



(12) SØKNAD

(19) NO

(21) 20120596

(13) A1

NORGE

(51) Int Cl.

E21B 17/07 (2006.01)

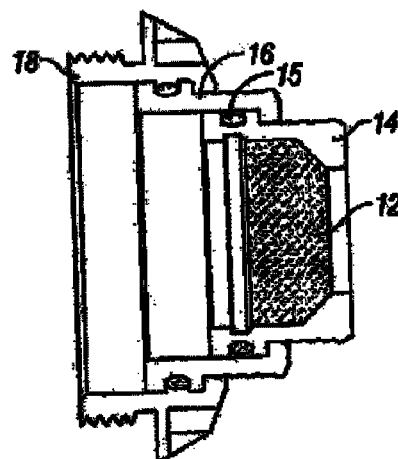
E21B 17/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120596	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2010.11.23 PCT/US2010/057763
(22)	Inng.dag	2012.05.23	(85)	Videreføringsdag	2012.05.23
(24)	Løpedag	2010.11.23	(30)	Prioritet	2009.12.08, US, 12/633,683
(41)	Alm.tilgj	2012.08.28			
(73)	Innehaver	Baker Hughes Inc, P O Box 4740, US-TX77210-4740 HOUSTON, USA			
(72)	Oppfinner	Yang Xu, 9715 Green Valley lane, US-TX77064 HOUSTON, USA Bennett Richard, 4542 Windy Hollow Drive, US-TX77345 KINGWOOD, USA Gaurav Agrawal, 18231 E. Peakview Pl, US-CO80016 AURORA, USA Zhiyue Xu, 20522 Lantern Spring Lane, US-TX77433 CYPRESS, USA			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS, Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, Norge			

(54) Benevnelse **Teleskopisk enhet med oppløselig barriere**
(57) Sammendrag

Et teleskopisk element inkluderer, minst en sentral komponent og en barriere plassert innen den sentrale komponenten, barrieren har en oppløsningshastighetskurve som kan tilpasses selektivt og har strukturelle egenskaper som muliggjør inneslutningen av høyt trykk før strukturell svikt av barrieren gjennom oppløsning.



Denne søknaden krever fordelen av innleveringsdatoen for United States Patentsøknad med løpenummer 12/633,683 levert 8. desember, 2009, for "TELESKOPIC UNIT WITH DISSOLVABLE BARRIER."

BAKGRUNN

5 I nedihulls borings- og kompletteringsfagene, blir kompletteringsstrenger konfigurert med mange varierte konstruksjonsstrategier for å fremme mange forskjellige typer egenskaper. Én type kompletteringsstreng anvender radiale teleskopiske elementer som sørger for en direkte åpningsforbindelse til formasjonsflaten fra den indre dimensjonen av kompletteringsstrengen. Slike teleskopiske elementer er nyttige for operasjoner slik som fokusert fraktureringsoperasjoner og for produksjon direkte gjennom elementene.

Teleskopiske elementer ifølge tidligere teknikk har blitt utplassert ved anvendelse av mekaniske midler og trykk. Der hvor trykk er den drivende kraften bak det å flytte de teleskopiske elementene radiale utover, må åpningen i elementene innledende bli lukket for at trykk skal bygge seg opp på dem. Vanligvis har faget brukt sprengskiver siden de kan bli konfigurert til å bryte ved et bestemt trykk og etterlater lite avfall. Uheldigvis er det imidlertid at selv om det ville synes som om regulert trykk ville fremme positiv og fullstendig utplassering av de teleskopiske enhetene, er dette ikke alltid tilfelle i praksis. Snarere, på grunn av uforutsigbare borehullsforhold, kan noen av de teleskopiske elementene ikke nødvendigvis være fullstendig utplassert før trykket kommer til terskeltrykket for sprengskivene. Dette vil resultere i at minst én av skivene brister. Fordi hele systemet er trykksatt på én gang, vil en enkelt skive som brister være tilstrekkelig til å miste alt trykket til formasjonen og følgelig ikke ha noe resterende trykk tilgjengelig for den videre utplassering av teleskopiske elementer som ikke er fullstendig utplassert før den første skiven brister. Med økende popularitet for teleskopiske elementer på grunn av fordelene de tilveiebringer hvis de er fullstendig utplassert, vil faget ta vel i mot nye konfigurasjoner som lover større pålitelighet ved utplassering.

OPPSUMMERING

30 Vist heri er et teleskopisk element. Elementet inkluderer minst en sentral komponent og en barriere plassert innen den sentrale komponenten, barrieren har en oppløsningshastighetskurve som kan tilpasses selektivt og har strukturelle egenskaper som muliggjør inneslutningen av høyt trykk før strukturell svikt av barrieren ved oppløsning.

Vist videre heri er et teleskopisk element. Elementet inkluderer minst en sentral komponent, og en barriere plassert innen den sentrale komponenten, barrieren har en teknisk strekkgrænse for materialet som kan tilpasses selektivt.

KORT BESKRIVELSE AV TEGNINGER

5 Refererer nå til tegningene hvori like elementer er nummerert likt i de mange figurene:

Figur 1 er et tverrsnittsskematisk riss av et teleskopisk element som har en barriere i en innkjørt posisjon;

10 Figur 2 er et tverrsnittsskematisk riss av elementet ifølge figur 1 i en utplassert posisjon; og

Figur 3 er et tverrsnittsriss av elementet ifølge figur 1 i en utplassert og åpen posisjon;

Figur 4 er et mikrofotografi av et pulver 210 som vist heri som har blitt innebygget i et innkapslingsmateriale og vist i snitt;

15 Figur 5 er en skematisk illustrasjon av en eksempelvis utførelsesform av en pulverpartikkel 212 slik den ville forekomme i et eksempelvis snittriss representert ved snitt 5-5 av figur 4;

Figur 6 er et mikrofotografi av en eksempelvis utførelsesform av et kompaktpulver som vist heri;

20 Figur 7 er en skematisk illustrasjon av en eksempelvis utførelsesform av kompaktpulveret ifølge figur 6 tilvirket ved anvendelse av et pulver som har enkeltlag pulverpartikler slik det ville opptre tatt langs snitt 7-7;

25 Figur 8 er en skematisk illustrasjon av en annen eksempelvis utførelsesform av kompaktpulveret ifølge figur 6 tilvirket ved anvendelse av et pulver som har flerlagspulverpartikler slik det ville opptre tatt langs snitt 7-7; og

Figur 9 er en skematisk illustrasjon av en forandring i en egenskap av et kompaktpulver som vist heri som en funksjon av tid og en forandring i betingelse for kompaktpulvermiljøet.

DETALJERT BESKRIVELSE

30 Refererer til figur 1, et teleskopisk element 10 som har en oppløselig barriere 12 er illustrert i en innkjørt posisjon. Hvert teleskopiske element omfatter minst en sentral rørformet teleskopisk komponent 14 men kan inkludere flere konsentriske komponenter etter ønske. Som illustrert, inkluderer det teleskopiske elementet tre komponenter. Komponent 14 inkluderer en forsegling 15 rundt den, som i

én utførelsesform er en o-ring. O-ringen sikrer at komponenten 14 vil forsegle med en midtre komponent 16. Den midtre komponenten 16 er likeledes også utstyrt med en forsegling 17, som også kan være en o-ring og som er for å sikre en forsegling med en sokkel 18. Sokkelen 18 er fiksert forbundet til en kompletteringsstreng, ikke vist, ved for eksempel en gjenget forbindelse eller en sveiset forbindelse, etc. Videre, skal det bli lagt merke til at selv om de uttrekbare komponentene teller tre som illustrert, er det ingen grunn til at flere komponenter ikke kan bli anvendt for å utvide en radial rekkevidde av det teleskopiske elementet 10 forutsatt at enten er sokkelen diametralt større enn vist eller det endelige indre dimensjon strømningsarealet for den resulterende sentrale komponenten er mindre.

Det skal bli forstått at selv om et enkelt teleskopisk element er illustrert, kan ett eller flere av disse elementene bli anvendt i ulike utførelsesformer herav. I hvert tilfelle, blir imidlertid barrieren 12 anvendt. Barriere 12 er strukturelt i stand til å motstå svært høye trykk i en lang nok tidsperiode til å sikre at alle teleskopiske elementer 10 faktisk er passende utplassert. Barrieren 12 vil så løses opp basert på eksponering for et fluid i kontakt med den. Fluidet kan være et naturlig borehullfluid slik som vann, olje, etc. eller kan være et fluid tilsatt til borehullet for det spesifikke formål å løse opp barrierene 12 eller for et annet formål med et underordnet formål å løse opp barrieren 12. Barriere 12 kan være konstruert av en rekke materialer som er oppløselige men én utførelsesform anvender spesielt et oppløselig magnesiumbasert materiale med høy fasthet som har en oppløsningshastighetskurve og/eller teknisk strekkgrænse som kan tilpasses selektivt. Selve materialet er diskutert detaljert senere i denne redegjørelsen. Dette materialet utviser eksepsjonell fasthet mens det er intakt og vil likevel enkelt løses opp i en kontrollert og selektiv kort tidsramme. Materialet er oppløselig i vann, vann-basert slam, nedihulls saltløsninger eller syre, for eksempel, og kan være konfigurert for en oppløsningshastighet som ønsket. I tillegg, kan det bli brukt overflateirregulariteter for å øke et overflateareal av barrieren 12 som blir eksponert for oppløsningsfluidet slik som riller, korrugeringer, fordypninger, etc. Etter fullstendig oppløsning av barrieren 12, blir det teleskopiske elementet etterlatt fullstendig åpent og uhindret. Fordi materialet vist over kan bli tilpasset til å løses opp fullstendig i løpet av omkring 4 til 10 minutter, er de teleskopiske elementene praktisk talt umiddelbart tilgjengelige i en uhindret tilstand. Fordi barrierene før oppløsning er eksepsjonelt sterke, kan en stor mengde trykk, for eksempel, omkring 3000 psi - omkring 5000 psi bli plassert

på rørstrengen for å forårsake utplassering av de teleskopiske elementene for å sikre en fullstendig utplassering. Fordi materialet derfor vil løses opp hurtig, vil de teleskopiske elementene være relativt umiddelbart tilgjengelige for hvilken som helst funksjon som er krevet av dem.

5 Som introdusert over, ytterligere materialer kan bli utnyttet med ballen som beskrevet heri er lettvekts, høy-fasthet metalliske materialer er vist som kan bli brukt i en lang rekke anvendelser og anvendelsesmiljøer, inkludert bruk i ulike borebrønnsmiljøer for å lage ulike valgbart og styrbart engangs- eller nedbrytbare lettvekts, høy-fasthet nedihullsverktøyer eller andre nedihullskomponenter, så vel

10 som mange andre anvendelser for bruk i både varige og engangs- eller nedbrytbare gjenstander. Disse lettvekts, høy-fasthet og valgbart og styrbart nedbrytbare materialene inkluderer fullstendig-tette, sintrede kompaktpulvere dannet fra belagte pulvermaterialer som inkluderer ulike lettvekts partikkelkjerner og kjernematerialer som har ulike enkeltlags- og flerlagsnanoskalabelegg. Disse kompaktpulvere er

15 dannet fra belagte metalliske pulvere som inkluderer ulike elektrokjemisk-aktive (f.eks. som har relativt høyere standard oksidasjonspotensialer) lettvekts, høy-fasthet partikkelkjerner og kjernematerialer, slik som elektrokjemisk aktive metaller, som er dispergert innen en cellulær nanomatriks dannet fra de ulike nanoskala metalliske beleggingslagene av metalliske beleggingsmaterialer, og er spesielt

20 nyttige i borebrønnenanvendelser. Disse kompaktpulverene tilveiebringer en unik og fordelaktig kombinasjon av mekaniske fasthetsegenskaper, slik som trykk- og skjærfasthet, lav tetthet og valgbare og styrbare korrosjonsegenskaper, spesielt hurtig og kontrollert oppløsning i ulike borebrønnsfluider. For eksempel kan partikkelkjernen og beleggingslagene av disse pulverene bli valgt for å tilveiebringe sintrede kompaktpulvere egnet for bruk som høy-fasthet ingeniørutviklede materialer

25 som har en trykkfasthet og skjærfasthet sammenlignbar med ulike andre ingeniørutviklede materialer, inkludert karbon, rustfri og legeringsståltyper, men som også har en lav tetthet sammenlignbar med ulike polymerer, elastomerer, lav-tetthet porøse keramer og komposittmaterialer. Som enda et annet eksempel, kan disse

30 pulverene og kompaktpulvermaterialene være konfigurert for å tilveiebringe en valgbart og styrbart nedbrytning eller avhending som respons til en forandring i en miljøbetingelse, slik som en overgang fra en svært lav oppløsningshastighet til en svært hurtig oppløsningshastighet som respons til en forandring i en egenskap eller betingelse for en borebrønn nærliggende en gjenstand dannet fra det kom-

pakte, inkludert en egenskapsforandring i et borebrønnfluid som er i kontakt med kompaktpulveret. De valgbare og styrbare nedbrytnings- eller avhendingskarakteristikkene beskrevet tillater også at den dimensjonsmessige stabilitet og fasthet for gjenstander, slik som borebrønnverktøyer eller andre komponenter, dannet fra disse materialene blir opprettholdt inntil de ikke lenger trengs, på dette tidspunkt kan en forutbestemt miljøbetingelse, slik som en borebrønnbetingelse, inkludert borebrønnfluidtemperatur, trykk eller pH-verdi, bli forandret for å fremme deres fjerning ved hurtig oppløsning. Disse belagte pulvermaterialene og kompaktpulvere og ingeniørutviklede materialer dannet fra dem, så vel som fremgangsmåter for fremstilling av dem, er beskrevet videre under.

Refererer til FIG. 3, et metallisk pulver 210 inkluderer mange metalliske, belagte pulverpartikler 212. Pulverpartikler 212 kan være dannet for å tilveiebringe et pulver 210, inkludert frittflytende pulver, som kan bli helt eller på annen måte plassert i alle typer former eller støpeformer (ikke vist) som har alle typer fasonger og størrelser og som kan bli brukt for å forme forstadium kompaktpulvere 300 og kompaktpulvere 400 (FIG. 6 og 7), som beskrevet heri, som kan bli brukt som, eller for bruk i tilvirkning, av ulike produksjonsgjenstander, inkludert ulike borebrønnverktøyer og komponenter.

Hver av de metalliske, belagte pulverpartikler 212 av pulver 210 inkluderer en partikkelkjerne 214 og et metallisk beleggingslag 216 plassert på partikkelkjernen 214. Partikkelkjernen 214 inkluderer et kjernemateriale 218. Kjernematerialet 218 kan inkludere et hvilket som helst egnet materiale for å danne partikkelkjernen 214 som tilveiebringer pulverpartikkel 212 som kan bli sintret for å danne et lettvekts, høy-fasthet kompaktpulver 400 som har valgbare og styrbare oppløsningskarakteristikker. Egnede kjernematerialer inkluderer elektrokjemisk aktive metaller som har et standard oksidasjonspotensiale større enn eller lik det for Zn, inkludert som Mg, Al, Mn eller Zn eller en kombinasjon derav. Disse elektrokjemisk aktive metallene er svært reaktive med en rekke vanlige borebrønnfluider, inkludert et hvilket som helst antall ioniske fluider eller svært polare fluider, slik som de som inneholder ulike klorider. Eksempler inkluderer fluider omfattende kaliumklorid (KCl), saltsyre (HCl), kalsiumklorid (CaCl_2), kalsiumbromid (CaBr_2) eller sinkbromid (ZnBr_2). Kjernemateriale 218 kan også inkludere andre metaller som er mindre elektrokjemisk aktive enn Zn eller ikke-metalliske materialer, eller en kombinasjon derav. Egnede ikke-metalliske materialer inkluderer keramer, kompositter, glass

eller karbon, eller en kombinasjon derav. Kjernemateriale 218 kan være valgt for å tilveiebringe en høy oppløsningshastighet i et forutbestemt borebrønnfluid, men kan også være valgt for å tilveiebringe en relativt lav oppløsningshastighet, inkludert null oppløsning, hvor oppløsning av nanomatriksmaterialet forårsaker at partikkelkjernen 214 blir hurtig blottlagt og frigitt fra kompaktpartikkelen ved grenseflaten med borebrønnfluidet, slik at den effektive hastigheten for oppløsning av kompaktpartikler dannet ved anvendelse av partikkelkjerner 214 av disse kjernematerialene 218 er høy, selv om kjernemateriale 218 i seg selv kan ha en lav oppløsningshastighet, inkludert kjernematerialer 220 som kan være hovedsakelig uløselige i borebrønnfluidet.

Med hensyn til de elektrokjemisk aktive metallene som kjernematerialer 218, inkludert Mg, Al, Mn eller Zn, kan disse metallene bli brukt som rene metaller eller i en hvilken som helst kombinasjon med hverandre, inkludert ulike legeringskombinasjoner av disse materialene, inkludert binære, tertiære eller kvaternære legeringer av disse materialene. Disse kombinasjonene kan også inkludere kompositter av disse materialene. Videre, i tillegg til kombinasjoner med hverandre, kan Mg, Al, Mn eller Zn kjernematerialene 218 også inkludere andre bestanddeler, inkludert ulike legeringstilsetninger, for å endre én eller flere egenskaper av partikkelkjernene 214, slik som å forbedre fastheten, senke tettheten eller endre oppløsningskarakteristikkene for kjernematerialet 218.

Blant de elektrokjemisk aktive metallene, er Mg, enten som et rent metall eller en legering eller et komposittmateriale, spesielt nyttig, på grunn av dets lave tetthet og evne til å danne høy-fasthet legeringer, så vel som dets høye grad av elektrokjemisk aktivitet, siden det har et standard oksidasjonspotensiale høyere enn Al, Mn eller Zn. Mg-legeringer inkluderer alle legeringer som har Mg som en legeringsbestanddel. Mg-legeringer som kombinerer andre elektrokjemisk aktive metaller, som beskrevet heri, som legeringsbestanddeler er spesielt nyttige, inkludert binære Mg-Zn, Mg-Al og Mg-Mn legeringer, så vel som tertiære Mg-Zn-Y og Mg-Al-X legeringer, hvor X inkluderer Zn, Mn, Si, Ca eller Y, eller en kombinasjon derav. Disse Mg-Al-X legeringene kan inkludere, på vektbasis, opp til omkring 85 % Mg, opp til omkring 15 % Al og opp til omkring 5 % X. Partikkelkerne 214 og kjernemateriale 218, og spesielt elektrokjemisk aktive metaller inkludert Mg, Al, Mn eller Zn, eller kombinasjoner derav, kan også inkludere et sjeldent jordelement eller kombinasjon av sjeldne jordelementer. Som brukt heri, inkluderer sjeldne

jordelementer Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd eller Er, eller en kombinasjon av sjeldne jordelementer. Når det foreligger, kan et sjeldent jordelement eller kombinasjoner av sjeldne jordelementer foreligge, på vektbasis, i en mengde på omkring 5 % eller mindre.

5 Partikkelkjerne 214 og kjernemateriale 218 har en smeltetemperatur (T_p). Som brukt heri, inkluderer T_p den laveste temperaturen hvor begynnende smelting eller seigring eller andre former for delvis smelting forekommer innen kjernemateriale 218, uavhengig av om kjernemateriale 218 omfatter et rent metall, en legering med flere faser som har forskjellige smeltetemperaturer eller et kompositt av materialer som har forskjellige smeltetemperaturer.

10 Partikkelkjerner 214 kan ha en hvilken som helst egnet partikkelstørrelse eller område av partikkelstørrelser eller fordeling av partikkelstørrelser. For eksempel kan partikkelkjernene 214 være valgt for å tilveiebringe en gjennomsnittlig partikkelstørrelse som er representert ved en normal eller Gauss- type unimodal fordeling omkring et gjennomsnitt eller middel, som illustrert generelt i figur 3. I et annet eksempel, kan partikkelkjerner 214 være valgt eller blandet for å tilveiebringe en multimodal fordeling av partikkelstørrelser, inkludert mange gjennomsnittlige partikkelkjernestørrelser, slik som, for eksempel, en homogen bimodal fordeling av gjennomsnittlige partikkelstørrelser. Valget av fordelingen av partikkelkjernestørrelse kan bli brukt for å bestemme, for eksempel, partikkelstørrelsen og avstand mellom partikler 215 for partiklene 212 av pulver 210. I en eksempelvis utførelsesform, kan partikkelkjernene 214 ha en unimodal fordeling og en gjennomsnittlig partikkeldiameter på omkring 5 μm til omkring 300 μm , mer spesielt omkring 80 μm til omkring 120 μm , og enda mer spesielt omkring 100 μm .

25 Partikkelkjerner 214 kan ha en hvilken som helst egnet partikkelfasong, inkludert en hvilken som helst regulær eller irregulær geometrisk fasong, eller kombinasjon derav. I en eksempelvis utførelsesform, er partikkelkjerner 214 hovedsakelig kuleformede elektrokjemisk aktive metallpartikler. I en annen eksempelvis utførelsesform, er partikkelkjerner 214 hovedsakelig irregulært formede keramiske partikler. I enda en annen eksempelvis utførelsesform, er partikkelkjerner 214 karbon eller andre nanorørstrukturer eller hule glassmikrosfærer.

30 Hver av de metalliske, belagte pulverpartiklene 212 av pulver 210 inkluderer også et metallisk beleggingslag 216 som er anbrakt på partikkelkjerne 214. Metallisk beleggingslag 216 inkluderer et metallisk beleggingsmateriale 220. Metallisk

beleggingsmateriale 220 gir pulverpartiklene 212 og pulver 210 dets metalliske natur. Metallisk beleggingslag 216 er et nanoskala beleggingslag. I en eksempelvis utførelsesform, kan metallisk beleggingslag 216 ha en tykkelse på omkring 25 nm til omkring 2500 nm. Tykkelsen av metallisk beleggingslag 216 kan variere over overflaten av partikkelkjerne 214, men vil foretrukket ha en hovedsakelig enhetlig tykkelse over overflaten av partikkelkjerne 214. Metallisk beleggingslag 216 kan inkludere et enkelt lag, som illustrert i figur 4, eller mange lag som en flerlagsbeleggingsstruktur. I et enkeltlagsbelegg, eller i hvert av lagene av et flerlagsbelegg, kan det metalliske beleggingslaget 216 inkludere en enkelt bestanddel kjemisk element eller forbindelse, eller kan inkludere mange kjemiske elementer eller forbindelser. Der hvor et lag inkluderer mange kjemiske bestanddeler eller forbindelser, kan de ha alle typer homogene eller heterogene fordelinger, inkludert en homogen eller heterogen fordeling av metallurgiske faser. Dette kan inkludere en gradert fordeling hvor de relative mengdene av de kjemiske bestanddelene eller forbindelsene varierer i henhold til respektive bestanddelsprofiler over tykkelsen av laget. I både enkeltlags- og flerlagsbelegg 216, kan hvert av de respektive lagene, eller kombinasjoner av dem, bli brukt for å tilveiebringe en forutbestemt egenskap til pulverpartikkelen 212 eller et sintret kompaktpulver dannet derfra. For eksempel, kan den forutbestemte egenskapen inkludere bindingsstyrken av den metallurgiske bindingen mellom partikkelkjernen 214 og beleggingsmaterialet 220; interdiffusjonskarakteristikkene mellom partikkelkjernen 214 og metallisk beleggingslag 216, inkludert enhver interdiffusjon mellom lagene av et flerlagsbeleggingslag 216; interdiffusjonskarakteristikkene mellom de ulike lagene av et flerlagsbeleggingslag 216; interdiffusjonskarakteristikkene mellom det metalliske beleggingslaget 216 for én pulverpartikkel og den for en tilgrensende pulverpartikkel 212; bindingsstyrken for den metallurgiske bindingen mellom de metalliske beleggingslagene for tilgrensende sintrede pulverpartikler 212, inkludert de ytterste lagene av flerlagsbeleggingslag; og den elektrokjemiske aktiviteten for beleggingslaget 216.

Metallisk beleggingslag 216 og beleggingsmateriale 220 har en smeltetemperatur (T_c). Som brukt heri, inkluderer T_c den laveste temperaturen hvor begynnende smelting eller seigring eller andre former for delvis smelting forekommer innen beleggingsmateriale 220, uavhengig av om beleggingsmateriale 220 omfatter et rent metall, en legering med flere faser som hver har forskjellige smeltetem-

peraturer eller et kompositt, inkludert et kompositt omfattende mange beleggingsmaterialelag som har forskjellige smeltetemperaturer.

Metallisk beleggingsmateriale 220 kan inkludere et hvilket som helst egnet metallisk beleggingsmateriale 220 som tilveiebringer en sinterbar ytre overflate 221 som er konfigurert for å bli sintret til en tilgrensende pulverpartikkel 212 som også har et metallisk beleggingslag 216 og sinterbar ytre overflate 221. I pulvere 210 som også inkluderer andre eller ytterligere (belagte eller ubelagte) partikler 232, som beskrevet heri, er den sinterbare ytre overflaten 221 av metallisk beleggingslag 216 også konfigurert for å bli sintret til en sinterbar ytre overflate 221 av andre partikler 232. I en eksempelvis utførelsesform, er pulverpartiklene 212 sinterbare ved en forutbestemt sintringstemperatur (T_s) som er en funksjon av kjernematerialet 218 og beleggingsmateriale 220, slik at sintring av kompaktpulver 400 blir gjennomført fullstendig i den faste tilstanden og hvor T_s er mindre enn T_p og T_c . Sintring i den faste tilstanden begrenser partikkelkjerne 214/metallisk beleggingslag 416 vekselvirkninger til faststoff-diffusjonsprosesser og metallurgiske transportfenomener og begrenser vekst av og tilveiebringer kontroll over den resulterende grenseflaten mellom dem. I motsetning ville, for eksempel, introduksjonen av væskefasesintring sørge for hurtig interdiffusjon av partikkelkjerne 214/metallisk beleggingslag 216 materialene og gjøre det vanskelig å begrense veksten av og tilveiebringe kontroll over den resulterende grenseflaten mellom dem, og derfor forstyrre dannelsen av den ønskelige mikrostrukturen for kompaktpartikkel 400 som beskrevet heri.

I en eksempelvis utførelsesform, vil kjernemateriale 218 være valgt for å tilveiebringe en kjemisk sammensetning for kjernen og beleggingsmateriale 220 vil være valgt for å tilveiebringe en kjemisk sammensetning for belegget og disse kjemiske sammensetningene vil også være valgt for å avvike fra hverandre. I en annen eksempelvis utførelsesform, vil kjernematerialet 218 være valgt for å tilveiebringe kjemisk sammensetning for kjernen og beleggingsmateriale 220 vil være valgt for å tilveiebringe en kjemisk sammensetning for belegget og disse kjemiske sammensetningene vil også være valgt for å avvike fra hverandre ved deres grenseflate. Forskjeller i de kjemiske sammensetningene av beleggingsmateriale 220 og kjernemateriale 218 kan være valgt for å tilveiebringe forskjellige oppløsningshastigheter og valgbar og styrbar oppløsning av kompaktpulvere 400 som inkorporerer dem ved å gjøre dem valgbart og styrbart oppløselige. Dette ink-

luderer oppløsningshastigheter som avviker som respons til en forandret betingelse i borebrønnen, inkludert en indirekte eller direkte forandring i et borebrønnfluid. I en eksempelvis utførelsesform, er et kompaktpulver 400 dannet fra pulver 210 som har kjemiske sammensetninger av kjernemateriale 218 og beleggingsmateriale 220 som gjør at kompakt 400 er valgbart oppløselig i et borebrønnfluid som respons til en forandret borebrønnbetingelse som inkluderer en forandring i temperatur, forandring i trykk, forandring i strømningshastighet, forandring i pH eller forandring i kjemisk sammensetning av borebrønnfluidet, eller en kombinasjon derav. Den valgbare oppløsningsresponsen til den forandrede betingelsen kan resultere fra faktiske kjemiske reaksjoner eller prosesser som fremmer forskjellige oppløsningshastigheter, men også omfatter forandringer i oppløsningsresponsen som er assosiert med fysiske reaksjoner eller prosesser, slik som forandringer i borebrønnfluidtrykk eller strømningshastighet.

Som illustrert i FIG. 3 og 5, kan partikkelkjerne 214 og kjernemateriale 218 og metallisk beleggingslag 216 og beleggingsmateriale 220 være valgt for å tilveiebringe pulverpartikler 212 og et pulver 210 som er konfigurert for kompaktering og sintring for å tilveiebringe et kompaktpulver 400 som har lett vekt (dvs. som har en relativt lav tetthet), høy-fasthet og kan fjernes valgbart og styrbart fra en borebrønn som respons til en forandring i en borebrønnegenskap, inkludert å være valgbart og styrbart oppløselig i et passende borebrønnfluid, inkludert ulike borebrønnfluider som vist heri. Kompaktpulver 400 inkluderer en hovedsakelig-kontinuerlig, cellulær nanomatriks 416 av et nanomatriksmateriale 420 som har mange dispergerte partikler 414 dispergert gjennom hele den cellulære nanomatriks 416. Den hovedsakelig-kontinuerlige cellulære nanomatriks 416 og nanomatriksmateriale 420 dannet av sintrede metalliske beleggingslag 216 er dannet ved kompakteringen og sintringen av de mange metalliske beleggingslagene 216 av de mange pulverpartiklene 212. Den kjemiske sammensetningen av nanomatriksmateriale 420 kan være forskjellig fra den for beleggingsmateriale 220 på grunn av diffusjonsvirkninger assosiert med sintringen som beskrevet heri. Kompakt metallpulver 400 inkluderer også mange dispergerte partikler 414 som omfatter partikkelkjernemateriale 418. Dispergerte partikkelkjerner 414 og kjernemateriale 418 tilsvarer og er dannet fra de mange partikkelkjerner 214 og kjernemateriale 218 av de mange pulverpartikler 212 ettersom de metalliske beleggingslagene 216 blir sintret sammen for å danne nanomatriks 416. Den kjemiske sammenset-

ningen av kjernemateriale 418 kan være forskjellig fra den for kjernemateriale 218 på grunn av diffusjonseffekter assosiert med sintring som beskrevet heri.

Som brukt heri, vil bruken av begrepet hovedsakelig-kontinuerlig cellulær nanomatriks 416 ikke innebære hovedbestanddelen av kompaktpulveret, men

5 snarere referere til minoritetsbestanddelen eller bestanddelene, enten det er basert på vekt eller volum. Dette skilles fra de fleste matrikskomposittmaterialer hvor matriksen omfatter majoritetsbestanddelen basert på vekt eller volum. Bruken av begrepet hovedsakelig-kontinuerlig, cellulær nanomatriks er tenkt å beskrive den utstrakte, regulære, kontinuerlige og forbundne naturen av fordelingen av nano-

10 matriksmateriale 420 innen kompaktpulver 400. Som brukt heri, beskriver "hovedsakelig-kontinuerlig" utstrekningen av nanomatriksmaterialet gjennom hele kompaktpulver 400 slik at det strekker seg mellom og omhyller hovedsakelig alle de dispergerte partiklene 414. Hovedsakelig-kontinuerlig blir brukt for å indikere at fullstendig kontinuitet og regulær orden for nanomatriksen omkring hver disperger-

15 te partikkel 414 ikke er krevet. For eksempel, kan defekter i beleggingslaget 216 over partikkelkjerne 214 på noen pulverpartikler 212 forårsake brodannelse for partikkelkjernene 214 i løpet av sintring av kompaktpulveret 400, og derved forårsake at lokaliserte diskontinuiteter resulterer innen den cellulære nanomatriks 416, selv om nanomatriksen i de andre delene av kompaktpulveret er hovedsakelig

20 kontinuerlig og utviser strukturen beskrevet heri. Som brukt heri, blir "cellulær" brukt for å indikere at nanomatriksen definerer et nettverk av generelt repeterende, sammenkoblede, kammere eller celler av nanomatriksmateriale 420 som omfatter og også forbinder de dispergerte partiklene 414. Som brukt heri, blir "nanomatriks" brukt for å beskrive størrelsen eller skalaen av matriksen, spesielt tykkelsen av

25 matriksen mellom tilgrensende dispergerte partikler 414. De metalliske beleggingslagene som er sintret sammen for å danne nanomatriksen er selv beleggingslag av nanoskalatykkelse. Siden nanomatriksen ved de fleste lokaliseringer, andre enn kryssingspunktet for mer enn to dispergerte partikler 414, generelt omfatter interdiffusjonen og bindingen av to beleggingslag 216 fra tilgrensende pul-

30 verpartikler 212 som har nanoskalatykkelser, har den dannede matriksen også en nanoskalatykkelse (f.eks. omtrent to ganger beleggingslagtykkelsen som beskrevet heri) og er derfor beskrevet som en nanomatriks. Videre, vil bruken av begrepet dispergerte partikler 414 ikke innebære den underordnede bestanddelen av kompaktpulver 400, men refererer snarere til majoritetsbestanddelen eller be-

standdelene, enten det er basert på vekt eller volum. Bruken av begrepet dispergert partikkel er tenkt å uttrykke den diskontinuerlige og diskrete fordelingen av partikkelkjernemateriale 418 innen kompaktpulver 400.

Kompaktpulver 400 kan ha en hvilken som helst ønsket fasong eller størrelse, inkludert den av en sylindrisk barre eller blokk som kan bli maskinert eller på annen måte brukt for å danne nyttige produksjonsgjenstander, inkludert ulike borebrønnverktøyer og komponenter. Pressingen brukt for å danne forstadium-kompaktpulver 300 og sintre- og presseprosesser brukt for å danne kompaktpulver 400 og deformere pulverpartiklene 212, inkludert partikkelkjerner 214 og beleggingslag 216, for å tilveiebringe den fullstendige tettheten og ønskede makroskopiske fasongen og størrelsen av kompaktpulver 400 så vel som dets mikrostruktur. Mikrostrukturen av kompaktpulver 400 inkluderer en likeakset konfigurasjon av dispergerte partikler 414 som er dispergert gjennom det hele og innebygget innen den hovedsakelig-kontinuerlige, cellulære nanomatriks 416 av sintrede beleggingslag. Denne mikrostrukturen er ganske analog til en likeakset korn-mikrostruktur med en kontinuerlig korn-grensefase, unntatt at den ikke krever bruken av legeringsbestanddeler som har termodynamiske fase-likevektsegenskaper som er i stand til å produsere en slik struktur. Snarere, kan denne likeaksede dispergerte partikkelstrukturen og cellulære nanomatriks 416 av sintrede metalliske beleggingslag 216 bli produsert ved anvendelse av bestanddeler hvor termodynamisk faselikevektbetingelser ikke ville produsere en likeakset struktur. Den likeaksede morfologien av de dispergerte partiklene 414 og cellulære nettverk 416 av partikkellagene resulterer fra sintring og deformering av pulverpartiklene 212 ettersom de blir kompaktet og interdiffunderer og deformerer for å fylle interpartikkelrommene 215 (figur 3). Sintringstemperaturene og trykkene kan bli valgt for å sikre at tettheten av kompaktpulver 400 oppnår hovedsakelig fullstendig teoretisk tetthet.

I en eksempelvis utførelsesform som illustrert i figurene 3 og 5, blir dispergerte partikler 414 dannet fra partikkelkjerner 214 dispergert i den cellulære nanomatriks 416 av sintrede metalliske beleggingslag 216, og nanomatriksen 416 inkluderer en faststoff metallurgisk binding 417 eller bindingslag 419, som illustrert skjematisk i figur 6, som strekker seg mellom de dispergerte partiklene 414 gjennom hele den cellulære nanomatriks 416 som er dannet ved en sintringstemperatur (T_s), hvor T_s er mindre enn T_c og T_p . Som angitt, blir faststoff metallurgisk binding 417 dannet i den faste tilstanden ved faststoff-interdiffusjon mellom beleg-

gingslagene 216 av tilgrensende pulverpartikler 212 som blir presset sammen til berørende kontakt i løpet av kompakterings- og sintringsprosessene brukt for å danne kompaktpulver 400, som beskrevet heri. Som sådan, inkluderer sintrede beleggingslag 216 av cellulær nanomatriks 416 et faststoff-bindingslag 419 som har en tykkelse (t) definert ved utstrekningen av interdiffusjonen av beleggingsmaterialene 220 av beleggingslagene 216, som i sin tur vil være definert ved naturen av beleggingslagene 216, inkludert om de er enkelt- eller flerlags- beleggingslag, om de har blitt valgt for å fremme eller begrense slik interdiffusjon, og andre faktorer, som beskrevet heri, så vel som sintrings- og kompakteringsbetingelsene, inkludert sintringstiden, temperaturen og trykket brukt for å danne kompaktpulver 400.

Ettersom nanomatriks 416 blir dannet, inkludert binding 417 og bindingslag 419, kan den kjemiske sammensetningen eller fasefordelingen, eller begge deler, av metalliske beleggingslag 216 forandre seg. Nanomatriks 416 har også en smeltetemperatur (T_M). Som brukt heri, inkluderer T_M den laveste temperaturen som begynnende smelting eller seigring eller andre former for delvis smelting vil forekomme ved innen nanomatriks 416, uavhengig av om nanomatriksmateriale 420 omfatter et rent metall, en legering med flere faser som hver har forskjellige smeltetemperaturer eller et kompositt, inkludert et kompositt omfattende mange lag av ulike beleggingsmaterialer som har forskjellige smeltetemperaturer, eller en kombinasjon derav, eller på annen måte. Ettersom dispergerte partikler 414 og partikkelkjernematerialer 418 blir dannet i forbindelse med nanomatriks 416, er diffusjon av bestanddeler av metalliske beleggingslag 216 inn i partikkelkjernene 214 også mulig, som kan resultere i forandringer i den kjemiske sammensetningen eller fasefordelingen, eller begge deler, for partikkelkjerner 214. Som et resultat, kan dispergerte partikler 414 og partikkelkjernematerialer 418 ha en smeltetemperatur (T_{DP}) som er forskjellig fra T_P . Som brukt heri, inkluderer T_{DP} den laveste temperaturen som begynnende smelting eller seigring eller andre former for delvis smelting vil forekomme ved innen dispergerte partikler 414, uavhengig av om partikkelkjernemateriale 418 omfatter et rent metall, en legering med flere faser som hver har forskjellige smeltetemperaturer eller et kompositt, eller på annen måte. Kompaktpulver 400 blir dannet ved en sintringstemperatur (T_S), hvor T_S er mindre enn T_C , T_P , T_M og T_{DP} .

Dispergerte partikler 414 kan omfatte et hvilket som helst av materialene beskrevet heri for partikkelkjerne 214, selv om den kjemiske sammensetningen av dispergerte partikler 414 kan være forskjellig på grunn av diffusjonseffekter som beskrevet heri. I en eksempelvis utførelsesform, blir dispergerte partikler 414 dan-
 5 net fra partikkelkjerne 214 omfattende materialer som har et standard oksidasjonspotensiale større enn eller lik Zn, inkludert Mg, Al, Zn eller Mn, eller en kombinasjon derav, kan inkludere ulike binære, tertiære og kvaternære legeringer eller andre kombinasjoner av disse bestanddelene som vist heri i forbindelse med partikkelkjerne 214. Av disse materialene, er de som har dispergerte partikler 414
 10 omfattende Mg og nanomatriksen 416 dannet fra de metalliske beleggingsmaterialene 216 beskrevet heri spesielt nyttige. Dispergerte partikler 414 og partikkelkjernemateriale 418 av Mg, Al, Zn eller Mn, eller en kombinasjon derav, kan også inkludere et sjeldent jordelement, eller en kombinasjon av sjeldne jordelementer som vist heri i forbindelse med partikkelkjerne 214.

15 I en annen eksempelvis utførelsesform, blir dispergerte partikler 414 dannet fra partikkelkjerne 214 omfattende metaller som er mindre elektrokjemisk aktive enn Zn eller ikke-metalliske materialer. Egnede ikke-metalliske materialer inkluderer keramer, glass (f.eks. hule glassmikrosfærer) eller karbon, eller en kombinasjon derav, som beskrevet heri.

20 Dispergerte partikler 414 av kompaktpulver 400 kan ha en hvilken som helst egnet partikkelstørrelse, inkludert de gjennomsnittlige partikkelstørrelser beskrevet heri for partikkelkjerne 214.

Dispergerte partikler 214 kan ha en hvilken som helst egnet fasong avhengig av fasongen valgt for partikkelkjerne 214 og pulverpartikler 212, så vel som fremgangsmåten brukt for å sintre og kompaktere pulver 210. I en eksempelvis
 25 utførelsesform, kan pulverpartikler 212 være kuleformede eller hovedsakelig kuleformede og dispergerte partikler 414 kan inkludere en likeakset partikkelkonfigurasjon som beskrevet heri.

Naturen av dispersjonen av dispergerte partikler 414 kan bli påvirket av valget av pulveret 210 eller pulvere 210 brukt for å tilvirke kompaktpartikkel 400. I én
 30 eksempelvis utførelsesform, kan et pulver 210 som har en unimodal fordeling av pulverpartikkel 212 størrelser være valgt for å danne kompaktpulver 400 og vil produsere en hovedsakelig homogen unimodal dispersjon av partikkelstørrelser av dispergerte partikler 414 innen cellulær nanomatriks 416, som illustrert generelt i

figur 5. I en annen eksempelvis utførelsesform, kan mange pulvere 210 som har mange pulverpartikler med partikkelkjerne 214 som har de samme kjernematerialene 218 og forskjellige kjernestørrelser og det samme beleggingsmateriale 220 bli valgt og enhetlig blandet som beskrevet heri for å tilveiebringe et pulver 210 som har en homogen, multimodal fordeling av pulverpartikkel 212 størrelser, og kan bli brukt for å danne kompaktpulver 400 som har en homogen, multimodal dispersjon av partikkelstørrelser av dispergerte partikler 414 innen cellulær nanomatriks 416. Likeledes, i enda en annen eksempelvis utførelsesform, kan mange pulvere 210 som har mange partikkelkjerne 214 som kan ha de samme kjernematerialer 218 og forskjellige kjernestørrelser og det samme beleggingsmaterialet 220 være valgt og fordelt på en ikke-enhetlig måte for å tilveiebringe en ikke-homogen, multimodal fordeling av pulverpartikkelstørrelser, og kan bli brukt for å danne kompaktpulver 400 som har en ikke-homogen, multimodal dispersjon av partikkelstørrelser av dispergerte partikler 414 innen cellulær nanomatriks 416. Valget av fordelingen av partikkelkjernestørrelse kan bli brukt for å bestemme, for eksempel, partikkelstørrelsen og avstand mellom partikler av de dispergerte partiklene 414 innen den cellulære nanomatriks 416 av kompaktpulvere 400 dannet fra pulver 210.

Nanomatriks 416 er et hovedsakelig-kontinuerlig, cellulært nettverk av metalliske beleggingslag 216 som er sintret til hverandre. Tykkelsen av nanomatriks 416 vil avhenge av naturen av pulveret 210 eller pulverene 210 brukt for å danne kompaktpulver 400, så vel som inkorporeringen av et hvilket som helst andre pulver 230, spesielt tykkelsene av beleggingslagene assosiert med disse partiklene. I en eksempelvis utførelsesform, er tykkelsen av nanomatriks 416 hovedsakelig enhetlig gjennom hele mikrostrukturen av kompaktpulver 400 og omfatter omkring to ganger tykkelsen av beleggingslagene 216 av pulverpartikler 212. I en annen eksempelvis utførelsesform, har det cellulære nettverk 416 en hovedsakelig enhetlig gjennomsnittlig tykkelse mellom dispergerte partikler 414 på omkring 50 nm til omkring 5000 nm.

Nanomatriks 416 blir dannet ved sintring av metalliske beleggingslag 216 av tilgrensende partikler til hverandre ved interdiffusjon og dannelse av bindingslag 419 som beskrevet heri. Metalliske beleggingslag 216 kan være enkeltlags- eller flerlagsstrukturer, og de kan være valgt for å fremme eller inhibere diffusjon, eller begge deler, innen laget eller mellom lagene av metallisk beleggingslag 216, eller mellom det metalliske beleggingslaget 216 og partikkelkerne 214, eller mel-

lom det metalliske beleggingslaget 216 og det metalliske beleggingslaget 216 av en tilgrensende pulverpartikkel, utstrekningen av interdiffusjon av metalliske beleggingslag 216 i løpet av sintring kan være begrenset eller omfangsrik avhengig av beleggtykkelsene, beleggingsmateriale eller materialer valgt, sintringsbetingelsene og andre faktorer. Gitt den potensielle kompleksiteten av interdiffusjonen og vekselvirkningen av bestanddelene, kan beskrivelse av den resulterende kjemiske sammensetningen av nanomatriks 416 og nanomatriksmateriale 420 ganske enkelt bli forstått til å være en kombinasjon av bestanddelene av beleggingslagene 216 som også kan inkludere én eller flere bestanddeler av dispergerte partikler 414, avhengig av utstrekningen av interdiffusjon, hvis noen, som forekommer mellom de dispergerte partiklene 414 og nanomatriksen 416. Likeledes kan den kjemiske sammensetningen av dispergerte partikler 414 og partikkelkjernemateriale 418 ganske enkelt bli forstått til å være en kombinasjon av bestanddelene av partikkelkerne 214 som også kan inkludere én eller flere bestanddeler av nanomatriks 416 og nanomatriksmateriale 420, avhengig av utstrekningen av interdiffusjon, hvis noen, som forekommer mellom de dispergerte partiklene 414 og nanomatriksen 416.

I en eksempelvis utførelsesform, har nanomatriksmaterialet 420 en kjemisk sammensetning og partikkelkjernematerialet 418 har en kjemisk sammensetning som er forskjellig fra den for nanomatriksmateriale 420, og forskjellene i de kjemiske sammensetningene kan være konfigurert for å tilveiebringe en valgbar og styrbar oppløsningshastighet, inkludert en valgbar overgang fra en svært lav oppløsningshastighet til en svært hurtig oppløsningshastighet, som respons til en kontrollert forandring i en egenskap eller betingelse for borebrønnen nærliggende det kompakte 400, inkludert en egenskapsforandring i et borebrønnfluid som er i kontakt med kompaktpulveret 400, som beskrevet heri. Nanomatriks 416 kan være dannet fra pulverpartikler 212 som har enkeltlags- og flerlags-beleggingslag 216. Denne designfleksibiliteten tilveiebringer et stort antall materialkombinasjoner, spesielt i tilfellet av flerlags-beleggingslag 216, som kan bli utnyttet for å skreddersy den cellulære nanomatriks 416 og sammensetning av nanomatriksmateriale 420 ved å kontrollere vekselvirkningen av beleggingslag bestanddelene, både innen et gitt lag, så vel som mellom et beleggingslag 216 og partikkelkjernen 214 som det er assosiert med eller et beleggingslag 216 av en tilgrensende pulverpar-

tikkel 212. Flere eksempelvis utførelsesformer som viser denne fleksibiliteten er tilveiebrakt under.

Som illustrert i Figur 6, i en eksempelvis utførelsesform, blir kompaktpulver 400 dannet fra pulverpartikler 212 hvor beleggingslaget 216 omfatter et enkelt lag, og den resulterende nanomatriks 416 mellom tilgrensende enheter av de mange dispergerte partikler 414 omfatter det enslige metalliske beleggingslag 216 av én pulverpartikkel 212, et bindingslag 419 og det enslige beleggingslag 216 av en annen enhet av de tilgrensende pulverpartiklene 212. Tykkelsen (t) av bindingslag 419 blir bestemt ved utstrekningen av interdiffusjonen mellom de enslige metalliske beleggingslagene 216, og kan omfatte hele tykkelsen av nanomatriks 416 eller bare en del derav. I én eksempelvis utførelsesform av kompaktpulver 400 dannet ved anvendelse av et enkeltlagspulver 210, kan kompaktpulver 400 inkludere dispergerte partikler 414 omfattende Mg, Al, Zn eller Mn, eller en kombinasjon derav, som beskrevet heri, og nanomatriks 216 kan inkludere Al, Zn, Mn, Mg, Mo, W, Cu, Fe, Si, Ca, Co, Ta, Re eller Ni, eller et oksid, karbid eller nitrid derav, eller en kombinasjon av et hvilket som helst av de tidligere nevnte materialene, inkludert kombinasjoner hvor nanomatriksmaterialet 420 av cellulær nanomatriks 416, inkludert bindingslag 419, har en kjemisk sammensetning og kjernematerialet 418 av dispergerte partikler 414 har en kjemisk sammensetning som er forskjellig fra den kjemiske sammensetningen av nanomatriksmateriale 416. Forskjellen i den kjemiske sammensetningen av nanomatriksmaterialet 420 og kjernematerialet 418 kan bli brukt for å tilveiebringe valgbar og styrbar oppløsning som respons til en forandring i en egenskap for en borebrønn, inkludert et borebrønnfluid, som beskrevet heri. I en ytterligere eksempelvis utførelsesform av et kompaktpulver 400 dannet fra et pulver 210 som har en enkelt beleggingslag konfigurasjon, inkluderer dispergerte partikler 414 Mg, Al, Zn eller Mn, eller en kombinasjon derav, og den cellulære nanomatriks 416 inkluderer Al eller Ni, eller en kombinasjon derav.

Som illustrert i Figur 7 blir, i en annen eksempelvis utførelsesform, kompaktpulver 400 dannet fra pulverpartikler 212 hvor beleggingslaget 216 omfatter et flerlags-beleggingslag 216 som har mange beleggingslag, og den resulterende nanomatriksen 416 mellom tilgrensende enheter av de mange dispergerte partiklene 414 omfatter de mange lagene (t) omfattende beleggingslaget 216 for én partikkel 212, et bindingslag 419, og de mange lagene omfattende beleggingslaget 216 for en annen av pulverpartiklene 212. I figur 7, er dette illustrert med et to-lags

metallisk beleggingslag 216, men det vil bli forstått at de mange lagene av flerlags metallisk beleggingslag 216 kan inkludere et hvilket som helst ønsket antall lag. Tykkelsen (t) av bindingslaget 419 blir igjen bestemt ved utstrekningen av interdiffusjonen mellom de mange lagene av de respektive beleggingslagene 216, og kan omfatte hele tykkelsen av nanomatriks 416 eller bare en del derav. I denne utførelsesformen, kan de mange lagene omfattende hvert beleggingslag 216 bli brukt for å kontrollere interdiffusjon og dannelse av bindingslag 419 og tykkelse (t).

Sintrede og smidde kompaktpulvere 400 som inkluderer dispergerte partikler 414 omfattende Mg og nanomatriks 416 omfattende ulike nanomatriksmaterialer som beskrevet heri har vist en utmerket kombinasjon av mekanisk fasthet og lav tetthet som eksemplifiserer materialene med lett vekt og høy-fasthet vist heri. Eksempler på kompaktpulvere 400 som har rent Mg dispergerte partikler 414 og ulike nanomatrikser 416 dannet fra pulvere 210 som har rene Mg partikkelkjerne 214 og ulike enkelt- og flerlags- metalliske beleggingslag 216 som inkluderer Al, Ni, W eller Al_2O_3 , eller en kombinasjon derav. Disse kompaktpulvere 400 har blitt underkastet ulik mekanisk og annen testing, inkludert tetthetstesting, og deres oppløsning og mekanisk egenskap nedbrytningsopptreden har også blitt karakterisert som vist heri. Resultatene indikerer at disse materialene kan bli konfigurert for å tilveiebringe et vidt område av valgbar og styrbar korrosjons- eller oppløsningsopptreden fra svært lave korrosjonshastigheter til ekstremt høye korrosjonshastigheter, spesielt korrosjonshastigheter som er både lavere og høyere enn de av kompaktpulvere som ikke inkorporerer den cellulære nanomatriks, slik som et kompakt dannet fra rent Mg pulver ved de samme kompakterings- og sintringsprosesser sammenlignet med de som inkluderer rent Mg dispergerte partikler i de ulike cellulære nanomatrikser beskrevet heri. Disse kompaktpulvere 400 kan også bli konfigurert for å tilveiebringe hovedsakelig forbedrede egenskaper sammenlignet med kompaktpulvere dannet fra rene Mg partikler som ikke inkluderer nanoskalabeleggene beskrevet heri. Kompaktpulvere 400 som inkluderer dispergerte partikler 414 omfattende Mg og nanomatriks 416 omfattende ulike nanomatriksmaterialer 420 beskrevet heri har vist romtemperatur-trykkfastheter på minst omkring 37 ksi, og har videre vist romtemperatur-trykkfasthet over omkring 50 ksi, både tørt og nedsenket i en løsning av 3 % KCl ved 200 °F. I motsetning har kompaktpulvere dannet fra rene Mg pulvere har en trykkfasthet på omkring 20 ksi eller mindre. Fasthet av det nanomatriks kompakte metallpulveret 400 kan bli forbedret videre

ved å optimalisere pulver 210, spesielt vekt-prosentandelen av de nanoskala metalliske beleggingslagene 216 som er brukt for å danne cellulær nanomatriks 416. Fasthet av det nanomatriks kompakte metallpulveret 400 kan bli forbedret videre ved å optimalisere pulver 210, spesielt vekt-prosentandelen av de nanoskala metalliske beleggingslagene 216 som blir brukt for å danne cellulær nanomatriks 416. For eksempel, vil det å variere vekt-prosentandelen (vekt-%), dvs. tykkelse, av et aluminabelegg innen en cellulær nanomatriks 16 dannet fra belagte pulverpartikler 212 som inkluderer et flerlags (Al/Al₂O₃/Al) metallisk beleggingslag 16 på rene Mg partikkelkjerner 214 tilveiebringe en økning på 21 % sammenlignet med den for 0 vekt-% alumina.

Kompaktpulvere 400 omfattende dispergerte partikler 414 som inkluderer Mg og nanomatriks 416 som inkluderer ulike nanomatriksmaterialer som beskrevet heri har også vist en romtemperatur skjærfasthet på minst omkring 20 ksi. Denne er i motsetning til kompaktpulvere dannet fra rene Mg pulvere, som har romtemperatur skjærfastheter på omkring 8 ksi.

Kompaktpulvere 400 av typene vist heri er i stand til å oppnå en faktisk tetthet som er hovedsakelig lik den forutbestemte teoretiske tettheten for et kompakt materiale basert på sammensetningen av pulver 210, inkludert relative mengder av bestanddeler av partikkelkjerner 214 og metallisk beleggingslag 216, og er også beskrevet heri som å være fullstendig-tette kompaktpulvere. Kompaktpulvere 400 omfattende dispergerte partikler som inkluderer Mg og nanomatriks 416 som inkluderer ulike nanomatriksmaterialer som beskrevet heri har vist faktiske tettheter på omkring 1,738 g/cm³ til omkring 2,50 g/cm³, som er hovedsakelig lik de forutbestemte teoretiske tettheter, og avviker med maksimalt 4 % fra de forutbestemte teoretiske tetthetene.

Kompaktpulvere 400 som vist heri kan være konfigurert for å være selektivt og styrbart oppløselig i et borebrønnfluid som respons til en forandret betingelse i en borebrønn. Eksempler på den forandrede betingelsen som kan bli nyttiggjort for å tilveiebringe valgbar og styrbare oppløselighet inkluderer en forandring i temperatur, forandring i trykk, forandring i strømningshastighet, forandring i pH eller forandring i kjemisk sammensetning av borebrønnfluidet, eller en kombinasjon derav. Et eksempel på en forandret betingelse omfattende en forandring i temperatur inkluderer en forandring i borebrønn fluidtemperatur. For eksempel, har kompaktpulvere 400 omfattende dispergerte partikler 414 som inkluderer Mg og cellulær na-

nomatriks 416 som inkluderer ulike nanomatriksmaterialer som beskrevet heri relativt lave korrosjonshastigheter i en 3 % KCl løsning ved romtemperatur som spenner fra omkring 0 til omkring 11 mg/cm²/hr sammenlignet med relativt høye korrosjonshastigheter ved 200 °F som spenner fra omkring 1 til omkring 246

5 mg/cm²/hr avhengig av forskjellige nanoskala beleggingslag 216. Et eksempel på en forandret betingelse omfattende en forandring i kjemisk sammensetning inkluderer en forandring i en kloridionkonsentrasjon eller pH verdi, eller begge deler, for borebrønnfluidet. For eksempel viser kompaktpulvere 400 omfattende dispergerte partikler 414 som inkluderer Mg og nanomatriks 416 som inkluderer ulike nano-

10 skalabelegg beskrevet heri korrosjonshastigheter i 15 % HCl som spenner fra omkring 4750 mg/cm²/hr til omkring 7432 mg/cm²/hr. Derfor kan valgbar og styrbar oppløselighet som respons til en forandret betingelse i borebrønnen, nemlig forandringen i borebrønnfluidets kjemiske sammensetning fra KCl til HCl, bli brukt for å oppnå en karakteristisk respons som illustrert grafisk i figur 8, som illustrerer at

15 ved en valgt forutbestemt kritisk servicetid (CST) kan en forandret betingelse bli pålagt på kompaktpulver 400 ettersom det blir anvendt i en gitt anvendelse, slik som et borebrønnmiljø, som forårsaker en styrbar forandring i en egenskap for kompaktpulver 400 som respons til en forandret betingelse i miljøet som det blir anvendt i. For eksempel, ved en forutbestemt CST forandring av et borebrønnfluid

20 som er i kontakt med pulverkontakt 400 fra et første fluid (f.eks. KCl) som tilveiebringer en første korrosjonshastighet og et assosiert vekttap eller fasthet som en funksjon av tid til et andre borebrønnfluid (f.eks. HCl) som tilveiebringer en andre korrosjonshastighet og assosiert vekttap og fasthet som en funksjon av tid, hvori korrosjonshastigheten assosiert med det første fluidet er mye mindre enn korro-

25 sjonshastigheten assosiert med det andre fluidet. Denne karakteristiske responsen til en forandring i borebrønnfluidbetingelser kan bli brukt, for eksempel, for å assosiere den kritiske servicetiden med en dimensjonstapsgrense eller en minimum fasthet nødvendig for en spesiell anvendelse, slik at når et borebrønnverktøy eller komponent dannet fra kompaktpulver 400 som vist heri ikke lenger er nødvendig i

30 drift i borebrønnen (f.eks. CST-en) kan betingelsen i borebrønnen (f.eks. kloridionkonsentrasjonen for borebrønnfluidet) bli forandret for å forårsake den hurtige oppløsningen av kompaktpulver 400 og dets fjerning fra borebrønnen. I eksempelet beskrevet over, er kompaktpulver 400 valgbart oppløselig ved en hastighet som spenner fra omkring 0 til omkring 7000 mg/cm²/hr. Dette responsområdet tilveie-

bringer, for eksempel evnen til å fjerne en 3 tommers-diameter ball dannet fra dette materialet fra en borebrønn ved å endre borebrønnfluidet i løpet av mindre enn én time. Den valgbare og styrbare oppløselighetsopptreden beskrevet over, koplet med de utmerkede fasthets- og lave tetthets-egenskapene beskrevet heri, definerer et nytt ingeniørutviklet dispergert partikkel-nanomatriks-materiale som er konfigurert for kontakt med et fluid og konfigurert for å tilveiebringe en valgbar og styrbar overgang fra én av en første fasthetsbetingelse til en andre fasthetsbetingelse som er lavere enn en funksjonell fasthetsterskel, eller en første vekttapmengde til en andre vekttapmengde som er større enn en vekttapgrense, som en funksjon av tid i kontakt med fluidet. Det dispergerte partikkel-nanomatriks komposittet er karakteristisk for kompaktpulverene 400 beskrevet heri og inkluderer en cellulær nanomatriks 416 av nanomatriksmateriale 420, mange dispergerte partikler 414 inkludert partikkelkjernemateriale 418 som er dispergert innen matriksen. Nanomatriks 416 er karakterisert ved et faststoff bindingslag 419, som strekker seg gjennom hele nanomatriksen. Tiden i kontakt med fluidet beskrevet over kan inkludere CST-en som beskrevet over. CST-en kan inkludere en forutbestemt tid som er ønsket eller krevet for å løse opp en forutbestemt del av kompaktpulveret 200 som er i kontakt med fluidet. CST-en kan også inkludere en tid tilsvarende en forandring i egenskapen for det ingeniørutviklede materialet eller fluidet, eller en kombinasjon derav. I tilfellet av en forandring av egenskap for det ingeniørutviklede materialet, kan forandringen inkludere en forandring av en temperatur for det ingeniørutviklede materiale. I tilfellet hvor der er en forandring i egenskapen for fluidet, kan forandringen inkludere forandringen i en fluidtemperatur, trykk, strømningshastighet, kjemisk sammensetning eller pH eller en kombinasjon derav. Både det ingeniørutviklede materialet og forandringen i egenskapen for det ingeniørutviklede materiale eller fluidet, eller en kombinasjon derav, kan være tilpasset for å tilveiebringe den ønskede CST responskarakteristikken, inkludert hastigheten for forandring av den spesielle egenskapen (f.eks. vekttap, tap av fasthet) både før CST-en (f.eks. trinn 1) og etter CST-en (f.eks. trinn 2), som illustrert i Figur 8.

Uten å være begrenset av teori, blir kompaktpulvere 400 dannet fra belagte pulverpartikler 212 som inkluderer en partikkelkerne 214 og assosiert kjernemateriale 218 så vel som et metallisk beleggingslag 216 og et assosiert metallisk beleggingsmateriale 220 for å danne en hovedsakelig-kontinuerlig, tre-dimensjonal, cellulær nanomatriks 416 som inkluderer et nanomatriksmateriale 420 dannet ved

sintring og den assosierte diffusjonsbindingen av de respektive beleggingslagene 216 som inkluderer mange dispergerte partikler 414 av partikkelkjernematerialene 418. Denne unike strukturen kan inkludere metastabile kombinasjoner av materialer som ville være svært vanskelige eller umulige å danne ved størkning fra en smelte som har de samme relative mengder av bestanddelmateriale. Beleg- 5 gingslagene og assosierte beleggingsmaterialer kan bli valgt for å tilveiebringe valgbar og styrbar oppløsning i et forutbestemt fluidmiljø, slik som et borebrønnmiljø, hvor det forutbestemte fluidet kan være et vanlig brukt borebrønnfluid som enten blir injisert inn i borebrønnen eller trukket ut fra borebrønnen. Som det vil bli 10 videre forstått fra beskrivelsen heri, eksponerer kontrollert oppløsning av nanomatriksen de dispergerte partiklene av kjernematerialene. Partikkelkjernematerialene kan også bli valgt for å også tilveiebringe valgbar og styrbar oppløsning i borebrønnfluidet. Alternativt, kan de også være valgt for å tilveiebringe en spesiell mekanisk egenskap, slik som trykkfasthet eller skjærfasthet, til kompaktpulveret 15 400, uten nødvendigvis å tilveiebringe valgbar og kontrollert oppløsning av selve kjernematerialene, siden valgbar og kontrollert oppløsning av nanomatriksmaterialet som omgir disse partiklene nødvendigvis vil frigi dem slik at de blir ført bort ved borebrønnfluidet. Den mikrostrukturelle morfologien av den hovedsakelig- 20 kontinuerlige, cellulære nanomatriks 416, som kan bli valgt for å tilveiebringe et styrkende fase materiale, med dispergerte partikler 414, som kan være valgt for å tilveiebringe likeakset dispergerte partikler 414, forsyner disse kompaktpulvere med forbedrede mekaniske egenskaper, inkludert trykkfasthet og skjærfasthet, siden den resulterende morfologien av nanomatriksen/de dispergerte partiklene kan bli manipulert for å tilveiebringe styrking ved prosessene som er beslektet 25 med tradisjonelle styrkende mekanismer, slik som kornstørrelsesreduksjon, løsningsherding ved bruken av forurensningsatomer, utfelling eller herding over tid og fasthet/kaldherdingsmekanismer. Nanomatriksen/den dispergerte partikkelstrukturen har en tendens til å begrense forskyvningsbevegelse i kraft av de tallrike partikkelnanomatriks grenseflatene, så vel som grenseflater mellom diskrete lag innen 30 nanomatriksmaterialet som beskrevet heri. Dette er eksemplifisert i bruddopptreden for disse materialene. Et kompaktpulver 400 dannet ved anvendelse av ubelagt rent Mg pulver og underkastet en skjærspenning tilstrekkelig til å indusere svikt viste intergranulært brudd. I motsetning viste et kompaktpulver 400 dannet ved anvendelse av pulverpartikler 212 som har rene Mg pulverpartikkelkjerner 214

for å danne dispergerte partikler 414 og metalliske beleggingslag 216 som inkluderer Al for å danne nanomatriks 416 og underkastet en skjærspenning tilstrekkelig til å indusere svikt, transgranulært brudd og en betydelig høyere bruddspenning som beskrevet heri. Fordi disse materialene har høy-fasthet karakteristikk, kan 5 kjernematerialet og beleggingsmateriale være valgt for å utnytte lav-tetthetsmaterialer eller andre lav-tetthetsmaterialer, slik som lav-tetthetsmetaller, keram, glass eller karbon, som ellers ikke ville tilveiebringe de nødvendige fasthetsskarakteristikk for bruk i de ønskede anvendelser, inkludert borebrønnverktøyer og komponenter.

10 Selv om én eller flere utførelsesformer har blitt vist og beskrevet, kan modifikasjoner og substitusjoner bli gjort til dem, uten å avvike fra ånden og omfanget av oppfinnelsen. Det skal følgelig bli forstått at foreliggende oppfinnelse har blitt beskrevet ved illustrasjoner og ikke begrensning.

P a t e n t k r a v

1. Teleskopisk element omfattende:
minst en sentral komponent; og
en barriere plassert innen den sentrale komponenten, barrieren har en oppløsningshastighetskurve som kan tilpasses selektivt og har strukturelle egenskaper som muliggjør inneslutningen av høyt trykk før strukturell svikt av barrieren ved oppløsning.
2. Teleskopisk element ifølge krav 1 hvori barrieren omfatter en teknisk strekkgrense som kan tilpasses selektivt.
3. Teleskopisk element ifølge krav 1 hvori barrieren er konstruert av et materiale som omfatter:
en hovedsakelig-kontinuerlig, cellulær nanomatriks omfattende et nanomatriksmateriale;
mange dispergerte partikler omfattende et partikkelkjernemateriale som omfatter Mg, Al, Zn eller Mn, eller en kombinasjon derav, dispergert i den cellulære nanomatriksen; og
et faststoff-bindingslag som strekker seg gjennom hele den cellulære nanomatriksen mellom de dispergerte partiklene.
4. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori nanomatriksmaterialet har en smeltetemperatur (T_M), partikkelkjernematerialet har en smeltetemperatur (T_{DP}); hvori kompakten er sinterbar i et faststoff ved en sintringstemperatur (T_S), og T_S er mindre enn T_M og T_{DP} .
5. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene omfatter Mg-Zn, Mg-Zn, Mg-Al, Mg-Mn, Mg-Zn-Y, Mg-Al-Si eller Mg-Al-Zn.
6. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene omfatter en Mg-Al-X legering, hvori X omfatter Zn, Mn, Si, Ca eller Y, eller en kombinasjon derav.

7. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene videre omfatter et sjeldent jordelement.
8. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene har en
5 gjennomsnittlig partikkelstørrelse på omkring 5 μm til omkring 300 μm .
9. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene har en likeakset partikkelfasong.
10. Teleskopisk element ifølge krav 3, videre omfattende mange dispergerte
10 andre partikler, hvori de dispergerte andre partiklene også er dispergert innen den cellulære nanomatriksen og med hensyn til de dispergerte partiklene.
11. Teleskopisk element ifølge krav 10, hvori de dispergerte andre partiklene
15 omfatter Fe, Ni, Co eller Cu, eller oksider, nitrider eller karbider derav, eller en kombinasjon av et hvilket som helst av de tidligere nevnte materialene.
12. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori nanomatriksmaterialet omfatter Al, Zn, Mn, Mg, Mo, W, Cu, Fe, Si, Ca, Co, Ta, Re eller Ni, eller et oksid, karbid eller
20 nitrid derav, eller en kombinasjon av et hvilket som helst av de tidligere nevnte materialene, og hvori nanomatriksmaterialet har en kjemisk sammensetning og partikkelkjernematerialet har en kjemisk sammensetning som er forskjellig fra den kjemiske sammensetningen av nanomatriksmaterialet.
13. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori den cellulære nanomatriksen har
25 en gjennomsnittlig tykkelse på omkring 100 nm til omkring 5 μm .
14. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori det kompakte er dannet fra et sintret
pulver omfattende mange pulverpartikler, hver pulverpartikkel har en partikkel-
30 kjerne som etter sintring omfatter en dispergert partikkel og et enkelt metallisk beleggingslag anbrakt på den, og hvori den cellulære nanomatriksen mellom tilgrensende enheter av de mange dispergerte partiklene omfatter det enslige metalliske beleggingslaget på én pulverpartikkel, bindingslaget og det enslige metalliske beleggingslaget på en annen av pulverpartiklene.

15. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori det kompakte er dannet fra et sintret pulver omfattende mange pulverpartikler, hver pulverpartikkel har en partikkelkjerne som etter sintring omfatter en dispergert partikkel og mange metalliske beleggingslag anbrakt på den, og hvori den cellulære nanomatriks mellom tilgrensende enheter av de mange dispergerte partiklene omfatter de mange metalliske beleggingslagene på én pulverpartikkel, bindingslaget og mange metalliske beleggingslag på en annen av pulverpartiklene, og hvori tilgrensende enheter av de mange metalliske beleggingslagene har forskjellige kjemiske sammensetninger.
16. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene omfatter Mg og kompaktpulveret har en romtemperatur trykkfasthet på minst omkring 37 ksi.
17. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori de dispergerte partiklene omfatter Mg og kompaktpulveret har en romtemperatur skjærfasthet på minst omkring 20 ksi.
18. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori kompaktpulveret har forutbestemt teoretisk tetthet og en faktisk tetthet som er hovedsakelig lik den forutbestemte teoretiske tettheten.
19. Teleskopisk element ifølge krav 16, hvori de dispergerte partiklene omfatter Mg og kompaktpulveret har en faktisk tetthet på omkring $1,738 \text{ g/cm}^3$ til omkring $2,50 \text{ g/cm}^3$.
20. Teleskopisk element ifølge krav 3, hvori partikkelkjernen omfatter Mg og kompaktpulveret er valgbart oppløselig ved en hastighet på omkring 0 til omkring $7000 \text{ mg/cm}^2/\text{hr}$.
21. Teleskopisk element omfattende:
minst en sentral komponent; og
en barriere plassert innen den sentrale komponenten, barrieren har en teknisk strekkgrense for materialet som kan tilpasses selektivt.

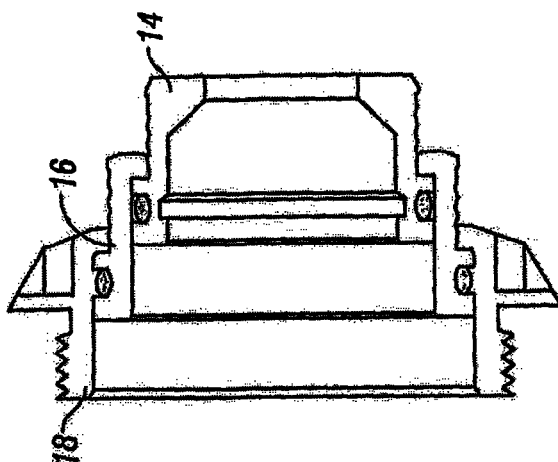


FIG. 3

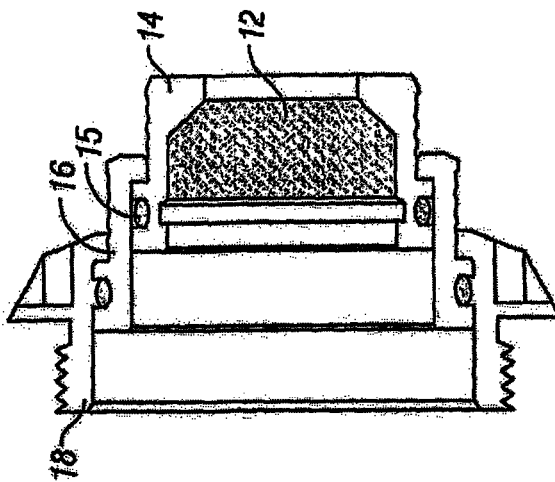


FIG. 2

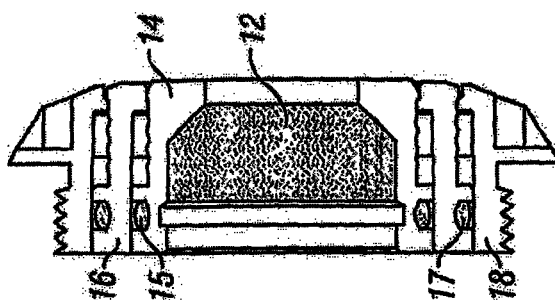


FIG. 1

10

2/5

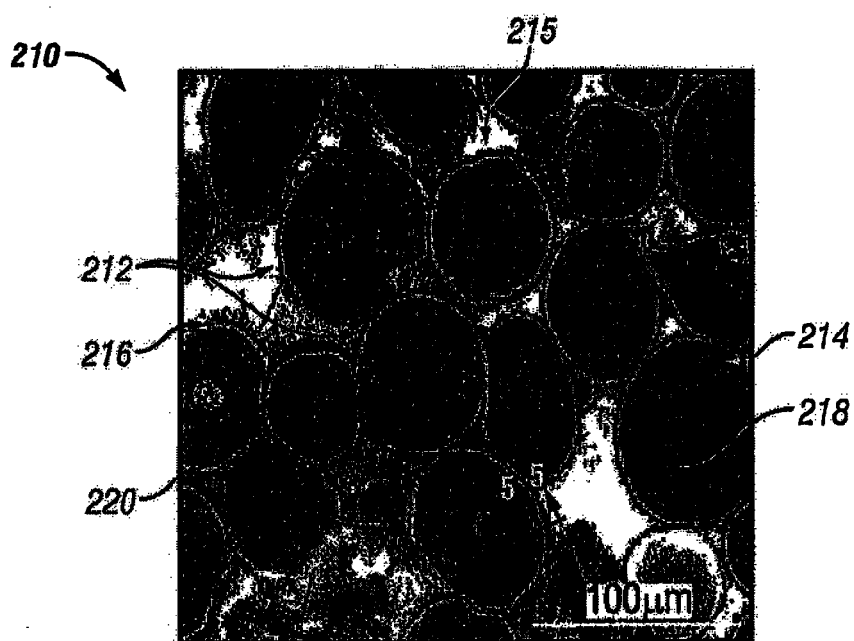


FIG. 4

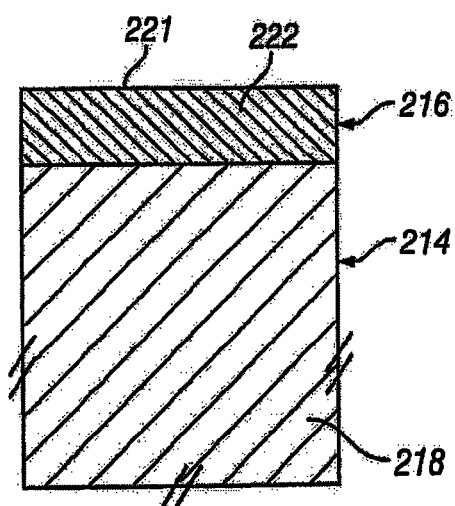


FIG. 5

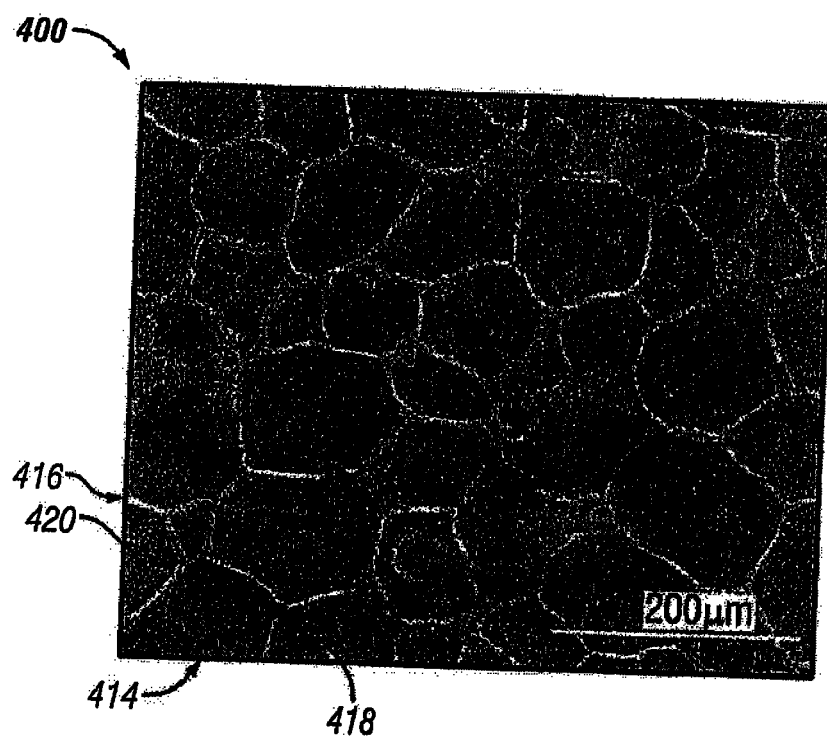


FIG. 6

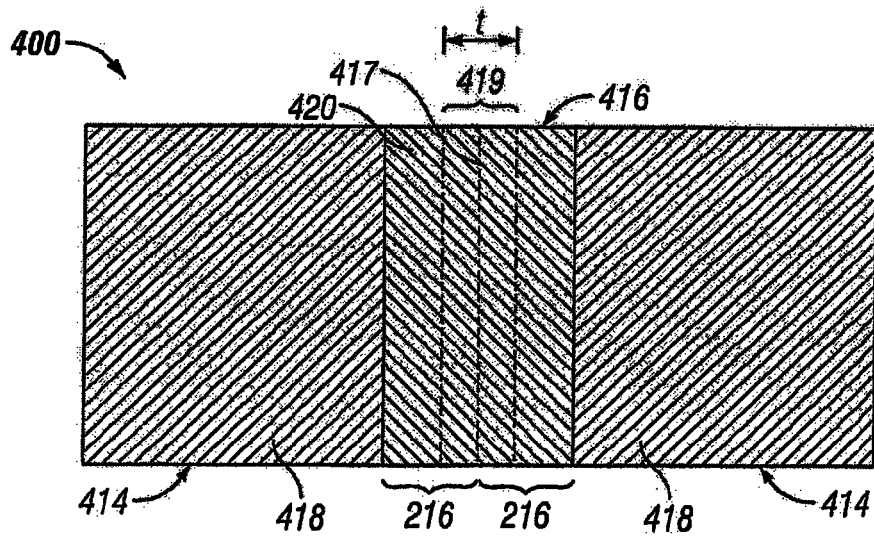


FIG. 7

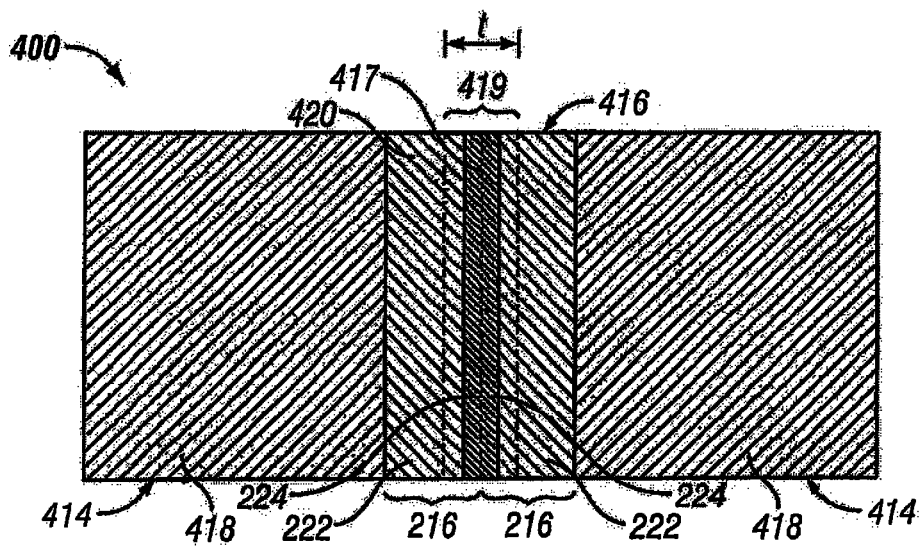


FIG. 8

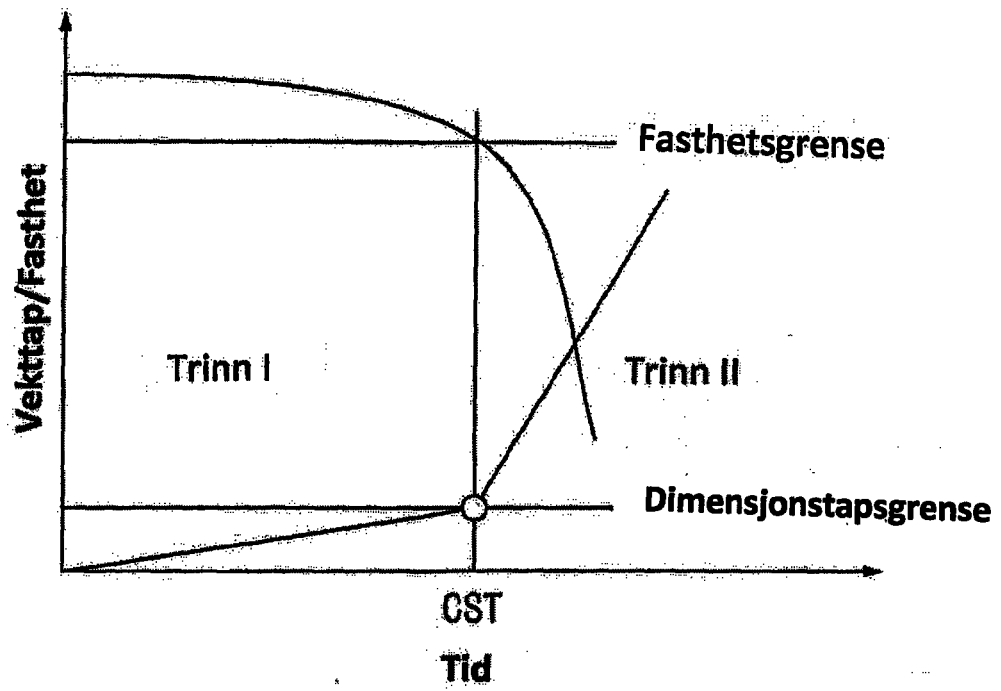


FIG. 9