



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **175850**

(13) B

(51) Int Cl⁵ B 22 D 19/14, C 22 C 1/09, 1/10

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	893991	(86) Int. inng. dag og	
(22) Inng. dag	05.10.89	søknadsnummer	
(24) Løpedag	05.10.89	(85) Videreføringsdag	
(41) Alm. tilgj.	11.05.90	(30) Prioritet	10.11.88, US, 269315
(44) Utlegningsdato	12.09.94		

(71) Patentsøker	Lanxide Technology Company LP, Tralee Industrial Park, Newark, DE 19711, US
(72) Oppfinner	Ralph Alfred Langensiepen, Newark, DE, US Michael Kevork Aghajanian, Bel Air, MD, US Robert James Wiener, Newark, DE, US
(74) Fullmektig	Curo AS, Lundamo

(54) **Benevnelse** **Framgangsmåte for framstilling av et komposittprodukt med metallmatrise**

(56) **Anførte publikasjoner** EP A2 250210, EP A2 64043, US 2606831

(57) **Sammendrag**

Anvendelse av ei ledeanordning i kombinasjon med en spontan infiltreringsprosess for å produsere et metallmatriks komposittlegeme. En permeabel masse av fyllmateriale eller ei preform er spontant infiltrert av smeltet metallmatriks til å danne et metallmatriks komposittlegeme. Ei ledeanordning blir brukt for å kontrollere eller begrense arealet av smeltet metallmatriks som kontakter fyllmaterialet eller preforma. Bruken av ei ledeanordning besørger kontroll av mengde metallmatriks som kan kontakte preforma eller fyllmaterialet som kan resultere i mindre maskinering av et dannet metallmatriks komposittlegeme, sammenliknet med en tilsvarende metallmatriks kompositt som er laget uten ei ledeanordning, og/eller reduserer det dannete metallmatriks komposittlegemets tendens til å slå seg på grunn av kontakt mellom det dannete komposittlegeme og ramme av metallmatriks.

Oppfinnelsen angår en framgangsmåte for framstilling av et metallmatrise-komposittlegeme, som angitt i den innledende del av patentkrav 1.

Bakgrunn.

- 5 Kompositter som består av en metallmatrise og en styrkende eller armerende fase slik som keramiske partikler, whiskers, fibre eller tilsvarende, har store muligheter for et utall av anvendelser, fordi de kombinerer noe av stivheten og slitestyrken til den armerende fasen med duktiliteten og seigheten av metallmatrisen. Generelt vil en metallmatrise-kompositt framvise en forbedring i slike egenskaper som styrke,
- 10 stivhet, kontakt-slitestyrke og forhøyet temperatur styrkeretensjon i forhold til metallmatrisen i monolittisk form, men graden av forbedrete egenskaper avhenger i stor grad av de spesifikke komponentene, deres volum- eller vektfraksjon samt hvordan de er prosessert ved tilvirkningen av kompositten. I noen tilfeller kan i og for seg kompositten også være lettere i vekt enn metallmatrisen. Aluminium-
- 15 metallmatrise-kompositter armert med keramiske materialer, slik som f.eks. silisiumkarbid i partikkelform, plateform, eller whiskers-form, er interessante på grunn av deres høyere stivhet, slitemotstand og høytemperatur-styrke i forhold til aluminium.

- Ulike metallurgiske prosesser har blitt beskrevet for fabrikering av
- 20 aluminiummatrise-kompositter, inkludert metoder basert på pulver-metallurgiske prosesser og væske-metall-infiltreringsteknikker som anvender trykkstøping, vakuumbstøping, røring og fuktemidler. Med pulvermetallurgiske teknikker er metallet i form av et pulver og det armerende materiale i form av et pulver, whiskers, knuste fibre etc. blandet sammen og deretter enten kaldpresset og sintret, eller varmpresset.
- 25 Den maksimale keramiske volumfraksjon i silisiumkarbid-armert aluminiummatrise-kompositter produsert ved denne metoden har blitt rapportert til å utgjøre omtrent 25 vol% i tilfellet for whiskers, og omlag 40 vol% i tilfellet for partikler.

- Produksjonen av metallmatrise-kompositter ved pulver-metallurgiske teknikker som anvender konvensjonelle prosesser, pålegges visse begrensninger med hensyn til de
- 30 oppnåelige produkt-karakteristika. Volumfraksjonen av den keramiske fase i kompositten er typisk begrenset, i tilfellet for partikler, til omlag 40%. Press-operasjonen framviser også en grense på den praktisk oppnåelige størrelse. Kun

relativt enkle produktformer er mulig uten etterfølgende behandling (f.eks. forming eller maskinering) eller uten å ty til komplekse prosesser. Ujevn krymping under sintring kan også forekomme, så vel som rigiditet i mikrostrukturen forårsaket av segregering i kompaktene og kornvekst.

- 5 US patentskrift 3,970,136, beskriver en prosess for tilvirking av en metallmatrise-kompositt ved inkorporering av en fibrøs armering, f.eks. silisiumkarbid eller alumina-whiskers, som har et forutbestemt mønster av fibrenes orientering. Komposittene er laget ved å plassere parallelle matter eller felter av koplanare fibre i en form med et reservoar av smeltet metallmatrise, f.eks. aluminium, mellom i det
- 10 minste noen av mattene, og anvende trykk for å tvinge smeltet metall til å penetrere mattene og omgi de orienterte fibrene. Smeltet metall kan helles over stabelen av matter mens den under trykk tvinges til å flyte mellom mattene. Andeler på opptil 50 vol% av armerende fibre i kompositten er blitt rapportert.

- Sett i lys av den ovennevnte infiltreringsprosess' avhengighet av eksternt trykk for
- 15 å tvinge den smeltete metallmatrise gjennom stabelen av fibrøse matter, forutsetter den ovennevnte infiltreringsprosessen trykkinduserte flyteprosesser, dvs. mulig ikke-uniformitet av matrisedannelse, porøsitet etc. Ikke-uniformitet av egenskaper er mulig, selv om smeltet metall kan introduseres i en mangfoldighet av posisjoner i fiberarrangementet. Som en konsekvens må kompliserte arrangementer av
- 20 matte/reservoar og flytveier legges til rette for å oppnå fullgod og jevn penetrering i stabelen av fibermatter. Den ovennevnte metoden med trykkinfiltrering tillater kun en forholdsvis lav volumfraksjon med armering av matrise på grunn av den iboende vanskelighet med infiltrering av et stort mattevolum. Videre kreves det at forma må inneholde det smeltete metall under trykk, som går på bekostning av prosessen. Til
- 25 slutt er den ovennevnte prosessen, som er begrenset til infiltrering av retningsorienterte partikler eller fibre, ikke rettet mot dannelse av aluminium-metallmatrise-kompositter armert med materialer i form av tilfeldig orienterte partikler, whiskers eller fibre.

- I fabrikasjonen av aluminium-matrise-alumina-fylte kompositter vil ikke aluminium
- 30 fukte alumina skikkelig, noe som gjør det vanskelig å forme et sammenhengende produkt. Ulike løsninger på dette problemet er blitt foreslått. En slik tilnærming kan være å belegge alumina med et metall (f.eks. nikkel eller wolfram), som deretter er

varmpresset sammen med aluminium. I en annen teknikk er aluminium levert med litium, og alumina kan belegges med silika. Disse komposittene framviser imidlertid variasjoner i egenskaper, beleggene kan degradere fyllmaterialet, eller matrisen inneholder litium som kan påvirke matrisens egenskaper.

- 5 US patentskrift nr. 4,232,091, overvinne visse vanskeligheter i faget som man må regne med i produksjon av aluminium-matrise-alumina-kompositter. Dette patentskriftet beskriver anvendelse av trykk på 75-375 kg/cm² for å tvinge smeltet aluminium (eller smeltet aluminiumlegering) inn i en fiber- eller whiskers-matte av alumina som er blitt forvarmet til 700 til 1050°C. Det maksimale volumforhold
- 10 mellom alumina og metall i den ferdige massive støp var 0.25:1. På grunn av avhengigheten av ekstern kraft for å oppnå infiltrering, er denne prosessen utsatt for de samme vanskeligheter som prosessen i det ovennevnte US patentskrift.

- Europapatentsøknad nr. 115,742 beskriver produksjon av aluminium-alumina kompositter, spesielt anvendbare som elektrolytiske cellekomponenter, ved fylling av
- 15 hulrommene i en preformet aluminamatriks med smeltet aluminium. Denne anvendelse framhever ikke-fuktbarheten av alumina med aluminium, og derfor er ulike teknikker anvendt for å fukte alumina gjennom preforma. F.eks. er alumina belagt med et fuktemiddel av et diborid av titan, zirkonium, hafnium eller niob, eller med et metall som f.eks. litium, magnesium, kalsium, titan, krom, jern, kobolt,
- 20 nikkel, zirkonium eller hafnium. Inerte atmosfærer som f.eks. argon er anvendt for å lette fukting. Denne referanse viser også anvendelse av trykk for å penetrere smeltet aluminium i en ubelagt matrise. I denne sammenheng oppnås infiltrering ved evakuering av porene for deretter å anvende trykk på det smeltete aluminium i en inert atmosfære, f.eks. argon. Alternativt kan preforma infiltreres ved avsetning av
- 25 aluminium i dampfase for å fukte overflata forut for fylling av hulrommene ved infiltrering med smeltet aluminium. For å sikre retensjon av aluminium i hulrommene i preforma kreves det varmebehandling, f.eks. ved 1400-1800°C, enten i vakuum eller i en argonatmosfære. På den annen side vil enten eksponering av det trykkinfiltrerte materiale for gass, eller fjerning av det infiltrerende trykk, resultere i
- 30 tap av aluminium fra legemet.

Anvendelsen av fuktemidler for å effektivere infiltrering av en aluminakomponent i en elektrolytisk celle med smeltet metall er også vist i Europeisk patentsøknad nr

94353. Denne publikasjonen beskriver produksjon av aluminium ved elektrolytisk utvinning med en celle som har en katodisk strømforsyner som celleinnsats eller substrat. For å beskytte dette substratet mot smeltet kryolitt er aluminasubstratet påført et tynt belegg med ei blanding av et fuktemiddel og løselighetsdemper forut
5 for oppstart av cellen eller mens det er neddykket i det smeltete aluminium produsert ved den elektrolytiske prosess. Tilhørende fuktemidler er titan, zirkonium, hafnium, silisium, magnesium, vanadium, krom, niob eller kalsium, der titan er utpekt som det foretrukket middel. Forbindelser av bor, karbon og nitrogen er beskrevet som nyttige til å undertrykke løseligheten av fuktemidlene i smeltet aluminium. I
10 referansen er det imidlertid ikke foreslått produksjon av metallmatrise-kompositter eller tilvirking av en slik kompositt i, f.eks., en nitrogenatmosfære.

I tillegg til anvendelse av trykk og fuktemidler, er det kommet fram at anvendelse av vakuum vil bistå penetreringen av smeltet aluminium i inn i et porøst keramisk kompakt. F.eks. US patentskrift nr. 3,718,441 rapporterer infiltrering av et keramisk
15 kompakt (f.eks. borkarbid, alumina og beryllia) med enten smeltet aluminium, beryllium, magnesium, titan, vanadium, nikkel eller krom under et vakuum på mindre enn 10^{-6} torr. Et vakuum på 10^{-2} til 10^{-6} torr resulterte i dårlig fukting av keramikken med det smeltete metall i en slik grad at metallet ikke fløt fritt inn i de keramiske hulrommene. Imidlertid ble det hevdet at fukting ble forbedret når
20 vakuemet ble redusert til mindre enn 10^{-6} torr.

US patentskrift nr. 3,864,154 viser også bruken av vakuum for å oppnå infiltrering. Dette patentskriftet beskriver tilsats av et kaldpresset kompakt av AlB_{12} -pulver på ei seng av kaldpresset aluminium-pulver. Ekstra aluminium ble deretter lokalisert på toppen av AlB_{12} -kompaktet. Digelen, med kompaktet av AlB_{12} laminert
25 mellom lagene av aluminiumpulver, ble plassert i en vakuumovn. Ovnén ble evakuert til omlag 10^{-5} torr for å tillate avgassing. Temperaturen ble deretter hevet til $1100^{\circ}C$ og holdt ved like i en periode på 3 timer. Ved disse betingelsene penetrerte det smeltete aluminium det porøse AlB_{12} - kompaktet.

US patentskrift nr. 3,364,976 viser konseptet for dannelse av selvgenerert vakuum
30 i et legeme for å forbedre penetrering av et smeltet metall inn i legemet. Mer spesifikt kommer det fram i dette patentskriftet at et legeme, f.eks. ei grafittform, ei stålform, eller et porøst ildfast materiale, er fullstendig neddykket i et smeltet metall.

I tilfellet med ei form, kommuniserer formas hulrom, som er fylt med en gass som er reaktiv med metallet, med det omgivende smeltete metallet gjennom minst én åpning i forma. Når denne forma blir neddykket i smelten, skjer fyllingen av hulrommet mens det selvgenererte vakuum er produsert fra reaksjonen mellom gassen i hulrommet og det smeltete metallet. Nærmere beskrevet, vakuumet er et resultat av dannelsen av en fast oksidert form av metallet. På denne måten viser det sistnevnte patentskriftet at det essensielle er induksjon av reaksjonen mellom gassen i hulrommet og det smeltete metallet. Det kan imidlertid være uhensiktsmessig å anvende ei form til å danne vakuum, på grunn av de tilknyttete begrensninger ved bruken av ei form. Ei form må først maskineres til en spesiell figur; deretter finpusses, maskineres til å produsere ei akseptabel støpeoverflate i forma; deretter settes sammen før bruk; deretter demonteres etter bruk for å fjerne støpestykket; og deretter gjenvinne forma, som mest sannsynlig ville kreve gjentatt finpussing av overflata i forma eller avhending av forma hvis den ikke lenger er akseptabel til bruk. Maskinering av ei form til en kompleks figur kan være svært kostbar og tidkrevende. Dessuten kan fjerning av et formet stykke fra ei form med kompleks geometri være vanskelig (dvs. støpestykker med en kompleks geometri kan gå i stykker når de tas ut av forma). Videre, mens det finnes et forslag om at porøst ildfast materiale kan neddykkes direkte i et smeltet metall uten bruk av ei form, måtte det ildfaste materialet være et udelte stykke fordi det ikke finnes noen metode for infiltrering av et løst eller separert porøst materiale uten bruk av ei beholderform (dvs. det er en generell oppfatning at det partikkelformige materiale typisk vil dissosiere eller flyte fra hverandre når det kommer i kontakt med flytende metall). Videre, hvis det var ønskelig å infiltrere et partikkelformig materiale eller løselig formet preform, burde det tas forholdsregler slik at det infiltrerende metallet ikke fortrenger i det minste deler av partiklene eller preforma med en inhomogen mikrostruktur som resultat.

I henhold til dette har det lenge vært et behov for en enkel og pålitelig prosess til produksjon av formete metallmatrise-kompositter som ikke er avhengig av trykk eller vakuum (enten eksternt eller internt framskaffet), eller ødeleggende fuktemidler for å skape en metallmatrise som støper inn et annet materiale slik som et keramisk materiale. Dessuten har det lenge vært et ønske om å minimalisere omfanget av

avsluttende maskinerings-operasjoner, som er påkrevet for å produsere et metallmatrise-komposittlegeme.

Det underliggende formål med denne oppfinnelsen er relatert til ulike andre patentsøknader. Spesielt beskriver disse patentsøknadene nye metoder for å lage

5 metallmatrise-komposittmaterialer.

En ny metode for tilvirking av et metallmatrise-komposittmateriale er vist i NO patentsøknad 882093 (publisert etter foreliggende prioritetsdato). I henhold til denne metoden er det produsert en metallmatrise-kompositt ved infiltrering av en permeabel masse av et fyllmateriale (f.eks. et keramisk eller et keramisk belagt materiale) med

10 smeltet aluminium inneholdende minst 1 vekt% magnesium, og helst minst 3 vekt% magnesium. Infiltrering skjer spontant uten anvendelse av eksternt trykk eller vakuum. En forsyning av den smeltete metall-legering er brakt i kontakt med massen av fyllmaterialet ved en temperatur på minst 675°C i nærvær av gass bestående av 10-100 vol%, og fortrinnsvis minst 50 vol% nitrogen, og en resterende del, hvis det

15 finnes, som består av en ikke-oksiderende gass, f.eks. argon. Under disse betingelser infiltrerer den smeltete aluminiumlegering den keramiske masse under normale atmosfæriske trykk til å danne en aluminium- (eller aluminiumlegering) matrise-kompositt. Når den ønskete andel av fyllmaterialet er infiltrert av den smeltete aluminiumlegering, blir temperaturen senket for å størkne legeringen, hvorefter

20 resultatet blir en størknet metallmatrise-konstruksjon som omgir det armerende fyllmateriale. Vanligvis, og fortrinnsvis, vil den tilsatte mengden av smeltet legering være tilstrekkelig til å tillate infiltreringen å fortsette til fyllmaterialets grenser. Mengden fyllmateriale i aluminiummatrise-kompositter produsert i henhold til metoden i den sistnevnte oppfinnelsen kan være betydelig høy. I dette henseende kan

25 det oppnås volumetriske forhold av fyllmateriale:legering som er høyere enn 1:1.

Under prosessbetingelsene i den ovennevnte oppfinnelsen, kan aluminiumnitrid dannes som en diskontinuerlig fase dispergert gjennom hele aluminium-matrisen. Mengde nitrid i aluminium-matrisen kan variere avhengig av slike faktorer som temperatur, sammensetning av legeringen, gass-sammensetning og fyllmateriale. Ved

30 å kontrollere én eller flere slike faktorer i systemet, er det på denne måten mulig å skreddersy komposittens egenskaper. For anvendelse som sluttprodukt kan det i noen tilfeller være ønskelig at kompositten inneholder lite eller i hovedsak intet

aluminiumnitrid.

Det er blitt observert at høyere temperaturer favoriserer infiltrering men også framhever prosessen som leder til nitriddannelse. Den sistnevnte oppfinnelsen tillater et valg av en balanse mellom infiltreringskinetikk og nitriddannelse.

- 5 Et eksempel på passende barrieremidler til bruk for metallmatrise-komposittdannelse er beskrevet i NO patentsøknad 890014 (publisert etter foreliggende prioritetsdato). I henhold til metoden i denne søknaden er et barrieremiddel (f.eks. partikkelformig titandiborid eller et grafittmateriale slik som en fleksibel grafittfolie solgt av Union Carbide under handelsnavnet Grafoil) anordnet
- 10 på en definert overflategrense av et fyllmateriale, og legeringsmatrise infiltrerer opp til grensen som er definert av barrieremidlet. Barrieremidlet blir brukt til å forhindre eller terminere infiltrering av den smeltete legering, og dermed framskaffe ei ren eller tilnærmet ren overflate av den resulterende metallmatrise-kompositten. I henhold til dette har de dannede metallmatrise-komposittlegemer en ytre form som i
- 15 hovedsak tilsvarende den indre overflata av barrieremidlet.

- I henhold til ovennevnte NO-A-882093 er en metallmatrise-legering tilstede som en første metallkilde og som et reservoar av metallmatrise-legering som kommuniserer med den første kilde av smeltet metall, forårsaket av f.eks. fallflyt. Spesielt, under betingelsene beskrevet i denne patentsøknaden, begynner den første
- 20 kilden av smeltet metallmatrise-legering å infiltrere massen med fyllmateriale under normale atmosfæriske trykk, og virker på denne måten til dannelse av en metallmatrise-kompositt. Den første kilden av smeltet metallmatrise-legering er forbrukt i løpet av dens infiltrering inn i massen av fyllmaterialet og kan, om ønskelig, etterfylles, fortrinnsvis på en kontinuerlig måte, fra reservoaret av smeltet
- 25 metallmatrise mens den spontane infiltreringen fortsetter. Når en ønsket andel av det permeable fyllmaterialet er blitt spontant infiltrert av den smeltete metallmatrise-legering, blir temperaturen senket for å størkne legeringen, som deretter former en størknet struktur av metallmatrise som omgir det armerende fyllmaterialet. Det bør være forstått at bruken av et reservoar med metall kun er én anvendelse av den
- 30 foreliggende oppfinnelsen, og det er ikke nødvendig å kombinere reservoaranvendelsen med hver av de gjensidige anvendelser av oppfinnelsen åpenbart derunder, der noen av disse også kunne være fordelaktig å anvende i

kombinasjon med den foreliggende oppfinnelsen.

Metallreservoaret kan være tilstede i en slik mengde at det sørger for at en tilstrekkelig mengde metall infiltrerer den permeable massen av fyllmateriale i en forutbestemt grad. Alternativt kan et valgfritt barrieremiddel bringes i kontakt med
5 den permeable massen av fyllmateriale i det minste på én side av denne for å definere en overflategrense.

Dessuten, mens tilsatsen av smeltet legeringsmatrise i det minste burde være tilstrekkelig til å tillate spontan infiltrering å fortsette i hovedsak til grensene (dvs. barrierene) i den permeable massen av fyllmaterialet, kan mengden av legeringen
10 tilstede i reservoaret overstige slike mengder at det ikke bare vil være tilstrekkelig mengde for fullstendig infiltrering, men også et overskudd av smeltet metallmatrise-legering som kan festes til metallmatrise-komposittlegemet. På denne måten, når smeltet legering er tilstede i overskudd, vil det resulterende legemet utgjøre et
15 legeme med metallmatrise vil være direkte bundet til overskytende metall som er gjenværende i reservoaret.

Hver og en av de diskuterte ovennevnte patentsøknader beskriver metoder for produksjon av metallmatrise-komposittlegemer samt nye metallmatrise-komposittlegemer som er produsert med disse.

20

Formål.

Hovedformålet med oppfinnelsen er å anviser en framgangsmåte for framstilling av metallmatrise-komposittlegemer, som overvinne ulempene ved kjente framgangsmåter.

25

Oppfinnelsen.

Dette formål oppnås med en framgangsmåte ifølge den karakteriserende del av patentkrav 1. Ytterligere fordelaktige trekk framgår av de tilhørende uselvstendige kravene.

30 Et metallmatrise-komposittlegeme er produsert ved spontan infiltrering av en permeabel masse av fyllmateriale eller preform med smeltet metallmatrise. Forut for slik spontan infiltrering er imidlertid en ledeanordning plassert mellom den smeltete

metallmatrise og fyllmaterialet eller preforma som skal infiltreres. Ledeanordningen kontrollerer det areal av smeltet metallmatrise som kommer i kontakt med det permeable fyllmaterialet eller preforma. En slik kontroll kan brukes for å levere smeltet metallmatrise til foretrukket område av ei preform eller fyllmateriale;

- 5 og/eller motvirke forvridninger av ei preform eller fyllmateriale ved å redusere kontakten mellom preforma eller fyllmaterialet og rammen av metallmatrise; og/eller redusere andelen av overflate-bearbeiding som er påkrevet for å produsere en endelig maskinert metallmatrise-kompositt.

- Et infiltreringsmiddel og/eller en forløper til et infiltreringsmiddel og/eller en
10 infiltrerende atmosfære kommuniserer med fyllmaterialet eller preforma, i det minste på ett tidspunkt i løpet av prosessen, som tillater smeltet metallmatrise å spontant infiltrere fyllmaterialet eller preforma.

- I en foretrukket anvendelse av oppfinnelsen kan et infiltreringsmiddel tilsettes direkte til minst en av preforma eller fyllmaterialet og/eller metallmatrise og/eller
15 den infiltrerende atmosfære. I ethvert henseende og som et minstekrav bør infiltreringsmidlet være lokalisert i minst en del av fyllmaterialet eller preforma, i det minste under den spontane infiltrering.

- Når det anbringes en ledeanordning mellom i det minste en del av en smeltet metallmatrise og et fyllmateriale eller preform, oppnås et forbedret metallmatrise-
20 komposittlegeme. Passende ledeanordninger inkluderer materialer som typisk er ufuktbare av smeltet metallmatrise under prosessbetingelsene; og/eller som kan tillemppe fjerning av ramme med metallmatrise som er igjen i kontakt med det infiltrerte fyllmateriale eller preform etter spontan infiltrering er fullstendig. Et eksempel på en passende ledeanordning til bruk med en aluminium-metallmatrise er
25 et grafittmateriale, slik som en grafitt-tape, som har et enkelt hull eller et flertall av hull eller passasjer. Antallet av hull, størrelsen på hullene og formen på hullene osv. kan kontrolleres på enhver passende måte for å oppnå en forbedret metallmatrise-kompositt.

- Det bemerkes at det i denne teksten primært diskuteres aluminium-metallmatriser
30 som, på ett eller annet tidspunkt under dannelsen av metallmatrise-komposittlegemet, kontaktes med magnesium, som fungerer som forløperen til infiltreringsmidlet, i nærvær av nitrogen som fungerer som den infiltrerende atmosfære. Systemet

- metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/infiltrerende atmosfære med aluminium/magnesium/nitrogen framviser således spontan infiltrering. En passende ledeanordning til bruk i dette systemet omfatter et grafittmateriale, slik som en grafitt-tape solgt av Union Carbide under handelsnavnet Grafoil. Andre systemer av
- 5 metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/infiltrerende atmosfære kan imidlertid også framvise en liknende oppførsel som systemet aluminium/magnesium/nitrogen. For eksempel er liknende oppførsel med spontan infiltrering observert for systemene aluminium/strontium/nitrogen, aluminium/sink/oksygen og aluminium/-kalsium/nitrogen. I henhold til dette, selv om systemet aluminium/magnesium-
- 10 /nitrogen er det systemet som primært diskuteres herunder bør det være forstått at andre systemer av metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/infiltrerende atmosfære kan framvise en liknende oppførsel og må betraktes som omfattet av den foreliggende oppfinnelsen. En passende ledeanordning kan velges til bruk med hver av de andre spontane infiltrerings-systemer.
- 15 Når metallmatrisen omfatter en aluminium-legering er aluminium-legeringen kontaktet med ei preform som omfatter et fyllmateriale (f.eks. alumina eller silisium-karbid) eller en masse av fyllmateriale, der nevnte masse av fyllmateriale eller preform er blandet sammen med, og/eller på ett eller annet tidspunkt i løpet av prosessen blir eksponert for, magnesium. Dessuten, i en foretrukket anvendelse, er
- 20 aluminium-legeringen og/eller preforma eller fyllmaterialet omgitt av en nitrogenatmosfære under i det minste en del av prosessen. Preforma vil bli spontant infiltrert, og graden eller hastigheten av spontan infiltrering og dannelsen av metallmatrise vil variere med et gitt sett av prosessbetingelser inkludert f.eks. konsentrasjonen av magnesium tilført systemet (f.eks. i aluminium-legeringen
- 25 og/eller i fyllmaterialet eller preforma og/eller i den infiltrerende atmosfære), størrelsen og/eller sammensetningen av partiklene i preforma eller fyllmaterialet, konsentrasjonen av nitrogen i den infiltrerende atmosfære, tid gitt for infiltrering og/eller temperaturen der infiltrering skjer. Spontan infiltrering skjer typisk til en slik grad som er tilstrekkelig til å fullstendig omgi preforma eller fyllmaterialet.

Definisjoner.

"Aluminium" er å forstå som et hovedsakelig rent metall (f.eks. et relativt rent, kommersielt tilgjengelig ulegert aluminium) eller andre kvaliteter av metall og metallegeringer slik som de kommersielt tilgjengelige metaller med forurensninger og/eller legerende bestanddeler slik som jern, silisium, kobber, magnesium, mangan, krom, sink, etc. En aluminiumlegering under denne definisjonen er en legering eller intermetallisk forbindelse der aluminium er den dominerende bestanddel.

Med "balanserende/resterende ikke-oksiderende gass" menes enhver gass, som er tilstede i tillegg til den primære gassen som utgjør den infiltrerende atmosfære, som enten er en inertgass eller en reduserende gass som i hovedsak er ureaktiv med metallmatrisen under prosessbetingelsene. Enhver oksiderende gass som måtte være tilstede i den anvendte gassen(e) som en urenheter, bør være utilstrekkelig til å oksidere metallmatrisen av betydning under prosessbetingelsene.

Med "barriere" eller "barrieremiddel" menes et passende middel som forstyrrer, forhindrer eller terminerer migrasjonen, bevegelsen, eller tilsvarende, av smeltet metallmatrise forbi en overflategrense i den permeable massen av fyllmaterialet eller preforma, hvor en slik overflategrense er definert ved nevnte barrieremidler.

Passende barrieremidler kan være i form av et materiale, forbindelse, element, blanding, eller tilsvarende, som under prosessbetingelsene opprettholder en viss integritet, og som ikke er vesentlig flyktig (dvs. at barrierematerialet ikke framviser flyktighet i en slik grad at det må regnes som uegnet som barrieremiddel).

Passende "barrieremidler" inkluderer videre materialer som i hovedsak er ufuktbare av den migrerende smeltete metallmatrise under de anvendte prosessbetingelsene. En barriere av denne type viser seg å framvise i hovedsak lite eller ingen affinitet for den smeltete metallmatrise, og bevegelse forbi den definerte overflategrense av massen av fyllmaterialet eller preforma blir hindret av barrieremidlet. Barrieren reduserer enhver sluttmaskinering eller sliping som måtte kreves, og definerer i det minste en del av overflata til det resulterende metallmatrise-komposittprodukt. Barrieren kan i visse tilfeller være permeabel eller porøs, eller gjort permeabel av, f.eks., drillerte hull eller punkteringer i barrieren, for å tillate gass å komme i kontakt med den smeltete metallmatrise.

"Ramme" eller "ramme av metallmatrise" viser til enhver av de opprinnelige deler

av matrisemetall som ikke er forbrukt under dannelse av selve kompositten, og som typisk forblir i det minste i delvis kontakt med metallmatrise-komposittlegemet som er blitt dannet, hvis den får anledning til å kjøle. Det bør være forstått at rammen også typisk kan inkludere et andre eller fremmed metall.

- 5 "Fyller" representerer enten enkle bestanddeler eller blandinger av bestanddeler som i hovedsak er ureaktive med, og/eller av begrenset løselighet i metallmatrisen og kan være én fase eller multifase. Fyllere kan framskaffes i ulike former og størrelser, som f.eks. pulvere, flak, plater, mikrosfærer, whiskers, bobler, etc., og kan enten være kompakte eller porøse. "Fyller" kan også representere keramiske
- 10 fyllere, slik som alumina eller silisiumkarbid i form av fibre, knuste fibre, partikler, whiskers, bobler, sfærer, fibermatter eller tilsvarende, og keramisk belagte fyllstoffer slik som karbonfibre belagt med alumina eller silisiumkarbid for å beskytte karbonet mot angrep, f.eks. fra et smeltet aluminium-modermetall. Fyllstoffer kan også inkludere metaller i enhver ønsket konfigurasjon.
- 15 Med "ledeanordning" menes her ethvert materiale som under prosessbetingelsene framviser en eller flere av følgende karakteristikker: (1) at den er hovedsaklig ufuktbar av smeltet metallmatrise i forhold til fyllmaterialet eller preforma som skal infiltreres; (2) at den reduserer styrken av bindingen og/eller omfanget av binding mellom rammen av metallmatrise og det infiltrere metallmatrise-komposittlegeme,
- 20 for dermed (i) å redusere graden av belastning (f.eks. vridning) overført til metallmatrise-komposittlegemet av metallmatrise-rammen på grunn av ulik krymping av metallmatrise-rammen og det resulterende metallmatrise-komposittlegeme ved nedkjøling; og/eller (ii) redusere graden av maskinering som er påkrevet for ei overflate av et resulterende metallmatrise-komposittlegeme på grunn av at et mindre
- 25 areal av metallmatrise-ramme og det resulterende metallmatrise-komposittlegeme er i kontakt med hverandre og/eller på grunn av mindre areal-kontakt mellom metallmatrise og preform eller fyllmateriale som skal infiltreres når infiltreringen er i gang.

- Med "infiltrerende atmosfære" menes en atmosfære som samhandler med
- 30 metallmatrise og/eller preform (eller fyllmateriale) og/eller infiltreringsmiddel og/eller en forløper til infiltreringsmiddel, og som besørger eller fremmer spontan infiltrering med metallmatrise.

Med "infiltreringsmiddel" menes et materiale som påvirker eller tar del i den spontane infiltrering av en metallmatrise inn i et fyllstoff eller preform. Et infiltreringsmiddel kan dannes fra f.eks. en reaksjon mellom en forløper til et infiltreringsmiddel med en infiltrerende atmosfære til å danne (1) et gassformig medium og/eller (2) et reaksjonsprodukt av forløperen til infiltreringsmidlet og den infiltrerende atmosfære og/eller (3) et reaksjonsprodukt fra forløperen til infiltreringsmidlet og fyllstoffet eller preforma. Dessuten kan infiltreringsmidlet suppleres direkte til i det minste én av flg.: preforma, og/eller metallmatrisen, og/eller den infiltrerende atmosfære og i hovedsak funksjonere på en tilsvarende måte som et infiltreringsmiddel som er blitt dannet fra en reaksjon mellom en forløper til et infiltreringsmiddel og andre medier. Som et krav bør infiltreringsmidlet, i det minste i løpet av den spontane infiltrering, være plassert i det minste i deler av fyllstoffet eller preforma for å oppnå spontan infiltrering.

Med "forløper til infiltreringsmiddel" menes et materiale som, når brukt i kombinasjon med metallmatrisen, preforma og/eller den infiltrerende atmosfære, danner et infiltreringsmiddel som induserer eller assisterer metallmatrisen til spontant å infiltrere fyllstoffet eller preforma. Uten ønske om å være bundet til noen spesiell teori eller forklaring, ser det ut som at det kan være nødvendig for forløperen til infiltreringsmidlet å være i stand til å bli posisjonert, lokalisert eller transporterbart til en posisjon som tillater forløperen til infiltreringsmidlet å samvirke med den infiltrerende atmosfære og/eller preform eller fyllstoff og/eller metall. F.eks., i noen systemer av metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/infiltrerende atmosfære, er det ønskelig at forløperen til infiltreringsmidlet fordamper ved, nær, eller i noen tilfeller, selv noe over temperaturen der metallmatrisen blir flytende. Slik fordamping kan lede til: (1) en reaksjon av forløperen til infiltreringsmidlet med den infiltrerende atmosfære til å danne et gassformig medium som forbedrer fukting av fyllmaterialet eller preforma med metallmatrisen; og/eller (2) en reaksjon av forløperen til infiltreringsmidlet med den infiltrerende atmosfære til å danne et fast, flytende eller gassformig infiltreringsmiddel i det minste i deler av fyllmaterialet eller preforma som forbedrer fukting; og/eller (3) en reaksjon mellom forløperen til infiltreringsmidlet innen fyllmaterialet eller preforma som danner et fast, flytende eller gassformig infiltreringsmiddel i det minste i deler av fyllmaterialet eller

preforma som forbedrer fukting.

"Metallmatrise" eller "metallmatrise-legering" er å forstå som et metall som blir benyttet til å danne en metallmatrise-kompositt (f.eks. før infiltrering) og/eller det metall som er blandet med et fyllstoff til å danne et metallmatrise-komposittlegeme 5 (f.eks. etter infiltrering). Når et spesifikt metall er nevnt som metallmatrisen er det å forstå som en metallmatrise som inkluderer et metall som i hovedsak er et rent metall, et kommersielt tilgjengelig metall med urenheter og/eller legerende komponenter, en intermetallisk forbindelse eller en legering der metallet er den dominerende bestanddel.

10 "System av metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/infiltrerende atmosfære" eller "spontant system" refererer til den kombinasjon av materialer som framviser spontan infiltrering inn i ei preform eller fyllmateriale. Det bør være forstått at når en "/" opptrer mellom en eksemplifiserende metallmatrise, forløper til infiltreringsmiddel og infiltrerende atmosfære er "/" anvendt for å betegne et system 15 eller kombinasjon av materialer som, når kombinert på en spesiell måte, framviser spontan infiltrering inn i ei preform eller et fyllmateriale.

Med "metallmatrise-kompositt" menes her et materiale som består av to- eller tredimensjonalt forbundet legering eller metallmatrise som har omgitt ei preform eller masse av et fyllmateriale. Metallmatrisen kan inkludere ulike legerende 20 elementer for å framskaffe spesifikke ønskete mekaniske eller fysikalske egenskaper i den endelige kompositten.

Med et metall "forskjellig" fra metallmatrisen menes et metall som ikke inneholder det samme metall, som den primære bestanddel, som i metallmatrisen (f.eks. hvis den primære bestanddel i metallmatrisen er aluminium, kan det "forskjellige" metall 25 ha f.eks. nikkel som den dominerende komponent).

"Ureaktiv beholder for metallmatrise" representerer her enhver beholder som kan huse eller holde på smeltet metallmatrise og/eller fyllmateriale (eller preform) under prosessbetingelsene, og som ikke reagerer med matrisen og/eller den infiltrerende atmosfære og/eller fyllmaterialet (eller preforma) og/eller forløperen til 30 infiltreringsmidlet på en måte som ville være signifikant ødeleggende for den spontane infiltrerings-mekanisme.

"Preform" eller "permeabel preform" representerer en porøs masse av fyller eller

fyllmateriale som er laget i det minste med én overflategrense, som i hovedsak definerer en grense for den infiltrerende metallmatrise, og med en masse som beholder en tilstrekkelig helhet i formen og god styrke til å sikre geometrisk nøyaktighet forut for infiltreringen av metallmatrise. Massen bør være tilstrekkelig

5 porøs for å tillate spontan infiltrering av metallmatrisen inn i denne. Ei preform omfatter typisk en bundet konstruksjon eller arrangement av fyller, enten homogent eller heterogent, og kan omfatte ethvert passende materiale (f.eks. keramiske og/eller metalliske partikler, pulvere, fibre, whiskers, etc., og enhver kombinasjon av disse). Ei preform kan eksistere enten enkeltstående eller i form av en sammenstilling.

10 "Reservoar" representerer et separat legeme av metallmatrise som er lokalisert i forhold til en masse av fyller eller ei preform slik at, når metallet er smeltet, vil det flyte for å etterfylle, eller i noen tilfeller for initielt å forsyne for deretter å etterfylle, den del, segment eller kilde av metallmatrise som er i kontakt med fyllmaterialet eller preforma. Reservoaret kan også tilføre i det minste noe metall
15 som er forskjellig fra metallmatrisen.

Med "spontan infiltrering" menes infiltreringen av metallmatrise inn i den permeable massen av fyller eller preform som skjer uten behov for anvendelse av trykk eller vakuum (enten eksternt påsatt eller internt dannet).

20 Kort beskrivelse av figurene

I figurene er det brukt like tallhenvisninger for å betegne like komponenter, når mulig der:

Figur 1 er et skjematisk tverrsnitt av ei sammenstilling av materialer som ble brukt til å lage et metallmatrise-komposittlegeme i henhold til eksempel 1.

25 Figur 2 er et skjematisk tverrsnitt av et oppsett som ble brukt til å lage et metallmatrise-komposittlegeme i henhold til eksempel 2.

Figur 3 er et fotografi som viser både den infiltrerte preforma og rammen av metallmatrise i henhold til eksempel 1.

Figur 4 er et fotografi som viser både den infiltrerte preforma og rammen av
30 metallmatrise i henhold til eksempel 2.

Den foreliggende oppfinnelsen angår en framgangsmåte for tilvirking av metallmatrise-kompositter ved bruken av en ledeanordning for å kontrollere eller regulere den spontane infiltrering av smeltet metallmatrise inn i et fyllmateriale eller ei preform. Nærmere beskrevet, smeltet metallmatrise blir indusert til å spontant
5 infiltrere et fyllmateriale eller ei preform etter å ha passert gjennom ledeanordningen. Ledeanordningen omfatter ethvert materiale som kan plasseres mellom smeltet metallmatrise og et permeabel fyllmateriale eller preform og som kan forårsake at den smeltete metallmatrise spontant infiltrerer fyllmaterialet eller preforma gjennom i det minste en passasje som er definert i ledeanordningen. Lede-
10 anordningen kontrollerer således det areal av smeltet metallmatrise som er i kontakt med det permeable fyllmaterialet eller preforma. Passende ledeanordninger inkluderer materialer som typisk ikke er fuktbare av smeltet metallmatrise under prosessbetingelsene; og/eller som kan tillemppe fjerning av en ramme av metallmatrise som er igjen i kontakt med det infiltrerte fyllmateriale eller preforma
15 etter at spontan infiltrering er fullstendig.

Passasjen(e) som er anbrakt i ledeanordningen (diskutert i nærmere detalj senere) kan være i et hvilket som helst antall eller konfigurasjon. Ledeanordningen kan f.eks. gi et flertall av passasjer med jevne mellomrom eller en enkel passasje. Tykkelsen på ledeanordningen bør være tilstrekkelig til å (1) absorbere enhver
20 belastning ved nedkjøling som vil dannes mellom rammen av metallmatrise og den dannete metallmatrise-kompositt og/eller (2) redusere styrken på bindingen og/eller redusere graden av binding mellom rammen av metallmatrise og den dannete metallmatrise-kompositt. Videre kan ledeanordningen, ved passende lokalisering av passasjen(e) i ledeanordningen, anvendes for å kompensere for enhver ujevn
25 infiltrering av metallmatrise inn i fyllmaterialet eller preforma. Etter korrekt utvelgelse, design og plassering av ledeanordningen kan den permeable preforma eller fyllmaterialet spontant infiltreres av smeltet metallmatrise.

For å oppnå spontan infiltrering kommuniserer et infiltreringsmiddel og/eller en forløper til et infiltreringsmiddel og/eller en infiltrerende atmosfære med
30 fyllmaterialet eller preforma, i det minste på ett tidspunkt i løpet av prosessen, som tillater smeltet metallmatrise å spontant infiltrere fyllmaterialet eller preforma gjennom ledeanordningen. Nærmere beskrevet, for å effektivere spontan infiltrering

av metallmatrise inn i fyllmaterialet eller preforma bør det spontane systemet tilføres et infiltreringsmiddel. Et infiltreringsmiddel kan dannes fra en forløper til et infiltreringsmiddel som kan anbringes (1) i metallmatrisen og/eller (2) i fyllmaterialet eller preforma og/eller (3) fra den infiltrerende atmosfære og/eller (4) fra en ekstern

5 kilde inn til det spontane system. Dessuten, istedet for å tilsette en forløper til et infiltreringsmiddel kan et infiltreringsmiddel tilsettes direkte til minst en av fyllmaterialet eller preforma og/eller metallmatrisen og/eller den infiltrerende atmosfære. Som et minstekrav, i det minste under den spontane infiltreringen, bør infiltreringsmidlet være lokalisert i minst en del av fyllmaterialet eller preforma.

- 10 I en foretrukket anvendelse er det mulig at forløperen til infiltreringsmidlet i det minste delvis kan reageres med den infiltrerende atmosfære slik at infiltreringsmiddel kan dannes i minst en del av fyllmaterialet eller preforma forut for eller praktisk talt samtidig med at preforma kontaktes med smeltet metallmatrise; dersom eksempelvis magnesium er forløperen til infiltreringsmidlet og nitrogen var den infiltrerende
- 15 atmosfære kan infiltreringsmiddel være magnesium-nitrid som kan være lokalisert i minst en del av fyllmaterialet eller preforma.

Et eksempel på et system av metallmatrise/forløper til infiltreringsmiddel/-infiltrerende atmosfære er systemet aluminium/magnesium/nitrogen. Nærmere beskrevet, en aluminium-metallmatrise kan omgis i et fyllmateriale som kan huses i

20 en passende ildfast beholder som, under prosessbetingelsene, ikke reagerer med aluminium-metallmatrisen og/eller fyllmaterialet når aluminium er smeltet. Et fyllmateriale som inneholder eller blir eksponert for magnesium, og som blir eksponert for, i det minste på ett tidspunkt i løpet av prosessen, en nitrogen-atmosfære, kan kontaktes med smeltet aluminium-metallmatrise. Metallmatrisen vil

25 deretter spontant infiltrere fyllmaterialet eller preforma.

Dessuten, istedet for å tilsette en forløper til et infiltreringsmiddel kan infiltreringsmiddel tilsettes direkte til minst en av preforma og/eller metallmatrisen og/eller den infiltrerende atmosfære. Som et minstekrav, i det minste under den spontane infiltrering, bør infiltreringsmidlet være lokalisert i minst en del av

30 fyllmaterialet eller preforma.

I henhold til betingelsene som er anvendt i framgangsmåten i den foreliggende oppfinnelsen, i tilfellet med et spontant system av aluminium/magnesium/nitrogen,

bør fyllmaterialet eller preforma være tilstrekkelig permeabel for å tillate penetrering eller metting av den nitrogenholdige gassen i fyllmaterialet eller preforma i det minste på ett tidspunkt i løpet av prosessen og/eller kontakte den smeltete metallmatrise. Dessuten kan den permeable preforma eller fyllmateriale tillempe

5 infiltrering av den smeltete metallmatrise, for dermed å forårsake at den nitrogen-mettete preforma eller fyllmaterialet blir spontant infiltrert med smeltet metallmatrise til å danne et metallmatrise-komposittlegeme og/eller forårsake at nitrogen reagerer med en forløper til et infiltreringsmiddel til å danne infiltreringsmiddel i fyllmaterialet eller preforma som dermed resulterer i spontan infiltrering. Graden

10 eller hastigheten av spontan infiltrering og dannelsen av metallmatrise-kompositten vil variere med et gitt sett av prosessbetingelser inkludert innholdet av magnesium i aluminium-legeringen, innholdet av magnesium i preforma eller fyllmaterialet, mengde magnesium-nitrid i fyllmaterialet eller preforma, nærværet av ekstra legerende elementer (f.eks. silisium, jern, kobber, mangan, krom, sink eller

15 tilsvarende), gjennomsnittlig størrelse (f.eks. partikkeldiameter) i fyllmaterialet, overflatas tilstand og type fyllmateriale, konsentrasjonen av nitrogen i den infiltrerende atmosfære, tid gitt for infiltrering og temperaturen der infiltrering skjer. For eksempel, for at infiltrering av den smeltete aluminium-metallmatrise skal kunne

20 skje spontant, kan aluminium legeres med minst 1 vekt%, og fortrinnsvis minst 3 vekt%, magnesium (som fungerer som forløperen til infiltreringsmidlet), basert på legeringens vekt. Hjelpende legeringselementer, som diskutert ovenfor, kan også inkluderes i metallmatrisen for å skreddersy spesifikke egenskaper til denne. De

hjelpende legerings-elementene kan også påvirke den minimale mengde magnesium som er påkrevet i aluminium-metallmatrisen for å resultere i spontan infiltrering av

25 fyllmaterialet eller preforma. Tap av magnesium fra det spontane system på grunn av f.eks. fordamping bør unngås i en slik grad at noe magnesium vil være tilbake til å danne infiltreringsmiddel. Det er på denne måten ønskelig å anvende en tilstrekkelig mengde av initielle legerende elementer for å sikre at spontan infiltrering ikke vil

påvirkes negativt av fordamping. Videre, nærværet av magnesium i både fyll-

30 materialet eller preforma og metallmatrisen eller i fyllmaterialet eller preforma alene kan resultere i en redusert total mengde magnesium som kreves for å oppnå spontan infiltrering (diskutert i nærmere detalj senere).

- Volumprosenten av nitrogen i den infiltrerende atmosfære påvirker også dannelseshastigheten av metallmatrise-komposittlegemet. Spesifikt, hvis mindre enn 10 vol% nitrogen er tilstede i den infiltrerende atmosfære vil svært sein eller lite spontan infiltrering skje. Det er blitt oppdaget at den foretrukket andel av nitrogen i atmosfæren er minst 50 vol%, for dermed å resultere i f.eks. kortere infiltreringstider på grunn av en mye høyere hastighet for infiltrering. Den infiltrerende atmosfære (f.eks. en nitrogenholdig gass) kan tilføres direkte til fyllmaterialet eller preforma og/eller metallmatrisen, eller den kan produseres eller resultere fra en dekomponering av et materiale.
- 10 Den minimale mengde magnesium som er påkrevet for at smeltet metallmatrise skal infiltrere en fyller eller preforma avhenger av en eller flere variable slik som prosesstemperaturen, tiden, nærværet av hjelpende legeringselementer slik som silisium eller sink, fyllmaterialets natur, lokaliseringen av magnesium i en eller flere komponenter av det spontane system, innholdet av nitrogen i den infiltrerende atmosfære og hastigheten som nitrogen-atmosfæren flyter med. Lavere temperaturer eller kortere varmeperioder kan brukes for å oppnå fullstendig infiltrering mens magnesium-innholdet i legeringen og/eller preforma økes. For et gitt innhold av magnesium tillater også tilsatt av visse hjelpende legeringselementer slik som sink bruken av lavere temperaturer. For eksempel, et magnesium-innhold i metallmatrisen i den lavere ende av det operative område, f.eks. fra 1 til 3 vekt%, kan brukes sammen med minst en av følgende: en prosess temperatur over den minimale, en høy konsentrasjon av nitrogen eller en eller flere hjelpende legeringselementer. Når fyllmaterialet eller preforma ikke blir tilsatt noe magnesium, er legeringer inneholdende fra 3 til 5 vekt% magnesium foretrukket på basis av deres generelle anvendbarhet over et vidt spekter av prosessbetingelser, der minst 5% er foretrukket når det anvendes lavere temperaturer og kortere tider. Innhold av magnesium på mere enn 10 vekt% i aluminium-legeringen kan anvendes for å moderere temperaturbetingelsene som er påkrevet for infiltrering. Innholdet av magnesium kan reduseres i sammenheng med et hjelpende legeringselement, men disse elementene har kun en hjelpende funksjon og blir brukt sammen med minst den minimale mengde magnesium som definert ovenfor. Det var f.eks. praktisk talt ingen infiltrering av nominelt ren aluminium legert kun med 10% silisium ved 1000°C i ei seng av

- 30 μm maskevidde (500 mesh), 39 Crystolon (99% ren silisiumkarbid fra Norton Co.). I nærvær av magnesium er det imidlertid funnet at silisium fremmer infiltreringsprosessen. Som et ytterligere eksempel kan mengde magnesium varieres hvis det blir tilsatt utelukkende til preforma eller fyllmaterialet. Det er oppdaget at
- 5 spontan infiltrering vil skje med en mindre total vektprosent av magnesium tilført det spontane systemet når minst noe av den totale mengde av magnesium tilført blir plassert i preforma eller i fyllmaterialet. Det kan være hensiktsmessig å tilføre en mindre mengde magnesium for å forhindre dannelsen av uønskete intermetalliske forbindelser i metallmatrise-komposittlegemet. I tilfellet med ei preform av silisium-
- 10 karbid er det oppdaget at når preforma kontaktes med en aluminium-metallmatrise vil metallmatrisen spontant infiltrere preforma, når preforma inneholder minst 1 vekt% magnesium og er i nærvær av en praktisk talt ren nitrogenatmosfære. I tilfellet med ei preform av alumina er mengde magnesium som er påkrevet for å oppnå akseptabel spontan infiltrering noe høyere. Nærmere beskrevet, det er funnet at når ei alumina-
- 15 preform blir kontaktet med en liknende aluminium-metallmatrise, ved omlag den samme temperatur som der aluminium infiltrerte preforma av silisiumkarbid, og i nærvær av den samme atmosfære av nitrogen, kan minst 3 vekt% magnesium være påkrevet for å oppnå liknende spontan infiltrering som for preforma av silisiumkarbid diskutert umiddelbart ovenfor.
- 20 Det bemerkes også at det er mulig å tilsette til det spontane systemet en forløper til et infiltreringsmiddel og/eller et infiltreringsmiddel på ei overflate av legeringen og/eller på ei overflate av preforma eller fyllmaterialet og/eller i preforma eller fyllmaterialet forut for infiltrering av metallmatrisen inn i fyllmaterialet eller preforma (dvs. det behøver ikke være nødvendig at det tilførte infiltreringsmiddel
- 25 eller forløperen til dette legeres med metallmatrisen, men heller ganske enkelt tilsettes til det spontane system). Hvis magnesium ble anbrakt på ei overflate av metallmatrisen kan det være foretrukket at den nevnte overflata bør være overflata som er nærmest, eller fortrinnsvis i kontakt med, den permeable masse av fyllmateriale, eller vice versa, eller at slikt magnesium bør blandes i minst en del av
- 30 preforma eller fyllmaterialet. Det er videre mulig at en viss kombinasjon av overflateanvendelse, legering og plassering av magnesium inn i minst en del av fyllmaterialet kan brukes. En slik kombinasjon av anvendelse av

infiltreringsmiddel(er) og/eller infiltreringsmiddel-forløper(e) kan resultere i en reduksjon i den totale vektprosent av magnesium som er påkrevet for å tillempe infiltrering av aluminium-metallmatrise inn i fyllmaterialet, så vel som oppnåelsen av lavere temperaturer der infiltrering kan skje. Dessuten kan også mengden av
5 uønskete intermetalliske forbindelser dannet på grunn av nærværet av magnesium minimaliseres.

Bruken av en eller flere hjelpende legerende elementer og konsentrasjonen av nitrogen i den omgivende gass påvirker også graden av nitridisering av metallmatrisen ved en gitt temperatur. For eksempel kan hjelpende legeringsselementer slik
10 som sink eller jern inkludert i legeringen, eller plassert på ei overflate av legeringen, anvendes for å redusere infiltrerings-temperaturen og dermed redusere mengden av nitrid-dannelse, mens en økning i konsentrasjonen av nitrogen i gassen kan anvendes for å fremme nitrid-dannelse.

Konsentrasjonen av magnesium i legeringen, og/eller plassert på ei overflate av
15 legeringen og/eller kombinert i fyllmaterialet har også en tendens til å påvirke graden av infiltrering ved en gitt temperatur. Som en konsekvens av dette, i noen tilfeller der lite eller intet magnesium er kontaktet direkte med fyllmaterialet eller preforma, kan det være foretrukket at minst 3 vekt% magnesium inkluderes i legeringen.

Legeringsgrader mindre enn denne mengden, slik som 1 vekt% magnesium, kan
20 kreve høyere prosessstemperaturer eller et hjelpende legeringsselement for infiltrering. Temperaturen som er påkrevet for å effektivere den spontane infiltreringsprosessen i den foreliggende oppfinnelsen kan være lavere: (1) når magnesiuminnholdet i legeringen alene blir økt, f.eks. til minst 5 vekt%; og/eller (2) når legerende bestanddeler blir blandet med den permeable massen av fyllmateriale eller preform;
25 og/eller (3) når et annet element slik som sink eller jern er tilstede i aluminiumlegeringen. Temperaturen kan også variere med ulike fyllmaterialer. Generelt vil spontan og tiltagende infiltrering skje ved en prosessstemperatur på minst 675°C, og fortrinnsvis ved en prosessstemperatur på minst 750°C-800°C. Temperaturer generelt i overkant av 1200°C ser ikke ut til å gagne prosessen, og et spesielt anvendbart
30 temperaturområde er funnet til å være fra 675°C til 1200°C. Uansett, som en generell regel er den spontane infiltreringstemperatur en temperatur som er over smeltepunktet for metallmatrisen men under fordampingstemperaturen for

metallmatrisen. Den spontane infiltreringstemperatur bør dessuten være under smeltepunktet for fyllmaterialet. Videre, ettersom temperaturen økes vil tendensen til å danne et reaksjonsprodukt mellom metallmatrisen og den infiltrerende atmosfære tilta (f.eks. i tilfellet med aluminium-metallmatrise og en infiltrerende nitrogen-
5 atmosfære kan det dannes aluminiumnitrid). Et slikt reaksjonsprodukt kan være ønsket eller uønsket avhengig av de ønskete anvendelser av metallmatrise-kompositt-legemet. I tillegg er elektrisk oppvarming typisk brukt til å nå infiltrerings-temperaturen. Imidlertid er enhver metode for oppvarming, som kan smelte metallmatrisen, og som ikke påvirker den spontane infiltrasjonen på en negativ måte,
10 godkjent til bruk innen oppfinnelsen.

I den foreliggende framgangsmåten kan f.eks. et permeabelt fyllmateriale eller preform komme i kontakt med smeltet aluminium i nærvær av, i det minste på ett tidspunkt i løpet av prosessen, en nitrogenholdig gass. Den nitrogenholdige gassen kan tilføres ved å opprettholde en kontinuerlig strøm av gass i kontakt med minst en
15 av fyllmaterialet eller preforma og/eller smeltet aluminium-metallmatrise. Selv om flythastigheten av den nitrogenholdige gassen ikke er kritisk, er det foretrukket at flythastigheten er tilstrekkelig til å kompensere for ethvert tap av nitrogen på grunn av nitrid-dannelse i legeringsmatrisen, og også for å forhindre innsig av luft som kan ha en oksiderende effekt på det smeltete metall.

20 Framgangsmåten for tilvirking av en metallmatrise-kompositt er anvendbar med et stort utvalg av fyllmaterialer, og valget av fyllmaterialer vil være avhengig av slike faktorer som metallmatrise-legeringen, prosessbetingelsene, reaktiviteten av smeltet metallmatrise-legering med fyllmaterialet, fyllmaterialets evne til å tilpasse seg metallmatrisen og de søkte egenskaper for det endelige metallmatrise-kompo-
25 sittprodukt. For eksempel, når aluminium er metallmatrisen inkluderer passende fyllmaterialer (a) oksider, f.eks. alumina; (b) karbider, f.eks. silisiumkarbid; (c) borider, f.eks. aluminium-dodekaborid og (d) nitrider, f.eks. aluminium-nitrid. Hvis fyllmaterialet har en tendens til å reagere med den smeltete aluminium-metallmatrise, kan dette tillempes ved å minimalisere infiltreringstiden og temperaturen eller ved å
30 anvende et ureaktivt belegg på fylleren. Fyllmaterialet kan alternativt omfatte et substrat, slik som karbon eller andre ikke-keramiske materialer som bærer et belegg for å beskytte substratet mot angrep eller degradering. Passende keramiske belegg

inkluderer oksider, karbider, borider og nitrider. Keramer som er foretrukket for bruk i den foreliggende framgangsmåten inkluderer alumina og silisiumkarbid i form av partikler, plater, whiskers og fibre. Fibrene kan være diskontinuerlige (i knust form) eller i form av en vevd matte og et kontinuerlig filament slik som buntete

5 filamenter. Fyllmaterialet kan videre være homogent eller heterogent.

Det er også blitt oppdaget at visse fyllmaterialer framviser forbedret infiltrering i forhold til fyllmaterialer som har en liknende kjemisk sammensetning. F.eks., knuste alumina-legemer laget i henhold til metoden som er vist i NO patentsøknad 851011 framviser ønskete infiltrerings-egenskaper i forhold til kommersielt tilgjengelige

10 alumina-produkter. Dessuten oppviser knuste alumina-legemer laget etter metoden vist i NO patentsøknad 860362 også ønskete egenskaper for infiltrering i forhold til kommersielt tilgjengelige alumina-produkter. Det er spesielt oppdaget at fullstendig infiltrering av en permeabel masse av en keramikk eller keramisk komposittmateriale kan skje ved lavere infiltreringstemperaturer og/eller kortere infiltreringstider ved
15 anvendelse av knuste eller smuldrete artikler produsert i henhold til metoden i de forannevnte patentsøknader.

Størrelsen og formen på fyllmaterialet kan velges fritt i henhold til hva som kreves for å oppnå de ønskete egenskaper i kompositten og slik at den kan føye seg sammen med metallmatrisen. Fyllmaterialet kan på denne måten være i form av partikler,

20 strå/whiskers, plater, fibre eller blandinger siden infiltreringen ikke er begrenset av fyllmaterialets form. Andre geometrier slik som sfærer, rør, pellets og ildfaste fiberduker kan også brukes. I tillegg er infiltreringen ikke begrenset av fyllmaterialets størrelse, selv om en høyere temperatur eller lengre tidsperioder kan være påkrevet for å fullende infiltrering av en masse med mindre partikler enn for større
25 partikler. Videre er det tilstrekkelig at massen av fyllmaterialet som skal infiltreres, når formet til ei preform, er permeabel, dvs. permeabel overfor smeltet metallmatrise og overfor den infiltrerende atmosfære.

Framgangsmåten for tilvirking av metallmatrise-kompositter i henhold til den foreliggende oppfinnelsen er ikke avhengig av trykk for å tvinge eller fortrenge

30 smeltet metallmatrise inn i ei preform eller en masse av fyllmateriale, og tillater produksjon av praktisk talt uniforme metallmatrise-kompositter med en høy volumfraksjon av fyllmateriale og lav porøsitet. Høyere volumfraksjoner av

fyllmateriale i størrelsesorden 50% kan oppnås ved å bruke en initiell masse med fyllmateriale som har en lavere porøsitet. Høyere volumfraksjoner kan også oppnås hvis massen av fyllmateriale blir pakket sammen eller på annen måte gjort mere kompakt forutsatt at massen ikke blir omsatt til et kompakt med lukket porøsitet eller

5 til en fullstendig tett struktur som ville forhindre infiltrering av smeltet legering.

Det er blitt observert at for infiltrering av aluminium og matrisedannelse rundt en keramisk fyller kan fukting av fylleren med aluminium-metallmatrisen utgjøre en viktig del av infiltreringsmekanismen. Ved lave prosessstemperaturer skjer dessuten en neglisjerbar eller minimal grad av metallnitridisering med en minimal

10 diskontinuerlig fase av aluminiumnitrid dispergert i metallmatrisen som resultat.

Imidlertid, mens den øvre grense av temperaturområdet blir nådd, vil nitridisering av metallet kunne skje lettere. På denne måten kan mengden av nitridfasen i metallmatrisen kontrolleres ved å variere prosesstemperaturen der infiltreringen skjer. Den spesifikke prosessstemperatur der nitriddannelse kommer mere til uttrykk

15 varierer også med slike faktorer som den aluminium-legeringsmatrise som blir brukt og dens kvantitet i forhold til volumet av fyllmaterialet, fyllmaterialet som skal infiltreres, og nitrogenkonsentrasjonen i den infiltrerende atmosfære. For eksempel er graden av aluminiumnitrid-dannelse ved en gitt prosessstemperatur antatt å tilta mens legeringens evne til å fukte den keramiske fylleren avtar og mens nitrogen-

20 konsentrasjonen i atmosfæren øker.

Det er derfor mulig å skreddersy sammensetningen av metallmatrisen under dannelsen av metallmatrise-kompositten for å tildele visse karakteristikker til det endelige produktet. For et gitt system kan prosessbetingelsene velges for å kontrollere nitriddannelse. Et komposittprodukt som inneholder en fase med

25 aluminiumnitrid vil framvise visse egenskaper som kan være gunstig for eller forbedre ytelsen av produktet. Videre kan temperaturområdet for spontan infiltrering med en aluminiumlegering variere med det keramiske materiale som anvendes. I tilfellet med alumina som fyllmateriale, bør temperaturen under infiltreringen fortrinnsvis ikke overstige 1000°C hvis det er et ønske at duktiliteten av matrisen

30 ikke reduseres av signifikant nitriddannelse. Imidlertid kan temperaturer over 1000°C anvendes hvis det er et ønske å produsere en kompositt med en mindre duktil og stivere matrise. For å infiltrere silisiumkarbid, anvendt som fyller, kan man

anvende høyere temperaturer enn 1200°C siden aluminiumlegeringen nitridiseres i mindre grad enn hva tilfelle er når alumina blir anvendt som fyller.

Dessuten er det mulig å anvende et reservoar av metallmatrise for å sikre fullstendig infiltrering av fyllmaterialet og/eller for å supplere med et andre metall som har en forskjellig sammensetning fra den første kilden av metallmatrise. Spesielt i noen tilfeller kan det være hensiktsmessig å anvende en metallmatrise i reservoaret som har en forskjellig sammensetning fra den første kilde av metallmatrise. For eksempel, hvis en aluminium-legering blir brukt som den første kilde av metallmatrise, kan faktisk andre metaller eller metall-legeringer som er flytende ved prosessstemperaturen anvendes som reservoarmetallet. Smeltete metaller er ofte svært blandbare med hverandre noe som vil resultere i at reservoarmetallet blandes med den første kilde av metallmatrise så lenge det blir gitt tilstrekkelig tid for blanding. Ved på denne måten å bruke et reservoarmetall som har en forskjellig sammensetning fra den første kilde av metallmatrise, er det mulig å skreddersy egenskapene til metallmatrisen for å imøtekomme ulike operative krav og således skreddersy metallmatrise-kompositens egenskaper.

Et barrieremiddel også kan anvendes i kombinasjon med den foreliggende oppfinnelsen. Mer spesifikt kan barrieremidlene, som anvendes til bruk i den foreliggende oppfinnelsen, være ethvert passende middel som forstyrrer, forhindrer eller terminerer migrasjon, bevegelse, eller tilsvarende, av smeltet matriselegering (f.eks. en aluminiumlegering) forbi den definerte overflategrense av fyllmaterialet. Passende barrieremidler kan være ethvert materiale, forbindelse, element, sammensetning eller tilsvarende som, under prosessbetingelsene i den foreliggende oppfinnelsen, opprettholder en viss helhet, en ikke-flyktighet og som fortrinnsvis er permeabel overfor gassen som anvendes i prosessen, såvel som har en evne til lokalt å forstyrre, hindre el.l. fortsatt infiltrasjon eller enhver annen form for bevegelse forbi den definerte overflategrense av fyllmaterialet.

Passende barrieremiddel inkluderer materialer som i hovedsak ikke er fuktbare av den migrerende smeltete legeringsmatrise under de anvendte prosessbetingelsene. En barriere av denne type framviser liten eller ingen affinitet overfor den smeltete legeringsmatrise, og bevegelse forbi den definerte overflategrense av fyllmaterialet blir forhindret av barrieremidlet. Barrieren reduserer enhver avsluttende maskinering

eller sliping som måtte være påkrevet for metallmatrise-komposittproduktet. Som slått fast ovenfor, bør barrieren fortrinnsvis være permeabel eller porøs, eller gjort permeabel ved punktering, for å tillate gassen å kontakte den smeltete legeringsmatrise.

- 5 Passende barrierer som er spesielt nyttige for aluminium-matriselegeringer er de som inneholder karbon, spesielt den krystallinske allotropiske form av karbon som er kjent som grafitt. Grafitt er spesielt ufuktbar av den smeltete aluminium-legering under de beskrevne prosessbetingelsene. En spesielt foretrukket grafitt er en grafittfolie som er solgt under handelsnavnet Grafoil, registrert for Union Carbide.
- 10 Denne grafittfolien framviser tettende karakteristikker som forhindrer migrasjonen av smeltet aluminium-legering forbi den definerte overflategrense av fyllmaterialet. Denne grafittfolien er også motstandsdyktig overfor varme og er kjemisk inert. Grafoil grafittmateriale er fleksibelt, sammenføybart, formbar og elastisk. Det kan lages til et utall av former for å passe enhver anvendelse som barriere.
- 15 Grafittbarrierer kan imidlertid anvendes i form av en slurry eller pasta eller selv som en malingfilm rundt eller på grensen av fyllmaterialet. Grafoil er spesielt foretrukket fordi den er i form av et fleksibelt grafittark. I bruk blir ganske enkelt dette papirliknende grafittmaterialet formet rundt fyllmaterialet.

- Oppfinnelsen betrakter anvendelsen av et Grafoil-ark både som en barriere og som
- 20 en ledeanordning. Ledeanordningen er imidlertid forskjellig fra barrieremidlet på grunn av minst lokaliseringen av hver i forhold til metallmatrisen og preforma. Barrieren kan spesielt definere den endelige bevegelse av smeltet metallmatrise innen fyllmaterialet eller preforma etter infiltrering mens ledeanordningen kontrollerer mengden og/eller lokaliseringen av kontakt av metallmatrise med fyllmaterialet eller
- 25 preforma både før og under infiltreringen av metallmatrise. Det er dessuten mulig for ledeanordningen å fungere som både barriere og ledeanordning. For eksempel, etter at smeltet metallmatrise passerer gjennom ledeanordningen kan den smeltete metallmatrise infiltrere fyllmaterialet eller preforma inntil den kontakter baksida av ledeanordningen (f.eks. infiltrering kan skje fram til det punkt der ledeanordningen
- 30 aktivt kontakter fyllmaterialet eller preforma).

Andre foretrukket barrierer for aluminium-metallmatrise-legeringer i nitrogen er boridene av overgangsmetallene (f.eks. titandiborid (TiB_2)) som er generelt ufuktbar

av den smeltete aluminiummetall-legering under visse av prosessbetingelsene som er anvendt ved bruken av dette materialet. Med et barrieremiddel av denne type bør prosesstemperaturen ikke overstige 875°C, da ellers barrierematerialet blir mindre virksomt og, kan faktisk infiltreres ved høyere temperaturer. Boridene av

5 overgangsmetallene er typisk i form av partikler (1-30 mikrometer).

Barrieremetallene kan påføres i form av en slurry eller pasta på grensene av den permeable masse av keramisk fyllmateriale som fortrinnsvis på forhånd er formet til ei preform.

Andre nyttige barrierer for aluminiummetallmatrise-legeringer i nitrogen

10 inkluderer lavtflyktige organiske forbindelser påført som en film eller et lag på den utvendige overflata av fyllmaterialet. Ved brenning i nitrogen, spesielt ved prosessbetingelsene i den foreliggende oppfinnelsen, dekomponerer den organiske forbindelsen og legger igjen en sotfilm av karbon. Den organiske forbindelse kan påføres med konvensjonelle metoder slik som maling, spraying, dypping osv.

15 Finmalte partikkelformige materialer kan dessuten fungere som en barriere så lenge infiltrering av det partikkelformige materiale vil skje med en hastighet som er lavere enn hastigheten for infiltrering av fyllmaterialet.

Barrieremidlet kan således påføres med enhver passende metode slik som ved å dekke den definerte overflategrense med et lag av barrieremidlet. Et slik lag av

20 barrieremiddel kan påføres ved maling, dypping, silketrykking, fordamping, eller på annet vis påføre barrieremidlet i form av væske, slurry, eller pasta, eller ved påsprutning av et flyktig barrieremiddel, eller ganske enkelt ved å avsette et lag av fast partikkelformig barrieremiddel, eller ved å påføre et fast tynt ark eller film av barrieremiddel på den definerte overflategrense. Med barrieremidlet på plass vil
25 spontan infiltrering hovedsakelig termineres når den infiltrerende metallmatrise kommer fram til den definerte overflategrense og kontakter barrieremidlet.

Eksempel 1.

Figur 1 viser et oppsett i tverrsnitt som kan brukes til å danne et metallmatrise-
30 komposittlegeme i henhold til den foreliggende oppfinnelsen. Nærmere beskrevet, en metallmatrise (5) vil spontant infiltrere ei preform (2) gjennom ledeanordningen (3). Spesielt ble det satt sammen en boks (1) av Grafoil som målte 51x51x51 mm.

Grafoil'en som ble brukt til å lage boksen (1) var en fleksibel grafitt-tape fra Union Carbide med en tykkelse på 0.38 mm. Ei preform (2) som målte omlag 51x51x13 mm ble plassert i boksen (1). Preforma (2) besto av omtrentlig 12 vol% knuste alumina-fibre (minst 90 vekt% av aluminafibrene var Fiber FP produsert av DuPont Co.), og aluminafibrene ble bundet sammen med kolloidal alumina. Vektforholdet mellom kolloidal alumina og fiber var omtrentlig 1 til 4 og resten av preformvolumet utgjorde forbundet porøsitet. En ledeanordning (3) ble plassert direkte på toppen av preforma (2) i Grafoil-boksen (1). Ledeanordningen (3) utgjorde et annet Grafoil-ark som hadde fem hull (30) (dvs. passasjer) som var stanset i arket. Ledeanordningen (3) ble forseglet langs sømmene (4) til Grafoil-boksen (2) ved å påføre ei blanding av grafittpulver og kolloidal silika. Aluminium-legeringen (5) ble deretter plassert direkte på toppen av ledeanordningen (3) i boksen (1). Aluminium-legeringen (5) besto av omlag 10.5% Mg, 4% Zn, 0.5% silisium, 0.5% kobber og resten aluminium. Aluminium-legeringen (5) ble anvendt i form av to barrer, der hver enkelt hadde dimensjoner på 25x22x13 mm. Grafoil-boksen (1) med barrerne (5) og preforma (2) ble plassert i en grafittbeholder (6) som var delvis fylt med alumina (7) av ca. 0.7 mm (24 grit), 38 Alundum fra Norton. Grafittbeholderen (6) ble deretter fylt til en høyde som var omtrentlig den samme som grafittboksen (1) plassert inne i denne. Den primære hensikt med senga (7) var å sørge for støtte for Grafoil-boksen (1).

Grafittbeholderen (6) med oppsettet i henhold til figur 1 ble plassert i en elektrisk ovn med kontrollert atmosfære (dvs. en vakuumovn som var evakuert til 10^{-4} torr). Ovnene ble deretter etterfylt med nitrogen og varmet opp til omlag 200°C for å rense omgivelsene i ovnen. Under etterfølgende oppvarming og infiltrering ble nitrogen strømmet gjennom vakuumovnen med en hastighet på omlag 2 liter/min. Ovnene ble varmet opp over en periode på ca. 5 timer til en temperatur på ca. 700°C. Temperaturen ble opprettholdt i ca. 20 timer hvorefter ovnen fikk anledning til å kjøles ned på naturlig vis til omgivelsestemperatur.

Etter at ovnen var kjølt ned ble beholderen (6) med innhold tatt ut av ovnen. En ramme av aluminium-legering ble med letthet fjernet fra preforma med en hammer og meisel. Nærmere beskrevet, som vist i figur 3 var metallmatrise-kompositten (20) i det vesentlige fullstendig infiltrert av metallmatrisen. Rammen av metallmatrise

(21) ble med letthet separert fra det dannede metallmatrise-komposittlegeme (20). De sirkulære regioner (23) på hver av metallmatrise-komposittlegemene (20) og rammen av metallmatrise (21) samsvarte med flytveiene (30) i ledeanordningen (3).

Kontaktarealet mellom rammen av metallmatrise (21) og metallmatrise-kompositten

- 5 (20) var minimalisert for således å tillate en enklere separering. Dessuten ble overflata av metallmatrisen (20) som var i kontakt med ledeanordningen (3) sandblåst for å fjerne gjenværende Grafoil, for således å resultere i en metallmatrise-kompositt med en nærmest ren overflate.

10 Eksempel 2.

- Figur 2 viser et oppsett i tverrsnitt som ble brukt til å danne et metallmatrise-komposittlegeme i henhold til den foreliggende oppfinnelsen. Nærmere beskrevet, en Grafoil-boks (8) med dimensjoner på ca. 305x152x51 mm ble produsert. Ei preform (9) med dimensjoner på omlag 305x152x8 mm ble plassert i boksen (8). Preforma
- 15 (9) besto av omlag 40.3 vol% kontinuerlig alumina-fibre (der i det minste 90 vekt% av aluminafibrene var Fiber FP produsert av DuPont Co.). Aluminafibrene var silisium-belagte og bundet sammen med 4 vol%, der fibrene hadde en orientering på 0°/90°. Grafoil-ledeanordningen (10) ble plassert direkte over preforma (9) og forseglert til Grafoil-boksen (8) på samme måte som vist i eksempel 1. I dette
- 20 eksemplet hadde imidlertid ledeanordningen (10) kun en enkel rektangulær åpning (31) som målte omlag 127x25 mm. En barre av aluminium-legering (11) på ca. 1700 gram med omlag 10.5 vekt% magnesium ble plassert direkte på toppen av Grafoil-ark ledeanordningen (10) i boksen (8). Legeringen (11) ble lokalisert på en slik måte at når aluminium-legeringen ble smeltet ville den flyte spontant gjennom
- 25 ledeanordningen (10) og inn i preforma (9). I tillegg ble to barrer (12) av rustfritt stål plassert på hver ende av Grafoil-ledeanordningen (10), men var ikke i kontakt med aluminium-legeringen (11). Barrene (12) holdt ledeanordningen (10) i posisjon under den spontane infiltreringen. Grafoil-boksen (8) ble deretter plassert i en grafittbeholder (14). Ei seng (13) av ca. 0.7 mm (24 grit) Alundum ble plassert rundt
- 30 boksen (8) på samme måte som vist i eksempel 1.

Grafittbeholderen (14) ble deretter plassert i en vakuumovn som beskrevet i eksempel 1. Under de etterfølgende varming- og infiltrerings-trinn ble nitrogen

strømmet gjennom vakuumovnen med en hastighet på ca. 2.5 liter/min. Ovnene ble varmet til omlag 725°C i løpet av en periode på ca. 5 timer. Denne temperaturen ble holdt ved like i ca. 45 timer hvorefter ovnen ble slått av og kjølt ned på naturlig vis. Grafittbeholderen ble fjernet fra ovnen, og rammen med legering ble fjernet fra

- 5 preforma som beskrevet i eksempel 1. Nærmere beskrevet, som vist i figur 4 var metallmatrise-kompositten (40) hovedsakelig fullstendig infiltrert av metallmatrisen. Rammen av metallmatrise (41) lot seg lett fjerne fra den dannede metallmatrise-kompositten (40) ved bryte dem fra hverandre. Den rektangulære regionen (42) på begge legemene samsvarer med passasjene (31) i ledeanordningen (10) som tillot
- 10 smeltet metallmatrise å flyte gjennom.

I begge eksemplene ble Grafoil-boksen og ledeanordningen fjernet med letthet, når nødvendig, ved lett sandblåsing. I noen tilfeller kan det imidlertid være nødvendig å utføre lett sliping osv. for å fjerne resterende prosessmaterialer.

- Disse to eksemplene demonstrerer oppfinnelsens fordeler. Spesielt etter at spontan
- 15 infiltrering av metallmatrise-legeringen inn i ei preform har funnet sted, trenger ikke rammen av metallmatrise å maskineres for å separere den fra metallmatrise-komposittlegemet. Videre hindrer ledeanordningen forvridninger av metallmatrise-kompositten under nedkjøling. Nærmere beskrevet, aluminium i metallmatrise-rammen hadde en høyere termisk ekspansjonskoeffisient enn den dannede metall-
- 20 matrise-kompositt. I henhold til dette, ettersom rammen kjøles vil den krympe med en høyere hastighet enn den infiltrerte kompositten, og hvis rammen er i direkte kontakt med den dannede metallmatrise-kompositten vil rammen ha en tendens til å vri eller bøye kompositten (f.eks. til en U-form). Ledeanordningen i den foreliggende oppfinnelsen gir en løsning for å redusere de uønskete aspekter med
- 25 hver av problemene diskutert ovenfor.

Patentkrav.

1. Framgangsmåte for framstilling av et metallmatrise-komposittlegeme, hvorved det

- a) velges en permeabel masse av et generelt ureaktivt fyllmateriale (2,9),
- d) en kilde for matrisemetall (5,11) plasseres inntil den permeable masse av

5 fyllmateriale (2,9),

k a r a k t e r i s e r t ved at

c) det anbringes en ledeanordning (3,10) mellom den permeable massen (2,9) av fyllmateriale og kilden for matrisemetall (5,11),

d) matrisemetallet (5,11) varmes til et temperaturområde over dets smeltepunkt for
10 å danne et legeme av smeltet matrisemetall, og

e) det tilføres en infiltrerende atmosfære, i det minste på ett tidspunkt under prosessforløpet, og et infiltreringsmiddel og/eller en forløper for sistnevnte, for å sørge for at det smeltete matrisemetallet flyter gjennom ledeanordningen (3,10) og spontant infiltrerer massen av fyllmateriale (2,9).

15 2. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at den permeable massen av fyllmateriale (2,9) som anvendes omfatter ei preform.

3. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at ei overflategrense av den permeable masse av
20 fyllmateriale (2,9) defineres med en barriere (1,8), hvorved matrisemetallet spontant infiltrerer fram til barrieren.

4. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at det som fyllmateriale (2,9) anvendes et materiale omfattende pulver, flak, plater, mikrosfærer, whiskers, bobler, fiber, partikler,
25 fibermatter, kuste fibre, sfærer, pellets, rør, ildfaste duker, samt kombinasjoner av disse.

5. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at ledeanordningen (3,10) som anvendes omfatter et materiale som er generelt ufuktbart av det smeltete matrisemetallet.

30 6. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at ledeanordningen (3,10) reduserer binding mellom spontant infiltrert fyllmateriale og eventuelt omgivende rest-matrisemetall.

7. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at ledeanordningen (3,10) framskaffes med en tykkelse
5 tilstrekkelig til å redusere forvridning som resultat av ulik avkjøling av det spontant infiltrerte fyllmateriale og eventuelt rest-matrisemetall.

8. Framgangsmåte ifølge krav 1,

k a r a k t e r i s e r t ved at ledeanordningen (3,10) som anvendes omfatter et perforert ark-materiale.

10 9. Framgangsmåte ifølge krav 8,

k a r a k t e r i s e r t ved at det som ark-materiale anvendes et materiale omfattende grafitt.

10. Framgangsmåte ifølge krav 8,

k a r a k t e r i s e r t ved at ledeanordningen (3,10) som anvendes omfatter ett
15 enkelt gjennomgående hull (31) eller et flertall huller (30) i ark-materialet.

11. Framgangsmåte ifølge krav 8,

k a r a k t e r i s e r t ved at det anvendes et ark-materiale med perforeringer lokalisert slik at de fremmer generelt jevn spontan infiltrering.

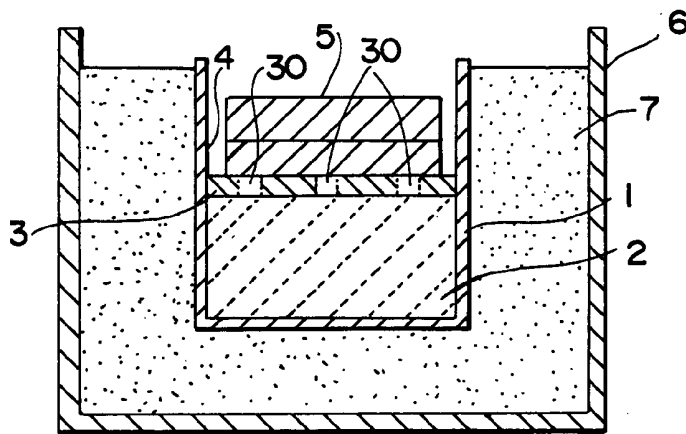


Fig. 1

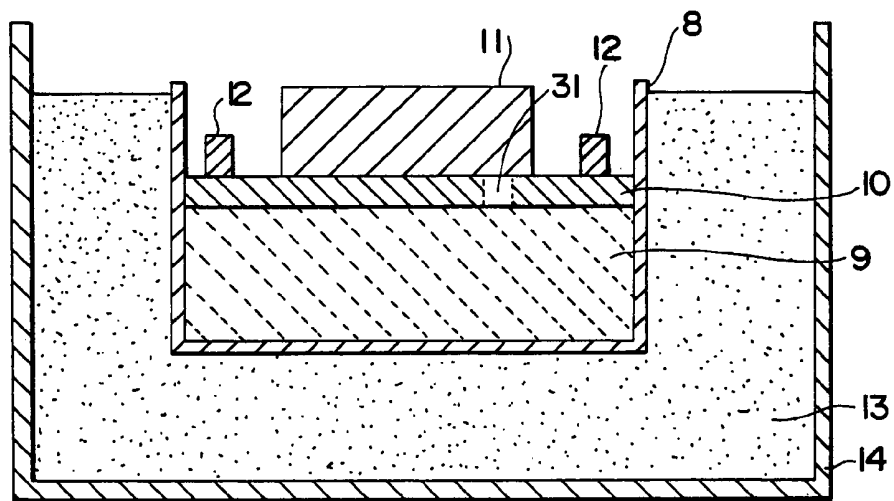


Fig. 2

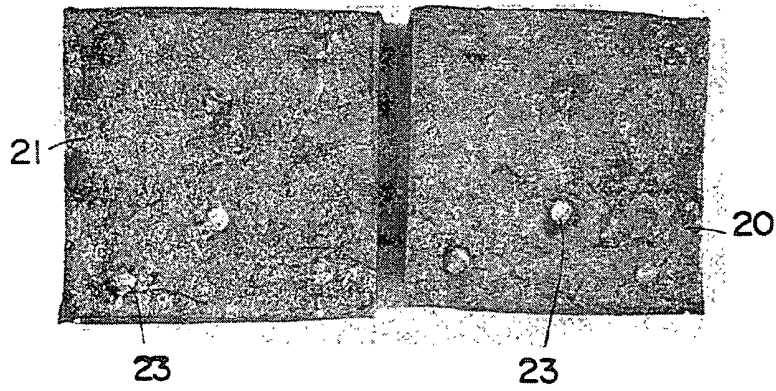


Fig. 3

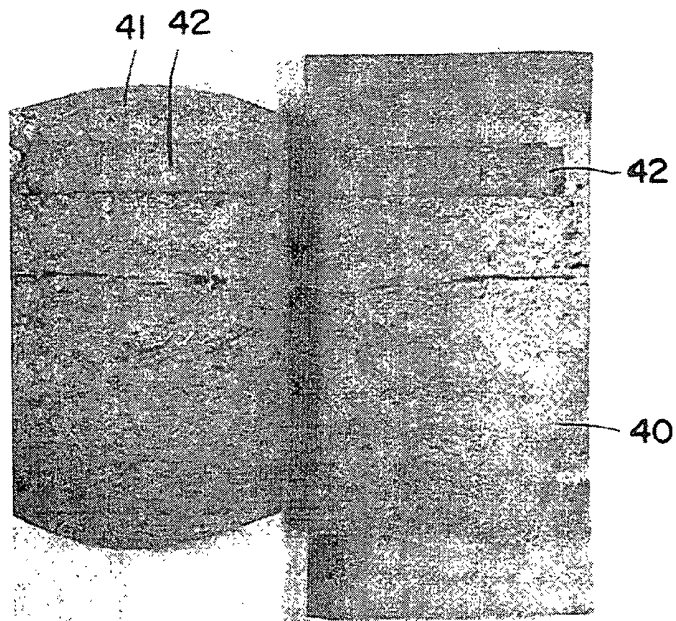


Fig. 4