UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:
36 670
(13) Druh dokumentu: **U1**
(51) Int. Cl.:

A61L 9/22	(2006.01)
A61L 101/26	(2006.01)
A61L 101/36	(2006.01)
A61L 101/02	(2006.01)
A62B 23/02	(2006.01)
A41D 13/11	(2006.01)

(19) ČESKÁ REPUBLIKA

ÚŘAD PRŮMYSLOVÉHO VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40181**
(22) Přihlášeno: **29.08.2022**
(47) Zapsáno: **08.12.2022**

(73) Majitel:
Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice, České Budějovice 2, CZ

(72) Původce:
RNDr. Jiří Kratochvíl, Ph.D., České Budějovice, České Budějovice 2, CZ
Mgr. Hana Mašková, Litvínovice, CZ
RNDr. David Kahoun, Ph.D., Dasný, CZ
RNDr. Ján Štěrba, Ph.D., České Budějovice, České Budějovice 2, CZ
doc. RNDr. Vítězslav Straňák, Ph.D., České Budějovice, České Budějovice 2, CZ
doc. RNDr. Ondřej Kylián, Ph.D., Praha 4, Záběhlice, CZ
Mgr. Eliška Kratochvílová, České Budějovice, České Budějovice 2, CZ
Tereza Patlejchová, Tupadly, CZ
RNDr. Helena Langhansová, Ph.D., Staré Hodějovice, CZ

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

(54) Název užitného vzoru:
Substrát s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry

CZ 36670 U1

Úřad průmyslového vlastnictví v zápisném řízení nezjišťuje, zda předmět užitného vzoru splňuje podmínky způsobilosti k ochraně podle § 1 zák. č. 478/1992 Sb.

Substrát s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry

Oblast techniky

Technické řešení se týká oblasti dezinfekce, konkrétně substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména jako součást respiračních obličejových masek a vzduchových filtrů.

Dosavadní stav techniky

Antimikrobiální úpravy povrchu je možno dosáhnout pasivními nebo aktivními povrchy. Povrchy pasivní využívají svých vlastností proti usazení mikroorganismů, což může být zajištěno kombinací topografie a povrchové energie. Aktivní antimikrobiálně upravené povrchy jsou zejména na bázi tenké vrstvy nanesené na površích vybraných předmětů. Tyto povrchy jsou založeny na uvolňování látek s antimikrobiálními vlastnostmi, které dokáží inhibovat mikroby v okolí povrchu předmětu. Takové povrchy nacházejí uplatnění ve zdravotnictví, zejména pro pokrývání tělních implantátů a dále na předmětech častého dotyku, jako jsou madla a kliky ve veřejných prostorech. Antimikrobiálně upravené povrchy jsou připravené jako vrstva látek, zejména chemického původu, nanesená na povrch pokrývaného předmětu.

Pod pojmem „antimikrobiální vlastnosti“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí účinky jak antibakteriální, tak antivirové.

V posledních letech se experimenty zabývají využitím nanomateriálů s obsahem sloučenin kovů s antibakteriálními vlastnostmi jako je alkoxid titanu s přídavkem nanočástic stříbra, popsaný v patentu CZ 303861, nebo kombinace nanočástic stříbra s ionty mědi, popsané v mezinárodní přihlášce WO 2019/111071. V poslední době se pozornost obrací na povrchy působící proti virům zejména pro ochranu dýchacích cest, jako například nanášení stříbra na roušky. Nevýhodou takového uspořádání je, že dochází příliš pomalu k redukci viru, čímž se snižuje použitelnost takto upravených povrchů.

V současnosti jsou nejvíce využívané aktivní antimikrobiálně upravené povrchy na bázi kombinace mědi a stříbra. Spojení většího množství mědi jako prvního elektricky vodivého materiálu s menší kladnou hodnotou elektrochemického potenciálu a menšího množství nanočástic stříbra jako druhého elektricky vodivého materiálu s větší kladnou hodnotou elektrochemického potenciálu je popsáno v patentu US 9 114 197, mezinárodních přihláškách WO 2007/087795 a WO 2010/008969. Tyto kovy mají rozdílné elektrické potenciály, které způsobí vznik galvanické koroze v přítomnosti elektrolytu, jako je voda nebo tělní tekutina.

Pojem „galvanická koroze“ pro účely popisu tohoto technického řešení popisuje jev, který vzniká při ponoření dvou dotýkajících se různých elektricky vodivých materiálů do vodivé kapaliny neboli elektrolytu, přičemž se mezi materiály vytvoří elektrický potenciál. Elektrony v tomto případě putují z prvního elektricky vodivého materiálu do druhého elektricky vodivého materiálu, zatímco kladné ionty prvního elektricky vodivého materiálu putují do vodivé kapaliny nebo elektrolytu. Tímto dochází k preferenční korozi prvního elektricky vodivého materiálu a k urychlené produkci dezinfekčně působících iontů tohoto materiálu. Takový jev způsobuje narušení viru nebo bakterie a inhibici jejich aktivity.

Pojem „první elektricky vodivý materiál“ pro účely popisu tohoto technického řešení popisuje kov, který má menší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu v daném médiu nežli druhý kov použitý v antimikrobiální povrchové vrstvě. Pojem je používán zejména v spojení s pojmem „druhý elektricky vodivý materiál“, který pro účely popisu tohoto technického řešení popisuje materiál, který má vyšší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu v daném médiu.

Příprava takové antimikrobiální povrchové vrstvy se provádí například pomocí naprašování společně s plazmově podporovanou chemickou depozicí z plynné fáze neboli PE-CVD, přičemž pro přípravu nanočástic je použit plynně agregační zdroj, neboli GAS, který je založený na magnetronu. Kombinací obou technik nanášení je možné kontrolovat jak velikost nanočástic, tak vlastnosti matrice (Thukkaram M., Vaidulych M., Kylian O., et. al, Investigation of Ag/a-C:H Nanocomposite Coatings on Titanium for Orthopedic Applications, ACS Appl. Mater. Interfaces, 2020, vol. 12, pp. 23655–23666; Kylián O., Štefaníková R., Kuzminova A., et. al., In-flight plazma modification of nanoparticles produced by means of gas aggregation sources as an effective route for the synthesis of core-satellite Ag/plazma polymer nanoparticles, Plasma Phys. Control. Fusion, 2020, vol. 62, pp. 14005–14016). Nevýhodou takto vytvořené vrstvy s antimikrobiální povrchovou úpravou je, že množství uvolněných dezinfekčně působících látek není dostatečné pro použití jako antimikrobiální povrchové vrstvy, zejména na frekventovaných místech, ve filtrech vzduchotechniky, nebo na povrchu obličejových masek, zejména respirátorů.

Úkolem technického řešení je proto vytvoření takového substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou, který by měl vyšší rychlost uvolňování látek s antimikrobiálními vlastnostmi, zejména kovových iontů a to tak, aby bylo dosaženo vyššího desinfekčního účinku proti virům nebo bakteriím na povrchu často dotýkaných předmětů, vzduchových filtrů a respiračních obličejových masek jako jsou roušky a respirátory.

Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen pomocí substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry opatřeného alespoň na jedné své straně alespoň na části jeho povrchu antimikrobiální povrchovou vrstvou. Tato antimikrobiální povrchová vrstva obsahuje alespoň dva elektricky vodivé materiály, které jsou navzájem v elektrickém kontaktu, přičemž první elektricky vodivý materiál má menší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu a druhý elektricky vodivý materiál má větší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu. Podstata technického řešení spočívá v tom, že substrát je alespoň ve své části vytvořen z prodyšného materiálu. Tento prodyšný materiál je prostupný pro molekuly vody alespoň z jedné strany. Substrát a/nebo antimikrobiální povrchová vrstva je dále opatřen alespoň jednou elektrolytickou látku ze skupiny sůl, hydroxid, kyselina a/nebo jejich kombinací. První elektricky vodivý materiál v přítomnosti druhého elektricky vodivého materiálu a elektrolytu, kterým může být i voda nebo vzdušná vlhkost, podléhá galvanické korozi, a tedy dochází k uvolňování iontů tohoto materiálu, které mají antimikrobiální účinek. Urychlení uvolňování látek s antimikrobiálními vlastnostmi je díky přítomnosti soli, hydroxidu, kyseliny a/nebo jejich kombinace, které rozpuštěním ve vodě nebo vzdušné vlhkosti výrazně zvyšují její elektrolytické vlastnosti. Díky tomu za daný čas dojde k vyšší redukci množství virů či bakterií na povrchu často dotýkaných předmětů jako jsou vzduchové filtry a respirační obličejové masky, čímž je dříve dosaženo množství mikrobů pod minimální infekční dávkou.

Pod pojmem „obsahující“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí umístění látky na substrátu pomocí impregnace, tenké vrstvy, nánosu nebo depoziční vrstvy.

Pod pojmem „tenká vrstva“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí vrstva o tloušťce od jedné atomární vrstvy až po 5 mm, přičemž je nanášena na plochu, která je alespoň o řád větší, než je její tloušťka.

Pod pojmem „zrno“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí ohraničený objekt o objemu 1 nm^3 až po 25 mm^3, tento pojem tedy zahrnuje nanočástice, mikročástice, částice, úlomky, hobliny, a/nebo jejich kombinaci. Větší množství zrn pak tvoří nanoprášek, mikroprášek, prášek, či drť.

Pod pojmem „vlákno“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí objekt, jehož délka je alespoň o řád delší nežli jeho dva další rozměry, přičemž průřez takového objektu je od 1 nm^2 do 25 mm^2.

Pod pojmem „nános“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí nasypání prášku, elektrosprejování, sublimace nebo nastříkání roztoku či suspenze.

Pod pojmem „depoziční vrstva“ pro účely popisu tohoto technického řešení se rozumí vrstva, která vznikla pomocí chemické depozice z plynné fáze, nebo fyzikální depozice z plynné fáze, jako je magnetronové naprašování.

Ve výhodném provedení je elektrolytická látka integrována v antimikrobiální povrchové vrstvě v maximální tloušťce 5 mm. Elektrolytická látka je v substrátu s výhodou integrována alespoň v části objemu substrátu přiléhající k povrchu antimikrobiální povrchové vrstvy. Takové uspořádání je výhodné pro dosažení maximálního účinku substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou dále opatřenou elektrolytickou látkou.

Ve výhodném provedení je elektrolytická látka na substrátu nanesena, například v podobě nánosu nebo depoziční vrstvy a to v maximální tloušťce 5 mm. Takové uspořádání je výhodné z hlediska rychlosti přípravy.

Ve výhodném provedení je elektrolytická látka na substrát nanesena v rámci procesu přípravy antimikrobiální povrchové vrstvy a je tak v této antimikrobiální povrchové vrstvě, a/nebo na ní integrována. Takové uspořádání je výhodné jelikož umožňuje dosáhnout maximálního účinku. Další výhodou je nezávislost metody přípravy na substrátu. Další výhodou je, že v případě zakomponování elektrolytické látky do materiálu je možné regulovat rozpouštění elektrolytické látky.

Ve výhodném provedení je elektrolytická látka v substrátu integrována v objemové hustotě objemu, nebo v jeho části o objemové hustotě od 0,01 $\mu g/cm^3$ do 4,3 g/cm^3. Taková objemová hustota poskytuje efektivní účinek substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou.

Ve výhodném provedení je elektrolytickou látkou sůl vybrána ze skupiny: chlorid sodný, chlorid draselný, hydrogenuhličitan sodný, dusičnan stříbrný, uhličitan hořečnatý, uhličitan vápenatý a/nebo jejich kombinace. S výhodou je elektrolytickou látkou hydroxid vybrán ze skupiny: hydroxid vápenatý, hydroxid hořečnatý, a/nebo jejich kombinace. S výhodou je elektrolytickou látkou kyselina vybrána ze skupiny: kyselina citrónová, kyselina jablečná, kyselina askorbová, kyselina mléčná, kyselina vinná a/nebo jejich kombinace. Tyto látky jsou vybrané s ohledem na jejich nízkou toxicitu v případě kontaktu s kůží lidského těla a s ohledem na maximální možnou dávku pro organismus.

V dalším výhodném provedení je substrát tvořen textilií. Takové uspořádání je výhodné z důvodu relativně rychlé výroby, kdy není potřeba opatřit povrch substrátu další vrstvou, která pohlcuje vzdušnou vlhkost. Zároveň v případě nasátí vody nebo vzdušné vlhkosti textilií je tato voda nebo vzdušná vlhkost udržována delší dobu v textilii čímž je zaručena delší doba probíhání galvanické koroze vedoucí ke zvýšenému desinfekčnímu účinku.

V jiném výhodném provedení je substrát tvořen materiálem, modifikovaným tenkou vrstvou vodě propustného polymeru s maximální tloušťkou 5 mm. Takto modifikovaný materiál tím zvyšuje savost a je tedy možnost integrovat do takového substrátu větší množství elektrolytické látky. Další výhodou je udržování většího množství vody nebo vzdušné vlhkosti v substrátu čímž vzniká vodivější elektrolyt, a to zejména v důsledku rozpuštění většího množství soli nebo hydroxidu nebo kyseliny.

Ve jiném výhodném provedení je substrát obsahující elektrolytickou látku pokryt polymerní tenkou vrstvou s maximální tloušťkou 5 mm. Takové uspořádání je výhodné, jelikož zpomalí uvolňování elektrolytické látky směrem od obou elektricky vodivých látek a umožní tak dlouhodobější zvýšený antimikrobiální účinek substrátu s antimikrobiální povrchovou vrstvou. V případě aplikace polymerní vrstvy přes substrát obsahující elektrolytickou látku, první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál tato polymerní vrstva může tyto materiály s výhodou fixovat na substrátu, zatímco uchovává elektrolytickou látku v těsné blízkosti obou materiálů.

Materiál substrátu je s výhodou pokryt tenkou vrstvou ve vodě propustného C:H:N:O plazmového polymeru. Plazmový polymer je výhodný díky homogenitě pokrytí substrátu a regulaci tloušťky vrstvy od 1 nm, tudíž lze vždy najít tloušťku vrstvy, aby výrazně neovlivnila prodyšnost substrátu.

Ve výhodném provedení je substrát tvořen porézním materiálem se stejným chemickým složením, jako je první elektricky vodivý materiál. Toto řešení je výhodné, jelikož se zvyšuje množství materiálu majícího antimikrobiální účinky v rámci substrátu opatřeného antimikrobiální vrstvou.

Ve výhodném provedení jsou první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádány ve formě sendvičové tenké vrstvy s maximální tloušťkou do 5 mm nebo segmentové tenké vrstvy s plochou segmentů od 1 nm^2 do 1 cm^2. Toto uspořádání je výhodné, jelikož je velmi jednoduše vyrobitelné a zaručuje na velké ploše dobrý elektrický kontakt mezi oběma elektricky vodivými materiály. Uspořádání do segmentové tenké vrstvy je výhodné, jelikož umožňuje ladit velikosti segmentů tak, aby i malá kapka dokázala smočit první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál zároveň.

V dalším výhodném provedení je první elektricky vodivý materiál a/nebo druhý elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádány ve formě zrn o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3. Takové uspořádání je výhodné, jelikož lze zrna prvního elektricky vodivého materiálu a zrna druhého elektricky vodivého materiálu zapustit přímo do savého polymeru, nebo C:H:N:O plazmového polymeru impregnovaného elektrolytickou látkou, čímž lze docílit galvanické koroze v celém objemu vrstvy.

V dalším výhodném provedení je první elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádán ve formě tenké vrstvy s maximální tloušťkou 5 mm a druhý elektricky vodivý materiál je na substrátu uspořádán ve formě zrn o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3. Takové uspořádání je výhodné jelikož umožňuje ladit velikost zrn a zajistit tak, že kapénky smočí první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál najednou, zatímco lze připravit vrstvu prvního elektricky vodivého materiálu jednoduchým způsobem. V případě rovnoměrného rozprostření prvního elektricky vodivého materiálu v matrici druhého elektricky vodivého materiálu, funguje tenká vrstva i při otěru svrchní části tenké vrstvy. V případě překrytí zrn z druhého elektricky vodivého materiálu pomocí tenké vrstvy prvního elektricky vodivého materiálu je výhodou, že je druhý elektricky vodivý materiál mechanicky chráněn z jedné strany tenkou vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu a z druhé strany substrátem.

V dalším výhodném provedení jsou první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádány ve formě vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2. Takové uspořádání je výhodné z hlediska jednoduchosti výroby, kdy se dá prošití vlákny obou materiálů zařídit již během tkaní látky.

V dalším výhodném provedení je první elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádán ve formě tenké vrstvy s maximální tloušťkou 5 mm a druhý elektricky vodivý materiál je na substrátu uspořádán ve formě vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2. Takové uspořádání je výhodné z hlediska jednoduchosti výroby, kdy se dá prošití vláknem materiálu zařídit již během tkaní látky, zatímco je docíleno velké kontaktní plochy obou materiálů, tj. vlákna a vrstvy.

V dalším výhodném provedení jsou první elektricky vodivý materiál a druhý elektricky vodivý materiál na substrátu uspořádány ve formě kombinace vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2 se

zrny o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3. Takové uspořádání je výhodné z hlediska porozity obou elektricky vodivých materiálů, molekuly vody tak mohou k vláknu penetrovat jednak ze strany substrátu jednak ze strany povrchu.

Ve výhodném provedení je první elektricky vodivý materiál tvořen mědí nebo alespoň jednou její slitinou. První elektricky vodivý materiál je vybrán s ohledem na antimikrobiální aktivitu a zároveň na cenu, vzhledem k potřebě použití většího množství tohoto materiálu oproti druhému elektricky vodivému materiálu. Druhý elektricky vodivý materiál je s výhodou tvořen prvkem ze skupiny: stříbro, titan, platina, zlato, grafit a/nebo alespoň jednou jejich slitinou a/nebo jejich kombinací. Druhý elektricky vodivý materiál je vybrán s ohledem na co nejvyšší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu tak, aby i malé množství způsobovalo galvanickou korozi prvního elektricky vodivého materiálu.

Výhody substrátu s antimikrobiální povrchovou úpravou podle tohoto technického řešení spočívají zejména v tom, že pokrytý substrát má vyšší rychlost uvolňování látek s antimikrobiálními vlastnostmi, zejména kovových iontů a to tak, že je za určitý čas docíleno výraznější redukce virů nebo bakterií často dotýkaných předmětů, vzduchových filtrů a respiračních obličejových masek jako jsou roušky nebo respirátory.

Objasnění výkresů

Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 zobrazuje možnosti uspořádání prvního elektricky vodivého materiálu a druhého elektricky vodivého materiálu,

obr. 2 zobrazuje graf srovnání různých povrchů z hlediska antimikrobiálního potenciálu,

obr. 3 zobrazuje graf dokazující synergický efekt impregnované elektrolytické látky v roušce v kombinaci s galvanickou korozí způsobenou nanočásticemi stříbra,

obr. 4 zobrazuje graf dokazující synergický efekt impregnované elektrolytické látky v respirátoru v kombinaci s galvanickou korozí způsobenou platinovou nití.

Příklady uskutečnění technického řešení

Příklad 1

Substrát 1 byl vytvořen z prodyšného materiálu 5, který byl prostupný pro molekuly vody alespoň z jedné strany. Takovým materiálem byl respirátor. V jiných nezobrazených příkladech uskutečnění byl substrát tvořen textilií, nesavým materiálem opatřeným vrstvou vodě propustného polymeru s maximální tloušťkou 5 mm, textilií opatřenou vrstvou vodě propustného C:H:N:O plazmového polymeru s maximální tloušťkou 5 mm nebo porézním materiálem se stejným chemickým složením jako první elektricky vodivý materiál 3. Tento respirátor byl opatřený na jedné straně jeho povrchu v jeho prodyšné části antimikrobiální povrchovou vrstvou 2. Tato antimikrobiální povrchová vrstva 2 obsahovala dva materiály, které spolu byly ve vzájemném elektrickém kontaktu. Tyto dva materiály se vyznačovaly tím, že měly rozdílnou kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu, kdy první elektricky vodivý materiál 3 měl menší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu, zatímco druhý elektricky vodivý materiál 4 měl větší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu. Prvním elektricky vodivým materiálem 3 byla měď. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla prvním elektricky vodivým materiálem 3 slitina mědi vybrána ze skupiny: mosaz, bronz nebo jiné slitiny mědi. Druhým elektricky vodivým materiálem 4 byla platina. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl druhým elektricky

vodivým materiálem 4 stříbro, titan, zlato, grafit nebo jejich slitiny či kombinace. Substrát 1 dále obsahoval impregnované elektrolytické látky 6 v podobě chloridu sodného v množství o plošné hustotě 6,4 mg/cm^2, hydrogenuhličitanu sodného v množství 3,7 mg/cm^2 a chloridu draselného v množství 0,4 mg/cm^2, což odpovídalo desetinásobným objemovým hustotám, tedy chlorid sodný v množství 64 mg/cm^3, hydrogenuhličitan sodný v množství 37 mg/cm^3 a chlorid draselný v množství 4 mg/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 opatřen elektrolytickou látkou 6, a to dusičnanem stříbrným nebo solí nebo hydroxidem nebo kyselinou ze skupiny: chlorid sodný, chlorid draselný, hydrogenuhličitan sodný, uhličitan hořečnatý, uhličitan vápenatý, hydroxid vápenatý, hydroxid hořečnatý, kyselina citrónová, kyselina jablečná, kyselina askorbová, kyselina mléčná, kyselina vinná a/nebo jejich kombinace a to v celém svém objemu nebo v jeho části. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla elektrolytická látka 6 obsažena v substrátu 1 v množství od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 opatřen nánosem elektrolytické látky 6 nebo depoziční vrstvou elektrolytické látky 6 v tloušťce od 1 nm do 5 mm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla elektrolytická látka 6 nanášena v rámci antimikrobiální povrchové vrstvy 2 a byla v ní integrována v množství od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3. Uspořádaní prvního elektricky vodivého materiálu 3 a druhého elektricky vodivého materiálu 4 je zobrazeno na obrázku 1. První elektricky vodivý materiál 3 a druhý elektricky vodivý materiál 4 byly uspořádaný ve formě sendviče tenkých vrstev (zobrazeno na obrázku 1a) o tloušťce 1 μm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla tloušťka tenkých vrstev do 5 mm. První elektricky vodivý materiál 3 a druhý elektricky vodivý materiál 4 byly ve formě segmentových tenkých vrstev (zobrazeno na obrázku 1b) o plošné velikosti segmentů 1 μm^2. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla plocha segmentů od 1 nm^2 po 1 cm^2. Další uspořádání prvního elektricky vodivého materiálu 3 a druhého elektricky vodivého materiálu 4 bylo ve formě dotýkajících se zrn o objemu 1 000 μm^3 v matrici tenké vrstvy prodyšného materiálu 5 prostupného pro molekuly vody a obsahujícího elektrolytickou látku 6 (zobrazeno na obrázku 1c). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl objem zrn od 1 nm^3 do 25 mm^3, na tato zrna byla nanesena elektrolytická látka, která byla překryta vrstvou prodyšného materiálu 5 prostupného pro molekuly vody, která stabilizovala zrna a zpomalovala uvolňování elektrolytické látky 6 směrem od antimikrobiální povrchové vrstvy 2. Další uspořádání druhého elektricky vodivého materiálu 4 bylo v matrici prvního elektricky vodivého materiálu 3 (zobrazeno na obrázku 1d). V dalším uspořádání byly zrna druhého elektricky vodivého materiálu 4 o objemu 1 μm^3 překryté tenkou vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3 o tloušťce 1 μm (zobrazeno na obrázku 1e). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla tloušťka tenkých vrstev do 5 mm a objem zrn od 1 nm^3 do 25 mm^3. V dalším uspořádání byla tenká vrstva prvního elektricky vodivého materiálu 3 o tloušťce 1 μm pokrytá zrny druhého elektricky vodivého materiálu 4 o objemu 1 000 nm^3 (zobrazeno na obrázku 1f). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla tloušťka tenkých vrstev do 5 mm a objem zrn od 1 nm^3 do 25 mm^3. V dalším uspořádání byl substrát 1 prošitý kovovým vláknem z druhého elektricky vodivého materiálu 4 o průřezu 0,1 mm^2 překrytého tenkou vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3 o tloušťce 1 μm (zobrazeno na obrázku 1g). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl průřez vláken od 1 nm^2 do 25 mm^2 a tloušťka tenkých vrstev do 5 mm. V dalším uspořádání byl substrát 1 prošitý navzájem se dotýkajícími vlákny z prvního elektricky vodivého materiálu 3 o průřezu 1 mm^2 a z druhého elektricky vodivého materiálu 4 o průřezu 1 μm^2 (zobrazeno na obrázku 1h). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl průřez vláken prvního elektricky vodivého materiálu 3 a druhého elektricky vodivého materiálu 4 od 1 nm^2 do 25 mm^2. V dalším uspořádání byl první elektricky vodivý materiál 3 ve formě vlákna o průřezu 0,1 mm^2 pokrytý zrny druhého elektricky vodivého materiálu 4 o středním objemu 1 μm^3 (zobrazeno na obrázku 1i). V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl průřez vláken od 1 nm^2 do 25 mm^2 a objem zrn od 1 nm^3 do 25 mm^3.

Na obrázku 2 je následně znázorněn graf srovnání různých antimikrobiálních povrchových vrstev 2 z hlediska antimikrobiálního potenciálu, kdy je vidět, že kombinace druhého elektricky vodivého materiálu 4 ve formě stříbrných nanočástic na prvním elektricky vodivém materiálu 3 tvořeném měděným povrchem a stříbrných nanočástic tvořících druhý elektricky vodivý materiál 4 v matrici prvního elektricky vodivého materiálu 3 ve formě měděného povrchu dosahují daleko lepšího

antimikrobiálního účinku. Přičemž je ukázáno, že stříbrné nanočástice nemají žádný antimikrobiální efekt v tomto experimentu.

Příklad 2

Jako substrát 1 byl použitý respirátor, který byl impregnován elektrolytickou látkou 6 v podobě chloridu sodného s plošnou hustotou soli 3 ± 1 mg/cm^2, čemuž při tloušťce respirátoru 1 ± 0,5 mm odpovídala objemová hustota 30 ± 18 mg/cm^3. Objemová hustota byla vypočtena jako podíl plošné hustoty a tloušťky substrátu. Impregnovaný substrát 1 byl nejdříve pokryt antimikrobiální povrchovou vrstvou 2 prvního elektricky vodivého materiálu 3 v podobě mědi o tloušťce 0,5 ± 0,3 μm a poté vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě nanočástic stříbra s lognormální distribucí se střední hodnotou velikosti 20 nm a šířkou píku v polovině maxima 10 nm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl respirátor pokryt antimikrobiální povrchovou vrstvou 2 prvního elektricky vodivého materiálu 3 v podobě mědi o tloušťce 0,5 ± 0,3 μm a poté vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě nanočástic titanu o velikosti 20 ± 10 nm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla elektrolytická látka 6 nanášena v rámci antimikrobiální povrchové vrstvy 2 v množství od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3.

Pod pojmem „lognormální distribuce“ se pro účely popisu technického řešení rozumí distribuce nanočástic o různé velikosti od 1 nm do 100 nm.

Příklad 3

Jako substrát 1 byl použitý vzduchový filtr, který sestával z dvou prodyšných vrstev 5 pokrytých antimikrobiální povrchovou vrstvou 2 prvního elektricky vodivého materiálu 3 v podobě mědi o tloušťce 1 μm mezi které byly nasypány mikročástice druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě stříbra spolu s krystalky elektrolytické látky 6 v podobě chloridu draselného, které vytvořily na materiálu antimikrobiální povrchovou vrstvu 2 o hustotě 1 g/cm^3 až 2 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl vzduchový filtr skládající se ze dvou textilních prodyšných vrstev 5 mezi které byla vložena antimikrobiální povrchová vrstva 2 v podobě děrovaného měděného plechu o tloušťce 1 cm s plochou děr 5 mm^2 až 1 cm^2 jako prvního elektricky vodivého materiálu 3, kdy do děr byl nasypán prášek druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě stříbra o objemu zrn 0,25 mm^3 až 25 mm^3 a prášek chloridu sodného jako elektrolytické látky 6 o hustotě 2 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla hustota elektrolytické látky 6 v rozmezí od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl textilní vzduchový filtr klimatizační jednotky impregnován roztokem dusičnanu stříbrného jako elektrolytické látky 6 v hustotě 0,1 g/cm^3 a vystaven mikrovlnnému záření, které vytvořilo v tkanině nanočástice stříbra tvořící druhou elektricky vodivou látkou 4 a následně impregnován roztokem chloridu sodného jako elektrolytické látky 6 v hustotě 1 g/cm^3, takový filtr byl protkán první elektricky vodivou látkou 3 v podobě měděných vláken o průřezu 1 mm^2 až 20 mm^2. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění se substrát 1 sestával z kovové tkaniny, kde první elektricky vodivý materiál 3 tvořily měděné dráty, které byly podeponovány druhým elektricky vodivým materiálem 4, a to platinovou tenkou vrstvou o tloušťce 1 nm a na níž byl rozprášen koncentrovaný roztok elektrolytické látky 6 v podobě hydrogenuhličitanu sodného, který po zaschnutí utvořil vrstvu o hustotě 2,2 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl roztok dusičnanu stříbrného jako elektrolytické látky 6 sprejován na textilní substrát vzduchového filtru a po zaschnutí byla jeho koncentrace v rámci substrátu od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3 v závislosti na hloubce pod povrchem.

Příklad 4

Jako substrát 1 byl použitý jednorázový vyměnitelný vzduchový filtr respirátoru FP4 složený z tenkých textilních vrstev naskládaných na sebe, přičemž každý kus textilu byl oboustranně pokryt vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3, a to mědi o tloušťce 1 nm, a následně vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4, a to platiny o efektivní tloušťce 0,3 nm, která na povrchu

vytvořila zrna tvaru nanoostrůvků o středním objemu 1,0 ± 0,5 nm^3. Tenké textilní vrstvy byly navíc hydrofilizovány a pomocí elektrospreje opatřeny nánosem elektrolytické látky 6 v podobě chloridu sodného o efektivní tloušťce 0,3 nm, odpovídající objemové hustotě 0,01 $\mu g/cm^3$ v rámci tenké textilní vrstvy filtru. Kapénka, která dopadla na takovýto hydrofilizovaný povrch se rozprostřela po něm a byla schopna absorbovat elektrolytickou látku 6 na mnohem větší ploše než je její původní průměr, a dosáhnout tak potřebné koncentrace rozpuštěné elektrolytické látky 6 a zároveň smočit první elektricky vodivý materiál 3 a druhý elektricky vodivý materiál 4.

Pod pojmem „efektivní tloušťka“ se pro účely popisu technického řešení rozumí průměrná tloušťka vrstvy přes danou oblast. V případě, že je na substrát naneseno limitované množství materiálu, které nestačí pro pokrytí všech míst alespoň jedním atomem, je hodnota efektivní tloušťky vrstvy nižší, než je velikost atomu.

Příklad 5

Jako substrát 1 byly použity dvě textilní vnitřní antimikrobiální povrchové vrstvy 2 respirátoru FFP2, jedna z nich byla impregnována elektrolytickou látkou 6, a to chloridem sodným v hustotě 60 ± 40 mg/cm^3, druhá z nich byla pokryta prvním elektricky vodivým materiálem 3, a to měděnou tenkou vrstvou o tloušťce 2 μm, poté byl na tuto tkaninu nadeponován druhý elektricky vodivý materiál 4 ve formě platiny o tloušťce 10 nm přes textilní masku s otvory o ploše ok 1 μm^2 až 1 mm^2, čímž bylo dosaženo segmentové tenké vrstvy s plochou segmentů. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla použita maska s plochou ok 1 mm^2 až 1 cm^2, díky čemuž vznikly segmenty o ploše 1 mm^2 až 1 cm^2. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 pokrytý vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3, a to mědí, dále pokryt částicemi druhého elektricky vodivého materiálu 4 o rozměru 1 nm až 1 μm a poté vrstvou stříbra o tloušťce 10 nm. Vzorek byl poté vložen do ultrazvuku a po odstranění částic vznikla segmentová vrstva se segmenty o rozměru 0,8 nm^2 až 0,8 μm^2, dle velikosti částice, která odstínila druhý deponovaný materiál. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byly antimikrobiální povrchové vrstvy 2 respirátoru namočeny do vody a poté vlhké přiloženy na práškový chlorid sodný jako elektrolytické látky 6, který se pomocí difúze impregnoval do látky a jeho hustota po zaschnutí byla ve svrchní části antimikrobiální povrchové vrstvy 2, která byla v přímém kontaktu s elektrolytickou látkou 6, 1 g/cm^3 a ve spodní části nižší než 0,01 $\mu g/cm^3$, poté byly tyto vrstvy pokryty vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě platiny o tloušťce 10 nm, která na textilních vláknech vytvořila nanoostrůvky a normální distribucí velikostí se střední hodnotou 200 nm^3 ± 100 nm^3 a poté vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3, v podobě mědi o tloušťce 1 μm ± 0,5 μm.

Příklad 6

Pro pokrývání textilního substrátu 1, byl pro zvýšení jeho savých vlastností použit ve vodě propustný C:H:N:O plazmový polymer, který na textilních vláknech substrátu 1 vytvořil tenkou vrstvu o efektivní tloušťce 0,1 nm až 1 mm v závislosti na hloubce jednotlivých textilních vláken v rámci textilního substrátu 1. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla tloušťka ve vodě propustného polymeru až 5 mm. Tento plazmový polymer byl impregnován elektrolytickou látkou 6, a to chloridem sodným v hustotě 0,1 ± 0,09 g/cm^3 a poté pokryt nanoostrůvky druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě platiny a vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3 v podobě mědi o tloušťce 1 μm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl tento C:H:N:O plazmový polymer deponován zároveň s nanočásticemi mědi jakožto prvního elektricky vodivého materiálu 3 a zároveň s nanočásticemi stříbra jakožto druhého elektricky vodivého materiálu 4. Poté byl celý substrát impregnován v roztoku elektrolytické látky 6 a to chloridu sodného, přičemž C:H:N:O polymer byl impregnován v hustotě 0,1 ± 0,09 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát pokryt nanočásticemi mědi jakožto prvního elektricky vodivého materiálu 3 poté pokryt vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě platinových nanoostrůvků s objemem 1 nm^3 až 10 nm^3 a podeponován magnetronově naprašovanou elektrolytickou látkou 6 v podobě chloridu sodného o hustotě 2,2 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu byl chlorid sodný nanesen pomocí sublimace v hustotě 2,2 g/cm^3. Následně byl takový substrát 1 překryt tenkou

vrstvou C:H:N:O plazmového polymeru o tloušťce 10 nm až 10 μm, stabilizující tyto látky na povrchu a udržující sůl v těsné blízkosti první elektricky vodivého materiálu 3 a druhého elektricky vodivého materiálu 4 pro prodloužení efektu zvýšeného antimikrobiálního účinku. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl nesavý substrát 1 pokryt zrny mědi a stříbra o objemu 10 nm^3 až 25 mm^3, kdy byl pro vytvoření savého prodyšného materiálu 5 na substrátu 1 použit polymer ze skupiny hydrogel, kolagen, agar s vláknitou strukturou o tloušťce 1 cm, který tyto zrna stabilizoval a zároveň fungoval jako filtrační vrstva. Substrát 1 s tímto vodu obsahujícím polymerem byl dán do kontaktu s elektrolytickou látkou 6 v podobě hydrogenuhličitanu draselného, který se difúzí impregnoval do antimikrobiální povrchové vrstvy 2 a jeho hustota byla ve svrchní části antimikrobiální povrchové vrstvy 2, která byla v přímém kontaktu s elektrolytickou látkou 6, 2 g/cm^3 a ve spodní části nižší než 0,01 μg/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu byl respirátor jako substrát 1 impregnovaný chloridem sodným jako elektrolytickou látkou 6 pokryt plazmovým polymerem naprašovaného PTFE o tloušťce 10 nm až 10 μm pro zpomalení uvolňování této soli pro prodloužení efektu zvýšeného antimikrobiálního účinku, tímto způsobem byla vytvořena prodyšná vrstva 5, která byla poté překryta nanoostrůvky platiny jakožto druhého elektricky vodivého materiálu 4 a mědí jakožto prvního elektricky vodivého materiálu 3.

Příklad 7

Jako substrát 1 byl použitý respirátor, který byl protkaný prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě měděných vláken o průřezu 0,0001 mm^2 až 1 mm^2, a dále druhým elektricky vodivým materiálem 4 ve formě titanových mikrovláken o průřezu 1 μm^2 až 10 000 μm^2, které byly navzájem ve vodivém kontaktu protkány pod úhlem 90° tvořící síť s oky 1 mm až 1 cm. Tyto dráty byly poté pokryty depoziční vrstvou elektrolytické látky 6 v podobě chloridu draselného, kdy tloušťka elektrolytické látky 6 byla v nejtlustším místě 5 mm a v nejtenčím, tj. na drátech hlouběji pod povrchem, pod 1 nm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 opatřený zlatými vlákny tvořícími druhý elektricky vodivý materiál 4 a měděnými vlákny tvořící první elektricky vodivý materiál 3 s průřezem 10 nm^2 až 1 μm^2, které byly připraveny pomocí pokrytí polymerního nanovlákna zlatem a mědí, celý respirátor byl poté impregnován elektrolytickou látkou 6 ve formě chloridu sodného a velikost ok byla vzhledem k nepravidelné struktuře v rozsahu 1 nm^2 až 1 mm^2. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 opatřený platinovými vlákny s průřezem 10 nm^2 až 1 μm^2 tvořícími druhý elektricky vodivý materiál 4 a překryt naprašovanou mosazí, která tvořila první elektricky vodivý materiál 3 s vrstvou o efektivní tloušťce 0,1 nm až 10 μm v závislosti na hloubce vlákna respirátoru pod jeho povrchem. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl respirátor protkán prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě měděných vláken o průměru 0,008 ± 0,004 mm^2, který byl překryty nanočásticemi mědi s lognormálním rozdělením a střední velikostí 20 nm tvořícími druhý elektricky vodivý materiál 4.

Příklad 8

Jako substrát 1 byl použitý vzduchový filtr vzduchotechniky, který byl protkán zároveň malým množstvím stříbrných vláken o průřezu 0,5 mm^2 až 15 mm^2 tvořícími síť s oky o velikosti 1 cm až 10 cm jakožto druhým elektricky vodivým materiálem 4, a velkým množstvím měděných vláken o průřezu 10 μm^2 až 0,5 mm^2, které tvořily hustou síť s oky o velikostí 0,01 mm až 10 mm, jakožto prvním elektricky vodivým materiálem 3. Tento filtr byl poté poprášen elektrolytickou látkou 6 tvořenou nasyceným roztokem chloridu sodného pomocí rozprašovače o hustotě 30 mg/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl filtr opatřen elektrolytickou látkou 6 o hustotě od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl tento elektrolytickou látku 6 obsahující vzduchový filtr protkán druhým elektricky vodivým materiálem 4 ve formě platinových vláken o průřezu 0,02 mm^2 ± 0,01 mm^2 a byl překryt tenkou vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3 ve formě mědi. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl vzduchový filtr protkán druhým elektricky vodivým materiálem 4 ve formě titanových vláken o průřezu 0,5 mm^2 až 15 mm^2 a posypán prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě měděných pilin o velikosti 10 mm^3.

Příklad 9

Jako substrát 1 byl použitý respirátor, který byl impregnován elektrolytickou látkou 6, a to roztokem chloridu sodného rozpuštěného v kombinaci isopropanolu s vodou. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl respirátor impregnován roztokem uhličitanu hořečnatého v methanolu. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl respirátor impregnován uhličitanem vápenatým ve vodném roztoku obohaceném o CO_2. Tento respirátor s plošnou hustotou impregnace elektrolytické látky 6 3 mg/cm^2 ± 1 mg/cm^2 byl pokrytý vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 ve formě nanočástic titanu s lognormální distribucí velikostí se střední velikosti 20 nm ± 10 nm o plošné hustotě 1 částice/μm^2 až po 160000 částic/μm^2 v závislosti na hloubce od svrchní vrstvy substrátu 1. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byl substrát 1 pokrytý vrstvou druhého elektricky vodivého materiálu 4 ve formě nanočástic stříbra s lognormální distribucí velikostí nanočástic o střední velikosti 20 nm ± 10 nm. Tato vrstva nanočástic byla pokryta vrstvou mědi o tloušťce 0,5 μm ± 0,3 μm. V jiném nezobrazeném příkladu uskutečnění byla hustota impregnované elektrolytické látky 6 na substrátu 1 od 0,01 μg/cm^3 do 4,3 g/cm^3.

Pro účely prokázání synergického efektu impregnace substrátu 1 elektrolytickou látkou 6 a galvanické koroze pro zvýšení uvolňování měděných iontů z prvního elektricky vodivého materiálu 3, byly připraveny 4 sady vzorků se substrátem 1 tvořeným ústřižky respirátoru o velikosti 1 x 1 cm. První sada vzorků byla pokryta naprašovanou mědí tvořící první elektricky vodivý materiál 3, druhá sada byla pokryta nanočásticemi stříbra tvořícího druhý elektricky vodivý materiál 4 a poté naprašovanou mědí tvořící první elektricky vodivý materiál 3, třetí sada byla naimpregnována elektrolytickou látkou 6 a pokryta naprašovanou mědí tvořící první elektricky vodivý materiál 3 a poslední sada vzorků byla naimpregnována elektrolytickou látkou 6 a pokryta nanočásticemi stříbra tvořícího druhý elektricky vodivý materiál 4 a poté naprašovanou mědí tvořící první elektricky vodivý materiál 3. Impregnace elektrolytickou látkou 6 byla založena na napipetování roztoku elektrolytické látky 6 rozpuštěné ve vodě s isopropanolem na ústřižky substrátu 1 položené na teflonovém povrchu tak, aby v ústřižku substrátu 1 zůstalo 3 mg elektrolytické látky 6. Výsledky uvolňování iontů do 1 ml destilované vody jsou na obrázku 3. Je zřejmé, že impregnace elektrolytickou látkou 6 výrazně zvýšila množství uvolněných iontů. Nejvyššího uvolněného množství bylo dosaženo pro synergickou kombinaci nanočástic stříbra tvořícího druhý elektricky vodivý materiál 4, deponované mědi tvořící první elektricky vodivý materiál 3 a impregnovaný substrát 1 elektrolytickou látkou 6 a to 1,16 mg/l což je více než 100násobná hodnota oproti deponované mědi, konkrétně 0,0113 mg/l.

Příklad 10

Jako substrát 1 byl použitý respirátor, který byl impregnován elektrolytickou látkou 6 v podobě chloridu sodného s plošnou hustotou 3 mg/cm^2 ± 1 mg/cm^2, který byl protkaný druhým elektricky vodivým materiálem 4 v podobě platinového drátku o průřezu 0,0080 mm^2 ± 0,002 mm^2, kdy vzdálenost mezi jednotlivými drátky byla 2 mm ± 1 mm, a poté byl respirátor překryt vrstvou prvního elektricky vodivého materiálu 3 v podobě mědi o tloušťce 0,5 μm ± 0,3 μm.

Když byl tento respirátor namočen do vody, nebo vystaven vodní páře obsažené v dechu, voda spolu s elektrolytickou látkou 6 vytvořila elektrolyt v substrátu 1. Tento substrát 1 obsahující vodu byl opatřen antimikrobiální povrchovou vrstvou 2. Elektrolyt byl tak v přímém kontaktu s prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě mědi a nanočásticemi případně drátky druhého elektricky vodivého materiálu 4 v podobě platiny. Elektrolyt tak díky galvanické korozi urychlil uvolňování měděných iontů až 63násobně oproti pokrytí pouze mědí, takový substrát 1 měl silně antimikrobiální charakter.

Pro účely prokázání synergického efektu impregnace substrátu 1 elektrolytickou látkou 6 a galvanické koroze pomocí druhého elektricky vodivého materiálu 4 ve formě platinového drátku, pro zvýšení uvolňování měděných iontů z prvního elektricky vodivého materiálu 3, byly připraveny 4 typy vzorků, tvořenými ústřižky respirátoru jako substrátu 1 o velikosti 1 x 1 cm,

které byly opracovány různým způsobem. První sada vzorků byla pokryta prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě naprašované mědi. Druhá sada vzorků byla prošita platinovou nití tvořící druhý elektricky vodivý materiál 4 a poté pokryta prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě naprašované mědi. Třetí sada vzorků byla naimpregnována elektrolytickou látkou 6 a pokryta prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě naprašované mědi. Čtvrtá sada vzorků byla naimpregnována elektrolytickou látkou 6 a prošita platinovou nití tvořící druhý elektricky vodivý materiál 4 a poté překryta prvním elektricky vodivým materiálem 3 ve formě naprašované mědi. Výsledek uvolňování mědi do destilované vody je zobrazen na obrázku 4, kde je patrné urychlení galvanické koroze impregnovanou solí s přibližně 63x vyšším množstvím uvolněných měděných iontů než v případě samotné naprašované mědi. Z popsaného příkladu uskutečnění je patrné, že je výhodné nejdříve přidat druhý elektricky vodivý materiál 4, který byl poté překryt prvním elektricky vodivým materiálem 3 pomocí magnetronového naprašování, čím je zvýšená kontaktní plocha prvního elektricky vodivého materiálu 3 a druhého elektricky vodivého materiálu 4.

Průmyslová využitelnost

Substrát s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry podle tohoto technického řešení lze využít zejména jako součást vrstvy respiračních obličejových masek nebo jako úprava povrchu vzduchových filtrů pro zneškodnění většího množství virů a bakterií a minimalizace doby setrvání virů a bakterií na povrchu respirační obličejové masky nebo vzduchového filtru. Dále lze substrát s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry podle tohoto technického řešení využít pro medicínsky textil jako jsou obvazy a/nebo náplasti či pro pokrytí tělních implantátů.

NÁROKY NA OCHRANU

1. Substrát (1) s antimikrobiální povrchovou vrstvou, zejména pro respirační masky a vzduchové filtry opatřený alespoň na jedné své straně alespoň na části jeho povrchu antimikrobiální povrchovou vrstvou (2), která obsahuje alespoň dva elektricky vodivé materiály, které jsou navzájem v elektrickém kontaktu, přičemž první elektricky vodivý materiál (3) má menší kladnou hodnotu elektrochemického potenciálu než druhý elektricky vodivý materiál (4), **vyznačující se tím**, že substrát (1) je alespoň z části vytvořen z prodyšného nebo porézního materiálu (5), který je prostupný pro molekuly vody, a dále substrát (1) a/nebo povrchová vrstva (2) je opatřena alespoň jednou elektrolytickou látkou (6) ze skupiny sůl, hydroxid, kyselina a/nebo jejich kombinací, přičemž sůl je vybrána ze skupiny: chlorid sodný, chlorid draselný, hydrogenuhličitan sodný, dusičnan stříbrný, uhličitan hořečnatý, uhličitan vápenatý, a/nebo jejich kombinace, hydroxid je vybrán ze skupiny: hydroxid vápenatý, hydroxid hořečnatý, a/nebo jejich kombinace a kyselina je vybrána ze skupiny: kyselina citrónová, kyselina jablečná, kyselina askorbová, kyselina mléčná, kyselina vinná a/nebo jejich kombinace.

2. Substrát (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že elektrolytická látka (6) je integrována v antimikrobiální povrchové vrstvě (2) v maximální tloušťce 5 mm.

3. Substrát (1) podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že elektrolytická látka (6) je v substrátu (1) integrována alespoň v části objemu substrátu (1) přiléhající k povrchu antimikrobiální povrchové vrstvy (2).

4. Substrát (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že elektrolytická látka (6) je nanesena na substrátu (1) v maximální tloušťce 5 mm.

5. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že elektrolytická látka (6) je v substrátu (1) integrována a/nebo nanesena v objemové hustotě od 0,01 $\mu g/cm^3$ do 4,3 g/cm^3.

6. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že je tvořen textilií.

7. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že je tvořen prodyšným materiálem (5), na kterém je uspořádána tenká vrstva ve vodě propustného polymeru s maximální tloušťkou 5 mm.

8. Substrát (1) podle nároku 7, **vyznačující se tím**, že materiál je tvořen textilií, na které je uspořádaná tenká vrstva ve vodě propustného C:H:N:O plazmového polymeru.

9. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že je tvořen porézním materiálem (5) se stejným složením jako první elektricky vodivý materiál (3).

10. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) a druhý elektricky vodivý materiál (4) jsou na substrátu (1) uspořádány ve formě sendvičové tenké vrstvy s maximální tloušťkou 5 mm, nebo segmentové tenké vrstvy s plochou segmentů od 1 nm^2 do 1 cm^2.

11. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) a/nebo druhý elektricky vodivý materiál (4) jsou na substrátu (1) uspořádány ve formě zrn o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3.

12. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) je na substrátu ve formě tenké vrstvy s maximální tloušťkou do 5 mm a druhý elektricky vodivý materiál (4) je na substrátu (1) uspořádán ve formě zrn o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3.

13. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) a druhý elektricky vodivý materiál (4) jsou na substrátu (1) uspořádány ve formě vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2.

14. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) je na substrátu (1) uspořádán ve formě tenké vrstvy s maximální tloušťkou do 5 mm a druhý elektricky vodivý materiál (4) je na substrátu (1) uspořádán ve formě vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2.

15. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 9, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) a druhý elektricky vodivý materiál (4) jsou na substrátu (1) uspořádány ve formě kombinace vláken s průřezem od 1 nm^2 do 25 mm^2 se zrny o objemu od 1 nm^3 do 25 mm^3.

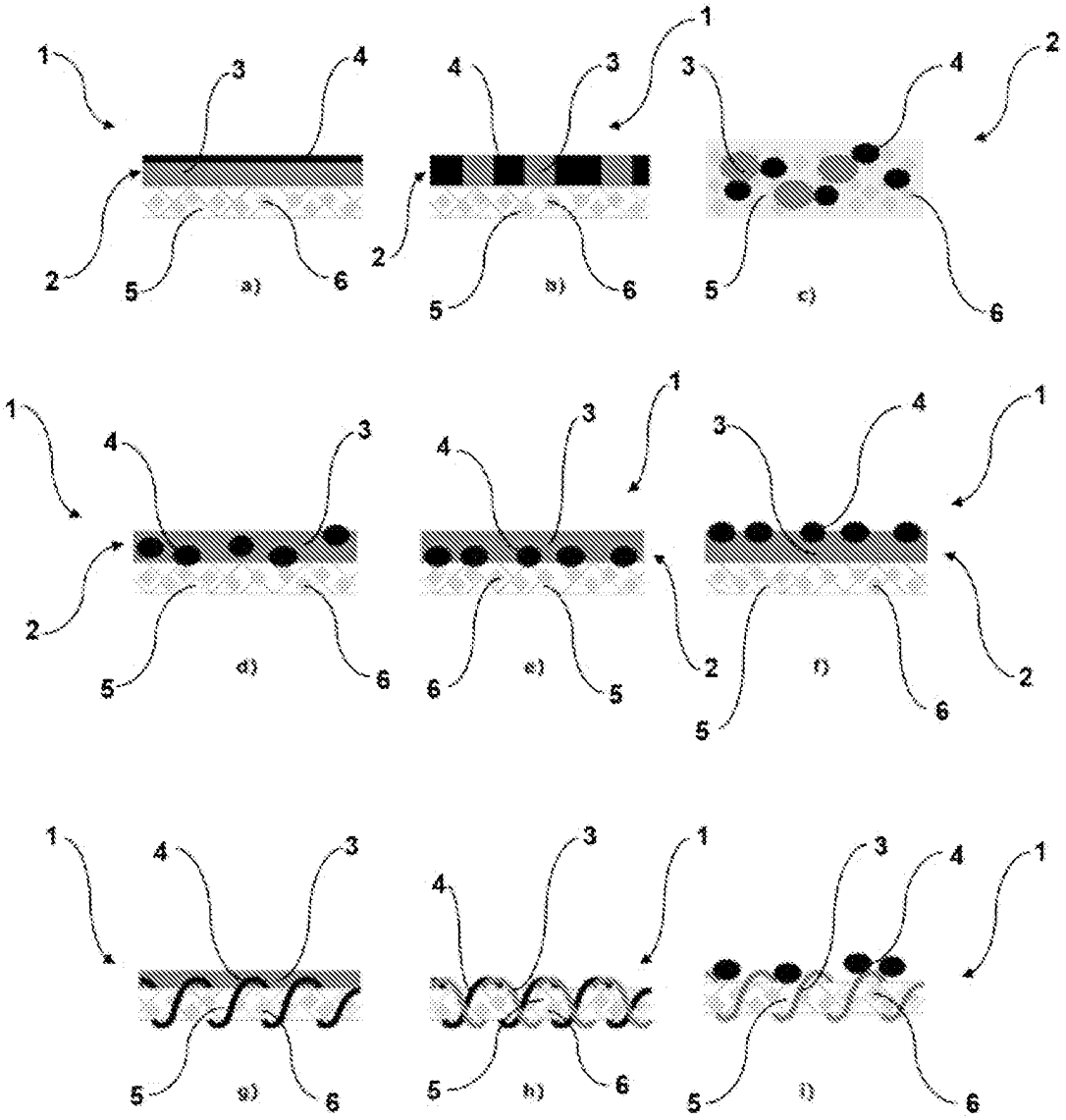
16. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že první elektricky vodivý materiál (3) je tvořen mědí nebo alespoň jednou její slitinou.

17. Substrát (1) podle některého z nároků 1 až 15, **vyznačující se tím**, že druhý elektricky vodivý materiál (4) je tvořen prvkem ze skupiny: stříbro, titan, platina, zlato, grafit a/nebo alespoň jejich jednou slitinou a/nebo jejich kombinací.

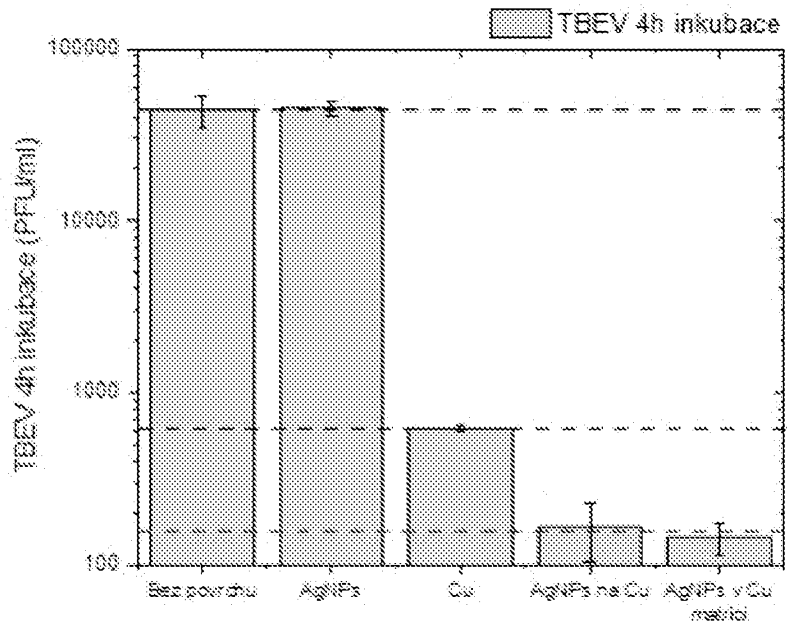
4 výkresy

Seznam vztahových značek:

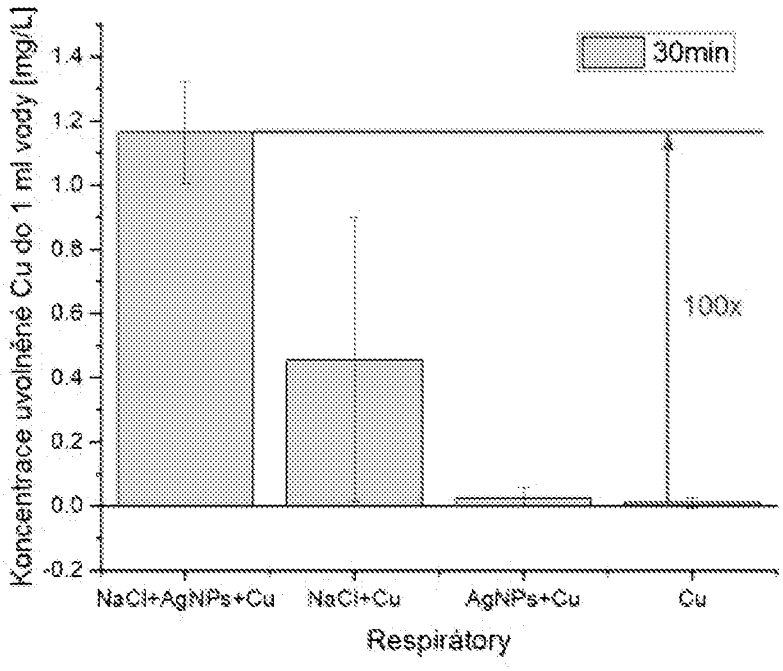
1 substrát
2 antimikrobiální povrchová vrstva
3 první elektricky vodivý materiál
4 druhý elektricky vodivý materiál
5 prodyšný materiál
6 elektrolytická látka



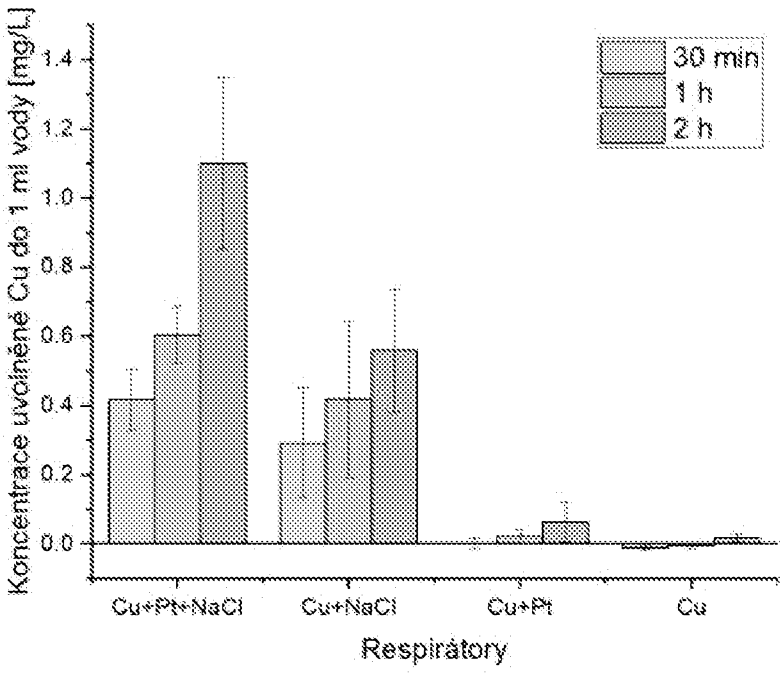
Obr. 1


TBEV 4h inkubace
100000
10000
1000
100
TBEV 4h inkubace (PFU/ml)
Bez povrchu
AgNPs
Cu
AgNPs na Cu
AgNPs v Cu matrici

Obr. 2


30min
Koncentrace uvolněné Cu do 1 ml vody [mg/L]
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
100x
NaCl+AgNPs+Cu
NaCl+Cu
AgNPs+Cu
Cu
Respirátory

Obr. 3


30 min
1 h
2 h
Koncentrace uvolněné Cu do 1 ml vody [mg/L]
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
Cu+Pt+NaCl
Cu+NaCl
Cu+Pt
Cu
Respirátory

Obr. 4