

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

308 247

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G01N 27/04 (2006.01)

G01M 3/40 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2018-628**
(22) Přihlášeno: **14.11.2018**
(40) Zveřejněno: **18.03.2020**
(Věstník č. 12/2020)
(47) Uděleno: **05.02.2020**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **18.03.2020**
(Věstník č. 12/2020)

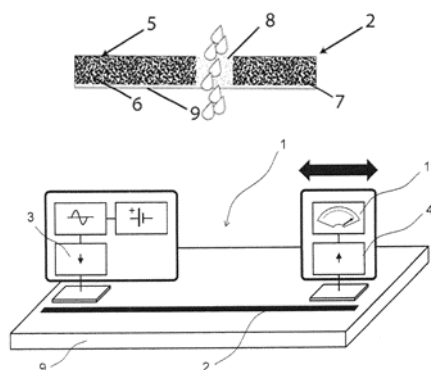
(56) Relevantní dokumenty:
EP 2 952 868 A1; WO 2005/119 195 A1; WO 2008/069 753 A1; US 2015/0 148 762 A1; CN 206 740 342 U.

(73) Majitel patentu:
Univerzita Pardubice, Pardubice, Polabiny, CZ
Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, Jižní
Předměstí, CZ
Centrum organické chemie s.r.o., Rybitví, CZ

(72) Původce:
Ing. Tomáš Syrový, Ph.D., Mostek, CZ
doc. Ing. Aleš Hamáček, Ph.D., Rokycany,
Plzeňské Předměstí, CZ
doc. Ing. Tomáš Blecha, Ph.D., Pňovany, CZ
doc. Ing. Silvan Pretl, Ph.D., Plzeň, Východní
Předměstí, CZ
Ing. Jan Řeboun, Ph.D., Rokycany, Plzeňské
Předměstí, CZ
Ing. Tomáš Kavalír, Ph.D., Kraslice, CZ
doc. Ing. Vladimír Kindl, Ph.D., Heřmanova Huť,
Vlkýš, CZ
Ing. Karel Šíma, Plzeň, Východní Předměstí, CZ
Ing. Lubomír Kubáč, Ph.D., Rybitví, CZ
Ing. František Josefík, Uherský Brod, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Okružní
2824, 370 01 České Budějovice, České Budějovice
3

zahrnuje prostředek (8) pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy (5) a snížení nebo přerušení její vodivosti. Metoda detekce stavu senzoru (2) je neinvazivní, bezkontaktní, takže není narušena kompaktnost detekovaného prostředí.



(54) Název vynálezu:
Lineární senzorový systém pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin

(57) Anotace:
Lineární senzorový systém (1) pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin zahrnuje senzor (2) charakterizovaný změnou jeho plošného odporu při průniku vody, který je vytvořený jako vodivá tisková vrstva (5) tvořená nevodivou polymerní matricí (6), obsahující vodivé částice (7) ze skupiny mikročástic nebo nanočástic kovu nebo uhlíku v koncentraci vyšší než je perkolační práh. Senzor (2) je spojený kapacitní bezkontaktní vazbou s RF vysílačem (3) a RF přijímačem (4) a je natištěný na nosný podklad (9). Systém (1) dále

Lineární sensorový systém pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin

Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti detekčních systémů, konkrétně lineárního sensorového systému pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin.

Dosavadní stav techniky

10

Detekce nežádoucího úniku kapalin, případně průsaku z vnějšího prostředí je důležitým prvkem kontroly procesů spojených s přepravou kapalin, případně kontroly dlouhodobé odolnosti nádrží a rezervoárů uchovávajících nebezpečné kapaliny.

15

V oblasti detekce úniku přepravovaných kapalin je třeba kontrolovat průsaky vodních a odpadních potrubí, produktovodů či topných systémů. Kontrola kompaktnosti zásobních nádrží spojená se zamezením jejich nežádoucího úniku je důležitá u detekce průsaků nádrží, tanků, zásobníků kapalin a jímek. Ochrana stavebních konstrukcí před nežádoucím únikem nebo průsakem kapalin hraje velkou roli u veřejných i domácích bazénů, stavebních konstrukcí stěn či příček. Důležitou úlohu plní sensorový systém kontrolující nežádoucí průnik vody do lodních trupů, ale i do osobních automobilů, kde tento jev může způsobit nežádoucí korozi, ale i poškození elektroinstalace vozidla.

25

Americký patent US 8400171 chrání senzor vlhkosti. Elektricky vodivý element je obalen dielektrickým materiálem, který je citlivý na přítomnost vody. Po kontaktu s vodou dochází ke změně elektrických vlastností vodiče v důsledku narušení dielektrické vrstvy. Při optimálním uspořádání lze takto propojit přes anténní smyčku pro radiofrekvenční komunikaci. Takovýto senzor lze využít jako detektor porušení těsnění, nebezpečí koroze, ve zdravotnictví apod.

30

Patent US 9681996 popisuje senzor průsaku tvořený substrátem s nanesenou vodivou cestou, která je součástí RF obvodu. Samotný substrát při styku s vodou ztrácí svoji mechanickou integritu, a to rozpuštěním, nabobtnáním nebo jiným způsobem, čímž dojde k částečnému nebo úplnému přerušení vodivé cesty a následnému zvýšení odporu RF obvodu v rozsahu od minimálně pěti násobku výchozí hodnoty až po úplné přerušení. Senzor může tvořit součást systému spolu s čtečkou schopnou vzdáleně vyhodnotit stav RF obvodu.

35

Patent US 9782302 vychází z předchozího patentu a popisuje senzor tvořený RF obvodem na jednom či více nosných substrátech, který obsahuje kapacitní a induktivní prvek spolu s jejich vzájemným vodivým propojením. Kontakt s vodou způsobí narušení vodivého spoje, rozpuštění dielektrické vrstvy kapacitního prvku, rozpuštění lepeného spoje mezi prvky na dvou substrátech. Senzor může navíc obsahovat obvod s identifikačním kódem. Celý systém pak zahrnuje čtečku, která může být součástí mobilního zařízení. Patent rovněž nárokuje zdravotnickou pomůcku, např. obvaz či oděv obsahující předmětný senzor.

45

Patentová přihláška US 2017/0354374 popisuje podobně systém založený na rozpustném dielektriku, které se po styku s vodou rozpustí a způsobí propojení elektrické smyčky. Systém je aplikován na detekci nasycení jednorázové pleny. Patent US 4805070 popisuje senzor deště pro přední skla automobilů na principu kapacitního senzoru, kdy kontakt vody s vnější vodivou vrstvou mění měřenou kapacitu a senzor vysílá signál přítomnosti dešťových srážek.

50

Dosud popsané sensorové systémy indikující nežádoucí přítomnost vody vyžadují relativně drahé začlenění elektronických prvků do vlastního sensorového systému, případně implementaci čipu do RFID systému. Pro velkoplošnou detekci by takovýto systém byl příliš drahý a průmyslově nerealizovatelný.

55

Úkolem vynálezu je proto vytvoření lineárního senzorového systému určeného pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin, který by byl velkoplošný, tedy aby indikace jedním systémem obsáhla, pokud možno co největší plochu, ale současně, aby systém zaručoval snadnou detekci místa nežádoucího jevu tak, aby bylo možno závadu rychle odstranit. Je žádoucí, aby lineární senzorový systém byl neinvazivní, nejlépe bezkontaktní tak, aby nebyla narušena kompaktnost detekovaného prostředí.

10 Podstata vynálezu

Vytčený úkol je vyřešen pomocí lineárního senzorového systému pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin podle tohoto vynálezu. Lineární senzorový systém zahrnuje senzor charakterizovaný změnou jeho plošného odporu (tzv. sheet resistance) při průniku vody, spojený kapacitní bezkontaktní vazbou s RF vysílačem a RF přijímačem.

Funkce systému je založena na principu bezkontaktního měření přerušení signálu senzoru v důsledku průniku vody, či jiné kapaliny. Senzor je vytvořen jako vodivá tisková vrstva tak, aby vodivá propojení vodivých částic v nevodivé polymerní matrici byla za přesně definovaných podmínek prostředkem pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy a snížení nebo přerušení její vodivosti narušena a došlo k řádové změně měřeného plošného odporu. Tato změna nastává tehdy, kdy proniklá voda či jiná kapalina přijde do styku s nevodivou polymerní matricí a v důsledku fyzikálně chemických změn dojde k narušení struktury vodivé tiskové vrstvy. K této změně může dojít různými způsoby:

- Vodivá tisková vrstva je natištěna na libovolný nosný podklad, především je preferovaný flexibilní nesavý substrát, jak jsou polyethylentereftalátová neboli PET fólie, polypropylenové neboli PP fólie, polyvinylchloridová neboli PVC fólie apod. s tloušťkou 10 μm až 5 mm nebo přímo na měřený předmět jako zásobník nebo potrubí nebo nádrž nebo produktovod nebo topný systém nebo jímka nebo stěna nebo příčka nebo lodní trup. Senzor lze rovněž natisknout na nosné podklady na bázi papíru, textilií aj. Tisková formulace vodivé tiskové vrstvy obsahuje vodivé částice v koncentraci vyšší, než je perkolační práh, přičemž jsou preferovány mikročástice nebo nanočástice kovu jako je měď nebo stříbro nebo mikročástice nebo nanočástice uhlíku a ve vodě rozpustný materiál jako pojivo dané tiskové formulace a představující prostředek pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy a snížení nebo přerušení její vodivosti. Tento ve vodě rozpustný materiál je vybrán ze skupiny: želatina, arabská guma, xanthanová guma, pektin, chitosan, hydroxypropylcelulóza, hydroxypropylmethylcelulóza, hydroxyethylcelulóza, karboxymethylcelulóza, poly(vinylalkohol), poly(vinylpyrrolidon), poly(ethylenglykol), polysacharidy, poly(akrylamid), poly(styrensulfonát), poly(akrylát). Při styku s kapalinou dojde k rozpuštění nevodivé polymerní matrice a snížení přímého kontaktu vodivých částic tak, že plošný odpor se řádově zvýší.
- Vodivá tisková vrstva je natištěna na nevodivou tiskovou vrstvu, a to rovnoběžně ve vzdálenosti do 3 mm nebo kolmo nebo přímo na tuto nevodivou tiskovou vrstvu. V tomto případě je tisková formulace vodivé vrstvy na vodové bázi a prostředek pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy a snížení nebo přerušení její vodivosti je tvořen nevodivou polymerní matricí. V případě průniku vody dojde k situaci, kdy vodou rozpustný materiál v nevodivé polymerní matrici je silně hygroskopický a v důsledku nabobtnání mechanicky naruší vlastní vodivou tiskovou vrstvu tak, že dojde k řádové změně plošného odporu. V tomto případě mohou být vodivým aditivem vodivé částice kovu o velikosti mikrometrů nebo nanometrů jako je stříbro nebo měď, nebo částice uhlíku nebo směs s vodivým polymerem v koncentraci vyšší, než je perkolační práh. Hygroskopický bobtnavý polymer může být vybrán ze skupiny superabsorbentů, s výhodou poly(akrylát) sodný, kopolymery akrylamidu, kopolymery polyethylenglykolu, kopolymeny maleinanhydridu, kopolymery akrylonitrilu, zesíťovaná karboxymethylcelulóza, zesíťovaný polyethylenglykol.

- Vodivá tisková vrstva je natištěna na nevodivou tiskovou vrstvu, a to rovnoběžně ve vzdálenosti do 3 mm nebo kolmo nebo přímo na tuto nevodivou tiskovou vrstvu. Nevodivá tisková vrstva je rozpouštědlová tisková formulace a prostředek pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy a snížení nebo přerušení její vodivosti je tvořen nevodivou polymerní matricí. Nevodivá polymerní matrice obsahuje anorganická aditiva, která uvolňují oxid uhličitý CO_2 , a to nejlépe na bázi NaHCO_3 , K_2CO_3 , Na_2CO_3 a libovolnou slabou kyselinu rozpustnou ve vodě, která je netoxická a jejich bod tání je vyšší než 100°C , např. kyselina citronová, kyselina askorbová, kyselina vinná, kyselina jablečná, kyselina benzoová, kyselina listová. V případě průniku vody dojde k situaci, kdy dojde k acidobazické reakci mezi přítomnými uhličitany a kyselinami, vzniku solí příslušné kyseliny a uvolnění oxidu uhličitého, který následně naruší strukturu vodivé tiskové vrstvy tak, že dojde k řádové změně plošného odporu. V tomto případě mohou být vodivým aditivem vodivé částice kovu o velikosti mikrometrů nebo nanometrů jako je stříbro nebo měď, nebo částice uhlíku nebo směs s vodivým polymerem v koncentraci vyšší, než je perkolační práh.

Takto připravený lineární sensorový systém je možno snadno aplikovat tiskovými postupy běžnými v průmyslové praxi, mezi nimiž jsou preferovány flexotisk, hlubotisk, sítotisk, ink jet, tampónový nebo offsetový tisk. Technologie přípravy umožňuje výrobu velkoplošných lineárních sensorových systémů, které je pak následně možno použít jako senzory nežádoucího úniku vodou ředitelných kapalin ze zásobníků, jímek, zásobovacích nádrží, přepravního potrubí, produktovodů nebo topných systémů apod. Systém je také vhodný k detekci nežádoucích průsaků bazénů, stavebních konstrukcí stěn a příček, ale také nežádoucích průsaků do obtížně přístupných částí lodí nebo automobilů, kde voda může způsobit korozi a narušení vlastní konstrukce vozidla, případně elektroinstalace.

Vedle kontroly systémů, kde je kontrolován únik vody lze lineární sensorový systém podle tohoto vynálezu aplikovat i u rezervoárů obsahujících ropné produkty, oleje, či jiné typy nebezpečných kapalin. V daných případech pak je lineární sensor vytvořen na bázi vodivých mikročástic nebo nanočástic kovu jako je stříbro nebo měď, nebo makročástic nebo nanočástic uhlíku. Může ho rovněž tvořit i kompozice vodivého polymeru rozpustného či redispersovatelného v daných nepolárních rozpouštědlech. Dané kompozice jsou pak pojeny v nevodivé polymerní matrici rozpustné v nepolárních rozpouštědlech, uhlovodících, s výhodou např. polystyrenu neboli PS, polyvinylacetátu neboli PVAC, polyvinylkarbazol neboli PVK, polymethylmethakrylát neboli PMMA, aj. V případě detekce u nádrží s polárními rozpouštědly pak lze analogicky použít jako nevodivou polymerní matrici polymery, které jsou rozpustné v těchto typech rozpouštědel.

Bezkontaktní signalizace a měření průniku vody nevyžaduje jakékoliv narušení konstrukce uložení kontrolovaného lineárního sensorového systému. Měření umožňuje přesně lokalizovat místo nežádoucího kontaktu lineárního senzoru s vodou či jinou kapalinou, a tudíž i oblast průniku vody či kapaliny do nebo z lineárního sensorového systému.

Měření změny plošného odporu lineárního senzoru se provádí pomocí přenosné detekční jednotky pracující na principu kapacitní vazby s tištěným lineárním senzorem. Detekční jednotka může pracovat v rozmezí pracovních frekvencí 10 až 100 MHz. Jednotka sestává ze dvou částí, RF vysílače a RF přijímače, které mohou být od sebe vzdáleny 20 až 500 cm. RF vysílač s kapacitním vazebním elementem umístěným nad lineárním senzorem ve výšce 0,1 až 20 mm, tzn. bez nutnosti jejich přímého kontaktu, vyšle detekční signál, je-li lineární sensor dostatečně vodivý, tedy že plošný odpor lineárního senzoru o délce odpovídající vzdálenosti mezi RF vysílačem a RF přijímačem je menší než 6000 Ohm. Pak RF přijímač s kapacitním vazebním elementem umístěným nad lineárním senzorem ve výšce 0,1 až 20 mm, tzn. bez nutnosti jejich přímého kontaktu, signál přijme, což je lineárním sensorovým systémem detekováno jako neporušený stav senzoru, tzn. bez kontaktu s kapalinou. V případě zvýšení impedance senzoru nad limitní hodnotu, konkrétně tak, že hodnota plošného odporu lineárního senzoru o délce

odpovídající vzdálenosti mezi vazebním elementem RF vysílače a RF přijímače se zvětší minimálně o jeden řád oproti hodnotě plošného odporu v neporušeném stavu, v důsledku kontaktu s kapalinou dojde k útlumu přenášeného detekčního signálu mezi RF vysílačem a RF přijímačem a lineární sensorový systém detekuje porušený stav senzoru.

5

Detekční jednotka s RF vysílačem a RF přijímačem může mít ve výhodném provedení podobu přenosného zařízení, které lze využívat ke kontrole průsaku izolační vrstvy dle potřeby na různých místech. Může být však umístěna v těsné blízkosti lineárního senzoru bez nutnosti jejich přímého kontaktu také trvale. Pak je možno naprogramovat cyklicky se opakující měření integrity lineárního senzoru a současně je možno připojit detekční jednotku k bezdrátovému přenosu dat tak, že v případě nežádoucího úniku vody bude signál ihned poslán k příslušným zodpovědným pracovníkům, přičemž pro přenos dat lze využít Wi-Fi nebo síť Internetu věci.

10

Výhody lineárního sensorového systému pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin podle tohoto vynálezu spočívají zejména v tom, že je schopen obsáhnout velkou plochu pro signalizaci a měření průniku kapalin a zároveň zaručuje snadnou detekci místa nežádoucího jevu tak, že je možno závadu rychle odstranit. Metoda detekce stavu senzoru je neinvazivní, bezkontaktní, takže není narušena kompaktnost detekovaného prostředí.

15

20

Objasnění výkresů

Uvedený vynález bude blíže objasněn na následujících vyobrazeních, kde:

25

obr. 1a znázorňuje řez senzorem s vodivou tiskovou vrstvou,

obr. 1b znázorňuje řez senzorem při narušení struktury vodivé tiskové vrstvy rozpuštěním,

30

obr. 2a znázorňuje řez senzorem s vodivou tiskovou vrstvou uspořádanou nad nevodivou tiskovou vrstvou,

obr. 2b znázorňuje řez senzorem při narušení struktury vodivé tiskové vrstvy uspořádané nad nevodivou tiskovou vrstvou,

35

obr. 3 znázorňuje pohled shora na senzor s vodivou tiskovou vrstvou uspořádanou paralelně s nevodivou tiskovou vrstvou,

obr. 4 znázorňuje pohled shora na senzor s vodivou tiskovou vrstvou uspořádanou kolmo k nevodivé tiskové vrstvě,

40

obr. 5 znázorňuje pohled na lineární sensorový systém s pevně umístěným RF vysílačem a volně pohyblivým RF přijímačem,

45

obr. 6 znázorňuje pohled na lineární sensorový systém s narušenou strukturou senzoru s pevně umístěným RF vysílačem a volně pohyblivým RF přijímačem,

obr. 7 znázorňuje pohled na lineární sensorový systém s narušenou strukturou senzoru se vzájemně pevně uspořádaným RF vysílačem a RF přijímačem,

50

obr. 8 znázorňuje pohled na lineární sensorový systém uspořádaný na potrubí,

obr. 9 znázorňuje pohled na lineární sensorový systém uspořádaný na spodní straně nádrže.

55

Příklady uskutečnění vynálezu

Příklad 1

- 5 Na nosný podklad 9 z PET fólie s tloušťkou 75 μm byly natištěny periodicky se opakující pruhy nevodivé tiskové vrstvy 10 o rozměrech 5 x 1 cm, které byly od sebe vzdáleny 5 cm. Tisk daných struktur nevodivých tiskových vrstev 10 byl proveden sítotiskem na základě tiskové formulace obsahující superabsorbenty. Po zasušení daných obrazců nevodivých tiskových vrstev 10 byly následně přetištěny souvislou vodivou tiskovou vrstvou 5 se šířkou 1 cm na bázi uhlíkového kompozitu. Ten byl představován formulací na bázi GNP uhlíkových částic jakožto vodivých částic 7, polymeru poly(vinylalkohol) neboli PVA a polymeru hydroxyethylcelulóza neboli HEC, což představuje nevodivou polymerní matici 6, který zároveň tvoří prostředek 8 pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy 5 a snížení nebo přerušení její vodivosti. Do formulace byl přidán pro lepší smáčivost neionogenní surfaktant. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 150 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 4500 Ω . Po nanesení 500 μl vody na vodivou tiskovou vrstvu 5 v místě obrazců nevodivých tiskových vrstev 10 se superabsorbérem vzrostl odpor celé vodivé tiskové vrstvy 5 na 225 000 Ω . Takto připravený senzor 2 je znázorněn na obr. 1a, po rozpuštění nevodivé polymerní matrice 6 je senzor 2 znázorněn na obr. 1b.

Příklad 2

- Na nosný podklad 9 z PP fólie s tloušťkou 60 μm byla natištěna souvislá linka vodivé tiskové vrstvy 5 s šířkou 1 cm na bázi uhlíkového kompozitu. Ten byl představován formulací na bázi grafitu - uhlíkových částic jakožto vodivých částic 7 a polymeru polystyren, jakožto nevodivé polymerní matrice 6. Jako rozpouštědlový systém byly použity lehké benzinové frakce. K tisku byla použita technika sítotisku. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 120 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 3600 Ω . Po nanesení 500 μl naftu na linku vodivé tiskové vrstvy 5 vzrostl odpor celé linky vodivé tiskové vrstvy 5 na 560 000 Ω .

Příklad 3

- Na nosný podklad 9 ve formě tenkovrstvého papíru opatřeného PP vrstvou byla natištěna souvislá linka vodivé tiskové vrstvy 5 s šířkou 1 cm na bázi uhlíkového kompozitu. Ten byl představován formulací na bázi grafitu - uhlíkových částic, jakožto vodivých částic 7, a polymeru polyethylenglykol neboli PEG a PVA v poměru 1:1, jakožto nevodivé polymerní matrice 6. Jako rozpouštědlový systém byla použita voda v kombinaci s glykolétery pro zajištění nižšího povrchového napětí. K tisku byla použita technika sítotisku. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 82 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 2400 Ω . Po nanesení 500 μl vody na linku vodivé tiskové vrstvy 5 vzrostl odpor celé linky na 18 000 Ω .

Příklad 4

- Na nosný podklad 9 z PET fólie s tloušťkou 75 μm byla natištěna souvislá linka vodivé tiskové vrstvy 5 s šířkou 0,3 cm na bázi stříbrného kompozitu. Ten byl představován formulací na bázi stříbrných mikročástic, jakožto vodivých částic 7. Jako rozpouštědlový systém byly použity benzinové frakce, konkrétně hydrogenovaná lehká. K tisku byla použita technika sítotisku. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 0,1 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 10 Ω . Po nanesení 500 μl petroleje na linku vodivé tiskové vrstvy 5 vzrostl odpor celé linky vodivé tiskové vrstvy 5 na víc jak 1 M Ω .

Příklad 5

Na nosný podklad 9 z PEN fólie s tloušťkou 50 μm byly natištěny periodicky se opakující pruhy nevodivé tiskové vrstvy 10 o rozměrech 5 x 0,5 cm, které byly od sebe vzdáleny 5 cm. Tisk daných struktur nevodivých tiskových vrstev 10 byl proveden sítotiskem na základě tiskové formulace obsahující kyselinu citrónovou. Po zasušení daných obrazců nevodivých tiskových vrstev 10 byla následně ve vzdálenosti 0,5 cm paralelně natištěna souvislá linka vodivé tiskové vrstvy 5 s šířkou 1 cm na bázi uhlíkového kompozitu. Ten byl představován formulací na bázi GNP uhlíkových částic, jakožto vodivých částic 7, K_2CO_3 , polymeru PVA a polymeru HEC, jakožto nevodivé polymerní matrice 6, tvořící zároveň prostředek 8 pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy 5 a snížení nebo přerušení její vodivosti. Do formulace byl přidán pro lepší smáčivost neionogenní surfaktant. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 170 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 5100 Ω . Po nanesení 1500 μl vody na linku vodivé tiskové vrstvy 5 a obrazce s kyselinou citrónovou vzrostl odpor celé linky vodivé tiskové vrstvy 5 na 86 000 Ω . Takto připravený senzor 2 je znázorněn na obr. 2a, po uvolnění oxidu uhličitého vznikajícího acidobazickou reakcí z nevodivé polymerní matrice 6 je senzor 2 znázorněn na obr. 2b.

Příklad 6

Obdobné jako v příkladu 4 s tím rozdílem, že jako nevodivá polymerní matrice 6 byl použit PMMA.

Příklad 7

Na nosný podklad 9 z PET fólie s tloušťkou 75 μm byly natištěny souvislé pruhy nevodivé tiskové vrstvy 10 o šířce 0,5 cm. Tisk daných struktur nevodivé tiskové vrstvy 10 byl proveden sítotiskem na základě tiskové formulace obsahující kyselinu vinnou. Po zasušení daných vrstev nevodivé tiskové vrstvy 10 byla následně ve vzdálenosti 0,5 cm paralelně natištěna souvislá linka vodivé tiskové vrstvy 5 s šířkou 1 cm na bázi uhlíkového kompozitu, jak je znázorněno na obr. 3. Vzájemné uspořádání nevodivé tiskové vrstvy 10 a vodivé tiskové vrstvy 5 může být i kolmé, jak je znázorněno na obr. 4. Uhlíkový kompozit byl představován formulací na bázi GNP uhlíkových částic, jakožto vodivých částic 7, NaHCO_3 , polymeru HEC, jakožto nevodivé polymerní matrice 6. Do formulace byl přidán pro lepší smáčivost neionogenní surfaktant. Po zasušení linky vodivé tiskové vrstvy 5 byl změřen její odpor, kdy plošný odpor byl cca 140 Ω na čtvercový segment plochy. 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 pak mělo odpor cca 4200 Ω . Po nanesení 1500 μl vody na linku vodivé tiskové vrstvy 5 uhlíkového kompozitu a linku vodivé tiskové vrstvy 5 s kyselinou vinnou vzrostl odpor celé linky na 73 000 Ω .

Příklad 8

Obdobné podmínky jako v příkladu 2 s tím rozdílem, že jako nevodivá polymerní matrice 6 byl použit PMMA. Linky vodivé tiskové vrstvy 5 vykazovaly plošný odpor 90 Ω na čtvercový segment plochy. Po nanesení N-Methyl-2-pyrrolidon neboli NMP jakožto aprotického rozpouštědla vzrostl odpor 30 cm linky vodivé tiskové vrstvy 5 z 2700 Ω na 115 000 Ω .

Příklad 9

Lineární senzor 2 realizovaný dle příkladu 1 byl umístěn na rovném nosném podkladu 9. Na začátku vodivé dráhy senzoru, resp. vodivé tiskové vrstvy 5 byl pevně umístěn RF vysílač 3, resp. vysílací část čtecího zařízení, přičemž kapacitní vazební prvek uvnitř byl v tomto uspořádání umístěn nad vodivou dráhou vodivé tiskové vrstvy 5 ve výšce 5 mm. RF přijímač 4, tedy přijímací část čtecího zařízení byl umístěn na opačný konec vodivé dráhy, resp. vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru, přičemž kapacitní vazební prvek uvnitř byl v tomto uspořádání umístěn nad vodivou dráhou vodivé tiskové vrstvy 5 rovněž ve výšce 5 mm. Ve výchozím stavu bez

přítomnosti kapaliny byl vodivou tiskovou vrstvou 5 senzoru 2 přenášén měřicí signál o frekvenci 27 MHz z RF vysílače 3 do RF přijímače 4, kde byl přenos signálu indikován plnou výchylkou indikátoru 11. Takto uspořádaný lineární sensorový systém 1 je znázorněn na obr. 5. Následně byla na senzor 2 aplikována kapalina, která byla absorbována superabsorbční vrstvou senzoru 2, čímž došlo k následnému rozrušení vodivé tiskové vrstvy 5. V důsledku toho byl narušen přenos měřicího signálu mezi RF vysílačem 3 a RF přijímačem 4, což bylo indikováno nulovou výchylkou indikátoru 11. RF přijímač 4 byl plynule posouván směrem k RF vysílači 4 ve směru podélné osy vodivé tiskové vrstvy 5 až do okamžiku, kdy indikátor 11 opět ukázal plnou výchylku. Takto bylo lokalizováno místo defektu vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 způsobené kontaktem s kapalinou. Takto uspořádaný lineární sensorový systém 1 je znázorněn na obr. 6.

Příklad 10

Lineární senzor 2 realizovaný dle příkladu 2 byl umístěn na rovném nosném podkladu 9. Na senzor 2 byla aplikována kapalina, čímž došlo lokálnímu narušení vodivé tiskové vrstvy 5. Nad senzor 2 bylo ve výšce 10 mm umístěno čtecí zařízení v kompaktním provedení s integrovaným RF vysílačem 3 i RF přijímačem 4 s pracovní frekvencí 27 MHz a pevným umístěním obou vazebních kapacitních elementů ve vzájemné vzdálenosti 20 cm. V oblasti mimo defekt vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 čtecí zařízení indikovalo přenos měřicího signálu senzorem 2 maximální výchylkou indikátoru 11. Posunem čtecího zařízení ve směru podélné osy vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 nad senzorem 2 bylo lokalizováno místo defektu vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 způsobené kontaktem s kapalinou prostřednictvím poklesu výchylky indikátoru 11. Takto uspořádaný lineární sensorový systém 1 je znázorněn na obr. 7.

Příklad 11

Na nekovovém potrubí s ropnými produkty představující nosný podklad 9 byl umístěn lineární senzor 2 průsaku dle příkladu 4 o délce 200 cm vodivé tiskové vrstvy 5. Na opačných koncích vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 byl pevně umístěn RF vysílač 3 a RF přijímač 4 čtecího zařízení s pracovní frekvencí 27 MHz. Stav senzoru 2 byl v tomto uspořádání periodicky monitorován čtecím zařízením a informace o stavu byla bezdrátově přenášena na kontrolní pracoviště. Kapalina unikající prasklinou v potrubí způsobila narušení vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2. Tento defekt byl detekován čtecím zařízením a informace přenesena na kontrolní pracoviště. Takto uspořádaný lineární sensorový systém 1 je znázorněn na obr. 8.

Příklad 12

Na vnější straně dna nádrže s kapalinou představující nosný podklad 9 byl umístěn lineární senzor 2 průsaku dle příkladu 3 o délce 150 cm vodivé tiskové vrstvy 5. Na opačných koncích vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 byl pevně umístěn RF vysílač 3 a RF přijímač 4 čtecího zařízení s pracovní frekvencí 27 MHz. Stav senzoru 2 byl v tomto uspořádání periodicky monitorován čtecím zařízením a informace o stavu byla bezdrátově přenášena na kontrolní pracoviště. Kapalina unikající prasklinou ve dně nádrže způsobila narušení vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2. Tento defekt byl detekován čtecím zařízením a informace přenesena na kontrolní pracoviště. Takto uspořádaný lineární sensorový systém 1 je znázorněn na obr. 9.

Příklad 13

Na vnější straně dna nádrže s kapalinou představující nosný podklad 9 byla přímo natištěna vodivá tisková vrstva 5 lineárního senzoru 2 průsaku se složením dle příkladu 3 o šířce 1 cm a délce 300 cm vodivé tiskové vrstvy 5. Na opačných koncích vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2 byl pevně umístěn RF vysílač 3 a RF přijímač 4 čtecího zařízení s pracovní frekvencí 27 MHz. Stav senzoru 2 byl v tomto uspořádání periodicky monitorován čtecím zařízením a informace o stavu byla bezdrátově přenášena na kontrolní pracoviště. Kapalina unikající prasklinou ve dně

nádrže způsobila narušení vodivé tiskové vrstvy 5 senzoru 2. Tento defekt byl detekován čtecím zařízením a informace přenesena na kontrolní pracoviště.

5 Průmyslová využitelnost

Lineární sensorový systém pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin lze využít při aplikacích, kdy je potřeba sledovat průnik kapalin.

10

PATENTOVÉ NÁROKY

15 1. Lineární sensorový systém (1) pro bezkontaktní signalizaci a měření průniku kapalin, zahrnující senzor (2) charakterizovaný změnou jeho plošného odporu při průniku vody, spojený kapacitní bezkontaktní vazbou s RF vysílačem (3) a RF přijímačem (4), **vyznačující se tím**, že senzor (2) je vodivá tisková vrstva (5) tvořená nevodivou polymerní matricí (6), obsahující vodivé částice (7) ze skupiny mikročástic nebo nanočástic kovu nebo uhlíku v koncentraci vyšší než je perkolační práh, systém (1) dále zahrnuje nosný podklad (9) s natištěným senzorem (2), a prostředek (8) pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy (5) a snížení nebo přerušení její vodivosti.

25 2. Lineární sensorový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že prostředek (8) pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy (5) a snížení nebo přerušení její vodivosti tvoří nevodivá polymerní matrice (6), která je vytvořena z vodou rozpustného materiálu ze skupiny: želatina, arabská guma, xanthanová guma, pektin, chitosan, hydroxypropylcelulóza, hydroxypropylmethylcelulóza, hydroxyethylcelulóza, karboxymethylcelulóza, poly(vinylalkohol), poly(vinylpyrrolidon), poly(ethylenglykol), polysacharidy, poly(akrylamid), poly(styrensulfonyl), poly(akrylát).

35 3. Lineární sensorový systém podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že nosný podklad (9) je nesavý substrát jako polyethylentereftalátová fólie nebo polypropylenová fólie nebo polyvinylchloridová fólie nebo polyethylenafthalenová fólie s tloušťkou 50 µm až 75 µm.

4. Lineární sensorový systém podle nároků 1 a 2, **vyznačující se tím**, že nosný podklad (9) je měřený předmět jako zásobník nebo potrubí nebo nádrž nebo produktovod nebo topný systém nebo jímka nebo stěna nebo příčka nebo lodní trup.

40 5. Lineární sensorový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vodivá tisková formulace k přípravě vodivé tiskové vrstvy (5) je na bázi rozpouštědla vody a prostředek (8) pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy (5) a snížení nebo přerušení její vodivosti je tvořen nevodivou tiskovou vrstvou (10), která je na nosném podkladu (9) natištěna pod vodivou tiskovou vrstvou (5), paralelně s ní nebo kolmo k ní, a která je vytvořena z hygroskopického bobtnavého polymeru ze skupiny superabsorbentů, s výhodou poly(akrylát) sodný, kopolymery akrylamidu, kopolymery polyethylenglykolu, kopolymery maleinanhidridu, kopolymery akrylonitrilu, zesíťovaná karboxymethylcelulóza, zesíťovaný polyethylenglykol, pro jeho nabobtnání v důsledku průniku vody.

50 6. Lineární sensorový systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že vodivá tisková formulace k přípravě vodivé tiskové vrstvy (5) je na bázi rozpouštědla vody a prostředek (8) pro narušení struktury vodivé tiskové vrstvy (5) a snížení nebo přerušení její vodivosti je tvořen nevodivou tiskovou vrstvou (10), která je na nosném podkladu (9) natištěna pod vodivou tiskovou vrstvou (6), paralelně s ní nebo kolmo k ní, a která obsahuje anorganická aditiva uvolňující oxid uhličitý, s výhodou NaHCO₃, K₂CO₃, Na₂CO₃ se slabou kyselinu rozpustnou ve vodě, s výhodou

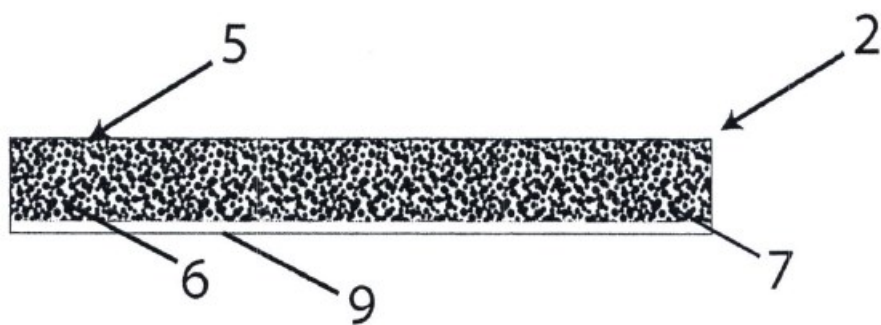
kyselinou citronovou, kyselinou askorbovou, kyselinou vinnou, kyselinou jablečnou, kyselinou benzoovou, kyselinou listovou, kyselinou šťávelovou pro zahájení acidobazické reakce mezi uhličitany a kyselinami za vzniku solí a uvolňujícího se oxidu uhličitého.

- 5 7. Lineární sensorový systém podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že RF vysílač (3) a RF přijímač (4) jsou uspořádány nad vodivou tiskovou vrstvou (5) ve výšce od 0,1 do 20 mm.
- 10 8. Lineární sensorový systém podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že RF vysílač (3) a/nebo RF přijímač (4) jsou uspořádány pohyblivě vůči vodivé tiskové vrstvě (5) ve směru její podélné osy ve vzájemné vzdálenosti 20 až 500 cm pro lokalizaci místa kontaktu senzoru (2) s kapalinou.
- 15 9. Lineární sensorový systém podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že RF vysílač (3) a RF přijímač (4) jsou uspořádány v trvalé vzájemné vzdálenosti a vůči vodivé tiskové vrstvě (5) ve směru její podélné osy jsou uspořádány pohyblivě pro zajištění konstantní délky měřeného segmentu vodivé tiskové vrstvy (5).

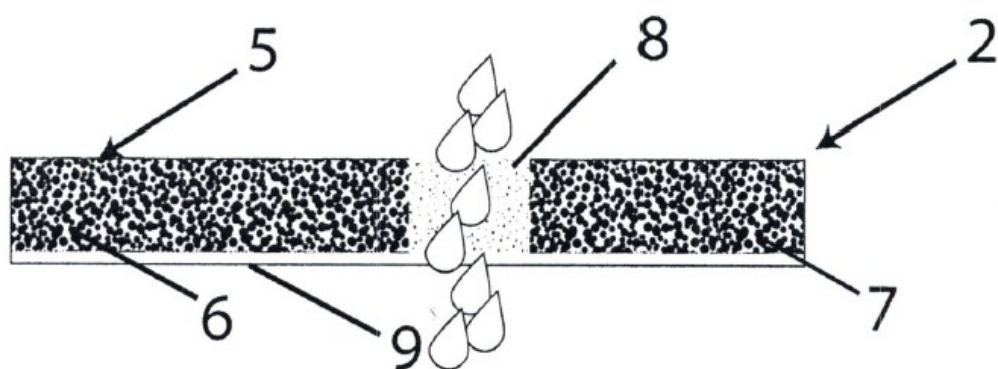
6 výkresů

Seznam vztahových značek

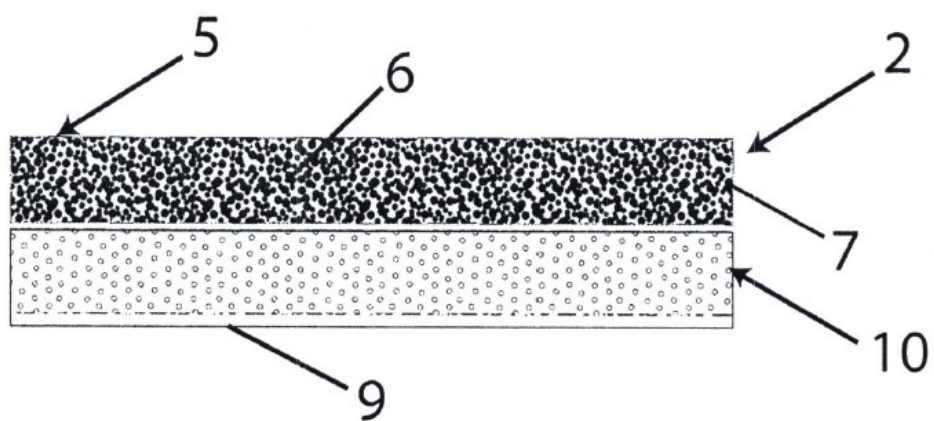
- 1 lineární sensorový systém
- 2 senzor
- 3 RF vysílač
- 4 RF přijímač
- 5 vodivá tisková vrstva
- 6 nevodivá polymerní matrice
- 7 vodivá částice
- 8 prostředek pro narušení struktury vodivé vrstvy
- 9 nosný podklad
- 10 nevodivá tisková vrstva
- 11 indikátor RF přijímače



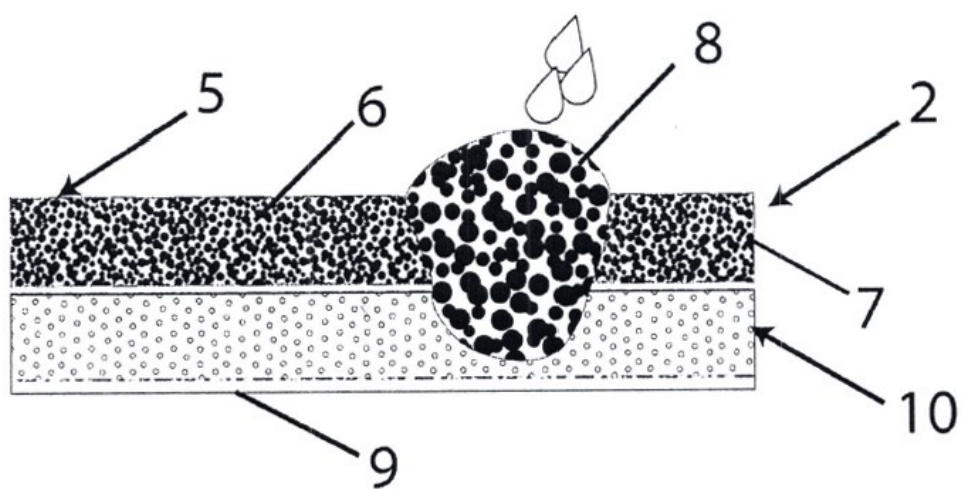
Obr. 1a



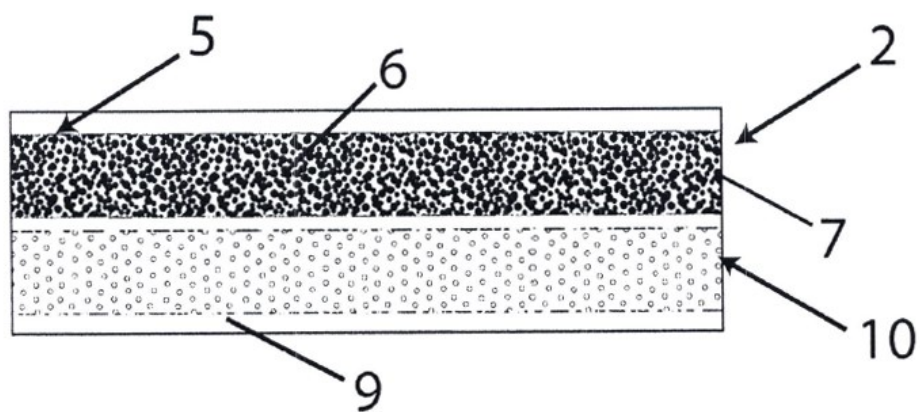
Obr. 1b



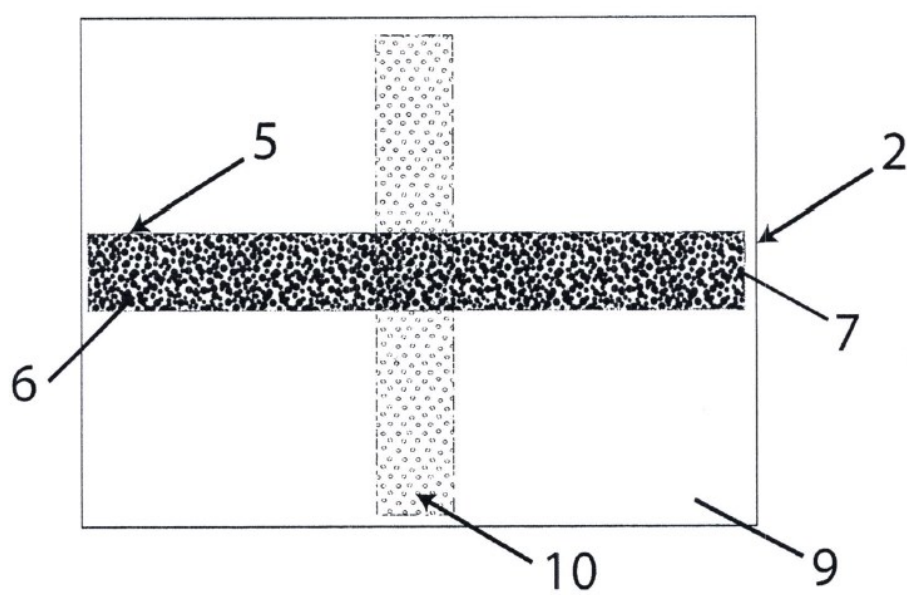
Obr. 2a



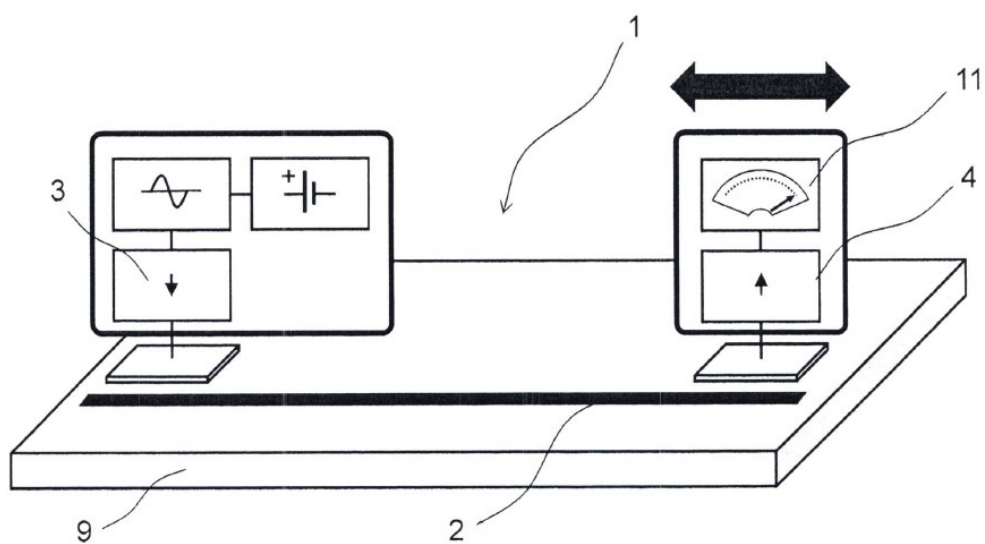
Obr. 2b



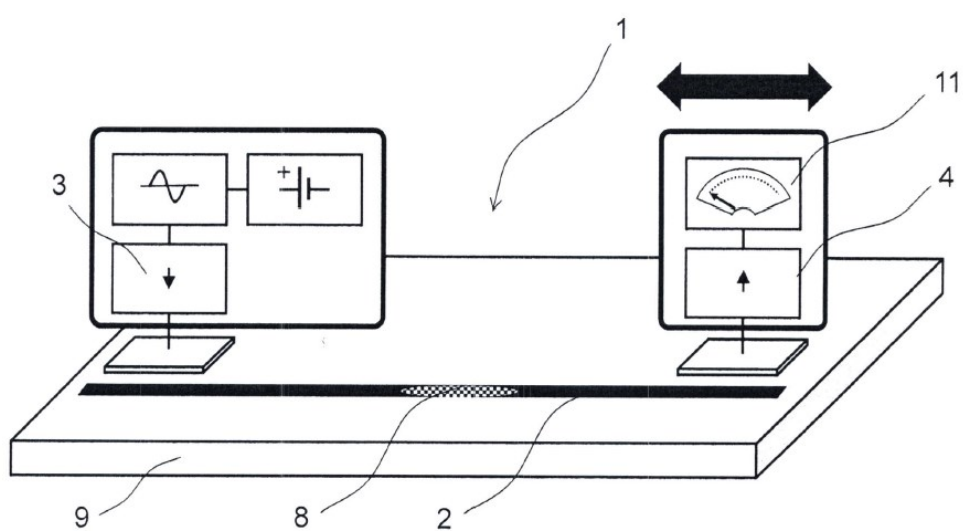
Obr. 3



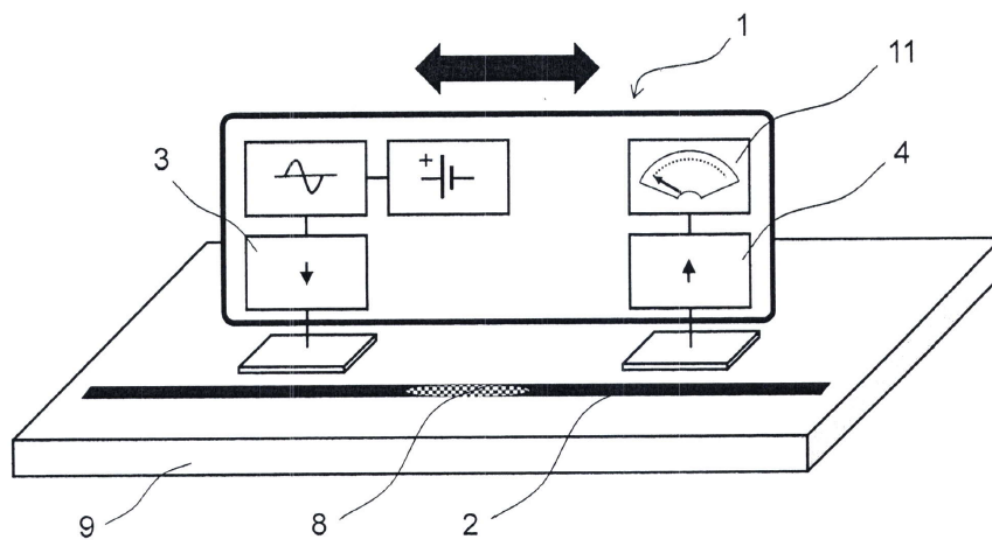
Obr. 4



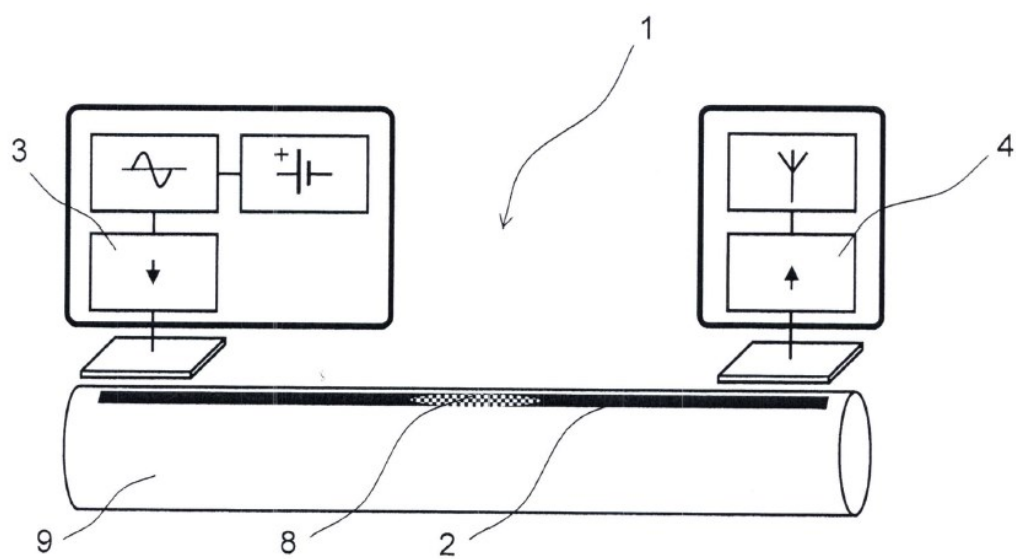
Obr. 5



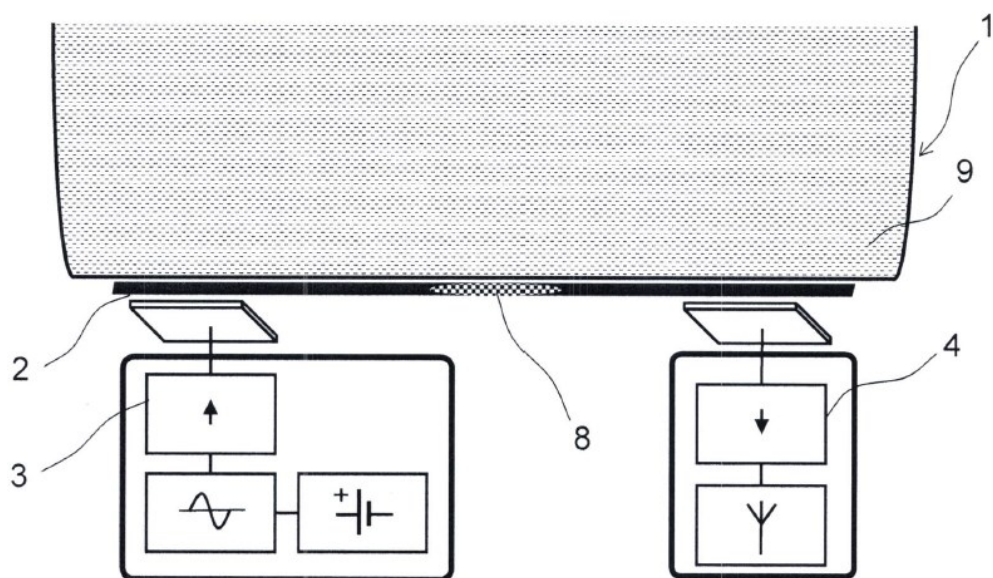
Obr. 6



Obr. 7



Obr. 8



Obr. 9