

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2012-906

(13) Druh dokumentu: **A3**

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **17.12.2012**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **16.10.2013**
(Věstník č. 42/2013)

(51) Int. Cl.:

D04H 1/728 (2012.01)

B82B 3/00 (2006.01)

D01D 5/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:

Čmelík Jan Ing., Liberec 6, CZ

Ševčík Ladislav Doc. Ing. CSc., Liberec 11, CZ

Vejrých David Ing., Týniště nad Orlicí, CZ

(74) Zástupce:

Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.

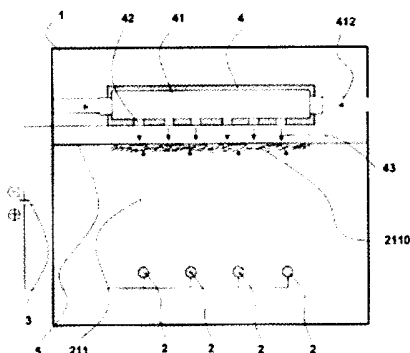
Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

(54) Název přihlášky vynálezu:

Způsob a zařízení k výrobě nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými organismy

(57) Anotace:

Při elektrostatickém zvlákňování polymerů v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě se během ukládání nanovláken (211) do vrstvy (2110) působí proudem (43) plynu a to proti směru pohybu nanovláken (211), čímž se ve vytvářené vrstvě (2110) nanovláken (211) zvětší mezivláknenné prostory a zvětší se její objem. Zařízení k výrobě nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými organismy a/nebo buňkami, například pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství, zahrnuje zvlákňovací elektrodu (2) a sběrnou elektrodu (4), ke které je přičleněn alespoň jedna tryska (42) pro přivádění plynu proti směru pohybu nanovláken (211).



CZ 2012 - 906 A3

Způsob a zařízení k výrobě nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými organizmy

Oblast techniky

5. Vynález se týká způsobu výroby nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými organizmy a/nebo buňkami, například pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství, elektrostatickým zvlákňováním polymerů v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě.

10. Dále se vynálezu týká zařízení k výrobě nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými organizmy a/nebo buňkami, například pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství, elektrostatickým zvlákňováním polymerů v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě mezi zvlákňovací elektrodou a sběrnou elektrodou.

15. Dosavadní stav techniky

Tkáňové inženýrství je odvětvím biomedicíny, které se primárně zabývá substitucí a regenerací poškozených tkání. K těmto účelům jsou mimo jiné používány biodegradabilní porézní matrice, scaffoldy. Scaffoldy se osadí buněčnou kulturou a vsadí se do místa poškození. Buňky osazené ve scaffoldu postupně prolifерují jeho porézní strukturou a vytváří novou tkáň. Materiál, z něhož je scaffold vytvořen, podléhá v organismu biologické degradaci a postupně ustupuje nově vytvářené tkáni.

25. Scaffoldy se vytvářejí z biodegradovatelných polymerů různými způsoby, například 3D tiskem nebo elektrostatickým zvlákňováním, přičemž metoda elektrostatického zvlákňování se pro osazování buňkami jeví velmi perspektivní. Běžně vytvářené nanovláknenné textilie jsou tvořeny relativně tenkou vrstvou nanovláken a mají vynikající vlastnosti pro filtraci, ale vzhledem ke svému celkovému objemu mají malý podíl mezivláknenných prostorů, takže se obtížně osazují buňkami, respektive v nich lze uložit menší množství buněk, než by bylo 30. pro použití ve tkáňovém inženýrství optimální.

I v dalších oborech, například při kvašení nebo v čistírnách odpadních vod, se užívá osazování živých mikroorganismů do textilních nosičů. I v těchto technologiích se nanovlákně textilie vytvořené elektrostatickým zvlákňováním polymerů jeví velmi perspektivní, přičemž kromě ceny se hlavní nevýhodou jeví malý podíl mezivlákněných prostorů vzhledem k celkovému objemu nanovlákněné textilie.

Cílem vynálezu je proto navrhnout způsob vytváření nanovlákněných porézních polymerních matric nebo textilií s dostatečným podílem mezivlákněných prostorů a vytvořit zařízení k výrobě takových matric, přičemž pro některá použití je nezbytné, aby zvlákňovaný polymer byl biodegradabilní.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem zvlákňování biodegradabilních polymerů, jehož podstata spočívá v tom, že během ukládání nanovláken do vrstvy působením elektrostatických sil se proti směru pohybu nanovláken působí proudem plynu, čímž se ve vytvořené vrstvě nanovláken zvětší mezivlákněné prostory. Tím se vytvoří prostor pro usazení většího množství živých mikroorganismů a/nebo buněk.

Při diskontinuální výrobě se proti směru pohybu nanovláken působí množstvím proudů plynu v celé ukládané ploše. Diskontinuální výroba je vhodná zejména pro výrobu malých nanovlákněných útvarů, zejména scaffoldů.

Při kontinuální výrobě se proti směru pohybu nanovláken působí množstvím proudů plynu po celé šířce ukládané vrstvy nanovláken. Tímto způsobem vyrobená textilie je vhodná pro osazování například kvasinkami pro použití v kvasných procesech nebo pro osazování bakteriemi pro použití v čistírnách odpadních vod a pro další procesy, při nichž je potřeba do nanovlákněné vrstvy osadit velké množství živých organismů a/nebo buněk.

Z hlediska nákladů je výhodné, je-li použitým plynem vzduch.

V případě potřeby zabránit reakci polymeru nanovláken nebo látek v nanovlákněch obsažených je výhodné, je-li použitým plynem plyn inertní.

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že sběrné elektrodě je přiřazena alespoň jedna tryska pro přivádění plynu proti směru pohybu nanovláken vytvořeno množství trysek směřujících proti směru pohybu nanovláken při jejich ukládání.

5. Uspořádání trysek, sběrných elektrod a podkladového materiálu jsou uvedeny v závislých nárocích na zařízení.

Průběh objemu na výkresech
Objasnění výkresů

10. Příkladná provedení vynálezu jsou schematicky znázorněna na příložených výkresech, kde značí Obr. 1 zařízení pro diskontinuální výrobu, Obr. 2 zařízení pro kontinuální výrobu, Obr. 3 podélný řez sběrnou elektrodou podle Obr. 3, Obr. 4 boční pohled na příkladné provedení sběrné elektrody pro diskontinuální výrobu a Obr. 5 axonometrický pohled na sběrnou elektrodu podle Obr. 4.

15.

Provedení
Příklady uskutečnění vynálezu

20. Způsob výroby nanovlákněné textilie podle vynálezu bude objasněn na příkladných provedeních zařízení znázorněných na příložených výkresech. Pro výrobu nanovlákněných textilií malých plošných rozměrů určených zejména pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství, slouží zařízení schematicky znázorněné na Obr. 1 a v konkrétním příkladu provedení na Obr. 4 a 5.

25. Ve zvlákňovací komoře 1 zařízení podle Obr. 1 jsou uspořádány čtyři zvlákňovací elektrody 2, které jsou tvořeny vhodnou známou zvlákňovací elektrodou, například strunou, tyčí, řadou vedle sebe uspořádaných hrotů nebo trysek, a připojeny k jednomu pólu zdroje vysokého napětí 3. Počet zvlákňovacích elektrod 2 a jejich druh je pouze příkladný a záleží na technologických potřebách. Odborník ho bude volit podle zkušeností a případně i výsledků zkoušek. Proti zvlákňovacím elektrodám 2 je uspořádána sběrná elektroda 4, která je připojená ke druhému pólu zdroje 3 vysokého napětí a
 30. tvořená ve znázorněném provedení dutou deskou, jejíž dutina tvoří tlakovou komoru 41, která je připojena ke známému neznázorněnému zdroji tlakového

plynu a v jejíž stěně směřující ke zvlákňovacím elektrodám **2** jsou vytvořeny trysky **42** pro vytváření proudů **43** plynu směřujících proti zvlákňovacím elektrodám **2**. Mezi zvlákňovacími elektrodami **2** a sběrnou elektrodou **4** je uspořádán podklad **5** vytvořený z materiálu prostupného pro plyn, například 5. textilní, kovovou nebo nekovovou mřížkou.

Plynem použitým pro vytváření proudů **43** plynu může být podle technologických požadavků vzduch, inertní plyn nebo jiný plyn.

Po nanesení zvlákňovaného polymeru **21** na povrch zvlákňovacích elektrod **2**, se mezi zvlákňovacími elektrodami **2** a sběrnou elektrodou **4** po 10. jejich připojení ke zdroji **3** vysokého napětí vytvoří elektrostatické pole o vysoké intenzitě, které je schopno z hladiny polymeru **21** nacházející se na zvlákňovací elektrodě **2** vytvářet nanovlákná **211** a dopravovat je ke sběrné elektrodě **4** a ukládat na podklad **5**. Vzhledem k tomu, že před dopadem na podklad **5** začnou na nanovlákná **211** působit proudy **43** plynu vystupující z trysek **42**. Proudů **43** 15. plynu působí na nanovlákná **211** před jejich dopadem na podklad **5** a zpomalí jejich let, urychlí vysoušení rozpouštědel, a tím zvýší mechanickou tuhost nanovláken **211**. Proudů **43** plynu působí proti směru přitažlivosti elektrostatických sil mezi nanovláknem a mezi nanovláknem a sběrnou elektrodou **4**, a proto se na podklad ukládají do vrstvy s větším objemem a s větším 20. množstvím mezivláknenných prostorů. Pokud se taková vrstva **2110** nanovláken **211** vyrobí z biodegradovatelného polymeru, je velmi vhodná pro užití ve tkáňovém inženýrství jako scaffold pro osazování buňkami.

V případech, kdy je podklad **5** vytvořen z elektricky vodivého materiálu, je výhodné, je-li namísto sběrné elektrody **4** připojen k druhému pólu zdroje **3** 25. vysokého napětí připojen podklad **5**. Původní sběrná elektroda **4** je pak bez napětí a slouží pouze k přívodu plynu a vytváření proudů **43** plynu. Elektrostatické pole o vysoké intenzitě se pak vytváří mezi zvlákňovacími elektrodami **2** a podkladem **5**. Tomuto provedení odpovídá sběrná elektroda **4** znázorněná na Obr. 4 a Obr. 5, která obsahuje přírubu **400**, pro uchycení ve 30. zvlákňovací komoře **1** zařízení pro výrobu nanovláken. K přírubě **400** je připevněna krycí deska **411**, která je součástí tlakové komory **41**. Tlaková komora **41** je opatřena vstupy **412** tlakového plynu, jimiž je známým neznázorněným způsobem připojena ke zdroji tlakového plynu. Druhá stěna

413 tlakové komory 41 je opatřena množstvím trysek 42 pro vytváření proudů 43 plynu. Alespoň na části obvodu druhé stěny 413 tlakové komory 41 je vytvořen rámeček 414 pro uchycení kovové mřížky 51, která tvoří podklad 5 a je připojitelná ke zdroji 3 vysokého napětí, takže v případě použití při zvlákňování, se elektrostatické pole o vysoké intenzitě vytváří mezi zvlákňovacími elektrodami 2 a podkladem 5.

Výše popsaná příkladná provedení zařízení jsou vhodná pouze pro diskontinuální výrobu nanovlákných vrstev s velkým množstvím mezivlákných prostorů.

10 Při kontinuální výrobu takových nanovlákných vrstev je určeno zařízení podle Obr. 2, u něhož jsou ve zvlákňovací komoře 1 uspořádány zvlákňovací elektrody 2, které jsou ve znázorněném provedení válcovými tělesy vynášejícími polymer z nádoby do zvlákňovacího prostoru na svém povrchu, například podle EP1673493. Použít lze libovolné zvlákňovací elektrody, přičemž
15 podle zkušeností se jeví výhodné použít beztryskové zvlákňovací elektrody, u nichž se zvlákňuje z hladiny polymeru vytvořené na povrchu tělesa zvlákňovací elektrody. Proti zvlákňovacím elektrodám 2 jsou ve zvlákňovací komoře 1 uspořádány sběrné elektrody 4. Mezi zvlákňovací elektrodou 2 a k ní příslušnou sběrnou elektrodou 4 je vytvořeno elektrostatické pole o vysoké intenzitě,
20 například připojení každé z elektrod k jinému pólu zdroje 3 vysokého napětí, jak je znázorněno, nebo připojením jedné z elektrod ke zdroji vysokého napětí a uzemnění druhé elektrody z příslušné dvojice. Mezi zvlákňovacími elektrodami 2 a sběrnými elektrodami 4 je vytvořena dráha pro průchod podkladu 5 zvlákňovací komorou 1, která je v blízkosti sběrných elektrod 4. Ve
25 znázorněném provedení se podklad 5 dotýká povrchu sběrných elektrod 4. Délka zvlákňovacích elektrod 2, délka sběrných elektrod 4 a šířka podkladu 5 odpovídá šířce vytvářené nanovlákné vrstvy 2110. Sběrné elektrody 4 jsou ve znázorněném provedení tvořeny trubkou, jejíž dutina vytváří tlakovou komoru 41, která je na jedné straně uzavřena a na druhé straně opatřena
30 vstupem 412 tlakového plynu, jímž je známým způsobem připojena ke zdroji tlakového plynu. V tělese zvlákňovací elektrody 4 jsou po celé její délce vytvořeny trysky 42 pro vytváření proudů 43 plynu, jak je znázorněno na Obr. 3.

Trysky **42** jsou uspořádány v jedné řadě po celé délce nebo ve více řadách, například ve třech, jak je tonu u znázorněného provedení.

Zvlákňování probíhá z hladiny polymeru na povrchu zvlákňovací elektrody **2**, která je podle typu elektrody neustále nebo v určitých intervalech obnovována, a nanovlákná jsou působením elektrostatického pole unášena ke sběrné elektrodě **4**, z níž proti nim vycházejí proudy **43** plynu, například vzduchu, které zpomalují jejich let, urychlují vypařování rozpouštědel a působí proti směru přitažlivosti elektrostatických sil mezi nanovláknky **211** navzájem i mezi nanovláknky **211** a sběrnou elektrodou **4**. Nanovlákná **211** se proto na podklad **5** ukládají do vrstvy **2110** s větším objemem a s větším množstvím mezivláknenných prostorů, než by tomu bylo bez působení proudů **43** plynu proti jejich pohybu. Vyrobená nanovláknenné textilie je vhodná zejména pro osazování živými organizmy a/nebo buňkami.

Způsob výroby nanovláknenné textilie elektrostatickým zvlákňováním polymerů v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě, při němž během ukládání nanovláken **211** do vrstvy do vrstvy **2110** působením elektrostatických sil se proti směru pohybu nanovláken **211** působí proudem **43** plynu, čímž se ve vytvářené vrstvě **2110** nanovláken **211** zvětší mezivláknenné prostory a zvětší objem, lze provádět i na jiných než výše popsaných zařízeních. Podstatou je vždy přivádění proudů plynu proti směru pohybu nanovláken před jejich dosednutím na podklad, který je vždy z prodyšného materiálu, který klade prostupujícímu plynu malý odpor.

Směr zvlákňování může být různý, který dovolují jednotlivá známá uspořádání zvlákňovacích zařízení. Svislé zvlákňování směrem zdola nahoru je v popisu voleno pouze pro obvyklost a jednoduchost znázornění.



PATENTOVÉ NÁROKY

5 1. Způsob výroby nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými
organizmy a/nebo buňkami, například pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství,
elektrostatickým zvlákňováním polymerů v elektrostatickém poli o vysoké
intenzitě, **vyznačující se tím, že** během ukládání nanovláken (211) do vrstvy
(2110) působením elektrostatických sil se proti směru pohybu nanovláken (211)
působí proudem (43) plynu, čímž se ve vytvářené vrstvě (2110) nanovláken
10 (211) zvětší mezivláknenné prostory a zvětší se její objem.

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** při diskontinuální
výrobě se proti směru pohybu nanovláken (211) působí množstvím proudů (43)
plynu v celé ukládané ploše.

15 3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** při kontinuální výrobě
se proti směru pohybu nanovláken (211) působí množstvím proudů (43) plynu
po celé šířce ukládané vrstvy (2110) nanovláken (211).

4. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím, že**
plynem je vzduch.

20 5. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím, že**
plynem je plyn inertní ke zvlákňovanému polymeru.

25 6. Zařízení k výrobě nanovláknenné textilie, zejména pro osazování živými
organizmy a/nebo buňkami, například pro scaffoldy ve tkáňovém inženýrství,
elektrostatickým zvlákňováním polymerů v elektrostatickém poli o vysoké
intenzitě mezi zvlákňovací elektrodou (2) a sběrnou elektrodou (4), **vyznačující
se tím, že** sběrné elektrodě (4) je přiřazena alespoň jedna tryska (42) pro
přívádění plynu proti směru pohybu nanovláken (211).

7. Zařízení podle nároku 6, **vyznačující se tím, že** trysky (42) jsou
vytvořeny ve sběrné elektrodě (4).

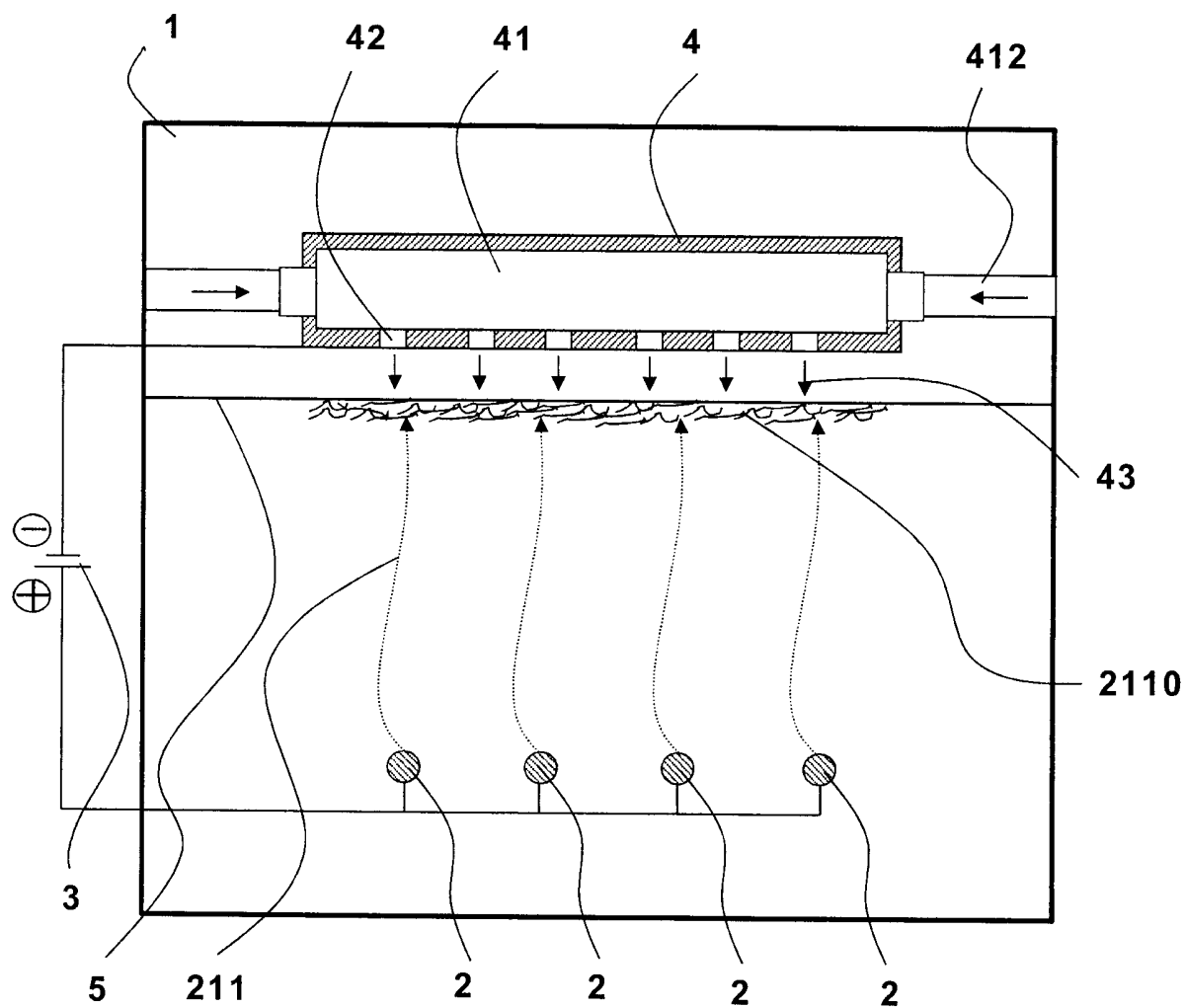
30 8. Zařízení podle nároků 6 nebo 7, **vyznačující se tím, že** sběrná
elektroda (4) obsahuje tlakovou komoru (41), v jejíž stěně (413) je vytvořena

soustava trysek (42) pro vytváření proudů (43) plynu a proti ústí trysek (42) je v ní uložen pro plyn prostupný podklad (5).

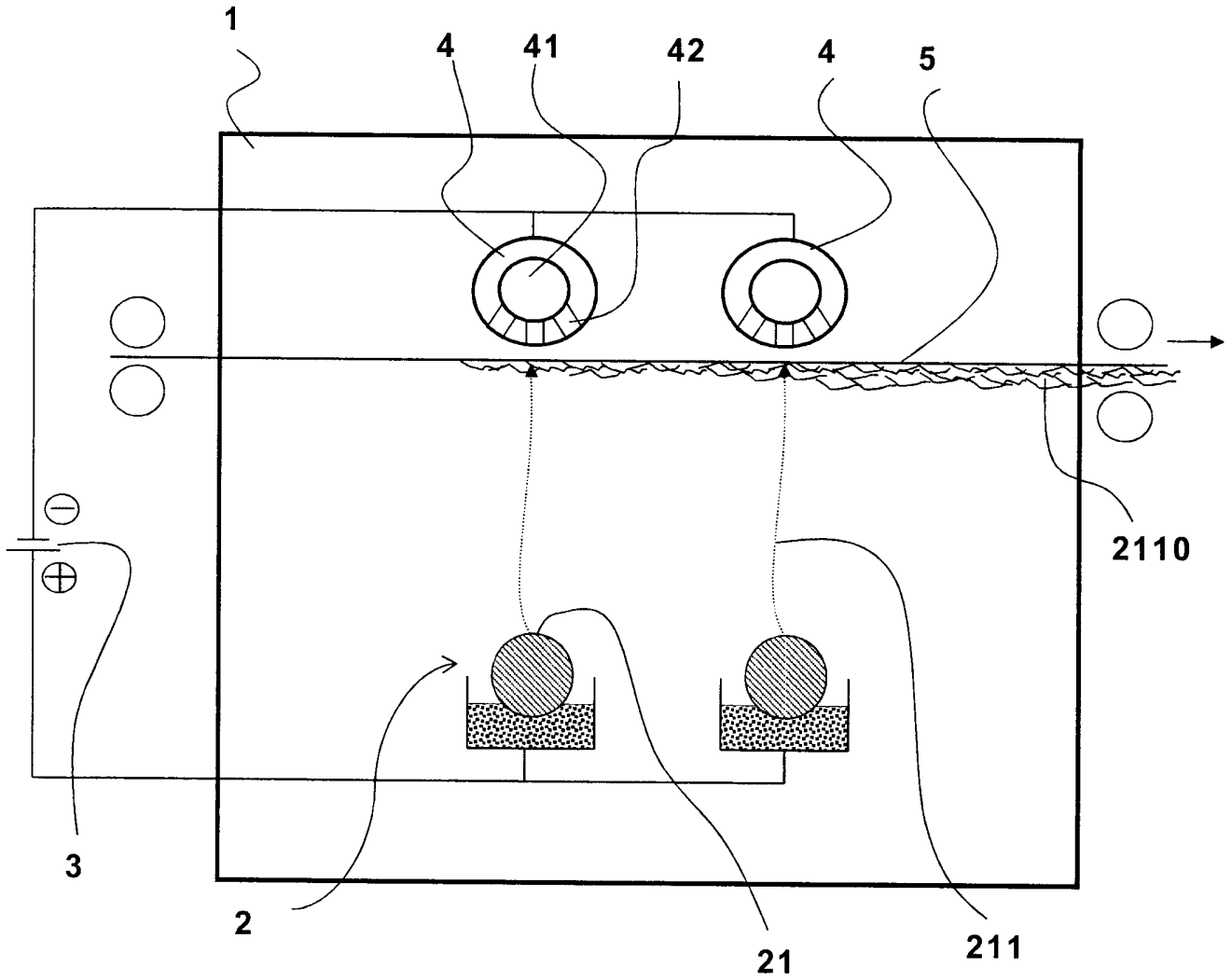
9. Zařízení podle nároků 6 nebo 7, **vyznačující se tím, že** sběrná elektroda (4) je tvořena trubicou nebo podobným protáhlým tělesem, v níž je vytvořena tlaková komora (41) připojitelná ke zdroji tlakového plynu, přičemž trysky (42) jsou uspořádány po celé délce sběrné elektrody (4) a směřují proti podkladu (5) uspořádanému v blízkosti sběrné elektrody (2) a spřaženému se zařízením pro jeho odvádění mimo prostor zvlákňovací komory (1).

10. Zařízení podle nároků 8 nebo 9, **vyznačující se tím, že** podklad (5) je tvořen textilní mřížkou, nekovovou mřížkou nebo kovovou mřížkou.

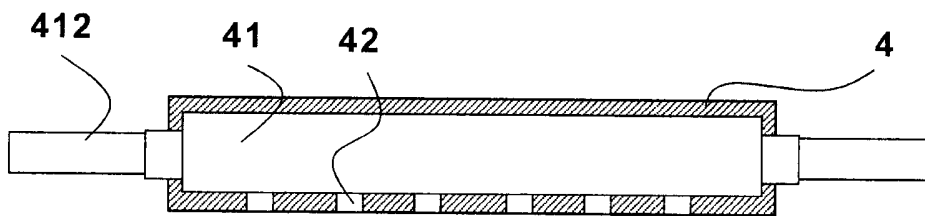
11. Zařízení podle nároku 10, **vyznačující se tím, že** kovová mřížka podkladu (5) je připojena k opačnému pólu zdroje (3) vysokého napětí než zvlákňovací elektroda (2).



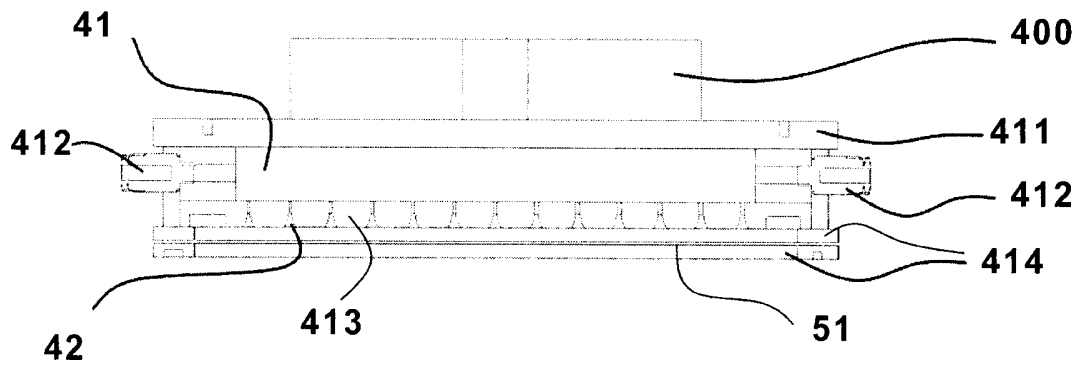
Obr. 1



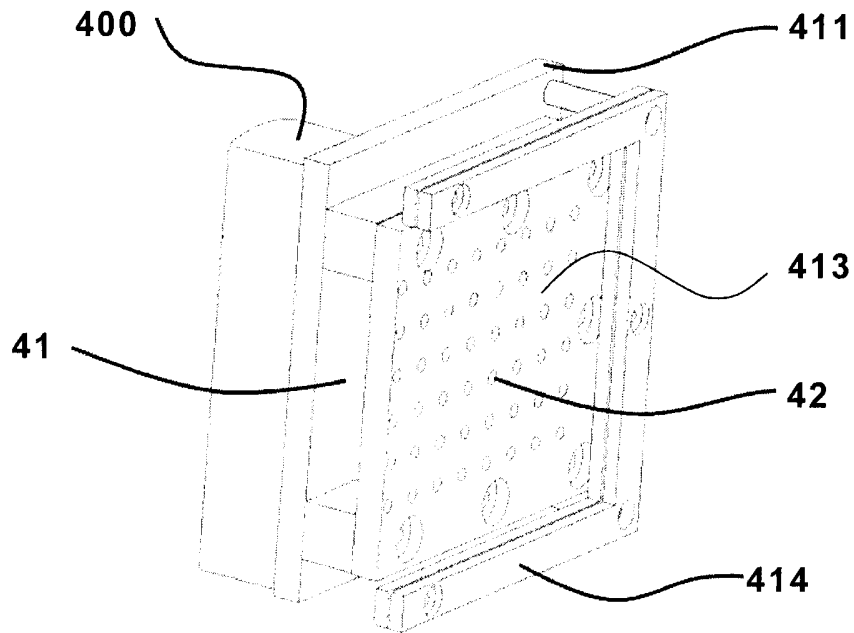
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5