

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP



(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 158629 B

(21) Patentansøgning nr.: 5294/79

(22) Indleveringsdag: 12 dec 1979

(41) Alm. tilgængelig: 14 jun 1980

(44) Fremlagt: 25 jun 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 13 dec 1978 US 969130

(51) Int.Cl.⁵

B 22 D 27/20

C 30 B 17/00

(71) Ansøger: *United Technologies Corporation; 1; Financial Plaza; Hartford; CT 06101, US

(72) Opfinder: Bruce Ellington *Terkelsen; US

(74) Fuldmægtig: Plougmann & Vingtoft Patentbureau

(54) Apparat til størkning af metal til et produkt med kontrolleret krystallografisk orientering

(56) Fremdragne publikationer

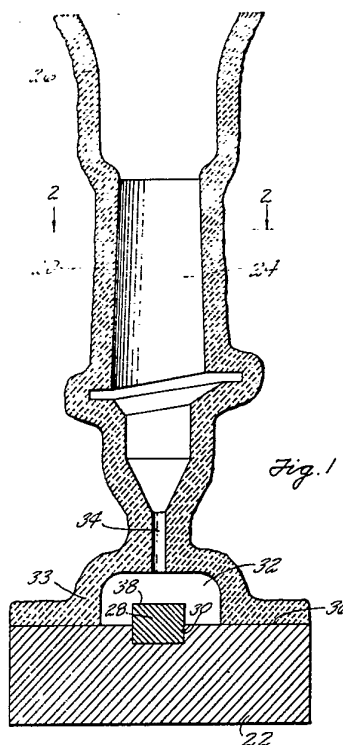
DE off. g. skrift nr. 2119041
SE freml. skrift nr. 388795, 330235
US pat. nr. 3598169

(57) Sammendrag:

5294-79

Apparat og fremgangsmåde til frembringelse af artikler med kontrolleret krystallografisk orientering under brug af epitaksial størkning ud fra pedestaloffer. I en form (20) til retningsbestemt størkning er der udformet en begyndelsessektion (32) indrettet til at indeholde et pedestal (28) og til at optage smeltet metal. Det smeltede metal bringes til at strømme hen over og omkring pedestalet for opvarmning og delvis smeltning af dette. I formen er der endvidere udformet en selektorsection (34), der har et mindre tværsnitsareal sammenlignet med begyndelsessektionen, så at kun epitaksialt størknet metal kan dannes i artikelsektionen. På dele af pedestalet er der påført et barrierelag, der er resistent over for det smeltede metal, for at lette fjernelse af pedestalet og muliggøre genbrug af samme.

5294-79



DK 158629 B

Den foreliggende opfindelse vedrører et apparat til størkning af smeltet metal til et produkt med kontrolleret krystallografisk orientering, hvilket apparat omfatter:

- 5 a) en kokilleplade til afkøling af smeltet metal under retningsbestemt størkning,
- b) et podestof med kendt krystallografisk orientering, der er ønskelig i produktet, til initiering af epitaksiel størkning,
- c) organer til at holde podestoffet i en forudbestemt orientering i forhold til formen i lille afstand fra kokillepladen, så at der
10 kan opnås varmeoverførsel fra podestoffet til kokillepladen, idet podestoffet rager frem fra kokillepladen,
- d) en form, der har en artikelsektion og en begyndelsessektion, der er i kontakt med kokillepladen og sammen med denne afgrænser et rum, som er indrettet til at optage det frem fra kokillepladen
15 ragende podestof og det smeltede metal, samt organer til at holde formen fast til kokillepladen og til at kontrollere orienteringen af formen i forhold til podestoffet.

Det er kendt, at der kan opnås store forbedringer i egenskab for metalstrukturer ved retningsbestemt støbning, hvilket giver artikler
20 med søjleformet krystalstruktur eller énkrystaller. Se f.eks. USA patentskrifterne nr. 3.260.505 og 3.494.709. Det principielle formål med den kendte teknik har været at tilvejebringe strukturer med forbedrede egenskaber i artiklens hovedakseretning, dvs., artiklens hovedakseretning er normalt størkningstilvækstaksen eller den akse,
25 efter hvilken størkningsfronten bevæger sig.

Når metaller gennemgår retningsbestemt størkning, størkner de ofte af sig selv eller vokser hurtigere i én krystallografisk retning end i andre. I nikkelbaserede højtemperaturbestandige legeringer har f.eks. [001] orienteringen vist sig at være dominerende. Énkrystalstøbeemner
30 fremstillet som beskrevet i USA patentskrift nr. 3.494.709 får derved [001] orienteringen til at ligge i tilvækstaksen. For frembringelse af en anden krystallografisk orientering efter hovedstørkningsaksen skal der benyttes speciel teknik.

Desuden er krystalorienteringen i forhold til planet vinkelret på størkningsaksen tilfældig i de fleste retningsbestemt størknede artikler, med mindre der tages specielle forholdsregler. Den krystallografiske orientering efter en støbegenstands hovedakse kaldes for den primære orientering, medens den polære orientering i planet vinkelret på hovedaksen kaldes for den sekundære orientering.

Egenskaberne hos f.eks. et søjleformet krystalliseret produkt eller et énkrystalmateriale påvirkes af dets krystallografiske orientering. Eksempelvis varierer elasticitetsmodulet i mange legeringer betydeligt, ligesom produktets tryk- og spændingsegenskaber påvirkes derved. Således er det af stor betydning i mere avancerede udformninger med specielle materialer at kontrollere både den primære og den sekundære orientering. De krystallografiske orienteringer af materialer bestemmes ved hjælp af konventionel, ikke destruktiv laboratorietechnik. Radiografisk diffraktion ifølge f.eks. Laue-metoden er mest anvendelig. Ændringer i den krystallografiske struktur kan desuden let konstateres ved hjælp af konventionel krystaløtsning. Hvis orienteringen i et punkt i en del er blevet bestemt, vil orienteringen i et andet område være den samme, dersom der ikke forefindes nogen mellemliggende krystalgrænse eller subtile krystalvariationer, som ligger uden for denne opfindelses rammer.

En anvendelig teknik til kontrollering af den krystallografiske struktur i støbte artikler er anvendelsen af et tidligere fremstillet metalpodestof, der har den ønskede struktur. Dersom artiklen under støbningen kan bringes til at vokse epitaksielt fra podestoffet, bliver podestoffets struktur reproduceret.

At lade genstande vokse ud fra et podestof er kendt. Se f.eks. Bridgman-fremgangsmåden til epitaksiel énkrystaldannelse ifølge USA patentskrift nr. 1.793.672. USA patentskrift nr. 2.791.813 angår strukturer med kontrollerede krystallografiske orienteringer, i hvilke der benyttes podekrystaller for opnåelse af et ønsket resultat. I USA patentskrift nr. 3.759.310 er der beskrevet et apparat og en lysbuefremgangsmåde til fremstilling af énkrystalartikler ved hjælp af en elektrode, som forbruges, idet der benyttes en podekrystal i bunden af formen. USA patentskrift nr. 3.857.436 angår en forbedret frem-

gangsmåde og et apparat til fremstilling af énkystalartikler. I dette patentskrift er der beskrevet organer og fremgangsmåder til initiering af krystallisering i et konisk formet bundkammer, hvor der pludselig frembringes underafkøling. Endvidere angives der yderligere forbedringer. USA patentskrift nr. 3.598.169 angår støbning af relativt plane genstande ved hjælp af podekiler, som giver radialt ud-

5 efter rettet størkning.

Med undtagelse af USA patentskriftet nr. 3.759.310 forudsætter den ovennævnte kendte teknik opvarmning af formen før indføring af det smeltede metal. Praksis er, at pedestoffet findes i formen inden opvarmningen. Derfor opvarmes pedestoffet også sammen med formen til en relativt høj temperatur, selv om dets placering i visse situationer indikerer en svagere opvarmning. Når det overophedede smeltede metal indføres i formen og får lov til at stabilisere sig, kommer det

15 i kontakt med det opvarmede pedestof og får dette til at smelte i det mindste delvis. Det er naturligvis nødvendigt at smelte i det mindste en del, men kun en del af pedestoffet, hvilket nødvendiggør kontrol med begyndelses- og overgangsforhold for pedestoffet, formen, det smeltede metal samt en række andre betydningsfulde faktorer.

En stor del af den kendte teknik afspejler laboratorieteknik og er ikke indrettet på masseproduktion. I dag er der en tendens mod større kommerciel udnyttelse af artikler med kontrolleret krystallografisk struktur, såsom søjleformet struktur eller énkystalstruktur til gasturbineskovlhjul (gas turbine airfoils). Dette har tilskyndet til udvikling af automatiseret støbeteknik til frembringelse af artikler i kvantiteter på økonomisk basis. Ifølge én af disse teknikker, se USA patentskrift nr. 3.895.672, fastspændes en opvarmet form på en kold kokilleplade umiddelbart før indføringen af det smeltede metal i formen. Dersom podekrystallen benyttes, fastgøres denne til kokillepladen og er naturligvis tilsvarende kold. Det korte tidsrum mellem

20 samlingen af den varme form og den kolde kokilleplade giver kun kort tid for temperaturen af pedestoffet til at stige. Den samme vanskelighed kan optræde i forbindelse med en del andre kendte apparater og fremgangsmåder. Hvis pedestoffet er for koldt, sker der en utilstrækkelig smeltning, og følgelig vil der ikke forekomme epitaksi. En måde

25 at eliminere dette problem på er at forøge overophedningen af det

30

35

smeltede metal, hvilket er ufordelagtigt, eftersom overophedning ofte indebærer forøgede omkostninger og forøget tid, uønsket fordampning af stoffer samt forøget forringelse af formen. Separat opvarmning af podestoffet eller indføring af podestoffet i formen, når formen op-
5 varmes, i overensstemmelse med de kendte fremgangsmåder er også ufordelagtig som følge af både mekaniske og fremstillingsmæssige komplikationer, og eftersom podestoffet kan blive oxideret eller på anden måde forurennet.

Ved fremstilling af artikler med kontrolleret primær og sekundær
10 krystallografisk orientering skal man også efter fremstilling tage hensyn til, at orienteringen af podestoffet for det første skal være nøjagtigt bestemt ved passende inspektionsteknik og for det andet kontrolleret præcist i forhold til akserne for de genstande, der støbes. Følgelig repræsenterer tilvejebringelsen af podestoffer til
15 støbning en væsentlig omkostning. Det er derfor ønskeligt, at podestofferne kan genvindes fra støbningsprocessen, efter at artiklen er blevet dannet, og benyttes igen, hvis det er muligt. Når en stor del af podestoffet smelter under støbeprocessen, eller podestoffet omgives af en stor mængde størknet metal med uvedkommende orientering, er genudvinding for genbrug imidlertid vanskelig.
20

I US patentskrift nr. 3.763.926 er beskrevet et apparat til støbning af retningsstørknede genstande enten med søjleformet eller enkeltkrystalstruktur, i hvilket apparat formen anbringes i et opvarmningskammer og opvarmes før fyldning med metalsmelte til en temperatur
25 over støbelegeringens temperatur, idet størkningshastigheden for metalsmelten i formen styres ved nedsænkning af formen i et flydende kølemiddel. I det i fig. 3 i dette patentskrift viste apparat har apparatet til størkning af metalsmelten til en genstand med styret krystallografisk orientering en form, i hvilken en genstandsformningsdel 30" øverst har en støbematerialesti-indretning 38" og ned-
30 derst ved bunden som størkningszone en vækstzone 42". Denne vækstzone indeholder et enkeltkrystal-podestof 46 med en ønsket orientering, hvilket podestof er indføjjet i en cylindrisk udsparring 48 i formen. Ved placeringen af podestoffet 46 kan kun dennes vandrette overflade
35 komme i berøring med smelten. Ved overophedning af formen før indføring af metalsmelten må podestoffet 46 ikke smeltes helt, da der i

formen skal være et selektionsindsnævringsstykke. I dette patentskrift er der endvidere i fig. 5 som en anden udformning vist en form 50 til et enkeltstøbestykke, der anbringes på en kokilleplade 52 og omsluttet af en kappe 54. Denne kappe 54 har på ydersiden en induktionsopvarmningsspole 58 til overophedning af den tomme eller fyldte form 50. Det rum, som dannes mellem formen 50's yderside og kappen 54's inderside, er bestemt til optagelse af et flydende kølemiddel, der indføres gennem en tilledning 60, så snart den først via kokillepladen 52 frembragte afkøling og størkning af smelten skal fremmes.

10 Formen 50 indeholder ikke noget podestof. I formen 50 dannes der ved afkøling af metalsmelten via kokillepladen 52 i vækstzonen under størkningen en orienteret polykrystallinsk struktur. For at rette enkeltkrystalvæksten i støbelegemet, som skal fremstilles, har formen 50 en skruelinjeformet selektionsindsnævring mellem den nederste over

15 kokillepladen 52 placeret vækstzone og en derover placeret støbedelsformningszone, for at danne en enkeltkrystal ved smeltens størkning i selektionsindsnævringen, fra hvilken der dannes en enkeltkrystalstruktur i støbelegemet, som skal fremstilles.

De fra ovennævnte patentskrifter kendte forme, som overophedes før indføring af metalsmelten til en temperatur på ca. 150°C over metalsmelten, som indføres, benyttes ikke i forbindelse med den foreliggende opfindelse. Af det ovenfor anførte fremgår det klart, at det fra USA patentskrift nr. 3763926 er kendt, at der ved indføring af metalsmelter i overophedede forme, der enten indeholder et før indføringen af metalsmelten i formen ophedet podestof eller en selektionsindsnævring, at fremstille enkeltkrystalstøbestykker ved størkning i formen, hvis temperatur sænkes med flydende kølemidler.

20

25

I det allerede omtalte USA patentskrift nr. 3.759.310 benyttes en form, hvis lodrette væg opvarmes til en temperatur over smeltepunktet for den legering, som skal smeltes i formen, ved elektrisk modstandsopvarmning. I en køle- eller kokilleplade 10 er udformet en udsparring 19 til optagelse af et podestof 11, der er placeret ragende frem fra kokillepladen. Podestoffet 11 skal i vandret plan være så stort som overhovedet muligt for at dække en stor del af kokillepladen 10, da varmebortledningen for den smelte, som skal stivne, skal ske fra

30

35

bunden af formen gennem podestoffet, da den flade af kokillepladen,

som ikke er dækket af podestoffet, samt den flade af podestoffet, som rager vinkelret frem fra kokillepladen, beskyttes af et isoleringslag 18. Af denne grund skal podestoffet også være forholdsvis tyndt, men ikke så tyndt, at podestoffet ved påbegyndelse af smeltningssprocessen 5 smelter bort og derved beskadiger kokillepladen.

I overensstemmelse med de fra USA patentskrift nr. 3.763.926 og 3.759.310 kendte teknikker kan de i overensstemmelse med disse teknikker benyttede podestoffer ikke udvindes til genbrug, således som det er tilfældet med den foreliggende opfindelse.

10 Formålet med opfindelsen er at tilvejebringe et apparat til størkning af smeltet metal til et produkt med kontrolleret krystallografisk orientering og af den i patentkrav 1's indledning angivne art, hvilket apparat gør det muligt:

- 15 a) at fremstille støbelegemer eller støbte produkter med kontrolleret krystallografisk orientering på bedre og mere sikker måde til forøgelse af produktionsudbyttet,
- b) at benytte sådanne legeringer, der er egnet til reproducerbar frembringelse af kontrolleret krystallografisk orientering ved hjælp af et podestof, idet anvendelsen af nikkelsuperlegeringer 20 er specielt fordelagtig, og
- c) at genudvinde podestoffet til fornyet anvendelse eller genbrug.

Dette formål med opfindelsen opnås med et apparat af den ovenfor angivne art og med de i patentkrav 1's kendetegnende del angivne træk. Andre fordelagtige udførelsesformer for apparatet ifølge op- 25 findelsen er angivet i underkravene 2-4.

I apparatet ifølge opfindelsen indføres smeltet metal i en retningsbestemt størkningsform på en sådan måde, at en del af det smeltede metal flyder hen over podestoffet for opvarmning og smeltning af en del af dette for fjernelse af eventuel forurenende film, der måtte 30 forekomme på podestoffet. Ved brug af podestoffet sammen med kokillepladen er formen udformet således, at den har et rum med en begyndelsessektion, der har et volumen, som er tilstrækkeligt til at kunne optage podestoffet og optage smeltet metal, som strømmer hen

over pedestoffet. Pedestoffet kan strække sig ind i begyndelsessektionen for at tillade, at smeltet metal kan strømme omkring pedestoffet og opvarme dette. På udvalgte steder på pedestoffet kan der være anbragt barrierelag, såsom en keramisk belægning, for at lette fjernelse af pedestof fra det størknede metalstøbeemne til genanvendelse.

I én udførelsesform er der på kokillepladen placeret termisk isolation på steder liggende over for pedestoffet for at bremse størkningen i ukontrolleret orientering af smeltet metal inden i begyndelsessektionen og for at sikre, at der i artiklen vil være epitaksielt størknet metal hidrørende fra pedestoffet til stede.

I én udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen har formen en artikelsektion, der er forbundet til begyndelsessektionen via en selektionsindsnævringssektion. Selektionsindsnævringssektionen er placeret i umiddelbar nærhed af den del af begyndelsessektionen, hvor pedestoffet kan optages, og tjener til kun at tillade metal, der er epitaksielt størknet af pedestoffet, at passere ind i artikelsektionen.

I en foretrukken udførelsesform for apparatet ifølge opfindelsen er formen indrettet til optagelse af smeltet metal ved indføringsdelen gennem artikelsektionen, og det smeltede metals udgangsstrøm fra selektionsindsnævringssektionen, gennem hvilken det passerer, for at støde mod pedestoffets ydre og dermed effektivt opvarme og smelte dette.

Opfindelsen er velegnet til fremstilling af støbte artikler af en vilkårlig legering og i en vilkårlig kontrolleret struktur, der kan fremstilles ud fra et pedestof. Den er speciel anvendelig ved fremstilling af søjleformede krystalstrukturer eller énkrystallkomponenter af højtemperaturbestandige nikkellegeringer.

Ifølge opfindelsen opnås der hensigtsmæssig smeltning af pedestoffet for at sikre den ønskede epitaksielle vækst ud fra dette, hvorved undgås de defekte støbeemner, som kan blive produceret, dersom pedestoffet ikke smelter tilstrækkeligt, eller dersom forureningslaget ikke fjernes fuldstændigt. Desuden muliggør opfindelsen brug af

podekrystaller, som ikke i nævneværdig grad opvarmes før indføringen af det smeltede metal i formen. I en foretrukken udførelsesform reduceres omkostningerne til podestoffet desuden, eftersom det bliver gjort muligt at genudvinde podestoffet fra størknede støbeemner og
5 genanvende det. Brugen af podestoffer bliver gjort mere økonomisk og derfor mere anvendelig sammenlignet med vækst uden podning, hvilket muliggør realisation af fordelene ved kontrol af primær og sekundær orientering. Énkrystalstøbekonstruktioner kan simplificeres, og den initielle størkningshastighed forøges, hvilket forøger produktionsud-
10 byttet.

Opfindelsen vil i det følgende blive nærmere forklaret under henvisning til tegningen, på hvilken
fig. 1 viser en form indeholdende et podestof monteret på en kokilleplade, set i snit,
15 fig. 2 et tværsnit gennem den i fig. 1 viste forms artikelhulrum, fig. 3 et snit gennem en del af et podestofhulrum af en form på en kokilleplade,
fig. 4 en del af podestoffets sæde,
fig. 5 et snit gennem et podestof med et barrierelag omkring podestoffets periferi og
20 fig. 6 et snit gennem en del af en anden udførelsesform for podestoffet og kokillepladebarrierelagene.

Den foretrukne udførelsesform vil blive beskrevet i forbindelse med en form specielt tilpasset til fremstillingen af højtemperaturbestandige nikkellegeringsstøbeemner i ét stykke ifølge USA patentskrift
25 nr. 3.895.672, men er ikke begrænset hertil.

En form 20 af et keramisk materiale, der er velegnet til formning af énkrystalartikler, er monteret på en kobberkokilleplade 22, som vist i fig. 1. Formen omfatter en sektion, som definerer et artikelhulrum
30 24, der, som vist i fig. 2, har form som en gasturbineskovl, til hvis fremstilling den foreliggende opfindelse er specielt anvendelig. Formen har yderligere en første ende 26 til optagelse af smeltet metal og til at føre det ind i artikelhulrummet samt en anden ende 33, der er indrettet til at kontakte en kokilleplade.

Et podestof 28, som har en forudbestemt krystallografisk orientering, er monteret i en reces 30 i kokillepladen 22. Podestoffet er derved i intim kontakt med og vil blive afkølet af kokillepladen. Omkring podestoffet er der arrangeret et begyndelseshulrum 32, som afgrænses af den anden ende 33, formens begyndelsessektion og kokillepladen 22. En selektorsektion 34 forbinder begyndelseshulrummet 32 med artikelhulrummet 24. Selektorsektionen 34 har et væsentligt mindre tvær-

5 snitsareal end både podekrystalhulrummet og artikelhulrummet.

I den viste foretrukne udførelsesform har podestoffet, begyndelseshulrummet og selektorsektionen cirkulære tværsnit selv om andre tværsnitsformer er ligeså funktionelle.

10

De relative størrelser af de enkelte elementer er ikke faste, men kan generelt angives ved et eksempel: Ved fremstilling af højtemperaturbestandige nikkellegeringsartikler, såsom gasturbineskovle med en højde på 10 til 25 cm, foretrækkes et podestof af den højtemperaturbestandige legering og med en diameter på 2 til 2,5 cm og en tilsvarende højde. Begyndelseshulrummet har en diameter på ca. 5 cm, og indgangsåbningen til selektorsektionen er ca. 0,5 til 1,0 cm over podestoffets overflade. Begyndelseshulrummet har således et rumfang på mere end fem gange det deri indeholdte podestof. Som det vil blive forklaret nedenfor, er dette rumfang til rådighed for optagelse af smeltet metal til opvarmning af podestoffet og initiering af epitaksiel størkning fra dette.

15

20

Begyndelsessektionsenden 33 er placeret tætsluttende mod kokillepladen på dennes overflade 36 for at forhindre lækage af smeltet metal. Organer til fastspænding, vist i fig. 3, benyttes til at holde god kontakt mellem formen og kokillepladen. Andre mekaniske fastspændinger eller fastgøringer er ligeså anvendelige, når blot de er placeret uden for det smeltede metals bane og indrettet til at holde en form, der har en høj temperatur. Ved masseproduktion er et kriterium ved valg af fastgøringsorganer den lethed og den hastighed, hvormed indgreb og frigøring kan foretages.

25

30

Når formen og kokillepladen er spændt fast sammen, er disse indrettet til at blive anbragt inden i forskellige apparaturer, der er beskrevet

vet i den hidtil kendte teknik til retningsbestemt størkning. Det smeltede metal kan indføres, og den nødvendige termiske gradient tilføres formen for at få støbeemnet til at størkne retningsbestemt. Anvendelsen af apparatet er som følger. Der indføres smeltet metal i
5 formen 20 gennem optagelsesenden 26, hvorefter det smeltede metal passerer gennem artikelsektionen 24 og selektorsektionen 34 og støder mod og flyder omkring overfladen 38 på pedestoffet 28. Virkningen af det smeltede metal på pedestofoverfladen 38 opvarmer derved pedestoffet og får det til at smelte, hvilket gennem turbulens forøger fjernelse af eventuelle urenheder eller film. Det smeltede metal, der har
10 passeret hen over pedestoffets overflade, lejres i begyndelseshulrummet 32 grænsende op til pedestoffet. Begyndelseshulrummet fungerer altså som et optagelsesreservoir for det smeltede metal, der benyttes til opvarmning af pedestoffet. Optagelsesreservoiret kan placeres
15 adskilt fra det hulrum, der indeholder pedestoffet, dersom det ønskes. Metalindføring gennem en separat kanal, som vist i USA patentskrift nr. 3.915.761, er en anden mulighed. I sådanne tilfælde skal begyndelseshulrummet udformes på en sådan måde, at det tillader gennemstrømning af smeltet metal. Som elementerne er udformet i den i
20 fig. 1 viste foretrukne udførelsesform omgiver det smeltede metal pedestoffet lateralt efter passage hen over pedestoffets overflade for derved at tilføre det yderligere varme.

Når formen er blevet fyldt med metal, bringes det smeltede metal ved fjernelse af varme gennem kokille- og formvæggene i overensstemmelse
25 med kendt praksis til at størkne progressivt i formens primære akse-retning, dvs. vertikalt. Metallet i begyndelsessektionen vil størkne først, og naturligvis vil der heri forekomme en større del af pedestoffet. Eftersom selektorsektionen 34 er centreret over pedestoffet 28, vil metal, der størkner epitaksielt på overfladen af pedestoffet, fortrinsvis først nå selektorsektionen og passere gennem
30 denne. Eftersom det størknende metal, der passerer gennem selektor-sektionen, størkner epitaksielt fra podekrystallen, vil det have samme orientering som podekrystallen. På samme måde vil artiklen dannet i hulrummet 24 have en tilsvarende orientering, idet den
35 optager sin struktur fra det tidligere dannede materiale i selektor-sektionen.

Fig. 3 viser mere detaljeret arrangementet af opfindelsens væsentlige elementer i begyndelsessektionen. For opnåelse af en ønsket sekundær orientering er det nødvendigt, at podekrystallen er orienteret på forudbestemt måde i forhold til artikelhulrummet 24. Dette opnås ved at orientere både pedestoffet og formen fast i forhold til kokillepladen 22. Som vist i fig. 3 er formen orienteret i forhold til kokillepladen ved hjælp af bolte 37, der også har til funktion at spænde formen fast til kokillepladen for at forhindre lækage. Naturligvis kan der benyttes andre orienteringsorganer, specielt ved masseproduktion, f.eks. polarisering af kokillepladen og formen ved hjælp af formen af deres kontaktpunkter eller ved brug af elektro-optiske følere med passende indices. I fig. 4 er der detaljeret vist organer til orientering af pedestoffet i forhold til kokillepladen. Vertikal eller primær orientering udføres ved hjælp af de åbenlyse organer til at holde pedestoffet på overfladen af kokillepladen. Den sekundære orientering eller den polære orientering omkring den primære akse kontrolleres ved hjælp af én spalte og tilhørende kile. Podekrystallen har som vist en enkelt spalte 46, der strækker sig på tværs af krystallens totale diameter, medens kokillepladen er forsynet med en kile 48, der er fast forbundet med kokillepladen. Andre mekaniske fastgørings- eller lokaliseringsorganer og andre polariseringsmetoder kan også benyttes.

I fig. 3 og 4 er der endvidere vist en keramisk afskærmning 40, der omgiver pedestoffet 28's periferi. Denne keramiske afskærmning udgør et barrierelag for at forhindre smeltet metal, der har passeret hen over pedestoffets overflade 38, og som har lagt sig i begyndeshulrummet 32, i at hæfte fast til pedestoffets periferi 42. Afskærmningen 40 inhiberer endvidere smeltning af pedestoffets periferi 42 og forhindrer vedhæftning til pedestoffets periferi af det smeltede metal i hulrummet. Efter at metallet i hulrummet 32 er størknet, og hele støbeemnet er blevet fjernet fra formen, kan støbeemnet deles i fladen 38's plan, hvorved pedestoffet let kan frigøres fra støbeemnet i begyndelsessektionen og efter mindre præparering benyttes påny.

Fig. 5 viser en anden udførelsesform for den keramiske afskærmning 40, i hvilken afskærmningen sammen med pedestoffet er placeret i en reces i kokillepladen. Afskærmningen kan fremstilles af et keramisk

eller vilkårligt andet materiale, der kan modstå påvirkningen fra det smeltede metal i korte tidsrum, hvor det udsættes for det smeltede metal, før dette størkner. Der kræves kun, at afskærmningen fremstilles af et materiale, som har den nødvendige termiske resistans og korrosionsresistans, og som desuden har tilstrækkelig mekanisk styrke til ikke at løsne sig under påvirkning fra det smeltede metal. Til opnåelse af opfindelsens formål behøver barrierelaget omkring pedestalstoffets periferi naturligvis ikke at være en separat fysisk del, men kan i stedet ligesåvel være en belægning på pedestalstoffet. Fig. 6 viser en yderligere udførelsesform for opfindelsen, i hvilken pedestalstoffet er monteret i plan med en forsænket region af overfladen af kokillepladen sammen med afskærmningen 40. Der er endvidere vist en keramisk ringformet skive 44, som hviler på kokillepladeoverfladen 36 grænsende op til pedestalstoffet. Skiven 44 har som funktion at reducere afkølingen via kokillepladen og dermed størkningshastigheden for det smeltede metal grænsende op til hovedstoffet sammenlignet med, hvad hastigheden ville være, dersom skiven ikke var der. Naturligvis vil det metal, der størkner fra kokillepladeoverfladen 36, ikke have pedestalstoffets ønskede krystallografiske orientering. Specielt i udførelser med begyndelseshulrum tilvejebringer tilstedeværelsen af skiven 44 sikkerhed for, at metal, der har en uønsket krystallografisk orientering, ikke når selektorsektionen 34 før metallet, der størkner epitaksielt fra pedestalstoffets overflade 38.

I fig. 6 er skiven 44 vist som en separat del, der dækker hele den blottede del af kokillepladen i hulrummet 32. Den områdemæssige udstrækning af dækningen kan imidlertid varieres, f.eks. ved formindskelse af diameteren af skiven 44, så at en del af kokillepladens overflade langs hulrummets periferi blottes. Variation af dækningen af kokillepladen ændrer kontrollerbart varmeafgivelsen fra metallet i hulrummet 32 for opnåelse af den ønskede størkning af artiklen. Skiven 44 kan desuden som vist i fig. 3 fremstilles ud i ét med afskærmningen 40. I stedet kan skiven 44 fremstilles ud i ét med formen 20, hvorved den indre diameter af skivedelen kan varieres for regulering af varmeeekstraktion. Skiven 44 kan også udformes som en belægning på kokillepladen, og skivens funktion kan varieres ved variation af tykkelse og termiske egenskaber for konstruktionsmaterialet.

Apparatet og fremgangsmåden ifølge opfindelsen kan tilpasses fremstillingen af enkelte eller flere dele. Flere dele kan naturligvis fremstilles ved at placere flere forme af den i fig. 1 viste type som en samling, hvilket er almindelig praksis ved masseproduktion af

5 præcisionsstøbeemne ved retningsbestemt størkning. I stedet kan flere end én del fremstilles ud fra en enkelt podekrystal ved at sprede formen umiddelbart over selektorsektionen på en måde svarende til den, der er vist i USA patentskrift nr. 3.857.436.

Selv om opfindelsen ovenfor er blevet beskrevet i forbindelse med

10 énkystalstøbning, kan den imidlertid også anvendes til fremstilling af søjleformede krystalstrukturstøbeemner og andre epitaksielt afledte støbestrukturer. Opfindelsen er anvendelig i forbindelse med en hvilken som helst legering, der kan støbes, og til hvilken legering der kan fremstilles en passende form. Det er endvidere åbenlyst for

15 fagmanden, at der inden for opfindelsens rammer kan foretages forskellige ændringer og udeladelser i form og detaljer uden at afvige fra opfindelsens idé.

PATENTKRAV

1. Apparat til størkning af smeltet metal til et produkt med kontrol-

20 leret krystallografisk orientering, hvilket apparat omfatter:

- a) en kokilleplade (22) til afkøling af smeltet metal under retningsbestemt størkning,
- b) et pedestof (28) med kendt krystallografisk orientering, der er ønskelig i produktet, til initiering af epitaksiel størkning,
- 25 c) organer (30) til at holde pedestoffet (28) i en forudbestemt orientering i forhold til formen (20) i lille afstand fra kokillepladen (22), så at der kan opnås varmeoverførsel fra pedestoffet (28) til kokillepladen (22), idet pedestoffet (28) rager frem fra kokillepladen (22),
- 30 d) en form (20), der har en artikelsektion (24) og en begyndelsessektion (32), der er i kontakt med kokillepladen (22) og sammen med denne afgrænser et rum, som er indrettet til at optage det

frem fra kokillepladen ragende podestof (28) og det smeltede metal, samt organer (37) til at holde formen (20) fast til kokillepladen (22) og til at kontrollere orienteringen af formen (20) i forhold til podestoffet (28),

5 k e n d e t e g n e t ved, at der mellem begyndelsessektionen (32) og artikelsektionen (34) findes en som en retlinet kanal udformet selektionsindsnævringssektion (34), og at det frem fra kokillepladen (22) ragende afsnit af podestoffet (28) i afstand omsluttet af begyndelsessektionens (32) formrumsvæg.

10 2. Apparat ifølge krav 1,

k e n d e t e g n e t ved, at støbeformen er indrettet til faldende støbning og i lodret retning har en indføringsdel (26), et genstandsafsnit (24), et selektions-indsnævringsafsnit (34), et startafsnit (32) og en kokilleplade (22), idet podestoffet (28) i strømningsretningen er placeret under selektions-indsnævringsafsnittet (32), så at
15 podestoffet (28) ved støbning direkte påvirkes af det smeltede metal, og så at eventuelle overfladeurenheder på podestoffet fjernes ved borthvirvling.

3. Apparat ifølge krav 1 eller 2,

20 k e n d e t e g n e t ved, at den ind i startafsnittet (32) ragende del af podestoffet (28) omsluttet af en keramisk ring (40).

4. Apparat ifølge krav 3,

k e n d e t e g n e t ved, at der i startafsnittet (32) findes en mod kokillepladen (22) hvilende eller i samme indlagt ringformet
25 plade (44), der omslutter podestoffet (28) eller den keramiske ring (40), og som nedsætter kølingen gennem kokillepladen (22).

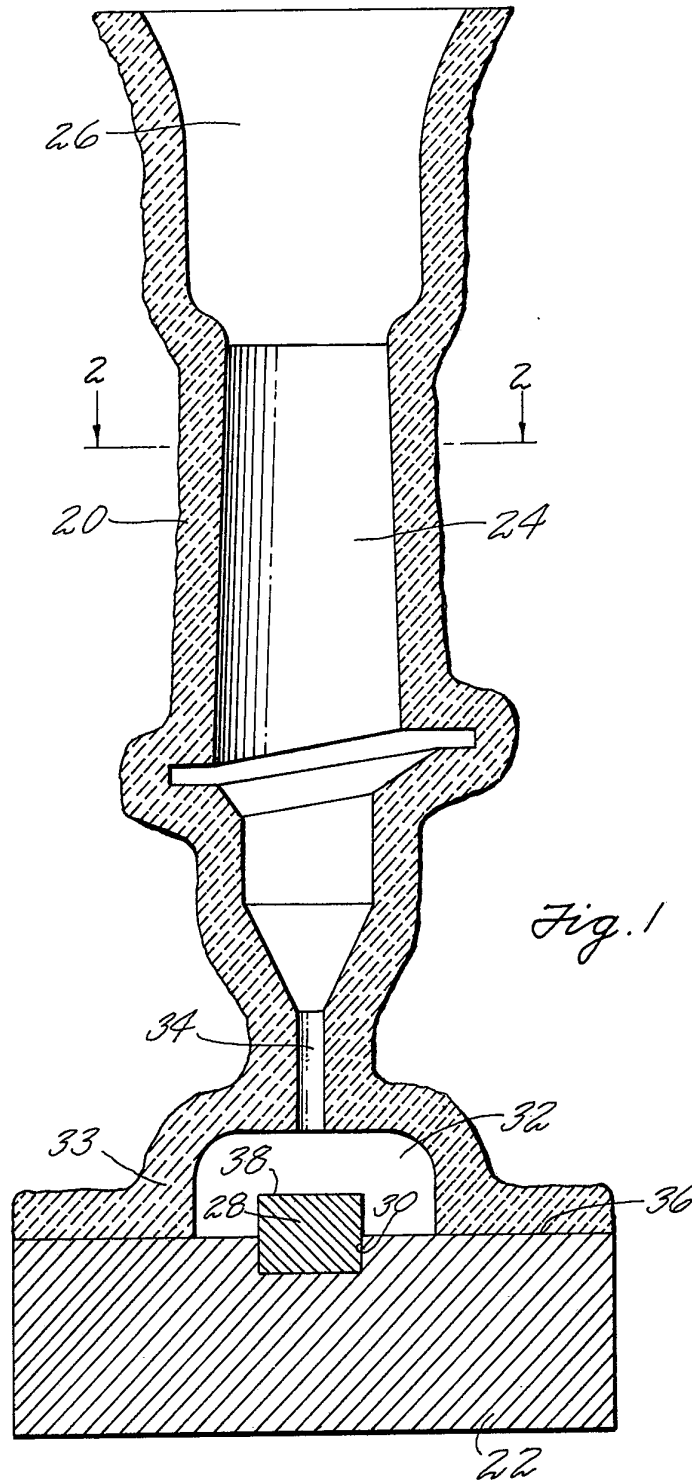


Fig. 2

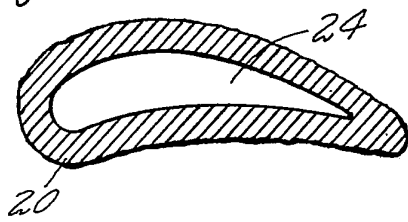


Fig. 3

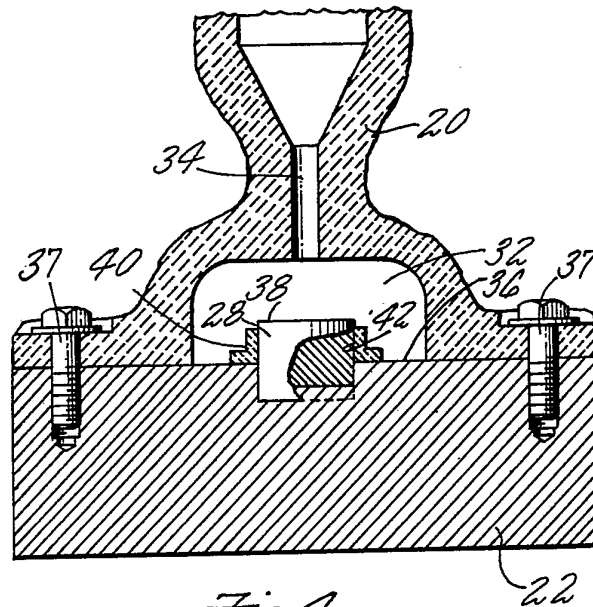


Fig. 5

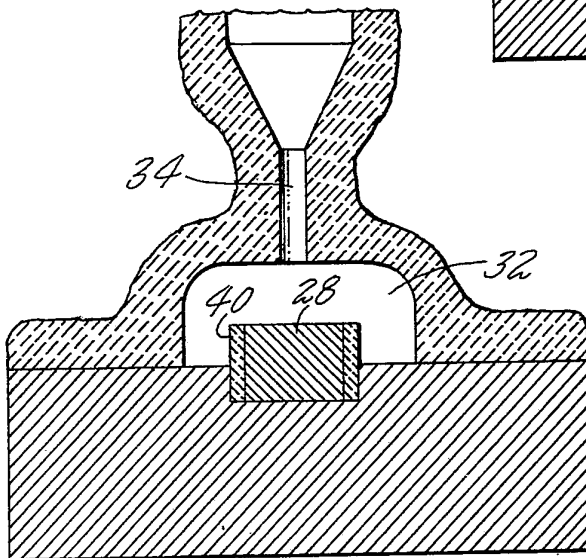


Fig. 4

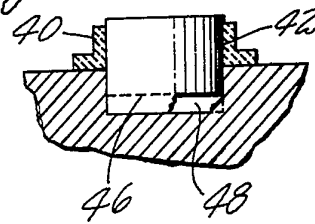


Fig. 6

