon-atmosfære og ved å holde badets temperatur så lav som mulig, ble oksidasjonstapet minimert. Den fremkomne smelteblanding utstøpes deretter i grafittskåler og knuses etter størkning.

15

Mengden av de forskjellige komponenter i ympemiddelet skal styres slik at de faller innenfor rammene av den foreliggende oppfinnelse. Dette gjøres på tradisjonell måte.

20 Et akseptabelt ympemiddel i overensstemmelse med den foreliggende oppfinnelse fremstilles herved.

Eksempel 2

25 Dette eksempel belyser en annen fremgangsmåte til fremstilling av ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse. I en lysbueovn med neddykkede elektroder reagerer kvarts, jern og en karbonkilde med hverandre og danner på konvensjonell måte et ferrosilisium med et silisiuminnhold innenfor området 15 - 90 % av smeltens totale vekt. Kalsiuminnholdet av ferrosilisiumet innstilles til ca. 0,02 % på tradisjonell måte.

30 Til denne smelteblanding tilsettes strontium-silisium og zirkoniumsilisium, titanmetall eller begge deler. Det er velkjent at strontium er et meget flyktig og reaktivt grunnstoff når det tilsettes flytende ferrosilisium, og derfor vil den tilsatte mengde variere noe avhengig av omstendighetene ved tilsetningen. Vanligvis har det vist seg at 50 % av det til ferrosilisiumet tilsatte strontium holdes tilbake i ympemiddelet. I hvert fall ligger

strontium-, zirkonium-, titan- og kalsiuminnholdet i de tidligere nevnte områder, dvs. henholdsvis 0,1 - 10 %, 0,1 - 15,0 %, 0,1 - 20,0 % og mindre enn 0,35 %.

5 Etter tilsetning av strontium og zirkonium, titan eller begge deler størkner legeringen og knuses til 0,95 cm og mindre for anvendelse til øse-ymping. Støping og knusing utføres på tradisjonell måte.

Det er således fremstilt passende ympemidler i overensstemmelse med den foreliggende oppfinnelse.

10

Eksempel 3

15 Dette eksempel belyser ymping av støpejern med det silisiuminnholdige ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse og inneholdende både strontium og zirkonium. De hvitdybder som oppnås herved er sammenlignet med et kommersielt silisiumholdig ympemiddel som inneholder strontium.

20 Et smeltet bad på 45,35 kg konvensjonelt støpejern ble fremstilt i en magnesiadigel i en 120 kW induksjonsovn. Et grafittlag gjennom hvilket det kan strømme argon med en hastighet på 283 l pr. time, anbringes over ovnen. Argonet tilveiebringer en beskyttende atmosfære og minimerer således oksidasjonstap. Slagget fjernes fra toppen av badet og temperaturen heves til 1510°C før tapping. En analyse av dette smeltebadet gav følgende typiske resultater:

25 TABELL II

<u>Komponent</u>	<u>Vekt %</u>
Totalt karbon	3,20
Silisium	2,10
Svovel	0,10
30 Fosfor	0,10
Mangan	0,80
Titan	0,02
Krom	0,02
Jern	Resten

168539

Øse-ymping anvendes til behandling av støpejernet. Leiregrafittdigler nr. 10 forvarmes til 1025°C i en gassfyrt ovn. Støpeøsen bringes over til induksjonsovn hvor en vekt brukes til å veie ut 6 kg støpejern. Ympemiddelet tilsettes den metallstrøm som tappes fra ovnen ned i støpeøsen. Vanligvis lar man en liten mengde samle seg på bunnen av støpeøsen før ymping finner sted. Ympemiddelet tilsettes resten av det støpejern som tappes. Ympemiddelet tilsettes en 0,3 %'s legering, som svarer til en tilsetning på 2,7 kg/tonn. Temperaturen av det behandlede metall styres ved hjelp av et termoelement. Ettersom metallet avkjøles fjernes slagg som dannes på overflaten.

Når metallet i digelen nådde 1325°C, ble det støpt ut i prøvestykker med dimensjoner i henhold til prøvestykker "4C" i henhold til ASTM A 367-60. Gjennomsnittsberegninger på hvitdybdemålingene på 4C-prøvestykkene tilveiebragte de data som fremgår av tabell III nedenfor:

TABELL III

	<u>Prøve nr.</u>	<u>% Zr</u>	<u>% Sr</u>	<u>Gjennomsnittlig hvitdybde (mm)</u>
20	1	0,12	0,72	2,3
	2	0,14	0,79	4,8
	3	0,24	0,83	2,0
	4	0,25	0,82	4,6
	5	0,58	0,86	3,0
25	6	0,72	0,73	4,6
	7	0,93	0,94	1,9
	8	0,95	0,60	5,4
	9	1,00	0,83	1,6
	10	1,32	0,80	3,5
30	11	1,53	0,84	2,4
	12	1,54	0,75	3,6
	13	1,70	0,75	2,4
	14	2,00	0,75	4,7
	15	1,90	0,64	2,8

168539

	16	2,22	0,91	1,7
	17	2,28	0,60	3,3
	18	3,15	0,81	2,0
	19	3,10	0,88	4,6
5	20	5,69	0,95	2,7
	21	11,54	0,97	4,9

Ympemidler i overenstemmelse med den foreliggende oppfinnelse ble fremstilt med varierende innhold av zirkonium, mens mengden av strontium holdes relativt konstant.

- 10 Den metode som fremgår av eksemplene foran ble anvendt til fremstilling av disse forskjellige ympemidlene. Av tabell III ovenfor fremgår prosentinnholdet av strontium og zirkonium og de resulterende hvitdybde målinger av det ympede grå støpejern.

Hvert av disse ympemidler ble analysert kjemisk utover hva som fremgår ovenfor.

- 15 Den typiske kjemiske analyse viste ca. 75 % silisium, mindre enn 0,1 % kalsium, maksimalt en halv prosent aluminium, mens resten var jern med en normal mengde resturenheter. Metoden til måling av hvitdybde er ASTM A 367-60 (godkjent i 1972) 4. utgave 1978. Fremgangsmåte B ble valgt fra ASTM A 367-60 metoden. Sandkjernene ble oljebundet og herdet. Det ble anvendt en enkelt-kjerne fremfor en
- 20 fler-kjerne. Kjølejernplaten var av stål og var ikke vannkjølt. Hvitdybden ble målt i overenstemmelse med ASTM A 367-60 metoden.

Det oppnås typiske hvitdybde ved anvendelse av et kommersielt silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium og solgt under navnet "SUPERSEED" av Elkem

- 25 Metals Company på ca. 6,0 mm under samme prøvningsbetingelser som anvendt heri. En typisk kjemisk analyse av "SUPERSEED" er:

TABELL IV

30	<u>Komponent</u>	<u>Prosent</u>
	Silisium	ca 75
	Strontium	ca 0,8
	Kalsium	< 0,1

168539

Aluminium	< 0,5
Jern	Resten
Resturenheter	Vanlig mengde

- 5 Det er derfor ganske klart at ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse gir bedre resultater enn et ympemiddel som kun inneholder strontium.

Eksempel 4

- 10 Dette eksempel belyser ymping av støpejern med den silisiuminnholdige ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse og inneholdende både strontium og titan og de forbedrede hvitdybder som er oppnådd dermed.

- 15 Et smeltet jernbad ble fremstilt som angitt i eksempel 3. Ympemidler ble fremstilt i overensstemmelse med den foreliggende oppfinnelse. Strontium-prosenten ble denne gang holdt relativt konstant og mengden av titan ble variert. Tabell V nedenfor angir prosenten av strontium og titan i hvert ympemiddel og de hvitdybder som fremkom i støpejernmet som er ympet. Støping av prøvestykker og hvitdybde målingene var de samme som er angitt i eksempel 3 ovenfor ved bruk av et 4C prøvestykke.

20

TABELL V

	<u>Prøve nr.</u>	<u>% Ti</u>	<u>% Sr</u>	<u>Gjennomsnittlig Hvitdybde (mm)</u>
25	22	0,13	0,98	4,6
	23	0,22	0,92	5,2
	24	0,30	0,70	3,2
	25	0,60	0,77	3,8
	26	0,75	0,99	3,3
	27	0,79	0,82	5,7
30	28	0,83	0,93	4,5
	29	0,95	0,54	4,4
	30	1,10	0,70	4,4
	31	1,51	0,94	3,9

	32	1,31	1,05	4,3
	33	1,21	0,49	5,2
	34	1,68	0,74	3,8
	35	2,00	0,75	3,8
5	36	2,28	0,84	4,8
	37	2,48	0,70	3,2
	38	2,96	0,94	5,3
	39	5,02	0,83	4,6
	40	10,19	1,23	5,1
10	41	15,16	1,23	4,5

Hvert av ympemidlene hadde typisk en kjemisk sammensetning på ca. 75 % silisium, mindre enn 0,1 % kalsium, maksimalt en halv prosent aluminium, resten jern med den normale mengde resturenheter, såvel som mengde av strontium og titan som angitt i tabell V ovenfor.

Det er klart, etter sammenligning med det kommersielle ympemiddel i eksempel 3 "SUPERSEED", at de silisiumbærende ympemidler ifølge den foreliggende oppfinnelse og inneholdende både strontium og titan bevirker hvidtybder som er bedre enn det som oppnås med det kommersielle ympemiddel "SUPERSEED" som typisk medfører en hvidtybde på 6 mm under samme prøvningsbetingelser som anvendt heri.

Eksempel 5

Dette eksempel belyser den synergistiske effekt som oppnås med ympemiddelet ifølge foreliggende oppfinnelse. Ympemidler fremstilt i overenstemmelse med den foreliggende oppfinnelse, og konvensjonelt smeltet jern ble ympet dermed. Det ble anvendt 4C prøvestykker og hvidtybder ble målt. Resultatene fra disse prøver er som følger:

168539

TABELL VI

5					Gjennomsnittlig
	<u>Prøve nr.</u>	<u>% Sr</u>	<u>% Zr</u>	<u>% Ti</u>	<u>hvidybde (mm)</u>
	42	0,64	-	-	6,2
	43	-	1,95	-	12,7
	44	0,76	1,70	-	2,4
10	45	0,84	1,53	-	2,4
	46	-	-	1,00	11,2
	47	0,77	-	0,60	3,9
	48	0,74	-	1,68	3,8

- 15 Prøve nr. 42 ble ympet med "SUPERSEED". Prøvene nr. 43 og 46 ble fremstilt på samme måte som angitt i eksempel 1, bortsett fra at det kun ble anvendt zirkonium eller titan. Hvert ympemiddel hadde foruten innholdet av strontium, zirkonium og titan angitt ovenfor en typisk sammensetning på ca. 75 % silisium, mindre enn 0,1 % kalsium, maksimalt en halv prosent aluminium og resten jern med normalt innhold av restsporurenheter.
- 20

- Det fremgår av foranstående data at de resultater som fremkommer ved å kombinere strontium med zirkonium eller titan virkelig er synergistiske. Et ympemiddel inneholdende zirkonium eller titan uten strontium gir dårligere resultater enn et ympemiddel inneholdende strontium; det er således synergistisk at tilsetningen av zirkonium eller titan til et ympemiddel inneholdende strontium medfører bedre resultater enn strontium-ympemiddelet.
- 25

Eksempel 6

- 30 I dette eksempelet ble en blanding av kommersielt silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium, "SUPERSEED", og enten metallisk titan eller zirkonium-silisium tilsatt til smeltet jern. Mengden av zirkonium-silisium eller metallisk titan som ble blandet med det kommersielle ympemiddel, fremgår av tabellen nedenfor:

TABELL VII

5	<u>Prøve nr.</u>	Mengde (g)	Mengde (g)	Gjennomsnittlig
		<u>titanmetall</u>	<u>zirkonium-silisium</u>	<u>hvitdybde (mm)</u>
	49	-	-	6,2
	50	2,70	-	5,5
	51	-	0,54	5,0

10 Det ble utført støpeøseymping og hver av de forskjellige behandlede prøver prøves for hvitdybder i henhold til ASTM A 367-60 ved anvendelse av 4C prøvestykker som angitt i eksempel 3 ovenfor. Det kommersielle ympemiddel, prøve 49, var "SUPERSEED".

15 Det er klart at det, selv om zirkonium og titan kun blandes med et kommersielt ympemiddel inneholdende strontium, oppnås bedre resultater enn uten bruk av zirkonium og titan.

Eksempel 7

20 Dette eksempel belyser en fremgangsmåte til såvel fremstilling av ympemiddelet ifølge foreliggende oppfinnelse som behandling av en jernsmelte til en fremstilling av grått støpejern. Et smeltet jernbad ble behandlet med ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse og sammenlignet med både et ubehandlet støpejern og støpejern behandlet
25 med et kommersielt silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium, "SUPERSEED".

I en 13,61 kg grafittedigel i en induksjonsovn ble det anbragt silisiummetall, strontium-silisium, aluminium-terninger og armco-jern.

30 Zirkonium-silisium ble tilsatt blandingen i digelen. Oksidasjonstap ble minimalisert ved at komponentene ble smeltet under delvis argon-atmosfære og ved å holde badets temperatur så lav som mulig. Legeringene ble utstøpt i grafittskåler og ble knust deretter til 0,95 cm x 65 M. En porsjon av det knuste materiale ble analysert kjemisk.

168539

Den kjemiske sammensetning av ympemiddelet ifølge den foreliggende oppfinnelse og fremstilt som ovenfor og av det kommersielle silisiumbærende ympemiddel inneholdende strontium er vist nedenfor.

5 TABELL VIII

	<u>Prosent</u> <u>Komponent</u>	<u>Foreliggende</u> <u>Oppfinnelse</u>	<u>Kommersielt</u> <u>Ympemiddel</u>
10	Silisium	75,45	77,59
	Strontium	0,84	0,64
	Kalsium	0,045	0,038
	Aluminium	0,32	0,34
	Zirkonium	1,53	-
15	Jern	Resten	Resten

Begge ympemidler hadde normalt innhold av resturenheter.

Deretter ble det fremstilt flere jernsmelter ved å fylle råjern, armco-jern som angitt ovenfor, silisiummetall, elektrolytisk mangan, ferro-fosfor og ferrosulfid i en magnesiumoksiddigel. Det ble anvendt en 45,35 kg induksjonsovn for å smelte komponentene, og smelten ble holdt under delvis argon-atmosfære for å minimere oksidasjonstap. De grunnleggende jernsmelter hadde typisk følgende sammensetning:

25 TABELL IX

	<u>Komponent</u>	<u>Prosent</u>
	Totalt karbon	3,20
	Silisium	2,10
30	Mangan	0,80
	Fosfor	0,10
	Svovel	0,10
	Jern	Resten
	Resturenheter	Normal

Smeltene ble omrørt og slaggen fjernet fra toppen. Badenes temperatur ble deretter økt til 1510°C før tapping. Det ble tappet forskjellige syv kilos prøver med jern i støpeøser. Den første støpeøse fra hvert bad ble ikke behandlet med ympemiddel.

- 5 Hver av de øvrige støpeøser ble ympet ved tilsetning av en 0,30 % legering av podestoffer. 4C prøvestykker ble fremstilt ifølge ASTM A 367-60 og hvitdybdene ble målt. De gjennomsnittlige resultater av hvitdybdene for de tre prøver er som følger:

TABELL X

10

Hvitdybde (mm)

Intet ympemiddel	14,8
Ympemiddel ifølge den foreliggende oppfinnelse	2,4
15 Kommersielt ympemiddel	6,2

20

Det kommersielle silisiumholdige ympemiddel inneholdende strontium kommer fra Elkem Metals Company og selges under varemerket "SUPERSEED". Det er helt klart, at ympemidlene ifølge den foreliggende oppfinnelse gir meget bedre resultater enn det tradisjonelle kommersielle ympemiddel eller den ubehandlede prøve.

168539

KRAV

- 5 1. Ympemiddel for støpejern, karakterisert ved at det inneholder 0,1 - 10 vekt % strontium, 0 - 0,35 vekt % kalsium, 0,1 - 15 vekt % zirkonium og/eller 0,1 - 20 vekt % titan, 15 - 90 vekt % silisium og rest jern.
- 10 2. Ympemiddel ifølge krav 1, karakterisert ved at det inneholder 0,4 - 4 vekt % strontium, 0,1 - 15 vekt % zirkonium, 0,3 - 10 vekt % titan, 0 - 0,10 vekt % kalsium, 40 - 80 vekt % silisium og rest jern.
- 15 3. Ympemiddel ifølge krav 1, karakterisert ved at det inneholder 0,4 - 4 vekt % strontium, 0,3 - 10 vekt % titan, 0 - 0,10 vekt % kalsium, 40 - 80 vekt % silisium og rest jern.
4. Ympemiddel ifølge krav 1, karakterisert ved at det inneholder 0,4 - 1 vekt % strontium, 0,5 - 2,5 vekt % zirkonium, 0 - 0,10 vekt % kalsium, 40 - 80 vekt % silisium og rest jern.