

# PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

## 309 645

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

**G02F 1/153** (2006.01)

**G02F 1/153** (2006.01)

**G02F 1/15** (2019.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

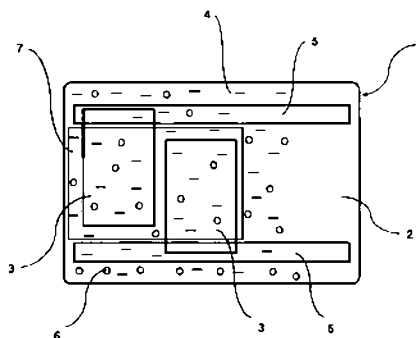
(21) Číslo přihlášky: **2022-154**  
(22) Přihlášeno: **12.04.2022**  
(40) Zveřejněno: **07.06.2023**  
**(Věstník č. 23/2023)**  
(47) Uděleno: **27.04.2023**  
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **07.06.2023**  
**(Věstník č. 23/2023)**

(56) Relevantní dokumenty:  
CN 104199228 A; US 8284473 B2; US 7557499 B2; CN 103123431 A.

(73) Majitel patentu:  
Ing. Marek Novák, České Velenice, CZ  
(72) Původce:  
Ing. Marek Novák, České Velenice, CZ  
(74) Zástupce:  
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní  
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice  
3

(54) Název vynálezu:  
**Elektrochromický displej**

(57) Anotace:  
Elektrochromický displej (1) určený pro biosensory s numerickým výstupem zahrnuje podložku (2), alespoň dvě elektrody (3) a elektrolyt (4) uspořádané na podložce (2), přičemž elektrody (3) a elektrolyt (4) jsou ve vzájemném kontaktu. Dále zahrnuje alespoň dva přívodní vodiče (5) připojené k alespoň jedné elektrodě (3). Přívodní vodič (5) je alespoň v části své plochy ve vodivém kontaktu s elektrolytem (4). Přívodní vodič (5) je vrstva uhlíkových částic nebo spojitá vrstva mědi na podložce (2). Alespoň jedna elektroda (3) je tvořena porézní vrstvou tvořenou navzájem zesíťovanými pigmentovými částicemi uspořádanými v polymerní matici z alespoň jednoho dopovaného konjugovaného polymeru ze skupiny polyfluoren, polykarbazol, polybenzothiadiazol, polythiofen, metalopolymer nebo jejich deriváty. Hmotnostní poměr pigmentových částic a dopovaného konjugovaného polymeru je alespoň 5:1. Alespoň dvě elektrody (3) nejsou vodivě spojeny. Tloušťka porézní vrstvy je větší než 5 μm. Porézní vrstva je neprůhledná a pigmentové částice mají kontrastní barvu oproti barvě konjugovaného dopovaného polymeru.



## Elektrochromický displej

### Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti elektroaktivních materiálů, konkrétně elektrochromického displeje.

### Dosavadní stav techniky

10

Oblast elektrochromických displejů a využití elektrochromických látek je studovaná již po několik desetiletí, navzdory tomu se tyto displeje nedočkaly širokého uplatnění a ve většině případů byly nahrazeny displeji na bázi tekutých krystalů, OLED nebo na bázi tzv. "e-ink". Oblast možných použití elektrochromických displejů se zúžila pouze na velmi specifické aplikace, např. elektronické zatmavování oken v dopravních letadlech nebo zpeřných zrcátek v automobilech.

15

Komerčně dostupné elektrochromické displeje určené pro tištěnou elektroniku jsou vyrobeny na plastových fóliích tiskem vodivých vrstev, případně leptáním vodivých vrstev. To sice snižuje cenu výroby samotného displeje, přináší to ale problémy a dodatečné náklady na připojení elektronických součástek k displeji, buďto pomocí anizotropních vodivých lepidel nebo lepením komponentů přímo na podložku. Jedním z důvodů nutnosti použití této technologie je samotná formulace elektrolytu, která zpravidla spoléhá na toxické nereaktivní plnivo v podobě organického rozpouštědla, ve kterém je rozpouštěna odpovídající sůl, zejména chloristan lithný, čímž vzniká elektrolyt.

25

Elektrochromický displej podle dokumentu CN 103123431 A sestává ze dvou planárních ITO vrstev neboli vrstev oxidu india a cínu, kde na jedné straně je organický elektrochromický materiál a na straně druhé je anorganický elektrochromický materiál, přičemž mezi nimi je iontová kapalina, která není nijak modifikována. Obdobné řešení je popsáno v dokumentu CN 104130769 A, kde elektrochromický materiál je rozpouštěn v elektrolytu. Takové řešení je popsáno i v dokumentu JP 2009192985 A. Nevýhodou takového elektrochromického displeje je, že je možné ho použít pouze pro binární displeje, případně jako elektricky zatmavitelné okno.

30

Další typ elektrochromického displeje je popsán v dokumentu CN 109634021 A, který popisuje elektrolyt tvořený v etylenglykolu rozpouštěným cholin chloridem nebo bis(trifluorometansulfonyl)imidem lithným neboli LiTFSI, což jsou pevné látky. Nevýhodou u LiTFSI je toxicita a vysoká cena, která zamezuje širšímu komerčnímu použití.

35

V jiných provedení přípravy elektrolytu pro elektrochromické displeje jsou k iontové kapalině přidávány monomery a oligomery, kterými se v kombinaci s působením UV záření zvyšuje viskozita elektrolytu po jeho tisku, jak je popsáno v patentových přihláškách US 20140361211 A1 a CN 111624828 A. Nevýhodou je, že kombinací těchto látek vznikne elektrolyt, který vykazuje známky toxicity.

40

Elektrochromické displeje se dále potkávají s nevýhodami, jako je náročnost na náklady, snižování vodivosti v důsledku nečistosti a nejednotnosti elektrolytu, nemožnost biodegradace až po zmíněnou toxicitu elektrolytu v důsledku používání chloristanových a lithných solí, rozpouštědel, monomerů a fotoiniciátorů. Přítomnost chloristanových a dalších solí může činit problémy i z hlediska letecké přepravy, kde existují výrazná omezení pro přepravu oxidačních činidel.

45

50

Dokument JP 2011164256 A popisuje konstrukci binárního displeje s porézní vrstvou z úzkého výřtu materiálů o tloušťce 1 až 5  $\mu\text{m}$ , která je umístěna na vysoce reflektivní neboli odrazivé společné elektrodě. Tato vrstva je vytvořena vakuovým naprašováním. Elektrochromicky aktivní materiál není na této elektrodě přítomen, je přítomen na druhé, zcela průhledné elektrodě, která je umístěna nad společnou elektrodou. Mezi těmito dvěma elektrodami je vrstva elektrolytu.

55

Nevýhodou je, že takové uspořádání neposkytuje biodegradabilní a ekonomický nenáročný elektrochromický displej a jeho elektrolyt, jakožto i další složky nejsou nežíravé a netoxické.

5 Dokument JP 2008026605 A popisuje konstrukci elektrochromického displeje, kdy je na podložku naprášena průhledná vodivá vrstva jako je ITO, která tvoří jednu elektrodu, na kterou je sintrováním TiO<sub>2</sub> při vysoké teplotě vytvořena porézní vrstva. Protější elektroda je vytvořena stejným způsobem s tím rozdílem, že je použit oxid cínů. Pro konstrukci jsou použity nanočástice o průměru 30 nm. Nevýhodou je, že použité elektrochromické materiály jsou prosté nezpolymerizované viologeny, které se vyznačují toxicitou.

10 Nevýhodou pro komerční použití elektrochromických displejů pořád zůstává velmi nízká kompatibilita technologií používaných pro tištěnou elektroniku, primárně sítotisk vodivých inkoustů, a technikami používanými pro výrobu konvenční elektroniky – leptání plošných spojů. Na konvenční sklolaminátový plošný spoj lze osadit elektrické komponenty, a to pájením při 15 teplotách dosahujících až 300 °C nebo bondováním. Kdyby bylo možné na takovou podložku umístit kromě elektroniky a např. senzorů i elektrochromický displej, přineslo by to značnou úsporu nákladů. Vzhledem k obsahu nereaktivního plniva a dalších látek s leptavými účinky je dnes zpravidla nutno při výrobě zamaskovat pomocí distanční fólie nebo tiskem dielektrické vrstvy, oblasti displeje, které jsou v kontaktu s vodivými cestami, jako i přívodní vodiče, 20 nanesenými sítotiskem, jejichž pojivo je organickými rozpouštědly rozleptáno a displej je tak poškozen. Použití rozpouštědel dále klade vysoké nároky na použitá lepidla. Dalším problémem dnešních displejů je umístění elektrolytu, který musí být zpravidla umístěn mezi dvě podložky oddělené distančními prvky, které zabraňují vytlačení elektrolytu mimo povrch elektrod.

25 Úkolem vynálezu je proto vytvoření takového elektrochromického displeje, který by byl výhodnou kombinací materiálů, které jsou zároveň elektrochromické a mechanicky funkční, a tedy by nebylo nutno vytvořit rigidní vrstvu pro elektrolyt. Dalším úkolem je vytvoření takového elektrochromického displeje, který by byl biodegradabilní, nízkonákladový a jeho elektrolyt a další složky by byly nežíravé a netoxické, přičemž by byl založen na vysoce kontrastním, vodivém 30 podkladu. Zároveň s tím by nebylo potřeba maskovat oblasti elektrochromického displeje, které by byly v kontaktu s vodivými cestami, distanční fólií nebo tiskem dielektrické vrstvy. Dalším úkolem vynálezu je vytvoření takového elektrochromického displeje, kterého elektrolyt by nemusel obsahovat distanční prvky pro zabránění vytlačení elektrolytu mimo povrch elektrod.

35

#### Podstata vynálezu

Vytčený úkol je vyřešen pomocí elektrochromického displeje podle tohoto vynálezu, který zahrnuje podložku a alespoň dvě elektrody z elektrochromického materiálu uspořádané na 40 podložce. Dále zahrnuje elektrolyt, který je uspořádaný na podložce a je v kontaktu s elektrodami a obsahuje iontovou kapalinu. Elektrochromický displej dále zahrnuje alespoň dva přívodní vodiče, které jsou uspořádané na podložce a připojené k elektrodě. Podstata vynálezu spočívá v tom, že přívodní vodič je uspořádan tak, že je alespoň v části své plochy ve vodivém kontaktu s elektrolytem, přičemž je přívodní vodič vytvořen jako vrstva uhlíkových částic nebo spojitá 45 vrstva mědi na podložce. Alespoň jedna elektroda je tvořena porézní vrstvou tvořenou navzájem zesíťovanými pigmentovými částicemi uspořádanými v polymerní matrici vybrané z alespoň jednoho dopovaného konjugovaného polymeru vybraného ze skupiny polyfluoren, polykarbazol, polybenzothiadiazol, polythiofen, metalopolymer nebo jejich deriváty. Zároveň s tím je možné všechny funkční vrstvy displeje vyrobit nízkoteplotními procesy do 100 °C, což výrazně snižuje 50 cenu a zvyšuje výrobní propustnost. Hmotnostní poměr pigmentových částic a dopovaného konjugovaného polymeru je alespoň 5:1. Dále alespoň některé elektrody nejsou navzájem vodivě spojeny. Tloušťka porézní vrstvy je větší než 5 μm. Tato porézní vrstva je s výhodou neprůhledná a pigmentové částice mají kontrastní barvu oproti barvě konjugovaného dopovaného polymeru tak, aby vytvořila sytě barevnou (obvykle bílou) vrstvu, oproti které mění barvu vrstva 55 elektrochromického materiálu. Výhodou porézní vrstvy je, že se do ní může vsakovat elektrolyt, a

tak nehrozí vytlačení veškerého elektrolytu z oblasti elektrody, což je problémem většiny dnešních elektrochromických displejů.

5 Pojem „neprůhledný“ pro účely popisu tohoto vynálezu je definován tak, že propustnost vrstvy pro světlo o vlnové délce mezi 400 a 700 nm je nižší než 40 %.

10 Pojem „kontrastní“ pro účely popisu tohoto vynálezu je definován tak, že lze rozdíl mezi barvou dvou předmětů, u kterých se stanovuje, jestli jsou kontrastní, rozeznat pouhým okem při osvětlení 50 lux a vyšším.

15 Pojem „porézní“ pro účely popisu tohoto vynálezu je definován tak, že daná vrstva ve své struktuře obsahuje drobné mezery, kterými je alespoň do části vrstvy schopno procházet vhodné rozpouštědlo. Rozpouštědlo je přitom voleno tak, aby v krátkém časovém rámci nedegradovalo danou vrstvu, např. rozpouštěním nebo chemickou reakcí, nebo některou ze složek vrstvy.

20 Pojem „vodivý“ ve spojení s materiálem je pro účely popisu tohoto vynálezu definován tak, že se jedná o materiál, který má vodivost větší než  $1 \times 10^{-6}$  S/m. Pokud je pojem „vodivý“ použit ve spojení s vrstvou, jedná se o pak vrstvu vyrobenou z materiálu nebo směsi materiálů, které mají ve struktuře totožné se strukturou vrstvy vodivost vyšší než  $1 \times 10^{-6}$  S/m.

25 Pojem „konjugovaný polymer“ pro účely popisu tohoto vynálezu je definován tak, že se jedná o polymer, u něhož dochází k pravidelnému střídání jednoduchých a dvojných vazeb v rámci jeho hlavního řetězce makromolekuly. Pojem „dopovaný“ je pro účely popisu tohoto vynálezu definován tak, že je k polymeru přidána jedna nebo více sloučenin (dopantů), která/které zvyšují jeho vodivost a/nebo zlepšují vlastnosti disperze polymeru v rozpouštědle.

30 Pojem „zesíťování částic“ pro účely popisu tohoto vynálezu je definován použitím jednoho či více z následujících výčtů způsobů: vytvořením inkoustu rozptýlením polymeru do suspenze ve vhodném rozpouštědle s následným smícháním s pigmentovými částicemi, nebo rozpuštěním polymeru ve vhodném rozpouštědle a smícháním s pigmentovými částicemi a tiskem s následným odpařením rozpouštědla, nebo nanesením pigmentových částic a jejich zesíťování nástřikem nebo nátiskem na povrch pigmentových částic s následným odpařením rozpouštědla/rozpouštědel, ve kterých byl polymer přítomen.

35 Ve výhodném provedení jsou pigmentové částice nevodivé. Výhodou použití nevodivých částic je jejich výrazně nižší cena oproti vodivým částicím o světlých barvách, které musí být při konstrukci displeje použity. Dále je většina typů těchto vodivých částic toxická kvůli obsahu antimonu. Použitím vhodného dopovaného konjugovaného polymeru lze zvýšit vodivost do takové míry, že není vodivost pigmentových částic vyžadována.

40 V dalším výhodném provedení je alespoň na části plochy podložky umístěna adhezni polymerní mezimatrice na bázi uretanu, akrylátu, epoxidu, kaptonu nebo polysiloxanu. Tato adhezni polymerní mezimatrice je nevodivá. Adhezni polymerní mezimatrice je s výhodou umístěna částí své plochy pod porézní vrstvou elektrody a primárně se podílí na zlepšení adheze porézní vrstvy k podložce.

45 Přidáním vhodného barevného pigmentu lze dosáhnout odstínu totožného nebo blízkého jednomu z barevných stavů elektrod displeje a tím dochází ke zvýšení kontrastu bez nutnosti nátisku jiné barevné vrstvy, například na krycí vrstvu displeje. Touto vrstvou lze také omezit kontaktní plochu přívodních vodičů v případě, že nelze přívodní vodiče opatřit povrchovou vrstvou a z dlouhodobého hlediska by hrozila jejich degradace nebo vznik oxidu. Další výhodou polymerní mezimatrice je zvýšení adheze mezi podložkou, případně mezi přívodním vodičem a elektrodou a zamezení odlepení elektrody v průběhu času.

V dalším výhodném provedení je polymerní matrice dále doplněna alespoň jedním nekonjugovaným polymerem vybraným ze skupiny polyethylenoxid, polyvinylbutyral, nylon, polyvinylalkohol, polyvinylchlorid, polyacetát, polyacetal, polypropylen, polyethylen, polykarbonát, polymethylmetakrylát, polyakrylát, nebo jejich deriváty nebo kombinace polymerů a jejich derivátů. Takové zesíťování zvyšuje mechanickou odolnost.

Ve výhodném provedení elektrolyt obsahuje iontovou kapalinu a nereaktivní plnivo, přičemž kation iontové kapaliny je vybrán ze skupiny: kation derivátu imidazolu, kation derivátu pyridinu, kation derivátu fosfinu, kation derivátu pyrrolidonu, kvartérní amoniový kation nebo cholin. Nereaktivní plnivo je tvořeno alkoholem, polyetherem, acetátem a/nebo jejich kombinací. Přidání nereaktivního plniva umožňuje výraznou úsporu nákladů na výrobu, protože cena iontových kapalin je zpravidla velmi vysoká. Použití těchto skupin nereaktivních plniv zachovává iontovou vodivost výsledného elektrolytu díky jejich chemickému složení. Takové složení iontové kapaliny dále umožňuje kontaktní působení elektrolytu přímo na vodivé cesty, jako jsou elektrody a přívodní vodiče bez potřeby jejich maskování distanční fólií nebo tiskem dielektrické vrstvy.

V dalším výhodném provedení je elektrolytem eutektické rozpouštědlo, které je tvořeno eutektickou směsí alespoň jedné Lewisovy nebo Brønstedovy kyseliny a alespoň jedné Lewisovy nebo Brønstedovy zásady. Výhodou je nižší cena a jednodušší syntéza oproti iontovým kapalinám. Příkladem takového hluboce eutektického rozpouštědla je směs glycerolu a cholinchloridu.

V dalším výhodném provedení elektrolyt dále obsahuje alespoň 0,5 % hmotn. reologického modifikátoru na bázi siliky, celulózy, derivátu celulózy a/nebo jejich směsi. Reologický modifikátor zamezuje tvorbě vzdušných bublin a vytváří stabilní gel, který zabezpečuje lepší vodivost a rychlejší výměnu kationtů jakož i jednotný povrch elektrolytu.

Ve výhodném provedení je přívodní vodič opatřen povrchovou vrstvou, která je na bázi kovu ze skupiny nikl, palladium, iridium, cín, zlato a/nebo jejich kombinace. Pokrytí vodičů vrstvou kovu je levnější alternativou k výrobě přívodních vodičů z jednotlivých kovů, a také povrchová vrstva poskytuje ochranu před nežádoucími reakcemi na vodivých cestách, a tedy zvyšuje její odolnost.

Ve výhodném provedení je podložka tvořena materiálem ze skupiny PET fólie, PE fólie, polyimidová fólie nebo sklolaminát.

Ve výhodném provedení elektrolyt obsahuje barvivo kontrastní proti barvě elektrody pro zvýšení kontrastu zbarvených údajů. Ve výhodném provedení je elektrolyt dále obohacen o surfaktant pro zvýšení smáčivosti, který je s výhodou vybrán ze skupiny Triton X-100, Tween 20, Tween 50, Brij 93, Brij S 100 a to v koncentraci od 0,01 % do 5 % hmotn. Přidání surfaktantu snižuje povrchové napětí elektrolytu a zamezuje tvorbě ohraničených kapek na některých materiálech s nízkou povrchovou energií, jako je neošetřený PET nebo některé elektrochromické vrstvy na bázi hexylthiofenu, kdy elektrolyt není v kontaktu s celou plochou elektrod, což vede k poruchám funkčnosti displeje.

Výhody elektrochromického displeje podle tohoto vynálezu spočívají zejména v tom, že elektrochromický displej je tvořen výhodnou kombinací materiálů, které mají elektrochromické a zároveň mechanicky funkční vlastnosti, přičemž není nutno vytvořit rigidní vrstvu pro elektrolyt. Další výhodou elektrochromického displeje podle tohoto vynálezu je, že je biodegradabilní, nízkonákladový a jeho elektrolyt a další složky jsou nežiravé a netoxické, přičemž je založen na vysoce kontrastním vodivém podkladu bez potřeby maskování oblastí elektrochromického displeje, které jsou v kontaktu s vodivými cestami, distanční fólií nebo tiskem dielektrické vrstvy. Další výhodou elektrochromického displeje podle tohoto vynálezu je, že elektrolyt nemusí obsahovat distanční prvky pro zabránění vytlačení elektrolytu mimo povrch elektrod.

Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

5

obr. 1 znázorňuje perspektivní pohled na elektrochromický displej; a

obr. 2 znázorňuje průřez elektrochromickým displejem.

10

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1: Příprava elektrolytu s reologickým modifikátorem – silikou

15 V nádobě s objemem 2 l bylo smícháno 350 g hexafluorofosfátové soli derivátu imidazolu, konkrétně 1-ethyl-3-methylimidazolu (EMIM-PF<sub>6</sub>) spolu s 600 g polyethylenglykolu 300 (PEG 300) pomocí magnetického míchače při pozvolném zvýšení teploty na 70 °C. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl použitý derivát imidazolu vybrán ze skupiny: 1-allyl-3-methylimidazol, 1-benzyl-3-methylimidazol, 1-butyl-3-methylimidazol, 20 1-pentyl-3-methylimidazol, 1-hexyl-3-methylimidazol, 1-heptyl-3-methylimidazol, 3-methyl-1-(*N*-butyl-*N*-methylkarbamoylmethyl)-imidazol, 1,3-diethoxyimidazol. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl jako kation iontové kapaliny použitý derivát pyridinu, derivát fosfinu, derivát pyrrolidonu, kvartérní amoniový kation nebo cholin. Po 60 minutách míchání byla nádoba přemístěna do hřídelové míchačky a za stálého ohřevu byla míchána vrtulovým míchadlem 25 o průměru 8 cm a rychlosti 1000 ot/min dalších 15 minut. Poté bylo přidáno 50 g pyrogenní siliky tvořící reologický modifikátor, a směs byla dále míchána při teplotě 80 °C po dobu 2 hodin. Výsledná konzistence směsi byla po vychladnutí na pokojovou teplotu gelová a barva elektrolytu 4 byla čirá.

30 Příklad 2: Příprava elektrolytu s reologickým modifikátorem – hydroxyethylcelulózou

V nádobě s objemem 2 l bylo smícháno 600 g tetrafluoroborátové soli derivátu imidazolu, 1-butyl-3-methylimidazolu (BMIM-BF<sub>4</sub>) spolu s 370 g diethylenglykolu (DEG) pomocí 35 magnetického míchače při pozvolném zvýšení teploty na 110 °C. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl použitý derivát imidazolu vybrán ze skupiny: 1-allyl-3-methylimidazol, 1-benzyl-3-methylimidazol, 1-ethyl-3-methylimidazol, 1-pentyl-3-methylimidazol, 1-hexyl-3-methylimidazol, 1-heptyl-3-methylimidazol, 3-methyl-1-(*N*-butyl-*N*-methylkarbamoylmethyl)-imidazol, 1,3-diethoxyimidazol. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl jako kation iontové kapaliny použitý derivát pyridinu, derivát fosfinu, derivát pyrrolidonu, kvartérní amoniový 40 kation nebo cholin. Po 60 minutách míchání byla nádoba přemístěna do hřídelové míchačky a za stálého ohřevu byla míchána vrtulovým míchadlem o průměru 8 cm a rychlosti 1000 ot/min dalších 15 minut. Poté bylo přidáno 30 g hydroxyethylcelulózy tvořící reologický modifikátor, a směs byla dále míchána při teplotě 110 °C po dobu 6 hodin. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl jako reologický modifikátor použitý derivát celulózy, a to hydroxymethylcelulóza a/nebo celulóza. 45 Výsledná konzistence směsi byla viskózní a barva elektrolytu 4 byla oranžová až hnědá.

Příklad 3: Příprava biodegradabilního elektrolytu s reologickým modifikátorem

V nádobě s objemem 2 l bylo smícháno 250 g bromidové soli 3-methyl-1-(*N*-butyl-*N*-methylkarbamoylmethyl)imidazolu (NMe"BuBr) spolu s 650 g glycerolu pomocí magnetického 50 míchače při pozvolném zvýšení teploty na 110 °C. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl použitý derivát imidazolu vybrán ze skupiny: 1-allyl-3-methylimidazol, 1-benzyl-3-methylimidazol, 1-ethyl-3-methylimidazol, 1-pentyl-3-methylimidazol, 1-hexyl-3-methylimidazol, 1-heptyl-3-methylimidazol, 1-butyl-3-methylimidazol, 1,3-diethoxyimidazol. 55 V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl jako kation iontové kapaliny použitý derivát

pyridinu, derivát fosfinu, derivát pyrrolidonu, kvartérní amoniový kation nebo cholin. Po 60 minutách míchání byla nádoba přemístěna do hřídelové míchačky a za stálého ohřevu byla míchána vrtulovým míchadlem o průměru 8 cm a rychlosti 1000 ot/min dalších 15 minut. Poté bylo přidáno 50 g pyrogenní siliky tvořící reologický modifikátor, a směs byla dále míchána při teplotě 110 °C po dobu 3 hodin. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl reologický modifikátor tvořen směsí siliky a celulózy a/nebo derivátu celulózy. Výsledná konzistence směsi byla gelová a barva elektrolytu 4 byla nažloutlá.

Příklad 4: Vlastnosti elektrolytu v závislosti na koncentraci a volbě reologického modifikátoru

U elektrolytu 4 s poměrem iontové kapaliny a alkoholu dle příkladu 1, tj. 350 g hexafluorofosfátové soli 1-ethyl-3-methylimidazolu (EMIM-PF<sub>6</sub>) spolu s 600 g polyethylenglykolu 300 (PEG 300), byl měněn hmotnostní poměr pyrogenní siliky tvořící reologický modifikátor, a byla měřena viskozita výsledného elektrolytu 4 při teplotě 20 °C. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1: Výsledky měření viskozity elektrolytu v závislosti na koncentraci pyrogenní siliky jako reologického modifikátoru.

Hmot. poměr pyrogenní siliky	Viskozita [mPa.s]
0	120
2	68 400
4	136 000
6	199 900
8	274 000
10	320 000
15	513 000
20	> 650 000

Příklad 5: Binární „on-off“ elektrochromický displej se dvěma elektrodami bez použití porézni struktury na PET fólii

Na podložku 2 z PET fólie o tloušťce 0,25 mm byly v prvním kroku natištěny dvě PEDOT:PSS elektrody 3 a to disperzí 1,3 % PEDOT:PSS ve vodě s obsahem 4 % dimethylsulfoxidu a 0,2 % Triton X-100, přičemž tloušťka mokré vrstvy byla 25 μm. Výsledné PEDOT:PSS elektrody 3 měly velikost 10 × 10 mm s mezerou 1 mm mezi nimi. Tato mezera zajišťovala, že elektrody 3 nebyly ve vodivém kontaktu. V následujícím kroku byly inkoustem s obsahem uhlíku (Creative Materials 112-48) natištěny přírodní vodiče 5 o délce 30 mm, které se plochou 1 mm<sup>2</sup> překrývaly s ploškami v předchozím kroku. Následně bylo nanášeno na plochu elektrod 3 0,2 ml elektrolytu 4 připraveného podle postupu popsaného v příkladu 1, přičemž byla pokryta celá plocha obou PEDOT:PSS elektrod 3. Následně bylo přivedeno napětí 2 V na dva uhlíkové přírodní vodiče 5 v místech, kde nebyly v kontaktu s elektrolytem 4. V tomto případě bylo možné pozorovat změnu barvy, kdy jedna z elektrod 3 se zabarvila tmavě modře, zatímco druhá elektroda 3 byla světle modrá. Při otočení polaritě přivedeného napětí se prohodily i barvy obou elektrod 3.

Příklad 6: Vlastnosti elektrolytu v závislosti na koncentraci iontové kapaliny

Bylo zkonstruováno šest prototypů binárního „on-off“ elektrochromického displeje 1 dle příkladu 5 se složkami elektrolytu 4 dle příkladu 1. U jednotlivých prototypů se lišila koncentrace jednotlivých složek elektrolytu 4 podle tabulky 2.

Tabulka 2: Koncentrace jednotlivých složek elektrolytu v jednotlivých prototypch.

Číslo elektrolytu	Iontová kapalina [%]	Alkohol [%]	Pyrogenní silika [%]
1	95	0	5
2	75	20	5
3	55	40	5
4	35	60	5
5	15	80	5
6	5	90	5

- 5 Následně bylo na elektrody 3 přivedeno napětí +/- 3 V a z videozáznamu byla odečtena doba, za kterou došlo k překreslení segmentu elektrochromického displeje 1 ze světlé na tmavou barvu a obráceně. Oba časy odpovídaly době, za kterou došlo k dosažení 10, resp. 90 % úplného kontrastu elektrochromického displeje 1. Tyto časy byly sečteny a uvedeny v tabulce 3.
- 10 Tabulka 3: Doba cyklu změny barvy jednotlivých prototypů elektrochromických displejů.

Číslo elektrolytu	Doba cyklu [s]
1	1,0
2	1,4
3	2,1
4	3,2
5	5,5
6	15,5

Příklad 7: Displej realizovaný na sklolaminátové podložce s povrchovou úpravou mědi

- 15 Elektrochromický displej 1 byl připraven následujícím způsobem. Podložkou 2 elektrochromického displeje 1 podle tohoto vynálezu byl sklolaminát, konkrétně materiál FR-4 o tloušťce 0,6 mm. Přívodní vodiče 5 byly nanесeny vrstvou mědi o tloušťce 20 μm na podložku 2 a následně byl přebytek odleptán 10% roztokem chloridu železitého (FeCl<sub>3</sub>) ve vodě tak, aby vznikly navzájem izolované přívodní vodiče 5, tvarem shodné v příkladu 5. Postup byl dále shodný
- 20 s postupem v příkladu 5 s výjimkou toho, že elektrody 3 byly nanесeny na povrch přívodních vodičů 5 nikoliv pod nimi, přičemž měděné cesty tvořící přívodní vodiče 5 byly pokryty povrchovou vrstvou v prvním případě 5 μm vrstvou cínu, ve druhém případě 10 μm silnou vrstvou niklu a následně 0,8 μm silnou vrstvou zlata. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byly přívodní vodiče 5 pokryty povrchovou vrstvou tvořenou kombinací cínu, niklu a/nebo zlata.
- 25 V dalším nezobrazeném příkladu uskutečnění byly přívodní vodiče 5 pokryty povrchovou vrstvou ze skupiny palladium, iridium a/nebo jejich kombinací. Zároveň s tím byla plocha přívodních vodičů 5 shodná s plochou elektrod 3. V obou případech bylo pozorováno výrazné zvýšení kontrastu elektrochromického displeje 1 vzhledem k tomu, že jak stříbrný povrch u cínu, tak zlatý povrch u zlata byl kontrastnější oproti tmavě modrému zbarvení elektrochromického polymeru
- 30 oproti mědi nebo bílé podložce 2 z PET fólie.

Příklad 8: Přidání barviva do elektrolytu pro zvýšení kontrastu

- 35 U elektrochromického displeje 1 z příkladu 5 bylo do elektrolytu 4 přidáno 0,5 % hmotn. chloridu železitého (FeCl<sub>3</sub>) za účelem změny barvy elektrolytu 4 z čiré na žlutou, čímž došlo k potlačení vlnových délek, které nebyly elektrochromickou látkou PEDOT:PSS absorbovány. Fotografie elektrochromických displejů 1 byly digitálně zpracovány v obou barevných stavech za konstantního osvětlení rtuťovou výbojkou a konstantního nastavení fotoaparátu. U obou barevných

stavů byla spočítána luminance L1, L2 a následně pomocí vzorce  $(L1+0,05)/(L2+0,05)$  vypočítán kontrast. Ten činil u elektrochromického displeje 1 s elektrolytem 4 bez přidání barviva 3,43, zatímco u elektrochromického displeje 1 s přidaným barvivem 4,23, což znamenalo výrazné zlepšení optické čitelnosti.

5

#### Příklad 9: Měření stability elektrolytu

Stabilita elektrolytu 4 připraveného podle příkladu 1 byla měřena jeho zahřátím na 150 °C po dobu 8 hodin. Následně byly sledovány změny v konzistenci elektrolytu 4, změna barvy a úbytek hmotnosti. Byl pozorován úbytek hmotnosti do 2 %, který bylo možné přisoudit úbytku reziduální vody v elektrolytu 4, přičemž nedošlo ke změně barvy elektrolytu 4. Konzistence ani viskozita elektrolytu 4 se nezměnila.

Dále byl elektrochromický displej 1 podle příkladu 5 s elektrolytem 4 z příkladu 1 testován z hlediska dlouhodobé stability. Vzorek elektrochromického displeje 1 byl uchován při pokojové teplotě a průměrné relativní vlhkosti 60 % po dobu půl roku. Po tomto časovém úseku došlo ke snížení kontrastu elektrochromického displeje 1 o 5 % hmotn. Elektrochromický displej 1 podle tohoto příkladu uskutečnění byl tedy vhodný pro dlouhodobé aplikace.

#### 20 Příklad 10: Měření biodegradability elektrolytu

Test biodegradability elektrolytu 4 byl proveden na elektrolytu 4 z příkladu 3, a to metodou v souladu s OECD 301D neboli „Closed bottle test“. Elektrolyt 4 byl přidán do vodního média s mikroorganismy a byl sledován úbytek kyslíku rozpuštěného ve vodním médiu, přičemž nádoby byly udržovány v konstantní teplotě 20 °C po dobu 28 dní. Po uplynutí testu byla biodegradace elektrolytu 4 v rozmezí 30 až 35 % hmotn.

#### Příklad 11: Elektrolyt s distančními prvky

Podle příkladu 5 byly zkonstruované dva elektrochromické displeje 1, přičemž do elektrolytu 4 jednoho z elektrochromických displejů 1 byly přidány distanční prvky 6 v podobě skleněných kuliček o průměru 100 μm a hmotnostním podílu 10 %. Následně byla na oba elektrochromické displeje 1 umístěna podložka 2 vytvořená z PE fólie o tloušťce 100 μm. Poté bylo hranolem o průřezu kontaktní plochy 1 cm<sup>2</sup> zatlačeno silou 20 N do středu obou elektrochromických displejů 1. V případě elektrochromického displeje 1 bez distančních prvků 6 bylo pozorováno vytlačení elektrolytu 4 do stran, zatímco u elektrolytu 4 s přidáním distančních prvků 6 tento jev pozorován nebyl.

#### 40 Příklad 12: Elektrolyt se surfaktantem

Byly připraveny dva elektrolyty 4 podle příkladu 1, kdy do jednoho z nich bylo přidáno 0,5 % hmotn. surfaktantu Tween 20. U obou elektrolytů 4 byl při teplotě 60 °C změřen jejich kontaktní úhel na podložce 2 z polyimidové fólie neošetřené korónovým výbojem: U elektrolytu 4 bez surfaktantu byl změřen kontaktní úhel 52°, zatímco u elektrolytu 4 se surfaktantem byl změřen kontaktní úhel 31°, což představovalo výrazné zvýšení smáčivosti elektrolytu 4, která byla pro jeho rovnoměrné nanesení na elektrody 3 klíčová.

#### Příklad 13: Vytvoření elektrody pomocí porézní vrstvy na přívodním vodiči

50 Elektrochromický displej 1 byl připraven následujícím způsobem. Podložkou 2 elektrochromického displeje 1 podle tohoto vynálezu byl sklolaminát, konkrétně materiál FR-4 o tloušťce 0,6 mm. Přívodní vodiče 5 byly nanесeny vrstvou mědi o tloušťce 20 μm na podložku 2 a následně byl přebytek odleptán 10% roztokem chloridu železitého (FeCl<sub>3</sub>) ve vodě tak, aby vznikly navzájem izolované přívodní vodiče 5, tvarem shodné v příkladu 5. Postup byl dále shodný s postupem v příkladu 5 s výjimkou toho, že elektrody 3 byly nanесeny na povrch přívodních

55

vodičů 5 nikoliv pod nimi, přičemž měděné cesty tvořící přívodní vodiče 5 byly pokryty povrchovou vrstvou cínu o tloušťce 5 μm a nebyly vytvořeny elektrody 3 z materiálu PEDOT:PSS. Ty byly nahrazeny porézní vrstvou. Inkoust pro výrobu porézní vrstvy byl připraven smícháním 5 ml dimethylformamidu, 2 g oxidu zinečnatého a 0,1 g PEDOT:PSS s následnou sonikací o výkonu 50 W po dobu 15 minut. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl materiál PEDOT:PSS v porézní vrstvě nahrazen dopovaným konjugovaným polymerem ze skupiny polyfluoren, polykarbazol, polybenzothiadiazol, metalopolymer a jejich deriváty. Tato směs byla poté nanášena v tloušťce 50 μm na měděné cesty tvořící přívodní vodiče 5 a rozpouštědlo bylo odpařeno při teplotě 100 °C. Bylo přitom zajištěno, že obě porézní vrstvy spolu nebyly vodivě spojeny. Poté byl na povrch porézní vrstvy nanášen elektrolyt 4. Při přivedení střídavého elektrického proudu mezi porézní vrstvy došlo ke změně zbarvení, a to ze světle modrého na tmavě modré a obráceně.

#### Příklad 14: Testování porosity porézní vrstvy na přívodním vodiči

Byl připraven elektrochromický displej 1 podle příkladu 13 bez přítomnosti elektrolytu 4. Na okraj jedné z 10 x 10 mm elektrod 3 v podobě porézní vrstvy tvořené dopovaným konjugovaným polymerem na bázi polyfluorenu byla nanášena kapka elektrolytu 4 o objemu 0,1 ml dle příkladu 4 s 0 % hmotn. obsahem reologického modifikátoru. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla elektroda 3 v podobě porézní vrstvy tvořena polymerem ze skupiny polythiofen, polykarbazol, polybenzothiadiazol, metalopolymer a jejich deriváty. Po dvou hodinách bylo vizuálně pozorováno, že se elektrolyt 4 vsákl do celého objemu 10 x 10 mm elektrody 3 v podobě porézní vrstvy. To prokazovalo vznik porézní struktury, ze které elektrolyt 4 nešlo mechanicky vytlačit.

#### Příklad 15: Testování prostupu elektrolytu porézní vrstvou

Byl připraven elektrochromický displej 1 podle příkladu 13 bez přítomnosti elektrolytu 4. Elektrolyt 4 byl nahrazen 10% roztokem chloridu draselného ve vodě s příměsí 5 % pyrogenní siliky jako reologického modifikátoru. Tento elektrolyt 4 byl v tloušťce 1 mm umístěn na obě elektrody 3 a byl přiveden střídavý proud o frekvenci 1 Hz a amplitudě 4 V. Po hodině bylo pozorováno odlepení porézní struktury vlivem rozleptání měděných přívodních vodičů 5. Tento experiment prokázal, že takto vytvořená porézní struktura měděné přívodní vodiče 5 před vstupem elektrolytu 4 dokonale neizoluje.

#### Příklad 16: Příprava elektrochromického displeje s porézní vrstvou zesíťovanou dvěma polymery

Byl připraven elektrochromický displej 1 podle příkladu 13 s modifikací inkoustu pro výrobu porézní vrstvy, přičemž kromě PEDOT:PSS bylo přidáno 0,075 g polyvinylbutyralu. Po výrobě elektrochromického displeje 1 byla tupým plastovým hrotem o poloměru špičky 0,5 mm otestována odolnost porézní vrstvy proti otěru. U elektrochromického displeje 1 z příkladu 13 bez polyvinylbutyralu došlo k setření porézní vrstvy při tlaku 0,5 N, u elektrochromického displeje 1 z tohoto příkladu došlo k setření porézní vrstvy při tlaku 2,3 N. Došlo tedy k několikanásobnému vylepšení odolnosti porézní vrstvy proti působení mechanické síly.

#### Příklad 17: Příprava elektrochromického displeje s elektrolytem ve formě hluboce eutektického rozpouštědla

Byl připraven elektrochromický displej 1 podle příkladu 13, kde byl elektrolyt 4 nahrazen směsí glycerolu a cholinchloridu v poměru 2:1 hmotn., čímž vzniklo hluboce eutektické rozpouštědlo. Na základě provedených měření měl elektrolyt 4 srovnatelné elektrochemické vlastnosti s elektrolytem 4 na bázi nereaktivního plniva a iontové kapaliny.

#### Příklad 18: Příprava elektrochromického displeje s adhezí polymerní mezivrstvou

Byl připraven elektrochromický displej 1 podle příkladu 13, kdy byla na podložku 2 po vyleptání  
 přívodních elektrod 3 nanese 20 µm silná vrstva čiré epoxidové pryskyřice LOCTITE Hysol  
 9492 barvené v 0,1% metylenové modři, aby bylo dosaženo barvy pryskyřice podobné barvě  
 elektrod 3, které byly v tomto příkladu uskutečnění vyrobeny shodně jako v příkladu uskutečnění  
 5 13. Tato vrstva tvořila adhezni polymerní mezimatici 7. Tato polymerní mezimatrice 7 byla  
 natištěna na celou plochu podložky 2 s výjimkou kontaktů na jejím okraji a plochy, kde docházelo  
 k vodivému kontaktu přívodních vodičů 5 a elektrod 3. Tato adhezni polymerní mezimatrice 7 na  
 základě mechanických testů zlepšila přilnavost porézní vrstvy k podložce 2 a zároveň s tím  
 vylepšila čitelnost elektrochromického displeje 1, u kterého vynikla aktuálně aktivní elektroda 3,  
 10 která byla tmavší. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla adhezni polymerní  
 mezimatrice 7 tvořena na bázi uretanu, akrylátu, kaptonu nebo polysiloxanu.

Příklad 19: Určení hranice poměru konjugovaného polymeru a pigmentových částic pro zachování  
 porosity

15 Pro určení hranice, kdy byla porézní vrstva tvořená pigmentovými částicemi a konjugovaným  
 polymerem stále porézní, byla provedena série experimentů, kdy byl inkoust tvořený disperzí  
 PEDOT a oxidu titaničitého TiO<sub>2</sub> ve vodě o koncentracích stanovených v tabulce 4 natištěn na  
 podložku 2 z PET fólie ve vrstvě o tloušťce 50 µm a rozměru 30 x 30 mm. Poté byla do středu  
 20 umístěna kapka vody o objemu 100 µl. Průměr kapky byl na počátku experimentu 3 mm. Byla  
 pozorována stabilita porézní vrstvy a plocha oblasti, do které došlo k nasáknutí vody za čas  
 1 hodiny. Ta byla poté přepočítána na odpovídající průměr, pokud by byla nasáknutá plocha  
 kruhová. Na základě těchto dat byla stanovena hranice, kdy byla porézní vrstva ještě porézní a kdy  
 byla již souvislá.

25

Tabulka 4: Koncentrace jednotlivých složek elektrolytu 4 v jednotlivých prototypoch.

Číslo pokusu	Poměr TiO <sub>2</sub> : PEDOT	Vypočtený průměr
1	50: 1	Rozpad vrstvy
2	25: 1	Vsáknuto do celé plochy
3	20: 1	Vsáknuto do celé plochy
4	15: 1	24 mm
5	10: 1	19 mm
6	8: 1	16 mm
7	7: 1	14 mm
8	6: 1	9 mm
9	5: 1	5 mm
10	4: 1	3,5 mm
11	3: 1	3,5 mm

30 Z naměřených výsledků bylo patrné, že při poměru 4:1 a nižším byla daná porézní vrstva porézní  
 jen minimálně a vykazovala vlastnosti souvislé vrstvy.

Příklad 20: Vliv druhého nekonjugovaného polymeru na porositu

35 Inkoust pro tisk porézní elektrody byl vytvořen smícháním 10 g propan-2-olu, 5 g oxidu  
 titaničitého a 1 g směsi konjugovaného polymeru PEDOT a nekonjugovaného polymeru  
 polyvinylbutyralu. Výsledný poměr hmotnosti PEDOT a polyvinylbutyralu v roztoku byl  
 1:2 hmotn. Cílem experimentu bylo prokázat, že přítomnost konjugovaného polymeru PEDOT  
 byla zásadní pro poréznost dané struktury. Následně byl zopakován experiment z příkladu 20.  
 40 Po 1 hodině byl přepočtený průměr, do kterého došlo ke vsáknutí vody, 12 mm. Bylo tedy zjevné,  
 že si struktura zachovala porézní vlastnosti i přes přidání jiného polymeru, a to v násobně větší

koncentraci než konjugovaný polymer. Po nanesení porézní vrstvy a odpaření rozpouštědla byla vizuálně pozorována vyšší zrnitost povrchu, která byla způsobena oddělením obou polymerů a vytvořením porézní struktury. Bylo tedy zjevné, že účast konjugovaného polymeru byla pro porositu zcela zásadní a určující. Teoretickým vysvětlením by mohla být superhydrofilita konjugovaných polymerů a jejich nesnášenlivost s hydrofobními polymery, která vede ke vzniku zrn, která dávají vznik porézní struktuře. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl nekonjugovaný polymer nahrazen polymerem ze skupiny polyethylenoxid, polyvinylbutyral, nylon, polyvinylalkohol, polyvinylchlorid, polyacetát, polyacetal, polypropylen, polyethylen, polykarbonát, polymethylmetakrylát, polyakrylát, nebo jejich deriváty. V dalším nezobrazeném příkladu uskutečnění byl výchozí inkoust vyroben pouze směsí rozpouštědla, pigmentu a nekonjugovaného polymeru s následným nanesením disperze nebo roztoku konjugovaného polymeru nástřikem nebo nátiskem, čímž vznikla porézní vrstva.

Elektrochromický displej 1 dle příkladů uskutečnění tohoto vynálezu je tvořen výhodnou kombinací materiálů, které jsou zároveň elektrochromické a mechanicky funkční, a tedy není potřeba vytvořit rigidní vrstvu pro elektrolyt 4. Dále elektrochromický displej 1 dle tohoto vynálezu je biodegradabilní, nízkonákladový a jeho elektrolyt 4 a další složky jsou nežiravé a netoxické, přičemž je založen na vysoce kontrastním, vodivém podkladu. Zároveň s tím není potřeba maskovat oblasti elektrochromického displeje 1, které jsou v kontaktu s vodivými cestami. Dále takto připravený elektrochromický displej 1 nemusí obsahovat distanční prvky 6 pro zabránění vytlačení elektrolytu 4 mimo povrch elektrod 3.

#### Průmyslová využitelnost

Elektrochromický displej podle tohoto vynálezu lze komerčně využít ve velkosériové výrobě elektrochromických displejů, pro mnoho aplikačních oblastí, zejména pro biosenzory s numerickým výstupem.

## PATENTOVÉ NÁROKY

- 5 1. Elektrochromický displej (1), zahrnující podložku (2), alespoň dvě elektrody (3) uspořádané na podložce (2), elektrolyt (4), který je uspořádaný na podložce (2) a v kontaktu s alespoň dvěma elektrodami (3), alespoň dva přírodní vodiče (5) uspořádané na podložce (2) připojené k alespoň jedné elektrodě (3), **vyznačující se tím**, že přírodní vodič (5) je uspořádán tak, že je alespoň v části své plochy ve vodivém kontaktu s elektrolytem (4), přičemž přírodní vodič (5) je vytvořen jako vrstva uhlíkových částic na podložce (2) nebo spojitá vrstva mědi na podložce (2), že alespoň jedna elektroda (3) je tvořena porézní vrstvou tvořenou navzájem zesíťovanými pigmentovými částicemi uspořádanými v polymerní matrici vybrané z alespoň jednoho dopovaného konjugovaného polymeru vybraného ze skupiny polyfluoren, polykarbazol, polybenzothiadiazol, polythiofen, metalopolymer nebo jejich deriváty, přičemž je hmotnostní poměr pigmentových částic a dopovaného konjugovaného polymeru alespoň 5:1, a alespoň některé elektrody (3) nejsou navzájem vodivě spojeny, dále je tloušťka porézní vrstvy větší než 5 μm, přičemž je porézní vrstva neprůhledná a pigmentové částice mají kontrastní barvu oproti barvě konjugovaného dopovaného polymeru.
- 10 2. Elektrochromický displej (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že pigmentové částice jsou nevodivé.
- 20 3. Elektrochromický displej (1) podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že je alespoň na části plochy podložky (2) umístěna adhezni polymerní mezimatrice (7) na bázi uretanu, akrylátu, epoxidu, kaptonu nebo polysiloxanu, která zčásti překrývá alespoň jeden přírodní vodič (5).
4. Elektrochromický displej (1) podle nároku 3, **vyznačující se tím**, že adhezni polymerní mezimatrice (7) je umístěna částí své plochy pod porézní vrstvou elektrody (3).
- 25 5. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že polymerní matrice je dále doplněna alespoň jedním nekonjugovaným polymerem vybraným ze skupiny polyethylenoxid, polyvinylbutyral, nylon, polyvinylalkohol, polyvinylchlorid, polyacetát, polyacetal, polypropylen, polyethylen, polykarbonát, polymethylmetakrylát, polyakrylát, nebo jejich deriváty.
- 30 6. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že elektrolyt (4) obsahuje iontovou kapalinu a nereaktivní plnivo, přičemž kation iontové kapaliny je vybrán ze skupiny: kation derivátu imidazolu, kation derivátu pyridinu, kation derivátu fosfinu, kation derivátu pyrrolidonu, kvartérní amoniový kation nebo cholin, a nereaktivní plnivo je tvořeno alkoholem, polyetherem, acetátem a/nebo jejich kombinací.
- 35 7. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že elektrolyt (4) obsahuje alespoň jednu Lewisovu nebo Brønstedovu kyselinu a alespoň jednu Lewisovu nebo Brønstedovu zásadu.
8. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že elektrolyt (4) obsahuje alespoň 0,5 % hmotn. reologického modifikátoru na bázi siliky a/nebo derivátu celulózy a/nebo celulózy a/nebo jejich směsi.
- 40 9. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 8, **vyznačující se tím**, že přírodní vodič (5) je opatřen povrchovou vrstvou pro zvýšení odolnosti přírodního vodiče (5), která je na bázi kovu ze skupiny: nikl, palladium, iridium, cín, zlato a/nebo jejich kombinace.
10. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že podložka (2) je tvořena materiálem ze skupiny PET fólie, PE fólie, polyimid nebo sklolaminát.

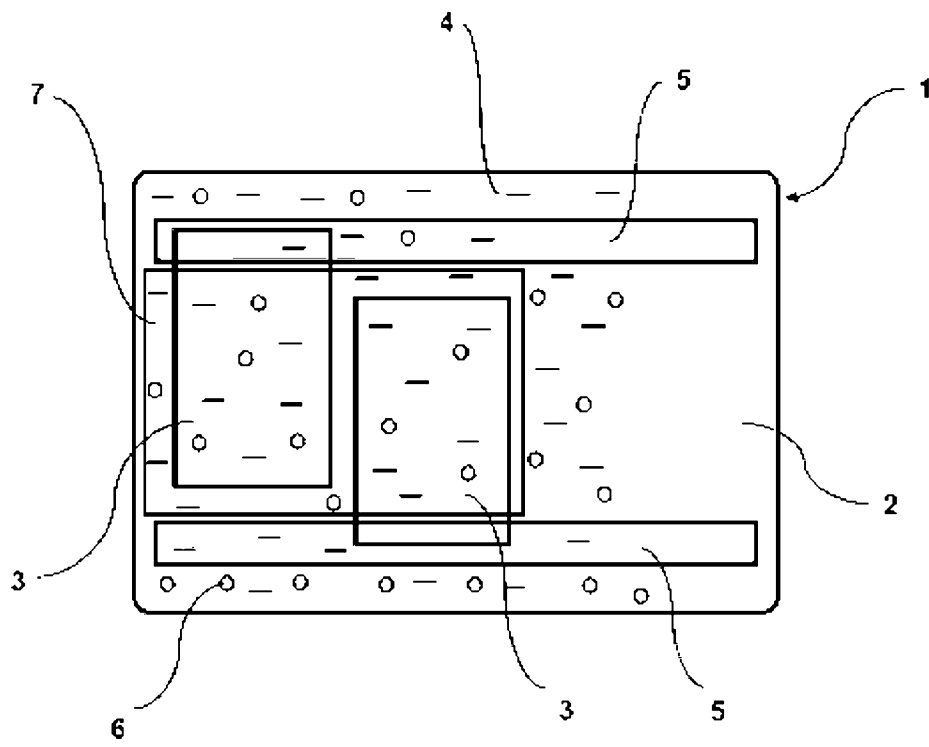
11. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 10, **vyznačující se tím**, že elektrolyt (4) pro zvýšení kontrastu dále obsahuje barvivo barevně kontrastní proti barvě elektrody (3).

5 12. Elektrochromický displej (1) podle některého z nároků 1 až 11, **vyznačující se tím**, že elektrolyt (4) dále obsahuje surfaktant pro zvýšení smáčivosti.

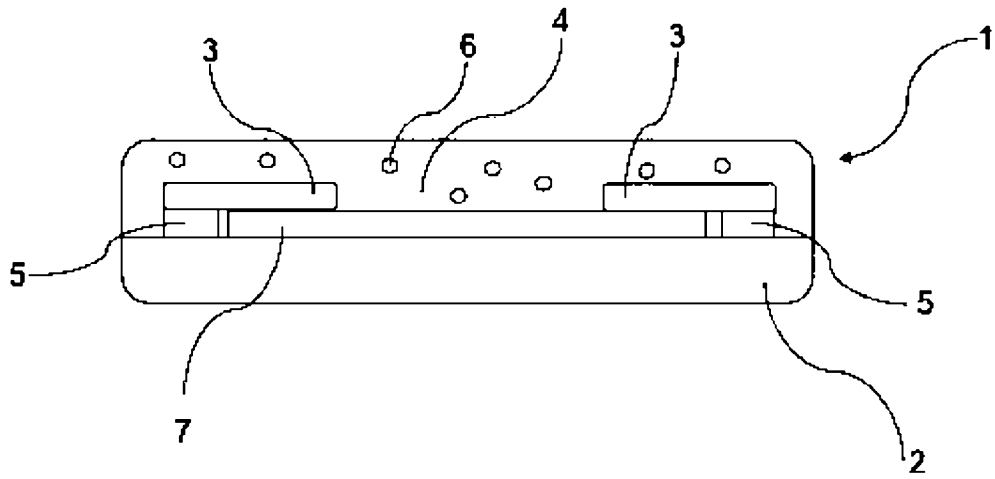
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

- 1 elektrochromický displej
- 2 podložka
- 3 elektroda
- 4 elektrolyt
- 5 přívodní vodič
- 6 distanční prvek
- 7 polymerní mezimatrice



Obr. 1



Obr. 2