

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **236451**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **410367**

(22) Data zgłoszenia: **04.04.2013**

04.04.2013, PCT/US13/035258

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:
14.11.2013, WO13/169416

(51) Int.Cl.

E21B 33/12 (2006.01)

E21B 23/06 (2006.01)

(54) **Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący i sposób izolowania struktury**

(30) Pierwszeństwo:

08.05.2012, US, 13/466,322

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.11.2015 BUP 23/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

25.01.2021 WUP 02/21

(73) Uprawniony z patentu:

Baker Hughes Incorporated, Houston, US

(72) Twórca(y) wynalazku:

ZHIYUE XU, Cypress, US

YINGQING XU, Tomball, US

GREGORY LEE HERN, Porter, US

BENNETT M. RICHARD, Kingwood, US

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Jarosław Kulikowski

PL 236451 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący i sposób izolowania struktury. Niniejsze zgłoszenie zastrzega pierwszeństwo z amerykańskiego zgłoszenia nr 13/466322, złożonego z dnia 8 maja 2012, które włącza się do niniejszego opisu w całości przez odniesienie.

Konstrukcje otworów wiertniczych, w tym odwiertów ropy i gazu ziemnego, otworów wiertniczych do magazynowania CO₂ itd. wykorzystują często składniki lub narzędzia do otworów wiertniczych, od których, ze względu na ich funkcję, wymagana jest jedynie ograniczona żywotność, znacząco krótsza niż okres użytkowania odwiertu. Po spełnieniu przez składnik lub narzędzie swojej funkcji, muszą być one usunięte lub zutyliczowane w celu przywrócenia oryginalnego rozmiaru drogi płynu podczas użytkowania otworu, w tym produkcji węglowodorów, wychwytywania lub magazynowania CO₂ itd. Utylizacja składników lub narzędzi może zostać przeprowadzona przez zmielenie lub wywiercenie składnika lub narzędzia z otworu wiertniczego, co stanowi na ogół czasochłonną i kosztowną operację. Branża ta jest zawsze otwarta na nowe systemy, materiały i sposoby eliminujące usuwanie składnika lub narzędzia z otworu wiertniczego, pozwalające uniknąć stosowania tego typu operacji mielenia i wiercenia.

Publikacja US2011048743 A1 ujawnia elementy rurowe układu kotwiczącego, które mogą ulegać rozkładowi i niezależnie zawierają kompozyt metaliczny.

Ze stanu techniki znane jest również zgłoszenie wynalazku ujawniające rozpuszczalne narzędzie. W publikacji tej ujawniono narzędzie stosowane w technice wiertniczej charakteryzujące się tym, że może ulegać rozpadowi a także zawierające metaliczny materiał nanomatrycy oraz osnowę metaliczną rozmieszczoną w nanomatrycy komórkowej.

Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący, zawiera: człon w kształcie ściętego stożka, tuleję do łączenia z pierwszą częścią członu w kształcie ściętego stożka, uszczelnienie do łączenia z drugą częścią członu w kształcie ściętego stożka, jak również gniazdo łączące się czynnościowo z członem w kształcie ściętego stożka. Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący według wynalazku charakteryzuje się tym, że człon w kształcie ściętego stożka, tuleja, uszczelnienie i gniazdo mogą ulegać rozpadowi i niezależnie zawierają kompozyt metaliczny, który zawiera: nanomatrycę komórkową zawierającą metaliczny materiał nanomatrycy, osnowę metaliczną rozmieszczoną w nanomatrycy komórkowej, i środek kontrolujący rozpad. Przy czym ilość środka kontrolującego rozpad w tulei jest większa niż ilość środka kontrolującego rozpad w uszczelnieniu, członie w kształcie ściętego stożka, dolnym łączniku lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.

Dla ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego według wynalazku korzystne jest gdy zawiera ponadto dolny łącznik, który ulega rozpadowi i niezależnie zawiera kompozyt metaliczny. Również korzystne, gdy osnowa metaliczna zawiera glin, żelazo, magnez, mangan, cynk lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Jeszcze korzystniej jest, gdy ilość osnowy metalicznej wynosi około 50% wag. do około 95% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego. W korzystnym rozwiązaniu osnowę metaliczną stanowi stop w członie w kształcie ściętego stożka. W innym korzystnym rozwiązaniu osnowę metaliczną stanowi czysty metal w uszczelnieniu. W kolejnym korzystnym rozwiązaniu osnowę metaliczną stanowi czysty metal w tulei.

Dla ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego według wynalazku korzystne jest gdy metaliczny materiał nanomatrycy zawiera glin, kobalt, miedź, żelazo, magnez, nikiel, krzem, wolfram, cynk, ich tlenki, ich azotki, ich węgliki, ich związki międzymetaliczne, ich cermet lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Również korzystne jest gdy ilość materiału nanomatrycy metalicznej wynosi około 10% wag. do około 50% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.

Według wynalazku korzystne jest też, gdy środek kontrolujący rozpad zawiera kobalt, miedź, żelazo, nikiel, wolfram, lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.

Dla ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego według wynalazku korzystne jest gdy kompozyt metaliczny zawiera ponadto środek wzmacniający. Również korzystne gdy środek wzmacniający zawiera ceramikę, polimer, metal, nanocząstki, cermet lub kombinację, zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Jeszcze korzystniej jest gdy ilość środka wzmacniającego w członie w kształcie ściętego stożka jest większa niż ilość środka wzmacniającego w uszczelnieniu, tulei lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.

Według wynalazku korzystne jest też, gdy uszczelnienie wykazuje procentowe wydłużenie wynoszące od około 25% do około 75%.

W korzystnym rozwiązaniu człon w kształcie ściętego stożka i dolny łącznik wykazują wytrzymałość na ściskanie większą niż wytrzymałość na ściskanie uszczelnienia, tulei lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.

W innym korzystnym rozwiązaniu, uszczelnienie wykazuje wytrzymałość na ściskanie wynoszącą od około 30 ksi (206,84 MPa) do około 80 ksi (551,58 MPa). W kolejnym korzystnym rozwiązaniu ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący ulega rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z płynem. Jeszcze korzystniej jest gdy płyn obejmuje solankę, kwas mineralny, kwas organiczny lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.

Według wynalazku korzystne jest też, gdy tuleja wykazuje szybkość rozpadu większą niż szybkość rozpadu uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, dolnego łącznika lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.

W korzystnym rozwiązaniu, ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący wykazuje szybkość rozpadu od około 1 mg/cm²/h do około 10 000 mg/cm²/h. W innym korzystnym rozwiązaniu, ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący stanowi korek do szczelinowania lub korek mostkujący (szczelinowania).

W kolejnym korzystnym rozwiązaniu, tuleja posiada pierwszą powierzchnię podlegającą radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu w kształcie ściętego stożka względem tulei, przy czym pierwsza powierzchnia posiada możliwość do łączenia ze ścianą struktury, umieszczoną radialnie względem niej w celu zachowania położenia przynajmniej tej tulei względem struktury po połączeniu z nią, przy czym uszczelnienie posiada drugą powierzchnię, która podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu w kształcie ściętego stożka względem uszczelnienia, i gniazdo ma powierzchnię, która posiada możliwość szczelnego łączenia z usuwalnym korkiem, ruchomym względem niej, przy czym powierzchnia ta posiada możliwość przemieszczania wzdłużnego w stosunku do tulei w górę, wyznaczonym przez kierunek przepływu, który dociska korek do niej.

Według wynalazku korzystne jest też, gdy uszczelnienie jest skonfigurowane tak, aby utworzyło uszczelnienie metal-metal w odpowiedzi na radialną modyfikację drugiej powierzchni.

W korzystnym rozwiązaniu, tuleja zawiera występy na pierwszej powierzchni, łączące się ze ścianą struktury umieszczoną radialnie względem niej. W innym korzystnym rozwiązaniu, tuleja i człon w kształcie ściętego stożka są skonfigurowane tak, że wykazują dostateczne połączenie, aby przeciwdziałać zmianie kierunku wzdłużnego w ruchu względnym między członem w kształcie ściętego stożka a tuleją. W kolejnym korzystnym rozwiązaniu druga powierzchnia uszczelnienia posiada możliwość rozszerzania radialnego w odpowiedzi na wzdłużne ściskanie podczas przesunięcia wzdłużnego członu w kształcie ściętego stożka względem tulei.

Przedmiotem wynalazku jest też sposób izolowania struktury, który to sposób obejmuje: umieszczenie w strukturze, ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego, przy czym układ kotwiczący zawiera człon w kształcie ściętego stożka, tuleję do łączenia z pierwszą częścią członu w kształcie ściętego stożka, uszczelnienie do łączenia z drugą częścią członu w kształcie ściętego stożka, jak również gniazdo łączące się czynnościowo z członem w kształcie ściętego stożka, radialną modyfikację tulei do połączenia z powierzchnią struktury. Przy czym tuleja podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu w kształcie ściętego stożka, jak również radialną modyfikację uszczelnienia do izolacji struktury, przy czym uszczelnienie podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu w kształcie ściętego stożka względem uszczelnienia. Przy czym sposób ten według wynalazku charakteryzuje się tym, że człon w kształcie ściętego stożka, tuleja, uszczelnienie i gniazdo ulegają rozpadowi i niezależnie zawierają kompozyt metaliczny, który zawiera: nanomatrycę komórkową zawierającą metaliczny materiał nanomatrycy, osnowę metaliczną rozmieszczoną w nanomatrycy komórkowej, i środek kontrolujący rozpad. Przy czym ilość środka kontrolującego rozpad w tulei jest większa niż ilość środka kontrolującego rozpad w uszczelnieniu, członie w kształcie ściętego stożka, dolnym łączniku lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.

Dla sposobu izolowania struktury korzystne jest, gdy obejmuje ponadto kontaktowanie ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego w celu rozpadu uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei, dolnego łącznika lub kombinacji co najmniej jednego z wymienionych.

Poniższy opis nie powinien być traktowany jako ograniczający w jakikolwiek sposób zakres wynalazku. Odnosząc się do towarzyszących rysunków, podobne elementy zostały podobnie ponumerowane:

Fig. 1 przedstawia przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego;
Fig. 2 przedstawia przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi kompozytu metalicznego;

Fig. 3 przedstawia mikrofotografię przykładowej postaci wykonania ulegającego rozpadowi kompozytu metalicznego, jak ujawniony w niniejszym opisie;

Fig. 4 przedstawia przekrój poprzeczny kompozycji stosowanej do wytwarzania ulegającego rozpadowi kompozytu metalicznego pokazanego na fig. 2;

Fig. 5A przedstawia mikrofotografię czystego metalu bez nanommatrycy komórkowej;

Fig. 5B przedstawia mikrofotografię ulegającego rozpadowi kompozytu metalicznego z osnową metaliczną i nanommatrycą komórkową;

Fig. 6 przedstawia wykres utraty masy w funkcji czasu dla różnych ulegających rozpadowi kompozytów metalicznych, w których skład wchodzi nanommatryca komórkowa, pokazujący selektywnie dopasowane szybkości rozpadu;

Fig. 7A przedstawia mikrofotografię elektronową powierzchni przełomu wypraski utworzonej z czystego proszku Mg;

Fig. 7B przedstawia mikrofotografię elektronową powierzchni przełomu przykładowej postaci wykonania ulegającego rozpadowi kompozytu metalicznego z nanommatrycą komórkową zgodnie z niniejszym opisem;

Fig. 8 przedstawia wykres wytrzymałości na ściskanie kompozytu metalicznego z nanommatrycą komórkową w funkcji procentu wagowego składnika (Al_2O_3) nanommatrycy komórkowej;

Fig. 9A przedstawia przekrój poprzeczny przykładu wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego w otworze wiertniczym;

Fig. 9B przedstawia przekrój poprzeczny układu z fig. 9A w ustalonej pozycji;

Fig. 10 przedstawia przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi członu w kształcie ściętego stożka;

Fig. 11 przedstawia przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi dolnego łącznika;

Fig. 12A, 12B i 12C przedstawiają odpowiednio rzut perspektywiczny, przekrój poprzeczny i widok z góry ulegającej rozpadowi tulei;

Fig. 13A i 13B przedstawiają odpowiednio rzut perspektywiczny i przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi uszczelnienia;

Fig. 14 przedstawia przekrój poprzeczny innego przykładu wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego;

Fig. 15 przedstawia przekrój poprzeczny ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego z fig. 14 w ustalonej pozycji;

Fig. 16 przedstawia przekrój poprzeczny innego przykładu wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego;

Fig. 17 przedstawia przekrój poprzeczny innego przykładu wykonania ulegającego rozpadowi uszczelnienia z elastomerowym pierścieniem zapasowym w ulegającym rozpadowi rurowym układzie kotwiczącym; natomiast

Fig. 18A i 18B przedstawiają odpowiednio rzut przekroju poprzecznego i perspektywiczny innego przykładu wykonania ulegającego rozpadowi uszczelnienia.

W niniejszym dokumencie przedstawiono szczegółowy opis jednego lub więcej przykładów wykonania ujawnionego urządzenia i sposobu, na zasadzie przykładu, a nie ograniczenia, z odwołaniem do figur.

Twórcy wynalazku odkryli, że rurowy układ kotwiczący o dużej wytrzymałości, wysokiej ciągliwości, choć ulegający w pełni rozpadowi może być wykonany z materiałów, które selektywnie i w sposób kontrolowany ulegają rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z pewnymi płynami wiertniczymi lub w odpowiedzi na zmienione warunki. Taki ulegający rozpadowi układ zawiera składniki, które są skłonne do selektywnej korozji i wykazują selektywnie dobieralne szybkości rozpadu oraz selektywnie dobieralne właściwości materiałowe. Oprócz tego, układ ulegający rozpadowi zawiera składniki wykazujące różniące się wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie oraz w którego skład wchodzi uszczelnienie (z utworzeniem np. dopasowującego się uszczelnienia metal-metal), stożek, odkształcalna tuleja (lub ślizgi) oraz dolny łącznik. Stosowane tutaj określenie „ulegający rozpadowi” odnosi do materiału lub składnika, który może ulec zużyciu, korozji, degradacji, rozpuszczeniu, osłabieniu lub w inny sposób usunięciu. Należy rozumieć, że użycie w niniejszym opisie określenia „rozpadać się” lub dowolnej z jego form (np. „rozpad”), obejmuje podane znaczenie.

Przykład wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego został pokazany na fig. 1. Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 110 zawiera uszczelnienie 112, człon w kształcie ściętego stożka 114, tuleję 116 (pokazaną tutaj jako pierścień ślizgowy) oraz dolny łącznik 118. Układ

110 jest skonfigurowany tak, że wzdłużny ruch członu w kształcie ściętego stożka 114 względem tulei 116 i względem uszczelnienia 112 powoduje odpowiednio radialną modyfikację tulei 116 i uszczelnienia 112. Chociaż w tym przykładzie wykonania radialne modyfikacje zachodzą w kierunkach radialnie na zewnątrz, w alternatywnych przykładach wykonania radialne zmiany mogą zachodzić w innych kierunkach, jak np. radialnie do wewnątrz. Dodatkowo wymiar wzdłużny D1 i grubość T1 części ściennej uszczelnienia 112 może ulegać zmianie po przyłożeniu do niego siły ściskającej. Uszczelnienie 112, człon w kształcie ściętego stożka 114, tuleja 116 i dolny łącznik 118 (tj. składniki układu 110) ulegają rozpadowi i zawierają kompozyt metaliczny. Kompozyt metaliczny składa się z osnowy metalicznej umieszczonej w nanomaciecy komórkowej oraz środka kontrolującego rozpad.

W pewnym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad jest zawarty w osnowie metalicznej. W innym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad jest zawarty na zewnątrz osnowy metalicznej. W jeszcze innym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad jest zawarty w osnowie metalicznej, jak też na zewnątrz osnowy metalicznej. Kompozyt metaliczny zawiera również nanomaciecy komórkową, w której skład wchodzi metaliczny materiał nanomaciecy. Środek kontrolujący rozpad może być zawarty w nanomaciecy komórkowej wśród metalicznego materiału nanomaciecy. Przykładowy kompozyt metaliczny i sposób stosowany do wytwarzania kompozytu metalicznego zostały ujawnione w amerykańskich zgłoszeniach patentowych o numerach seryjnych 12/633,682, 12/633,688, 13/220,832, 13/220,822 oraz 13/358,307, przy czym opis każdego z tych zgłoszeń patentowych włącza się w całości do niniejszego opisu przez odniesienie.

Kompozyt metaliczny oznacza na przykład wypraskę proszkową, jak pokazano na fig. 2. Kompozyt metaliczny 200 zawiera nanomaciecy komórkową 216, w której skład wchodzi materiał nanomaciecy 220 oraz osnowa metaliczna 214 (np. większa liczba rozproszonych cząstek) zawierająca materiał rdzenia cząstek 218 rozproszony w nanomaciecy komórkowej 216. Materiał rdzenia cząstek 218 zawiera materiał nanostrukturalny. Taki kompozyt metaliczny zawierający nanomaciecy komórkową z umieszczoną w niej osnową metaliczną określany jest jako kontrolowany materiał elektrolityczny.

Odnosząc się do fig. 2 i 4, widać, że osnowa metaliczna 214 może zawierać dowolny odpowiedni metaliczny materiał rdzenia cząstek 218, w którego skład wchodzi nanostruktura, jak opisano w niniejszym dokumencie. W przykładowej postaci wykonania osnowa metaliczna 214 jest utworzona z rdzeni cząstek 14 (fig. 4) i może zawierać pierwiastek, taki jak glin, żelazo, magnez, mangan, cynk lub ich kombinację, jako nanostrukturalny materiał rdzenia cząstek 218. Bardziej szczegółowo, w przykładowej postaci wykonania osnowa metaliczna 214 i materiał rdzenia cząstek 218 mogą zawierać rozmaite stopy Al lub Mg jako nanostrukturalny materiał rdzenia cząstek 218, włączając w to rozmaite umacniane wydzieleniowo stopy Al lub Mg. W pewnych przykładach wykonania materiał rdzenia cząstek 218 zawiera magnez i glin, przy czym glin obecny jest w ilości od około 1 procenta wagowego (% wag.) do około 15% wag., w szczególności około 1% wag. do około 10% wag., a ściślej około 1% wag. do około 5% wag., w przeliczeniu na masę osnowy metalicznej, a resztę masy stanowi magnez.

W dodatkowym przykładzie wykonania szczególnie użyteczne są umacniane wydzieleniowo stopy Al lub Mg, ponieważ mogą one wzmocnić osnowę metaliczną 214 zarówno poprzez nanostrukturyzację, jak i umacnianie wydzieleniowe poprzez włączenie precypitatów cząsteczkowych, jak opisano w niniejszym dokumencie. Osnowa metaliczna 214 i materiał rdzenia cząstek 218 mogą również zawierać pierwiastek ziem rzadkich lub kombinację pierwiastków ziem rzadkich. Do przykładowych pierwiastków ziem rzadkich należą Sc, Y, La, Ce, Pr, Nd lub Er. Można zastosować kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych pierwiastków ziem rzadkich. Pierwiastek ziem rzadkich, w przypadku, gdy jest on obecny, może występować w ilości od około 5% wag. lub mniej, a w szczególności około 2% wag. lub mniej, w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.

Osnowa metaliczna 214 i materiał rdzenia cząstek 218 mogą również obejmować materiał nanostrukturalny 215. W przykładowej postaci wykonania materiał nanostrukturalny 215 jest materiałem o rozmiarze ziarna (np. rozmiarze podziarna lub krystalitu), który jest mniejszy niż około 200 nanometrów (nm), w szczególności wynosi od około 10 nm do około 200 nm, a bardziej szczegółowo średni rozmiar ziarna jest mniejszy niż około 100 nm. Nanostruktura osnowy metalicznej 214 może zawierać granice dużego kąta 227, które są zwykle stosowane do definiowania rozmiaru ziarna, lub granice małego kąta 229, które mogą występować jako podstruktura w obrębie określonego ziarna, które są czasami stosowane do definiowania rozmiaru krystalitu, lub ich kombinację. Należy zauważyć, że matryca nanokomórkowa 216 i struktura ziarna (materiał nanostrukturalny 215 zawierający granice ziaren 227 i 229) osnowy metalicznej 214 są odrębnymi cechami kompozytu metalicznego 200. W szczególności,

matryca nanokomórkowa 216 nie jest elementem krystalicznej lub amorficznej części osnowy metalicznej 214.

Środek kontrolujący rozpad zawarty jest w kompozycie metalicznym 200 w celu kontroli szybkości rozpadu kompozytu metalicznego 200. Środek kontrolujący rozpad może być zawarty w osnowie metalicznej 214, nanomatrixy komórkowej 216, lub w ich kombinacji. Zgodnie z pewnym przykładem wykonania środek kontrolujący rozpad obejmuje metal, kwas tłuszczowy, cząstki ceramiczne lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych, przy czym środek kontrolujący rozpad jest umieszczony pośród kontrolowanego materiału elektrolitycznego w celu zmiany szybkości rozpadu kontrolowanego materiału elektrolitycznego. W jednym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad jest umieszczony w nanomatrixy komórkowej zewnętrznie do osnowy metalicznej. W nieograniczającym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad zwiększa szybkość rozpadu kompozytu metalicznego 200. W innym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad zmniejsza szybkość rozpadu kompozytu metalicznego 200. Środek kontrolujący rozpad może stanowić metal, w tym kobalt, miedź, żelazo, nikiel, wolfram, cynk lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z wymienionych. W kolejnym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad stanowi kwas tłuszczowy, np. kwasy tłuszczowe zawierające 6 do 40 atomów węgla. Do przykładowych kwasów tłuszczowych należą kwas oleinowy, kwas stearynowy, kwas laurynowy, kwas hydroksystearynowy, kwas behenowy, kwas arachidonowy, kwas linolowy, kwas linolenowy, kwas rycynolowy, kwas palmitynowy, kwas montanowy lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. W jeszcze innym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad oznacza cząstki ceramiczne, takie jak azotek boru, węglík wolframu, węglík tantalu, węglík tytanu, węglík niobu, węglík cyrkonu, węglík boru, węglík hafnu, węglík krzemu, węglík niobowo-borowy, azotek glinu, azotek tytanu, azotek cyrkonu, azotek tantalu lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Dodatkowo cząstka ceramiczna może oznaczać jeden z materiałów ceramicznych omówionych poniżej w odniesieniu do środka wzmacniającego. Takie cząstki ceramiczne mają rozmiar wynoszący 5 μm lub mniej, zwłaszcza 2 μm lub mniej, a w szczególności 1 μm lub mniej. Środek kontrolujący rozpad może występować w ilości skutecznej do spowodowania rozpadu kompozytu metalicznego 200 z pożądaną szybkością rozpadu, w szczególności około 0,25% wag. do około 15% wag., w szczególności około 0,25% wag. do około 10% wag., w szczególności około 0,25% wag. do około 1% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.

W przykładowej postaci wykonania nanomatrixa komórkowa 216 zawiera glin, kobalt, miedź, żelazo, magnez, nikiel, krzem, wolfram, cynk, ich tlenek, ich azotek, ich węglík, ich związek międzymetaliczny, ich cermet, lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Osnowa metaliczna może występować w ilości od około 50% wag. do około 95% wag., szczególnie około 60% wag. do około 95% wag., a bardziej szczegółowo około 70% wag. do około 95% wag., w przeliczeniu na masę uszczelnienia. Ponadto ilość materiału nanomatrixy metalicznej wynosi około 10% wag. do około 50% wag., w szczególności około 20% wag. do około 50% wag., a bardziej szczegółowo około 30% wag. do około 50% wag., w przeliczeniu na masę uszczelnienia.

W innym przykładzie wykonania kompozyt metaliczny zawiera drugorzędne cząstki. Jak zilustrowano ogólnie na fig. 2 i 4, kompozyt metaliczny 200 może być utworzony z użyciem powlekanego proszku metalicznego 10 oraz dodatkowego lub drugorzędnego proszku 30, tj. obydwa proszki 10 i 30 mogą mieć zasadniczo tę samą strukturę cząsteczkową, nie zawierającą identycznych związków chemicznych. Zastosowanie dodatkowego proszku 30 pozwala uzyskać kompozyt metaliczny 200, który również zawiera większą liczbę rozproszonych drugorzędnych cząstek 234, jak opisano w niniejszym dokumencie, które są rozproszone w obrębie nanomatrixy komórkowej 216, a także są rozproszone w stosunku do osnowy metalicznej 214. Zatem rozproszone drugorzędne cząstki 234 pochodzą z cząstek drugorzędnego proszku 32 zawartego w proszku 10, 30. W przykładowej postaci wykonania do rozproszonych drugorzędnych cząstek 234 należą Ni, Fe, Cu, Co, W, Al, Zn, Mn, Si, ich tlenek, ich azotek, ich węglík, ich związek międzymetaliczny, ich cermet, lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych.

Odnosząc się ponownie do fig. 2, osnowa metaliczna 214 i materiał rdzenia cząstek 218 może również zawierać cząstkę dodatku 222. Cząstka dodatku 222 zapewnia mechanizm wzmocnienia dyspersji dla osnowy metalicznej 214 i stanowi przeszkodę, albo służy do ograniczenia ruchu dyslokacji w obrębie indywidualnych cząstek osnowy metalicznej 214. Oprócz tego cząstka dodatku 222 może być zawarta w nanomatrixy komórkowej 216 w celu wzmocnienia kompozytu metalicznego 200. Cząstka dodatku 222 może mieć dowolny odpowiedni rozmiar, a w przykładowej postaci wykonania może mieć średni rozmiar cząstek od około 10 nm do około 1 mikrona, a w szczególności od około 50 nm do około

200 nm. W tym miejscu rozmiar odnosi się do największego liniowego wymiaru cząstki dodatku. Cząstka dodatku 222 może obejmować dowolną odpowiednią postać cząstki, w tym cząstkę wbudowaną 224, cząstkę strąconą 226 lub cząstkę dyspersyjną 228. Cząstka wbudowana 224 może obejmować dowolną odpowiednią cząstkę wbudowaną, w tym rozmaite cząstki twarde. Cząstka wbudowana może obejmować rozmaite cząstki metalu, węgla, tlenku metalu, azotku metalu, węgliku metalu, związku międzymetalicznego, cermetu, lub ich kombinację. W przykładowej postaci wykonania cząstki twarde mogą obejmować Ni, Fe, Cu, Co, W, Al, Zn, Mn, Si, ich tlenek, ich azotek, ich węglík, ich związek międzymetaliczny, ich cermet lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Cząstka dodatku może występować w ilości od około 0,5% wag. do około 25% wag., w szczególności około 0,5% wag. do około 20% wag., a bardziej szczegółowo około 0,5% wag. do około 10% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.

W kompozycie metalicznym 200 osnowa metaliczna 214 rozproszona w obrębie nanomatrixy komórkowej 216 może mieć strukturę równoosiową w zasadniczo ciągłej nanomatrixy komórkowej 216, albo może być zasadniczo wydłużona wzdłuż pewnej osi, dzięki czemu indywidualne cząstki osnowy metalicznej 214 mają na przykład kształt spłaszczony lub wydłużony. W przypadku, w którym osnowa metaliczna 214 zawiera zasadniczo wydłużone cząstki, osnowa metaliczna 214 i nanomatrixa komórkowa 216 może być ciągła albo nieciągła. Rozmiar cząstek składających się na osnowę metaliczną 214 może wynosić od około 50 nm do około 800 μm , w szczególności około 500 nm do około 600 μm , a bardziej szczegółowo około 1 μm do około 500 μm . Rozmiar cząstek może być monodispersyjny lub polidispersyjny, a rozkład rozmiaru cząstek może być jednomodalny lub dwumodalny. W tym miejscu rozmiar odnosi się do największego liniowego wymiaru cząstki.

Na fig. 3 została pokazana mikrofotografia przykładowej postaci wykonania kompozytu metalicznego. Kompozyt metaliczny 300 zawiera osnowę metaliczną 214, w której skład wchodzi cząstki zawierające materiał rdzenia cząstek 218. Dodatkowo każda cząstka osnowy metalicznej 214 jest umieszczona w nanomatrixy komórkowej 216. W tym miejscu nanomatrixa komórkowa 216 została pokazana jako biała sieć, która zasadniczo otacza cząstki składowe osnowy metalicznej 214.

Zgodnie z pewnym przykładem wykonania kompozyt metaliczny jest utworzony z kombinacji na przykład składników proszkowych. Jak zilustrowano na fig. 4, proszek 10 zawiera cząstki proszku 12 zawierające rdzeń cząstki 14 z materiałem rdzenia 18 i warstwą powłoki metalicznej 16 z materiałem powlekającym 20. Takie składniki proszkowe mogą być dobrane i skonfigurowane do sprasowywania i spiekania w celu uzyskania kompozytu metalicznego 200, który jest lekki (tj. wykazuje stosunkowo niską gęstość), o wysokiej wytrzymałości, oraz selektywnie i w sposób kontrolowany usuwalny, np. poprzez dezintegrację, z otworu wiertniczego w odpowiedzi na zmianę właściwości w otworze wiertniczym, w tym może selektywnie i w sposób kontrolowany rozpadać się (np. charakteryzując się selektywnie dobraną krzywą szybkości rozpadu) w odpowiednim płynie wiertniczym, włącznie z różnymi ujawnionymi tutaj płynami wiertniczymi.

Nanostruktura może być utworzona w rdzeniu cząstki 14 wykorzystywanej do utworzenia osnowy metalicznej 214 dowolną odpowiednią metodą, w tym może to być nanostruktura wzbudzona odkształceniem, jaką można uzyskać przez mielenie proszku w młynie kulowym w celu uzyskania rdzeni cząstek 14, a w szczególności przez mielenie kriogeniczne proszku (np. mielenie w młynie kulowym w ośrodku do mielenia kulowego w temperaturze kriogenicznej lub w płynie kriogenicznym, takim jak ciekły azot) w celu uzyskania rdzeni cząstek 14 wykorzystywanych do wytwarzania osnowy metalicznej 214. Rdzenie cząstek 14 mogą być utworzone jako materiał nanostrukturalny 215 dowolną odpowiednią metodą, taką jak na przykład przez mielenie lub mielenie kriogeniczne stopowanych cząstek proszku z materiałów opisanych w niniejszym dokumencie. Rdzenie cząstek 14 mogą być również utworzone w wyniku mechanicznego stopowania czystych proszków metalicznych o pożądanych ilościach różnych składników stopowych. Stopowanie mechaniczne obejmuje mielenie w młynie kulowym, w tym mielenie kriogeniczne, tychże składników proszkowych w celu mechanicznego obtoczenia i przemieszania składników i utworzenia rdzeni cząstek 14. Dodatkowo, oprócz utworzenia nanostruktury, jak opisano powyżej, mielenie w młynie kulowym, w tym mielenie kriogeniczne, może przyczyniać się do umocnienia roztworu stałego rdzenia w rdzeniu cząstki 14 i materiału rdzenia 18, co z kolei może przyczyniać się do umocnienia roztworu stałego osnowy metalicznej 214 i materiału rdzenia cząstki 218. Umocnienie roztworu stałego może wynikać ze zdolności do mechanicznego przemieszania atomów międzywęzłowych o wysokim stężeniu lub substytucyjnej substancji rozpuszczonej w roztworze stałym, niż jest to możliwe zgodnie z określonymi równowagami w fazie składników stopu, stwarzając w ten sposób przeszkodę lub służąc ograniczeniu ruchu dyslokacji w obrębie cząstki, co z kolei zapewnia mechanizm umocnienia

w rdzeniu cząstki 14 i osnowie metalicznej 214. Rdzeń cząstki 14 może być również utworzony z nanostrukturą (granice ziaren 227, 229) sposobami obejmującymi na przykład kondensację w gazie obojętnym, chemiczną kondensację w fazie gazowej, osadzanie za pomocą impulsowego działu elektronowego, syntezę plazmową, krystalizację amorficznych ciał stałych, osadzanie elektrolityczne i znaczne odkształcenie plastyczne. Nanostruktura może również wykazywać wysoką gęstość dyslokacji, jak na przykład gęstość dyslokacji między około 10^{17} m^{-2} a około 10^{18} m^{-2} , co może stanowić dwa do trzech rzędów wielkości więcej niż dla podobnych materiałów stopowych odkształcanych tradycyjnymi metodami, takimi jak walcowanie na zimno.

Zasadniczo ciągła nanomatryca komórkowa 216 (zob. fig. 3) i materiał nanomatrycy 220 utworzone są z metalicznych warstw powłoki 16 przez prasowanie i spiekanie większej liczby metalicznych warstw powłoki 16 z większą liczbą cząstek proszku 12, jak np. przez prasowanie izostatyczne na zimno (CIP), prasowanie izostatyczne na gorąco (HIP) lub kucie dynamiczne. Skład chemiczny materiału nanomatrycy 220 może być inny niż skład materiału powlekającego 20 z powodu efektów dyfuzyjnych związanych ze spiekaniem. Kompozyt metaliczny 200 zawiera również większą liczbę cząstek składających się na osnowę metaliczną 214, zawierających materiał rdzenia cząstki 218. Osnowa metaliczna 214 i materiał rdzenia cząstki 218 odpowiadają i są utworzone z większej liczby rdzeni cząstek 14, a materiał rdzenia 18 – z większej liczby cząstek proszku 12, gdy metaliczne warstwy powłoki 16 są ze sobą spiekane z utworzeniem nanomatrycy komórkowej 216. Skład chemiczny materiału rdzenia cząstki 218 może być również inny niż skład materiału rdzenia 18 z powodu efektów dyfuzyjnych związanych ze spiekaniem.

Stosowane tutaj określenie „nanomatryca komórkowa” 216 nie oznacza większościowego składnika wypraski proszkowej, lecz raczej odnosi się do składnika lub składników występujących w mniejszości, czy to w przeliczeniu na masę, czy na objętość. Stanowi to cechę odróżniającą od większości materiałów kompozytowych z osnową (matrycą), w których matryca obejmuje składnik większościowy w przeliczeniu na masę lub objętość. Zastosowane określenie „zasadniczo ciągła nanomatryca komórkowa” ma w zamierzeniu opisywać rozległy, regularny, ciągły i wzajemnie połączony charakter dystrybucji materiału nanomatrycy 220 w ramach kompozytu metalicznego 200. Stosowane tutaj określenie „zasadniczo ciągły” charakteryzuje rozciąganie się materiału nanomatrycy 220 w obrębie kompozytu metalicznego 200, tak że rozciąga się on pomiędzy i otacza zasadniczo całość osnowy metalicznej 214. „Zasadniczo ciągły” stosuje się, aby wskazać, że całkowita ciągłość i regularne uporządkowanie nanomatrycy komórkowej 220 wokół indywidualnych cząstek osnowy metalicznej 214 nie są wymagane. Na przykład, defekty w warstwie powlekającej 16 na rdzeniu cząstki 14 dla pewnych cząstek proszku 12 mogą powodować mostkowanie rdzeni cząstek 14 podczas spiekania kompozytu metalicznego 200, co powoduje powstawanie zlokalizowanych nieciągłości w obrębie nanomatrycy komórkowej 216, chociaż w innych częściach wypraski proszkowej nanomatryca komórkowa 216 jest zasadniczo ciągła i charakteryzuje się opisaną tutaj strukturą. W przeciwieństwie do tego, w przypadku zasadniczo wydłużonych cząstek osnowy metalicznej 214 (tj. nierównoosiowych kształtów), takich jak utworzonych w wyniku wytłaczania, określenie „zasadniczo nieciągły” stosuje się, aby wskazać tę niecałkowitą ciągłość i przerwanie (np. pęknięcie lub oddzielenie) nanomatrycy wokół każdej cząstki osnowy metalicznej 214, takie jak może występować w określonym z góry kierunku wytłaczania. Stosowane tutaj określenie „komórkowa” stosuje się, aby wskazać, że nanomatryca wyznacza sieć ogólnie powtarzających się, wzajemnie połączonych, przedziałów lub komórek materiału nanomatrycy 220, które obejmują, a także wzajemnie łączą osnowę metaliczną 214. Stosowane tutaj określenie „nanomatryc” wykorzystywane jest do opisu rozmiaru lub skali matrycy, w szczególności grubości matrycy pomiędzy przyległymi cząstkami osnowy metalicznej 214. Metaliczne warstwy powłoki, które są ze sobą spiekane z utworzeniem nanomatrycy, są same z siebie warstwami powłoki o grubości w skali nanometrów. Ponieważ nanomatryca komórkowa 216 w większości lokalizacji, inaczej niż przecięcie więcej niż dwóch cząstek osnowy metalicznej 214, obejmuje ogólnie wzajemną dyfuzję i wiązanie dwóch warstw powłoki 16 z przyległych cząstek proszku 12 mających nanometrową grubość, utworzona nanomatryca komórkowa 216 również ma grubość w skali nanometrów (np. w przybliżeniu dwukrotność grubości warstwy powlekającej, jak opisano w niniejszym dokumencie) i jest zatem opisywana jako nanomatryca. Ponadto zastosowanie określenia „osnowa metaliczna” 214 nie oznacza mniejszościowego składnika kompozytu metalicznego 200, lecz raczej odnosi się do większościowego składnika lub składników, czy to w przeliczeniu na masę, czy na objętość. Użycie określenia osnowa metaliczna ma oddać nieciągłą i dyskretną dystrybucję materiału rdzenia cząstki 218 w ramach kompozytu metalicznego 200.

Cząstka wbudowana 224 może zostać wbudowana dowolną odpowiednią metodą, w tym na przykład przez mielenie w młynie kulowym lub mielenie kriogeniczne twardych cząstek wraz z materiałem rdzenia cząstki 18. Cząstka strącona 226 może obejmować dowolną cząstkę, która może być strącona w obrębie osnowy metalicznej 214, w tym cząstki strącone 226 zgodnie z równowagą fazową składników materiałów będących przedmiotem zainteresowania, w szczególności stopów metali, i ich względnych ilości (np. stopu umacnianego wydzieleniowo), włącznie z tymi, które mogą być strącone z powodu warunków nierównowagowych, jakie mogą wystąpić, gdy składnik stopu który został zmuszony do wejścia do roztworu stałego stopu w ilości powyżej jego limitu określonego równowagą fazową, co jak wiadomo następuje podczas stopowania mechanicznego, jest ogrzewany w stopniu wystarczającym dla aktywacji mechanizmów dyfuzji umożliwiających wytrącenie. Cząstki dyspersyjne 228 mogą obejmować cząstki w skali nanometrów lub klastery pierwiastków powstające w wyniku wytwarzania rdzeni cząstek 14, takie jak związane z mieleniem w młynie kulowym, w tym składniki ośrodka mielącego (np. kul) lub płynu mielącego (np. ciekły azot), albo same powierzchnie rdzeni cząstek 14 (np. tlenki lub azotki metali). Cząstki dyspersyjne 228 mogą zawierać pierwiastek, taki jak na przykład Fe, Ni, Cr, Mn, N, O, C, H, i tym podobne. Cząstki dodatku 222 mogą być rozmieszczone w dowolnym miejscu w połączeniu z rdzeniami cząstek 14 i osnową metaliczną 214. W przykładowej postaci wykonania, cząstki dodatku 222 mogą być rozmieszczone wewnątrz lub na powierzchni osnowy metalicznej 214, jak zilustrowano na fig. 2. W innej przykładowej postaci wykonania, większa liczba cząstek dodatku 222 jest rozmieszczona na powierzchni osnowy metalicznej 214, jak również może być rozmieszczona w nanomatrycy komórkowej 216, jak zilustrowano na fig. 2.

Podobnie, rozproszone drugorzędne cząstki 234 mogą być utworzone z powlekanych lub niepowlekanych drugorzędnych cząstek proszku 32, jak np. przez zdyspergowanie drugorzędnych cząstek proszku 32 z cząstkami proszku 12. W przykładowej postaci wykonania powleczone drugorzędne cząstki proszku 32 mogą być powleczone warstwą powlekającą 36, która jest taka sama jak warstwa powlekająca 16 cząstek proszku 12, tak że warstwy powłoki 36 również wchodzi w skład nanomatrycy 216. W innej przykładowej postaci wykonania drugorzędne cząstki proszku 232 mogą być niepowleczone, tak że rozproszone drugorzędne cząstki 234 są osadzone w obrębie nanomatrycy 216. Proszek 10 i dodatkowy proszek 30 mogą zostać zmieszane z utworzeniem homogenicznej zawiesiny rozproszonych cząstek 214 i rozproszonych drugorzędnych cząstek 234, albo z utworzeniem niehomogenicznej zawiesiny tychże cząstek. Rozproszone drugorzędne cząstki 234 mogą być utworzone z dowolnego odpowiedniego dodatkowego proszku 30 różniącego się od proszku 10, albo z powodu różnic w składzie rdzenia cząstki 34, albo warstwy powlekającej 36, albo obydwu, i mogą zawierać dowolne z ujawnionych tu materiałów do zastosowania jako drugorzędny proszek 30, które różnią się od proszku 10, który został wybrany w celu utworzenia wypraski proszkowej 200.

W pewnym przykładzie wykonania kompozyt metaliczny zawiera opcjonalnie środek wzmacniający. Środek wzmacniający zwiększa wytrzymałość materiału kompozytu metalicznego. Do przykładowych środków wzmacniających należą ceramika, polimer, metal, nanocząstki, cermet i tym podobne. W szczególności środkiem wzmacniającym może być krzemionka, włókno szklane, włókno węglowe, sadza, nanorurki węglowe, tlenki, węgliki, azotki, krzemki, borki, fosforiki, siarczki, kobalt, nikiel, żelazo, wolfram, molibden, tantal, tytan, chrom, niob, bor, cyrkon, wanad, krzem, pallad, hafn, glin, miedź lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych. Zgodnie z pewnym przykładem wykonania ceramikę i metal łączy się z utworzeniem cermetu, np. węgliku wolframu, azotku kobaltu i tym podobnych. Do przykładowych środków wzmacniających należą w szczególności tlenek magnezu, muliit, dwutlenek toru, tlenek berylu, dwutlenek uranu, spinele, tlenek cyrkonu, tlenek bizmutu, tlenek glinu, tlenek magnezu, krzemionka, tytanian baru, kordieryt, azotek boru, węgiel wolframu, węgiel tantalu, węgiel tytanu, węgiel niobu, węgiel cyrkonu, węgiel boru, węgiel hafnu, węgiel krzemu, węgiel niobowo-borowy, azotek glinu, azotek tytanu, azotek cyrkonu, azotek tantalu, azotek hafnu, azotek niobu, azotek boru, azotek krzemu, borek tytanu, borek chromu, borek cyrkonu, borek tantalu, borek molibdenu, borek wolframu, siarczek ceru, siarczek tytanu, siarczek magnezu, siarczek cyrkonu lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych.

W jednym przykładzie wykonania środek wzmacniający oznacza cząstkę o rozmiarze około 100 mikronów lub mniej, w szczególności około 10 mikronów lub mniej, a bardziej szczegółowo 500 nm lub mniej. W innym przykładzie wykonania włóknisty środek wzmacniający może być połączony z cząsteczkowym środkiem wzmacniającym. Uważa się, że włączenie środka wzmacniającego może zwiększyć wytrzymałość i odporność na kruche pękanie kompozytu metalicznego. Nie chcąc wiązać się z żadną

teorią, przyjmuje się, że cząstki drobniejsze (tj. o mniejszym rozmiarze) mogą wytwarzać bardziej wytrzymały kompozyt metaliczny w porównaniu z cząstkami o większych rozmiarach. Ponadto kształt środka wzmacniającego może być różny i obejmuje on włókno, sferę, pręt, rurkę i tym podobne. Środek wzmacniający może być obecny w ilości od 0,01 procenta wagowego (% wag.) do 20% wag., w szczególności 0,01% wag. do 10% wag., a bardziej szczegółowo 0,01% wag. do 5% wag.

W procesie wytwarzania ulegającego rozpadowi składnika układu kotwiczącego (np. uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei, dolnego łącznika i tym podobnych) zawierającego kompozyt metaliczny, proces ten obejmuje połączenie proszku osnowy metalicznej, środka kontrolującego rozpad, materiału nanomatrycy metalicznej i opcjonalnie środka wzmacniającego z utworzeniem kompozycji; zagęszczenie kompozycji z utworzeniem kompozycji zagęszczonej; spiekanie zagęszczonej kompozycji; oraz prasowanie spiekanej kompozycji z utworzeniem składnika układu ulegającego rozpadowi. Elementy składowe kompozycji mogą zostać zmieszane, zmielone, zblendowane i tym podobne z utworzeniem proszku 10, jak pokazano na przykład na fig. 4. Należy zauważyć, że materiał nanomatrycy metalicznej stanowi materiał powlekający rozmieszczony na proszku osnowy metalicznej, który po zagęszczeniu i spieczeniu, tworzy nanomatrycę komórkową. Wypraska może być utworzona poprzez sprasowanie (tj. zagęszczenie) kompozycji pod ciśnieniem, z utworzeniem świeżej wypraski. Świeża wypraska może być następnie sprasowana pod ciśnieniem od około 15 000 psi do około 100 000 psi (1 020–68 000 atm), w szczególności około 20 000 psi do około 80 000 psi (1 360–5 440 atm), a bardziej szczegółowo około 30 000 psi do około 70 000 psi (2 040–4 760 atm), w temperaturze od około 250°C do około 600°C, a w szczególności około 300°C do około 450°C, z utworzeniem wypraski proszkowej. Prasowanie z utworzeniem wypraski proszkowej może obejmować ściskanie w formie. Wypraska proszkowa może być dalej poddawana obróbce mechanicznej w celu nadania wyprasce proszkowej użytecznego kształtu. Alternatywnie wypraska proszkowa może być sprasowywana z uzyskaniem użytecznego kształtu. Obróbka mechaniczna może obejmować cięcie, piłowanie, ablację, frezowanie, planowanie (obróbkę powierzchni czołowych), toczenie, wiercenie i tym podobne, przy użyciu na przykład frezarki, piły stołowej, tokarki, struga wyżłobiaka, urządzenia do generowania wyładowań elektrycznych i tym podobnych.

Osnowa metaliczna 200 może mieć dowolny pożądany kształt lub rozmiar, w tym cylindrycznego kęsa, pręta, blachy, toroidu lub inną postać, która może być poddawana obróbce mechanicznej, formowana lub w inny sposób wykorzystywana do wytwarzania użytecznych wyrobów produkcyjnych, w tym rozmaitych narzędzi i komponentów wiertniczych. Prasowanie jest wykorzystywane do wytwarzania ulegającego rozpadowi składnika układu kotwiczącego (np. uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei, dolnego łącznika i tym podobnych) z procesów spiekania i prasowania wykorzystywanych do wytwarzania kompozytu metalicznego 200 przez deformowanie cząstek proszku 12, w tym rdzeni cząstek 14 i warstw powłoki 16, w celu zapewnienia wymaganej gęstości i pożądanego makroskopowego kształtu i rozmiaru kompozytu metalicznego 200, a także jego struktury mikroskopowej. Morfologia (np. równoosiowość lub zasadniczo wydłużenie) indywidualnych cząstek osnowy metalicznej 214 i nanomatrycy komórkowej 216 warstw cząstek wynika ze spiekania i deformacji cząstek proszku 12, gdy są one zagęszczane oraz ulegają wzajemnej dyfuzji i deformacji w celu wypełnienia przestrzeni między cząsteczkowych osnowy metalicznej 214 (fig. 2). Temperatury i ciśnienia spiekania mogą być wybrane tak, aby zapewnić, że gęstość kompozytu metalicznego 200 osiąga zasadniczo pełną teoretyczną gęstość.

Kompozyt metaliczny wykazuje korzystne właściwości dla zastosowania na przykład w warunkach odwiertu. W pewnym przykładzie wykonania komponent ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego wykonany z kompozytu metalicznego ma początkowy kształt, który może być wprowadzany w głąb i w przypadku uszczelnienia i tulei, może być następnie zdeformowany pod wpływem ciśnienia. Kompozyt metaliczny jest wytrzymały i ciągliwy z procentowym wydłużeniem od około 0,1% do około 75%, w szczególności około 0,1% do około 50%, a bardziej szczegółowo około 0,1% do około 25%, względem początkowego rozmiaru składnika ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego. Kompozyt metaliczny ma granicę plastyczności od około 15 kilofuntów na cal kwadratowy (ksi) do około 50 ksi (103–345 MPa), a w szczególności około 15 ksi do około 45 ksi (103–310 MPa). Wytrzymałość na ściskanie kompozytu metalicznego wynosi od około 30 ksi do około 100 ksi (207–690 MPa), a w szczególności około 40 ksi do około 80 ksi (276–552 MPa). Komponenty ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego mogą mieć takie same lub różne właściwości materiałowe, takie jak procentowe wydłużenie, wytrzymałość na ściskanie, wytrzymałość na rozciąganie i tym podobne.

W odróżnieniu od materiałów elastomerowych, komponenty ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego przedstawionego w niniejszym dokumencie, które zawierają kompozyt metaliczny, wykazują odporność temperaturową do około 1200°F (650°C), w szczególności do około 1000°F (540°C), a bardziej szczegółowo około 800°F (430°C). Ulegający rozpadowi układ kotwiczący jest w tym sensie tymczasowy, że układ może ulegać selektywnej i dostosowanej do potrzeb rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z płynem wiertniczym lub zmianę warunków (np. pH, temperatury, ciśnienia, czasu i tym podobnych). Ponadto komponenty ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego mogą mieć takie same lub różne szybkości rozpadu lub reaktywności z płynem wiertniczym. Do przykładowych płynów wiertniczych należą solanka, kwas mineralny, kwas organiczny lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych. Solanką może być, na przykład, woda morska, woda produkcyjna, solanka wypełniająca (eksploatacyjna) lub ich kombinacja. Właściwości solanki mogą zależeć od charakteru i składników solanki. Na przykład w skład wody morskiej, poza typowymi solami zawierający halogenki, wchodzi liczne składniki, takie jak siarczany, bromki i metale śladowe. Z drugiej strony, woda produkcyjna może być wodą wydobywaną ze złoża produkcyjnego (np. złoża węglowodorów), pozyskiwaną z ziemi. Woda produkcyjna jest określana również jako solanka złożowa i zawiera często wiele składników, takich jak bar, stront i metale ciężkie. Dodatkowo, oprócz naturalnie występujących solanek (wody morskiej i wody produkcyjnej), może zostać zsyntezowana solanka wypełniająca ze świeżej wody przez dodanie różnych soli, takich jak KCl, NaCl, ZnCl₂, MgCl₂ lub CaCl₂ w celu zwiększenia gęstości solanki, jak np. 10,6 funta na galon (1270 kg/m³) dla solanki CaCl₂. Solanki wypełniające zapewniają zwykle ciśnienie hydrostatyczne zoptymalizowane tak, aby przeciwdziałać ciśnieniom pokładu w otworze wiertniczym. Powyższe solanki można modyfikować tak, aby zawierały dodatkową sól. W pewnym przykładzie wykonania, dodatkową sól zawartą w solance stanowi NaCl, KCl, NaBr, MgCl₂, CaCl₂, CaBr₂, ZnBr₂, NH₄Cl, mrówczan sodu, mrówczan cezu i tym podobne. Sól może być obecna w solance w ilości od około 0,5% wag. do około 50% wag., w szczególności od około 1% wag. do około 40% wag., a bardziej szczegółowo od około 1% wag. do około 25% wag. w przeliczeniu na masę kompozycji.

W innym przykładzie wykonania płyn wiertniczy stanowi kwas mineralny, który może obejmować kwas chlorowodorowy, kwas azotowy, kwas fosforowy, kwas siarkowy, kwas borowy, kwas fluorowodorowy, kwas bromowodorowy, kwas nadchlorowy lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. W jeszcze innym przykładzie wykonania płyn wiertniczy stanowi kwas organiczny, który może obejmować kwas karboksylowy, kwas sulfonowy lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Do przykładowych kwasów karboksylowych należą kwas mrówkowy, kwas octowy, kwas chlorooctowy, kwas dichlorooctowy, kwas trichlorooctowy, kwas trifluorooctowy, kwas propionowy, kwas masłowy, kwas szczawiowy, kwas benzoesowy, kwas ftalowy (w tym izomery orto-, meta- i para-) i tym podobne. Do przykładowych kwasów sulfonowych należą kwas alkilosulfonowy lub kwas arylosulfonowy. Do kwasów alkilosulfonowych należą, np. kwas metanosulfonowy. Do kwasów arylosulfonowych należą np. kwas benzenosulfonowy lub kwas toluenosulfonowy. W jednym przykładzie wykonania grupa alkilowa może być rozgałęziona lub nierozgałęziona i może zawierać od jednego do około 20 atomów węgla oraz może być podstawiona lub niepodstawiona. Grupa arylowa może być podstawiona alkilem, tj. może oznaczać grupę alkiloarylową, lub mogą być dołączone do ugrupowania kwasu sulfonowego poprzez grupę alkilenową (tj. grupa aryloalkilowa). W pewnym przykładzie wykonania grupa arylowa może być podstawiona heteroatomem. Grupa arylowa może zawierać od około 3 atomów węgla do około 20 atomów węgla i obejmować pierścieniową strukturę policykliczną.

Szybkość rozpadu (określana również jako szybkość rozpuszczania) kompozytu metalicznego wynosi od około 1 miligrama na centymetr kwadratowy na godzinę (mg/cm²/h) do około 10 000 mg/cm²/h, w szczególności około 25 mg/cm²/h do około 1000 mg/cm²/h, a bardziej szczegółowo około 50 mg/cm²/h do około 500 mg/cm²/h. Szybkość rozpadu jest zmienna w zależności od składu i warunków przetwarzania wykorzystywanych do wytwarzania opisanego tu kompozytu metalicznego.

Nie chcąc wiązać się z żadną teorią, przyjmuje się, że nieoczekiwanie wysoka prędkość rozpadu opisanego tutaj kompozytu metalicznego wynika ze struktury mikroskopowej określonej przez osnowę metaliczną i nanomatrycę komórkową. Jak omówiono powyżej, tego typu struktura mikroskopowa jest zapewniona przez zastosowanie metalurgicznej obróbki proszku (np. zagęszczania i spiekania) powleczonych proszków, przy czym powłoka wytwarza matrycę nanokomórkową, a cząstki proszku wytwarzają materiał rdzenia cząstek osnowy metalicznej. Uważa się, że bezpośrednia bliskość nanomatrycy komórkowej i materiału rdzenia cząstek osnowy metalicznej w kompozycie metalicznym powoduje wytworzenie miejsc galwanicznych pozwalających osiągnąć szybki i odpowiednio dostosowany rozpad

osnowy metalicznej. Takich miejsc elektrolizy brakuje w pojedynczych metalach i stopach pozbawionych nanomatrycy komórkowej. Dla ilustracji, fig. 5A przedstawia wypraskę 50 utworzoną z proszku magnezowego. Choć wypraska 50 charakteryzuje się występowaniem cząstek 52 otoczonych przez granice cząstek 54, to granice cząstek pełnią rolę fizycznych granic pomiędzy zasadniczo identycznym materiałem (cząstki 52). Dla odmiany, fig. 5B przedstawia przykładową postać wykonania metalu kompozytowego 56 (wypraski proszkowej), zawierającego osnowę metaliczną 58, w którego skład wchodzi materiał rdzenia cząstek 60 rozmieszczony w nanomatrycy komórkowej 62. Metal kompozytowy 56 został utworzony z cząstek magnezu powleczonych tlenkiem glinu, przy czym w wyniku metalurgicznej obróbki proszku powłoka z tlenku glinu wytwarza nanomatrycę komórkową 62, a magnez wytwarza osnowę metaliczną 58 zawierającą materiał rdzenia cząstek 60 (z magnezu). Nanomatryca komórkowa 62 stanowi nie tylko fizyczną granicę, jako granica cząstki 54 na fig. 5A, ale wyznacza również chemiczną granicę wprowadzoną pomiędzy sąsiednie materiały rdzenia cząstek 60 osnowy metalicznej 58. Podczas gdy cząstki 52 i granica cząstki 54 w wyprasce 50 (fig. 5A) nie zawierają miejsc galwanicznych, osnowa metaliczna 58 zawierająca materiał rdzenia cząstek 60 w połączeniu z nanomatrycą komórkową 62 wyznacza większą liczbę miejsc galwanicznych. Reaktywność miejsc galwanicznych zależy od związków użytych w osnowie metalicznej 58 oraz nanomatrycy komórkowej 62 oraz jest wynikiem warunków obróbki zastosowanej wobec osnowy metalicznej i struktury mikroskopowej nanomatrycy komórkowej kompozytu metalicznego.

Ponadto strukturę mikroskopową opisanych w niniejszym dokumencie kompozytów metalicznych można kontrolować przez dobór warunków obróbki metalurgicznej proszku i materiałów chemicznych użytych w proszkach i powłokach. Dlatego też można selektywnie dostosować szybkość rozpadu, jak zilustrowano dla kompozytów metalicznych o różnych kompozycjach na fig. 6, przedstawiającej wykres utraty masy w funkcji czasu dla różnych kompozytów metalicznych zawierających nanomatrycę komórkową. W szczególności fig. 6 przedstawia krzywe szybkości rozpadu dla czterech różnych kompozytów metalicznych (kompozyt metaliczny A 80, kompozyt metaliczny B 82, kompozyt metaliczny C 84 i kompozyt metaliczny D 86). Nachylenie każdego segmentu każdej krzywej (oddzielonego na fig. 6 czarnymi kółkami) odpowiada szybkości rozpadu dla poszczególnych segmentów krzywej. Kompozyt metaliczny A 80 wykazuje dwie różne szybkości rozpadu (802, 806). Kompozyt metaliczny B 82 wykazuje trzy różne szybkości rozpadu (808, 812, 816). Kompozyt metaliczny C 84 wykazuje dwie różne szybkości rozpadu (818, 822), a kompozyt metaliczny D 86 wykazuje cztery różne szybkości rozpadu (824, 828, 832 i 836). W czasie reprezentowanym przez punkty 804, 810, 814, 820, 826, 830 i 834 szybkość rozpadu kompozytu metalicznego (80, 82, 84, 86) zmienia się ze względu na zmianę warunków (np. pH, temperatury, czasu, ciśnienia, jak omówiono powyżej). Szybkość może wzrastać (np. przechodząc od szybkości 818 do szybkości 822) lub zmniejszać się (np. przechodząc od szybkości 802 do 806) wzdłuż tej samej krzywej rozpadu. Ponadto krzywa szybkości rozpadu może wykazywać więcej niż dwie szybkości, więcej niż trzy szybkości, więcej niż cztery szybkości itd. w zależności od struktury mikroskopowej i składników kompozytu metalicznego. W ten sposób krzywą szybkości rozpadu można selektywnie dostosować i odróżnić od krzywych dla zwykłych stopów metali i czystych metali nie zawierających struktury mikroskopowej (tj. osnowy metalicznej i nanomatrycy komórkowej) opisanych tutaj kompozytów metalicznych.

Struktura mikroskopowa kompozytu metalicznego rządzi nie tylko zachowaniem kompozytu metalicznego pod względem szybkości rozpadu, ale również wpływa na wytrzymałość kompozytu metalicznego. W konsekwencji opisane tutaj kompozyty metaliczne wykazują również selektywnie dostosowaną wytrzymałość materiału (a także inne właściwości materiału), przy czym wytrzymałość materiału jest zróżnicowana w zależności od warunków obróbki i materiałów stosowanych w produkcji kompozytu metalicznego. Dla zilustrowania, fig. 7A przedstawia mikrofotografię elektronową powierzchni przełomu wypraski uformowanej z czystego proszku Mg, a fig. 7B przedstawia mikrofotografię elektronową powierzchni przełomu przykładowej postaci wykonania kompozytu metalicznego z nanomatrycą komórkową, jak opisano w niniejszym dokumencie. Morfologia mikrostrukturalna zasadniczo ciągłej nanomatrycy komórkowej, która może zostać wybrana tak, aby zapewnić wzmocnienie materiału fazy, z osnową metaliczną (zawierającą materiał rdzenia cząstki), zapewnia uzyskanie opisanych tu kompozytów metalicznych o poprawionych właściwościach mechanicznych, w tym wytrzymałości na ściskanie i wytrzymałości na ścinanie, ponieważ można manipulować uzyskiwaną morfologią nanomatrycy komórkowej/osnowy metalicznej dla zapewnienia wzmocnienia poprzez procesy, które są podobne do tradycyjnych mechanizmów wzmocnienia, takich jak redukcja rozmiaru ziarna, utwardzanie roztworowe

poprzez zastosowanie atomów zanieczyszczeń, utwardzanie wydzieleniowe lub starzenie oraz mechanizmy umocnienia przez zgniot. Struktura nanomatrycy komórkowej/osnowy metalicznej ma tendencję do ograniczania ruchu dyslokacji dzięki licznym powierzchniom styku nanomatrycy cząstek, jak również powierzchniom styku pomiędzy odrębnymi warstwami w obrębie materiału nanomatrycy komórkowej, jak opisano w niniejszym dokumencie. Znajduje to odzwierciedlenie w zachowaniu tychże materiałów podczas pęknięcia, jak zilustrowano na fig. 7A i 7B. Na fig. 7A wypraska wykonana z użyciem niepowleczanego czystego proszku Mg i poddana naprężeniu ścinającemu wystarczającemu do spowodowania rozerwania wykazywała przełom międzyziarnowy. W przeciwieństwie do tego, na fig 7B kompozyt metaliczny wykonany z użyciem cząstek proszku zawierających rdzenie cząstek proszku z czystego Mg z utworzeniem osnowy metalicznej i metalicznych warstw powłoki zawierających Al z utworzeniem nanomatrycy komórkowej i poddany naprężeniu ścinającemu wystarczającemu do spowodowania rozerwania wykazywał przełom śródkrystaliczny i zasadniczo wyższe naprężenie przy pękaniu, jak opisano w niniejszym dokumencie. Ponieważ materiały te charakteryzują się wysoką wytrzymałością, materiał rdzenia i materiał powlekający można wybrać tak, aby wykorzystywać materiały o niskiej gęstości lub inne materiały o niskiej gęstości, takie jak metale o niskiej gęstości, materiały ceramiczne, szkło lub węgiel, które w innym przypadku nie zapewniłyby niezbędnej charakterystyki wytrzymałościowej do pożądanego zastosowania, w tym w narzędziach i komponentach wiertniczych.

W celu dalszego zilustrowania selektywnie dostosowywanych właściwości materiałów kompozytów metalicznych zawierających nanomatrycę komórkową, fig. 8 przedstawia wykres wytrzymałości na ściskanie kompozytu metalicznego z nanomatrycą komórkową w funkcji procentowej zawartości wagowego składnika (Al_2O_3) nanomatrycy komórkowej. Fig. 8 wyraźnie pokazuje wpływ zmian procentowej zawartości wagowej (% wag.), tj. grubości, powłoki z tlenku glinu na wytrzymałość na ściskanie w temperaturze pokojowej kompozytu metalicznego z nanomatrycą komórkową utworzoną z powlekanymi cząstkami proszku zawierającymi wielowarstwową ($\text{Al}/\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Al}$) warstwę powłoki metalicznej na rdzeniach cząstek z czystego Mg. W tym przykładzie optymalną wytrzymałość osiągnięto przy 4% wag. tlenku glinu, reprezentującą wzrost o 21% w porównaniu z wartością dla 0% wag. tlenek glinu.

Zatem, opisane tutaj kompozyty metaliczne mogą być skonfigurowane tak, aby zapewnić szeroki zakres możliwych do wyboru i kontrolowania zachowań związanych z korozją lub rozpadem, począwszy od bardzo niskich szybkości korozji aż do ekstremalnie wysokich szybkości korozji, w szczególności szybkości korozji, które są tak niższe jak i wyższe niż dla kompaktów proszkowych, które nie zawierają w swoim składzie nanomatrycy komórkowej, takich jak wypraska uformowana z czystego proszku Mg, na drodze tych samych procesów zagęszczania i spiekania, w porównaniu z tymi, które zawierają rozproszone cząstki czystego Mg w różnych nanomatrycach komórkowych opisanych w niniejszym dokumencie. Takie kompozyty metaliczne 200 mogą być również skonfigurowane tak, aby zapewniały zasadniczo ulepszone właściwości w porównaniu z wypraskami uformowanymi z cząstek czystego metalu (np. czystego Mg), które nie zawierają opisanych tutaj nanometrowych powłok. Ponadto stopy metali (utworzone np. poprzez odlewanie roztopionego materiału lub uzyskane w wyniku metalurgicznej obróbki proszku) bez nanomatrycy komórkowej również nie zawierają selektywnie dostosowywanego materiału i nie wykazują właściwości chemicznych, takich jak opisane tutaj kompozyty metaliczne.

Jak wspomniano wyżej, kompozyt metaliczny stosowany jest do wytwarzania wyrobów, które można zastosować jako narzędzia lub instrumenty, np. w środowisku odwiertu wglębnego. W szczególnym przykładzie wykonania wyrób oznacza uszczelnienie, człon w kształcie ściętego stożka, tuleję lub dolny łącznik. W innym przykładzie wykonania stosuje się kombinację tychże wyrobów jako ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący.

Odnosząc się do fig. 9A i 9B, zilustrowano oznaczony liczbą 510 przykład wykonania ujawnionego tu, ulegającego rozpadowi, rurowego układu kotwiczącego. Układ uszczelniający 510 zawiera człon w kształcie ściętego stożka 514 (określany również jako stożek i pokazany indywidualnie na fig. 10) zawierający pierwszą część w kształcie ściętego stożka 516 i drugą w części kształcie ściętego stożka 520, które są zwężone w przeciwnych wzdłużnych kierunkach względem siebie. Dolny łącznik 570 (pokazany indywidualnie na fig. 11) jest umieszczony na końcu ulegającego rozpadowi układu 510. Tuleja 524 (pokazana indywidualnie na fig. 12) może rozszerzać się radialnie w odpowiedzi na przesunięcie wzdłużne w kierunku pierwszej części w kształcie ściętego stożka 516. Podobnie, uszczelnienie 528 (pokazane indywidualnie na fig. 13A i 13B) może rozszerzać się radialnie w odpowiedzi na przesunięcie wzdłużne w kierunku drugiej części w kształcie ściętego stożka 520. Jednym ze sposobów przemieszczania tulei 524 i uszczelnienia 528 względem części w kształcie ściętego stożka 516, 520 jest ściśnięcie wzdłużnie kompletnego zespołu narzędziem nastawczym 558. Uszczelnienie 528 zawiera

gniazdo 532 z powierzchnią 536, która zwęża się w tym przykładzie wykonania i przyjmuje korek 578, który może szczelnie połączyć się z powierzchnią 536 uszczelnienia 528.

Gniazdo 532 uszczelnienia 528 zawiera również kołnierz 544, który jest umieszczony pomiędzy uszczelnieniem 528 a drugą częścią w kształcie ściętego stożka 520. Kołnierz 544 ma ścianę 548, której grubość zwęża się z powodu skierowanej radialnie do jego wnętrza powierzchni w kształcie ściętego stożka 552. Zmienna grubość ścianki 548 umożliwia łatwiejszą deformację cieńszych części niż grubszych części. Może to być korzystne co najmniej z dwóch powodów. Po pierwsze, część o cieńszej ściance 549 może odkształcić się, gdy kołnierz 544 zostaje przesunięty względem drugiej części w kształcie ściętego stożka 520 w celu radialnego rozszerzenia uszczelnienia 528 dla uzyskania połączenia uszczelniającego ze strukturą 540. Po drugie, część o grubszej ściance 550 powinna opierać się deformacji z powodu różnicy ciśnienia w jej poprzek, która powstaje podczas dociskania do korka (np. korka 578) osadzonego w gnieździe 532, na przykład podczas operacji obróbki. Kąt stożkowatości powierzchni w kształcie ściętego stożka 552 może zostać wybrany tak, aby pasował do kąta stożkowatości drugiej części w kształcie ściętego stożka 520, pozwalając dzięki temu na zapewnienie przez drugą część w kształcie ściętego stożka 520 radialnego podparcia kołnierza 544, co najmniej w obszarach, w których pozostają one ze sobą w kontakcie.

Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 510 jest skonfigurowany, aby osadzić (tj. zakotwiczyć) i połączyć szczelnie ze strukturą 540, taką jak rura przewodnikowa, obudowa albo zamknięty lub otwarty otwór na przykład w otworze wiertniczym w formacji w ziemi, gdy jest wykorzystywany w zastosowaniach związanych z wydobyciem węglowodorów i składowaniem dwutlenku węgla. Uszczelnienie i zakotwiczenie do struktury 540 pozwala na zwiększenie ciśnienia wywieranego na osadzony w niej korek 578 w celu obróbki formacji w ziemi, co ma miejsce na przykład podczas szczelinowania i obróbki kwasowej. Oprócz tego, gniazdo 532 jest umieszczone w uszczelnieniu 528 tak, że ciśnienie wywierane na korek osadzony na gnieździe 532 dociska uszczelnienie 528 do tulei 524, aby poprawić przez to zarówno połączenie uszczelniające uszczelnienia 528 ze strukturą 540, jak i z członem w kształcie ściętego stożka 514, a także zwiększyć połączenie kotwiczące tulei 524 ze strukturą 540.

Układ uszczelniający 510 może być skonfigurowany tak, że tuleja 524 jest zakotwiczona (przywieszona w określonej pozycji) do struktury 540 przed szczelnym połączeniem uszczelnienia 528 ze strukturą 540, albo tak, że uszczelnienie 528 jest szczelnie połączone ze strukturą 540 przed zakotwiczeniem tulei 524 do struktury 540. Regulację, które z uszczelnieniem 528 i tuleją 524 łączy się jako pierwsze ze strukturą 540, można przeprowadzić z wykorzystaniem zależności właściwości materiału (np. względna wytrzymałość na ściskanie) lub zależności wymiarowych pomiędzy komponentami zaangażowanymi w ustawienie uszczelnienia 528 w porównaniu z komponentami zaangażowanymi w ustawienie tulei 524. Bez względu na to, czy tuleja 524, czy uszczelnienie 528, najpierw łączy się ze strukturą 540 może być ustawione w odpowiedzi na kierunki części narzędzia nastawczego, które ustawia ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 510. Uszkodzenie uszczelnienia 528 można zminimalizować przez ograniczenie lub wyeliminowanie względnego ruchu pomiędzy uszczelnieniem 528 a strukturą 540 po połączeniu uszczelnienia 528 ze strukturą 540. W tym przykładzie wykonania połączenie uszczelnienia 528 ze strukturą 540 przed połączeniem tulei 524 ze strukturą 540 może pozwolić na osiągnięcie tego celu.

Powierzchnia 536 gniazda 532 jest umieszczona wzdłużnie przed tuleją 524 (patrząc w kierunku przepływu płynu, który dociska korek do gniazda 532). Dodatkowo gniazdo 536 uszczelnienia może być umieszczone wzdłużnie powyżej kołnierza 544 uszczelnienia 528. To relatywne pozycjonowanie pozwala siłom wytwarzanym przez ciśnienie na korek osadzony wewnątrz powierzchni 536 dalej wciskać uszczelnienie 528 w celu uzyskania połączenia uszczelniającego ze strukturą 540.

Ta część kołnierza 544, która ulega deformacji, dopasowuje się do drugiej części w kształcie ściętego stożka 520 w stopniu wystarczającym, aby była przez nią radialnie podtrzymywana, bez względu na to, czy zgadzają się kąty stożkowatości. Druga część w kształcie ściętego stożka 520 może mieć kąty stożkowatości od około 1° do około 30° , w szczególności około 2° do około 20° w celu ułatwienia radialnego rozszerzenia kołnierza 544 oraz aby umożliwić powstanie sił tarcia pomiędzy kołnierzem 544 a drugą częścią w kształcie ściętego stożka 520, w celu zachowania relacji położenia pomiędzy nimi po usunięciu sił wzdłużnych, które powodowały ruch pomiędzy nimi. Pierwsza część w kształcie ściętego stożka 516 może również mieć kąty stożkowatości od około 10° do około 30° , w szczególności około 14° do około 20° z tych samych powodów co druga część w kształcie ściętego stożka 520. Jedna lub obie z powierzchni w kształcie ściętego stożka 552 oraz druga część w kształcie ściętego stożka

520 mogą mieć więcej niż jeden kąt stożkowatości, jak zilustrowano w niniejszym dokumencie, na drugiej części w kształcie ściętego stożka 520, w której wierzchołek 556 ma większy kąt stożkowatości niż ma powierzchnia 520 znajdująca się dalej od wierzchołka 556. Dysponowanie wieloma kątami stożkowatości daje operatorom większą kontrolę nad wielkością radialnego rozszerzenia kołnierza 544 (a co za tym idzie – uszczelnienia 528) na jednostkę wzdłużnego ruchu pomiędzy kołnierzem 544 a członem w kształcie ściętego stożka 514. Kąty stożkowatości, oprócz innych zmiennych, zapewniają również dodatkową kontrolę nad siłami wzdłużnymi koniecznymi do przemieszczania kołnierza 544 względem członu w kształcie ściętego stożka 514. Taka kontrola może umożliwić rozszerzanie kołnierza 544 uszczelnienia 528 przez ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 510, aby ustawić uszczelnienie 528 przed rozszerzeniem i ustawieniem tulei 224.

W pewnym przykładzie wykonania narzędzie nastawcze 558 jest umieszczone wzdłuż długości układu 510 od dolnego łącznika 570 do uszczelnienia 528. Narzędzie nastawcze 558 może wytwarzać obciążenia potrzebne do wywołania ruchu członu w kształcie ściętego stożka 514 względem tulei 524. Narzędzie nastawcze 558 może mieć trzpień 560 z ogranicznikiem 562 dołączonym do jednego końca 564 pod wpływem nadmiernej siły 566, takiego jak większa liczba śrub ścinalnych. Ogranicznik 562 jest umieszczony tak, aby stykał się z dolnym łącznikiem 570. Płyta 568 umieszczona w kontakcie z uszczelnieniem 528, poruszając się po zadanym torze wzdłuż trzpienia 560 (za pomocą niepokazanych tutaj środków) w kierunku do ogranicznika 562, przy dolnym łączniku 570 może wzdłużnie dociskać człon w kształcie ściętego stożka 514 do tulei 524. Można ustawić, aby obciążenia niszczące człon ulegający uszkodzeniu pod wpływem nadmiernej siły 566 występowały dopiero po tym, gdy tuleja 524 zostanie radialnie zmodyfikowana o określoną wielkość przez człon w kształcie ściętego stożka 514. Po zerwaniu członu ulegającego uszkodzeniu pod wpływem nadmiernej siły 566, ogranicznik 562 może oddzielić się od trzpienia 560, co pozwala na przykład na wycofanie trzpienia 560 i płyty 568 na powierzchnię.

Zgodnie z pewnym przykładem wykonania powierzchnia 572 tulei 524 zawiera występy 574, które można określić jako zęby, skonfigurowane tak, aby chwytnie zazębiały się ze ścianą 576 struktury 540, w obrębie której wykorzystywany jest układ ulegający rozpadowi 510, gdy powierzchnia 572 znajduje się w radialnie modyfikowanej (tj. rozszerzanej) konfiguracji. To chwytnie zazębienie służy do zakotwiczenia układu ulegającego rozpadowi 510 do struktury 540, aby zapobiec względnemu ruchowi pomiędzy nimi. Chociaż struktura 540 ujawniona w tym przykładzie wykonania jest rurowa, taka jak rura przewodnikowa lub obudowa w otworze wiertniczym, może to być na przykład otwarty otwór w formacji w ziemi.

Fig. 9B przedstawia układ ulegający rozpadowi 510, po usunięciu narzędzia nastawczego 558 ze struktury 540, po ustawieniu układu ulegającego rozpadowi 510. W tym przypadku występy 574 tulei 524 chwytnie łączą się ze ścianą 576 struktury 540 w celu zakotwiczenia w niej układu ulegającego rozpadowi 510. Dodatkowo uszczelnienie 528 zostało radialnie rozszerzone, aby kontaktowało się ze ścianą 576 struktury 540 na zewnętrznej powierzchni uszczelnienia 528 z powodu jego ściśnięcia przez narzędzie nastawcze 558. Uszczelnienie 528 ulega deformacji tak, że długość uszczelnienia 528 zwiększa się wraz ze zmniejszaniem się grubości 548 podczas ściskania uszczelnienia 528 pomiędzy członem w kształcie ściętego stożka 514 a ścianą 576 struktury 540. Tym sposobem uszczelnienie 528 tworzy uszczelnienie metal-metal z członem w kształcie ściętego stożka 514 oraz uszczelnienie metal-metal ze ścianą 576. Alternatywnie uszczelnienie 528 może odkształcić się, aby wypełnić elementy topograficzne ściany 576, takie jak luki, jamy, występy i tym podobne. Podobnie ciągliwość i wytrzymałość na rozciąganie uszczelnienia 528 pozwalają na deformację uszczelnienia 528 w celu wypełnienia elementów topograficznych członu w kształcie ściętego stożka 514.

Po ustawieniu układu ulegającego rozpadowi 510 z występami 574 tulei 514, korek 578 może być umieszczony na powierzchni 536 gniazda 532. Po szczelnym połączeniu korka 578 z gniazdem 536, ciśnienie może ulec zwiększeniu po stronie jego dopływu w celu wykonania pracy, takiej jak szczelinowanie formacji na ziemi lub uruchomienie narzędzia wiertniczego, wykorzystywanego na przykład do wydobywania węglowodorów.

W pewnym przykładzie wykonania, jak pokazano na fig. 9B, korek 578, np. kula, wchodzi w kontakt z gniazdem 532 uszczelnienia 528. Doprowadzane jest ciśnienie, na przykład, hydraulicznie, do korka 578 w celu odkształcenia kołnierza 544 uszczelnienia 528. Deformacja kołnierza 544 powoduje wydłużenie materiału ściany 548 i szczelne połączenie ze strukturą 540 (np. obudową otworu wiertniczego) z utworzeniem uszczelnienia metal-metal z pierwszą częścią w kształcie ściętego stożka 516 członu w kształcie ściętego stożka 514 oraz z utworzeniem innego uszczelnienia metal-metal ze struk-

turą 576. W tym przypadku ciągliwość kompozytu metalicznego pozwala na wypełnienie przez uszczelnienie 528 przestrzeni pomiędzy strukturą 540 a członem w kształcie ściętego stożka 514. W tym momencie może być wykonana operacja wiertnicza, a korek 578 – usunięty bezpośrednio po wykonaniu operacji. Usunięcie korka 578 z gniazda 532 może następować przez wytworzenie różnicy ciśnień w poprzek korka 578, tak że korek 578 jest usuwany z gniazda 532 i odchodzi od uszczelnienia 528 i członu w kształcie ściętego stożka 514. Następnie dowolny z elementów: uszczelnienie 528, człon w kształcie ściętego stożka 514, tuleja 524 lub dolny łącznik 570 mogą ulec rozpadowi przez kontakt z płynem wiertniczym. Alternatywnie, przed usunięciem korka 578 z gniazda 532, płyn wiertniczy może wejść w kontakt i spowodować rozpad uszczelnienia 528, a korek 578 może być następnie usunięty z dowolnego z pozostałych komponentów ulegającego rozpadowi układu 510. Rozpad uszczelnienia 528, członu w kształcie ściętego stożka 514, tulei 524 lub dolnego łącznika 570 jest korzystny przynajmniej częściowo, ponieważ przywraca się drogę przepływu w otworze wiertniczym bez mechanicznego usuwania komponentów układu ulegającego rozpadowi 510 (np. przez wiercenie lub mielenie) lub wypłukiwanie odpadów z otworu wiertniczego. Należy zauważyć, że szybkości rozpadu składników ulegającego rozpadowi układu 510 są niezależnie selektywnie dostosowywane, jak omówiono powyżej, i że uszczelnienie 528, człon w kształcie ściętego stożka 514, tuleja 524 lub dolny łącznik 570 wykazują niezależnie selektywnie dostosowane właściwości materiału, takie jak granica plastyczności i wytrzymałość na ściskanie.

Zgodnie z innym przykładem wykonania ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 510 jest skonfigurowany tak, aby pozostawiał otwór przelotowy 580 o wewnętrznym wymiarze radialnym 582 i zewnętrznym wymiarze radialnym 584 określonym przez największy wymiar radialny ulegającego rozpadowi układu 510, gdy jest on ustawiony wewnątrz struktury 540. W pewnym przykładzie wykonania wewnętrzny wymiar radialny 582 może być wystarczająco duży, aby trzpień 560 narzędzia nastawczego 558 przeszedł przez układ 510. Ogranicznik 562 narzędzia nastawczego 558 może być pozostawiony w strukturze 540 po ustawieniu układu ulegającego rozpadowi 510 i usunięciu trzpienia 560. Ogranicznik 562 może być wybrany ze struktury 540 po rozpadowi układu 510 co najmniej do punktu, w którym ogranicznik 562 może przejść przez wewnętrzny wymiar radialny 582. Zatem komponent ulegającego rozpadowi układu 510 może być zasadniczo stały. Dzięki włączeniu otworu przelotowego 580 do układu ulegającego rozpadowi 510, płyn może być cyrkulowany przez układ ulegający rozpadowi 510 albo od strony wypływu, albo od strony dopływu w strukturze 540, aby spowodować dezintegrację komponentu (np. tulei).

W innym przykładzie wykonania ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 510 jest skonfigurowany z wewnętrznym wymiarem radialnym 582, który jest duży w relacji do zewnętrznego wymiaru radialnego 584. Zgodnie z jednym przykładem wykonania wewnętrzny wymiar radialny 582 jest większy niż 50% zewnętrznego wymiaru radialnego 584, w szczególności większy niż 60%, a bardziej szczegółowo większy niż 70%.

Uszczelnienie, człon w kształcie ściętego stożka, tuleja i dolny łącznik mogą mieć korzystne właściwości do zastosowania na przykład w środowisku odwiertu wglębnego, albo w kombinacji, albo oddzielnie. Komponenty te ulegają rozpadowi i mogą być częścią opisanego tutaj układu kotwiczącego ulegającego całkowitemu rozpadowi. Ponadto komponenty te wykazują właściwości mechaniczne i chemiczne opisanego tutaj kompozytu metalicznego. Komponenty te zatem korzystnie w sposób selektywny i dostosowany ulegają rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z płynem lub zmianę warunków (np. pH, temperatury, ciśnienia, czasu i tym podobnych). Do przykładowych płynów należą solanka, kwas mineralny, kwas organiczny lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych.

Przekrój poprzeczny przykładu wykonania członu w kształcie ściętego stożka został pokazany na fig. 10. Jak opisano powyżej, człon w kształcie ściętego stożka 514 zawiera pierwszą część w kształcie ściętego stożka 516, drugą część w kształcie ściętego stożka 520 oraz wierzchołek 556. Kąt stożkowości członu w kształcie ściętego stożka 514 może zmieniać się wzdłuż zewnętrznej powierzchni 584, dzięki czemu człon w kształcie ściętego stożka 514 ma rozmaite kształty przekroju poprzecznego, w tym pokazany kształt ściętego podwójnego stożka. Zatem grubość ścianki 586 może zmieniać się wzdłuż długości członu w kształcie ściętego stożka 514, a wewnętrzna średnica członu w kształcie ściętego stożka 514 może być wybrana pod kątem określonego zastosowania. Człon w kształcie ściętego stożka 514 może mieć różne zastosowania, takie jak w opisanym tutaj ulegającym rozpadowi rurowym układzie kotwiczącym, a także w dowolnej sytuacji, w której użyteczny jest wytrzymały lub ulegający rozpadowi kształt ściętego stożka. Do przykładowych zastosowań należą łożysko, złącze z kołnierzem kielichowym, trzpień zaworu, pierścień uszczelniający i tym podobne.

Przekrój poprzeczny dolnego łącznika został pokazany na fig. 11. Dolny łącznik 700 ma pierwszy koniec 702, drugi koniec 704, opcjonalny gwint 706, opcjonalne otwory przelotowe 708, wewnętrzną średnicę 710 i zewnętrzną średnicę 712. W pewnym przykładzie wykonania dolny łącznik 700 stanowi zakończenie narzędzia (np. układu ulegającego rozpadowi 510). W innym przykładzie wykonania dolny łącznik 700 jest umieszczony na końcu kolumny. W pewnym przykładzie wykonania dolny łącznik 700 stosuje się do mocowania narzędzi do kolumny. Alternatywnie dolny łącznik 700 może być stosowany pomiędzy narzędziami lub kolumnami i może wchodzić w skład złącza. Dolny łącznik 700 można zastosować z kolumną i wyrobem, takim jak korek mostkujący (uszczelnienia), korek do szczelnienia, pompa błotna, uszczelniacz, klin odchylający wyciągalny i tym podobne. W jednym nieograniczającym przykładzie wykonania pierwszy koniec 702 zapewnia powierzchnię styku np. z członem w kształcie ściętego stożka 514 i tuleją 524. Drugi koniec 704 wchodzi w kontakt z ogranicznikiem 562 narzędzia nastawczego 558. Gwint 706, gdy jest obecny, może być stosowany do przytwierdzenia dolnego łącznika 700 do wyrobu. W pewnym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka 514 zawiera gwintowaną część pasującą do gwintu 706. W pewnych przykładach wykonania gwint 706 jest nieobecny, a wewnętrzna średnica 710 może stanowić prosty wywiercony otwór lub może zawierać jego zwężające się części. Otwory przelotowe 708 mogą przesyłać płyn, np. solankę, w celu rozpadowi dolnego łącznika 700 lub innych komponentów ulegających rozpadowi układu 510. Otwory przelotowe również mogą stanowić punkt przyłączenia członu ulegającego uszkodzeniu pod wpływem nadmiernej siły 566, stosowanego w połączeniu z narzędziem nastawczym 558 lub podobnym urządzeniem. Uważa się, że dolny łącznik 700 może mieć inny kształt przekroju poprzecznego niż pokazany na fig. 11. Do przykładowych kształtów należą stożek, elipsoida, torus, sfera, walec, ich kształty ścięte, kształty asymetryczne, w tym kombinacja wyżej wymienionych i tym podobne. Ponadto, dolny łącznik 700 może być elementem stałym lub może mieć wewnętrzną średnicę stanowiącą co najmniej 10% rozmiaru zewnętrznej średnicy, w szczególności co najmniej 50%, a bardziej szczegółowo co najmniej 70%.

Tuleja została pokazana na fig. 12A, 12B i 12C odpowiednio w rzucie perspektywicznym, przekroju poprzecznym i rzucie z góry. Tuleja 524 zawiera powierzchnię zewnętrzną 572, występy 574 rozmieszczone na zewnętrznej powierzchni 572 i wewnętrznej powierzchni 571. Tuleja 524 działa jako pierścień ślizgowy z występami 574 jako ślizgi, które chwytnie łączą się z powierzchnią, taką jak ściana obudowy lub otwarty otwór, gdy tuleja 524 rozszerza się radialnie w odpowiedzi na pierwszą część 573 wewnętrznej powierzchni 571 wchodzącą w kontakt ze współpracującą powierzchnią (np. pierwszą częścią w kształcie ściętego stożka 516 na fig. 10). Występy 574 mogą otaczać obwodowo całość tulei 524. Alternatywnie występy 574 mogą być oddzielone, czy to symetrycznie, czy asymetrycznie, jak pokazano na rzucie z góry na fig. 12C. Kształt tulei 524 nie ogranicza się do kształtu pokazanego na fig. 12. Tuleja, oprócz tego, że stanowi pierścień ślizgowy w ulegającym rozpadowi rurowym układzie kotwiczącym zilustrowanym na fig. 9, może znaleźć zastosowanie do ustawiania licznych narzędzi w tym uszczelniacza, korka mostkującego (uszczelnienia) lub korka do szczelnienia albo może być umieszczona w dowolnym otoczeniu, w którym może być zrealizowane przeciwdziałanie ślizgowi wyrobu przez zaczepianie występów tulei ze współpracującą powierzchnią.

Na fig. 13A i 13B uszczelnienie 400 składa się z wewnętrznej powierzchni uszczelniającej 402, zewnętrznej powierzchni uszczelniającej 404, gniazda 406 oraz powierzchni 408 gniazda 406. Powierzchnia 408 jest skonfigurowana (np. ukształtowana) tak, aby przyjąć człon (np. korek) w celu zapewnienia siły działającej na uszczelnienie 400, dla potrzeb odkształcenia uszczelnienia, tak aby wewnętrzna powierzchnia uszczelniająca 402 i zewnętrzna powierzchnia uszczelniająca 404 utworzyły odpowiednio uszczelnienia metal-metal ze współpracującymi powierzchniami (nie pokazane na fig. 13A i 13B). Alternatywnie, przykładą się siłę ściskającą do uszczelnienia 400 przez człon w kształcie ściętego stożka i narzędzie nastawcze umieszczone po przeciwnych końcach uszczelnienia 400, jak na fig. 9A. W pewnym przykładzie wykonania uszczelnienie 400 znajduje zastosowanie w środowisku odwiertu wgłębnego jako dopasowujące się, odkształcalne, wysoce ciągliwe i ulegające rozpadowi uszczelnienie. W pewnym przykładzie wykonania uszczelnienie 400 stanowi korek mostkujący (uszczelnienia), uszczelka, zawór klapowy i tym podobne.

Dodatkowo oprócz selektywnej skłonności do korozji, opisane tu uszczelnienie deformuje się na miejscu, dopasowując się do przestrzeni, w której jest ono umieszczone, w odpowiedzi na przyłożone ciśnienie osadzania, które jest ciśnieniem wystarczająco dużym, aby rozszerzyć radialnie uszczelnienie lub aby zmniejszyć grubość ścianki uszczelnienia poprzez zwiększenie długości uszczelnienia. W odróżnieniu od wielu rodzajów uszczelnień, np. uszczelnienia elastomerowego, opisane tutaj uszczelnienie otrzymuje się w kształcie, który odpowiada powierzchni współpracującej, która ma być uszczelniona,

np. obudowy albo narzędzia wiertniczego w kształcie ściętego stożka. W pewnym przykładzie wykonania uszczelnienie stanowi uszczelnienie tymczasowe i ma pewien początkowy kształt, który może zostać wprowadzany w głąb, a następnie zdeformowany pod ciśnieniem z utworzeniem uszczelnienia metal-metal, które ulega odkształceniu, dopasowując się do powierzchni, z którą uszczelnienie wchodzi w kontakt i wypełnia przestrzeń (np. luki) w powierzchni współpracującej. Aby uzyskać właściwości uszczelnienia, uszczelnienie charakteryzuje się procentowym wydłużeniem od około 10% do około 75%, w szczególności od około 15% do około 50%, a bardziej szczegółowo od około 15% do około 25%, względem oryginalnego rozmiaru uszczelnienia. Uszczelnienie wykazuje granicę plastyczności od około 15 kilofuntów na cal kwadratowy (ksi) do około 50 ksi (103 MPa – 345 MPa), a w szczególności około 15 ksi do około 45 ksi (103–310 MPa). Wytrzymałość na ściskanie uszczelnienia wynosi od około 30 ksi do około 100 ksi (207–690 MPa), a w szczególności około 40 ksi do około 80 ksi (276–552 MPa). W celu deformacji uszczelnienia, do uszczelnienia można przyłożyć ciśnienie do około 10 000 psi (69 MPa), a w szczególności około 9 000 psi (62 MPa).

W odróżnieniu od uszczelnień elastomerowych, opisane tutaj uszczelnienie zawierające kompozyt metaliczny charakteryzuje się odpornością temperaturową do około 1200°F (650°C), w szczególności do około 1000°F (540°C), a bardziej szczegółowo do około 800°F (430°C). Uszczelnienie jest tymczasowe w tym sensie, że uszczelnienie może ulegać selektywnej i dostosowanej do potrzeb rozpadu w odpowiedzi na kontakt z płynem wiertniczym lub zmianę warunków (np. pH, temperatury, ciśnienia, czasu i tym podobnych). Do przykładowych płynów wiertniczych należą solanka, kwas mineralny, kwas organiczny lub kombinacja zawierająca co najmniej jeden z powyższych.

Ponieważ uszczelnienie współpracuje z innymi komponentami, np. członem w kształcie ściętego stożka, tuleją lub dolnym łącznikiem np. w opisanym tu ulegającym rozpadowi rurowym układzie kotwiczającym, właściwości każdego komponentu są dobrane pod kątem odpowiedniego względnie selektywnie dobieranego materiału i właściwości chemicznych. Właściwości te stanowią charakterystykę kompozytu metalicznego i warunków obróbki, w których powstaje kompozyt metaliczny, który jest stosowany do wytwarzania takich wyrobów, tj. komponentów. Dlatego też w pewnym przykładzie wykonania kompozyt metaliczny komponentu będzie różnił się od kompozytu innego komponentu układu ulegającego rozpadowi. Tym sposobem komponenty wykazują niezależne selektywnie dostosowywane właściwości mechaniczne i chemiczne.

Zgodnie z pewnym przykładem wykonania tuleja i uszczelnienie ulegają deformacji pod wpływem siły przekazywanej przez człon w kształcie ściętego stożka i dolny łącznik. Aby uzyskać ten wynik, tuleja i uszczelnienie wykazują wytrzymałość na ściskanie mniejszą niż wytrzymałość na ściskanie dolnego łącznika lub członu w kształcie ściętego stożka. W innym przykładzie wykonania tuleja deformuje się przed, po lub jednocześnie z deformacją uszczelnienia. Uważa się, że dolny łącznik lub człon w kształcie ściętego stożka ulega deformacji w pewnych postaciach wykonania. W pewnym przykładzie wykonania komponent zawiera inną ilość środka wzmacniającego niż inny komponent, gdzie na przykład komponent o wyższej wytrzymałości zawiera większą ilość środka wzmacniającego niż komponent o mniejszej wytrzymałości. W określonym przykładzie wykonania, człon w kształcie ściętego stożka zawiera większą ilość środka wzmacniającego niż zawarta w uszczelnieniu. W innym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka zawiera większą ilość środka wzmacniającego niż zawarta w tulei. Podobnie, dolny łącznik może zawierać większą ilość środka wzmacniającego niż uszczelnienie czy tuleja. W szczególnym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka wykazuje wytrzymałość na ściskanie większą niż wytrzymałość na ściskanie czy to uszczelnienia, czy tulei. W jednym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka wykazuje wytrzymałość na ściskanie od 40 ksi to 100 ksi (276–690 MPa), w szczególności 50 ksi to 100 ksi (345–690 MPa). W innym przykładzie wykonania, dolny łącznik wykazuje wytrzymałość na ściskanie od 40 ksi to 100 ksi (276–690 MPa), w szczególności 50 ksi to 100 ksi (345–690 MPa). W jeszcze innym przykładzie wykonania, uszczelnienie wykazuje wytrzymałość na ściskanie od 30 ksi do 70 ksi (207–483 MPa), w szczególności 30 ksi do 60 ksi (207–414 MPa). W jeszcze innym przykładzie wykonania tuleja wykazuje wytrzymałość na ściskanie od 30 ksi do 80 ksi (207–552 MPa), w szczególności 30 ksi do 70 ksi (207–483 MPa). Zatem, pod wpływem siły ściskającej albo uszczelnienie ulegnie deformacji albo tuleja, zanim nastąpi deformacja czy to dolnego łącznika, czy członu w kształcie ściętego stożka.

Do innych czynników, które mogą wpływać na względną wytrzymałość komponentów, należą rodzaj i rozmiar cząstek środka wzmacniającego w każdym z komponentów. W pewnym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka zawiera wzmocnienie o mniejszym rozmiarze cząstek niż środek wzmacniający czy to w uszczelnieniu, czy tulei. W jeszcze innym przykładzie wykonania dolny

łącznik zawiera środek wzmacniający o mniejszym rozmiarze cząstek niż środek wzmacniający czy to w uszczelnieniu, czy tulei. W jednym przykładzie wykonania człon w kształcie ściętego stożka zawiera środek wzmacniający, taki jak ceramika, metal, cermet lub ich kombinację, przy czym rozmiar cząstek środka wzmacniającego wynosi od 10 nm do 200 μm , zwłaszcza 100 nm do 100 μm .

Jeszcze innym czynnikiem wpływającym na względnie selektywnie dobierany materiał i właściwości chemiczne komponentów są składniki kompozytu metalicznego, tj. nanommatryca metaliczna nanommatrycy komórkowej, osnowa metaliczna rozmieszczona w nanommatrycy komórkowej albo środek kontrolujący rozpad. Wytrzymałości na ściskanie i rozciąganie oraz szybkość rozpadu określone są przez tożsamość chemiczną i względną ilość tychże składników. Zatem właściwości te można regulować za pomocą składników kompozytu metalicznego. Zgodnie z pewnym przykładem wykonania komponent (np. uszczelnienie, człon w kształcie ściętego stożka, tuleja lub dolny łącznik) zawiera osnowę metaliczną kompozytu metalicznego, w której skład wchodzi czysty metal, a inny komponent zawiera osnowę metaliczną, w której skład wchodzi stop. W innym przykładzie wykonania uszczelnienie zawiera osnowę metaliczną, w której skład wchodzi czysty metal, a człon w kształcie ściętego stożka zawiera osnowę metaliczną, w której skład wchodzi stop. W dodatkowym przykładzie wykonania tuleja zawiera osnowę metaliczną stanowiącą czysty metal. Uważa się, że składnik może być funkcjonalnie stopniowany, co polega na tym, że osnowa metaliczna kompozytu metalicznego może zawierać zarówno czysty metal, jak i stop wykazujący gradient względnej ilości albo czystego metalu, albo stopu w osnowie metalicznej rozmieszczonej w komponentcie. Dlatego też wartość selektywnie dobieranych właściwości jest zróżnicowana w zależności od położenia wzdłuż komponentu.

W szczególnym przykładzie wykonania szybkość rozpadu komponentu (np. uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei albo dolnego łącznika) wykazuje większą wartość niż szybkość rozpadu innego komponentu. Alternatywnie, każdy komponent może wykazywać zasadniczo tę samą szybkość rozpadu. W kolejnym przykładzie wykonania tuleja wykazuje większą szybkość rozpadu niż inny komponent, np. człon w kształcie ściętego stożka. W innym przykładzie wykonania środek kontrolujący rozpad komponentu (np. uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei albo dolnego łącznika) występuje w ilości większej niż w innym komponentcie. W innym przykładzie wykonania ilość środka kontrolującego rozpad obecnego w tulei jest większa niż w innym komponentcie. W jednym przykładzie wykonania ilość środka kontrolującego rozpad w uszczelnieniu jest większa niż w innym komponentcie.

Na fig. 14 i 15 zilustrowano alternatywny przykład wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego oznaczonego numerem 1110. Układ ulegający rozpadowi 1110 zawiera człon w kształcie ściętego stożka 1114, tuleję 1118 mającą powierzchnię 1122, uszczelnienie 1126 mające powierzchnię 1130 oraz gniazdo 1134, przy czym każdy komponent jest wykonany z kompozytu metalicznego i wykazuje opisane tu selektywnie dobieralne właściwości mechaniczne i chemiczne. Podstawową różnicą pomiędzy układem 510 (fig. 9) a układem 1110 jest początkowa względna pozycja uszczelnienia i członu w kształcie ściętego stożka.

Wielkość radialnej modyfikacji, której ulega powierzchnia 1122 tulei 1118, jest kontrolowana przez odległość, na jaką człon w kształcie ściętego stożka 1114 jest wciskany do tulei 1118. Powierzchnia w kształcie ściętego stożka 1144 na członie w kształcie ściętego stożka 1114 może klinowo kontaktować się z powierzchnią w kształcie ściętego stożka 1148 na tulei 1118. Tak więc, im dalej względem tulei 1118 zostaje przesunięty człon w kształcie ściętego stożka 1114, tym większa radialna modyfikacja tulei 1118. Podobnie, uszczelnienie 1126 jest umieszczone radialnie do powierzchni w kształcie ściętego stożka 1144 i jest przytwierdzone wzdłużnie względem tulei 1118, zatem, im dalej przesunie się człon w kształcie ściętego stożka 1114 względem tulei 1118 i uszczelnienia 1126, tym większa radialna modyfikacja uszczelnienia 1126 i powierzchni 1130. Powyższa struktura pozwala operatorowi określić wielkość radialnej modyfikacji powierzchni 1122, 1130 po umieszczeniu układu 1110 wewnątrz struktury 1150.

Opcjonalnie układ 1110 może zawierać kołnierz 1154 umieszczony radialnie pomiędzy uszczelnieniem 1126 a członem w kształcie ściętego stożka 1114 tak, że wymiar radialny kołnierza 1154 jest również modyfikowany przez człon w kształcie ściętego stożka 1114 w odpowiedzi na ruch względem niego. Kołnierz 1154 może mieć powierzchnię w kształcie ściętego stożka 1158 komplementarną z powierzchnią w kształcie ściętego stożka 1144 tak, że zasadniczo cała wzdłużna rozpiętość kołnierza 1154 jest jednocześnie modyfikowana radialnie podczas ruchu członu w kształcie ściętego stożka 1114. Kołnierz 1154 może być wykonany z kompozytu metalicznego, który jest inny niż kompozyt w uszczelnieniu 1126 bądź w członie w kształcie ściętego stożka 1114. Zatem kołnierz 1154 może utrzymywać uszczelnienie 1126 w zmienionym wymiarze radialnym, nawet jeśli powierzchnia w kształcie ściętego stożka

1144 zostanie później odsunięta od kontaktu z powierzchnią w kształcie ściętego stożka 1158, utrzymując tym samym uszczelnienie 1126 w połączeniu uszczelniającym ze ścianą 1162 struktury 1150. Można to osiągnąć przez taki wybór kompozytu metalicznego kołnierza 1154, aby miał on wyższą wytrzymałość na ściskanie niż kompozyt uszczelnienia 1126.

Układ ulegający rozpadowi 1110 zawiera ponadto powierzchnię styku 1136 na członie w kształcie ściętego stożka 1114 wchodzącą w szczelne połączenie z korkiem 1138. Układ ulegający rozpadowi zawiera również wgłębienie 1166 (w obrębie ściany 1058) tulei 1118 przyjmujące występy 1170 na palcach oporowych 1174, które to wyposażenie łączy się ze sobą, gdy tylko narzędzie nastawcze 558 ściśnie układ ulegający rozpadowi 1110 w podobny sposób, jak został ustawiony układ ulegający rozpadowi 510 przez narzędzie nastawcze 558, co pokazano na fig. 9.

Na fig. 16 zilustrowano inny alternatywny przykład wykonania ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego oznaczonego numerem 1310. Układ ulegający rozpadowi 1310 zawiera pierwszy człon w kształcie ściętego stożka 1314, tuleję 1318 umieszczoną i skonfigurowaną tak, aby rozszerzała się radialnie do zakotwiczenia ze strukturą 1322, zilustrowaną tutaj jako odwiert w formacji w ziemi 1326, w odpowiedzi na dociskanie do powierzchni w kształcie ściętego stożka 1330 pierwszego członu w kształcie ściętego stożka 1314. Kołnierz 1334 może rozszerzać się radialnie do uzyskania połączenia uszczelniającego ze strukturą 1322 w odpowiedzi na dociskanie wzdłużnie względem drugiego członu w kształcie ściętego stożka 1338 i zawiera gniazdo 1342 z powierzchnią 1346 szczelnie przyjmującą korek 1350 (pokazany przerywanymi liniami) ruchomy względem niej. Gniazdo 1342 zostaje przesunięte w kierunku w dół (w prawo na fig. 16) z kołnierza 1334, zdefiniowanym przez płyn, który dociska korek 1350 do gniazda 1342. Ta konfiguracja i pozycja powierzchni 1346 względem kołnierza 1334 pomaga utrzymać kołnierz 1334 w radialnie rozszerzonej konfiguracji (po tym, jak została ona rozszerzona) przez minimalizowanie radialnych sił działających na kołnierz 1334 z powodu różnicy ciśnienia w poprzek gniazda 1342, gdy zostaje ono zaślepione korkiem 1350.

Aby wyjaśnić, jeżeli powierzchnia 1346 została by umieszczona powyżej choćby części wzdłużnego zasięgu kołnierza 1334 (a tak nie jest), wówczas ciśnienie uzyskiwane w poprzek korka 1350 osadzonego na powierzchni 1346 wytworzyłoby różnicę ciśnienia radialnie w poprzek tej części kołnierza 1334 umieszczonej poniżej powierzchni 1346. Ta różnica ciśnienia byłaby określona przez większe ciśnienie radialnie na zewnątrz kołnierza 1334 niż radialnie wewnątrz kołnierza 1334, wytwarzając w wyniku tego siły skierowane radialnie do wewnątrz działające na kołnierz 1334. Te siły działające radialnie do wewnątrz, jeżeli byłyby wystarczająco duże, spowodowałyby radialne odkształcenie kołnierza 1334 do wewnątrz, zagrażając potencjalnie trwałości uszczelnienia pomiędzy kołnierzem 1334 a strukturą 1322 w tym procesie. Sytuacji takiej unika się w szczególności przez umieszczenie powierzchni w odpowiedniej pozycji 1346 względem kołnierza 1334.

Opcjonalnie ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący 1310 zawiera uszczelnienie 1354 umieszczone radialnie względem kołnierza 1334 i skonfigurowane tak, aby ułatwić uszczelnianie kołnierza 1334 ze strukturą 1322 przez ściśnięcie radialnie pomiędzy nimi, gdy kołnierz 1334 jest rozszerzany radialnie. Uszczelnienie 1354 jest wytwarzane z kompozytu metalicznego wykazującego niższą wytrzymałość na ściskanie niż kompozyt pierwszego członu w kształcie ściętego stożka 1314 w celu poprawy szczelności uszczelnienia 1354 zarówno z kołnierzem 1334, jak i strukturą 1322. W pewnym przykładzie wykonania uszczelnienie 1354 wykazuje niższą wytrzymałość na ściskanie niż kołnierz 1334.

Zatem w tym przykładzie wykonania ulegający rozpadowi układ 1310 może zawierać pierwszy człon w kształcie ściętego stożka 1314, tuleję 1318, oraz opcjonalne uszczelnienie 1354. W przypadku, gdy uszczelnienie 1354 nie jest obecne, kołnierz 1334 pierwszego członu w kształcie ściętego stożka 1314 może tworzyć uszczelnienie metal-metal z obudową lub wyłożeniem albo dopasowywać się do powierzchni otwartego otworu. W pewnych przykładach wykonania pierwszy człon w kształcie ściętego stożka 1314 zawiera funkcjonalnie stopniowany kompozyt metaliczny, tak że kołnierz 1334 wykazuje niższą wartość wytrzymałości na ściskanie od pozostałej części pierwszego członu w kształcie ściętego stożka 1314. W innym przykładzie wykonania kołnierz 1334 wykazuje niższą wytrzymałość na ściskanie niż drugi człon w kształcie ściętego stożka 1338. W jeszcze innym przykładzie wykonania drugi człon w kształcie ściętego stożka 1338 wykazuje większą wytrzymałość na ściskanie niż uszczelnienie 1354.

Opisane tutaj komponenty mogą być rozszerzane o rozmaite materiały. W jednym przykładzie wykonania uszczelnienie, np. uszczelnienie 528, może zawierać uszczelnienie zapasowe, takie jak materiał elastomerowy 602, jak pokazano na fig. 17. Elastomer może mieć na przykład formę pierścienia

O-ring umieszczonego w dławiku 604 na powierzchni uszczelnienia 528. Materiał elastomerowy obejmuje, ale nie ogranicza się do wymienionych, na przykład kauczuk butadienowy (BR), kauczuk butylowy (IIR), chlorosulfonowany polietylen (CSM), kauczuk epichlorohydrynowy (ECH, ECO), kauczuk etylenowo-propylenowo-dienowy (EPDM), kauczuk etylenowo-propylenowy (EPR), elastomer fluorowy (FKM), kauczuk nitylowy (NBR, HNBR, HSN), elastomer perfluorowy (FFKM), kauczuk poliakrylowy (ACM), polichloropren (neoprene) (CR), poliizopren (IR), kauczuk polisiarczkowy (PSR), sanifluor, kauczuk silikonowy (SiR), kauczuk styrenowo-butadienowy (SBR) lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.

Jak opisano w niniejszym dokumencie, komponenty, np. uszczelnienie, można stosować w środowisku odwiertu wgłębnego, na przykład w celu zapewnienia uszczelnienia metal-metal. W pewnym przykładzie wykonania sposób tymczasowego uszczelnienia elementu otworu wiertniczego obejmuje umieszczenie komponentu w głębi otworu oraz doprowadzenie ciśnienia w celu odkształcenia komponentu. Komponent może obejmować uszczelnienie, człon w kształcie ściętego stożka, tuleję, dolny łącznik lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych. Sposób ten obejmuje również dopasowanie uszczelnienia do przestrzeni z utworzeniem tymczasowego uszczelnienia, ściśnięcie tulei w celu zaczepienia z powierzchnią, a następnie doprowadzenie do kontaktu komponentu z płynem wiertniczym w celu doprowadzenia do rozpadu komponentu. Komponent zawiera opisany tu kompozyt metaliczny, w którego skład wchodzi osnowa metaliczna, środek kontrolujący rozpad, nanomatryca komórkowa oraz opcjonalnie środek wzmacniający. Kompozyt metaliczny uszczelnienia tworzy wewnętrzną powierzchnię uszczelniającą i zewnętrzną powierzchnię uszczelniającą umieszczoną radialnie względem wewnętrznej powierzchni uszczelniającej uszczelnienia.

Zgodnie z pewnym przykładem wykonania proces izolacji struktury obejmuje umieszczenie opisanego tutaj ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego w strukturze (np. rurowej, w rurze, tunelu, otworze wiertniczym (zamkniętym lub otwartym) i tym podobnych), radialną modyfikację tulei w celu doprowadzenia do kontaktu z powierzchnią struktury, oraz radialną modyfikację uszczelnienia w celu izolacji struktury. Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący może zostać doprowadzony do kontaktu z płynem w celu rozpadu np. uszczelnienia, członu w kształcie ściętego stożka, tulei, dolnego łącznika lub kombinacji co najmniej jednego z wymienionych. Proces ten może ponadto obejmować ustawienie ulegającego rozpadowi układu kotwiczącego przy pomocy narzędzia nastawczego. Dodatkowo na uszczelnieniu może być umieszczony korek. Izolacja struktury może całkowicie lub znacząco zahamować przepływ płynu przez tę strukturę.

Ponadto uszczelnienie może przybierać rozmaite kształty i obejmować oprócz konkretnej konfiguracji pokazanej na fig. 9 i 13–16 inne powierzchnie uszczelniające. W innym przykładzie wykonania, odnosząc się do figur 18A i 18B, zilustrowano przykład wykonania ujawnionego tu uszczelnienia oznaczonego numerem 100. Uszczelnienie 100 zawiera kompozyt metaliczny, pierwszą powierzchnię uszczelniającą 102 oraz drugą powierzchnię uszczelniającą 104, umieszczoną przeciwnie do pierwszej powierzchni uszczelniającej 102. Kompozyt metaliczny zawiera osnowę metaliczną umieszczoną w nanomatrycy komórkowej, środek kontrolujący rozpad oraz opcjonalnie środek wzmacniający. Uszczelnienie 100 może mieć dowolny kształt i dopasowuje się na miejscu, pod wpływem ciśnienia, do powierzchni z utworzeniem tymczasowego uszczelnienia, które może ulec selektywnemu rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z płynem. W tym przykładzie wykonania uszczelnienie 100 ma kształt pierścieniowy o zewnętrznej średnicy 106 i wewnętrznej średnicy 108. W pewnych przykładach wykonania powierzchnię uszczelniającą może stanowić pierwsza powierzchnia 102, druga powierzchnia 104, zewnętrzna średnica 106, wewnętrzna średnica 108 lub kombinacja zawierająca co najmniej jedną z powyższych.

Chociaż opisano odmiany ulegającego rozpadowi rurowego układu kotwiczącego zawierające łącznie kilka komponentów, uważa się, że każdy komponent może zostać zastosowany oddzielnie i niezależnie jako wyrób. Ponadto może być użyta łącznie dowolna kombinacja komponentów. Co więcej, komponenty można zastosować na powierzchni lub w środowisku odwiertu wgłębnego.

Jakkolwiek przedstawiono i opisano jeden lub więcej przykładów wykonania, można do niego wprowadzać modyfikacje i zamienniki, nie odbiegając od istoty i zakresu wynalazku. W związku z tym, należy rozumieć, że niniejszy wynalazek został jedynie zilustrowany, bez ograniczenia jego zakresu. Podane tu przykłady wykonania mogą być realizowane niezależnie lub w kombinacji.

Wszelkie ujawnione tutaj zakresy są brane łącznie z punktami końcowymi, a te punkty końcowe można ze sobą niezależnie łączyć. Użyta liczba mnoga ma w zamierzeniu obejmować modyfikowany przez nią termin zarówno w liczbie pojedynczej jak i mnogiej, obejmując tym samym co najmniej jeden

z tych terminów (np. określenie barwnik(i) obejmuje co najmniej jeden barwnik). „Opcjonalny” lub „opcjonalnie” oznacza, że opisane w dalszej części zdarzenie lub okoliczność może, ale nie musi nastąpić, i że opis obejmuje przypadki, w których zdarzenie występuje i przypadki, w których nie występuje. Stosowane tutaj określenie „kombinacja” obejmuje mieszanki, mieszaniny, stopy, produkty reakcji i tym podobne. Wszystkie źródła włącza się do niniejszego opisu przez odniesienie.

Zastosowane określenia typu „ten”, „pewien” itp. w kontekście opisu wynalazku (zwłaszcza w kontekście poniższych zastrzeżeń) należy interpretować jako obejmujące zarówno liczbę pojedynczą jak i mnogą, o ile nie wskazano inaczej albo nie stoi to w wyraźnej sprzeczności z kontekstem. Stosowane w niniejszym opisie określenie „pewien/jakiś” zawiera co najmniej jeden element, który to określenie poprzedza, na przykład, „pewne urządzenie” obejmuje „co najmniej jedno urządzenie”. „Albo” oznacza „i/lub”. Ponadto należy dodatkowo zauważyć, że użyte tu określenia „pierwszy”, „drugi” i tym podobne nie oznaczają kolejności, ilości (w ten sposób, że mogą być obecne więcej niż jeden, dwa lub więcej niż dwa elementy), ani ważności, lecz są wykorzystywane raczej po to, aby odróżnić jeden element od innego. Określenie „około” stosowane w powiązaniu z ilością obejmuje wskazaną wartość i ma znaczenie wynikające z kontekstu (np. zawiera w sobie wartość błędu związanego z pomiarem określonej ilości).

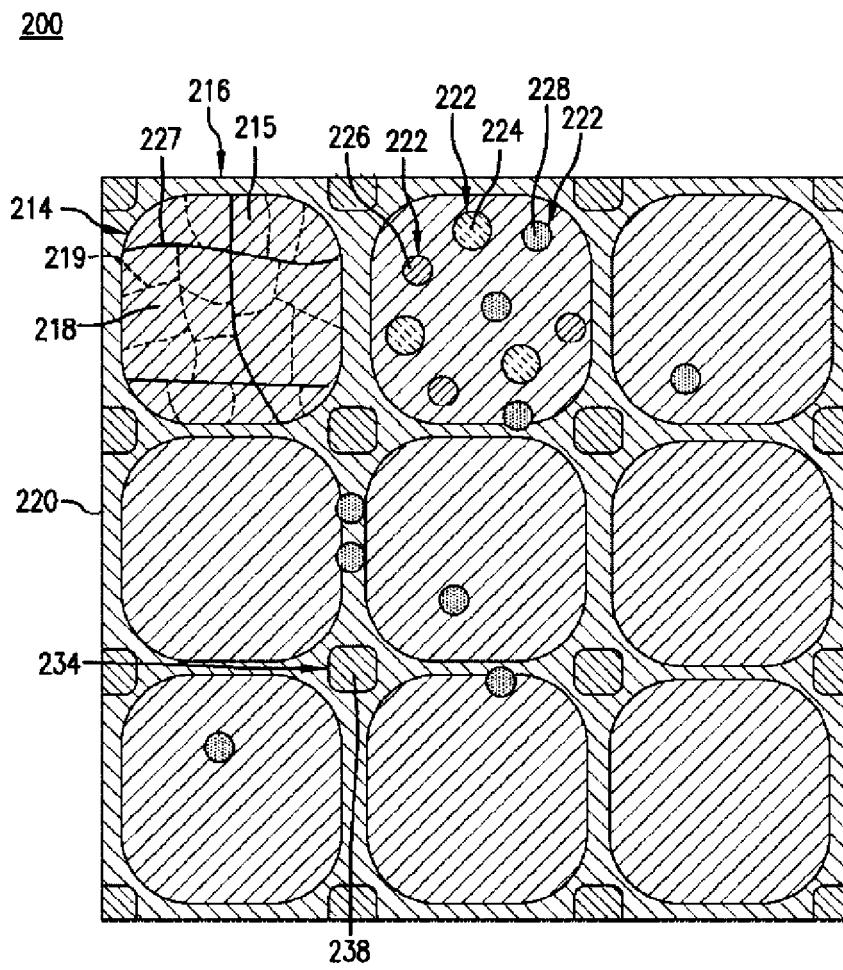
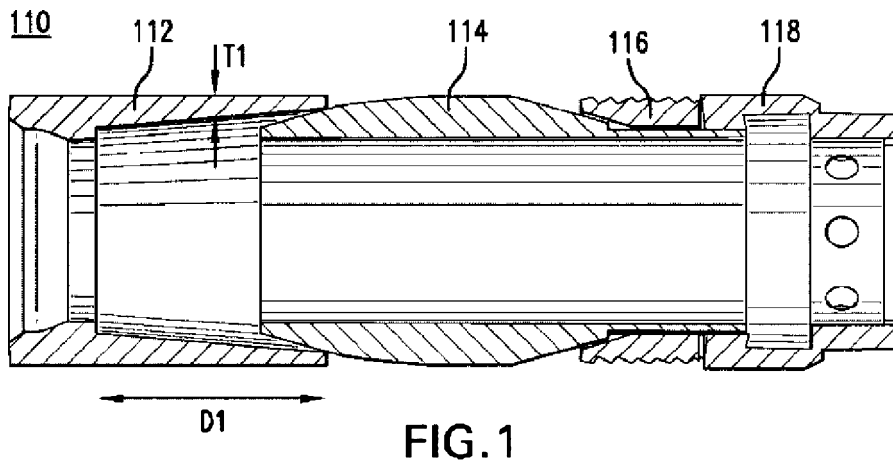
Zastrzeżenia patentowe

1. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący, zawierający człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, tuleję (116, 524, 1118) do łączenia z pierwszą częścią członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, uszczelnienie (112, 528, 1126) do łączenia z drugą częścią członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, jak również gniazdo (532, 1134) łączące się czynnościowo z członem (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, **znamienny tym, że** człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, tuleja (116, 524, 1118), uszczelnienie (112, 528, 1126) i gniazdo (532, 1134) mogą ulegać rozpadowi i niezależnie zawierają kompozyt metaliczny, który zawiera:
nanomatrycę komórkową zawierającą metaliczny materiał nanomatrycy;
osnowę metaliczną rozmieszczoną w nanomatrycy komórkowej, i
środek kontrolujący rozpad, przy czym ilość środka kontrolującego rozpad w tulei (116, 524, 1118) jest większa niż ilość środka kontrolującego rozpad w uszczelnieniu (112, 528, 1126), członie (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, dolnym łączniku (118, 570) lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.
2. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 1, zawierający ponadto dolny łącznik (118, 570), który ulega rozpadowi i niezależnie zawiera kompozyt metaliczny.
3. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym osnowa metaliczna zawiera glin, żelazo, magnez, mangan, cynk lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.
4. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym ilość osnowy metalicznej wynosi około 50% wag. do około 95% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.
5. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 3, w którym osnowę metaliczną stanowi stop w członie w kształcie ściętego stożka.
6. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 5, w którym osnowę metaliczną stanowi czysty metal w uszczelnieniu (112, 528, 1126).
7. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 5, w którym osnowę metaliczną stanowi czysty metal w tulei (116, 524, 1118).
8. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym metaliczny materiał nanomatrycy zawiera glin, kobalt, miedź, żelazo, magnez, nikiel, krzem,

- wolfram, cynk, ich tlenki, ich azotki, ich węgliki, ich związki międzymetaliczne, ich cermet lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.
9. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym ilość materiału nanomatrycy metalicznej wynosi około 10% wag. do około 50% wag., w przeliczeniu na masę kompozytu metalicznego.
 10. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 1, w którym środek kontrolujący rozpad zawiera kobalt, miedź, żelazo, nikiel, wolfram, lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.
 11. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 1, w którym kompozyt metaliczny zawiera ponadto środek wzmacniający.
 12. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 11, w którym środek wzmacniający zawiera ceramikę, polimer, metal, nanocząstki, cermet lub kombinację, zawierającą co najmniej jeden z powyższych.
 13. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 11, w którym ilość środka wzmacniającego w członie (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka jest większa niż ilość środka wzmacniającego w uszczelnieniu (112, 528, 1126), tulei (116, 524, 1118) lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.
 14. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym uszczelnienie (112, 528, 1126) wykazuje procentowe wydłużenie wynoszące od około 25% do około 75%.
 15. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka i dolny łącznik (118, 570) wykazują wytrzymałość na ściskanie większą niż wytrzymałość na ściskanie uszczelnienia (112, 528, 1126), tulei (116, 524, 1118) lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.
 16. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym uszczelnienie (112, 528, 1126) wykazuje wytrzymałość na ściskanie wynoszącą od około 30 ksi (206,84 MPa) do około 80 ksi (551,58 MPa).
 17. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący ulega rozpadowi w odpowiedzi na kontakt z płynem.
 18. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 17, w którym płyn obejmuje solankę, kwas mineralny, kwas organiczny lub kombinację zawierającą co najmniej jeden z powyższych.
 19. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym tuleja (116, 524, 1118) wykazuje szybkość rozpadu większą niż szybkość rozpadu uszczelnienia (112, 528, 1126), członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, dolnego łącznika (118, 570) lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.
 20. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący wykazuje szybkość rozpadu od około 1 mg/cm²/h do około 10 000 mg/cm²/h.
 21. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 2, w którym ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący stanowi korek do szczelinowania lub korek mostkujący (szczelinowania).
 22. Ulegający rozpadowi rurowy układ kotwiczący według zastrz. 2, w którym tuleja (116, 524, 1118) posiada pierwszą powierzchnię (572) podlegającą radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka względem tulei (116, 524, 1118), przy czym pierwsza powierzchnia (572) posiada możliwość do łączenia ze ścianą (576) struktury (540), umieszczoną radialnie względem niej w celu zachowania położenia przynajmniej tej tulei (116, 524, 1118) względem struktury (540) po połączeniu z nią; przy czym uszczelnienie (112, 528, 1126) posiada drugą powierzchnię, która podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka względem uszczelnienia (112, 528, 1126); i gniazdo (532, 1134) ma powierzchnię (536), która posiada możliwość szczelnego łączenia z usuwalnym korkiem (578), ruchomym względem niej,

- przy czym powierzchnia (536) ta posiada możliwość przemieszczania wzdłużnego w stosunku to tulei (116, 524, 1118) w górę, wyznaczonym przez kierunek przepływu, który dociska korek do niej.
23. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 22, w którym uszczelnienie (112, 528, 1126) jest skonfigurowane tak, aby utworzyło uszczelnienie metal-metal w odpowiedzi na radialną modyfikację drugiej powierzchni.
 24. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 22, w którym tuleja (116, 524, 1118) zawiera występy na pierwszej powierzchni, łączące się ze ścianą (576) struktury (540) umieszczoną radialnie względem niej.
 25. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 22, w którym tuleja (116, 524, 1118) i człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka są skonfigurowane tak, że wykazują dostateczne połączenie, aby przeciwdziałać zmianie kierunku wzdłużnego w ruchu względnym między członem (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka a tuleją (116, 524, 1118).
 26. Ulegający rozpadowi rurowy układ (110, 510, 1110) kotwiczący według zastrz. 22, w którym druga powierzchnia uszczelnienia (112, 528, 1126) posiada możliwość rozszerzania radialnego w odpowiedzi na wzdłużne ściskanie podczas przesunięcia wzdłużnego członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka względem tulei (116, 524, 1118).
 27. Sposób izolowania struktury (540), który to sposób obejmuje:
 - umieszczanie w strukturze (540), ulegającego rozpadowi rurowego układu (110, 510, 1110) kotwiczącego, przy czym układ kotwiczący zawiera człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka; tuleję (116, 524, 1118) do łączenia z pierwszą częścią członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka; uszczelnienie (112, 528, 1126) do łączenia z drugą częścią członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka; jak również gniazdo (532, 1134) łączące się czynnościowo z członem (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka,
 - radialną modyfikację tulei (116, 524, 1118) do połączenia z powierzchnią (576) struktury (540), przy czym tuleja (116, 524, 1118) podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka; jak również
 - radialną modyfikację uszczelnienia (112, 528, 1126) do izolacji struktury (540), przy czym uszczelnienie (112, 528, 1126) podlega radialnej modyfikacji w odpowiedzi na ruch wzdłużny członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka względem uszczelnienia (112, 528, 1126), przy czym sposób jest **znamienny tym**, że człon (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, tuleja (116, 524, 1118), uszczelnienie (112, 528, 1126) i gniazdo (532, 1134) ulegają rozpadowi i niezależnie zawierają kompozyt metaliczny, który zawiera: nanomatrice komórkową zawierającą metaliczny materiał nanomatrice, osnowę metaliczną rozmieszczoną w nanomatrice komórkowej, i
 - środek kontrolujący rozpad, przy czym ilość środka kontrolującego rozpad w tulei (116, 524, 1118) jest większa niż ilość środka kontrolującego rozpad w uszczelnieniu (112, 528, 1126), członie (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, dolnym łączniku (118, 570) lub kombinacji zawierającej co najmniej jeden z wymienionych.
 28. Sposób według zastrz. 27, obejmujący ponadto kontaktowanie ulegającego rozpadowi rurowego układu (110, 510, 1110) kotwiczącego w celu rozpadu uszczelnienia (112, 528, 1126), członu (114, 514, 1114) w kształcie ściętego stożka, tulei (116, 524, 1118), dolnego łącznika (118, 570) lub kombinacji co najmniej jednego z wymienionych.

Rysunki



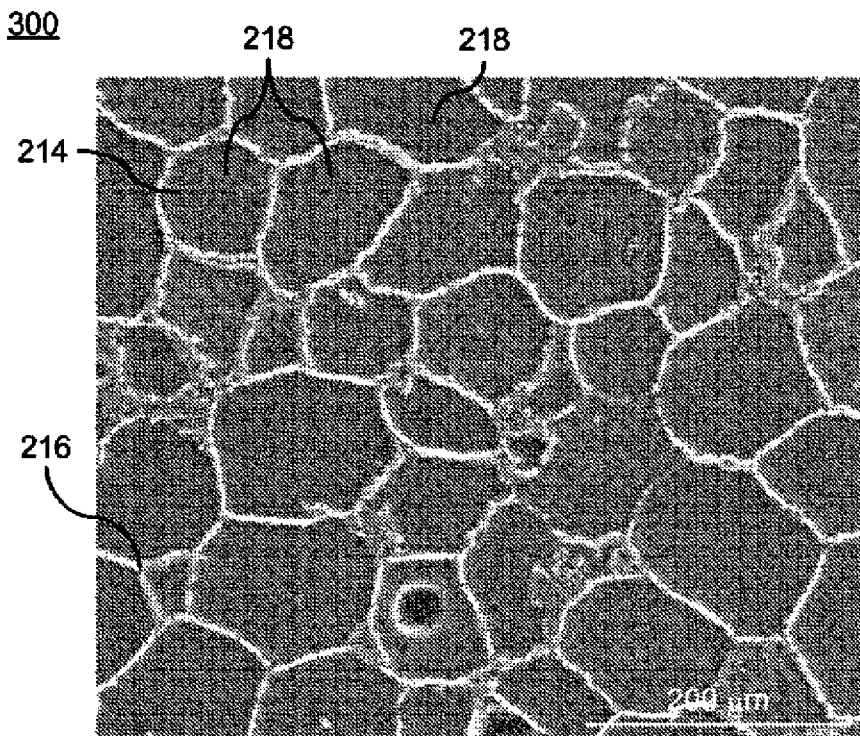


FIG.3

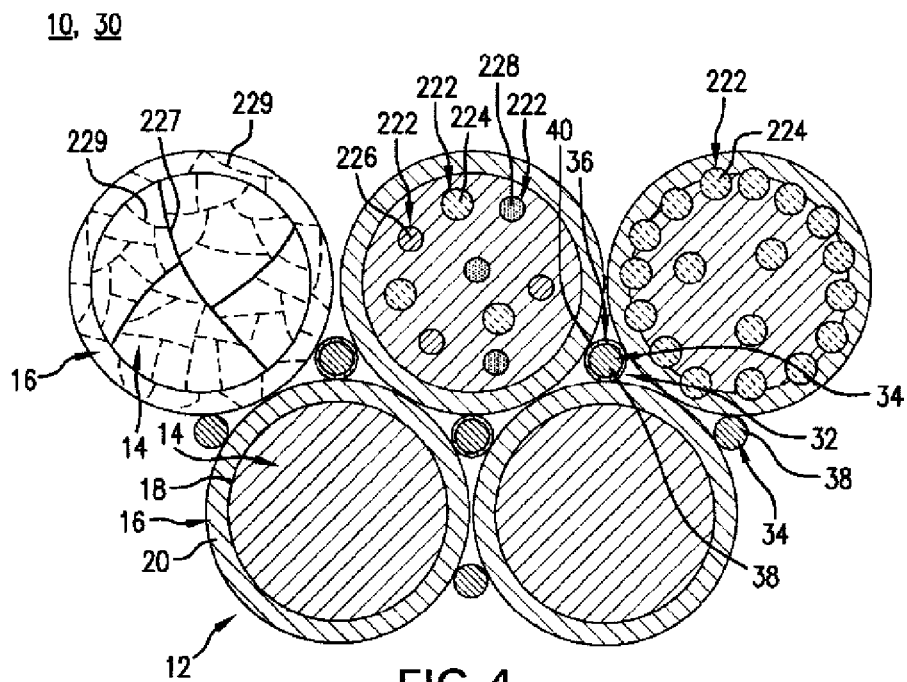


FIG.4

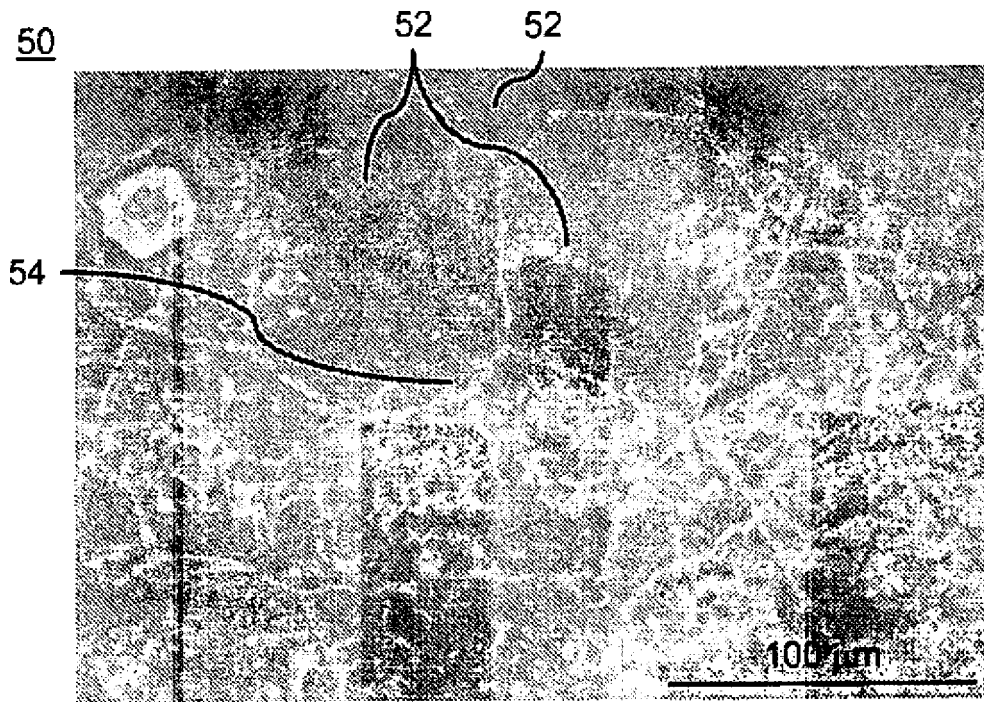


FIG. 5A

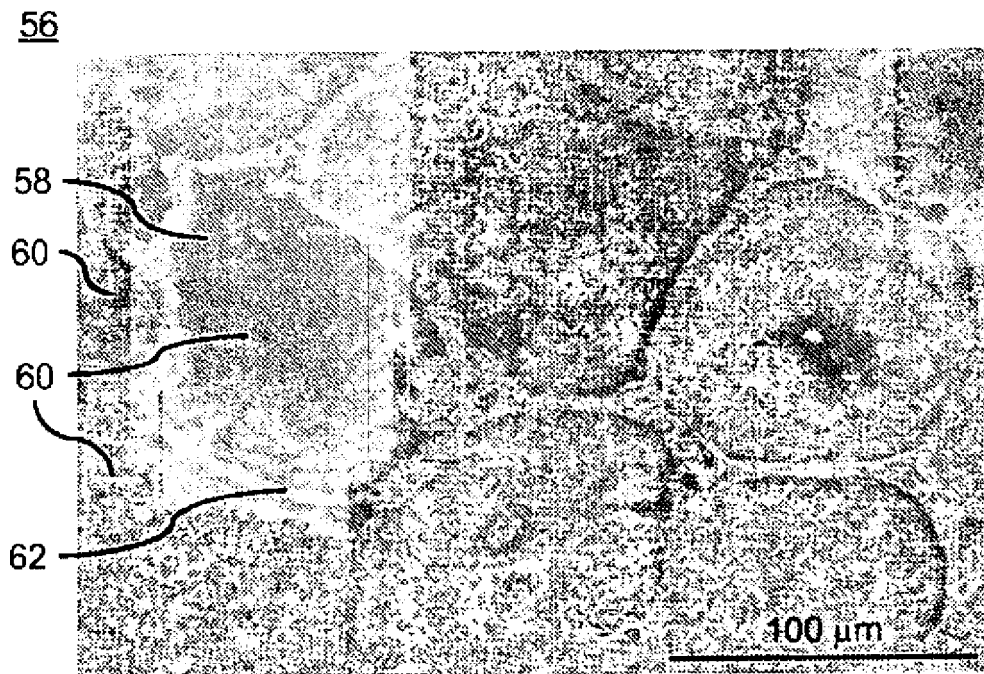


FIG. 5B

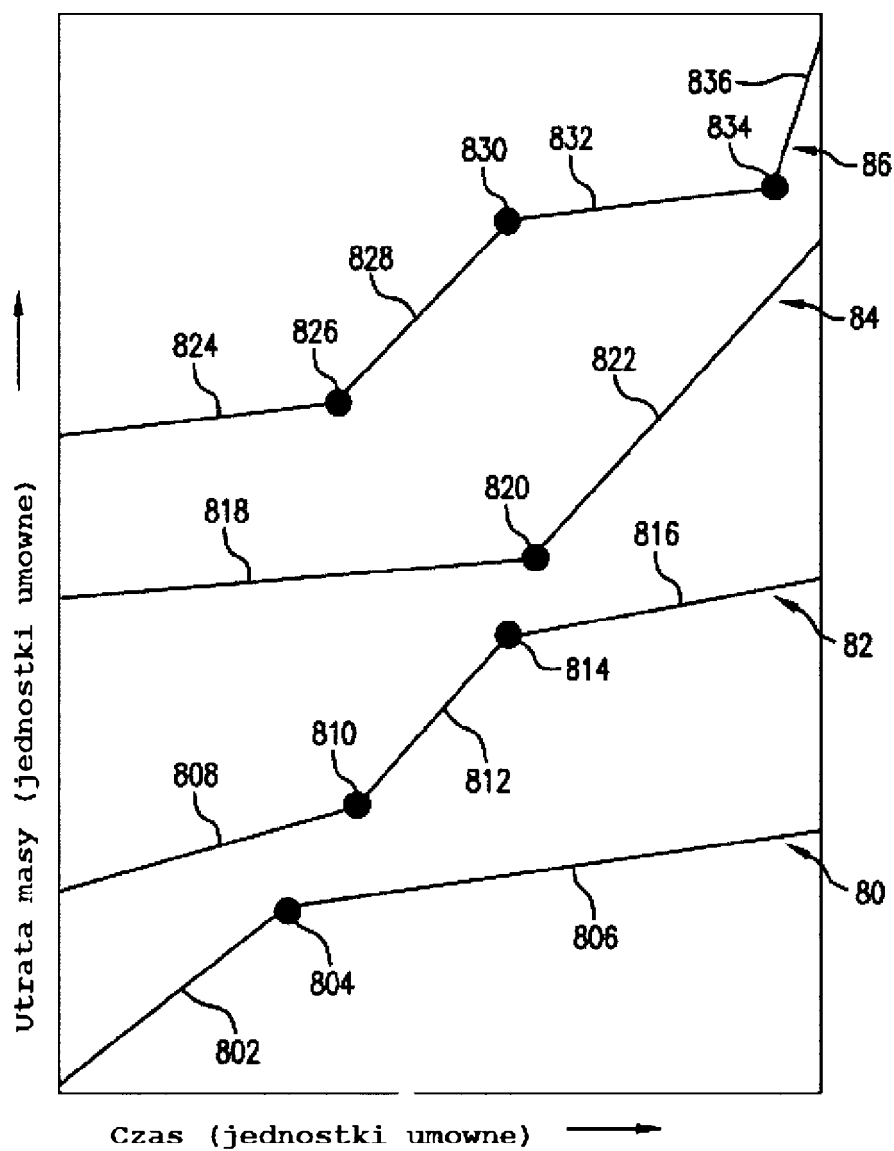


FIG.6

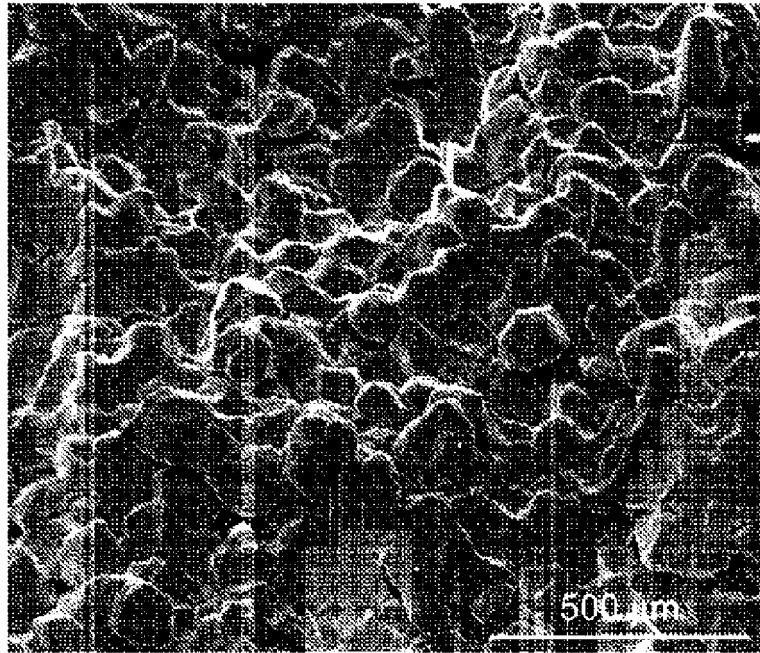


FIG.7A

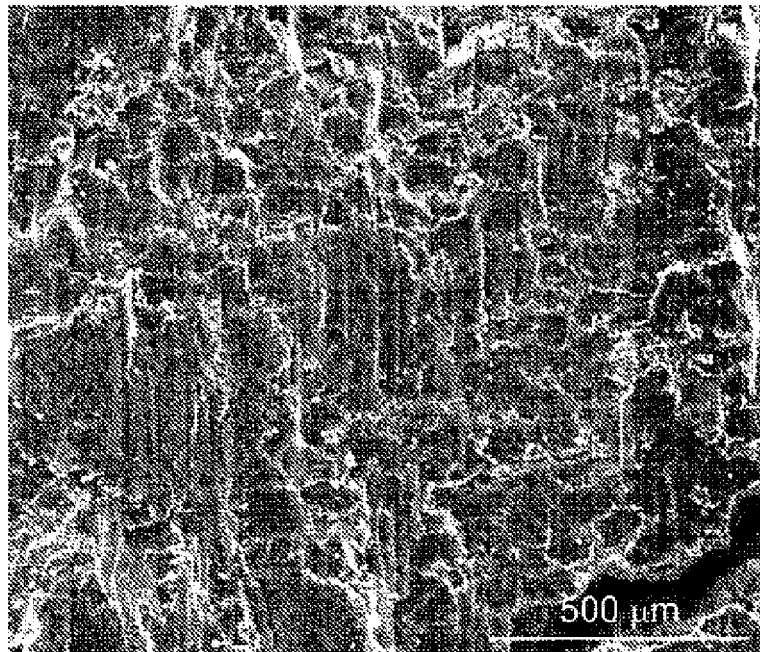


FIG.7B

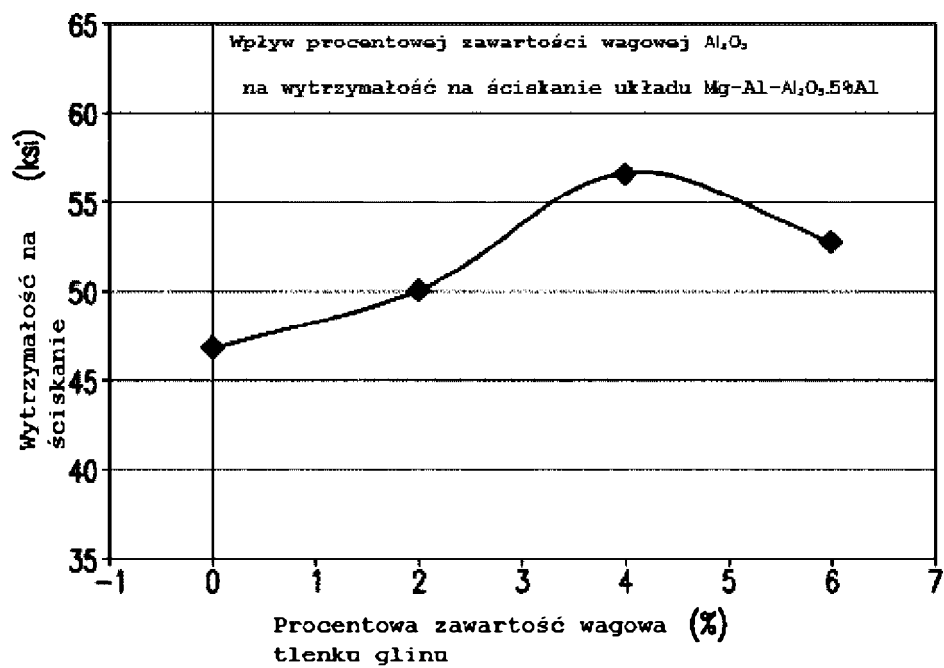


FIG.8

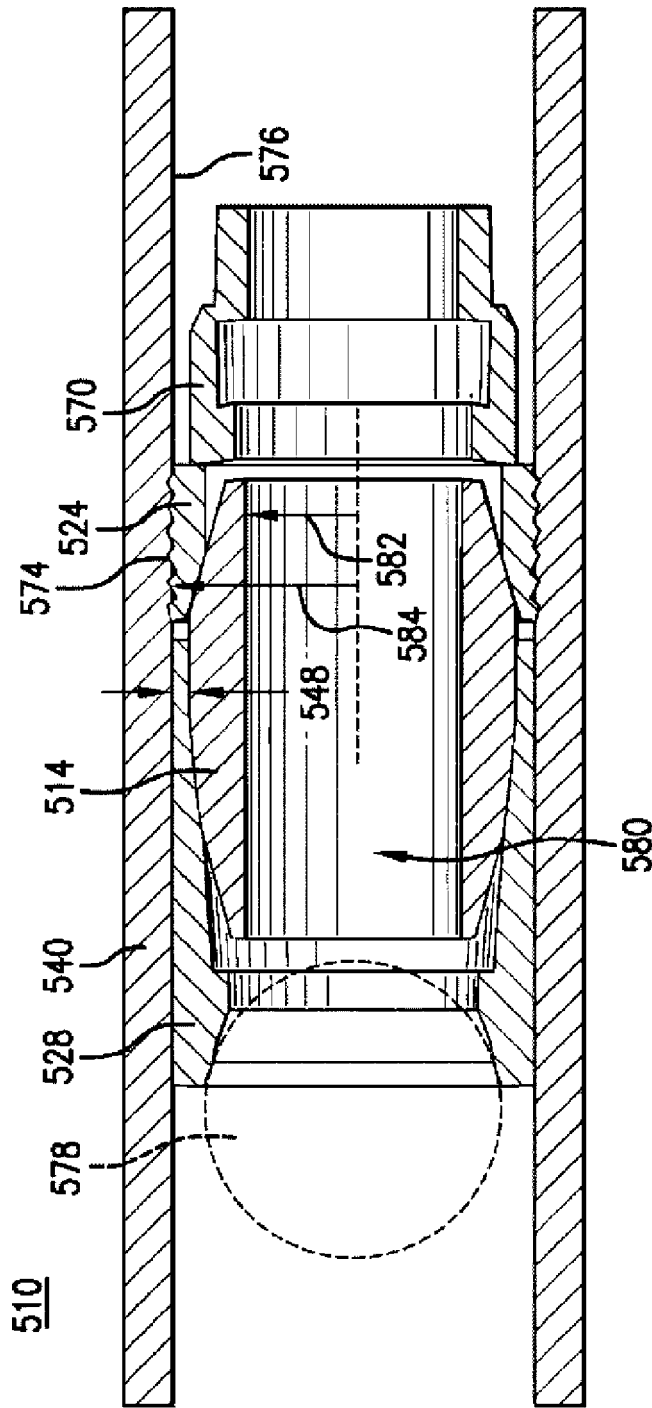


FIG. 9B

514

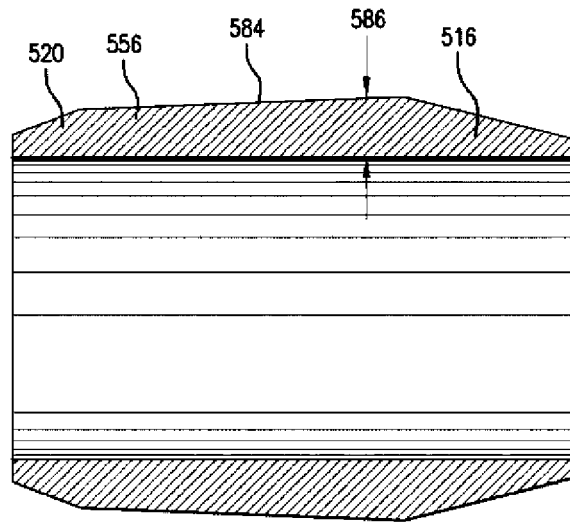


FIG.10

700

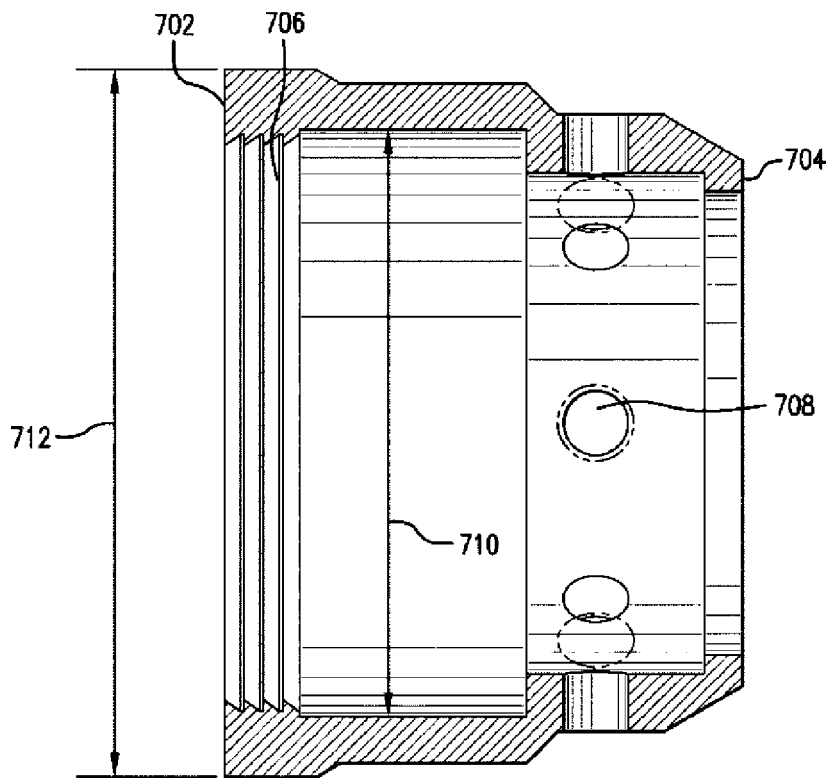


FIG.11

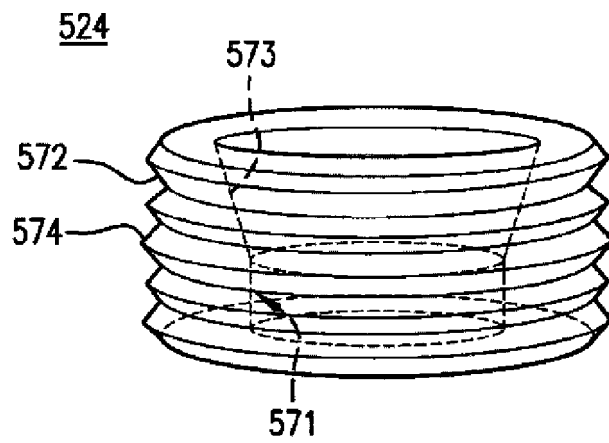


FIG. 12A

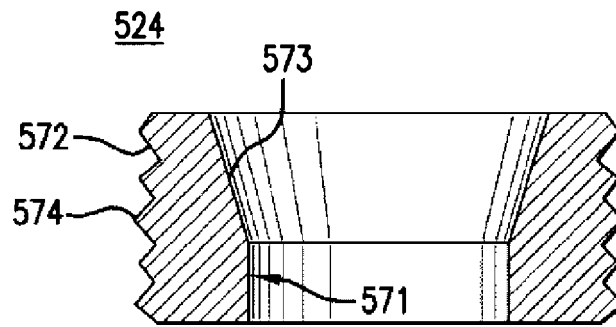


FIG. 12B

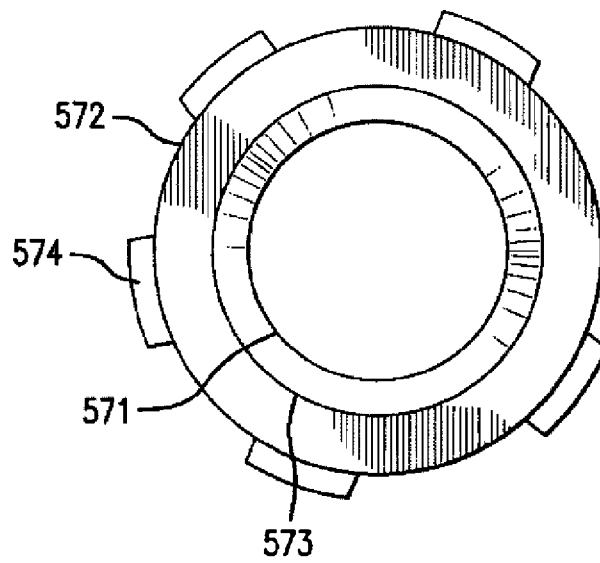


FIG. 12C

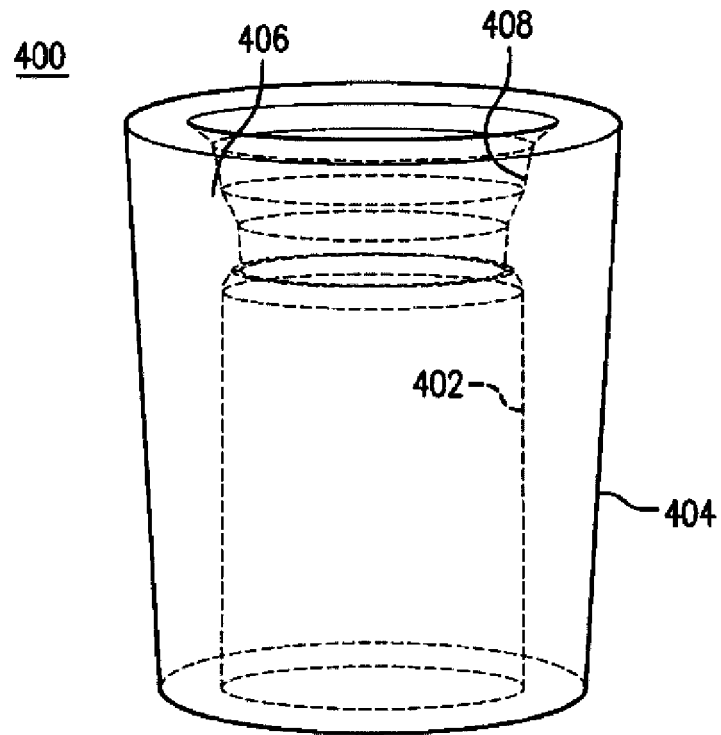


FIG. 13A

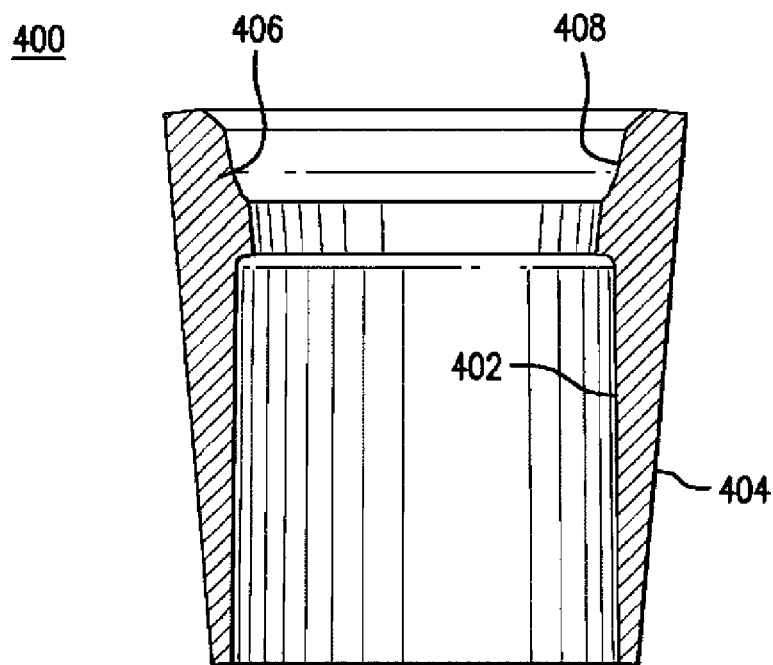


FIG. 13B

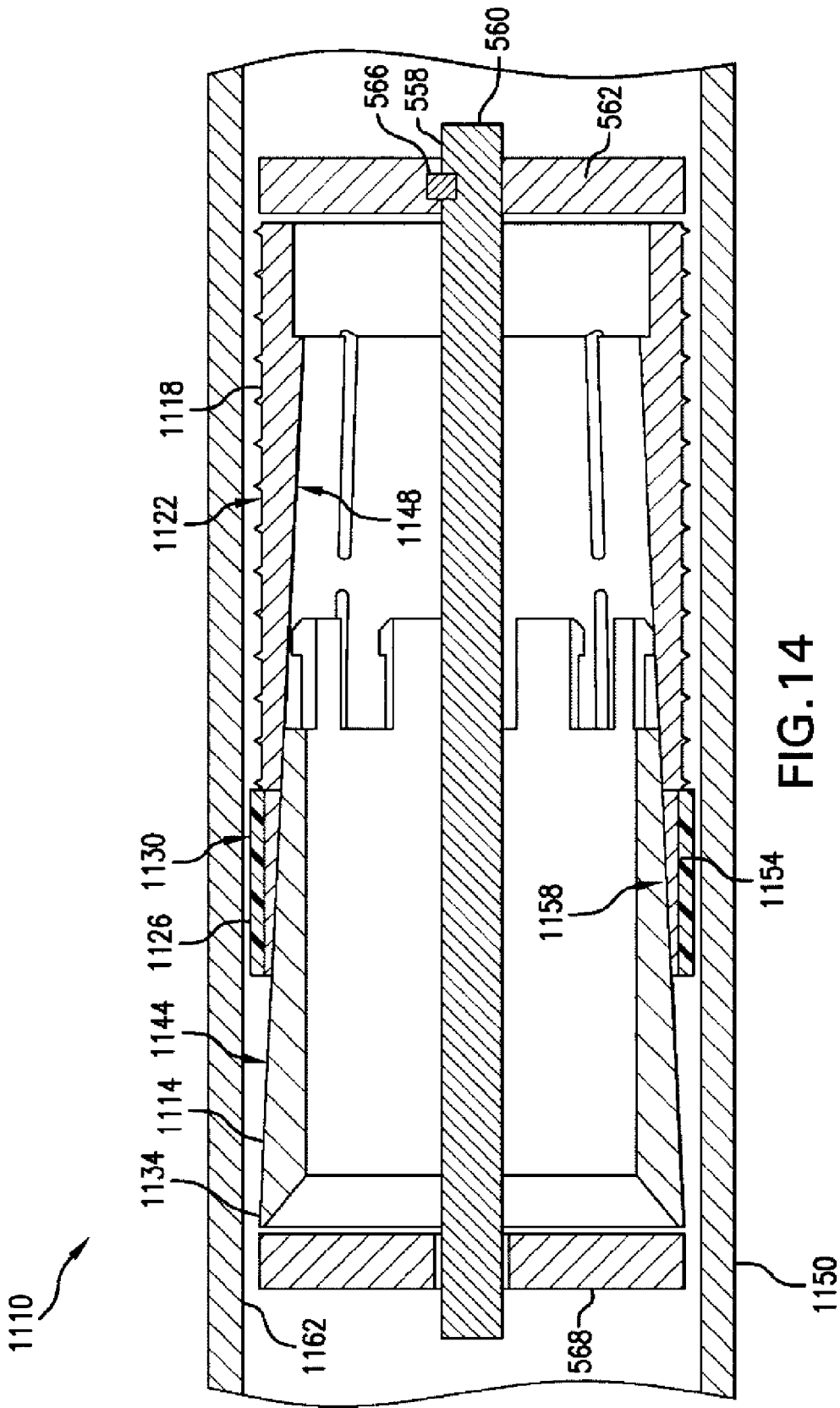


FIG. 14

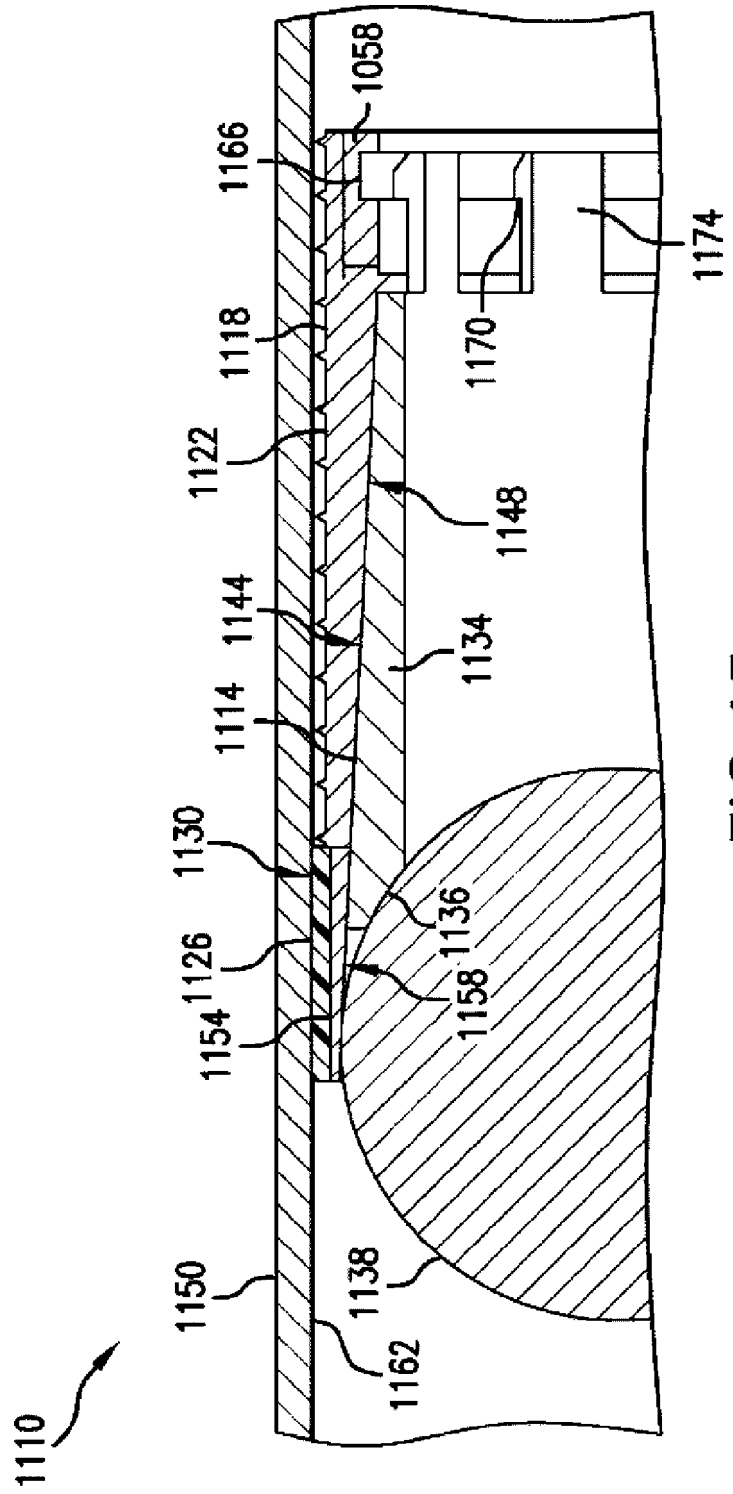


FIG.15

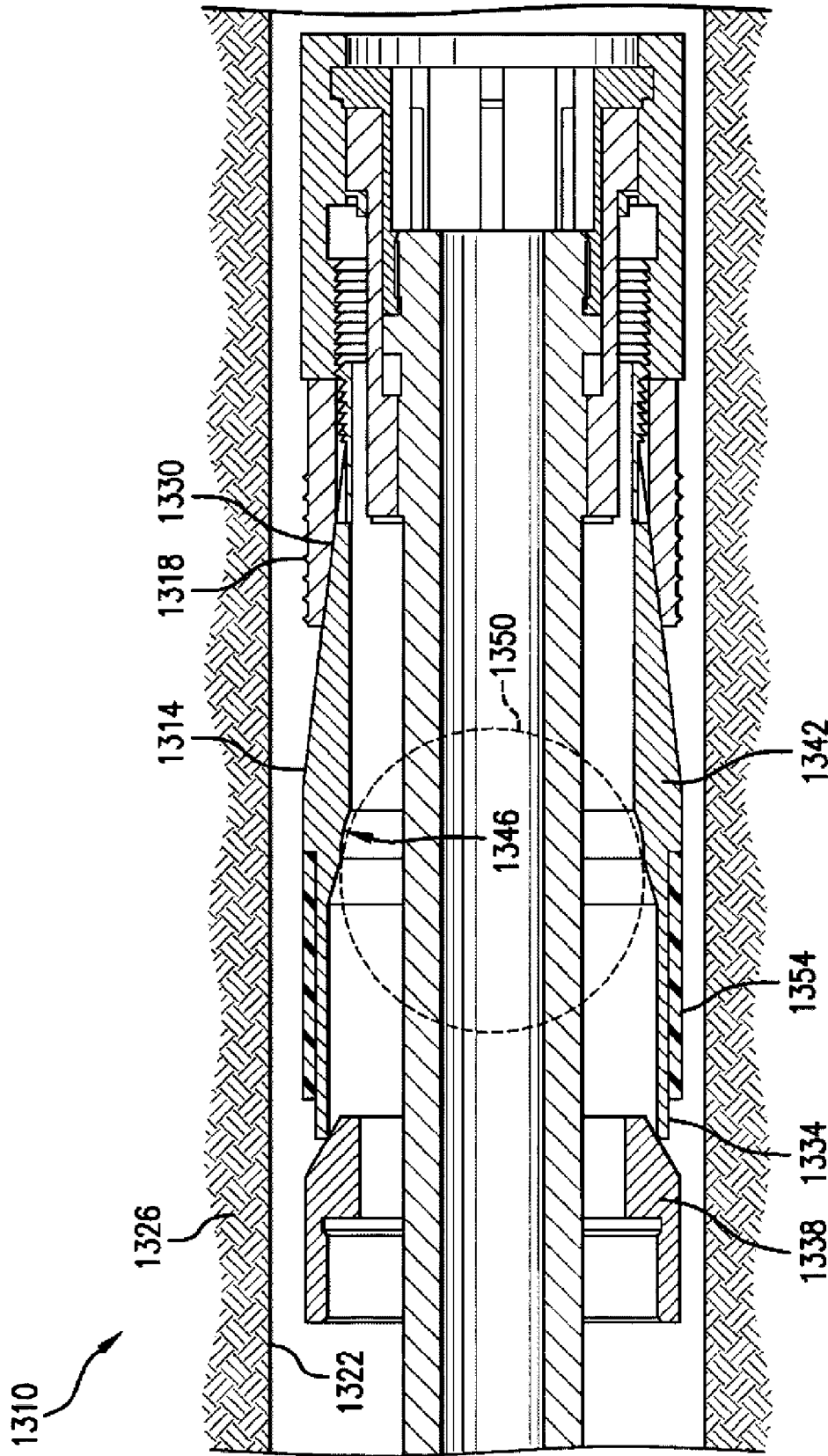


FIG. 16

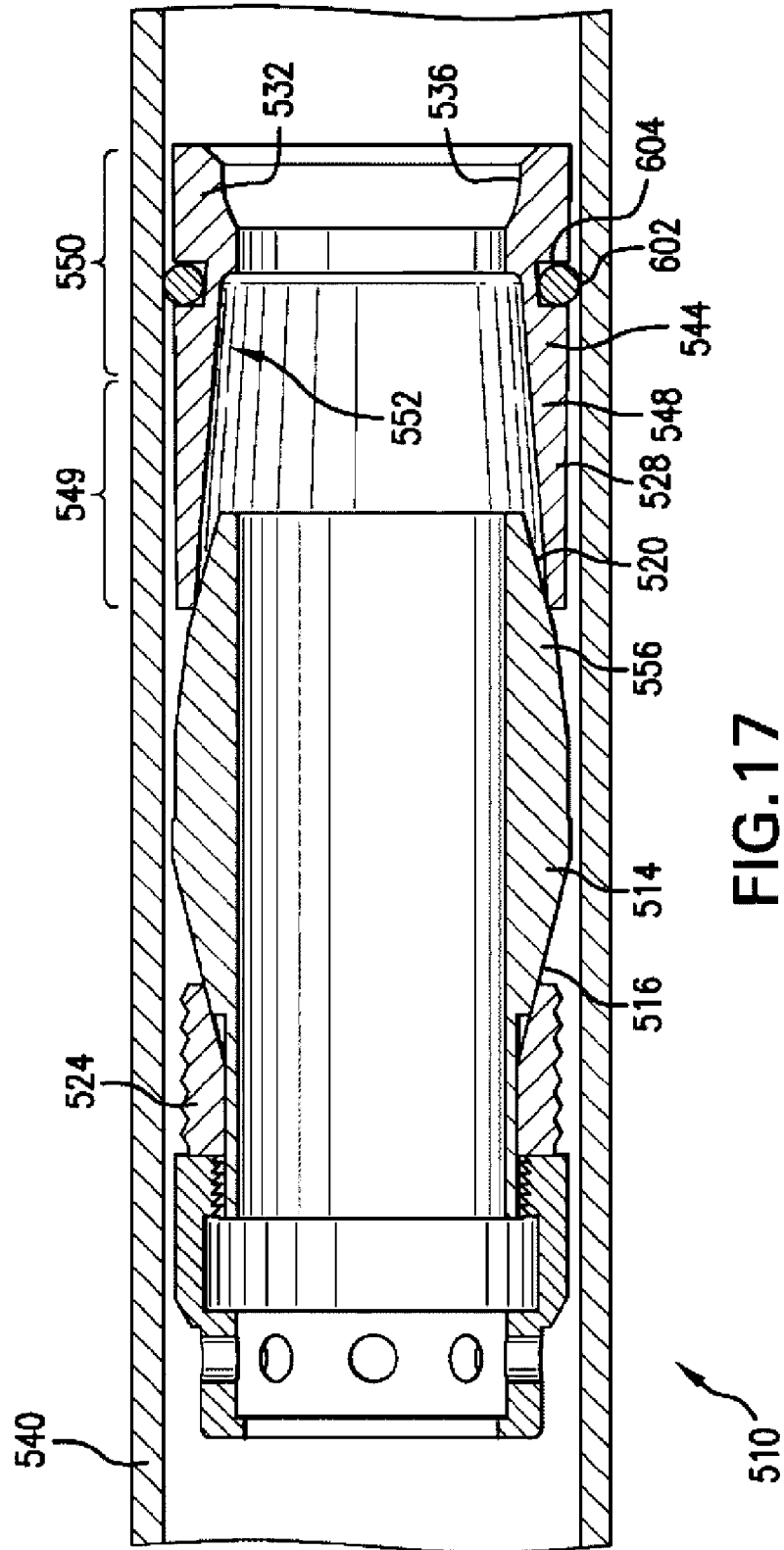


FIG.17

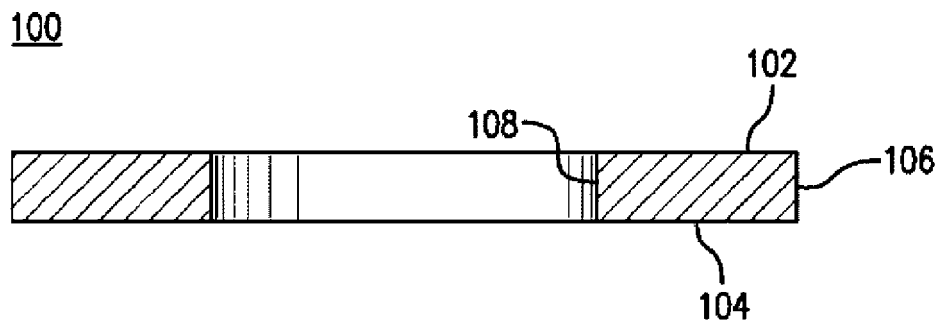


FIG. 18A

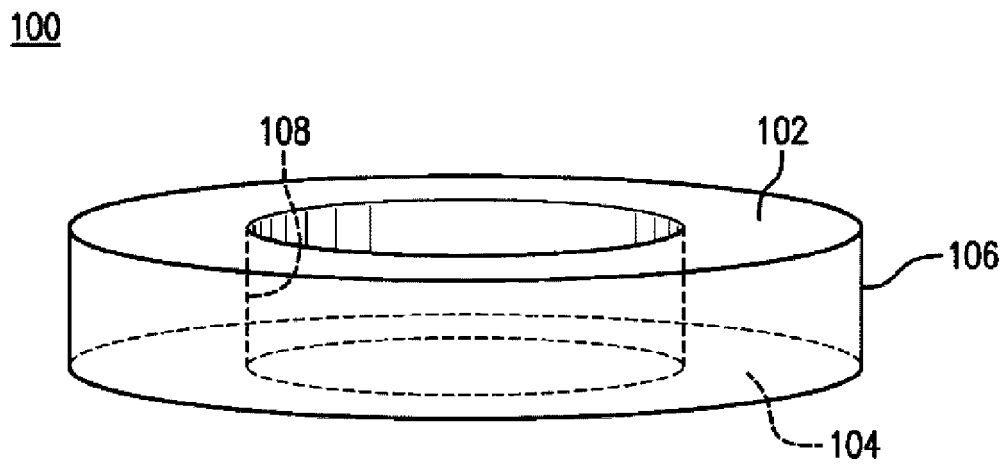


FIG. 18B