

(19)



URZĄD
PATENTOWY
RZECZYPOSPOLITEJ
POLSKIEJ

(10)

PL 439932 A1

(12)

Opis zgłoszeniowy wynalazku (z daty zgłoszenia)

(21) Numer zgłoszenia: **439932**

(22) Data zgłoszenia: **2021.12.20**

(43) Data publikacji o zgłoszeniu: **2023.06.26 BUP 26/2023**

(51) MKP:

H01G 9/022 (2006.01)

H01G 9/035 (2006.01)

H01G 11/62 (2013.01)

(71) Zgłaszający:

POLITECHNIKA POZNAŃSKA, Poznań, PL

(72) Twórca(-y):

KRZYSZTOF FIC, Poznań, PL

PAWEŁ JEŻOWSKI, Poznań, PL

ADAM MAĆKOWIAK, Środa Wielkopolska, PL

(74) Pełnomocnik:

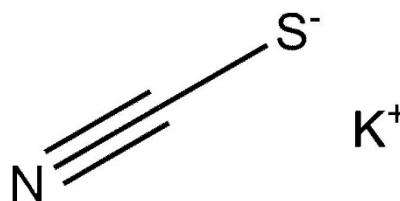
Marcin Walkowiak, Dobra, PL

(54) Tytuł:

Hybrydowy kondensator elektrochemiczny

(57) Skrót opisu:

Przedmiotem zgłoszenia jest hybrydowy kondensator elektrochemiczny składający się z umieszczonych w bezwodnym elektrolicie elektrody dodatniej oraz ujemnej oddzielonych od siebie separatorem, gdzie elektroda ujemna wykonana jest z materiału grafitowego, a elektroda dodatnia wykonana jest z materiału węglowego o silnie rozwiniętej powierzchni właściwej, w którym elektrolit zawiera tiocyjanian potasu o wzorze 1.



Wzór 1

Hybrydowy kondensator elektrochemiczny

Przedmiotem wynalazku jest hybrydowy kondensator elektrochemiczny z zastosowaniem jako urządzenie do konwersji i magazynowania energii.

Kondensatory podwójnej warstwy elektrycznej (ang. *Electric Double-Layer Capacitors*, EDLCs), zwane także superkondensatorami (ang. *Supercapacitors*, SCs), zbudowane są z dwóch elektrod wykonanych najczęściej z węgla aktywnego (ang. *activated carbon*, AC) oddzielonych od siebie separatorem oraz zanurzonych w roztworze elektrolitu, co przykładowo przedstawiono w zgłoszeniu patentowym P.434065. EDLCs to bardzo atrakcyjne rozwiązania na rynku urządzeń magazynowania/konwersji energii ze względu na uzyskiwaną wysoką gęstość mocy, długi cykl życia i relatywnie krótki czas ładowania. Niemniej jednak, ich istotną wadą jest relatywnie niska wartość gęstości energii co ogranicza ich wykorzystanie jedynie do niszowych dziedzin przemysłu [K. Naoi, W. Naoi, S. Aoyagi, J. Miyamoto, T. Kamino, *Acc. Chem. Res.*, 2012, 46, 1075–1083]. Energię kondensatora elektrochemicznego można obliczyć wykorzystując zależność:

$$E = \frac{1}{2} CU^2,$$

gdzie: C – pojemność kondensatora elektrochemicznego [F]

U – napięcie pracy [V]

Zgodnie z podaną zależnością, w celu zwiększenia ilości energii magazynowanej w kondensatorze, poza zwiększeniem pojemności szczególnie efektywne wydaje się opracowanie układów pracujących przy wyższym napięciu - ze względu na wykładniczą zależność napięcia pracy i energii kondensatora. Dlatego istotnym jest, aby uzyskać wyższą stabilność elektrochemiczną elektrolitu, jak wskazano w opisie patentowym P.392742. Obecnie maksymalne napięcie symetrycznego EDLCs, gdzie zarówno elektroda dodatnia jak i ujemna wykonane są z węgla aktywnego, jest ograniczone do 2,7 V. W praktyce przyłożenie napięcia powyżej 2,7 V powoduje - wraz z upływem czasu - znaczną

utrata pojemności, związaną ze wzrastającym oporem będącym rezultatem uszkodzeń mechanicznych i chemicznych elektrod węglowych. Niepożądane procesy faradajowskie (reakcje uboczne, na przykład wydzielanie się gazu), także prowadzą do wzrostu oporów w układzie i w konsekwencji spadku mocy i energii układu. W związku z tym istnieje ograniczenie napięcia do 2,7 V, które z pewnością ogranicza także dalsze zwiększanie gęstości energii [K. Naoi, S. Ishimoto, J. Miyamoto, W. Naoi, *Energy Environ. Sci.*, 2012, 5, 9363].

Obecnie podejmuje się znaczące wysiłki, aby zwiększyć gęstość energii EDLC do wartości docelowej ok. 20–30 Wh·kg⁻¹. Istnieją trzy główne podejścia do osiągnięcia tego celu: pierwszym jest zmiana materiału elektrody na materiał zawierający węgiel wykazujący wyższe wartości pojemności lub wykazujący aktywność redoks; drugie podejście polega na zamianie elektrolitu na bardziej stabilny elektrochemicznie; trzecim i najbardziej obiecującym podejściem, jest opracowanie hybrydowych kondensatorów, łączących mechanizm magazynowania energii EDLCs i mechanizm faradajowskiego magazynowania energii (wykorzystywany np. w ogniwach Li-ion). Obecnie koncepcja konwencjonalnego symetrycznego kondensatora elektrochemicznego została w praktyce rozszerzona na dwie różne kategorie: EDLCs oraz hybrydowe systemy litowo-jonowe [D. Cericola, P. Novak, A. Wokaun, R. Kotz, *J. Power Sources*, 2011, 196, 10305– 10313].

Kondensatory hybrydowe łączące typ akumulatora litowo-jonowego z układem podwójnej warstwy elektrycznej stanowią ciekawą alternatywę dla EDLC. Wykazują one wyższą gęstość energii, przy zachowaniu dopuszczalnej gęstości mocy i żywotności układu [L. Dong, W. Yang, W. Yang, Y. Li, W. Wu, G. Wang, *J. Mater. Chem. A*, 2019, 7, 13810 – 13832]. Mechanizm działania kondensatora hybrydowego opiera się na charakterystycznych właściwościach każdego z materiałów elektrod. Węgiel aktywny o rozwiniętej powierzchni właściwej, stanowiący elektrodę dodatnią, umożliwia magazynowanie ładunku o charakterze niefaradajowskim, a jego potencjał zmienia się liniowo się podczas

ładowania i wyładowania. Z kolei w przypadku zainterkalowanego grafitu stanowiącego elektrodę ujemną, potencjał podczas ładowania i wyładowywania ogniwa jest prawie zawsze stały i umożliwia magazynowanie ładunku w sposób faradajowski, co przedstawiono w opisie patentowym P.413467. Początkowo do kondensatorów hybrydowych w elektrolicie organicznym stosowano związki interkalujące takie jak $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ [B. Scrosati, *Electrochim. Acta*, 2000, 45, 2461 – 2466] czy LiCoO_2 [A. Yoshino, T. Tsubata, M. Shimoyamada, H. Satake, Y. Okano, S. Mori, S. Yata, *J. Electroch. Soc.*, 2004, 151, A2180 – A2182]. Jednak w przypadku najbardziej obiecującego systemu opartego na $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ i węgla aktywnym wymagana jest znacznie większa masa elektrody dodatniej względem elektrody ujemnej, aby zrównoważyć wysoką gęstość energii ujemnej, a okno napięcia jest ograniczone do zakresu od 1,2 do 3,2 V. W konsekwencji gęstość energii kondensatora hybrydowego jest tylko nieznacznie wyższa niż w przypadku symetrycznych EDLCs [G.G. Amatucci, F. Badaway, A.D. Pasquier, T. Zheng, *J. Electrochem. Soc.*, 2001, 148, A930 – A939]. Innym podejściem umożliwiającym zwiększenie napięcia pracy jest połączenie ujemnej elektrody interkalacyjnej i dodatniej elektrody podwójnej warstwy elektrycznej z węgla aktywnego, przy użyciu soli litu w elektrolicie organicznym. W tym układzie ujemna elektroda grafitowa jest wstępnie litowana przy użyciu pomocniczej metalicznej elektrody litowej w celu utworzenia stabilnego związku interkalacyjnego [T. Aida, K. Yamada, M. Morita, *Electrochem. Solid-State Lett.*, 2006, 9, A534 – A536]. Po procesie interkalacji, ogniwo można ładować i wyładowywać w zakresie napięć od 1,9 do 3,6 V. System zaproponowany przez Aida jako elektrody dodatnie i ujemne wykorzystuje węgiel aktywny i węgiel niegrafityzowalny. Bez wstępnego zainterkalowania elektrody ujemnej pojemność urządzenia hybrydowego zmniejsza się w ciągu kilkudziesięciu cykli ładowania/wyładowania. W układzie zaproponowanym przez Fuji, grafit musi być wstępnie interkalowany litem, aby uzyskać kondensator hybrydowy o zadowalającej żywotności. Jednak doświadczenie zaczerpnięte z technologii akumulatorów litowo-jonowych pokazuje, że użycie metalicznego litu może

prowadzić do niekontrolowanego wzrostu temperatury i zapłonu systemów, o czym wspomina opis patentowy US2007/0002524A1. Następnym krokiem w rozwoju technologii jest zatem wyeliminowanie pomocniczej elektrody litowej.

W literaturze znane są koncepcje kondensatorów litowo-jonowych, w których jony litu pochodzą z wysoce stężonego roztworu elektrolitycznego [C. Decaux, G. Lota, E. Raymundo-Piñero, E. Frackowiak, F. Béguin, *Electrochim. Acta*, 2012, 86, 282 – 286]. Ponieważ elektrolit jest integralną częścią całego systemu, udało się uniknąć stosowania metalicznego litu i wszystkich kwestii dotyczących bezpieczeństwa jego użytkowania. Ogniwo elektrochemiczne zostało zbudowane z elektrody dodatniej stanowiącej węgiel aktywny i grafitu jako elektrody ujemnej. W przeciwieństwie do powszechnie stosowanego elektrolitu (1-molowy roztwór LiPF_6 w EC:DMC), wykorzystany został 2-molowy roztwór soli litowej bis(trifluorometano) sulfonoimidu (LiTFSI) w mieszaninie rozpuszczalników EC:DMC. Wybór LiTFSI został podyktowany wyróżniającą się rozpuszczalnością tej soli w porównaniu do konwencjonalnych soli litu. Podczas ładowania ogniwa wzrasta potencjał elektrody z węgla aktywnego, a obniża się potencjał elektrody grafitowej - na skutek interkalacji jonów litu pochodzących z roztworu elektrolitu. Ponieważ maksymalny potencjał elektrody dodatniej musi być ograniczony do ok. 4,2 V vs. Li/Li^+ (aby uniknąć utleniania elektrolitu), nie jest możliwe wprowadzenie wszystkich niezbędnych jonów litu jednym impulsem ładowania przy $C/10$ (gdzie C oznacza teoretyczną pojemność grafitu). Pomimo, że w elektrolicie występuje nadmiar jonów litu, proces pre-interkalacji prowadzi do zauważalnego zmniejszenia stężenia jonów Li^+ w objętości elektrolitu. W konsekwencji zmniejszenie stężenia elektrolitu powoduje spadek przewodnictwa, co niestety prowadzi do zmniejszenia mocy układu. Należałoby więc zadbać, aby pomimo interkalacji elektrody grafitowej jonami litu z roztworu, w elektrolicie pozostała taka ilość soli, która pozwoliłaby na utrzymanie jego wysokiego przewodnictwa. Dodatkowo, mając na uwadze bilans ładunku gromadzonego na elektrodzie ujemnej i dodatniej, należy odpowiednio dobrać stężenie reagenta

redoks tak, aby ładunek interkalacji (elektroda ujemna) był równoważony reakcją redoks (elektroda dodatnia).

Przedstawione wyżej rozwiązanie dało pozytywny rezultat, który został opisany w polskim opisie wynalazku P.437689. Jednak, w ciągu ostatnich kilku lat włożono ogromne wysiłki w rozwój alternatywnych technologii magazynowania energii elektrycznej, zwłaszcza akumulatorów opartych na innych metalach alkalicznych, takich jak akumulatory sodowo-jonowe i akumulatory potasowo-jonowe. Pierwiastki te stanowią ciekawy substytut dla powszechnie stosowanych układów ze względu na ich podobne właściwości chemiczne do litu, stosunkowo łatwą dostępność i niski koszt. Chemia systemów sodowo-jonowych poczyniła szereg postępów w ostatniej dekadzie co przedstawiono w opisie patentowym WO2016168496A1. Z drugiej strony, stosunkowo niewielu naukowców koncentrowało swoje badania na układach potasowo-jonowych (patent US10593992B2), które mają wyższe napięcie robocze niż układy sodowo-jonowe ze względu na niższy potencjał redoks (-2,93 V dla K/K^+ i -2,71 V dla Na/Na^+ względem standardowej elektrody wodorowej). W związku z tym układy wykorzystujące jony potasu wydają się bardzo obiecującymi kandydatami do zastąpienia litu w systemach magazynowania energii elektrycznej.

Istotą wynalazku jest hybrydowy kondensator elektrochemiczny składający się z elektrody dodatniej oraz ujemnej, rozdzielonych separatorem. Całość zanurzona jest w bezwodnym roztworze elektrolitu zawierającym tiocyjanian potasu (KSCN) o wzorze **1**.

Korzystnie masa KSCN w elektrolicie kondensatora powinna wynosić minimalnie 0.7 masy aktywnej elektrody grafitowej i maksymalnie 1.5 masy aktywnej elektrody grafitowej, korzystnie stosunek ten równy jest 1 (grafit:KSCN).

Optymalny wariant elektrolitu przewiduje mieszaninę tiocyjanianu potasu (KSCN) o wzorze **1** w 1-molowym roztworze heksafluorofosforanu potasu (KPF_6)

o wzorze 2, a także rozpuszczalników: glikolu dietylenowego (DEG) o wzorze 3 i eteru dimetylowego (DME) o wzorze 4. Stosunek objętościowy DEG:DME wynosi 1:1.

W proponowanym systemie elektroda ujemna zbudowana jest z materiału zawierającego grafit, a elektroda dodatnia zbudowana z materiału węglowego o silnie rozwiniętej powierzchni właściwej. Układ umożliwia interkalację potasu w elektrodę ujemną z wykorzystaniem jonów potasu pochodzących z elektrolitu. Hybrydowy kondensator elektrochemiczny według wynalazku nadaje się do zastosowania w temperaturze od -25 do 65°C , korzystnie 30°C , przy napięciu od $1,6$ do $4,5$ V, korzystnie $2,0$ do $3,8$ V.

Zastosowanie rozwiązania według wynalazku pozwoliło na uzyskanie następujących korzyści technologiczno-użytkowych:

- zastosowanie napięcie pracy – $2,0 - 3,8$ V,
- brak konieczności pre-interkalacji elektrody ujemnej przy użyciu metalicznego potasu,
- wysoka stabilność elektrochemiczna elektrolitu.

Hybrydowy kondensator elektrochemiczny według wynalazku, bazujący na mieszaninie soli tiocyjanianu potasu z heksafluorofosforanem potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym, przedstawiają poniższe przykłady:

Przykład I

W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono $0,01$ mola tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1-molowym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym 1:1. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz

sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze 30°C poddano galwanostaticznemu ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($0,2 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; $1,6 - 3,6 \text{ V}$).

Przykład II

W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono $0,05$ mola tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1-molowym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym 1:1. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze 50°C poddano galwanostaticznemu

ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($0,1 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; $2,0 - 4,0 \text{ V}$).

Przykład III

W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono $0,1$ mola tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1 -molewym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym $1:1$. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze 65°C poddano galwanostatycznemu ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($0,5 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; $2,2 - 4,5 \text{ V}$).

Przykład IV

W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono $0,2$ mola tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1 -molewym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym $1:1$. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą

mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze 0°C poddano galwanostaticznemu ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($0,3 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; $1,8 - 3,8 \text{ V}$).

Przykład V

W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono 0,5 mola tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1-molowym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym 1:1. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze -25°C poddano galwanostaticznemu

ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($0,4 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; 2,4 – 4,4 V).

Przykład VI

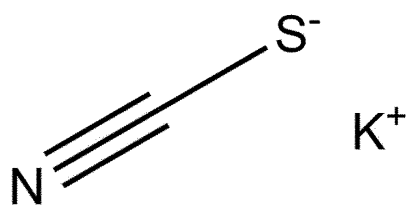
W kolbie miarowej o objętości 1 dm^3 umieszczono 1 mol tiocyjanianu potasu oraz dopełniono 1-molowym roztworem heksafluorofosforanu potasu w glikolu dietylenowym i eterze dimetylowym w stosunku objętościowym 1:1. Składniki mieszano w temperaturze pokojowej do momentu uzyskania jednorodnej mieszaniny, zwanej elektrolitem. Elektrode ujemną hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii miedzianej pokrytej warstwą mieszaniny: grafit SLC1512P (91%), polifluorek winylidenu (PVdF) (8%) oraz sadza węglowa C65 (1%). Elektrode dodatnią hybrydowego kondensatora elektrochemicznego wykonano z folii aluminiowej pokrytej warstwą o składzie: Kuraray YP80F (80%), politetrafluoroetylen (PTFE) (5%), sadza węglowa C65 (15%). Obie elektrody o powierzchni 2 cm^2 rozdzielono przy pomocy dwóch separatorów GF/D. Elektrode referencyjną wykonano z metalicznego potasu. Tak złożony układ umieszczono w naczyniu 3-elektrodowym, a następnie nasączono roztworem elektrolitu.

Skonstruowany układ w temperaturze pokojowej poddano galwanostaticznemu ładowaniu/wyładowaniu; gęstość prądu wyrażono w przeliczeniu na masę elektrody ujemnej ($1 \text{ A}\cdot\text{g}^{-1}$; 2,0 – 4,0 V).

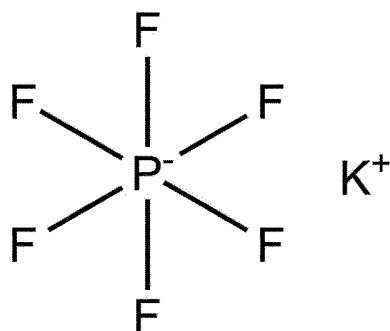
Powyższe przykłady wsparto rysunkiem, na którym fig. 1 przedstawia krzywą interkalacji jonów potasu w strukturę grafitu, fig. 2 wykres napięcia pracy układu oraz potencjały pracy elektrody dodatniej i ujemnej podczas 1 cyklu galwanostaticznego ładowania i wyładowania, a fig 3 woltamogram ilustrujący aktywność redoks jonów tiocyjanianowych w elektrolicie, w którym krzywa prezentuje układ, gdzie elektrode dodatnią stanowi sadza węglowa, a elektrode ujemną metaliczny potas.

Zastrzeżenia patentowe

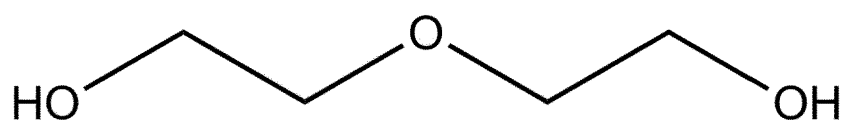
1. Hybrydowy kondensator elektrochemiczny składający się z umieszczonych w bezwodnym elektrolicie elektrody dodatniej oraz ujemnej oddzielonych od siebie separatorem, gdzie elektroda ujemna wykonana jest z materiału grafitowego, a elektroda dodatnia wykonana jest z materiału węglowego o silnie rozwiniętej powierzchni właściwej **znamienny tym, że** elektrolit zawiera tiocyjanian potasu o wzorze **1**.
2. Hybrydowy kondensator elektrochemiczny według zastrz. 1 **znamienny tym, że** zawartość tiocyjanianu potasu w elektrolicie pozostaje w proporcji do masy aktywnej elektrody ujemnej w stosunku mas grafit:tiocyjanian potasu zawierającym się w przedziale 0.7 – 1.5, korzystnie 1.
3. Hybrydowy kondensator elektrochemiczny według zastrz. 1 albo 2 **znamienny tym, że** elektrolit stanowi mieszaninę tiocyjanianu potasu o wzorze **1** w 1-molowym roztworze heksafluorofosforanu potasu o wzorze **2**, a także rozpuszczalników: glikolu dietylenowego o wzorze **3** i eteru dimetylowego o wzorze **4**, przy czym stosunek objętościowy glikol dietylenowy:eter dimetylowy wynosi 1:1.



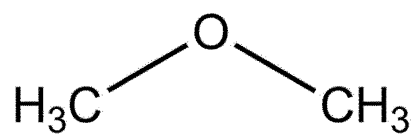
Wzór 1



Wzór 2



Wzór 3



Wzór 4

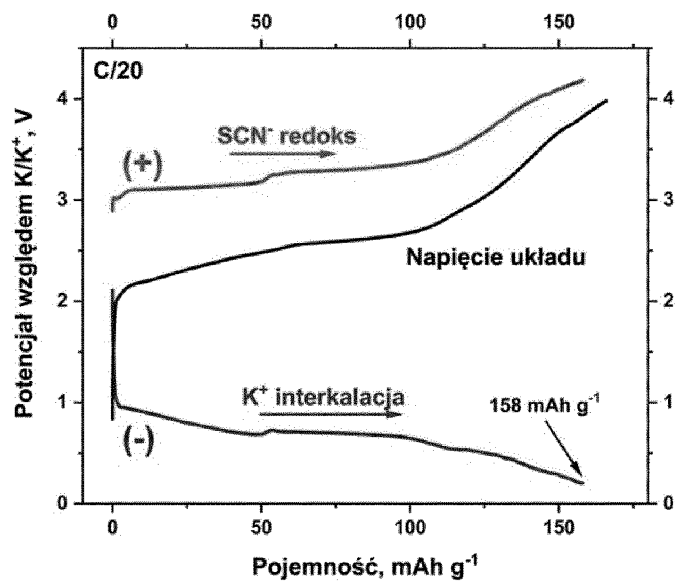


fig.1

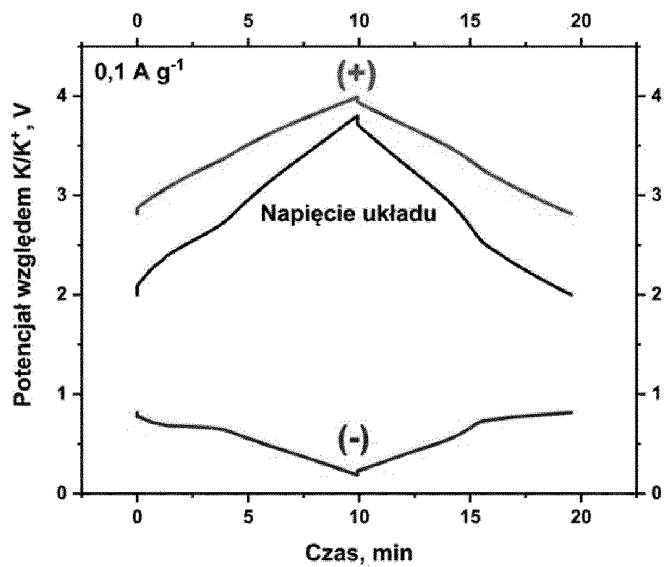


fig.2

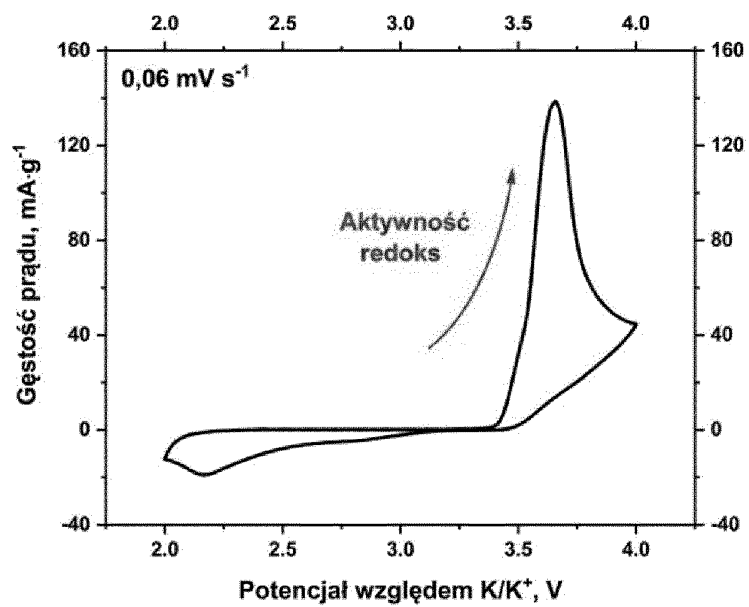
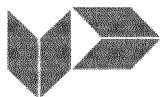


fig. 3



SPRAWOZDANIE O STANIE TECHNIKI ZGŁOSZENIA NR P.439932

Klasyfikacja zgłoszenia: H01G 9/022 (2006.01), H01G 9/035 (2006.01), H01G 11/62 (2013.01)

Poszukiwania prowadzone w klasach: H01G 9/022, H01G 9/035, H01G 11/62

Bazy komputerowe, w których prowadzono poszukiwania:

Kategoria dokumentu	Dokumenty – z podaną identyfikacją	Odniesienie do zastrz.
A	PL 418 568 A1, 12.03.2018 R.	1-3
A	PL 425 071 A1, 7.10.2019 R.	1-3
A	PL 428 354 A1, 29.06.2020	1-3

 Dalszy ciąg wykazu dokumentów na następnej stronie

A – dokument określający ogólny stan techniki, który nie jest uważany za posiadający szczególne znaczenie,
 E – dokument stanowiący wcześniejsze zgłoszenie lub patent, ale opublikowany w lub po dacie zgłoszenia,
 L – dokument, który może poddawać w wątpliwość zastrzegane pierwszeństwo(-wa), lub przytoczony w celu ustalenia daty publikacji innego cytowanego dokumentu lub z innego szczególnego powodu,
 O – dokument odnoszący się do ujawnienia ustnego przez zastosowanie, wystawienie lub ujawnienie w inny sposób,
 P – dokument opublikowany przed datą zgłoszenia, ale później niż zastrzegana data pierwszeństwa,
 T – dokument późniejszy, opublikowany po dacie zgłoszenia lub w dacie pierwszeństwa i niebędący w konflikcie ze zgłoszeniem, ale cytowany w celu zrozumienia zasad lub teorii leżących u podstaw wynalazku,
 X – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za nowy lub nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument brany jest pod uwagę samodzielnie,
 Y – dokument o szczególnym znaczeniu; zastrzegany wynalazek nie może być uważany za posiadający poziom wynalazczy, jeżeli ten dokument zostanie połączony z jednym lub kilkoma tego typu dokumentami, a takie połączenie będzie oczywiste dla znawcy,
 & – dokument należący do tej samej rodziny patentowej.

Sprawozdanie wykonał/-a: Andrzej Jurkiewicz

data 25.02.2022r.

/-podpisano kwalifikowanym podpisem elektronicznym-/
Pismo wydane w formie dokumentu elektronicznego

Uwagi do zgłoszenia

Sprawozdanie zostało wykonane w oparciu o wersję zastrzeżeń patentowych z 20.12.2021 r.