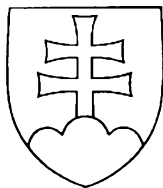


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ÚŽITKOVÝ VZOR

- (21) Číslo prihlášky: **50074-2020**
(22) Dátum podania prihlášky: **27. 12. 2018**
(31) Číslo prioritnej prihlášky: **PV 2017-859**
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: **29. 12. 2017**
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: **CZ**
(43) Dátum zverejnenia prihlášky: **14. 4. 2021**
Vestník ÚPV SR č.: **07/2021**
(45) Dátum oznámenia o zápise
úžitkového vzoru: **11. 8. 2021**
Vestník ÚPV SR č.: **15/2021**
(47) Dátum zápisu a sprístupnenia
úžitkového vzoru verejnosti: **29. 7. 2021**
(62) Číslo pôvodnej prihlášky
v prípade vylúčenej prihlášky:
(67) Číslo pôvodnej patentovej prihlášky
v prípade odbočenia:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: **PCT/CZ2018/000061**
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky
podľa PCT: **WO 2019/129316**
(96) Číslo podania európskej patentovej prihlášky:

(11) Číslo dokumentu:

9275

(13) Druh dokumentu: **Y1**

(51) Int. Cl. (2021.01):

H01M 4/00

H01M 10/00

(73) Majiteľ: **ŠKODA AUTO a.s., Mladá Boleslav, CZ;**
Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Praha, CZ;

(72) Pôvodca: **Míka Martin, doc. Ing., PhD., Praha, CZ;**
Šatura Lukáš, Bratislava, SK;
Weymar Florian, Dr. Ing., Praha, CZ;
Luštická Ivana, Ing., Mladá Boleslav, CZ;

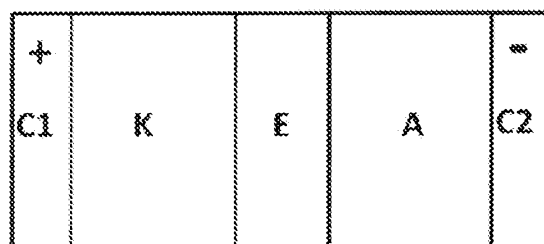
(74) Zástupca: **Kubínyi Peter, Bc., Trenčín, SK;**

(54) Názov: **Sekundárny batériový článok pre elektromobily obsahujúci pevné amorfné sklené materiály a nano-/mikro-**
materiály

(57) Anotácia:
Elektrody anóda (A) aj katóda (K) sú elektrónovo a iónovo vodivé, obsahujú pevný amorfný sklený kompozitný materiál, a tiež sklené a/alebo kovové vlákna a sklené a/alebo kryštalické častice so stredným priemerom v nano-/mikrometroch v rozmedzí od 1 nm do 100 µm. Ich povrch je nano-/mikroštruktúrný so strednou drsnosťou v rozmedzí od 1 nm do 100 µm; a obsahujú, ako nosiče nábojov iónovej vodivosti, migrujúce kationy lítia a/alebo sodíka na migráciu z anódy (A) cez elektrolyt (E) do katódy (K) počas vybíjania sekundárneho batériového článku (B) a z katódy (K) do anódy (A) počas nabíjania sekundárneho batériového článku (B). Elektrolyt (E) je iónovo vodivý, obsahuje pevný amorfný sklený kompozitný materiál s nosičmi nábojov iónovej vodivosti lítiny a/alebo sodný kation. Je nárokované zloženie skiel pre elektrody (A, K) aj elektrolyt (E) a ich vodivosť. Kompozitný materiál elektród (A, K) obsahuje aktívne oxidačno-redukčné centrá na báze kovového kremíka a/alebo oxidov kremíka, a/alebo skiel obsahujúcich elektropozitívne polyvalentné prvky Mp, pričom tieto oxidačno-redukčné centrá majú pomer vyššieho oxidačného stavu k nižšiemu oxidačnému stavu polyvalentných prvkov Mp v pomere od 0,1 do 10, čím tiež vytvárajú gradientný na-

no-/mikrokompozitný sklený materiál elektród (A, K) so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou. Oxidačno-redukčné centrá majú polyvalentné prvky Mp, ktoré na zaistenie reverzibilných oxidačno-redukčných reakcií prechádzajú medzi svojimi oxidačnými stavmi.

B



SK 9275 Y1

Oblasť techniky

Vynález sa týka sekundárneho batériového článku pre elektromobily, obsahujúce pevné amorfné sklené materiály a nano-/mikromateriály. Sekundárny batériový článok zahŕňa koncové kovové elektrónovo vodivé prúdové kolektory, medzi ktorými sú usporiadané elektrónovo vodivé elektródy, oddelené iónovo vodivým elektrolytom, ktorý je v podstate elektrónovo nevodivý.

Doterajší stav techniky

JPS 6020476, zverejnený 1. 2. 1985, opisuje sekundárnu batériu obsahujúcu tkaninu zo sklenených vlákien, použitú ako separátor. Vysoko molekulárna zlúčenina majúca konjugovanú dvojitzú väzbu v primárnom reťazci alebo vysoko molekulárna zlúčenina získaná dopovaním je využitá najmenej pre jednu elektródu. Aromatická nitrilová zlúčenina je použitá ako organické rozpúšťadlo elektrolytu. Tkanina zo skleneného vlákna je použitá ako separátor sekundárnej batérie. Veľké množstvo jednotlivých sklenených vlákien s priemerom 9 až 22 μm sa získa metódou tavenia a spinningu alkalického skla, ktoré má dobrú odolnosť proti kyselinám. Vlákna sa prekrížia a zachytávajú na vytvorenie plátky (sheet). Sklenené vlákna môžu mať porozitu najmenej 30 % a viac a hrúbku najviac okolo 1 cm.

Nevýhodou môže byť použitie chemických dopantov, ako sú fluoridy a fosfáty, tiež kyanozlúčeniny. Ďalej, batéria používa kvapalný elektrolyt na báze organického rozpúšťadla na báze dusíka, čo by mohlo viesť k problémom pri väčšej záťaži batérie, kedy dochádza k lokálnemu zahrievaniu elektrolytu, vedúcemu k možnému zahoreniu až prípadne k nožnej explózii následkom veľkého vývinu toxických plynov. Keď sa batéria zahrieva, môže podliehať oxidácii, čo vedie k uvoľňovaniu nežiaducich oxidov uhlíka. CN 1177847A zverejnený 1. 4. 199, opisuje vysoko energetickú batériu. Jej elektróda využíva sieťovinu z kovových vlákien, ktoré obsahujú tiež sklenené vlákna. Pri spôsobe výroby sa získané kovové vlákno tká do sieťoviny, reže na požadovanú plochu, potom sa potiahne povlakom zo špeciálnej zmesovej koloidnej farby, laminuje sa a zostaví sa s cieľom získať bipolárnu štruktúru batérie. Výhodne obsahujú kovové vlákna v hmotnostných %: 70 sklenených vlákien; 1,5 sodíka; 5 olova; 1 striebra; 1,5 niklu; 10 lítia; 1,5 síry; 1 vodíka; 1,5 kadmia; 1 samária, 3 zinku; 3 kovy vzácnych zemín. Ako výhodu uvádza vynález pre kovové vlákna vysokú pevnosť v ťahu a odolnosť proti korózii, pre batériu vysokú hustotu energie, jej rýchle nabíjanie, bezúdržbový a rozsiahly aplikačný rozsah pri nízkej cene. Vynález je určený pre elektromobily ako zdroj energie. Nevýhodou je pomerne vysoký obsah toxických ťažkých kovov, ako je olovo a kadmium. Sklené vlákna sú pravdepodobne bežného chemického zloženia a zrejme slúžia ako mechanická výplň elektród a nemajú teda elektrochemickú funkciu aktívneho materiálu elektródy.

Prioritný CZ 301 387 B6, zverejnený 10. 2. 2010, (korešpondujúci AU 2009 295014 B2, CN 102165628B, JP 6085085 B2, RU 2519935 C2, US 9437855 B2) opisuje lítiový akumulátor s priestorovým typom elektród a spôsob jeho výroby. Elektródy lítiového akumulátora sú oddelené separátorom, ktorý obsahuje nevodný roztok lítiovej soli v organickom polárnom rozpúšťadle. Elektródy majú hrúbku 0,5 mm a jedna z nich je tvorená elektrónovo vodivou zložkou, obsahujúcou aktívny materiál, ktorý má morfológiu dutých gúľ s hrúbkou steny tejto gule do 10 μm alebo morfológiu agregátov, alebo aglomerátov veľkosti do 30 μm . Separátor obsahuje zlisovanú vysoko pórovitú vysoko elektricky nevodivú keramickú hmotu s otvorenými pórmí a porozitou 30 až 95 %. Optimálne sú spinelové štruktúry, do ktorých lítium preniká a je vylučované vo všetkých kryštálových orientáciách. Výhodne je možné použiť dopované alebo nedopované spinely lítium-mangán oxidu (LiMn_2O_4 , $\text{LiMn}_{1,5}\text{Ni}_{0,5}\text{O}_4$) alebo lítium titan oxidu ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$).

Výhodou riešenia je priestorová konštrukcia opakovateľne nabíjateľného lítiového akumulátora v kombinácii s kovovým lítium ako zápornou elektródou. Ako výhoda je uvádzaná zjednodušená výroba lítiových akumulátorov, navýšenie kapacity, zníženie rozmerov, hmotnosti a ceny a zlepšenie ich bezpečnosti. Tento typ akumulátora je vhodný ako náhrada olovených akumulátorov najmä v automobilovom priemysle, pre ručné elektrické náradie a prenosné elektrické a elektronické prístroje, napr. zvyšuje kapacitu gombikových akumulátorových článkov.

Nevýhodou je obsah uhlíka, ktorý už bol diskutovaný. Ďalšou nevýhodou je nutnosť použitia kvapalného polárneho organického rozpúšťadla, ktoré môže v dôsledku netesností unikáť z akumulátora v kvapalnej alebo plynnej fáze. Duté gule aktívnej hmoty majú uzavretý tvar, ktorý môže výrazne spomaliť migráciu iónov lítia, a tým účinnosť akumulátora.

WO 2015/205 834 A1 (korešpondujúci US 2016 365 602 A1 alebo EP 3 111 503 A1), zverejnený 3. 9. 2015, opisuje pevný sklený elektrolyt s nosičmi nábojov vo forme iónov lítia alebo sodíka. Zloženie skleného elektrolytu je možné vyjadriť vzorcom $\text{R}_{3-2x}\text{M}_x\text{HalO}$, kde R je vybrané zo skupiny pozostávajúcej z lítia alebo sodíka, M je vybrané zo skupiny pozostávajúcej z horčíka, vápnika alebo stroncia, Hal je vybrané zo skupiny pozostávajúcej z fluóru, chrómu, brómu, jódu alebo ich zmesí, X je počet molov M, a $0 = x = 0,01$. Sklený elektrolyt vykazuje sklenú transformáciu. Sklený elektrolyt má nárokovánú vodivosť najmenej

13 mScm⁻¹ pri 25 °C pre ión lítia a aspoň 17 mScm⁻¹ pri 25 °C pre ión sodíka. Sú tiež nárokové jednotlivé možné kombinácie zlúčenín, spôsob prípravy a aplikácie tohto skla v batérii.

Ako výhody sú uvedené, že sklené elektrolyty pre lítiovo-sodíkové batérie sú lacné, recyklovateľné, nehorľavé a netoxické a majú tepelnú stabilitu v rozsahu uvedených aplikácií pri daných teplotách.

Nevýhodou chemického zloženia elektrolytu je ľahká fázová separácia a následné odskenlenie, vedúce k tvorbe kryštálov lítnych alebo sodných zlúčenín, ako je zrejme napr. z difraktogramu uvedeného na obr. 1 tohto vynálezu, kde je rad kryštalických fáz. Čiastočná kryštalizácia tak môže ľahko nastať počas nabíjaciach a vybíjaciach cyklov batérie, čo môže viesť k nárastu vnútorného odporu batérie a zníženiu kapacity batérie, a tým sa môže významne znižovať životnosť batérie.

US 9,643,881 B2, zverejnený 9. 4. 2015, opisuje sklenenú kompozíciu pre sklenené vlákna a spôsob výroby sklenených vlákien, pričom jedným z využití je spomenutý separátor batérie. Kremičité sklo pre sklenené vlákna obsahujúce oxid titaničitý a zirkoničitý a oxidy alkalických kovov, a výhodne tiež oxid hlinitý, vápenatý a lítny, má rozdiel medzi nízkou teplotou tavenia a likvidus 91 °C a viac.

Sklenené vlákna majú deklarovanú výbornú odolnosť proti alkáliám aj kyselinám a hydrolytickú odolnosť. Sklo môže obsahovať častice 300 až 500 μm a vydrží ponorené do 100 ml 10 % roztoku hydroxidu sodného pri teplote 80 °C počas 16 hodín. Nevýhodou je, že sklenené vlákna neobsahujú polyvalentné prvky, teda nemôžu plne fungovať ako elektrochemicky aktívne redox centrá v elektródovej hmote batérie.

WO 2016/205 064 A1, zverejnený 22. 12. 2016, opisuje vo vode rozpustné sklené/amorfne pevné iónové vodiče. Elektrochemické zariadenia a výrobky používajú kombináciu iónových a elektrónových vodičov a vnútorných elektrických dipólov. Je nárokový spôsob prípravy tohto skla rozpúšťaním vo vode a zloženie elektrolytov, obsahujúce ión sodíka alebo lítia, naviazaný na oxidy, sulfidy a halogenidy, možné sú aj sírany, fosforečnany, prípadne hydroxidy s iónmi bária, draslíka, rubídia alebo cézia. Je nárokový tiež spôsob nanášania elektrolytu vo forme pasty alebo kaše s umožnením odparovania organickej a/alebo iónovej kvapaliny a/alebo polyméru. Tiež je nároková aplikácia v batériách a palivových článkoch.

Vo vynáleze je uvedená ako výhoda, že kvapaliny sú oveľa lepšie iónové vodiče pri izbovej teplote než väčšina známych pevných látok, čo je dôvod, prečo sa bežne používajú tekutiny ako elektrolyt v zariadeniach pri izbovej teplote, ale pripúšťa, že v niektorých aplikáciách však môže byť silne preferovaný pevný elektrolyt.

Nevýhodou tohto elektrolytu je jeho ľahká rozpustnosť vo vode, daná jeho chemickým zložením. Táto vlastnosť znamená, že elektrolyt bude tiež menej odolný proti vzdušnej vlhkosti, bude teda hygroskopický a nevhodný pre batérie elektromobilov, pretože nemôže zaručovať spoľahlivosť pri dlhodobom používaní.

US 9,553,303 B2, udelený 24. 1. 2017 (ako pokračovacia prihláška priority z r. 2010), uvádza kremikové nanočastice pre elektródy batérie. Je nárokový spôsob výroby kompozitného materiálu, pri ktorom je poskytovaný vedľajší produkt fluidizovaného reaktora, kde tento produkt kompozitného materiálu obsahuje viac ako 0 % a menej ako asi 90 % hmotnosti kremikových častíc, ktoré majú veľkosť medzi 0,1 μm a 30 μm a povrch s veľkosťou nanometrov. Kompozitný materiál tiež obsahuje viac ako 0 % a menej ako asi 90 % hmotnostných jedného alebo viacerých typov uhlíkových fáz, pričom aspoň jeden alebo viac typov uhlíkových fáz je/sú v podstate kontinuálne fázy, obsahujúce pevný uhlík, ktorý drží kompozitný materiál pohromade.

Ako výhodu vynález uvádza, že častice kremika môžu zlepšiť výkon elektrochemicky aktívnych materiálov, ako je zlepšenie kapacity a/alebo cyklovania. Elektrochemicky aktívne materiály majú také kremikové častice, ktoré sa v dôsledku zosieťovania kremikových častíc nemôžu významne degradovať. Výhodou zloženej uhlíkovej zmesi, ktorá využíva karbonizovaný (zuhoľnatý) polymér, môže byť napr.: vyššia kapacita, zvýšená ochrana pri preťažení počas nabíjania/vybíjania, nižšia nevratná kapacita v dôsledku eliminácie (alebo minimalizácie) kolektorov prúdu kovovej fólie a možné úspory nákladov vďaka jednoduchšej výrobe.

Nevýhodou je významný obsah uhlíka, ktorý má nižšiu tepelnú odolnosť počas častých nabíjaciach/vybíjaciach cyklov pri zvýšenej prúdovej hustote, čo vedie k zvyšovaniu teploty batérie. Následkom toho môže dôjsť k uvoľňovaniu toxického oxidu uhoľnatého alebo nedýchatelného oxidu uhličitého.

WO 2017/027 263 (A1) zverejnený 16. 2. 2017, korešpondujúci US 2017/0040598 A1 zverejnený 9. 2. 2017, opisujú úpravu kremikových častíc na elektrochemické ukladanie, ktoré môžu byť použité ako elektródový materiál pre batériu. Je nárokový film kompozitného materiálu, obsahujúci viac ako 0 % a menej ako okolo 90 % hmotnostných kremikových častíc, ktorých povrch je potiahnutý karbidmi kremika alebo zmesou karbidov a karbidov kremika; viac ako 0 % a menej ako okolo 90 % hmotnostných jedného alebo viacerých typov uhlíkových fáz, ktoré sú v podstate kontinuálne fázy. Častice kremika majú veľkosť okolo 0,1 μm až 30 μm. Povrch kremikových častíc môže byť vytvorený z oxidov kremika, ako je SiO, SiO₂ alebo SiO_x. Tiež je opísaný a nárokový spôsob výroby tohto kompozitného materiálu, zahŕňajúci zmes prekursora a kremikových častíc, pyrolýzou prekursora do jednej alebo viacerých fáz uhlíka, a vytvorenie karbidov kremika na najmenej časti povrchu kremikových častíc. Pyrolýza prebieha pri teplotách okolo 750 °C až okolo 1 300 °C. Filmy môžu byť rolované alebo narezané na kusy, ktoré sú potom vrstvené do zostavy. Fólie kompozitného materiálu môžu byť samonosné. Vrstvia sa so striedavo elektrochemicky aktívnymi materiálmi so separátorom medzi nimi.

Vynález uvádza ako výhody kompozitné zmesi uhlíka, využívajúce karbonizovaný polymér, môžu to byť napr. vyššia kapacita, zvýšená ochrana pred preťažením, nižšia nevratná kapacita v dôsledku eliminácie alebo

minimalizácie kolektorov prúdu kovovej fólie. Uvedené elektródy môžu obsahovať častice kremíka, ktoré majú povlaky obsahujúce uhlík a karbid kremíka, a v dôsledku toho môžu dosiahnuť vysokú hustotu energie medzi cca 500 mAh/g až 2 500 mAh/g, vďaka napr. použitiu kremíka či úplnej alebo čiastočnej eliminácii prúdu z kovových kolektorov tým, že pozostávajú čiastočne alebo úplne z účinného aktívneho elektródového materiálu.

Nevýhodou je kompozit obsahujúci uhlík, ktorého nevýhody sú diskutované skôr. V súčasnosti sa v automobiloch využívajú batérie na báze lítia (lítiovo-iónové batérie), ktoré majú oproti predchádzajúcej generácii batérií na báze hydridu kovového niklu (NiMH) batériám vyššiu energetickú hustotu, nedochádza k ich samovoľnému vybíjaniu a netrpia pamäťovým efektom. Na využitie v automobilovom priemysle sú vhodné batérie na báze lítia a elektródových hmôt obsahujúcich napr. nikel, kobalt a hliník (NCA); nikel, mangán, kobalt (NMC); oxidy mangánu so štruktúrou spinelu (LMO); titaničitany (LTO); alebo fosforečnany železa (LFP). V súčasnosti sú využívané tiež v elektromobiloch, napr. spoločnosťami Mitsubishi vo vozidlách iMiEV, Tesla vo vozidlách Roadster alebo Nissan vo vozidlách Leaf.

Nevýhodou týchto široko využívaných riešení je rezerva v hodnotách volumetrickej a gravimetrickej kapacity, ktorá má za následok pretrvávajúce problémy súčasných elektromobilov, napr. ako je nedostatočná dojazdová vzdialenosť alebo pomalé nabíjanie a krátka životnosť batérie elektromobilov. Možné využitie uvedených solí lítia rozpustených v organickom polárnom rozpúšťadle môže pri väčšej prúdovej záťaži viesť k rozkladným dejom týchto solí a vzniku aj vysoko toxických produktov, obsahujúcich fluór alebo chlór.

Všeobecne je možné konštatovať, že na súčasné požiadavky na elektromobily majú batérie na báze lítia stále nedostatočnú kapacitu, a tým spôsobenú malú dojazdovú vzdialenosť pri pomerne veľkej hmotnosti batériového systému; ďalej majú relatívne pomalé dobíjanie a veľmi znepokojujúce bezpečnostné riziká, spôsobené existujúcou možnosťou lokálneho prehrievania, čo môže viesť až k deštrukcii systému. Z hľadiska výroby lítiových batérií existuje určité riziko, že zásoby lítia sú obmedzené a s masovou výrobou lítiových batérií môže rásť aj jeho cena. Ďalším hľadiskom sú aj možné nežiaduce ekologické dopady spôsobené jeho ťažbou.

Podstata technického riešenia

Uvedené nevýhody sa odstránia alebo podstatne obmedzia sekundárnym batériovým článkom pre elektromobily podľa tohto vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že elektródy, anóda aj katóda, majú zmiešanú vodivosť, sú elektrónovo aj iónovo vodivé. Anóda aj katóda obsahujú pevný amorfný viaczožkový sklený kompozitný materiál, ako aj sklené a/alebo kovové vlákna a sklené a/alebo kryštalické častice so stredným priemerom v nano-/mikrometroch v rozmedzí 1 nm až 100 μm . Povrch kompozitného materiálu, vlákien aj častíc je nano-/mikroštruktúrny so strednou drsnosťou v rozmedzí 1 nm až 100 μm . Kompozitný materiál elektród obsahuje aktívne oxidačno-redukčné centrá na báze kovového kremíka a/alebo oxidov kremíka, a/alebo skiel obsahujúcich elektropozitívne polyvalentné prvky M_p . Tieto oxidačno-redukčné centrá majú pomer vyššieho oxidačného stavu k nižšiemu oxidačnému stavu polyvalentných prvkov M_p v pomere 0,1 až 10.

Hlavnou výhodou tohto vynálezu je, že je možné dosiahnuť vysokú kapacitu a vysokú gravimetrickú a volumetrickú hustotu energie sekundárneho batériového článku v hodnotách 250 Ah.kg^{-1} až 500 Ah.kg^{-1} . Pri tejto novej sekundárnej batérii sú na konštrukciu elektród a elektrolytu použité pevné amorfné sklené viaczožkové kompozitné materiály. Na oddelenie katódy a anódy sekundárneho batériového článku je použitý pre elektrolyt pevný amorfný sklený kompozitný materiál, ktorý bráni vzniku a rastu dendritov kovov na elektródach. Amorfný sklený materiál je z mechanického pohľadu v pevnom stave, ale svojou neusporiadanou štruktúrou blízky kvapalnému stavu. Vysoká kapacita je zabezpečená veľmi vysokou plochou elektród, ktoré majú nano-/mikroštruktúrny povrch. Štruktúra elektród založená na vláknach a/alebo časticach skla zabezpečuje potrebnú pružnosť, a tým sa elektródy dlhodobo nepoškodzujú v dôsledku objemových zmien pri nabíjaní a vybíjaní. Redoxné centrá sú tvorené časticami skla obsahujúce polyvalentné prvky, ktoré ľahko prechádzajú medzi svojimi oxidačnými stavmi, a tým účinne zabezpečujú potrebné redoxné reakcie. Je použitý funkčný gradientný kompozitný materiál, ktorý má gradientné chemické zloženie a štruktúru. Oxidačno-redukčné centrá taktiež vytvárajú gradientný nano-/mikrokompozitný sklený materiál elektród, čím napomáhajú zmiešanej iónovej a elektrónovej vodivosti.

Viaczožkový kompozitný materiál skleného elektrolytu má vysokú iónovú vodivosť vo všetkých smeroch s rovnakou hodnotou, čo je zabezpečené homogénnym izotropným sklom. Tým tento elektrolyt zabezpečuje rovnomerné rozloženie prúdu, nedochádza tým ku vzniku miest s veľmi vysokou prúdovou hustotou, kde by sa batériový článok prehrieval a jeho materiál by tak mohol rýchlo degradovať.

Pri oboch typoch skiel ide o nehorľavý materiál. Tieto zmesové materiály sa pripravujú technikami depozície, lisovania, slinovania a tavenia.

Je výhodné, keď kompozitný materiál elektród obsahuje sklo GMC (Glass Mixed Conductor) so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou, kde merná iónová vodivosť je pri 25 $^{\circ}\text{C}$ najmenej 10^{-4} S.m^{-1} a mer-

ná elektrónová vodivosť je pri 25 °C najmenej 10^{-6} S.m^{-1} ; a ďalej obsahuje sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor) s vysokou iónovou vodivosťou a veľmi nízkou elektrónovou vodivosťou, kde iónová vodivosť je pri 25 °C najmenej 10^{-3} S.m^{-1} a elektrónovú vodivosť pri 25 °C je minimálne o 3 rády nižšia ako jeho merná iónová vodivosť a zodpovedá hodnote maximálne 10^{-6} S.m^{-1} .

Je tiež výhodné, keď elektrolyt obsahuje sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor), ktoré je izotropné a má vysokú iónovú vodivosť a veľmi nízkou elektrónovú vodivosť, kde iónová vodivosť je pri 25 °C najmenej 10^{-3} S.m^{-1} a má v podstate vo všetkých smeroch rovnakú hodnotu a elektrónovú vodivosť minimálne o 3 rády nižšiu, ako je jeho merná iónová vodivosť a zodpovedá hodnote pri 25 °C maximálne 10^{-6} S.m^{-1} .

Tiež je výhodné, keď sklo GMC1 katódy s prímiesou skla GFIC je v katóde situované v blízkosti kolektora a na strane privrátenej tomuto kolektoru; sklo GMC2 anódy s prímiesou skla GFIC je v anóde situované v blízkosti kolektora a na strane privrátenej tomuto kolektoru; a sklo GFIC s prímiesou skla GMC1 a GMC2 je situované bezprostredne alebo v blízkosti elektrolytu. Pričom, objemový pomer fáz GMC1/GFIC v katóde a GMC2/GFIC v anóde je v bezprostrednej blízkosti zodpovedajúcich kolektorov od 100 do 0,1 a objemový pomer fáz GFIC/GMC1 a GFIC/GMC2 v elektródach v bezprostrednej blízkosti elektrolytu je od 100 do 10.

Ďalej je výhodné, keď sklom GMC1 (Glass Mixed Conductor) katódy alebo sklom GMC2 anódy so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou je viacložkové sklo so zložením: $\text{LiX-Li}_2\text{O-MdO-Mm}_k\text{O}_L\text{-Mp}_k\text{O}_L$ a/alebo $\text{NaX-Na}_2\text{O-MdO-Mm}_k\text{O}_L\text{-Mp}_k\text{O}_L$; kde predstavuje: X najmenej jeden halogén zo skupiny F, Cl, Br, I; Md najmenej jeden dvojmocný prvok zo skupiny Ba, Sr, Zn; Mm najmenej jeden jednomocný prvok zo skupiny B, Al, Y, La, Si, Ge, Ti, Zr, P, Nb; a Mp najmenej jeden elektropozitívne polyvalentný prvok zo skupiny Cu, Fe, Co, Ni, Mn, Nb, Sn, Si, Sb, V, Ta, Mo, W, Ti; K je stechiometrický koeficient s hodnotou $K = 1, 2$; a L je stechiometrický koeficient s hodnotou $L = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

Rovnako je výhodné, keď sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor) s vysokou iónovou vodivosťou a veľmi nízkou elektrónovou vodivosťou je viacložkové sklo so zložením: $\text{LiX-Li}_2\text{O-MdO-Mm}_k\text{O}_L$ a/alebo $\text{NaX-Na}_2\text{O-MdO-Mm}_k\text{O}_L$, kde predstavuje: X najmenej jeden halogén zo skupiny F, Cl, Br, I; Md najmenej jeden dvojmocný prvok zo skupiny Ba, Sr, Zn; Mm najmenej jeden jednomocný prvok zo skupiny B, Al, Y, La, Si, Ge, Ti, Zr, P, Nb; K stechiometrický koeficient s hodnotou $K = 1, 2$; a L stechiometrický koeficient s hodnotou $L = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

Výhodne, v skle GFIC alebo v skle GMC1, alebo v skle GMC2, alebo oxidoch kremíka v oxidačno-redukčných centrách je časť oxidov nahradená do 20 % mólových sulfidmi.

Okrem toho je výhodné, keď oxidačno-redukčné centrá obsahujú polyvalentné prvky Mp, ktoré na zabezpečenie reverzibilných oxidačno-redukčných reakcií prechádzajú medzi svojimi oxidačnými stavmi, a to: $\text{Cu (II)} \leftrightarrow \text{Cu (I)}$ a/alebo Cu (0) ; $\text{Fe (III)} \leftrightarrow \text{Fe (II)}$ a/alebo Fe (0) ; $\text{Co (III)} \leftrightarrow \text{Co (II)}$; $\text{Ni (III)} \leftrightarrow \text{Ni (II)}$; $\text{Si (IV)} \leftrightarrow \text{Si (0)}$; $\text{Ti (IV)} \leftrightarrow \text{Ti (III)}$; $\text{Mn (IV)} \leftrightarrow \text{Mn (III)}$ a/alebo Mn (II) ; $\text{Sn (IV)} \leftrightarrow \text{Sn (II)}$; $\text{V (V)} \leftrightarrow \text{V (IV)}$ a/alebo V (III) ; $\text{Nb (V)} \leftrightarrow \text{Nb (III)}$ a/alebo Nb (II) ; $\text{Sb (V)} \leftrightarrow \text{Sb (III)}$; $\text{Ta (V)} \leftrightarrow \text{Ta (III)}$; $\text{Mo (VI)} \leftrightarrow \text{Mo (V)}$; $\text{W (VI)} \leftrightarrow \text{W (V)}$.

Sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor) je sklo s vysokou iónovou vodivosťou a veľmi nízkou elektrónovou vodivosťou. Sklo GMC – (Glass Mixed Conductor) je sklo s optimalizovanou zmiešanou vodivosťou (iónovo/elektrónovou vodivosťou). Ide o viacložkové sklá optimalizovaného zloženia, ktoré majú zabezpečenú požadovanú funkčnosť, vysokú sklotvornosť a stabilitu.

Elektrolyt môže mať šírku 1 až 100 μm a katóda a anóda môžu mať každá šírku 100 až 1 000 μm , čo sa určuje na základe zloženia skla a požadovanej kapacity, rozloženia energie a vodivosti.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Technické riešenie je podrobne opísané na neobmedzujúcich príkladoch uskutočnenia a na objasnenie je na pripojenom obrázku schematicky znázornený sekundárny batériový článok v pozdĺžnom reze štruktúrou batériového článku.

Príklady uskutočnenia

Sekundárny batériový článok B pre elektromobily, obsahujúci pevné amorfné sklené materiály a nano-/mikromateriály, zahŕňa koncové kovové elektrónovo vodivé prúdové kolektory C1, C2, medzi ktorými sú usporiadané elektrónovo vodivé elektródy A, K oddelené iónovo vodivým elektrolytom E, ktorý je v podstate elektrónovo nevodivý.

Obe elektródy, anóda A aj katóda K majú zmiešanú vodivosť, sú vodivé elektrónovo a iónovo súčasne. Elektródy A, K obsahujú pevný amorfný sklený kompozitný materiál a tiež sklené a/alebo kovové vlákna a sklené a/alebo kryštalické častice so stredným priemerom v nano-/mikrometroch v rozmedzí 1 nm až 100 μm ; v konkrétnom príkladnom uskutočnenia, napr. 100 nm.

Anóda A aj katóda K majú nano-/mikroštruktúrny povrch so strednou drsnosťou v rozmedzí 1 nm až 100 µm.

Anóda A aj katóda K obsahujú, ako nosiče nábojov iónovej vodivosti, migrujúce katióny lítia a/alebo sodíka na migráciu z anódy A cez elektrolyt E do katódy K počas vybíjania sekundárneho batériového článku B a z katódy K do anódy A počas nabíjania sekundárneho batériového článku B.

Prúdový kolektor C1 obsahuje hliník Al, prúdový kolektor C2 obsahuje meď Cu. Katóda K aj anóda A obsahuje sklo typu GMC + GFIC ako funkčne gradientný materiál, elektrolyt E obsahuje sklo typu GFIC materiálu.

Podrobnejšie sú možné a neobmedzujúce konkrétne príklady uskutočnenia uvedené v nasledujúcich tabuľkách (3).

Tabuľka 1 Zloženie skla GFIC elektrolytu E

Zložky skla GFIC		GFIC-L	GFIC-N
LiCl		31,1	-
LiI		4,1	-
NaCl		-	36,9
NaI		-	3,7
Li ₂ O		8,9	-
Na ₂ O		-	9,1
BaO		0,1	0,1
SrO		0,2	0,4
ZnO		0,5	0,4
B ₂ O ₃		9,5	6,1
Al ₂ O ₃		3,9	3,7
Y ₂ O ₃		0,5	0,7
La ₂ O ₃		0,5	0,7
SiO ₂		0,7	0,7
GeO ₂		0,2	0,3
TiO ₂		0,5	0,5
ZrO ₂		0,1	0,3
P ₂ O ₅		39	36
Nb ₂ O ₅		0,1	0,2
SnO ₂		0,1	0,2
Celkom		100	100
Merná iónová vodivosť pri 25 °C [S.m ⁻¹]		0,5	0,3
Merná elektrónová vodivosť pri 25 °C [S.m ⁻¹]		10 ⁻⁶	10 ⁻⁶

V tabuľke 1 je uvedené zloženie skleného elektrolytu GFIC-L pre batériový článok B na báze iónov Li⁺ a elektrolytu GFIC-N pre batériový článok na báze iónov Na⁺. Ich zloženie má optimálny pomer elektropozitívnych a elektronegatívnych prvkov, ktoré zaručuje vysokú stabilitu elektrolytu E a dostatočne vysokú hodnotu iónovej vodivosti pri veľmi nízkej elektrónovej vodivosti. Sú preto vhodné na konštrukciu vysokokapacitných batérií.

Tabuľka 2 Zloženie zložiek GMC pre elektródy A, K

Zložky elektródovej hmoty GMC		GMC1-L [% mol.]	GMC1-N [% mol.]	GMC2-L [% mol.]	GMC2-N [% mol.]
Li(I)	Li ₂ O	6,9		15,3	
Na(I)	Na ₂ O		10,9	-	20,1
Cu(II)	CuO	2,9	1,8	1,1	2,0
Cu(I)	Cu ₂ O	3,0	1,1	2,5	4,0
Cu(0)	Cu	5,0	4,9	5,2	7,2
Fe(III)	Fe ₂ O ₃	4,2	5,0	2,0	2,1
Fe(II)	FeO	3,0	2,5	2,3	2,9
Fe(0)	Fe	1,1	0,4	0,9	1,1
Co(III)	Co ₂ O ₃	2,8	3,1	0,7	0,9
Co(II)	CoO	0,8	0,5	1,4	0,8
Ni(III)	Ni ₂ O ₃	3,0	4,1	0,8	0,8
Ni(II)	NiO	1,5	0,4	1,7	1,4
Si(IV)	SiO ₂	14,1	14,0	7,0	6,9

Zložky elektródovej hmoty GMC		GMC1-L [% mol.]	GMC1-N [% mol.]	GMC2-L [% mol.]	GMC2-N [% mol.]
Si(0)	Si	11,5	9,9	18,1	18,0
Ti(IV)	TiO ₂	0,9	0,8	0,5	0,3
Ti(III)	Ti ₂ O ₃	0,1	0,1	0,6	0,1
Mn(IV)	MnO ₂	12,0	13,8	4,1	5,6
Mn(III)	Mn ₂ O ₃	3,8	1,9	7,2	7,0
Mn(II)	MnO	0,2	0,1	5,1	2,1
Sn(IV)	SnO ₂	1,1	1,0	0,4	0,3
Sn(II)	SnO	0,1	0,1	0,8	0,2
V(V)	V ₂ O ₅	5,4	6,3	2,5	2,4
V(IV)	VO ₂	2,1	1,1	3,1	2,7
V(III)	V ₂ O ₃	0,3	0,1	2,1	0,8
Nb(V)	Nb ₂ O ₅	3,9	4,1	1,1	1,0
Nb(III)	Nb ₂ O ₃	0,4	0,1	1,8	0,9
Nb(II)	NbO	0,1	0,1	2,0	1,1
Sb(V)	Sb ₂ O ₅	2,9	3,3	1,0	0,9
Sb(III)	Sb ₂ O ₃	0,9	0,5	1,6	1,1
Ta(V)	Ta ₂ O ₅	0,2	0,4	0,2	0,1
Ta(III)	Ta ₂ O ₃	0,1	0,1	0,4	0,2
Mo(VI)	MoO ₃	3,7	5,1	2,0	2,1
Mo(V)	MO ₂ O ₅	0,5	0,1	3,0	1,9
W(VI)	WO ₃	1,4	2,1	0,5	0,5
W(V)	W ₂ O ₅	0,1	0,2	1,0	0,5
Celkom		100,0	100,0	100,0	100,0
Obsah oxidovanej formy [% mol.]		58,5	64,9	23,9	25,9
Obsah redukovanej formy [% mol.]		34,6	24,2	60,8	54,0
Pomer oxidovanej/redukovanej formy		1,69	2,68	0,39	0,48
Merná elektrónová vodivosť pri 25 °C [S.m ⁻¹]		8,2	1,7	2,1	4,6

V tabuľke 2 je uvedené zloženie elektródových materiálov GMC1-L, GMC2-L pre batériový článok B na báze iónov Li⁺ a elektródových materiálov GMC1-N, GMC2-N pre batériový článok B na báze iónov Na⁺. Ich zloženie má optimálny pomer oxidovaných a redukovaných foriem polyvalentných prvkov Mp, ktoré zaručujú vysokú reverzibilitu a rýchlosť elektródových reakcií podporenú dostatočne vysokou elektrónovou vodivosťou zabezpečujúcou kooperatívny mechanizmus reakcií na elektródach A, K. Sú preto vhodné na konštrukciu vysokokapacitných batérií.

Tabuľka 3 Príkladné uskutočnenia zostavy sekundárneho batériového článku B

	Článok 1	Článok 2
Katóda K	Kolektor C1 z Al	Kolektor C1 z Al
GFIC-L [% obj.]	21	
GMC2-L [% obj.]	79	
GFIC-N [% obj.]		28
GMC2-N [% obj.]		72
Elektrolyt E	GFIC-L	GFIC-N
Anóda A	Kolektor C2 z Cu	Kolektor C2 z Cu
GFIC-L [% obj.]	15	
GMC2-L [% obj.]	85	
GFIC-N [% obj.]		18
GMC2-N [% obj.]		82
Svorkové napätie OCV [V]	3,9	2,8
Gravimetrická hustota energie [Ah.kg ⁻¹]	248	239
Volumetrická hustota energie [Ah.l ⁻³]	577	564
Výkonová hustota [W.kg ⁻¹]	554	514

- 5 V tabuľke 3 sú uvedené príkladné uskutočnenia batériového článku 1 s iónmi Li^+ a batériového článku 2 s iónmi Na^+ . Príslušné elektródové materiály sú tvorené funkčne gradientnými materiálmi pozostávajúcimi zo zmesi príslušných materiálov GMC a GFIC. Tieto elektródové materiály v kombinácii s optimalizovaným skleným elektrolytom E zabezpečujú vysoké hodnoty hustoty energie a výkonu, a sú preto vhodné na konštrukciu vysokokapacitných batérií.

Priemyselná využiteľnosť

- 10 Pri tejto novej sekundárnej batérii sú na konštrukciu elektród anód A a katódy K a elektrolytu E použité pevné sklené materiály.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Sekundárny batériový článok pre elektromobily, obsahujúci pevné amorfné sklené materiály a nano-/mikromateriály, zahŕňa koncové kovové elektrónovo vodivé prúdové kolektory (C1, C2), medzi ktorými sú usporiadané elektrónovo vodivé elektródy (A, K), obsahujú ako nosiče nábojov iónovej vodivosti migrujúce katióny lítia a/alebo sodíka na migráciu z anódy (A) cez elektrolyt (E) do katódy (K) počas vybíjania sekundárneho batériového článku (B) a z katódy (K) do anódy (A) počas nabíjania sekundárneho batériového článku (B); kde anóda (A) a katóda (K) sú oddelené iónovo vodivým elektrolytom (E), ktorý je v podstate elektrónovo nevodivý, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že elektródy anóda (A) aj katóda (K) majú zmiešanú vodivosť, sú elektrónovo aj iónovo vodivé; obsahujú pevný amorfný viaczožkový sklený kompozitný materiál, tiež sklené a/alebo kovové vlákna a sklené a/alebo kryštalické častice so stredným priemerom v nano-/mikrometroch v rozmedzí od 1 nm do 100 μm ; povrch kompozitného materiálu, vlákien aj častíc je nano-/mikroštruktúrnym so strednou drsnosťou v rozmedzí od 1 nm do 100 μm ; kde kompozitný materiál elektród (A, K) obsahuje aktívne oxidačno-redukčné centrá na báze kovového kremíka a/alebo oxidov kremíka, a/alebo skiel obsahujúcich elektropozitívne polyvalentné prvky M_p , a tieto oxidačno-redukčné centrá majú pomer vyššieho oxidačného stavu k nižšiemu oxidačnému stavu polyvalentných prvkov M_p v pomere od 0,1 do 10; a elektrolyt (E) obsahuje pevný amorfný viaczožkový sklený kompozitný materiál, ktorý je izotropný, s nosičmi nábojov iónovej vodivosti lítnym a/alebo sodným katiónom s iónovou vodivosťou vo všetkých smeroch s rovnakou hodnotou.

2. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že kompozitný materiál elektród (A, K) obsahuje viaczožkové sklo GMC (Glass Mixed Conductor) so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou, kde merná iónová vodivosť je pri 25 °C najmenej $10^{-4} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ a merná elektrónová vodivosť je pri 25 °C najmenej $10^{-6} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$; a GFIC (Glass Fast Ion Conductor) s vysokou iónovou vodivosťou a veľmi nízkou elektrónovou vodivosťou, kde iónová vodivosť je pri 25 °C najmenej $10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ a elektrónová vodivosť pri 25 °C je minimálne o 3 rády nižšia ako jeho merná iónová vodivosť a zodpovedá hodnote maximálne $10^{-6} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$.

3. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že elektrolyt (E) obsahuje viaczožkové sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor), ktoré je izotropné a má vysokú iónovú vodivosť a veľmi nízku elektrónovú vodivosť, kde iónová vodivosť je pri 25 °C najmenej $10^{-3} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$ a má v podstate vo všetkých smeroch rovnakú hodnotu a elektrónovú vodivosť minimálne o 3 rády nižšiu, ako je jeho merná iónová vodivosť a zodpovedá hodnote pri 25 °C maximálne $10^{-6} \text{ S}\cdot\text{m}^{-1}$.

4. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nárokov 1 alebo 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že katóda (K) obsahuje sklo GMC1 (Glass Mixed Conductor 1) s prímiesou skla GFIC (Glass Fast Ion Conductor) a táto prímies skla GFIC je v katóde (K) situovaná v blízkosti kolektora (C1) a na strane prirátenej tomuto kolektoru (C1), anóda (A) obsahuje sklo GMC2 (Glass Mixed Conductor 2) s prímiesou skla GFIC a táto prímies skla GFIC (Glass Fast Ion Conductor) je v anóde (A) situovaná v blízkosti kolektora (C2) a na strane prirátenej tomuto kolektoru (C2), a v katóde (K) je situované, bezprostredne alebo v blízkosti elektrolytu (E), sklo GFIC s prímiesou skla GMC1 a v anóde (A) je situované, bezprostredne alebo v blízkosti elektrolytu (E), sklo GFIC s prímiesou skla GMC2; a súčasne; objemový pomer fáz GMC1/GFIC v katóde (K) a GMC2/GFIC v anóde (A) je v bezprostrednej blízkosti zodpovedajúcich kolektorov (C1, C2) od 100 do 0,1 a objemový pomer fáz GFIC/GMC1 v katóde (K) a GFIC/GMC2 v anóde (A) v bezprostrednej blízkosti elektrolytu (E) je od 100 do 10.

5. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že sklom GMC1 (Glass Mixed Conductor) katódy (K) alebo sklom GMC2 anódy (A) so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou je viaczožkové sklo so zložením: $\text{LiX-Li}_2\text{O-MdO-Mm}_K\text{O}_L\text{-Mp}_K\text{O}_L$ a/alebo $\text{NaX-Na}_2\text{O-MdO-Mm}_K\text{O}_L\text{-Mp}_K\text{O}_L$, kde je: X najmenej jeden halogén zo skupiny F, Cl, Br, I; Md najmenej jeden dvojmocný prvok zo skupiny Ba, Sr, Zn; Mm najmenej jeden jednomocný prvok zo skupiny B, Al, Y, La, Si, Ge, Ti, Zr, P, Nb; a Mp najmenej jeden elektropozitívny polyvalentný prvok zo skupiny Cu, Fe, Co, Ni, Mn, Nb, Sn, Si, Sb, V, Ta, Mo, W, Ti; K stechiometrický koeficient s hodnotou $K = 1, 2$; a L stechiometrický koeficient s hodnotou $L = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

6. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 2, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že sklo GFIC (Glass Fast Ion Conductor) s vysokou iónovou vodivosťou a veľmi nízkou elektrónovou vodivosťou je viaczožkové sklo so zložením: $\text{LiX-Li}_2\text{O-MdO-Mm}_K\text{O}_L$ a/alebo $\text{NaX-Na}_2\text{O-MdO-Mm}_K\text{O}_L$, kde je: X najmenej jeden halogén zo skupiny F, Cl, Br, I; Md najmenej jeden dvojmocný prvok zo skupiny Ba, Sr, Zn; Mm najmenej jeden jednomocný prvok zo skupiny B, Al, Y, La, Si, Ge, Ti, Zr, P, Nb; K stechiometrický koeficient s hodnotou $K = 1, 2$ a L stechiometrický koeficient s hodnotou $L = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$.

7. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že kompozitný materiál elektród (A, K) obsahuje aktívne oxidačno-redukčné centrá na báze kovového kremíka a/alebo oxidov kremíka, a/alebo skiel obsahujúcich elektropozitívne polyvalentné prvky M_p , pričom tieto oxidačno-redukčné centrá majú pomer vyššieho oxidačného stavu k nižšiemu oxidačnému stavu polyvalentných prvkov M_p v pomere od 0,1 do 10; a elektrolyt (E) obsahuje pevný amorfný viaczožkový sklený kompozitný materiál, ktorý je izotropný, s nosičmi nábojov iónovej vodivosti lítnym a/alebo sodným katiónom s iónovou vodivosťou vo všetkých smeroch s rovnakou hodnotou.

lentných prvkov M_p v pomere od 0,1 do 10, čím vytvárajú gradientný nano-/mikrokompozitný sklený materiál elektród (A, K) so zmiešanou iónovou a elektrónovou vodivosťou.

8. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 4, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že v skle GFIC alebo v skle GMC1, alebo v skle GMC2, alebo oxidoch kremíka v oxidačno-redukčných centrách je časť oxidov nahradená do 20 % mólových sulfidmi.

9. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa nároku 1, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že oxidačno-redukčné centrá obsahujú polyvalentné prvky M_p , ktoré na zabezpečenie reverzibilných oxidačno-redukčných reakcií prechádzajú medzi svojimi oxidačnými stavmi, a to: $Cu(II) \leftrightarrow Cu(I)$ a/alebo $Cu(0)$; $Fe(III) \leftrightarrow Fe(II)$ a/alebo $Fe(0)$; $Co(III) \leftrightarrow Co(II)$; $Ni(III) \leftrightarrow Ni(II)$; $Si(IV) \leftrightarrow Si(0)$; $Ti(IV) \leftrightarrow Ti(III)$; $Mn(IV) \leftrightarrow Mn(III)$ a/alebo $Mn(II)$; $Sn(IV) \leftrightarrow Sn(II)$; $V(V) \leftrightarrow V(IV)$ a/alebo $V(III)$; $Nb(V) \leftrightarrow Nb(III)$ a/alebo $Nb(II)$; $Sb(V) \leftrightarrow Sb(III)$; $Ta(V) \leftrightarrow Ta(III)$; $Mo(VI) \leftrightarrow Mo(V)$; $W(VI) \leftrightarrow W(V)$.

10. Sekundárny batériový článok pre elektromobily podľa niektorého z nárokov 1 až 9, **v y z n a č u j ú c i s a t ý m**, že elektrolyt (E) má šírku od 1 do 100 μm a katóda (K) a anóda (A) má každá šírku od 100 do 1 000 μm .

1 výkres

B

+				-
C1	K	E	A	C2

Koniec dokumentu
