

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

305 901

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

D04H 1/728 (2012.01)
B82B 3/00 (2006.01)
D01D 5/08 (2006.01)
D01D 1/06 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2014-418**
(22) Přihlášeno: **18.06.2014**
(40) Zveřejněno: **27.04.2016**
(Věstník č. 17/2016)
(47) Uděleno: **16.03.2016**
(24) Oznámení o udělení ve věstníku: **27.04.2016**
(Věstník č. 17/2016)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ PV 2010-648 A; CZ 300345 B6; CZ 304124 B6; CZ PV 2006-359 A; CN 202626362U U; CN 100516321C C.

(73) Majitel patentu:
Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ
SVITAP J. H. J. spol. s r.o., Svitavy, CZ

(72) Původce:
Ing. Bc. Roman Knížek, Liberec 30, CZ
Ing. Denisa Karhánková, Smržice, CZ
Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D., Liberec, CZ
Ondřej Knížek, Liberec 30, CZ
Filip Sanetník, Liberec 14, CZ
prof. RNDr. Oldřich Jirsák, CSc., Liberec 20, CZ
Miroslava Knížková, Liberec 30, CZ

(74) Zástupce:
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář,
Zábrdovická 11, 615 00 Brno

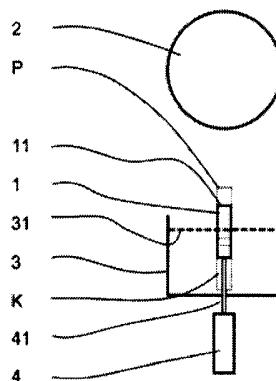
(54) Název vynálezu:

**Způsob pro výrobu nanovláken
elektrostatickým zvlákňováním roztoku
nebo taveniny polymeru, a zařízení k jeho
provádění**

(57) Anotace:

Při způsobu výroby nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku (1), nebo mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a alespoň jedním zvlákňovacím prostředkem (1), se roztok nebo tavenina polymeru vynáší do tohoto elektrického pole ze zásobníku (3) roztoku nebo taveniny polymeru na povrchu zvlákňovacího prostředku (1). Zvlákňovací prostředek (1) ve tvaru desky se přitom přesouvá částí (11) svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě (2) mezi svojí pracovní polohou, kdy je nejbližší sběrné elektrodě (2) a kdy dochází ke zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru uloženého na části (11) jeho obvodu přivrácené ke sběrné elektrodě (2). V této poloze setrvá po předem

daný časový interval a/nebo do zvlákňování předem daného množství roztoku nebo taveniny polymeru, a svou klidovou polohou, kdy je nejdále od sběrné elektrody (2), a kdy je část (11) jeho obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě (2) ponořená alespoň částečně pod hladinou (31) roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku (3), čímž se na ni roztok nebo tavenina polymeru ukládá. Vynález se dále týká také zařízení k provádění tohoto způsobu.



CZ 305901 B6

Způsob pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, a zařízení k jeho provádění

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku.

Vynález se dále týká také zařízení k provádění tohoto způsobu.

15 Dosavadní stav techniky

V současné době je známá řada způsobů pro výrobu nanovláken, které jsou založeny na různých fyzikálních a/nebo chemických principech. Jako v průmyslovém měřítku nejvýhodnější z nich se přitom osvědčilo tzv. beztryskové elektrostatické zvlákňování, u kterého se nanovláknata vytváří silovým působením elektrického pole o vysoké intenzitě z roztoku nebo taveniny polymeru, který se do tohoto elektrického pole vynáší na povrchu rotující zvlákňovací elektrody protáhlého tvaru – například válce (viz např. EP 1 673 493) nebo struny (viz např. EP 2 059 630), apod. Nevýhodou tohoto způsobu je, že zvlákňovací elektroda, která se brodí v roztoku nebo tavenině polymeru uloženém v zásobníku, není schopná díky své nízké rychlosti (jednotky otáček za minutu) a/nebo díky svým malým rozměrům (např. struna o průměru desetin až jednotek milimetrů) roztok nebo taveninu polymeru v celém objemu zásobníku dostatečně intenzivně promíchávat. Díky tomu pak zejména roztok polymeru poměrně rychle houstne a případně i chemicky degraduje, takže postupně klesá jeho ochota ke zvlákňování, a dochází ke snižování výkonu elektrostatického zvlákňování, až do jeho úplného zastavení. K řešení této nevýhody bylo např. v CZ 2006-359 navrženo řešení, kdy se do zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru instaluje pohyblivý element/elementy, jako např. šnek, který roztok nebo taveninu polymeru průběžně promíchává. Jeho nevýhodou je, vedle nutnosti montáže tohoto/těchto pohyblivého elementu/-elementů a jeho/jejich pohonu/pohonů, a s tím souvisejících zvýšených nákladů, zejména nutnost podstatného zvětšení objemu zásobníku a množství v něm uloženého roztoku nebo taveniny polymeru, aby bylo možné tento/tyto pohyblivý element/elementy uložit mimo kontakt se zvlákňovací elektrodou/elektrodami.

Cílem vynálezu je navrhnout způsob pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, který by odstranil nevýhody stavu techniky, a také zařízení k jeho provádění.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu se dosáhne způsobem pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku, nebo mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a alespoň jedním zvlákňovacím prostředkem, u kterého se roztok nebo tavenina polymeru vynáší do tohoto elektrického pole ze zásobníku roztoku nebo taveniny polymeru na povrchu zvlákňovacího prostředku. Podstata tohoto způsobu pak spočívá v tom, že zvlákňovací prostředek ve tvaru desky se přesouvá částí svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě mezi svojí pracovní polohou, kdy je nejbližší sběrné elektrodě a kdy dochází ke zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru uloženého na části jeho obvodu přivrácené ke sběrné elektrodě, přičemž v této poloze setrvává po předem daný časový interval a/nebo do zvlákňování předem daného množství roztoku nebo taveniny polymeru, a

svou klidovou polohou, kdy je nejdále od sběrné elektrody, a kdy je část jeho obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě ponořená alespoň částečně pod hladinou roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku, čímž se na ni roztok nebo tavenina polymeru ukládá. Tento relativně intenzivní pohyb alespoň jednoho zvlákňovacího prvku přitom vhodně pomíchává roztok nebo taveninu polymeru v zásobníku, čímž brání jeho tuhnutí a degradaci.

Pro dosažení nepřerušovaného průběhu elektrostatického zvlákňování a průběžného promíchávání roztoku nebo taveniny polymeru je výhodné, pokud se při přesouvání jednoho zvlákňovacího prostředku z jeho pracovní polohy do jeho klidové polohy další alespoň jeden zvlákňovací prostředek přesouvá ze své klidové polohy do své pracovní polohy nebo setrvává ve své pracovní poloze.

Zvlákňovací prostředek/prostředky se přitom může/mohou přesouvat mezi svou pracovní polohou a svou klidovou polohou v rovině po dráze ve tvaru úsečky, nebo alespoň části kružnice.

Roztok nebo tavenina polymeru se na zvlákňovacím prostředku ukládá alespoň na části délky části jeho obvodu přivrácené ke sběrné elektrodě a/nebo v alespoň jedné drážce a/nebo alespoň jednom otvoru vytvořeném na této části obvodu.

Pro zvýšení intenzity promíchávání roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku je výhodné, pokud je alespoň dvěma zvlákňovacím prostředkům přiřazen jeden zásobník roztoku nebo taveniny polymeru.

Cíle vynálezu se dosáhne také zařízením pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli vytvořeném mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku, nebo mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou a alespoň jedním zvlákňovacím prostředkem, jehož podstata spočívá v tom, že obsahuje zvlákňovací prostředek tvořený deskou, který je uložený částí svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě přestavitelně mezi svou pracovní polohou, kdy je nejbližší sběrné elektrodě, a svou klidovou polohou, kdy je nejdále od sběrné elektrody.

Tento zvlákňovací prostředek je přitom uložen přestavitelně v rovině po dráze ve tvaru úsečky, nebo alespoň části kružnice.

Část obvodu zvlákňovacího prostředku přivrácená ke sběrné elektrodě je alespoň na části své délky hladká, nebo je opatřená alespoň jednou drážkou a/nebo alespoň jedním otvorem pro uložení roztoku nebo taveniny polymeru. Pro vynášení roztoku nebo taveniny polymeru v pravidelných a vzájemně rovnoměrně uspořádaných dávkách může být tato část obvodu opatřená alespoň na části své délky skupinou otvorů pro uložení roztoku nebo taveniny polymeru se stejnou velikostí a roztečí. V jiné variantě provedení však může být velikost alespoň některých z nich, např. v závislosti na některých parametrech elektrického pole, resp. jejich průběhu/rozložení, různá, přičemž např. v místech, kde dochází snadněji k iniciaci elektrostatického zvlákňování, mohou být tyto otvory větší.

Pro snadnější iniciaci procesu elektrostatického zvlákňování je dále výhodné, pokud je část obvodu zvlákňovacího prostředku přivrácená ke sběrné elektrodě alespoň na části své délky směrem ke sběrné elektrodě zaoblená a/nebo pokud je opatřená alespoň jedním výstupkem a/nebo lamelou orientovaným/orientovanou směrem ke sběrné elektrodě.

Zvlákňovací prostředek může být v různých variantách vytvořen z elektricky nevodivého materiálu, např. plastu, nebo z elektricky vodivého materiálu, např. nerez.

Pro zvýšení intenzity promíchávání roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku pohybem zvlákňovacího prvku/prvků a současně pro zvýšení výkonu elektrostatického zvlákňování obsa-

huje zařízení podle vynálezu alespoň dva vedle sebe uspořádané a navzájem rovnoběžné zvlákňovací prostředky. Těm je s výhodou přiřazen společný zásobník roztoku nebo taveniny polymeru, přičemž tento zásobník může pro každý zvlákňovací prvek obsahovat samostatnou sekci. Sousední sekce jsou však s výhodou navzájem propojené alespoň jedním otvorem v dělicí přepážce a/nebo umístěním horní hrany dělicí přepážky pod hladinou roztoku nebo taveniny polymeru.

Objasnění výkresů

Na přiloženém výkresu je na obr. 1 schematicky znázorněn průřez zařízením pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu v provedení s jedním zvlákňovacím prostředkem, a na obr. 2 průřez zařízením pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu v provedení se dvěma zvlákňovacími prostředky.

Příklady uskutečnění vynálezu

Způsob pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle vynálezu bude dále vysvětlen na dvou konkrétních variantách zařízení k jeho provádění, které jsou znázorněny na obr. 1 a obr. 2. V dalších neznázorněných variantách však může být toto zařízení, při zachování stejného principu výroby nanovláken upraveno/přizpůsobeno dle volby/-potřeby odborníka v oboru – např. může obsahovat jiný tvar a/nebo počet sběrných elektrod, a/nebo může být prostorově uspořádáno jinak – např. pro zvlákňování směrem do boku, apod.

Na obr. 1 je schematicky znázorněn průřez variantou zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru směrem nahoru s jedním zvlákňovacím prostředkem 1. Tento zvlákňovací prostředek 1 je ve znázorněné variantě provedení tvořen deskou z elektricky nevodivého materiálu, např. plastu, která je orientována směrem k nad ní uložené sběrné elektrodě 2 částí 11 svého obvodu (svojí horní hranou), a je uspořádána v zásobníku 3 roztoku nebo taveniny polymeru přestavitelně mezi pracovní polohou (tečkovaně vyznačená poloha P), kdy je tato její část 11 obvodu nejbližší sběrné elektrodě 2, a klidovou polohou (tečkovaně vyznačená poloha K), kdy je nejdále od sběrné elektrody 2. V klidové poloze je přitom zvlákňovací prostředek 1 uložen částí 11 svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě 2 alespoň částečně pod hladinou 31 roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku 3, čímž se na tuto část 11 jeho obvodu roztok nebo tavenina nanáší. Pohyb zvlákňovacího prostředku 1 mezi jeho pracovní polohou a klidovou polohou se přitom s výhodou odehrává v rovině na dráze, která má tvar úsečky. V takovém případě se může pro pohon zvlákňovacího prostředku 1 využít alespoň jeden pneumatický válec 4 uspořádaný pod zásobníkem 3 roztoku nebo taveniny polymeru, jehož pístnice 41 prochází dnem tohoto zásobníku 3, a je přitom vhodným způsobem utěsněna, nebo je s výhodou doplněna/opatřena táhlem, které prochází dnem tohoto zásobníku 3, a které je vytvořeno z materiálu odolného vůči roztoku nebo tavenině polymeru, např. nerez. Pístnice 41 pneumatického válce 4/válců současně tvoří uložení zvlákňovacího prostředku 1. Při větších rozměrech zvlákňovacího prostředku 1 a/nebo při použití jiného typu jeho pohonu pak může být v/na alespoň jedné stěně zásobníku 3 roztoku nebo taveniny polymeru vytvořeno vedení zvlákňovacího prostředku 1, např. kluzné vedení. V jiných variantách provedení může být samostatné vedení zvlákňovacího prostředku 1 uspořádáno mimo zásobník 3 roztoku nebo taveniny polymeru.

V neznázorněné variantě provedení se pohyb zvlákňovacího prostředku 1 mezi jeho pracovní polohou a klidovou polohou odehrává v rovině na dráze jiného tvaru, např. tvaru alespoň části kružnice. Takový pohyb pak může být buď vratný, kdy se zvlákňovací prostředek 1 pohybuje po dráze ve tvaru části kružnice střídavě v opačných směrech, nebo cyklický, kdy se zvlákňovací prostředek 1 pohybuje cyklicky po dráze ve tvaru celé kružnice v jednom směru.

Část obvodu 11 zvlákňovacího prostředku 1 přivrácená ke sběrné elektrodě 2 může být hladká, ale s výhodou je opatřena neznázorněnými prostředky pro zachycení a uložení roztoku nebo taveniny polymeru, jako např. alespoň jednou drážkou vytvořenou alespoň na části jeho délky a/nebo otvorem/otvory, a/nebo je vytvarována pro snadnější iniciaci a průběh procesu elektrostatického zvlákňování – např. je směrem ke sběrné elektrodě 2 zaoblenu a/nebo opatřena výstupkem/výstupky nebo např. lamelou. Pro vynášení roztoku nebo taveniny polymeru v pravidelných a vzájemně rovnoměrně uspořádaných dávkách je část 11 obvodu zvlákňovacího prostředku 1 přivrácená ke sběrné elektrodě 2 opatřena alespoň na části své délky skupinou otvorů pro uložení roztoku nebo taveniny polymeru se stejnou velikostí a roztečí. V dalších variantách provedení může být velikost alespoň některých těchto otvorů jiná, např. v závislosti na některých parametrech elektrického pole, resp. jejich průběhu/rozložení, přičemž např. v místech, kde dochází snadněji k iniciaci elektrostatického zvlákňování, jsou tyto otvory větší.

Zásobník 3 roztoku nebo taveniny polymeru je pro udržování konstantní hladiny roztoku nebo taveniny polymeru s výhodou opatřen neznázorněným přívodem a odvodem a/nebo přepadem roztoku nebo taveniny polymeru.

V rámci jednoho zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru přitom může být pro dosažení požadovaného výkonu uspořádáno několik přestavitelných zvlákňovacích prostředků 1, uložených v jednom společném, nebo několika oddělených zásobnících 3 roztoku nebo taveniny polymeru.

Zvlákňovací prostředek 1 je s výhodou vytvořen z elektricky nevodivého materiálu, jak je tomu u varianty provedení znázorněné na obr. 1, avšak v dalších variantách může být vytvořen i z elektricky nevodivého materiálu, např. nerez.

Při elektrostatickém zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru se na sběrnou elektrodu 2 přivede z neznázorněného zdroje vysokého stejnosměrného napětí vysoké napětí jedné polarit, a do roztoku nebo taveniny polymeru ze stejného nebo jiného zdroje vysokého napětí vysoké napětí opačné polarit, nebo napětí stejné polarit s odlišnou velikostí, případně se sběrná elektroda 2, nebo roztok nebo tavenina polymeru uzemní. Zvlákňovací prostředek 1 je přitom ve své klidové poloze, nebo se do ní přesune, takže část 11 jeho obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě 2 se alespoň částečně ponoří pod hladinu 31 roztoku nebo taveniny polymeru. Tím se na ni nanese roztok nebo tavenina polymeru. Poté se zvlákňovací prostředek 1 působením svého pohonu/pohonů přesune do své pracovní polohy – tj. přiblíží se ke sběrné elektrodě 2. V ní, nebo dokonce ještě před jejím dosažením, pak dochází k tomu, že elektrostatické síly vytvářející se mezi sběrnou elektrodou 2 a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na zvlákňovacím prostředku 1 z elektricky nevodivého materiálu, nebo mezi sběrnou elektrodou 2 a zvlákňovacím prostředkem 1 z elektricky vodivého materiálu, překonají všechny ostatní síly působící na roztok nebo taveninu polymeru a v něm/ní, v důsledku čehož dojde na povrchu vrstvy roztoku nebo taveniny polymeru na části 11 obvodu zvlákňovacího prostředku 1 přivrácené ke sběrné elektrodě 2, a případně v malém měřítku i mimo ni, k vytváření Taylorových kuželů a následnému wydłużování jednotlivých nanovláken. Tento proces se přitom postupně roznese na celou délku části 11 obvodu zvlákňovacího prostředku 1 přivrácenou ke sběrné elektrodě 2 nebo alespoň její podstatnou část, a probíhá po celé této délce v podstatě konstantně. Vytvářená polymerní nanovláka se pak ukládají buď přímo na povrchu sběrné elektrody 2, nebo na povrchu vhodného (obvykle plošného) podkladu vedeného nebo uloženého mezi zvlákňovací elektrodou 1 a sběrnou elektrodou 2, nebo se proudem vzduchu (plynu) vytvořeným neznázorněným zdrojem tlakového vzduchu (plynu), nebo zdrojem podtlaku, odkloní k jině uloženému podkladu.

Po uplynutí předem nastaveného časového intervalu a/nebo po zvlákňování předem daného množství roztoku nebo taveniny polymeru se zvlákňovací prostředek 1 působením svého pohonu/pohonů přesune do své klidové polohy, resp. se ponoří částí 11 svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě 2 pod hladinu 31 roztoku nebo taveniny polymeru, čímž se na něj nanáší roztok nebo tavenina polymeru pro následné elektrostatické zvlákňování. Při pohybu zvlákňovacího

prostředku 1 roztokem nebo taveninou polymeru přitom dochází k jeho důkladnému promíchávání v celém objemu zásobníku 3, a v důsledku toho ke zvýšení, resp. prodloužení jeho použitelnosti.

- 5 Pokud zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru obsahuje více zvlákňovacích prostředků 1, mohou se všechny tyto prostředky 1 pohybovat se stejnou fází, případně se alespoň jeden z nich může pohybovat s jinou fází než ostatní, čímž lze dosáhnout např. nepřerušované výroby nanovláken. Každý ze zvlákňovacích prostředků 1 přitom v případě potřeby může na části 11 svého obvodu přivrácené ke sběrné elektrodě 2 vynášet odlišný roztok nebo taveninu polymeru. Současně mohou být jednotlivé zvlákňovací prostředky 1 vytvořeny z různých materiálů – elektricky vodivých i elektricky nevodivých.

- 15 Pokud je zvlákňovací prvek 1 vytvořen z elektricky vodivého materiálu, je možné přivádět vysoké napětí přímo na zvlákňovací prvek 1/prvky, nebo tento zvlákňovací 1 prvek/prvky uzemnit, a to buď po celou dobu zvlákňování, nebo jen v určitých časových okamžicích – např. při jeho přesunu do pracovní polohy nebo při jejím dosažení, apod.

- 20 Na obr. 2 je pak schematicky znázorněn průřez variantou zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru s dvojicí rovnoběžně uspořádaných zvlákňovacích prostředků 1. Všechny součásti tohoto zařízení a jejich funkce jsou stejné jako u varianty znázorněné na obr. 1, takže oba zvlákňovací prostředky 1 jsou v zásobníku 3 roztoku nebo taveniny polymeru uloženy představitelně mezi svou pracovní polohou, kdy je část 11 jejich obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě 2 nejbližší ke sběrné elektrodě 2, a klidovou polohou, kdy je část 11 jejich obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě 2 nejdále od ní 2 a alespoň částečně pod hladinou 31 roztoku nebo taveniny polymeru, čímž se na ni tento roztok nebo tavenina nanáší. Oběma zvlákňovacím prostředkům 1 je přitom přiřazen společný zásobník 3 roztoku nebo taveniny polymeru, který je oddělovací příčkou 32 rozdělen na dvě sekce 33, 34, z nichž je každá určena jednomu zvlákňovacímu prostředku 1. Obě tyto sekce 33, 34 jsou navzájem propojeny alespoň jedním neznázorněným otvorem vytvořeným v oddělovací příčce 32, který umožňuje intenzivní cirkulaci roztoku nebo taveniny polymeru v celém objemu zásobníku 3 způsobenou pohybem zvlákňovacích prostředků 1, a/nebo hladinou roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku 3, resp. tím, že horní hrana příčky 32 je umístěna pod touto hladinou.

- 35 V rámci jednoho zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru přitom může být pro dosažení požadovaného výkonu uspořádáno několik dvojic představitelných zvlákňovacích prostředků 1 uložených v oddělených zásobnících 3. Dvojice zvlákňovacích prostředků 1 přitom mohou být také kombinovány se samostatnými zvlákňovacími prostředky 1 ve variantě dle obr. 1.

- 40 Při elektrostatickém zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru se zvlákňovací prostředky 1 jedné dvojice pohybují buď společně se stejnou fází, nebo s opačnou fází, s výhodou tak, že zatímco se jeden zvlákňovací prostředek 1 přesouvá ze své pracovní polohy do své klidové polohy, další alespoň jeden zvlákňovací prostředek 1 se přesouvá ze své klidové polohy do své pracovní polohy nebo setrvává ve své pracovní poloze. V druhém případě se přitom dosáhne v podstatě nepřerušovaného elektrostatického zvlákňování, neboť v rámci každé dvojice zvlákňovacích prostředků 1 se v každém okamžiku zvlákňuje roztok nebo tavenina polymeru z části 11 obvodu alespoň jednoho z nich. Požadovaného sladění pohybu zvlákňovacích prostředků 1 lze přitom dosáhnout řízením jejich pohonů a/nebo jejich mechanickým spojením. Obdobným způsobem lze mezi sebou sladit pohyb několika dvojic zvlákňovacích prostředků 1 tak, aby se v každém časovém okamžiku zvlákňovalo z alespoň jednoho zvlákňovacího prostředku 1 alespoň jedné dvojice. Ve výhodném příkladu provedení se tak např. v každém časovém okamžiku zvlákňuje z části 11 obvodu poloviny zvlákňovacích prostředků 1, přičemž tato polovina je tvořena buď jedním zvlákňovacím prostředkem 1 z každé dvojice nebo oběma zvlákňovacími prostředky 1 poloviny dvojic zvlákňovacích elektrod 1, nebo vhodnou kombinací těchto způsobů.

V dalších variantách provedení je možné zvlákňovací prostředky 1 sdružovat do trojic a případně i větších skupin, kterým je přiřazen jeden zásobník 3 roztoku nebo taveniny polymeru. Tím se dosáhne většího výkonu elektrostatického zvlákňování a při vhodném řízení jejich pohybu současně i jeho plynulejšího průběhu a vyšší rovnoměrnosti vytvořené vrstvy polymerních nanovláken.

Ve všech variantách zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru podle technického řešení je dále výhodné, pokud je do blízkosti zvlákňovacího prostředku 1/prostředků vyústěn alespoň jeden přívod vzduchu nebo jiného inertního plynu, který z tohoto prostoru odvádí páry rozpouštědla uvolněné z roztoku polymeru, čímž přispívá ke zvýšení výkonu elektrostatického zvlákňování a současně i k vyšší rovnoměrnosti vytvořené vrstvy nanovláken.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku (1), nebo mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a alespoň jedním zvlákňovacím prostředkem (1), u kterého se roztok nebo tavenina polymeru vynáší do tohoto elektrického pole ze zásobníku (3) roztoku nebo taveniny polymeru na povrchu zvlákňovacího prostředku (1), **vyznačující se tím**, že zvlákňovací prostředek (1) ve tvaru desky se přesouvá částí (11) svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě (2) mezi svojí pracovní polohou, kdy je nejblíže sběrné elektrodě (2) a kdy dochází ke zvlákňování roztoku nebo taveniny polymeru uloženého na části (11) jeho obvodu přivrácené ke sběrné elektrodě (2), přičemž v této poloze setrvá po předem daný časový interval a/nebo do zvlákňování předem daného množství roztoku nebo taveniny polymeru, a svou klidovou polohou, kdy je nejdále od sběrné elektrody (2), a kdy je část (11) jeho obvodu přivrácená ke sběrné elektrodě (2) ponořená alespoň částečně pod hladinou (31) roztoku nebo taveniny polymeru v zásobníku (3), čímž se na ni roztok nebo tavenina polymeru ukládá.
2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že zatímco se jeden zvlákňovací prostředek (1) přesouvá ze své pracovní polohy do své klidové polohy, další alespoň jeden zvlákňovací prostředek (1) se přesouvá ze své klidové polohy do své pracovní polohy nebo setrvává ve své pracovní poloze.
3. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací prostředek (1)/prostředky se přesouvá/přesouvají v rovině po dráze ve tvaru úsečky.
4. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 2, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací prostředek (1)/prostředky se přesouvá/přesouvají v rovině po dráze ve tvaru alespoň části kružnice.
5. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že roztok nebo tavenina polymeru se ukládá alespoň na části délky části (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácené ke sběrné elektrodě (2).
6. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že roztok nebo tavenina polymeru se alespoň na části délky části (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácené ke sběrné elektrodě (2) ukládá v alespoň jedné drážce a/nebo alespoň jednom otvoru.
7. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že alespoň dvěma zvlákňovacím prostředkům (1) je přiřazen jeden zásobník (3) roztoku nebo taveniny

polymeru, přičemž zvlákňovací prostředky (1) svým pohybem roztok nebo taveninu polymeru průběžně promíchávají.

8. Zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli vytvořeném mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a roztokem nebo taveninou polymeru uloženým na alespoň jednom zvlákňovacím prostředku (1), nebo mezi alespoň jednou sběrnou elektrodou (2) a alespoň jedním zvlákňovacím prostředkem (1), **vyznačující se tím**, že obsahuje zvlákňovací prostředek (1) tvořený deskou, který je uložený částí (11) svého obvodu přivrácenou ke sběrné elektrodě (2) představitelně mezi svou pracovní polohou, kdy je nejbližší sběrné elektrodě (2), a svou klidovou polohou, kdy je nejdále od sběrné elektrody (1).

9. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací prostředek (1) je uložen představitelně v rovině po dráze ve tvaru úsečky.

10. Zařízení podle nároku 8, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací prostředek (1) je uložen představitelně v rovině po dráze ve tvaru alespoň části kružnice.

11. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 10, **vyznačující se tím**, že část (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácená ke sběrné elektrodě (2) je alespoň na části své délky hladká.

12. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 11, **vyznačující se tím**, že alespoň na části délky části (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácené ke sběrné elektrodě (2) je vytvořena alespoň jedna drážka a/nebo alespoň jeden otvor pro uložení roztoku nebo taveniny polymeru.

13. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím**, že alespoň na části délky části (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácené ke sběrné elektrodě (2) je vytvořena skupina otvorů pro uložení roztoku nebo taveniny polymeru se stejnou velikostí a/nebo roztečí.

14. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 13, **vyznačující se tím**, že část (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácená ke sběrné elektrodě (2) je alespoň na části své délky směrem ke sběrné elektrodě (2) zaoblená.

15. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 14, **vyznačující se tím**, že část (11) obvodu zvlákňovacího prostředku (1) přivrácená ke sběrné elektrodě (2) je opatřena alespoň jedním výstupkem a/nebo lamelou orientovanou směrem ke sběrné elektrodě (2).

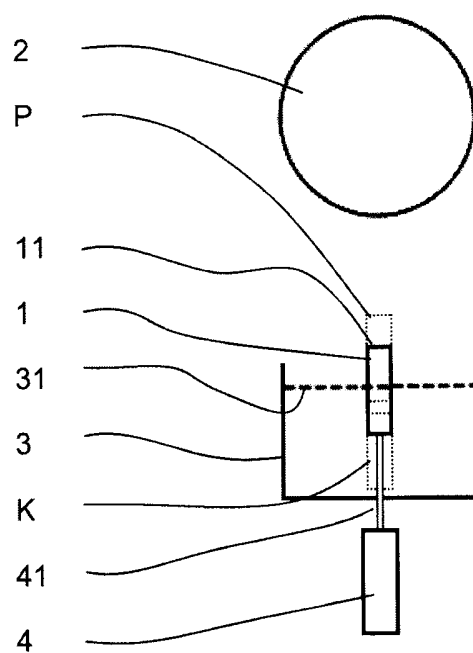
16. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 15, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden zvlákňovací prostředek (1) je vytvořen z elektricky nevodivého materiálu.

17. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 16, **vyznačující se tím**, že alespoň jeden zvlákňovací prostředek (1) je vytvořen z elektricky vodivého materiálu.

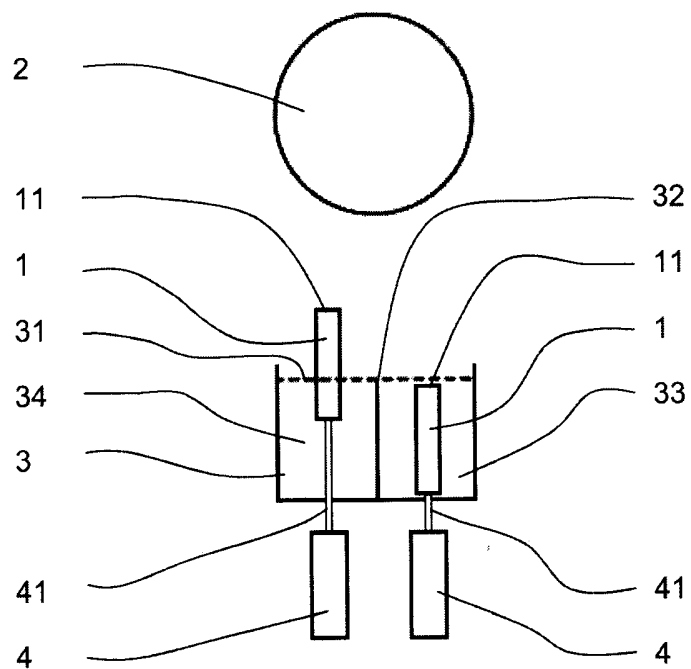
18. Zařízení podle libovolného z nároků 8 až 17, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň dva vedle sebe uspořádané a navzájem rovnoběžné zvlákňovací prostředky (1).

19. Zařízení podle nároku 18, **vyznačující se tím**, že alespoň dvěma vedle sebe uspořádaným zvlákňovacím prostředkům (1) je přiřazen společný zásobník (3) roztoku nebo taveniny polymeru.

20. Zařízení podle nároku 19, **vyznačující se tím**, že společný zásobník (3) roztoku nebo taveniny polymeru obsahuje sekci (33, 34) pro každý zvlákňovací prostředek (1), přičemž tyto sekce (33, 34) jsou navzájem propojené alespoň jedním otvorem v dělicí přepážce (32) a/nebo umístěním horní hrany dělicí přepážky pod hladinu roztoku nebo taveniny polymeru.



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu