

NAGY ELEKTRONVEZETŐ KÉPESSÉGGEL RENDELKEZŐ VEGYES OXID ANYAG, ILYEN
ANYAGBÓL KÉSZÍTETT ELEKTRÓD, ELJÁRÁS AZ ELEKTRÓD ELŐÁLLÍTÁSÁRA,
TOVÁBBÁ ELEKTROKÉMIAI CELLA

KIVONAT

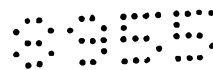
A találmány olyan, nagy elektronvezető képességű vegyes oxid anyaghoz kapcsolódik, amelynek tapasztalati képlete: ABO_y , ahol $y \neq 3$, továbbá ahol A az Na, K, Rb, Ca, Ba, La, Pr, Sr, Ce, Nb, Pb, Nd, Sm és Gd alkotta csoportból választott legalább egy fémjelöl, továbbá ahol B a Cu, Mg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Nb, Mo, W és Zr alkotta csoportból választott legalább egy fémjelöl, továbbá ahol az A és B egyszerre nem lehet Nb, továbbá ahol az $SrVO_{2,5}$ képletű anyag ki van zárva. Az anyag lehet perovszkit típusú anyag, amelynél $y = 3 - \delta$, ahol $\delta \neq 0$ és δ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,7-ig terjedő tartományban van. Az anyag ugyancsak lehet Brown-Millerite típusú anyag, amelynél $y = 2,5 - \xi$, ahol ξ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,3-ig terjedő tartományban van. A találmány kiterjed emellett egy, a szóban forgó típusú vegyes oxid anyagból készített, elektrokémiai cellához való elektródra, az elektród vegyes oxid anyagból történő gyártási eljárására, továbbá olyan elektrokémiai cellára, amely legalább egy ilyen típusú, találmány szerinti vegyes oxid anyagból készített elektróddal rendelkezik (1. ábra).

2003. 07. 07.
j

Jell. ad.: 1.

P0302080
P0302080

KÖZZÉTÉTELI
PÉLDANY



A2

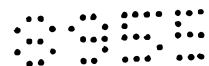
**NAGY ELEKTRONVEZETŐ KÉPESSÉGGEL RENDELKEZŐ VEGYES OXID ANYAG, ILYEN
ANYAGBÓL KÉSZÍTETT ELEKTRÓD, ELJÁRÁS AZ ELEKTRÓD ELŐÁLLÍTÁSÁRA,
TOVÁBBÁ ELEKTROKÉMIAI CELLA**

A találmány elsősorban nagy elektronvezető képességgel rendelkező vegyes oxid anyaghoz kapcsolódik. A találmány tárgya emellett egy ilyen anyagból készített elektród, továbbá az elektród előállítására szolgáló eljárás, ahol megfelelő hordozót biztosítunk, és vegyes oxid, legalább egy kötőanyag és legalább egy oldószer keverékét alkalmazva a hordozón a vegyes oxid tapadórétegét hozzuk létre, majd az oldószert eltávolítjuk, és – adott esetben – hőkezelést hajtunk végre. A találmány tárgya még egy, legalább két elektródot és elektrolitot tartalmazó elektrokémiai cella is.

Szóban forgó típusú anyagot tárgyal részletesen a DE-C-196,40,926 sz. német szabadalom, amely $A(B_{1-x}C_x)O_3$ típusú ($0 \leq x < 1$) vegyületeket ismertet; az ilyen típusú anyagokat elektrokémiai cellához való elektródok gyártására használják. A megadott képletben A egy, a periódusos rendszer IIa csoportjából (alkáli földfémek), vagy a ritka földfémek, vagy ezek keverékei közül választott fém kationt, B egy platina-csoportbeli fém kationt, míg C egy, a kémiai elemek periódusos rendszerének IVb, Vb, VIb, VIIb, VIIIb és IIb csoportjaiból választott fém kationt, vagy ezek keverékei közül választott fém kationt jelöl.

A szóban forgó típusú vegyes oxid anyagokkal kiterjedt vizsgálatokat végeztünk, speciálisan arra összpontosítva, vajon az ilyen típusú vegyes oxid anyagok a platinacsoportból származó kémiai elemek, azaz a Pt, Ru, Ir, Rh, Ni és Pd alkotta csoportból választott fémek felhasználása nélkül előállíthatóak-e.

Ezen fémek a szóban forgó típusú vegyes oxidot megdrágítják, aminek eredményeként az említett típusú vegyes oxidoknak a vázolt alkalmazásokra történő felhasználása nem vonzó.



Vizsgálataink során meglepő módon azt találtuk, hogy nagy elektronvezető képességgel rendelkező vegyes oxid anyag létrehozásához nem szükséges a platina-csoportból származó fémeket felhasználni, ha egy ilyen anyag az ABO_y tapasztalati képlettel jellemezhető, ahol $y \neq 3$, továbbá ahol A az Na, K, Rb, Ca, Ba, La, Pr, Sr, Ce, Nb, Pb, Nd, Sm és Gd közül választott legalább egy fém, továbbá ahol B a Cu, Mg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Nb, Mo, W és Zr közül választott legalább egy fém, továbbá ahol az A és B egyidejűleg nem jelöl Nb-t, továbbá ahol az $SrVO_{2,5}$ képletű vegyület ki van zárva.

Ez azért van így, mert azt találtuk, hogy a fenti típusú vegyületek oxigén sztöchiometriától való eltérés esetén kiváló elektronvezető képességgel rendelkeznek, míg a platinacsoportból választott fém összetevők hiánya a szóban forgó anyag bekerülési költségét viszonylag alacsonnyá teszi.

Az igényelt vegyületek közül az $SrVO_{2,5}$ képlettel leírt vegyület ki van zárva, a kizárás alapját J. Wind, A. Koch, A. Löffler és O. Schmid szerzőknek az 1999. november 10-én Friedrichshafen-ben (Németország) lezajlott, kettősréteg kondenzátorokkal kapcsolatos munkamegbeszélésen elhangzott és az ISET 99 kiadvány 18-23. oldalain *Fémoxid alapú nagyteljesítményű kettősréteg kondenzátorok* ("Hochleistungs-Doppelschichtkondensatoren auf Metalloxidbasis") címmel megjelent munkája képezi, amelyben az $SrVO_{2,5}$ képletű anyagot vizsgálatra valószínűleg alkalmas anyagként említik; mindazonáltal ilyen típusú anyaggal kapcsolatos tényleges vizsgálati eredményeket nem közöltek.

Speciálisan, a találmány szerinti vegyes oxid anyag előnyösen perovszkit típusú, amelynél $y = 3 - \delta$, ahol $\delta \neq 0$ és δ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,7-ig terjedő tartományban van.

Egy lehetséges másik kiviteli alakjában a vegyes oxid anyag előnyösen Brown-Millerite típusú, amelynél $y = 2,5 - \xi$, ahol ξ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,3-ig terjedő tartományban van.

A találmány szerinti vegyes oxid anyag esetén az A és B egyaránt valamilyen keveretlen anyag, célszerűen azonban A és/vagy B további fémmel adalékolt fém, ahol az A és B esetén az adalékoló fémek az A -ra és a B -re megadott csoportokból vannak választva.



A találmány szerinti vegyes oxid anyag egyik előnyös kiviteli alakjánál az A az $\text{Sm}_x\text{Sr}_{(1-x)}$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,4-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

A találmány szerinti vegyes oxid anyag egy lehetséges másik előnyös kiviteli alakjánál az A az $\text{Nd}_x\text{Sr}_{(1-x)}$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,4-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

Ugyanakkor természetesen az is lehetséges, hogy B egy több fém, a találmány szerinti vegyes oxid anyag egyik előnyös kiviteli alakjánál például Co és/vagy Fe , alkotta összetételt jelöljön.

A találmány szerinti vegyes oxid anyag egyik lehetséges további előnyös kiviteli alakjánál a B speciálisan a $\text{Co}_{(1-x)}\text{Fe}_x$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,2-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

A jelen találmánnyal elektrokémiai cellához való, nagy elektronvezető képességgel rendelkező anyagból lévő olyan elektródot is megvalósítottunk, amely elektród találmány szerinti vegyes oxid anyagot tartalmaz.

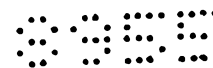
Emellett elektrokémiai cellához való elektród előállítására szolgáló olyan eljárást is kidolgoztunk, amelynél a hordozón egy, a találmány szerinti vegyes oxid anyagot tartalmazó tapadóréteget hozunk létre. A hordozót vékony fém-, vagy (adott esetben villamosan vezető) műanyagcsík képezheti.

A találmány szerinti vegyes oxid anyagot általánosságban tekintve alkalmas kötőanyagot és oldószert használva szuszpenzióvá, vagy péppé alakítjuk, majd a hordozóra ezt követően a szuszpenzió, vagy pép egy rétegét terítéssel, mártással, keféléssel vagy szitanyomással hordhatjuk fel.

Az oldószer eltávolítását (vagyis szárítást) követően a vegyes oxid kívánt aktivitásának biztosítása és/vagy a vegyes oxid tapadóképes szerkezetűvé alakítása céljából adott esetben hőkezelés végrehajtására szintén lehetőség van.

A találmány szerinti eljárást abban az esetben is alkalmazhatjuk, ha a hordozót valamilyen mátrix képezi. Ebben az esetben a vegyes oxidot a mátrixban rendezzük el és a mátrixszal tapadóképes egységet hozunk létre. Az előzőekben ismertetett pépet, vagy szuszpenziót a mátrix kitöltésére szintén felhasználhatjuk.

Előnyösen, leválasztást lehetővé tevő tulajdonságú hordozót használunk, továbbá a hordozóra való felhordást követően a vegyes oxid anyagot tartalmazó réteget leválasztjuk és adott esetben hőkezelésnek vetjük alá. Összességében tehát,



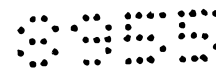
minden esetben a vegyes oxid anyag egy olyan rétegét nyerjük, adott esetben hordozóra felhordva, amelynél a vegyes oxid anyagot egy találmány szerinti, nagy elektronvezető képességgel rendelkező anyag képezi.

A találmánnyal végezett olyan, legalább két elektródot és elektrolitot tartalmazó elektrokémiai cellát is megvalósítottunk, amelynek legalább egy elektródja a találmány szerinti anyagból van.

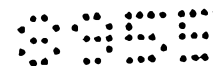
Előnyösen mindkét elektród lehet találmány szerinti elektród, azonban a találmány szerinti elektrokémiai cella egyik előnyös példakénti kiviteli alakjánál az elektródok egyikét aktív szén elektród, RuO_2 elektród és $\text{RuO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ elektród közül választjuk.

A találmány szerinti vegyes oxid anyagokat villamos vezetőképességük okán számos célra használhatjuk fel, például elektrokémiai cellákban elektródokként, fűtőelemekként, valamint ezekhez hasonló további alkatrészekként. Elektrokémiai cella elektródjaként történő alkalmazás esetén, amint az a területen járatos szakember számára nyilvánvaló, elektrolittal és további elektródokkal együtt használjuk. A szóban forgó típusú elektródokat villamosság elektrokémiai konverziójára és tárolására szolgáló, elektrolit kondenzátorokban (másként szuperkondenzátorokban vagy ultrakondenzátorokban), telepekben, speciálisan ideértve a lúgos vagy a fém/levegő típusú újratölthető telepeket, üzemanyag-cellákban, például polimer elektrolitos üzemanyag-cellában, elektrolizáló berendezésekben és érzékelőkben lejátszódó folyamatokban alkalmazzuk.

Az elektrokémiai kondenzátor (vagy szuperkondenzátor, vagy ultrakondenzátor) egy olyan eszköz, amelyben villamos kettősréteg-kapacitás, vagy a Faraday folyamatokhoz, például redox reakciókhoz vagy interkalációs folyamatokhoz kapcsolódó pszeudokapacitásként ismert kapacitás alkalmazásával speciálisan (W/kg és W/l egységekben kifejezve) nagy teljesítménysűrűség mellett villamos áram tárolható, továbbá amelyből a későbbiekben ismételt villamos áram nyerhető ki. Az alkalmazások közé tartoznak többek között a csúcsteljesítmény szintek (rövid időtartamú) tárolása és/vagy leadása, valamint többek között az akkumulátoros, vagy hibrid, vagy üzemanyag-cellás járművek esetén, továbbá a központi vagy helyi villamos hálózat, vagy tápegység minőségét biztosító berendezésekben, vagy készülékekben, valamint adott esetben a hordozható elektronikus készülékekben, mint amilyenek



például a laptopok és a mobil telefonkészülékek, jelentkező teleptöltési ciklusok csökkentése. Egy ilyen típusú elektrokémiai kondenzátornak két elektródja, egy anódja és egy katódja van, amelyeken rendre az elektronok leadása és összegyűjtése történik. A kondenzátor emellett valamilyen elektrolitot, például valamilyen vizes vagy szerves oldatot, továbbá elválasztó elemet is tartalmaz, és az összeállítás egésze fémből, vagy műanyagból lévő burkolatba illeszthető bele. A két elektród legalább egyikét találmány szerinti elektród képezheti. Az egyik elektródnál pozitív, a másik elektródnál pedig negatív töltés az elektród és az elektrolit érintkezési felületénél lévő villamos kettősréteg-kapacitás, a szóban forgó határfelületnél lejátszódó erősen reverzibilis redox reakciók, vagy interkalációs folyamatok eredményeként adódó pszeudokapacitás, vagy az elektródanyag tömbjében, vagy a kettősréteg-kapacitás és a pszeudokapacitás valamilyen kombinációjában kerül tárolásra. Ilyen esetben a fontos jellemzőket a felhasznált elektródanyag és elektrolit anyagi minőségétől függő ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$ egységekben mért) fajlagos kapacitás, az elektródanyag (cm^2/g egységekben mért) fajlagos felületi területe, továbbá az (F/g egységekben mért) eredő effektív kapacitás képezi. Emellett az elektródok elfogadható potenciáljai szempontjából fontos az elektrolit típusa is. A kondenzátor üzemi feszültségtartományát, ami célszerűen a lehető legnagyobb kell legyen, ezen mennyiségek határozzák meg, a pszeudokapacitás esetén figyelembe véve még a kapcsolódó reakciók, vagy folyamatok Nernst-féle egyensúlyi potenciáljai körüli effektív feszültségtartományt is. A kondenzátor (Ω egységekben mért) R_i belső ellenállását az elektródanyagok összetétele és mikroszerkezete, az elválasztó elem mikroszerkezete, valamint részben, de nem teljes egészében az elektrolit összetétele határozza meg. Az R_i belső ellenállás célszerűen a lehető legkisebb kell legyen. A részben, de nem teljes egészében ismert mennyiségek határozzák meg a kondenzátor (Wh/kg és Wh/l egységekben mért) energiasűrűségét, valamint (W/kg és W/l egységekben mért) teljesítménysűrűségét. Az ismert megoldásokat tekintve a szóban forgó két mennyiség értéke jellemzően rendre néhány Wh/kg és néhány ezer W/kg . A (F egységekben mért) C kapacitással rendelkező és (V egységekben mért) V feszültségre feltöltött kondenzátor (J egységekben mért) E energiájára és (W egységekben mért) P teljesítményére megközelítően rendre az $E = CV^2/2$, illetve a $P = V^2/4R_i$ összefüggések érvényesek.



Többek között a legfontosabb összetevőként aktív szenet tartalmazó és döntően villamos kettősréteg-kapacitást használó elektródokkal rendelkező elektrokémiai kondenzátorok ismertek. A kapacitás lehető legnagyobb értékének elérése érdekében fontos, hogy az aktív szén az elektrólit számára hozzáférhető nagy fajlagos felületű porózus szerkezetet képezzen. A lehető legkisebb értékű ellenállás elérése, és a lehető legtöbb elektródanyag felhasználása érdekében fontos, hogy az aktív szén a lehető legnagyobb elektronvezető képességgel bíró porózus szerkezetet képezzen. A legtöbb alkalmazásnál követelményként jelentkező, lehető legnagyobb energia- és teljesítménysűrűségek ily módon érhetők el. A döntően kettősréteg-kapacitást kihasználó szén elektródok anódként és katódként egyaránt alkalmazhatók, így lehetőség van szimmetrikus kondenzátorok építésére. A szén elektródokat használhatjuk vizes elektrólittal, amikor a megengedett kondenzátorfeszültség legfeljebb kb. 1,2 V és alacsony belső ellenállás érhető el, vagy valamilyen szerves elektrólittal kombinálva, amely esetben a maximális feszültség körülbelül 2,4 V azonban az elérhető belső ellenállás általában sokkal kisebb.

Számos alkalmazás, speciálisan azonban a járművekben történő alkalmazás esetén a szén elektródok használata mellett pillanatnyilag elérhető ismert energiasűrűségeknel nagyobb energiasűrűség elérése kívánatos. A nagyobb energiasűrűség elérésére tett kísérletek esetén speciálisan hasznos a pszeudokapacitás kihasználása, mivel a kettősréteg-kapacitásokhoz képest ekkor jóval nagyobb fajlagos értékek nyerhetők. Többek között az US-5,550,706 sz., az US-5,851,506 sz., az US-5,875,092 sz. és az US-6,025,020 sz. amerikai szabadalmakból ismeretes a ruténium-oxid (RuO_2), valamint a hidratált ruténium-oxid ($\text{RuO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$) alkalmazása. Ezen vegyületek a redox reakciók következtében vizes elektrólitokkal, például KOH oldatokkal való együttes használat esetén nagy F/g egységekben mért effektív kapacitással rendelkeznek, továbbá anódként és katódként egyaránt használhatóak. A szóban forgó vegyületek villamos vezetőképessége ugyancsak jó. Ezen vegyületek (szimmetrikus) elektrokémiai kondenzátorokban történő alkalmazásának hátrányait a korlátozott üzemi feszültségtartomány, valamint a kívánt tisztaságú anyag rendkívül magas bekerülési költsége jelentik. Jelentős méretű kutatás folyik olyan pszeudokapacitással rendelkező további anyagok irányában, amelyek képesek az említett



hátrányok kiküszöbölésére, miközben a kívánt nagyobb kapacitás és energiasűrűség elérését ugyancsak lehetővé teszik.

Pillanatnyilag elfogadott tény, hogy az elektród megfelelően nagy tárolókapacitásának és/vagy megfelelően magas konverziós hányadosának, vagy katalitikus aktivitásának, továbbá a megfelelően nagy villamos vezetőképességnek az eléréséhez nemesfém elemeket, például nemesfém-oxidokat tartalmazó vegyületek használata szükséges.

Amint azt az előzőekben már említettük, az ilyen vegyületek rendkívül drágák. Éppen ezért születtek javaslatok arra nézve, hogy az ilyen vegyületekben a nemesfém mennyiségét részlegesen olcsó, nem-nemesfémeket tartalmazó összetételek használatával csökkentsek. Piroklór szerkezettel rendelkező vegyületek, például a $\text{Pb}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ (US-5,841,627 sz. amerikai szabadalom), $\text{A}(\text{B}_{1-x}\text{C}_x)\text{O}_3$ képletű ($0 \leq x < 1$ ahol B a Pt, Ru, Ir, Rh, Pd közül van választva) perovszkitok (DE-196,40,926 sz. német szabadalom), valamint a CaRuO_{3-x} és LaNiO_3 , valamint ezekhez hasonló egyéb anyagok ismeretesek. Ezen vegyületek drága (fél)nemesfém elemeket tartalmaznak, vagy nem oxigénhiányos (vagy mindkettő) vegyületek. Az első csoportba eső vegyületek esetében azt találtuk, hogy a (fél)nemesfém mennyiségére vetített kapacitás, vagy aktivitás alapján számítva a költségeket illetően alig érhető el csökkenés. A második csoportba tartozó vegyületeknél az egységnyi tömegre számított kapacitás, vagy aktivitás olyan alacsony, hogy a szén alapú anyagokhoz képest növekedés nem jelentkezik.

Emellett szintén szóba került fém-oxihidroxidokká alakuló fém-hidroxidok, mint amilyen speciálisan az $\text{Ni}(\text{OH})_2$, alkalmazása. Annak ellenére, hogy ezen vegyület alacsony bekerülési költsége, magas fajlagos kapacitása, valamint kedvező potenciáltartománya okán rendkívül vonzó, vezetőképessége alacsony és függ a töltési állapottól. Egy, a szóban forgó anyagból készített elektród esetén a megfordítható töltési/kisütési reakció valamilyen lúgos elektrolitban az



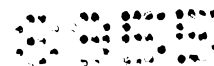
reakcióegyenlettel írható le, ahol az $\text{Ni}(\text{OH})_2$ alacsony vezetőképességgel rendelkezik, és ahol az NiOOH villamos vezetőképessége jelentős, ha az megfelelő fázisában (a β -fázisban) van. A villamos vezetőképesség miatt fellépő megkötések következtében adalékanyagok, például grafit, továbbá vezetőképes mátrixok, például habosított



fémek, vagy fémhálók alkalmazására van szükség az anyag adalékanyaggal való együttes befoglalására. Ez megszabja az előnyösen alkalmazható elektródvastagságot, és további költséget, súlyt, valamint térfogatot eredményez, ami az elektródok gyártását bonyolultabbá és költségesebbé teszi. Az Ni(OH)_2 több fázisban (α -, β - és γ -fázisokban) való előfordulása az elektród számára elfogadható üzemi feltételeket olyan feltételekre korlátozza, amelyekben a kívánt β -fázis stabil. Továbbmenve, az Ni(OH)_2 elektród csupán anódként használható, ennek eredményeként lehetetlen vele szimmetrikus kondenzátorokat készíteni, továbbá például szén segédelektrodra van szükség. Ez a szimmetrikus, szén alapú kondenzátorokhoz viszonyítva a kapacitásban és az energiasűrűségben elérhető növekedéseket korlátozza. Emellett úgy tartják, hogy az Ni(OH)_2 és speciálisan a nikkel összetevő, valamint – adott esetben – az előállításához szükséges nikkel a környezetre és az egészségre nézve káros tulajdonságokkal bírnak. Következésképpen annak kezelésére és feldolgozására különféle előírások és szabályozások állnak fenn, ami további költségek fellépését eredményezi. Ezek az Ni(OH)_2 alkalmazási területeire is korlátozásokat rónak ki, például olyan alkalmazásokra és piacokra szűkítik azt, ahol az összegyűjtés és/vagy az újrafelhasználás szabályozott.

Az (újratölthető) telep ismert berendezésnek számít. Villamosság tárolására, majd ezt követő felszabadítására használható villamos energia elektrokémiai konverziót felhasználva kémiai energiává, és megfordítva, történő átalakítására, speciálisan (Wh/kg és Wh/l egységekben mért) nagy energiasűrűség mellett. Az ilyen típusú telepek szerkezete megegyezik az előzőekben ismertetett elektrokémiai kondenzátorok szerkezetével, bár kialakításuk és működésük eltérő lehet. Többek között nikkel-kadmium, nikkel-cink és nikkel-vas típusú, nikkel-hidrogén típusú, nikkel-fémhidrid típusú, valamint fém/levegő típusú, például vas/levegő, cink/levegő, alumínium/levegő, valamint lítium/levegő típusú (újratölthető) telepek ismeretesek. Az ilyen típusú telepek két elektródja közül legalább az egyik eredményesen helyettesíthető találmány szerinti elektróddal. Speciálisan, de nem kizárólag, a nikkel-elektrodok, a kadmium-elektrod, továbbá a levegő elektrodok alkalmasak erre a célra.

Többek között NiCd, NiZn, NiFe, NiH_2 és NiMH típusú (újratölthető) telepek ismeretesek, amelyekben a "nikkel elektród" az előzőekben ismertetett elektrokémiai kondenzátorokban lévő Ni(OH)_2 anyaggal azonos anyagból van, továbbá ugyanolyan

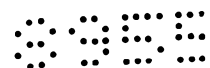


hatással rendelkeznek. Ebben az esetben a villamos vezetőképességre fennálló korlátozások okozta ugyanazon hátrányok, valamint a környezettel és az egészséggel kapcsolatos ugyanazon problémák lépnek fel.

Az Fe/levegő, Zn/levegő, Al/levegő, valamint Li/levegő típusú telepek szintén ismeretesek. Ezeknél a kisütés során a levegő elektródnál elektrokémiai redukcióval oxigén fogy; az ilyen típusú telepeket az anód cseréjével "mechanikai úton" töltik újra. Kétirányú, azaz az oxigén fogyasztása mellett a fordított folyamatban oxigén fejlesztésére is képes, és így villamosan újratölthető fém/levegő telepek gyártását lehetővé tevő levegő elektródok ugyancsak ismeretesek. A fentiekben tárgyalt vegyületek korlátozott vezetőképességük és katalitikus aktivitásuk miatt csupán közepes teljesítmény elérését teszik lehetővé, továbbá gyakran drágák.

A találmány szerinti anyagok lehetővé teszik olyan nagyteljesítményű elektródok előállítását, amelyek az előzőekben tárgyalt hátrányokkal nem rendelkeznek, vagyis amelyek olcsón előállíthatók, az előnyösen alkalmazható vastagságra nézve esetükben semmilyen korlátozás nem áll fenn, továbbá amelyek semmiféle környezeti problémát nem okoznak.

A találmány szerinti, elektrokémiai cellához való elektród egyik lehetséges példakénti kiviteli alakját $ABO_{3-\delta}$ típusú perovszkit alkotta anyag felhasználásával készítjük, ahol $\delta \neq 0$, továbbá ahol A egy, a Na, K, Rb, Ca, Ba, La, Pr, Sr, Ce, Nb, Pb, Nd, Sm és Gd alkotta csoportból választott fém, továbbá ahol B egy, a Cu, Mg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Nb, Mo, W és/vagy Zr alkotta csoportból választott fém, továbbá ahol a Pt, Ru, Ir, Rh, Ni és Pd alkotta csoportba tartozó fém nincs jelen, továbbá ahol A és B egyszerre nem lehet Nb, továbbá ahol az $SrVO_{2,5}$ vegyület ki van zárva. Meglepő módon azt találtuk, hogy az ilyen $ABO_{3-\delta}$ típusú, (fél)nemesfémeket, vagy nikkelt nem tartalmazó perovszkit alkalmazása esetén a δ értékét speciálisan úgy választva, hogy az -0,2 és -0,05 közé, vagy +0,05 és +0,7 közé essen, (F/g vagy Ah/kg egységekben mért) különösen jó tárolókapacitást és/vagy különösen jó konverziós hányadost, vagy katalitikus aktivitást érünk el, továbbá az (S/cm egységekben mért) villamos vezetőképesség ugyancsak jó. Meglepő módon azt találtuk továbbá, hogy az ilyen típusú vegyületből lévő elektródanyag felhasználása látszólag független az elektródvastagságtól. Ezen tulajdonság mindazonáltal ezidáig ismeretlen volt. Nyilvánvaló, hogy az " $ABO_{3-\delta}$ típusú perovszkit" megjelölés alá esőnek értjük az $A_1A_2BO_{3-\delta}$, vagy az

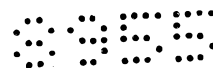


$AB_1B_2O_{3-\delta}$, vagy az $A_1A_2B_1B_2O_{3-\delta}$ típusú perovszkitokat is, ahol $\delta \neq 0$ és δ speciálisan az előzőekben megadott tartományokba esik. A teljesség igénye nélkül néhány példát az $Sm_{0,5}Sr_{0,5}CoO_{3-\delta}$, az $Nd_{0,5}Sr_{0,5}CoO_{3-\delta}$, valamint az $Nd_{0,4}Sr_{0,6}Co_{0,8}Fe_{0,2}O_{3-\delta}$ anyagok jelentenek, bár a találmány nem korlátozódik csupán ezen példakénti anyagokra.

A találmány szerinti, elektrokémiai cellához való elektród egy lehetséges másik példakénti kiviteli alakját $ABO_{(2,5-\xi)}$ Brown-Millerite típusú anyag alkotta anyagból készítjük, ahol $\xi \neq 0$, továbbá ahol az A és a B összetevőket a fentiekben ismertetett csoportokból választjuk. A ξ $-0,2$ és $-0,05$ közé, vagy $+0,05$ és $+0,3$ közé eső értékei mellett speciálisan nagy kapacitást és/vagy konverziós hányadost, vagy katalitikus aktivitást, továbbá jó villamos vezetőképességet kapunk. Az ilyen típusú vegyületek egyik példáját az $SrCoO_{(2,5-\xi)}$ jelenti, bár a találmány nem korlátozódik csupán ezen példakénti anyagra.

Nyilvánvaló, hogy egy elektród a megfelelő perovszkitokból és/vagy Brown-Millerite típusú anyagokból egynél többet is tartalmazhat.

Az előbbiekben ismertetett anyagok használata alacsony anyagköltség mellett és egyszerű gyártási folyamatot használva teszi lehetővé kívánt tulajdonságokkal rendelkező elektródok előállítását. A találmány szerinti megoldás emellett lehetővé teszi nagy vastagságokig terjedő elektródok előnyös alkalmazását további anyagok hozzáadása, vagy egyéb, például villamos vezetőképességhez vagy áramfogyasztáshoz való összetevők szükségessége nélkül. Továbbmenve, a szóban forgó típusú elektródok az elektrolittal való érintkezést biztosító aktív felület növelése céljából jelentős mértékű porozitással bírnak. A szóban forgó elektród előnyösen legalább a felszíne közelében olyan porózus szerkezettel rendelkezik, amely a fentiekben említett anyagok közül legalább egyet legalább 30%-ban, előnyösen azonban 70%-nál nagyobb mennyiségben tartalmaz. Meglepő módon azt találtuk, hogy a szóban forgó típusú elektródok elektrokémiai kondenzátorban magas pszeudokapacitással rendelkeznek. Példának okáért, a találmány szerinti elektródot aszimmetrikus elektrokémiai kondenzátorban szén katóddal és KOH elektrolittal anódként használva nagy elektródkapacitást kaptunk, ami az effektív felületi terület ismeretében nem tulajdonítható a kettősréteg-kapacitásnak. A teljes cellát tekintve ugyancsak magas kapacitást találtunk alacsony belső ellenállás, kedvező Nernst-féle E_0 egyensúlyi potenciál, vala-



mint megfelelően alkalmas feszültségtartomány mellett. Ez a cellára nézve nagy energia- és teljesítménysűrűséghez vezet. A találmány szerinti anyagokból készült elektródokkal végzett független mérések nagy villamos vezetőképességeket tártak fel. A napjainkban ismeretes elektródok megfelelő tulajdonságaival való összehasonlítást az 1. táblázat tartalmazza. Speciálisan, a villamos vezetőképesség ugyanolyan nagy, mint amilyen a $\text{Pb}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ esetén, továbbá a $\mu\text{F}/\text{cm}^2$ egységekben kifejezett kapacitás ugyanolyan nagy, mint az $\text{Ni}(\text{OH})_2$ esetén. A találmány szerinti elektróddal szintén lehetőség van a nehézfém ólom, valamint a drága ruténium használatának az elkerülésére, bár ez nem feltétlenül szükséges.

1. TÁBLÁZAT. Napjainkban ismert elektródok* és egy találmány szerinti

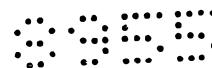
$\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ elektród* tulajdonságainak összehasonlítása; C a kapacitás, σ a villamos vezetőképesség, A az effektív felületi terület; a maximális V feszültség, és a maximális ΔV feszültségesés a cella egészére vonatkozik.

tulajdonság	aktív szén	$\text{RuO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$	$\text{Pb}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$	SrRuO_3	$\text{Ni}(\text{OH})_2$	$\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$
C ($\mu\text{F}/\text{cm}^2$)	10...40	..	..	60	2200	2600
A (m^2/g)	< 1200	120	10 ... 150	70	100	$\leq 5^{(0)}$
C (F/g)	< 100	< 720	72	20...2000	220	$> 130^{(0)}$
σ (S/cm)	<1	..	500	..	..	> 700
V (V)	1,2	1,3	..	1,2	1,6	1,6
ΔV (V)	1,0	1,0	0,9	0,7	0,8	1,2
bekerülési költség (euro/kg)	2,25 ⁽¹⁾	3000 ⁽²⁾ ... 5000 ⁽³⁾	1000 ⁽²⁾ ... 23000 ⁽⁴⁾	>3000 ⁽²⁾	6 ... 10 ⁽⁵⁾	20 ⁽²⁾ ... 1200 ⁽⁶⁾

*szuperkondenzátorban munkaelektródként alkalmazva szén segédelektród és KOH elektrolit jelenlétében

A fenti 1. táblázatban a találmány szerinti $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ anyag esetén a δ értéke $0,25 \pm 0,05$ volt. Az 1. táblázatban használt további jelölések jelentése:

- (0) 100 m^2/g effektív felületi terület esetén 2600 F/g értéknél nagyobb
- (1) 1000 kg-ra vetített vásárlási ár
- (2) nyersanyagár



- (3) 25 kg-ra vetített vásárlási ár, tisztaságtól függően
- (4) kémiailag tiszta anyag esetén, 5 g anyagra tekintve
- (5) 1000 kg-nál nagyobb mennyiség esetén NiO nyersanyagárat tekintve
- (6) vásárlási ár 1 kg különálló adag esetén.

Az elektródok a találmány szerinti, előzőekben felsorolt vegyületek közül választott egy vagy több vegyület mellett tapadóképes szerkezet létrehozása céljából valamilyen kötőanyagot szintén tartalmazhatnak, bár ez nem szükségszerű. Egy ilyen típusú szerkezetet mátrixban rendezhetünk el, bár ez sem szükségszerű. Ugyancsak lehetséges, de szintén nem szükségszerű, hogy az elektródok valamilyen hőkezelésen, vagy kalcináló kezelésen, vagy szinterelő kezelésen essenek át.

Az 1. ábra szén elektróddal és rendre a napjainkban ismert $\text{Ni}(\text{OH})_2$ elektróddal (Δ -gel jelölt), valamint a jelen találmány szerinti $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ elektróddal ($\square$ -gel jelölt) megvalósított elektrokémiai kondenzátorokon végzett mérések eredményeit mutatja be. Az $\text{Ni}(\text{OH})_2$ elektród esetén a villamos vezetőképesség javítása érdekében az elektród anyagához eltérő százalékban grafitot adtunk, míg az $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0,25 \pm 0,05$) elektród esetén ilyen hozzáadást nem alkalmaztunk. Az 1. ábráról nyilvánvaló, hogy a találmány szerinti elektródból nagyobb vastagságú használható anélkül, hogy az effektív kapacitásban bármiféle csökkenés jelentkezne. Ennek megfelelően a találmány szerinti elektródokat adalékanyagok, például grafit, vagy villamosan vezető mátrixok, például habosított fémek alkalmazása nélkül vastagabb formában használhatjuk, ami lehetővé teszi, hogy a cellákat, valamint a cellák sorozatait kevesebb inaktív anyaggal, és ennél fogva nagyobb energia- és teljesítménysűrűséggel állítsuk elő. A nagy vezetőképességnek köszönhetően arra is van lehetőség, hogy például egy habosított fém vezetőképességénél alacsonyabb vezetőképességgel rendelkező mátrixot, például valamilyen villamosan vezető műanyag, vagy villamosan vezető polimer mátrixát használjuk; ezáltal súlybeli és költségbeli csökkenést érhetünk el. Az is lehetséges továbbá, hogy adott esetben például nyomtatással, öntéssel, vagy mártással további (villamos vagy elektronikai) összetevőkön egymástól független, viszonylag vastag olyan elektródrétegeket alakítsunk ki, amelyek egyrészt nagy kapacitással rendelkeznek, másrészt pedig drága nemesfém elemeket nem tartalmaznak.



Az elmondottak semelyike nem változtat azon a tényen, miszerint a találmány szerinti elektródokat például nyomtatással, öntéssel, mártással, festéssel, vagy szórással vékony filmek formájában is előállíthatjuk és ilyen formában használhatjuk is.

Kialakításukat és alkalmazásukat tekintve a találmány szerinti elektródok nem korlátozódnak kizárólag az aszimmetrikus kondenzátorokra, vagy a bemutatott szerkezettel bíró kondenzátorokra; azokat ugyancsak felhasználhatjuk szimmetrikus elektrokémiai kondenzátorokban, telepekben és üzemanyag-cellákban, reverzibilis üzemanyag-cellákban, elektrolizáló berendezésben, valamint érzékelőkben. Példának okáért egy lúgos telepben, például egy NiCd vagy NiMH telepben az ismert Ni(OH)_2 elektródot helyettesítheti egy, a találmány szerinti anyagok közül legalább egyet tartalmazó elektród. A találmány szerinti elektród összetételét ebben az esetben a szóban forgó célból úgy választjuk meg, hogy a kapacitás a telep esetén kívánt potenciáltartományon belül essék.

A találmány szerinti elektródot speciális nem-sztöchiometrikus oxigéntartalom, vagyis a δ és/vagy a ξ értékeinek speciális tartománya, továbbá a nemesfém összetevők, speciálisan a ruténium és az irídium teljes hiánya, nagy (az Ni(OH)_2 esetén mérhetővel megegyező mértékű) pszeudokapacitás és/vagy magas katalitikus aktivitás és/vagy magas konverziós hányados, továbbá nagy (a $\text{Pb}_2\text{Ru}_2\text{O}_7$ esetén mérhetővel azonos mértékű) villamos vezetőképesség, a töltésállapottól, vagy a polarizációtól való látszólagos függetlenség, a nemkívánatos fázisok hiányának köszönhetően nagyfokú stabilitás, valamint hasznos feszültségtartomány jellemzi. A találmány szerinti elektródnál ugyancsak lehetőség van a napjainkban használt elektródokban jelen lévő, környezetre káros elemek, például a nikkel és az ólom használatának az elkerülésére is. Az előzőekben említett tulajdonságok következtében a találmány szerinti elektród a napjainkban ismeretes elektródokkal összehasonlítva kevésbé költséges, magasabb ciklusbeli hatásfokkal rendelkezhet jellemzően viszonylag nagy áramerősségek mellett, könnyebben előállítható, vékony film vagy vastag réteg formájában egyaránt alkalmazható, továbbá adott esetben olyan mátrixban rendezhető el, amely ugyancsak könnyű, olcsó és közepes vezetőképességgel rendelkező műanyagból van. Ily módon a találmány szerinti elektród a kondenzátorok, szuperkondenzátorok, telepek, üzemanyag-cellák, elektrolizáló berendezések és érzékelők számára a napjainkban ismeretes kialakításoktól eltérő kialakításokat tesz



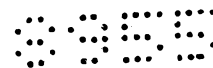
lehetővé. Lehetőség van például arra, hogy az elektródot egy réteg formájában egy másik összetevőre rányomtassuk, és a szóban forgó összetevőt ezáltal funkcióval ruházzuk fel. Ezen összetevő például egy fényelektromos napelemnek, vagy egy elektrokróm ablaknak képezheti részét.

A találmány szerinti megoldásokat az alábbiakban néhány példán keresztül kívánjuk részletesebben bemutatni.

1. PÉLDA

Találmány szerinti elektródot szuszpenzió, festék vagy paszta rétegének hordozóra történő felhordásával állítunk elő. A hordozót például valamilyen fólia, vagy műanyag film képezheti. A szuszpenzió, festék vagy paszta egy vagy több találmány szerinti anyagot, oldószert, valamint lehetőség szerint segédanyagokat, például diszpergálószerket, felületaktív anyagokat, nedvesítő adalékokat, valamint ezekhez hasonló egyéb anyagokat tartalmaz. A találmány szerinti anyagokat jelen esetben nagy fajlagos felületi területtel rendelkező por alakjában alkalmazzuk. A szuszpenzió, festék vagy paszta adott esetben kötőanyagot is tartalmazhat. A felhordást terítéssel, festéssel, szórással, mártással, nyomtatással, öntéssel, öntőpépes öntéssel, vagy hengerléssel hajtjuk végre. A réteget felhordását követően először megszáritjuk, a szárítás során az oldószert és a segédanyagokat teljes egészében vagy részben eltávolítjuk. A szárítást követően, vagy a helyett adott esetben hőkezelést, kalcinálást vagy szinterelést is alkalmazhatunk. Ezt követően a jellemzően kb. $2\ \mu\text{m}$ és kb. $1000\ \mu\text{m}$ közötti vastagsággal, továbbá kb. 5% és kb. 40% közötti porozitással rendelkező réteggel ellátott hordozót szuperkondenzátorban vagy telepben alkalmazzuk.

Ily módon egy találmány szerinti, $1\ \text{cm}^2$ -es elektródot például az alábbiak szerint állítunk elő: $1\ \text{g}$ mennyiségű, $5,0\ \text{m}^2/\text{g}$ értéknél kisebb fajlagos felületi területtel rendelkező $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0,25 \pm 0,05$) port $1,5\ \text{ml}$, $4\ \text{M}$ KOH elektrolitot és $0,1$ tömeg% felületaktív anyagot tartalmazó oldathoz adunk. 24 órás keverés eredményeként homogén szuszpenziót nyerünk, amelynek egy részét ezt követően (az áramgyűjtő elemet képező) $50\ \mu\text{m}$ vastagságú nikkelfóliára hordjuk fel. Az így nyert szerkezetet ezután 80°C hőmérsékleten 4 órán át szárítjuk, hogy ezáltal egy kb. $15\ \mu\text{m}$ vastagságú elektródréteget hordozó $1\ \text{cm}^2$ -es elektród/áramgyűjtő elem laminátumot kapjunk. A szóban forgó laminátumot elválasztó elemmel, valamint aktív



szénből készített segédelektóddal együtt Teflon[®]-ból lévő cellaházban rendezzük el. Mindkét elektródra körülbelül 50 μ l elektrolitot öntünk, majd ezt követően a cellaházat légmentesen lezárjuk. Az áramgyűjtő elemek, valamint a cellán kívüli környezet közötti érintkezést két darab rozsdamentes acél csap biztosítja. Az ily módon nyert szuperkondenzátor ESR belső ellenállását impedancia spektroszkópia segítségével mérjük meg. Ezt követően töltési és kisütési ciklusokat hajtunk végre, ciklikus voltammogramokat veszünk fel, majd ismételten töltési és kisütési ciklusokat hajtunk végre az $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0,25 \pm 0,05$) 1 grammjára vonatkoztatott egészen 500 mA nagyságú áramsűrűségekig felmenve, továbbá 0 V és 1,8 V cellafeszültségek között. A 2. ábra egy olyan cella esetén kapott eredményeket szemléltet, amelynél az elválasztó elembe platina referencia elektród szintén be van építve. Az elektród potenciálgörbéjéből 0,25 A/g értékű árammal végzett töltés és kisütés mellett a találmány szerinti anyag effektív kapacitására egy 130 F/g értéknél nagyobb érték adódik.

2. PÉLDA

Szuszpenzió, festék vagy paszta mátrixban való alkalmazásával előállított elektród. A mátrixot habosított fém vagy fémháló, fémszövet, polimerhab, polimerszövet vagy egyéb porózus szerkezet képezheti. A szuszpenzió, festék vagy paszta egy vagy több találmány szerinti perovszkit és/vagy Brown-Millerite anyagot tartalmaz, és emellett további, az 1. példában ismertetett összetevői is lehetnek. A perovszkit és/vagy Brown-Millerite anyagokat ebben az esetben nagy fajlagos felületi területtel rendelkező por formájában alkalmazzuk. A szuszpenziót, festéket vagy pasztát az 1. példában ismertetett módszerekkel hordhatjuk fel. Felhordást követően az 1. példában részletezett lépéseket követjük. Az ily módon előállított elektródszerkezet jellemző vastagsága kb. 100 μ m és kb. 1500 μ m közé esik.

Ily módon egy találmány szerinti, 1 cm^2 -es elektródot például az alábbiak szerint készítettünk: 1 g mennyiségű, 4,0 m^2/g értéknél kisebb fajlagos felületi területtel rendelkező $\text{Sm}_{0,5}\text{Sr}_{0,5}\text{CoO}_{3-\delta}$ ($\delta = 0,25 \pm 0,05$) port 1,5 ml, 4 M KOH elektrolitot és 0,1 tömeg% felületaktív anyagot tartalmazó oldathoz adtunk. 24 órás keveréssel homogén szuszpenziót kaptunk, amit 900 μ m vastagságú habosított nikkelfémbe kényszerítettünk bele. A kitöltött habot ezt követően 80°C hőmérsékleten 12 órán keresztül szárítottuk. Az így nyert elektródot az 1. példában ismertetettel megegyező



módon szuperkondenzátor cella készítésére használtuk fel, és azon kísérleteket hajtottunk végre. A 3. ábra olyan cellára vonatkozó eredményeket szemléltet, amelyben az elválasztó elemben platina referencia elektród szintén jelen volt. Az elektród potenciálgörbéjéből 0,37 A/g áramerősséggel végrehajtott töltés és kisütés mellett a találmány szerinti anyag effektív kapacitására egy legalább 120 F/g nagyságú érték adódik.

3. PÉLDA

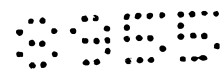
Szuszpenzió, festék vagy paszta rétegének hordozóra történő felhordásával előállított elektród. A szuszpenzió, festék vagy paszta egy vagy több találmány szerinti perovszkit és/vagy Brown-Millerite típusú anyagot, valamint oldószert és adott esetben segédanyagokat, például diszpergálószeret, felületaktív anyagokat, nedvesítő adalékokat, valamint ezekhez hasonló további anyagokat tartalmaz. A perovszkit és/vagy Brown-Millerite típusú anyagokat ebben az esetben nagy fajlagos felületi területtel rendelkező por alakjában használjuk. A szuszpenzió, festék vagy paszta adott esetben kötőanyagot is tartalmazhat. A hordozót egy sima felület képezi. A szuszpenziót, festéket vagy pasztát a felületen terítéssel, festéssel, nyomtatással vagy öntéssel oszlatjuk el, majd ezt követően szárításnak vetjük alá. Az így nyert szalagot a sima felületről ezt követően különálló elektródréteggént leválasztjuk. Kondenzátorban, telepben, üzemanyag-cellában, elektrolizáló berendezésben vagy érzékelőben történő felhasználás esetén a szalagot adott esetben hőkezeléseknek, kalcináló lépéseknek vagy szinterelő lépéseknek szintén alávetethetjük.

4. PÉLDA

Egy vagy több találmány szerinti anyagot tartalmazó szuszpenzió, festék vagy paszta hordozóra történő felhordásával vagy mátrixban való alkalmazásával előállított elektród; a hordozó vagy a mátrix egy további összetevő vagy eszköz, például fényelektromos napelem, vagy elektrokróm ablak részét képezi, vagy fogja azoknak a későbbiekben részét képezni.

5. PÉLDA

Egy vagy több találmány szerinti anyagot por alakban olyan porózus műanyag köpenybe csomagolunk, amely a használni szándékozott elektrolitra nézve inert, továbbá villamosan szigetelő. A köpeny zárása céljából a por alakú anyagot, a kö-



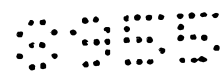
penyt, valamint egy fémből lévő huzalt vagy csíkot oly módon nyomunk össze, hogy maguk a porszemcsék, valamint a huzal vagy csík és a por között érintkezés lépjen fel. Az ily módon nyert szerkezetet elektrokémiai cellában elektródként alkalmazzuk.

6. PÉLDA

Brown-Millerite típusú $\text{SrCoO}_{(2,5-\xi)}$ anyag ($\xi = 0,10 \pm 0,05$) kis felületi területű porából az 1. példában elmondottakhoz hasonló módon 1 cm^2 -es találmány szerinti elektródot készítettünk. Az elektródot az 1. példában szereplő elektródhoz hasonlóan egy Pt referencia elektróddal és segédelektróddal ellátott laboratóriumi szuperkondenzátorban alkalmaztuk. A töltési és kisütési kísérletek eredményeit a 4. ábrán szemléltetjük. Az átlagos kapacitás 200 mA/g töltő és kisütő áramerősség mellett körülbelül 160 F/g értékűnek adódott.

A perovszkitok és/vagy a Brown-Millerite típusú anyagok találmány szerinti elektródokban történő jellemző alkalmazása azt eredményezi, hogy – az ismert anyagokkal és elektródokkal összehasonlítva – a tulajdonságok befolyásolására, továbbá azoknak a speciális alkalmazási követelményekhez való hozzáigazítására számos lehetőség áll rendelkezésre.

Annak ellenére, hogy a találmányt az előzőekben előnyös példakénti kiviteli alakokhoz kapcsolódóan ismertettük, nyilvánvaló, hogy a területen járatos szakember a fenti kitanítás fényében a találmánynak további, a következő igénypontokkal meghatározott oltalmi körön belül eső változatait könnyedén megvalósíthatja.



SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Nagy elektronvezető képességgel rendelkező vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy tapasztalati képlete: ABO_y , ahol $y \neq 3$, továbbá ahol A az Na, K, Rb, Ca, Ba, La, Pr, Sr, Ce, Nb, Pb, Nd, Sm és Gd alkotta csoportból választott legalább egy fémeket jelöl, továbbá ahol B a Cu, Mg, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Nb, Mo, W és Zr alkotta csoportból választott legalább egy fémeket jelöl, továbbá ahol az A és B Nb-től egyszerre különbözik, továbbá ahol az ABO_y az $SrVO_{2,5}$ -től különbözik.

2. Az 1. igénypont szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy perovszkit típusú, amelynél $y = 3 - \delta$, ahol $\delta \neq 0$ és δ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,7-ig terjedő tartományban van.

3. Az 1. igénypont szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy Brown-Millerite típusú, amelynél $y = 2,5 - \xi$, ahol ξ értéke a kb. -0,2-től a kb. -0,05-ig terjedő tartományban, vagy a kb. +0,05-től a kb. +0,3-ig terjedő tartományban van.

4. Az 1-3. igénypontok bármelyike szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy A és/vagy B további fémmel adalékolt fémeket jelöl, ahol az A és B esetén az adalékoló fémek az A -ra és a B -re megadott csoportokból vannak választva.

5. A 4. igénypont szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy az A az $Sm_xSr_{(1-x)}$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,4-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

6. A 4. igénypont szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy az A az $Nd_xSr_{(1-x)}$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,4-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

7. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy a B Co-t jelöl.

8. Az 1-6. igénypontok bármelyike szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy a B Fe-t jelöl.

9. A 7. vagy a 8. igénypont szerinti vegyes oxid anyag, *azzal jellemezve*, hogy a B a $Co_{(1-x)}Fe_x$ anyagot jelöli, ahol x a kb. 0,2-től a kb. 0,6-ig terjedő tartományban van.

10. Nagy elektronvezető képességgel rendelkező anyagból lévő elektród elektrokémiai cellához, *azzal jellemezve*, hogy az elektród az 1-9. igénypontok bármelyike szerinti vegyes oxid anyagot tartalmaz.

11. Eljárás elektrokémiai cellához való elektród előállítására, ahol megfelelő hordozót biztosítunk, és vegyes oxid, legalább egy kötőanyag és legalább egy oldó-



szer keverékét alkalmazva a hordozón a vegyes oxid tapadórétegét hozzuk létre, majd az oldószert eltávolítjuk, és – adott esetben – hőkezelést hajtunk végre, *azzal jellemezve*, hogy a hordozón az 1-10. igénypontok bármelyike szerinti vegyes oxid anyagot tartalmazó tapadóréteget hozunk létre.

12. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy a hordozóként egy mátrixot alkalmazunk, továbbá a vegyes oxidot a mátrixban rendezzük el, továbbá a mátrixszal tapadóképes egységet hozunk létre.

13. A 11. igénypont szerinti eljárás, *azzal jellemezve*, hogy leválasztást lehetővé tevő tulajdonságú hordozót használunk, továbbá a hordozóra való felhordást követően a vegyes oxid anyagot tartalmazó réteget leválasztjuk és adott esetben hőkezelésnek vetjük alá.

14. Elektrokémiai cella, amelynek legalább két elektródja és elektrolitja van, *azzal jellemezve*, hogy legalább egy elektródja a 10. igénypont szerinti.

15. A 14. igénypont szerinti elektrokémiai cella, *azzal jellemezve*, hogy aktív szén elektród, RuO_2 elektród és $\text{RuO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ elektród közül választott további elektródja van.

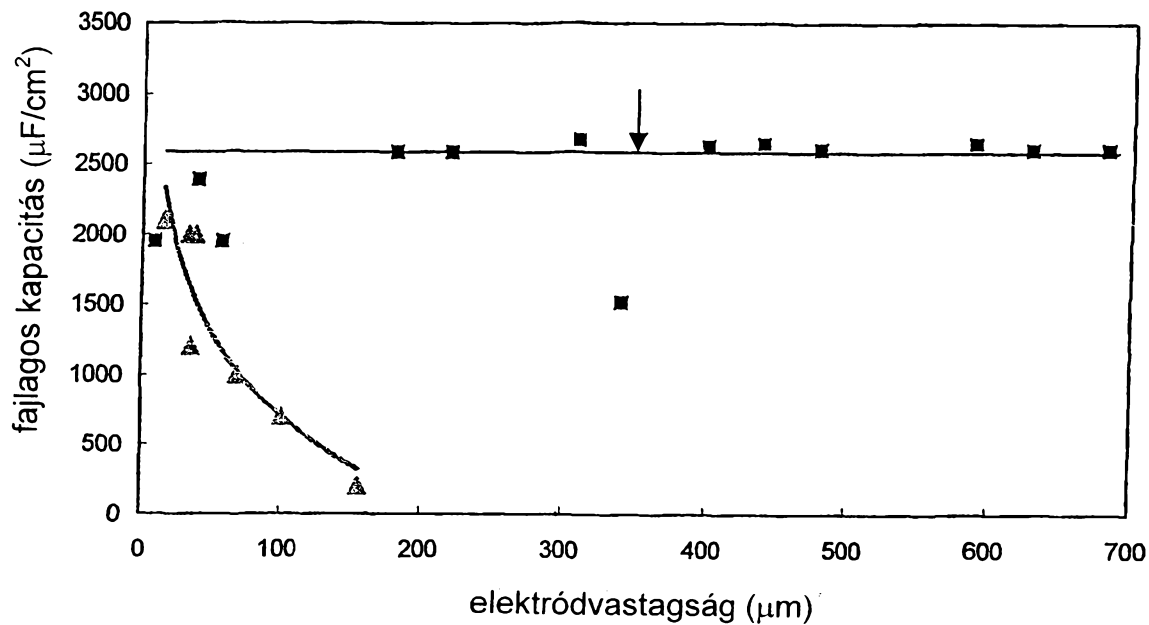
2005.07.07.

§

A bejelentő helyett
a meghatalmazott:

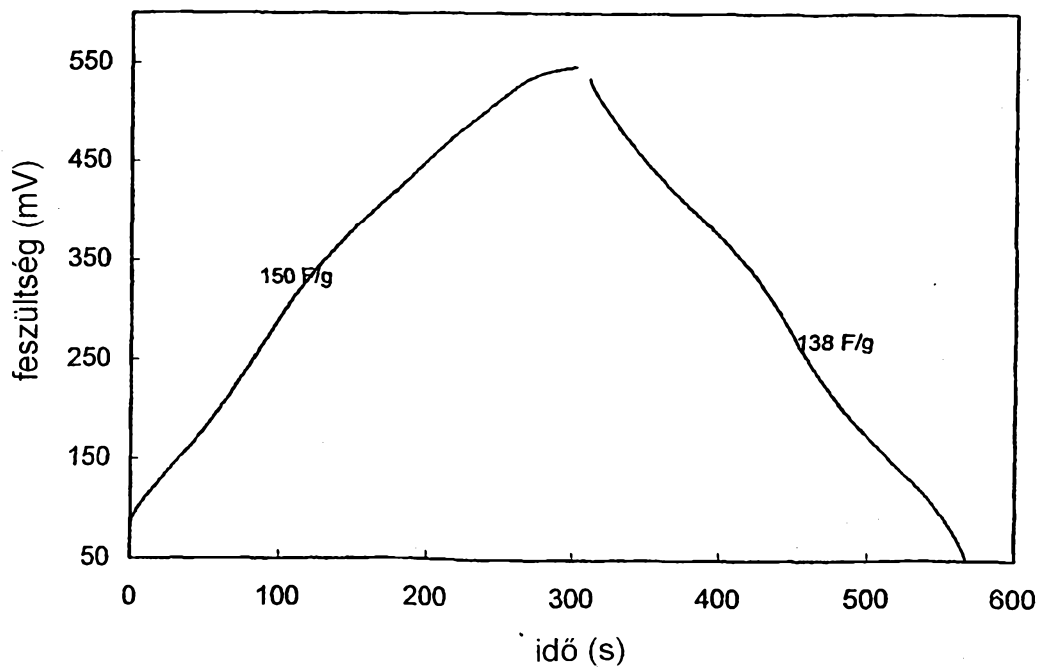
DANUBIA

Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.



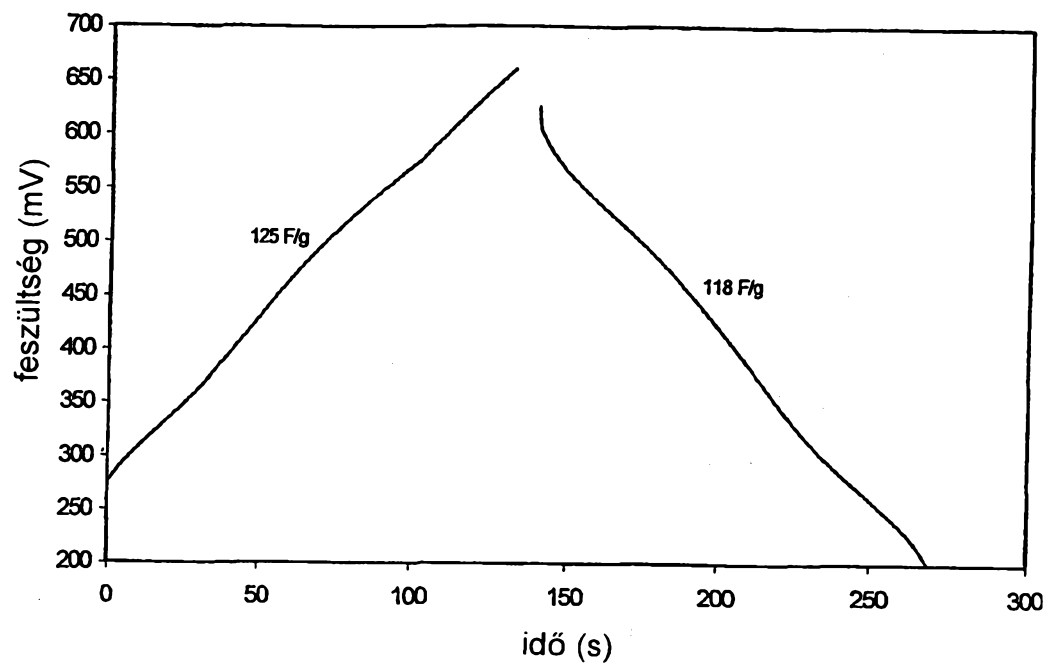
jell. al:

1. ábra

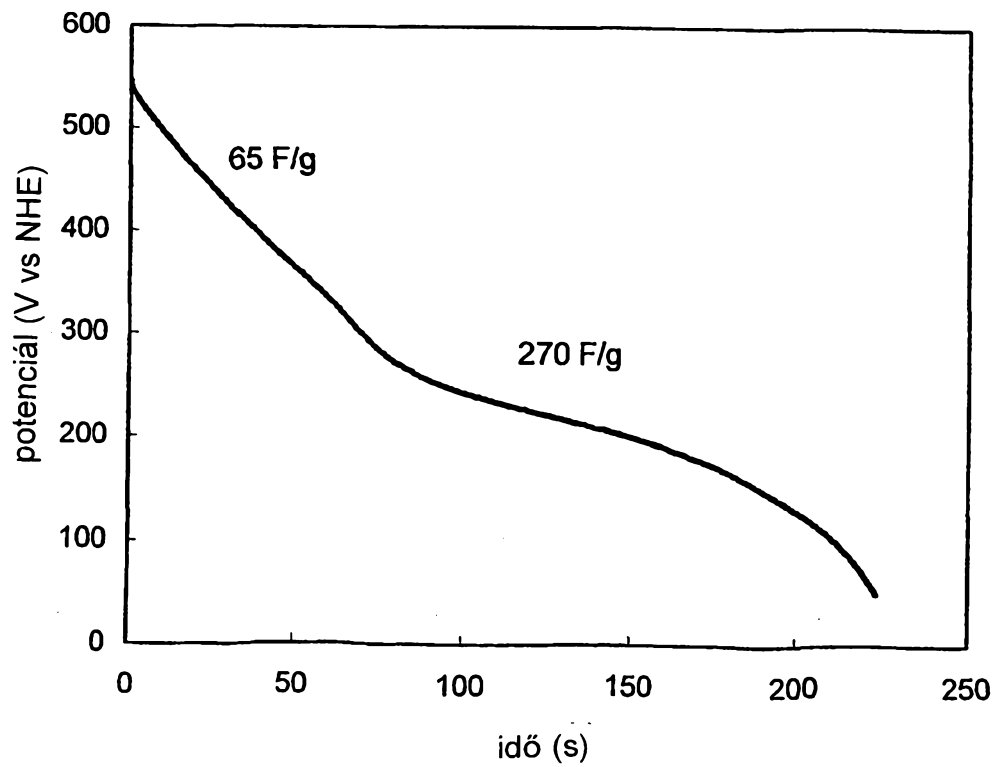


2. ábra

2003. 07. 07.
G



3. ábra



4. ábra