

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY** (19) **PL** (11) **233905**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **424587**

(22) Data zgłoszenia: **23.06.2016**

(86) Data i numer zgłoszenia międzynarodowego:

23.06.2016, PCT/EP16/064589

(87) Data i numer publikacji zgłoszenia międzynarodowego:

12.01.2017, WO17/005501

(51) Int.Cl.

C22B 1/10 (2006.01)

F27B 15/08 (2006.01)

(54) **Sposób i urządzenie do prażenia suchych cząstek rudy w złożu fluidalnym**

(30) Pierwszeństwo:

03.07.2015, DE, 102015110772.4

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

04.06.2018 BUP 12/18

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.12.2019 WUP 12/19

(73) Uprawniony z patentu:

OUTOTEC (FINLAND) OY, Espoo, FI

(72) Twórca(y) wynalazku:

SOLMAZ SÜKRÜ, Friedrichsdorf, DE

JOCHEN GÜNTNER, Kahl, DE

JÖRG HAMMERSCHMIDT, Erlensee, DE

ALEXANDROS CHARITOS,

Frankfurt am Main, DE

JEAN CLAUDE HEIN, Niddatal, DE

(74) Pełnomocnik:

rzecz. pat. Agnieszka Żebrowska-Kucharzyk

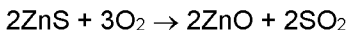
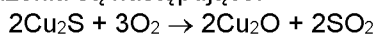
PL 233905 B1

Opis wynalazku

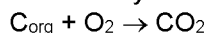
Niniejsze zgłoszenie dotyczy sposobu prażenia cząstek rudy zawierających węgiel i/albo siarkę, w którym cząstki wprowadza się do reaktora do prażenia, do którego doprowadza się gaz zawierający tlen, i w którym cząstki fluidyzuje się w złożu fluidalnym w temperaturze od 500 do 1000°C przez co najmniej 10 s, po czym wyprażone cząstki usuwa się z reaktora. Przedmiotowe zgłoszenie obejmuje również urządzenie przeznaczone do stosowania tego sposobu.

Prażenie stanowi etap przetwarzania niektórych rud. Dokładniej, prażenie stanowi proces metalurgiczny obejmujący reakcje gaz-ciało stałe w podwyższonych temperaturach dla oddzielania związków metali. Często przed prażeniem ruda ulega już przetworzeniu w instalacjach wzbogacania, jak na przykład przez flotację pianową. Można także przetwarzać zmieloną całą rudę.

W prażeniu koncentrat rudy poddaje się obróbce bardzo gorącym powietrzem. Sposób ten ogólnie stosuje się do minerałów zawierających siarkę i/albo węgiel. Podczas prażenia siarczki i/albo węglany i/albo węgiel organiczny są przekształcane do tlenku, siarka jest uwalniana jako dwutlenek siarki, a węgiel organiczny do dwutlenku węgla lub tlenku węgla. W przypadku rud Cu_2S (chalkozyt) i ZnS (sfaleryt) zbilansowane równania prażenia są następujące:



natomiast węgiel organiczny jest przekształcany według poniższego równania:



Typowy sposób prażenia został omówiony w dokumencie DE976145, w którym opisano również standardowy piec prażalniczy. Zgodnie ze sposobem, cząstki rudy wprowadza się do reaktora ze złożem fluidalnym, który ma taką budowę, że jego przekrój poprzeczny zwiększa się od dołu do góry, przez co można fluidyzować cząstki o każdej średnicy.

Dokument DE3300609 dotyczy sposobu prażenia cząstek, w którym w reaktorze ze złożem fluidalnym stosuje się nadmiar gazu utleniającego.

Dokument DE907417 opisuje sposób redukcji Fe_2O_3 do Fe_2O_4 przez zastosowanie węgla jako środka utleniającego.

Również dokument DE1010646 opisuje redukcję Fe_2O_3 , przy czym zastosowano tu trzy układy ze złożem fluidalnym, które są zabudowane jeden na drugim.

Dokument CH538655 opisuje złożo fluidalne do przekształcania siarczanu manganu lub manganu do tlenku z wiązaniem krzyżowym. Typowe dla sposobów prażenia jest to, że substancje wydzielane wprowadza się do reaktora od góry.

We wszystkich tych sposobach wprowadza się koncentrat rudy z zawartością wody od 5 do 12% wagowych. Podczas prażenia wilgoć odparowuje, a uzyskaną parę przepuszcza się przez różne elementy odbiorcze lub stosuje do wytwarzania energii elektrycznej w generatorze. Koncentrat o wilgotności od 5 do 12% wagowych zazwyczaj przenosi się do pieca prażalniczego za pomocą pasa narzucającego tenże koncentrat na złożo w piecu.

Wprowadzanie do pieca suchego koncentratu o wysokiej zawartości energii zaoszczędziłoby dodatkowych nakładów energetycznych, niezbędnych do odparowania zawartej w nim wody. Jednakże nie jest niemożliwe wprowadzanie suchego materiału za pomocą pasa narzucającego. Wprowadzanie materiału na pasie prowadziłoby do takiego efektu, że duża ilość materiału przedostawałaby się do wolnej przestrzeni nad złożem fluidalnym. Tam cząstki stałe reagowałyby, ulegając przegrzaniu i tworząc ze sobą zbrylenia w szczycie pieca prażalniczego. W rezultacie nie tylko narastałyby grudy, ale również przegrzana byłaby górna część pieca prażalniczego z cegłami etc.

Spośród innych sposobów z wykorzystaniem złoża fluidalnego znane jest wprowadzanie bezpośrednio. Na przykład dokument DE3534419 opisuje zgazowywanie węgla w złożu fluidalnym, w którym węgiel wprowadza się w samo złożo fluidalne, gdzie jest natychmiast zgazowywany. Prawie taki sam proces został również opisany w dokumencie DE102005047583.

Jednakże w sposobie prażenia z bezpośrednim wprowadzaniem cząstek rudy do złoża fluidalnego należy oczekiwać zbrylania ukierunkowanego na punkty podawania, ze względu na wysokie miejscowe nagromadzenie rudy. Z uwagi na to, obecnie nie wydaje się możliwe wprowadzanie cząstek rudy w stanie suchym do reaktora prażalniczego.

Przedmiotem wynalazku jest sposób prażenia cząstek rudy zawierających węgiel i/albo siarkę, w którym cząstki podaje się do reaktora do prażenia, do którego doprowadza się gaz zawierający tlen, i w którym cząstki praży się w złożu fluidalnym w temperaturze od 500 do 1000°C przez co najmniej 10 s,

który charakteryzującego się tym, że cząstki mające zawartość wody maksymalnie do 2% wagowych wtryskuje się pneumatycznie do złoża fluidalnego, chłodzonego co najmniej jednym urządzeniem chłodzącym, przy czym cząstki wtryskuje się wewnątrz urządzenia chłodzącego lub w odległości maksymalnie 500 mm od tego urządzenia.

Korzystnie, maksymalna zawartość węgla wynosi 8% wagowych a zawartość siarki zawiera się między 3 a 55% wagowych.

Również korzystnym jest, gdy średnica cząstek zawiera się między 0,001 a 10 mm.

Korzystnie, złożo fluidalne jest złożem pęcherzykowym.

Korzystnym jest, że gaz do pneumatycznego wtrysku cząstek jest gazem obojętnym.

Przedmiotem wynalazku jest również urządzenie do prażenia cząstek, zawierającego reaktor ze złożem fluidalnym, co najmniej jedną linię podawania cząstek rudy, jedną linię podawania gazu zawierającego tlen oraz linię wylotową cząstek do usuwania prażonych cząstek, charakteryzujące się tym, że zawiera co najmniej jedno urządzenie chłodzące, usytuowane w przestrzeni złoża fluidalnego, mające postać co najmniej dwóch płyt chłodzących i/lub co najmniej jednej węzownicy chłodzącej, przy czym linia podawania cząstek rudy, zawierająca pneumatyczny układ zasilania, zakończona jest co najmniej jedną dyszą wtryskową, która usytuowana jest pomiędzy płytami chłodzącymi i/lub wewnątrz węzownicy chłodzącej, albo w odległości maksymalnie 500 mm od urządzenia chłodzącego.

Korzystnie, linia podawania zakończona jest czterema dyszami wtryskowymi, rozmieszczonymi w reaktorze równomiernie względem siebie.

Przedmiot wynalazku w zakresie sposobu zapewnia takie prowadzenie samego procesu prażenia, w którym cząstki rudy można wprowadzać w stanie suchym do reaktora ze złożem fluidalnym, natomiast wynalazek w zakresie wytworu umożliwia realizację sposobu prażenia cząstek w stanie suchym.

Przedmiot rozwiązania przedstawiono na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie urządzenie do prażenia cząstek, zaś fig. 2 przedstawia schematycznie przekrój poprzeczny reaktora.

W sposobie według wynalazku cząstki rudy wprowadza się do reaktora prażalniczego 11, do którego doprowadza się gaz zawierający tlen, który stosuje się jako gaz fluidyzujący. Cząstki są fluidyzowane w złożu fluidalnym 21 reaktora 11 w temperaturze od 500 do 1000°C przez co najmniej 10 s. Średni czas retencji w typowym reaktorze ze złożem fluidalnym mieści się w zakresie od 20 do 50 minut. Następnie prażone cząstki usuwa się z reaktora 11, przy czym gazy prażalnicze usuwa się z tegoż reaktora 11 od strony jego szczytu. Zasadniczo cząstki rudy mają zawartość wody powierzchniowej maksymalnie do 2% wagowych, choć najlepiej jest gdy ta zawartość wynosi maksymalnie do 1% wagowego, i są wtryskiwane pneumatycznie do złoża fluidalnego 21. Materiał może reagować w złożu 21 według potrzeb, ponieważ przy wylocie linii podawania cząstek rudy 13 jest mniejsze ich nagromadzenie, co jest właśnie spowodowane pneumatycznym podawaniem cząstek. W rezultacie zużycie energii ulega zmniejszeniu, bowiem żadna woda nie jest odparowywana. Stosunek masy cząstek do masy gazu wynosi maksymalnie 10 kg substancji stałych na 1 kg gazu.

Zawartość węgla organicznego w prażonych cząstkach wynosi maksymalnie 8% wagowych przy zawartości siarki (z siarczków metal) między 3 a 55% wagowych. W tym zakresie wydajność reakcji jest możliwie największa, przy czym średnica cząstek zasadniczo zawiera się między 0,001 a 10 mm a najlepiej gdy nie przekracza 2 mm, co umożliwia ich fluidyzowanie w typowych reaktorach ze złożem fluidalnym. Takie złożo powinno być złożem fluidalne z wrzieniem pęcherzykowym, zwane złożem pęcherzykowym. Układ pęcherzykowy powstaje wtedy, kiedy wlotowa prędkość gazu fluidyzujący gazu jest nieco większa od minimalnej prędkości fluidyzacji, a to przyczynia się do niewielkiej ekspansji w samym złożu. Niewielkie pęcherzyki mają tendencję do dostosowywania się w fazie gęstej, w której są wprowadzane do złoża nieruchomego, zatem bez wrzenia pęcherzykowego. Natomiast gdy przepływ gazu w fazie gęstej wzrasta to duże pęcherzyki mają tendencję do powiększania się, i jeżeli są większe od rozmiaru krytycznego to złożo rozpocznie ekspansję w ilości, która jest taka sama jak objętość wtryskiwanych pęcherzyków. Przy użyciu złoża fluidalnego 21 z wrzieniem pęcherzykowym powstaje bardziej równomierny profil temperatury, przez co można obniżyć temperaturę reakcji, przy której ryzyko zbrzylenia dalej pozostaje niewielkie, co jest zaletą wtryskiwania cząstek bezpośrednio do złoża 21.

Reakcje prażenia są reakcjami egzotermicznymi, dlatego też złożo fluidalne musi być chłodzone. Złożo fluidalne 21 jest chłodzone za pośrednictwem co najmniej jednego urządzenia chłodzącego 17, w postaci węzownicy chłodzącej lub płyt chłodzących, usytuowanego w przestrzeni złoża fluidalnego 21. Cząstki rudy wtryskuje się wewnątrz jednego z urządzeń chłodzących 17, tj. między płyty chłodzące lub wewnątrz węzownicy, choć możliwe jest również ich wtryskiwanie w odległości maksymalnie 500 mm, ewentualnie maksymalnie 250 mm, a najlepiej maksymalnie 150 mm

od urządzenia chłodzącego 17. Umożliwia to wtryskiwania cząstek rudy w obszarze, w którym temperatura jest miejscowo niższa od średniej temperatury złoża fluidalnego 21, co dodatkowo obniża ryzyko zbrylania.

Zastosowanie gazu obojętnego, takiego jak azot, do wtryskiwania pneumatycznego, redukuje powstawanie grud, ponieważ obniżone zostaje nie tylko miejscowe nagromadzenie cząstek ale również miejscowe stężenie tlenu. Cząstki wprowadza się przez co najmniej jedną dyszę wtryskową 14, przez co średnia prędkość cząstek w dyszy (dyszach) 14 zawiera się między 10 a 60 m/s.

Urządzenie 10 do prażenia cząstek rudy zawiera reaktor 11 ze złożem fluidalnym 21, przy czym reaktor 11 posiada co najmniej jedną linię podawania cząstek rudy 13, jedną linię podawania gazu 15 zawierającego tlen, oraz linię wylotową 16 do usuwania prażonych cząstek z reaktora 11. Zgodnie z niniejszym rozwiązaniem linia podawania 13 zawiera pneumatyczny układ dostarczania 12 i ma co najmniej jeden otwór, który jest umiejscowiony tak, że podczas działania cząstki są bezpośrednio wprowadzane do wnętrza złoża fluidalnego 21. To właśnie umożliwia wprowadzanie do reaktora 11 cząstek suchych, bowiem przy innym ich wprowadzaniu przepływałyby one do wolnej przestrzeni 22 reaktora 11, w której reagowałyby tworząc zbrylenie, a jednocześnie podgrzewałyby szczyt reaktora 11.

W przestrzeni złoża fluidalnego 21 reaktora 11 usytuowane jest co najmniej jedno urządzenie chłodzące 17, które schładza złożo i usuwa ciepło powstałe w egzotermicznych reakcjach prażenia rudy. Urządzenie 17 zawiera co najmniej dwie płyty chłodzące i/albo co najmniej jedną węzownicę chłodzącą.

Wylot linii podawania cząstek rudy 13 znajduje się między płytami chłodzącymi lub wewnątrz węzownicy chłodzącej, co zapobiega zbrylaniu podawanych cząstek rudy. Może on znajdować się również w odległości maksymalnie 500 mm, ewentualnie maksymalnie 250 mm, a najlepiej maksymalnie 150 mm od urządzenia chłodzącego 17. W ten sposób temperatura w miejscu podawania cząstek jest niższa, przez co nie osiągają one poziomu energii aktywacji potrzebnej do zbrylania. Linia podawania cząstek rudy 13 lub jej wylot może mieć dodatkowe chłodzenie, co tym bardziej zmniejsza ryzyko powstawania grud. Linia podawania 13 zakończona jest dyszą lub dyszami wtryskowymi 14, rozmieszczonymi w reaktorze 11 równomiernie względem siebie.

Zgodnie z fig. 1 urządzenie 10 zawiera linię podawania cząstek rudy 13 do wtryskiwania tychże cząstek do reaktora 11. Linia podawania 13 posiada pneumatyczny układ dostarczania 12. Do usuwania cząstek ze złoża fluidalnego 21 po prażeniu służy linia wylotowa 16. Gaz utleniający (zawierający tlen) doprowadza się linią podawania gazu 15, po czym gaz ten, najczęściej powietrze, jest również stosowany jako gaz fluidyzujący, przez co jest on wprowadzany od spodu reaktora 11. Po wprowadzeniu gaz fluidyzujący przechodzi przez podstawę sitową 20, powyżej której znajduje się (podczas działania urządzenia) aktywne złożo fluidalne 21.

Powyżej złoża fluidalnego 21, w szczycie reaktora 11, znajduje się wolna przestrzeń 22, w której zbierają się gazy prażalnicze. Gazy te usuwane są linią usuwania gazów prażalniczych 30, która połączona jest jednym końcem z częścią szczytową reaktora 11, zaś drugim końcem z cyklonem 31, w którym oddziela się od gazu przenoszone w nim małe cząstki rudy. Z cyklonem 31 połączona jest linia obiegu oczyszczania gazu 32, którą gaz przechodzi do dalszego oczyszczania, oraz linia obiegu powrotnego cząstek 33, którą cząstki oddzielone w cyklonie 31 przenoszone są z powrotem do reaktora 11.

W przestrzeni złoża fluidalnego 21 reaktora 11 usytuowane jest urządzenie chłodzące 17 w postaci liniowych płyt chłodzących, które to urządzenie znajduje się wewnątrz złoża 21 podczas pracy urządzenia 10. Wyloty linii podawania cząstek rudy 13, w postaci dysz wtryskowych 14 cząstek rudy, wyprowadzone są w części wewnętrznej urządzeń chłodzących 17, w tym przypadku pomiędzy płytami chłodzącymi, co powoduje miejscowe obniżenie temperatury a tym samym zapobiega zbrylaniu.

Na fig. 2 przedstawiono przekrój poprzeczny reaktora 11. Linia podawania cząstek rudy 13 połączona jest z dyszami wtryskowymi 14, zaś każda dysza 14 usytuowana jest pomiędzy dwoma płytami chłodzącymi urządzenia 17. W ten sposób miejsca wtrysku cząstek rudy mają temperaturę co najmniej o 3°C, a zdarza się, że o 5°C a nawet o 10°C niższą niż średnia temperatura reaktora 11, co obniża ryzyko zbrylania.

Ponieważ podstawa sitowa 20 nie zawiera otworów w obszarach urządzeń chłodzących 17 i dysz wtryskowych 14, uniemożliwia to wprowadzanie gazu fluidyzującego w te obszary i jednocześnie chroni te urządzenia 17 i te dysze 14 przed uszkodzeniami przez fluidyzowane cząstki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób prażenia cząstek rudy zawierających węgiel i/albo siarkę, w którym cząstki wprowadza się do reaktora do prażenia, do którego doprowadza się gaz zawierający tlen, i w którym cząstki praży się w złożu fluidalnym w temperaturze od 500 do 1000°C przez co najmniej 10 s, po czym usuwa się je z reaktora, **znamienny tym**, że cząstki mające zawartość wody maksymalnie do 2% wagowych wtryskuje się pneumatycznie do złoża fluidalnego (21), chłodzonego co najmniej jednym urządzeniem chłodzącym (17), przy czym cząstki wtryskuje się wewnątrz urządzenia chłodzącego (17) lub w odległości maksymalnie 500 mm od tego urządzenia (17).
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że maksymalna zawartość węgla wynosi 8% wagowych a zawartość siarki zawiera się między 3 a 55% wagowych.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że średnica cząstek zawiera się między 0,001 a 10 mm.
4. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że złożo fluidalne jest złożem pęcherzykowym.
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że gaz do pneumatycznego wtrysku cząstek jest gazem obojętnym.
6. Urządzenie do prażenia cząstek, zawierające reaktor (11) ze złożem fluidalnym (21), co najmniej jedną linię podawania cząstek rudy (13), jedną linię podawania gazu (15) zawierającego tlen oraz linię wylotową cząstek (16) do usuwania prażonych cząstek, **znamiennie tym**, że zawiera co najmniej jedno urządzenie chłodzące (17), usytuowane w przestrzeni złoża fluidalnego (21), mające postać co najmniej dwóch płyt chłodzących i/lub co najmniej jednej węzownicy chłodzącej, przy czym linia podawania cząstek rudy (13), zawierająca pneumatyczny układ dostarczania (12), zakończona jest co najmniej jedną dyszą wtryskową (14), która usytuowana jest pomiędzy płytami chłodzącymi i/lub wewnątrz węzownicy chłodzącej, albo w odległości maksymalnie 500 mm od urządzenia chłodzącego (17).
7. Urządzenie według zastrz. 6, **znamiennie tym**, że linia podawania (13) zakończona jest czterema dyszami wtryskowymi (14), rozmieszczonymi w reaktorze (11) równomiernie względem siebie.

Rysunki

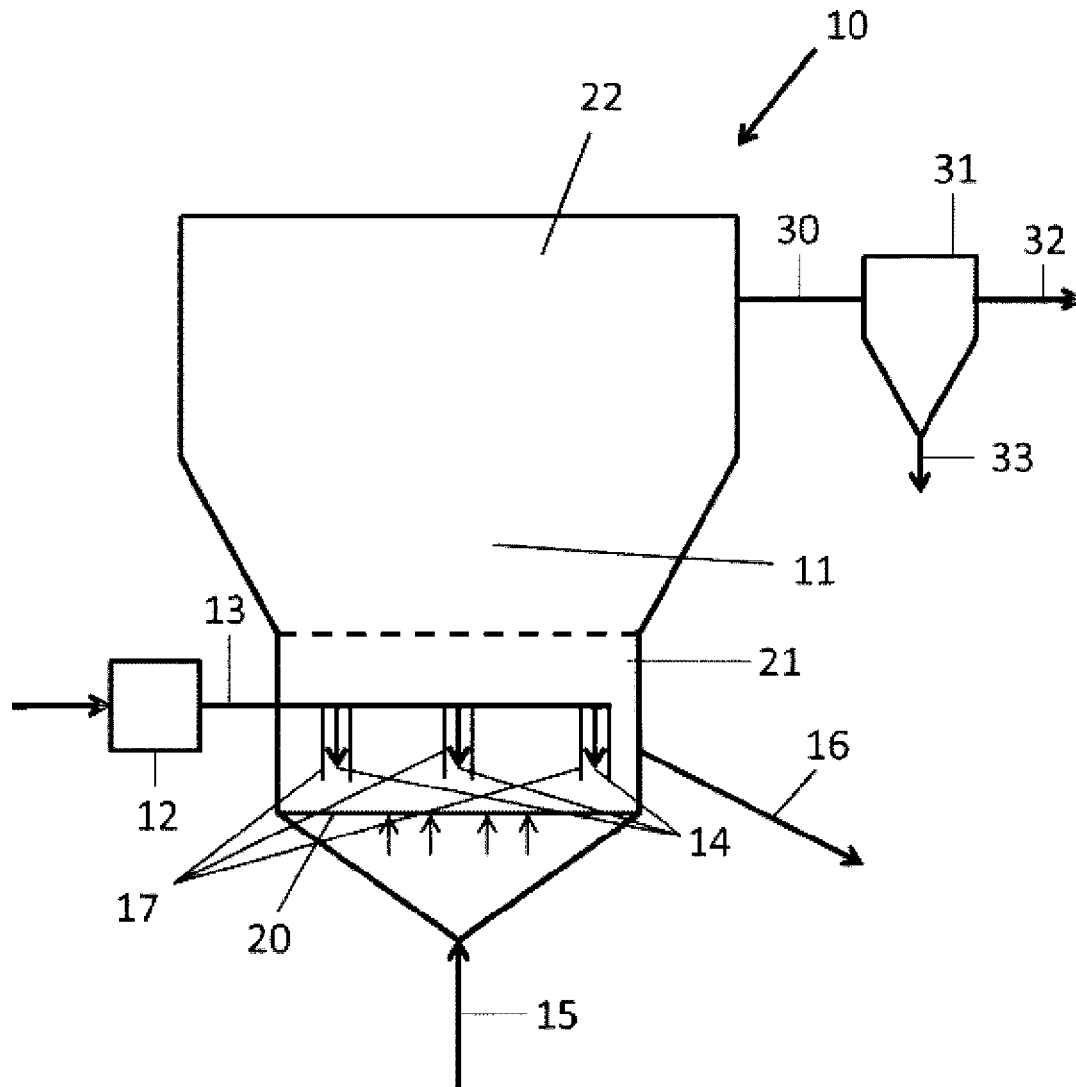


Fig. 1

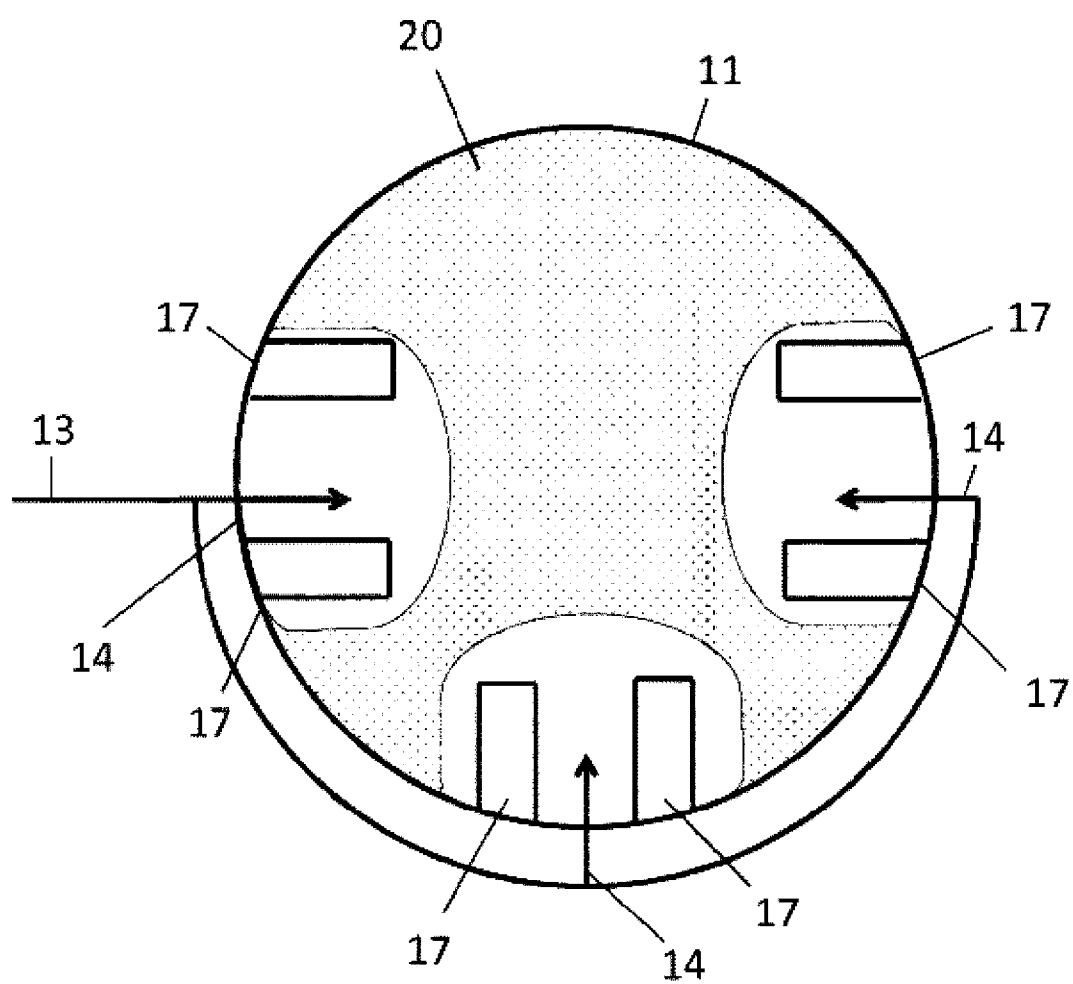


Fig. 2

