

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

52934

Patent dodatkowy
do patentu _____

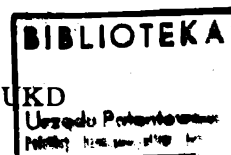
Zgłoszono: 21.V.1964 (P 104 629)

Pierwszeństwo: 22.V.1963 Wielka Brytania

Opublikowano: 20.III.1967

Kl. 21 b, 25/01

MKP H 01 m 43/00



Właściciel patentu: Alkaline Batteries Limited Redditch, Worcestershire
(Wielka Brytania)

Elektryczne ogniwo akumulatorowe zasadowe

1

Wynalazek dotyczy elektrycznych ogniw akumulatorowych typu zasadowego, posiadających osłonę gazoszczelną, a w szczególności dotyczy zagadnienia zapobiegania wyzwalaniu się gazów lub pochłaniania gazów uwolnionych podczas działania ogniwa, i tym samym zapobiega wzrostowi ciśnienia gazu, które mogłoby uszkodzić lub nawet rozsądzić ogniwo.

Wyrażenie „gazoszczelny” jest tu użyte w normalnym znaczeniu, tj. że w czasie normalnego użytkowania zarówno podczas ładowania jak i rozładowania ogniwo jest pozbawione urządzeń zaworowych do wyzwalania gazu przy ciśnieniu atmosferycznym.

Okoliczność ta nie wyklucza jednak stosowania zaworu bezpieczeństwa lub innych urządzeń zabezpieczających, które działają tylko w razie doraźnej potrzeby. Nie wyklucza to także zamykania ogniwa gazoszczelnym korkiem, aczkolwiek normalne ogniwo gazoszczelne powinno być zamknięte fabrycznie i winno pozostawać w stanie zamkniętym przez cały czas użytkowania.

Cechą charakterystyczną elektrycznego ogniwa akumulatora typu zasadowego według wynalazku, posiadającego gazoszczelną osłonę, w której płyty przeciwniej biegunowości są przedzielone pochłaniającym gaz przepuszczalnym materiałem przegradzającym, a ilość elektrolitu nie wystarcza do zalania ogniwa, jest to, że niektóre z płyt mają otwory lub wgłębienia na swej powierzch-

2

ni tworzące komórki gazowe, z których każda jest ograniczona częściowo przez materiał przegrody, a częściowo przez część powierzchni jednej z płyt. Komórki gazowe korzystnie jest wykonać w postaci wgłębienia lub otworów w płytach dodatnich.

Materiał przegradzający może być wpuszczony całkowicie lub częściowo do wgłębienia lub otworów w płycie, wskutek czego komórka w niej utworzona jest odsłonięta całkowicie lub częściowo od płyty o przeciwniej biegunowości. Gdy komórkę stanowi np. otwór przechodzący na wskroś przez płytę, np. przez płytę dodatnią, to warstwy materiału przegradzającego na przeciwnych stronach otworu mogą być zeszyte ze sobą i wciągnięte przez to do otworu, tak iż powstają komórki gazowe całkowicie lub częściowo odsłonięte od przyległych płyt ujemnych. Stwierdzono, że jednakowo skuteczne są układy z komórkami odsłoniętymi od płyt dodatnich jak i układy z komórkami odsłoniętymi od płyt ujemnych.

Wynalazek przede wszystkim dotyczy ogniwa, w których ilość elektrolitu nie jest większa niż ta, jaka może być pochłonięta i utrzymana w porach płyt i w porach umieszczonego między nimi materiału przegradzającego, przepuszczalnego i gazochłonnego. W takich ogniwach jest normalnie pożądane stosowanie zupełnie cienkiego materiału przegradzającego i zwykle napotyka się na pewne trudności, jeżeli chodzi o zapewnienie żeby materiał przegrodowy pozostawał w zetknięciu

z płytami na całej ich powierzchni w celu zmniejszenia do minimum oporu wewnętrznego ogniwa i uzyskania maksimum przewodności. W takich konstrukcjach materiał przegradzający nie byłby dostatecznie gruby, żeby w jego warstwie było jeszcze miejsce na komórki gazowe według niniejszego wynalazku.

Wobec tego ogniwo według wynalazku nie należy utożsamiać z ogniwami zatopionymi, posiadającymi zeberkowane lub marszczone przegrody, zapewniające wystarczające przestrzenie między nimi a płytkami. Takie bowiem przestrzenie zostają natychmiast wypełnione cieczą, a ponadto, gdy z takiego ogniwa wycieknie niepochłonięta ciecz, to będzie ono mieć bardzo małą przewodność lub nie będzie jej mieć wcale.

Wobec tego według wynalazku wgłębienia lub otwory są uformowane tak, że pozostaje jeszcze przynajmniej 80% powierzchni każdego układu elektrod w zetknięciu z przeważającą częścią materiału przegradzającego.

Wynalazek nadaje się do ogniw posiadających płyty różnego typu, np. płyty woreczkowe, płyty spieczone i płyty utworzone ze zwiniętych elektrod, jak również płyty przeznaczone do użytku w ogniwach guziczkowych, w ogniwach cylindrycznych i we wszystkich zwykłych typach akumulatora zasadowego niklowo-kadmowego oraz w ogniwach rurkowych typu edisonowskiego.

Wynalazek dotyczy głównie ogniw zasadowych typu niklowo-kadmowego, lecz może znaleźć zastosowanie również w innych typach ogniw.

W razie potrzeby zespół elektrod ujemnych może mieć większą pojemność ładowania w amperogodzinach niż zespół dodatni.

Jak wiadomo są dwa przypadki, kiedy gazy wywiązują się w ogniwie niklowo-kadmowym, a mianowicie przy przeładowaniu czyli wtedy, gdy ogniwo jest całkowicie naładowane ale prąd ładowania płynie w dalszym ciągu, i na odwrót, to znaczy gdy ogniwo jest całkowicie rozładowane, ale nadal płynie prąd rozładowania, ładując ogniwo w kierunku przeciwnym. Ten drugi przypadek normalnie zachodzi w baterii wieloogniowej, gdy ogniwa nie są dokładnie jednakowe, a prąd płynie w dalszym ciągu przez którekolwiek ogniwo rozładowane najwcześniej dzięki ładunkowi pozostałemu jeszcze w innych ogniwach.

Wzrost ciśnienia na skutek wywiązania się gazów w czasie ładowania i przeładowania może być ograniczony przez ograniczenie zawartości elektrolitu w każdym ogniwie i przez ustawienie stosunku elektrochemicznej pojemności ujemnego materiału aktywnego do dodatniego materiału aktywnego. W tym celu ilość elektrolitu jest ograniczona do takiej ilości, jaka zostaje wchłonięta w porach samych elektrod i przegród z materiału porowatego pomiędzy nimi.

Taka ilość elektrolitu jest wystarczająca dla zapewnienia koniecznego przenoszenia jonów między elektrodami, a jednocześnie pozostaje wystarczająco duża powierzchnia aktywna elektrod dla tworzenia związków z wywiązującymi się gazami. Jednakże tlen wyzwolony na elektrodzie dodatniej w ostatnich fazach czynności ładowania

i podczas przeładowania łączy się znacznie łatwiej z ujemnym materiałem aktywnym niż wodór wyzwolony na płycie ujemnej jest zdolny do związania z dodatnim materiałem aktywnym.

Dlatego, jak również jeszcze w celu uniknięcia niepożądanego wywiązania się wodoru praktycznie dobiera się stosunek pojemności ujemnej do pojemności dodatniej, tak żeby zapewnić dogodnione wywiązanie się tlenu. Gaz ten po wyzwoleniu łączy się z ujemnym materiałem aktywnym, dzięki czemu ujemne elektrody nie zostają nigdy całkowicie naładowane i nie wyzwala się na nich wodór.

W takich urządzeniach ilość użytego elektrolitu jest czynnikiem w dużym stopniu krytycznym, wymagającym mozolnej i długotrwałej procedury dobierania podczas wytwarzania ogniwa. Ciśnienie międzypłytowe i jakość materiału przegradzającego są również czynnikami decydującymi, od których zależy właściwe działanie ogniwa. Jeżeli te czynniki nie są dokładnie dobrane, ogniwo może szybko ulec zniszczeniu w czasie pracy na skutek „wysychania”.

Poza tym takie urządzenia nie zapobiegają problemowi wywiązania się gazów w czasie odwrócenia ładowania. Gdy następuje odwrócenie ładowania, tlen jest skłonny do wywiązania się na płytach ujemnych ogniwa, a wodór na płytach dodatnich, tzn. odwrotnie niż jak to ma miejsce przy przeładowaniu. Żaden z aktywnych materiałów normalnych płyt dodatnich i ujemnych w stanie rozładowania nie jest zdolny do przyjmowania lub absorbowania wodoru albo tlenu przez bezpośrednie połączenie chemiczne, wskutek czego w razie wystąpienia takiego odwrócenia ładowania następuje w ogniwie szybki i niebezpieczny wzrost wewnętrznego ciśnienia gazu.

Aby zapobiec tej niedogodności proponowano wprowadzać specjalne dodatki do płyt, a w szczególności do jednej płyty wprowadzać materiał normalnie stosowany w płytach o biegunowości przeciwnej, jako materiał antypolarny. Taki materiał może stanowić znaczną część ciężaru i obciążać płytę, nie przyczyniając się w niczym do elektrycznej sprawności ogniwa.

Zastosowanie komórek gazowych według wynalazku zapobiega niebezpiecznemu wzrostowi ciśnienia gazu zarówno podczas przeładowania jak i podczas odwrócenia ładowania, co osiąga się bez dodawania specjalnych materiałów przy jednoczesnym niewielkim zmniejszeniu skutecznej powierzchni płyty, lub bez jej zmniejszenia.

Wynalazek może być wykonany w różnych odmianach, z których kilka uwidoczniiono na załączonym rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok z przodu ogniwa alkalicznego z częściowym wykrojem i z elektrodami typu woreczkowego, przy czym uwidocznione są różne warstwy ogniwa, fig. 2 — widok perspektywiczny elektrod o konstrukcji nieznacznie różniącej się od konstrukcji według fig. 1, a fig. 3—7 przedstawiają schematycznie pięć różnych odmian elektrod.

W przykładzie wykonania według fig. 1 i 2 zamknięte alkaliczne ogniwo akumulatorowe ni-

kłowo-kadmowe ma zwykłe naczynie 10 zamknięte korkiem 11 oraz dodatnie i ujemne zaciski 14 i 15, połączone odpowiednio z dodatnimi i ujemnymi elektrodami 16 i 17.

Ujemne elektrody 17 mają zwykłą konstrukcję woreczkową, tzn. że ujemny materiał czynny jest zawarty w pewnej liczbie dziurkowanych woreczków 18, rozmieszczonych poziomo w ramie podtrzymującej 19 i połączonych ze sobą krawędziami, tak iż tworzą ciągłą płytę, jak w zwykłych typach ogniów alkalicznych zawierających wolny elektrolit. Dodatnie elektrody 16 w zasadzie mają również konstrukcję typu woreczkowego, przy czym woreczki 20 są zmontowane pionowo lub poziomo w ramie podtrzymującej 21 (na rysunku uwidoczniono woreczki pionowe), przy czym każdy woreczek jest odsunięty w kierunku poziomym lub pionowym od woreczków sąsiednich, wskutek czego pozostają między nimi kanały lub wydłużone szczeliny 22.

Elektrody ujemne są z nadmiarem wyposażone w ujemny materiał czynny, dzięki czemu mają większą pojemność niż dodatnie elektrody, wskutek czego w czasie ostatniej fazy czynności ładowania i w czasie każdego przeładowania następuje uprzywilejowane wywiązywanie się tlenu z elektrody dodatniej, natomiast nie wywiązuje się wodór, jak już to powyżej wyjaśniono. Przegroda z materiału przepuszczalnego i pochłaniającego gaz, np. z tkaniny nylonowej lub odpowiedniego materiału sfalowanego ma postać ściśle dopasowanego rękawa 23 otaczającego płytę dodatnią.

Przewidziana ilość elektrolitu jest w zasadzie ograniczona do ilości, jaka może być wchłonięta przez pory w elektrodach i w przegrodach. Ponieważ nie ma swobodnego elektrolitu, dokładna ilość elektrolitu nie jest wielkością decydującą i nie musi być ograniczona, np. do absolutnego minimum wymaganego do działania ogniwa, czyli dla niezbędnego przenoszenia jonów między elektrodami.

Elektrody dodatnie i ujemne wraz z przegrodami między nimi są złożone w ogniwie na przemian, ale ciśnienie między płytami nie jest wielkością decydującą. Konstrukcja płyt dodatnich zawiera kanały 22 w zespole złożonym z elektrod i przegród, przy czym kanały są w zasadzie wolne od elektrolitu, wskutek czego wewnątrz nich mogą zbierać się wywiązujące się gazy, chociaż na powierzchni ścianek każdego wgłębienia pozostaje błonka elektrolitu.

Tlen wywiązujący się przy końcu okresu ładowania i w czasie przeładowania na płytach dodatnich może zbierać się w tych kanałach i mieć łatwy dostęp przez przyległe części przepuszczających gaz przegród do aktywnego materiału sąsiednich elektrod ujemnych. W ten sposób kanały w płycie dodatniej powodują lokalne stopniowanie ilości elektrolitu obecnego w materiale przegrody, przy czym jest mniej elektrolitu w tych częściach przegrody, które znajdują się bezpośrednio naprzeciwko tych kanałów, niż w tych częściach, które są naprzeciwko i w zetknięciu z częściami płyty dzięki występującym wówczas siłom kapilarnym.

Jeżeli nawet, jak już zaznaczono, ogólna ilość elektrolitu nie jest wielkością decydującą i nie wymaga zmniejszenia do absolutnego minimum niezbędnego do działania akumulatora, takie lokalne zmniejszenie ilości elektrolitu w niektórych częściach przegrody powoduje łatwiejsze przechodzenie tlenu przez te części z sąsiednich kanałów gazowych do płyty ujemnej.

Tlen łączy się z naładowanym ujemnie materiałem aktywnym i obecną wodą, tworząc wodorotlenek kadmu, dzięki czemu ujemne elektrody nie mogą być nigdy naładowane całkowicie, czyli nigdy nie zostaje osiągnięty poziom, przy którym wywiązywanie się wodoru na elektrodach ujemnych miałyby normalne miejsce. Wobec usunięcia tlenu i zapobieżenia wywiązywaniu się wodoru nie może powstać niebezpieczny wzrost ciśnienia wewnątrz zamkniętego akumulatora, w czasie przeładowania akumulatora.

Ponadto stwierdzono, że akumulator według wynalazku, tzn. z płytami zawierającymi rozstawione komórki, może być poddany trudnym warunkom odwrótnego ładowania bez obawy znaczącego zwiększenia ciśnienia wewnętrznego gazu.

Wynalazek nie jest zależny od specjalnej teorii działania, ale ponieważ nie wprowadza się dodatków do aktywnego materiału płytek przeznaczonych specjalnie do pochłaniania gazów, które jak wiadomo wywiązują się w czasie odwrótnego ładowania, przypuszcza się, że obecność komórek gazowych sprzyja lub ułatwia bezpośrednią rekombinację wytworzonego wodoru i tlenu w przeciwstawieniu do typu kombinacji, jaka zachodzi przy przeładowaniu między tlenem i ujemnym materiałem aktywnym.

Przypuszcza się więc, że przy ładowaniu odwrótnym tlen wywiązujący się na płycie ujemnej wędruje zwłaszcza przez te części przegrody, które przylegają do kanałów gazowych do płyty ujemnej, gdzie powstają powierzchnie stykowe gazu, elektrolitu i metalu, które ułatwiają przebieg następującej reakcji elektrochemicznej:



Taka reakcja, jak wiadomo, zachodzi wtedy, gdy nikiel jest obecny jako katalizator, np. w ogniwach paliwowych, a nikiel jaki stanowi metalową powierzchnię rozdziału w omawianym urządzeniu jest obecny w materiale aktywnym płyty dodatniej lub w niklowanych powierzchniach samych komórek.

Swobodny wodór, który normalnie wywiązywałby się na płycie dodatniej przy odwróceniu działania, tzn. gdy aktywny materiał dodatni jest całkowicie rozładowany, a prąd płynie w dalszym ciągu, powstawałby według reakcji następującej:



Gdy stężenie jonów wodorotlenowych w bezpośredniej bliskości płyty dodatniej jest ciągle uzupełniane przez reakcję (1) — reakcja (2) nie zachodzi, a jony wodorowe są stale usuwane według następującej reakcji powstawania wody:



W ten sposób nie wywiązują się wcale wolne gazy, ani wodór, ani tlen i wobec tego następuje tylko nieznaczne zwiększenie ciśnienia wewnętrznego w akumulatorze. Jak wiadomo reakcja (1) przebiega jeszcze łatwiej przy nieznacznie zwiększonym ciśnieniu i jak stwierdzono w praktyce, akumulator wykonany według wynalazku wykazuje na początku niewielki wzrost ciśnienia wewnętrznego, ale następnie ciśnienie ustala się na pewnym poziomie i dalej nie wzrasta.

Jak uwidoczniło na fig. 2, każdy woreczek płyty dodatniej może być oddzielony od sąsiedniego woreczka. Według fig. 1 woreczki płyty mogą być zebrane w grupy, z których każda zawiera np. dwa lub trzy woreczki, a każda z grup jest odsunięta od następnej grupy tak, iż powstają kanały lub przedziały gazowe. Grupy woreczków mogą być tak ułożone, żeby poszczególne woreczki w płycie miały położenie pionowe lub poziome.

W razie potrzeby dwie warstwy materiału przegradzającego na przeciwnych stronach przegrody w płycie dodatniej mogą być zeszyte ze sobą tak, żeby były wciśnięte do przegrody. Taki układ, w którym komórki gazowe są zwrócone całkowicie lub częściowo ku płycie ujemnej, działa w podobny sposób jak konstrukcja bez szwów.

W innej odmianie nie uwidocznionej na rysunku lecz podobnej do przykładów według fig. 1 i 2 płyta ma dwa lub kilka woreczków albo grup woreczków oddzielonych od siebie i umieszczonych w oddzielnej powłoce materiału przegradzającego. W tym przypadku wgłębienie między sąsiednimi powłokami jest zwrócone ku płycie ujemnej.

Wynalazek nadaje się również do płyt spiekanych, a w innym wykonaniu przedstawionym na fig. 3, podobne wgłębienia lub przegrody gazowe 31 są przewidziane w spiekanych matrycach takich płyt 30. Wgłębienia lub komórki mogą mieć kształt szczelin przebiegających na wskroś matrycy jak na fig. 3, lub też podobnie jak na fig. 4 mogą składać się z kanałów lub żłobków 32 naciętych lub uformowanych na jednej lub na obu stronach płyty 33, a znajdujących się w pobliżu ujemnej elektrody w ogniwie zmontowanym. Jako przegrody stosuje się takie same materiały pochłaniające, przepuszczalne dla gazu.

W przypadku ogniw zawierających płyty spiekane o elektrodach zwiniętych jak przedstawiono na fig. 5 i jak to stosuje się np. w akumulatorach cylindrycznych, komórki gazowe są przewidziane w postaci szczelin 34 naciętych w spieczonej matrycy 35 i sięgających do wewnętrznej podtrzymującej siatki. Takie szczeliny ułatwiają również zwijanie taśmy spieczonej w postaci zwoju, a ponadto szczeliny rozwierają się tworząc wymagane przegrody na powierzchni elektrod.

W innej odmianie przedstawionej na fig. 6 płytki typu według wynalazku są umieszczone w akumulatorach alkalicznych typu ogniw guziczkowych. Płyty użyte w takich ogniwach guziczkowych są odpowiednio wytłoczone z płyt typu komórkowego.

Fig. 6 przedstawia konstrukcję, w której płyta dodatnia jest wytłoczona z zespołu posiadającego woreczki 36 oddzielone od siebie przegrodami 37 jak na fig. 1 i 2. Płytkę jest osadzona na ramie 38 zmontowanej w dodatniej połowie naczynia 39.

Fig. 7 przedstawia ogniwo guziczkowe, zawierające wytłoczoną płytkę siatkową 41, w której komórka gazowa jest wykonana w postaci otworu przebiegającego po środku przez płytę i wzmocnionego za pomocą kołnierza 42.

Stale zamknięte akumulatory niklowo-kadmowe według wynalazku mają szereg zalet w porównaniu ze znanymi dotychczas akumulatorami zamkniętymi, również z akumulatorami zawierającymi środki specjalnie przeznaczone do zapobiegania wywiązaniu się swobodnych gazów przy przeładowaniu jak i ładowaniu odwróconym.

Po pierwsze czynność zamykania wymagała dotychczas bardzo dokładnych kontroli i dobierania ilości elektrolitu, ciśnienia między płytami, typu i jakości przegrody, oraz względnych stanów ładowania elektrod dodatnich i ujemnych. W szczególności dobranie ilości elektrolitu wymagało długich okresów ładowania w czasie formowania dla usunięcia nadmiaru wody. W niniejszym urządzeniu elektrody mogą być formowane wtedy, gdy akumulator jest zapełniony elektrolitem, a następnie nadaje się zwykły ładunek odwrótny dla całkowitego rozładowania nadmiernej pojemności ujemnej. Ogniwo jest następnie po prostu odwrócone dla usunięcia swobodnego elektrolitu przed ostatecznym zamknięciem.

W szczególności ze względu na problem gazów wywiązujących się w czasie ładowania odwróconego, konieczność wprowadzania dodatków pochłaniających gaz do aktywnych materiałów elektrod, zazwyczaj elektrody dodatniej, sprawia, że może być wykorzystana całkowita dostępna skuteczna pojemność elektrod w porównaniu do ich wymiarów gabarytowych. W ten sposób ilość efektywnych materiałów aktywnych może nie być zmniejszona przez wprowadzanie dodatków, a w szczególności, ponieważ efektywna pojemność akumulatora jest bardzo często ograniczona przez pojemność elektrody dodatniej, ma to duże znaczenie w szczególności w przypadku ogniw guziczkowych i innych mniejszych typów akumulatorów.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektryczne ogniwo akumulatorowe zasadowe, zwłaszcza kadmowo-niklowe, posiadające gazoszczelną osłonę, w której płyty o przeciwnej biegunowości są przedzielone materiałem przegradzającym, pochłaniającym i przepuszczającym gaz, a ilość elektrolitu jest niewystarczająca do zalanía ogniwa, **znamiennie tym**, że niektóre płyty, najkorzystniej płyty dodatnie, zawierają otwory lub wgłębienia na swej powierzchni, tworzące komórki gazowe, z których każda jest ograniczona częściowo przez materiał przegrody, a częściowo przez część powierzchni jednej z płyt.

2. Ogniwo według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że komórki gazowe są uformowane przez pozostawienie otworów lub wgłębień w płytach dodatnich.
3. Ogniwo według zastrz. 1 i 2, **znamiennie tym**, że materiał przegradzający jest całkowicie lub częściowo wciągnięty do otworu lub wgłębienia w płycie, wskutek czego uformowana przez to wklęsłość jest zwrócona całkowicie lub częściowo do płyty o przeciwnej biegunowości. 5 10
4. Ogniwo według zastrz. 3, **znamiennie tym**, że wklęsłość jest uformowana przez otwór przebiegający całkowicie przez płytę, przy czym warstwy materiału przegradzającego na przeciwnych stronach otworu są zeszyte ze sobą, przez co materiał jest wciągnięty do otworu tworząc wgłębienia, które są całkowicie lub częściowo zwrócone ku sąsiednim płytom przeciwnej biegunowości. 15 20
5. Ogniwo według zastrz. 1—4, **znamiennie tym**, że ilość elektrolitu jest tak dobrana, że zasadniczo całość elektrolitu jest wchłaniana i utrzymywana w porach płytek i porach umieszczonego pomiędzy nimi materiału przegradzającego gazochłonnego i przepuszczalnego. 25
6. Ogniwo według zastrz. 1—5, **znamiennie tym**, że otwory lub wgłębienia są tak uformowane, że pozostawiają jeszcze przynajmniej 80% powierzchni każdego układu elektrod w zetknięciu z wilgotnym materiałem przegradzającym. 30
7. Ogniwo według zastrz. 1—6, **znamiennie tym**, że zespół elektrod ujemnych ma większą po- 35

- jemność ładowania w amperogodzinach, niż zespół dodatni.
8. Ogniwo według zastrz. 1—7, posiadające płyty woreczkowe, **znamiennie tym**, że przynajmniej jedna para sąsiednich woreczków jest oddzielona od siebie, wskutek czego powstaje między nimi kanał stanowiący wydłużoną komórkę dla gazu.
9. Ogniwo według zastrz. 8, **znamiennie tym**, że posiada przegrodę w postaci powłoki obejmującej płytę.
10. Ogniwo według zastrz. 4 i 9, **znamiennie tym**, że przeciwległe ścianki powłoki przegradzającej są zeszyte ze sobą poprzez komórkę lub komórki gazowe.
11. Ogniwo według zastrz. 9, **znamiennie tym**, że płyta kształtu woreczkowego ma dwa lub kilka woreczków lub grup woreczków oddzielonych od siebie i umieszczonych każda w oddzielnej powłoce materiału przegradzającego.
12. Ogniwo według zastrz. 1—8, **znamiennie tym**, że posiada płytę spiekana z szczelinami przebiegającymi na wskroś, tworząc komórki gazowe.
13. Ogniwo według zastrz. 1—8, **znamiennie tym**, że posiada płytę spiekana z żłobkami na powierzchni, stanowiącymi komórki gazowe.
14. Ogniwo według zastrz. 1—8, **znamiennie tym**, że posiada płytę spiekana i zwijaną, uformowaną z szczelinami na powierzchni zewnętrznej, które rozwierają się gdy płyta jest zwinięta.
15. Ogniwo według zastrz. 1—8, guziczkowe, **znamiennie tym**, że posiada płytę w kształcie wytłoczonej siatki, w której znajduje się otwór stanowiący komórkę gazową.

