

PATENTOVÝ SPIS

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012-834**
(22) Přihlášeno: **23.11.2012**
(40) Zveřejněno: **06.11.2013**
(Věstník č. 45/2013)
(47) Uděleno: **25.09.2013**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **06.11.2013**
(Věstník č. 45/2013)

(11) Číslo dokumentu:

304 124

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:
D04H 1/728 (2012.01)
B82B 3/00 (2006.01)
D01D 5/08 (2006.01)
D01D 5/06 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

CZ 2007-653 A; CZ 2007-729 A; ZA 2008-529 A; CZ 2006-243 A; JP 4312090B B2; WO 2012066929 A.

(73) Majitel patentu:

NAFIGATE Corporation, a.s., Praha 9, Vysočany, CZ

(72) Původce:

Mareš Ladislav Ing., Liberec - Ostašov, CZ
Jirsák Oldřich Prof. RNDr. CSc., Liberec 20, CZ
Sanetrník Filip, Liberec 14, CZ

(74) Zástupce:

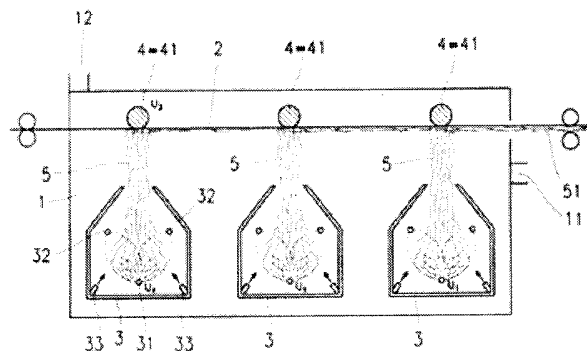
Ing. Dobroslav Musil, patentová kancelář, Ing.
Dobroslav Musil, Cejl 38, Brno, 60200

(54) Název vynálezu:

**Způsob a zařízení pro výrobu nanovláken
elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo
taveniny polymeru**

(57) Anotace:

Způsob výroby nanovláken (5) elektrostatickým zvlákňováním probíhá mezi zvlákňovací elektrodou (31) a protielektrodou (32), které jsou tvořeny vzájemně rovnoběžnými délkově protáhlými tělesy. Zvlákňuje se z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě (31) a vytvářená nanovlákna (5) jsou působením elektrického pole unášena k protielektrodě (32). Zvlákňuje se z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě (31) vůči alespoň jedné dvojici protielektrod (32), které jsou vzhledem ke zvlákňovací elektrodě (31) uspořádány ve stejné vzdálenosti a úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou (31) a oběma protielektrodami (32) příslušné dvojice protielektrod (32) je v intervalu 40° až 180°. Proudby nanovláken (5) směřující každé z protielektrod (32) se před dopadem na příslušnou protielektrodu (32) vychylují působením přídavné síly směřující napříč proudy nanovláken (5) a touto přídavnou silou jsou unášena ke sběrnému místu (4) nanovláken (5). Do prostoru mezi zvlákňovací elektrodou (31) a každou z dvojice protielektrod (32) jsou vyústěny vzduchové trysky (33) rozprostírající se rovnoběžně se zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou protielektrodou (32) po celé jejich délce. Směr vyústění vzduchových trysek (33) protíná spojnicí zvlákňovací elektrody (31) a příslušné protielektrody (32) příslušné dvojice protielektrod (32) a směřuje ke sběrnému místu (4) nanovláken (5).



CZ 304124 B6

Způsob a zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu výroby nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli tvořeném rozdílem potenciálů mezi zvlákňovací elektrodou a protielektrodou, které jsou tvořeny vzájemně rovnoběžnými délkově protáhlými tělesy, přičemž se zvlákňuje z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě a vytvářena nanovláčna jsou působením elektrického pole unášena k protielektrodě.

Dále se vynález týká zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním polymeru v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě vytvořeném mezi zvlákňovací elektrodou a protielektrodou, které jsou tvořeny rovnoběžnými protáhlými tělesy, na jejichž povrchu je opakovaně nebo průběžně vytvářena vrstva roztoku nebo taveniny polymeru.

Dosavadní stav techniky

U známých elektrostatických zvlákňovacích zařízení se vytvářena nanovláčna ukládají do vrstvy nanovláken na podklad uspořádaný mezi zvlákňovací a sběrnou elektrodou, mezi nimiž je vytvořeno elektrostatické pole o vysoké intenzitě pro zvlákňování. V některých případech je požadováno, aby místo ukládání nanovláken bylo mimo prostor mezi těmito elektrodami, což je řešeno různým způsobem.

Z EP 1673493 je znám způsob výroby nanovláken z polymerního roztoku elektrostatickým zvlákňováním v elektrickém poli vytvořeném rozdílem potenciálů mezi otáčející se nabitou elektrodou a protielektrodou, ve kterém je polymerní roztok pro zvlákňování přiváděn do elektrického pole pro zvlákňování pomocí povrchu otáčející se nabitě elektrody, která je částí svého povrchu ponořená do polymerního roztoku, přičemž vytvářena nanovláčna jsou působením elektrického pole unášena z otáčející se nabitě elektrody k protielektrodě a poté jsou nanovláčna ukládána na prostředek pro ukládání nanovláken. Protielektroda může být tvořena deskou, tyčí, nebo soustavou rovnoběžných tyčí. Nanovláčna jsou vytvářena z povrchu válcové nebo čtyřboké hranolovité nebo víceboké hranolovité nabitě elektrody, přičemž protielektroda je umístěna proti volné části obvodu nabitě elektrody a vzduch mezi nabitou elektrodou a protielektrodou je odsáván. V jednom z možných provedení vynálezu jsou nanovláčna odsáváním vzduchu vychýlena z jejich směru směrem k protielektrodě a vedena k prostředku pro ukládání nanovláken, který je uspořádán mimo prostor mezi elektrodami a je propustný pro vzduch.

Vzhledem k tomu, že k vychylování nanovláken z dráhy mezi zvlákňovací elektrodou a protielektrodou se odsává vzduch z celého prostoru zvlákňovací komory, je tento způsob ukládání nanovláken mimo prostor mezi elektrodami energeticky velmi náročný.

JP2005264374 popisuje zařízení pro výrobu vláken podobných bavlně elektrostatickým zvlákňováním polymerního roztoku, u něhož zvlákňování probíhá ve zvlákňovací komoře mezi zvlákňovací tryskou a protielektrodou, které jsou uspořádány horizontálně, přičemž proud vláken je vychylován proudem vzduchu procházejícím napříč zvlákňovací komorou, přičemž vzduch je do komory přiváděn nahoře a odsáván dole přes podkladový materiál, na který se vyrobená vlákna ukládají. Toto zařízení se jeví energeticky stejně náročné jako výše popisovaný způsob.

Z WO 2010/055693 je znám způsob výroby nanovláken, u něhož se nanovláčna vytvářejí prostředkem pro elektrostatické sprejování, který je tvořen zvlákňovací tryskou připojenou k jednomu pólu zdroje vysokého napětí a sběrnou elektrodou připojenou k opačnému pólu zdroje vysokého napětí, přičemž kolmo k ústí trysky je přiváděn proud vzduchu směřující k ploše sběrné

elektrody, který strhává roztok polymeru z ústí trysky k ploše sběrné elektrody a napomáhá vytváření nanovláken, která se ukládají na plochu sběrné elektrody.

- 5 Problémem u tohoto způsobu je zejména ucpávání zvlákňovací trysky a z toho plynoucí krátkodobý provoz zařízení a nerovnoměrnost nanášené vrstvy nanovláken v důsledku sprejování úzkým proudem vzduchu.

10 WO 2012/066929 popisuje zařízení pro výrobu nanovláken, které je vytvořeno tak, že zvlákňovací tryska je vytvořena pro zvlákňování polymerního materiálu mezi otvorem zvlákňovací trysky a proti němu uspořádanou kovovou koulí, které jsou připojeny ke zdroji vysokého napětí, a mezi nimi je vytvořeno elektrostatické pole o vysoké intenzitě, takže na hladině polymerního materiálu vycházejícího ze zvlákňovací trysky se vytvářejí nanovlákná, která jsou elektrostatickým polem unášena ke kovové koulí. Do prostoru mezi zvlákňovací tryskou a kovovou koulí je vyústěna vysokorychlostní vzduchová tryska, jejíž proud vzduchu směřuje kolmo přes dráhu nanovláken mezi zvlákňovací tryskou a kovovou koulí. Proud vzduchu rozptyluje nanovlákná směrem ke sběracímu zařízení, jehož sběrný povrch je uzemněn a slouží ke shromažďování a sbírání nanovláken. V řadě vedle sebe je uspořádáno množství jednotek tvořených zvlákňovací tryskou, kovovou koulí a vysokorychlostní vzduchovou tryskou.

- 20 Nevýhodou tohoto zařízení je nízká produktivita bodového zvlákňování, obtížné seřizování množství zvlákňovacích jednotek, aby každou z nich vytvářená nanovlákná měla stejné parametry a vlastnosti, a zejména faktická nemožnost dosažení plošné homogenity výsledné vrstvy nanovláken.

25 EP 2173930 popisuje způsob zvlákňování kapalně polymerní matrice v elektrostatickém poli mezi alespoň jednou zvlákňovací elektrodou a proti ní uspořádanou sběrnou elektrodou, přičemž jedna z elektrod je připojena k jednomu pólu zdroje vysokého napětí a druhá elektroda je připojena k opačnému pólu zdroje vysokého napětí nebo uzemněna, při němž se zvlákňovaná kapalná polymerní matrice nachází v elektrostatickém poli na aktivní zvlákňovací zóně struny zvlákňovacího prostředku zvlákňovací elektrody. Aktivní zvlákňovací zóna struny má v průběhu zvlákňování stálou polohu vůči sběrné elektrodě a kapalná matrice se na aktivní zvlákňovací zónu struny dopravuje buď nanášením na aktivní zvlákňovací zónu struny, nebo pohybem struny ve směru její délky. Tento způsob zvlákňování se osvědčil s nanášením polymeru na stacionární aktivní zónu struny, přičemž výsledná struktura, kvalita a homogenita vytvářené vrstvy nanovláken předčí výše uvedené způsoby a zařízení. Zvlákňování probíhá ve zvlákňovací komoře, v níž je uspořádáno několik zvlákňovacích elektrod tvořených strunami a proti každé z nich je sběrná elektroda tvořená tyčí nebo drátem nebo je sběrná elektroda tvořena deskou společnou pro všechny zvlákňovací elektrody. V rozsáhlém prostoru zvlákňovací komory je třeba neustále udržovat potřebnou pracovní atmosféru, to znamená odsávat vzduch obsahující rozpouštědla a přivádět čistý, aby koncentrace rozpouštědel nepřesáhla stanovenou hodnotu. Vzduch odsátý z pracovní komory musí být následně vyčištěn od rozpouštědel a pak může být buď vypuštěn do okolní atmosféry, nebo použit znovu. Vzhledem k množství vzduchu je i tento způsob energeticky dosti náročný.

45 Jsou známy i další způsoby a zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli vytvořeném rozdílem potenciálů mezi zvlákňovací elektrodou a sběrnou elektrodou, které jsou tvořeny protáhlými tělesy rozprostírajícími se napříč zvlákňovací komorou a vzájemně rovnoběžnými, přičemž zvlákňovaný polymer se při zvlákňování nachází na povrchu těchto těles situovaném v době zvlákňování proti sběrné elektrodě nebo se zvlákňuje z volné hladiny polymeru vystupujícího ze štěrbin protáhlého tělesa tvořícího zvlákňovací elektrodu. Vytvářená nanovlákná jsou unášena od zvlákňovací elektrody ke sběrné elektrodě, před níž se ukládají na podkladový materiál.

55 Způsob zvlákňování podle EP 1673493, EP 2173930 i další způsoby, u nichž je polymer při zvlákňování na povrchu protáhlého tělesa tvořícího zvlákňovací elektrodu se osvědčily jak pro

duktivitou, tak opakovaně dosažitelnou stejnou kvalitou nanovláken a rovnoměrností vrstvy nanovláken. Produktivita, tedy množství vyrobených nanovláken za jednotku času je však fyzikálně omezena a na stávajících elektrostatických zvlákňovacích zařízeních ji v podstatě nelze zvyšovat.

Cílem vynálezu je navrhnout způsob elektrostatického zvlákňování a zařízení k jeho provádění zachovávající všechny výhody současných špičkových elektrostatických zvlákňovacích způsobů a zařízení, který by zvyšoval produktivitu výroby nanovláken a snižoval energetickou a ekologickou náročnost.

Podstata vynálezu

Cíle vynálezu je dosaženo způsobem výroby nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru, jehož podstata spočívá v tom, že se zvlákňuje z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě vůči alespoň jedné dvojici protielektrod, které jsou vzhledem ke zvlákňovací elektrodě uspořádány ve stejné vzdálenosti a úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou a oběma protielektrodami příslušné dvojice protielektrod je v intervalu 40° až 180° , přičemž proudy nanovláken směřující každé z protielektrod se před dopadem na příslušnou protielektrodu vychylují působením přídavné síly směřující napříč proudou nanovláken a touto přídavnou silou jsou unášena ke sběrnému místu nanovláken.

Dvojice protielektrod zajišťuje z jedné zvlákňovací elektrody zvlákňování ve dvou směrech výše popsaným způsobem, a tím zvyšuje ve srovnání se staven techniky produktivitu. Dochází k lepšímu využití roztoku nebo taveniny zpracovávaného polymeru. Pokud má zvlákňovací elektroda kruhový průřez, zvlákňuje se až z poloviny jejího povrchu.

U provedení, u něhož se hladina roztoku nebo taveniny polymeru vytváří na celém obvodu zvlákňovací elektrody, lze z jedné zvlákňovací elektrody zvlákňovat vůči dvěma dvojicím protielektrod. Tím se ještě více zvýší produktivita a dosáhne se rovnoměrnějšího spotřebovávání roztoku nebo taveniny polymeru.

Pro snížení energetické náročnosti je výhodné, když se zvlákňuje v pomocné zvlákňovací komoře, která je uložena v hlavní zvlákňovací komoře, obklopuje zvlákňovací elektrodu a protielektrody po celé jejich délce a je otevřená směrem ke sběrnému místu nanovláken uspořádanému v hlavní zvlákňovací komoře. Omezením zvlákňovacího prostoru pomocnou zvlákňovací komorou se zmenší prostor, v němž je třeba udržovat kvalitní pracovní atmosféru pro zvlákňování a nároky na kvalitu pracovní atmosféry v hlavní zvlákňovací komoře již nejsou tak vysoké.

Přitom je výhodné, vyvolává-li se přídavná síla působením alespoň jednoho proudů vzduchu vstupujících podél celé délky zvlákňovací elektrody do prostoru mezi zvlákňovací elektrodou a příslušnou protielektrodou příslušné dvojice protielektrod a směřujících napříč prostorem mezi zvlákňovací elektrodou a příslušnou protielektrodou ke sběrnému místu nanovláken. Oba vzduchové proudy se po vychýlení proudů nanovláken spojují.

Přídavnou sílu lze dále vyvolávat působením elektrostatického pole mezi zvlákňovací elektrodou a sběrnou elektrodou uspořádanou ve sběrném místě nanovláken a/nebo působením podtlaku ve sběrném místě nanovláken. Přídavné síly zajišťují dokonalý transport nanovláken z prostoru mezi zvlákňovací elektrodou a příslušnými protielektrodami ke směrnému místu nanovláken a zabráňují jejich rozptýlu zejména v prostoru hlavní zvlákňovací komory.

Ve sběrném místě nanovláken se nanovlákná buď ukládají do vrstvy na podkladový materiál, nebo ukládací prostředek, jímž jsou transportována mimo prostor hlavní zvlákňovací komory, nebo se odsávají do zásobníku nanovláken.

Pro zajištění požadavků na výrobu různě upravovaných nanovláken, nanovláken obsahujících různé příměsi a/nebo nanovláken s různými vlastnostmi povrchu obsahují proudy vzduchu alespoň jedno modifikační činidlo ulpívající na povrchu nanovláken a/nebo reagující s materiálem nanovláken případně s částicemi, které jsou v materiálu nanovláken a/nebo na jejich povrchu
 5 obsaženy, přičemž modifikační činidlo se volí ze skupiny obsahující alespoň antimikrobiální a/nebo antibakteriální činidla, například stříbro, TiO_2 , oxidy, soli, nebo činidla s hydrofilizačním nebo hydrofobizačním účinkem, například silikonové nebo chlorové skupiny.

Pro dosažení dalších vlastností nanovláken lze do pomocné zvlákňovací komory přivádět doplňkově plynné médium.
 10

Podstata zařízení podle vynálezu spočívá v tom, že zvlákňovací elektrodě je přiřazena alespoň jedna dvojice protielektrod, které jsou vzhledem ke zvlákňovací elektrodě uspořádány ve stejné vzdálenosti a úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou a každou z protielektrod
 15 příslušné dvojice leží v intervalu od 40° do 180° , přičemž do prostoru mezi zvlákňovací elektrodou a každou z dvojice protielektrod jsou vyústěny vzduchové trysky rozprostírající se rovnoběžně se zvlákňovací elektrodou a příslušnou protielektrodou po celé její délce a směr vyústění vzduchových trysek protíná spojnicí zvlákňovací elektrody a příslušné protielektrody příslušné dvojice protielektrod a směřuje ke sběrnému místu nanovláken. Zařízení podle vynálezu zajišťuje
 20 při zachování kvality nanovláken zvýšení produktivity a lepší využití zvlákňovaného polymeru, neboť se zvlákňuje z větší části hladiny polymeru na zvlákňovací elektrodě.

Pro snížení energetické náročnosti jsou zvlákňovací elektroda s jí přiřazenou alespoň jednou dvojicí protielektrod po celé své délce obklopeny pomocnou zvlákňovací komorou, která je uložena v hlavní zvlákňovací komoře a otevřena směrem ke sběrnému místu nanovláken uspořádanému v hlavní zvlákňovací komoře.
 25

Další výhody a význaky vyplývají ve zbývajících závislých nároců na zařízení.

30

Objasnění výkresů

Příklady provedení vynálezu jsou schematicky znázorněny na přiložených výkresech, kde značí obr. 1 řez hlavní zvlákňovací komorou zařízení v příkladném provedení pro zvlákňování směrem
 35 vzhůru, obr. 2 řez pomocnou zvlákňovací komorou a sběrným místem nanovláken obsahujícím sběrnou elektrodu pro zvlákňování směrem dolů, obr. 3 řez pomocnou zvlákňovací komorou a sběrnými místy pro zvlákňování směrem nahoru i dolů obsahujícími koronové elektrody, obr. 4a řez příkladným provedením zařízení s jednou dvojicí protielektrod, u něhož úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou a oběma protielektrodami příslušné dvojice protielektrod je
 40 180° , a obr. 4b pohled zleva na provedení podle obr. 4a, obr. 5 uspořádání pomocné zvlákňovací komory, již je přiřazeno odsávací a sběrné zařízení nanovláken.

Příklady uskutečnění vynálezu

45

V příkladném provedení znázorněném na obr. 1 obsahuje zařízení pro výrobu nanovláken hlavní zvlákňovací komoru 1, do níž je známým způsobem přiváděn podkladový materiál 2, například textilie nebo papír, sloužící k ukládání vrstvy nanovláken, který je z hlavní zvlákňovací komory 1 známým způsobem odtahován, přičemž je ve zvlákňovací komoře 1 udržován v napnutém stavu.
 50 V hlavní zvlákňovací komoře 1 jsou v příkladu provedení znázorněném na obr. 1 uspořádány tři zvlákňovací jednotky, z nichž každá obsahuje pomocnou zvlákňovací komoru 3 tvořenou délkově protáhlým tělesem, rozprostírajícím se po celé šířce hlavní zvlákňovací komory 1, a sběrným místem 4 nanovláken 5, které je ve znázorněném provedení tvořeno sběrnou elektrodou 41, která je tvořena délkově protáhlým tělesem, rozprostírajícím se po celé šířce zvlákňovací komory 1 a je

ve směru od pomocné zvlákňovací komory 3 uspořádána za podkladovým materiálem 2. Pomocná zvlákňovací komora 3 je otevřena ve směru ke sběrné elektrodě 41.

V dolní části pomocné zvlákňovací komory 3 je po celé její délce uspořádána zvlákňovací elektroda 31 tvořená délkově protáhlým tělesem, která je rovnoběžná se sběrnou elektrodou 41. Rovnoběžně s ní a ve stejné vzdálenosti od ní jsou v horní části pomocné zvlákňovací komory 3 po celé její délce uspořádány dvě protielektrody 32, které jsou rovněž tvořeny délkově protáhlými tělesy a jsou uspořádány mimo spojnicí zvlákňovací elektrody 31 a sběrné elektrody 41. Úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou 31 a příslušnými protielektrodami 32 je 40° až 180°, a výhodou 60° až 180°. Zvlákňovací elektroda 31 je připojena k jednomu pólu zdroje vysokého napětí a protielektrody 32 jsou připojeny k opačnému pólu zdroje vysokého napětí nebo uzemněny, čímž je mezi zvlákňovací elektrodou 31 a každou z protielektrod 32 vytvořeno elektrostatické pole o vysoké intenzitě, které je na výkresech znázorněno čerchovanými čarami. Rovněž sběrná elektroda 41 je u tohoto provedení připojena k opačnému pólu zdroje vysokého napětí než zvlákňovací elektroda 31, takže mezi nimi vzniká elektrostatické pole, jeho intenzita je však nižší, což je způsobeno vzdáleností mezi elektrodami, která je větší, než vzdálenost mezi zvlákňovací elektrodou 31 a protielektrodami 32, přestože rozdíl napětí mezi zvlákňovací elektrodou 31 a sběrnou elektrodou 41 je větší, než je rozdíl napětí mezi zvlákňovací elektrodou 31 a každou z protielektrod 32. Do prostoru pomocné zvlákňovací komory 3 jsou vyústěny vzduchové trysky 33, které se rozprostírají po celé délce pomocné zvlákňovací komory 3 a směřují přes spojnicí zvlákňovací elektrody 31 a příslušné protielektrody 32 do prostoru mezi protielektrodami 32 a jimi vytvářené proudy vzduchu směřují po vzájemném spojení do otvoru pomocné zvlákňovací komory 3 a ke sběrné elektrodě 41.

Na zvlákňovací elektrodě 31 se některým ze známých způsobů průběžně nebo opakovaně vytváří hladina roztoku nebo taveniny polymeru, z níž se ve směru k příslušné protielektrodě 32 polymer zvlákňuje. Zvlákňovací elektroda 31 může být vytvořena libovolným známým způsobem podle stavu techniky. V současné době se však jeví nejvhodnější zvlákňovací elektroda strunová podle EP 2173930, na kterou se opakovaně nanáší roztok polymeru nanášecím zařízením pohybujícím se rovnoběžně se strunou podél její aktivní zvlákňovací zóny.

Protielektrody 32 mohou být rovněž vytvořeny libovolným známým způsobem známým ze stavu techniky, například deskou nebo tyčí nebo skupinou tyčí nebo strunou nebo skupinou strun, přičemž nejvhodnější se jeví tyčová nebo strunová protielektroda. V případě použití strunových protielektrod mohou být tyto spřaženy s prostředky pro jejich převíjení a/nebo čištění za účelem případného odstranění nanovláken 5, která se nepodařilo vychýlit působením přídavné síly směrem ke sběrnému místu 4 nanovláken 5, v tomto případě ke sběrné elektrodě 41.

Sběrná elektroda 41 může být rovněž tvořena alespoň jednou libovolnou sběrnou elektrodou známou ze stavu techniky, přičemž v současné době se jeví nejvhodnější sběrná elektroda tyčová nebo válcová, která je v kontaktu s podkladovým materiálem 2 nebo koronová sběrná elektroda uspořádaná mimo kontakt s podkladovým materiálem 2.

Podkladový materiál 2 může být u všech provedení nahrazen známým nekonečným pásem uspořádaným ve sběrném místě 4 nanovláken 5 a tvořícím zároveň sběrnou elektrodu 41, jak je znázorněno na obr. 5. Nekonečnému pásu je přiřazena sběrná nádoba 6 nanovláken 5 nebo nanovláčenné vrstvy 51 a blíže neznázorněné prostředky pro snímání nanovláken 5 nebo nanovláčenné vrstvy 51 z nekonečného pásu.

Vzduchové trysky 33 jsou tvořeny například plochými tryskami rozprostírajícími se po celé délce pomocné zvlákňovací komory 3. Nebo mohou být tvořeny soustavou trysek uspořádaných po celé délce pomocné zvlákňovací komory 3 nebo jiným vhodným způsobem schopným po celé délce pomocné zvlákňovací komory 3 vytvářet vhodný v podstatě plochý proud vzduchu směřující přes spojnicí zvlákňovací elektrody 31 a příslušné protielektrody 32 do prostoru mezi protielektrodami 32.

Při zvlákňování se na zvlákňovací elektrodě 31 průběžně nebo opakovaně vytváří hladina roztoku nebo taveniny polymeru. Na zvlákňovací elektrodu 31 se přivádí napětí U_1 a na protielektrody 32 napětí U_2 . Rozdíl těchto napětí, jejichž polarita bývá obvykle opačná nebo je jedna z elektrod uzemněna, vytváří mezi zvlákňovací elektrodou 31 a protielektrodami 32 elektrostatické pole o vysoké intenzitě, jehož působením se z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě 31 začínají vytvářet nanovlákná 5, která jsou působením elektrostatického pole unášena k příslušné protielektrodě 32, přičemž vytvářejí v podstatě rovnoměrný proud nanovláken 5 po celé délce zvlákňovací elektrody 31 a příslušné protielektrody 32.

Na proud nanovláken 5 mezi zvlákňovací elektrodou 31 a příslušnou protielektrodou 32 se působí přídavnou silou vytvářenou proudem vzduchu z příslušné vzduchové trysky 33, jímž jsou nanovlákná 5 před dopadem na protielektrodu 32 vychylována z původního směru do směru ke sběrné elektrodě 41, načež se oba proudy vzduchu spojí a nanovlákná 5 se před sběrnou elektrodou 41 ukládají na podkladový materiál 2 nebo ukládací prostředek. Pohybu nanovláken 5 směrem ke sběrné elektrodě 41 napomáhá pomocné elektrostatické pole vytvořené mezi sběrnou elektrodou 41 a zvlákňovací elektrodou 31 po přivedení napětí U_3 na sběrnou elektrodu 41. Pomocné elektrostatické pole má však vzhledem k velké vzdálenosti mezi sběrnou elektrodou 41 a zvlákňovací elektrodou 31 menší intenzitu než elektrostatická pole vytvořená mezi zvlákňovací elektrodou 31 a protielektrodami 32, takže do zvlákňovacího procesu vytváření nanovláken na hladině roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě 31 pomocné elektrostatické pole nezasahuje, ale napomáhá unášení nanovláken 5 ve směru ke sběrné elektrodě 41 po jejich vychýlení proudem vzduchu a zvyšuje tak přídavnou sílu tímto proudem vzduchu vytvářenou.

Předpokládá se, že intenzitu pomocného elektrostatického pole mezi zvlákňovací elektrodou 31 a sběrnou elektrodou 41 lze nastavit tak, že v místě před dopadem proudů nanovláken 5 na protielektrody 32 je pomocné elektrostatické pole schopno působit na nanovlákná 5 přídavnou silou směrem ke sběrné elektrodě 41 a alespoň některá z nanovláken 5 vychýlit směrem ke sběrné elektrodě 41. Pro stabilitu procesu se však jeví jednodušší a/nebo výhodnější využít pomocné elektrostatické pole k podpoře přídavné síly vytvářeném prouděním vzduchu, jak bylo popsáno výše.

Vzhledem k tomu, že zvlákňování probíhá v pomocné zvlákňovací komoře 3, v níž je uložena jak zvlákňovací elektroda 31, tak protielektrody 32, jsou nároky na udržování potřebné pracovní atmosféry pro zvlákňování omezeny na vnitřní prostor pomocné zvlákňovací komory 3, zatímco v prostoru hlavní zvlákňovací komory 1 nejsou již nároky na pracovní atmosféru tak přísné, neboť tímto prostorem jsou nanovlákná 5 pouze transportována proudem vzduchu z pomocné zvlákňovací komory 3 a ukládána na podkladovém materiálu 2. Vzduch unášející nanovlákná 5 z pomocné zvlákňovací komory 3 sice obsahuje množství rozpouštědel blízké se maximální možné hodnotě, ale tento vzduch se rozptýluje do většího prostoru hlavní zvlákňovací komory 1, čímž se koncentrace rozpouštědel ve vzduchu sníží a vzduch v hlavní zvlákňovací komoře 1 lze měnit pomaleji a v menším množství, což snižuje energetické nároky na tuto výměnu i na celkový proces zvlákňování. Přitom vzduch hlavní zvlákňovací komorou 1 proudí známým způsobem vstupním otvorem 11 ze strany od výstupu podkladového materiálu 2 s uloženou vrstvou 51 nanovláken ke straně hlavní zvlákňovací komory 1 se vstupem podkladového materiálu 2, přičemž může být odváděn jak z prostoru pod podkladovým materiálem 2, tak z prostoru nad podkladovým materiálem 2, například výstupním otvorem 12. Vstupní otvor 11 a výstupní otvor 12 jsou tvořeny například šterbinou po celé šířce hlavní zvlákňovací komory 1 nebo soustavou otvorů po šířce hlavní zvlákňovací komory 1. Odváděný vzduch je známým způsobem čištěn a následně buď vypouštěn do okolní atmosféry, nebo vrácen zpět do stroje.

Do vzduchu přiváděného do pomocné zvlákňovací komory 3 lze přidávat vhodné modifikační činidlo ulpívající na povrchu nanovláken 5 nebo reagující s materiálem nanovláken 5 popřípadě s částicemi, které jsou v materiálu nanovláken 5 obsaženy. Modifikačními činidly mohou být činidla ze skupiny antimikrobiálních a/nebo antimikrobiálních činidel, například stříbro, TiO_2 ,

5 oxidy, soli, nebo činnidla s hydrofilizačním nebo hydrofobizačním účinkem, například silikonové nebo chlorové skupiny, čímž se na povrchu nanovláken 5 vytvoří hydrofilní nebo hydrofobní vrstva, takže vytvořená vrstva nanovláken bude mít hydrofilní nebo hydrofobní účinky. Přitom je možno v pomocné zvlákňovací komoře 3 přidávat z každé vzduchové trysky jiné modifikační
 5 činnidlo a toto provádět ve všech pomocných zvlákňovacích komorách 3 stejně nebo v každé pomocné zvlákňovací komoře 3 nanášet jiné modifikační činnidlo podle požadavků na konečné vlastnosti nanovláknenného materiálu. Modifikační činnidla mohou být přiváděna v plynné, kapalně nebo pevné formě, přičemž jsou do příslušného proudu vzduchu rozptylována vhodným známým způsobem.

10 Pomocná zvlákňovací komora 3 může být opatřena pomocnými tryskami 34 libovolného doplňkového plynného média do pracovní atmosféry pomocné zvlákňovací komory 3, jak je znázorněno na obr. 5, přičemž doplňkovým plynným médiem může být další vzduch, buď čistý nebo obsahující modifikační činnidla, nebo CO₂ nebo jiný z technologického hlediska potřebný nebo
 15 vhodný plyn, například inertní plyn, přičemž může být upravována i teplota přiváděného doplňkového plynného média. Například při přivádění stlačeného plynu do pomocné zvlákňovací komory 3 bude při jeho rozpínání docházet k ochlazování pracovní atmosféry, a tím ke změně krystalické struktury nanovláken 5.

20 Ve výše popsaném provedení zvlákňovací jednotky znázorněném na obr. 1 je pomocná zvlákňovací komora 3 otevřená směrem nahoru, sběrná elektroda 41 je uspořádána nad otvorem pomocné zvlákňovací komory 3 a nad zvlákňovací elektrodou 31 a zvlákňování probíhá směrem nahoru.

25 Na Obr. 2 je znázorněno příkladné provedení zvlákňovací jednotky, u něhož je pomocná zvlákňovací komora 3 otevřená směrem dolů, zvlákňovací elektroda 31 je uložena v horní části pomocné zvlákňovací komory 3 pod jejím horním dnem, sběrná elektroda 41 je uspořádána dole proti otvoru pomocné zvlákňovací komory 3 a zvlákňování probíhá opačným směrem, než u provedení podle obr. 1.

30 Příkladné provedení podle Obr. 3 představuje integraci provedení podle obr. 1 a 2. Pomocná zvlákňovací komora 3 je otevřena směrem nahoru i směrem dolů, přičemž oba otvory jsou uspořádány proti sobě. Uprostřed pomocné pracovní komory 3 je uspořádána zvlákňovací elektroda 31 tvořená ve znázorněném provedení strunou, která je vybavena známým zařízením na nanášení tekutého polymeru na její obvod. Kolem zvlákňovací elektrody 31 jsou do kříže uspořádány čtyři
 35 protielektrody 32, mezi každou z nichž a protilehlou hladinou polymeru na zvlákňovací elektrodě 31 se vytvoří elektrostatické pole o vysoké intenzitě a začne probíhat zvlákňování. Vznikající nanovlákná 5 jsou unášena k příslušné protielektrodě 32 a před dopadem na ni vychylována proudy vzduchu, které vycházejí ze vzduchových trysek 33, které jsou uloženy na stěně pomocné zvlákňovací komory 3 po celé její délce. V horní části pomocné zvlákňovací komory 3 jsou
 40 nanovlákná vychylována směrem k hornímu otvoru pomocné zvlákňovací komory 3, jímž procházejí a jsou ukládána na podkladový materiál 2. Sběrné místo 4 nanovláken 5 je u tohoto provedení tvořeno koronovou elektrodou 42, která vytváří proud elektronů, který směřuje ke zvlákňovací elektrodě 31 a ukládá se na podkladovém materiálu 2, který pak působí jako sběrná elektroda. Podkladový materiál 2 je u tohoto provedení mimo kontakt s koronovou elektrodou 42.
 45 Dolní část zařízení pracuje stejně jako výše uvedená horní část.

U příkladného provedení podle obr. 4a, 4b je zvlákňovací elektrodě 31 přiřazena jedna dvojice protielektrod 32. Úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou 31 a oběma protielektrodami 32 je 180°. I u tohoto provedení směřují vzduchové trysky 33 šikmo proti sobě a proudy
 50 vzduchu z nich vycházející se spojují a unášejí nanovlákná 5 směrem ke sběrnému místu 4 nanovláken 5. I u tohoto provedení je výhodné, jsou-li zvlákňovací elektroda 31 i dvojice protielektrod 32 obklopeny po celé své délce pomocnou zvlákňovací komorou 3, která je uložena v hlavní zvlákňovací komoře 1 a otevřena směrem ke sběrnému místu 4 nanovláken 5. Pomocná zvlákňovací komora není na Obr. 4a, 4b znázorněna.

U příkladného provedení podle obr. 5 je sběrné místo 4 nanovláken 5 tvořeno odsávacím a sběrným zařízením 43 nanovláken 5, které je spřaženo se zdrojem podtlaku. Jinak je zařízení ekvivalentní provedení podle obr. 1.

- 5 Odborníkovi v oboru je zřejmé, že všechna popsaná provedení lze natáčet na obě strany až o 90°, tedy až se ze zvlákňování ve svislém směru – nahoru nebo dolů stane zvlákňování ve směru horizontálním – nalevo či napravo.

Stejně tak je zřejmé, že protielektrody 32 mohou být uspořádány přestavitelně vůči zvlákňovací elektrodě 31, a to jak z hlediska vzdálenosti od zvlákňovací elektrody 31, tak z hlediska úhlu mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou 31 a oběma protielektrodami 32 příslušné dvojice protielektrod 32. Nastavitelný je také směr vyústění vzduchových trysek 33.

15 Odborníkovi je rovněž zřejmé, že zvlákňovací elektroda může být tvořena soustavou známých zvlákňovacích trysek.

20 PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob výroby nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrickém poli o vysoké intenzitě tvořeném rozdílem potenciálů mezi zvlákňovací elektrodou (31) a protielektrodou (32), které jsou tvořeny vzájemně rovnoběžnými délkově protáhlými tělesy, přičemž se zvlákňuje z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě (31) a vytvářená nanovlákná (5) jsou působením elektrického pole unášena k protielektrodě (32), **vyznačující se tím**, že se zvlákňuje z hladiny roztoku nebo taveniny polymeru na zvlákňovací elektrodě (31) vůči dvojici protielektrod, které jsou vzhledem ke zvlákňovací elektrodě (31) uspořádány ve stejné vzdálenosti a úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou (31) a oběma protielektrodami (32) příslušné dvojice protielektrod (32) je v rozsahu od 40° do 180°, přičemž proudy nanovláken (5) směřující ke každé z dvojice protielektrod (32) se před dopadem na příslušnou protielektrodu (32) vychylují působením přídavné síly směřující napříč proudy nanovláken (5) a touto přídavnou silou jsou nanovlákná unášena ke sběrnému místu (4) nanovláken (5).

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že se zvlákňuje vůči dvěma dvojicím protielektrod (32).

40 3. Způsob podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že se zvlákňuje v pomocné zvlákňovací komoře (3), která je uložena v hlavní zvlákňovací komoře (1), obklopuje zvlákňovací elektrodu (31) a protielektrody (32) po celé jejich délce a je otevřená směrem ke sběrnému místu (4) nanovláken (5) uspořádanému v hlavní zvlákňovací komoře (1).

45 4. Způsob podle nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že přídavná síla se vyvolává působením proudů vzduchu vstupujících podél celé délky zvlákňovací elektrody (31) do prostoru mezi zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou protielektrodou (32) příslušné dvojice protielektrod (32) a směřujících napříč prostorem mezi zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou protielektrodou (32) ke sběrnému místu (4) nanovláken (5).

50 5. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že přídavná síla se vyvolává působením elektrostatického pole mezi zvlákňovací elektrodou (31) a sběrnou elektrodou (41) uspořádanou ve sběrném místě (4) nanovláken (5).

6. Způsob podle nároku 4 nebo 5, **vyznačující se tím**, že přídavná síla se vyvolává působením podtlaku ve sběrném místě (4) nanovláken (5).
7. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím**, že nanovlákná (5) se ukládají na podkladový materiál (2) nebo ukládací prostředek uspořádaný před sběrným místem (4) nanovláken (5), které je tvořeno sběrnou elektrodou (41) nebo koronovou elektrodou (42) připojenou k vysokému napětí opačné polaroty než zvlákňovací elektroda (31).
8. Způsob podle libovolného z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že nanovlákná (5) se ve sběrném místě (4) odsávají sběrným zařízením (43) nanovláken (5).
9. Způsob podle nároku 4 a libovolného z následujících, **vyznačující se tím**, že proudy vzduchu obsahují alespoň jedno modifikační činidlo ulpívající na povrchu nanovláken (5) a/nebo reagující s materiálem nanovláken (5) případně s částicemi, které jsou v materiálu nanovláken (5) a/nebo na jejich povrchu obsaženy, přičemž modifikační činidlo je voleno ze skupiny obsahující alespoň antimikrobiální a/nebo antibakteriální činidla, s výhodou stříbro, TiO₂, oxidy, soli, nebo činidla s hydrofilizačním nebo hydrofobizačním účinkem, například silikonové nebo chlorové skupiny.
10. Způsob podle nároku 3 a libovolného z následujících, **vyznačující se tím**, že do pomocné zvlákňovací komory (3) se přivádí doplňkové plynné médium.
11. Zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním roztoku nebo taveniny polymeru v elektrostatickém poli o vysoké intenzitě vytvořeném mezi zvlákňovací elektrodou (31) a protielektrodou (32), které jsou tvořeny rovnoběžnými protáhlými tělesy, na jejichž povrchu je opakovaně nebo průběžně vytvářena vrstva roztoku nebo taveniny polymeru, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektrodě (31) je přiřazena alespoň jedna dvojice protielektrod (32), které jsou vzhledem ke zvlákňovací elektrodě (31) uspořádány ve stejné vzdálenosti a úhel mezi rovinami proloženými zvlákňovací elektrodou (31) a každou z protielektrod (32) příslušné dvojice protielektrod (32) je v intervalu od 40° do 180°, přičemž do prostoru mezi zvlákňovací elektrodou (31) a každou z dvojice protielektrod (32) jsou vyústěny vzduchové trysky (33) rozprostírající se rovnoběžně se zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou protielektrodou (32) po celé jejich délce a směr vyústění vzduchových trysek (33) protíná spojnicí zvlákňovací elektrody (31) a příslušné protielektrody (32) příslušné dvojice protielektrod (32) a směřuje ke sběrnému místu (4) nanovláken (5).
12. Zařízení podle nároku 11, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektrodě (31) jsou přiřazeny dvě dvojice protielektrod (32).
13. Zařízení podle nároku 11 nebo 12, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (31) s jí přiřazenou alespoň jednou dvojicí protielektrod (32) jsou po celé své délce obklopeny pomocnou zvlákňovací komorou (33), která je uložena v hlavní zvlákňovací komoře (1) a otevřena směrem ke sběrnému místu (4) nanovláken (5) uspořádanému v hlavní zvlákňovací komoře (1).
14. Zařízení podle nároků 11 až 13, **vyznačující se tím**, že protielektrody (32) jsou uloženy přestavitelně vůči zvlákňovací elektrodě (31).
15. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 14, **vyznačující se tím**, že vzduchové trysky (33) jsou uspořádány přestavitelně vzhledem ke zvlákňovací elektrodě (31) a příslušné protielektrodě (32) příslušné dvojice protielektrod (32).
16. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 15, **vyznačující se tím**, že směr vyústění vzduchových trysek (33) je nastavitelný.

17. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 16, **vyznačující se tím**, že sběrné místo (4) nanovláken (5) je tvořeno odsávacím a sběrným zařízením (43) nanovláken (5).

5 18. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 16, **vyznačující se tím**, že sběrné místo je tvořeno sběrnou elektrodou (41) připojenou ke zdroji vysokého napětí opačné polarity než zvlákňovací elektroda (31), přičemž před sběrnou elektrodou (32) je ve směru od zvlákňovací elektrody (31) uspořádán podkladový materiál (2) nebo ukládací prostředek pro nanovlákná (5).

10 19. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 16, **vyznačující se tím**, že sběrné místo (4) je tvořeno koronovou elektrodou (42) připojenou ke zdroji vysokého napětí opačné polarity než zvlákňovací elektroda (31), přičemž před koronovou elektrodou (32) je ve směru od zvlákňovací elektrody (31) uspořádán mimo kontakt s koronovou elektrodou (42) podkladový materiál (2) nebo ukládací prostředek pro nanovlákná (5).

15 20. Zařízení podle libovolného z nároků 13 až 19, **vyznačující se tím**, že v pomocné zvlákňovací komoře (3) je uspořádána alespoň jedna pomocná tryska (34) pro přivádění doplňkového plynu.

20 21. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 20, **vyznačující se tím**, že sběrné místo (4) nanovláken (5) je uspořádáno nad zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou dvojicí protielektrod (32) a vytvářená nanovlákná (5) jsou ke sběrnému místu (4) nanovláken (5) unášena směrem vzhůru.

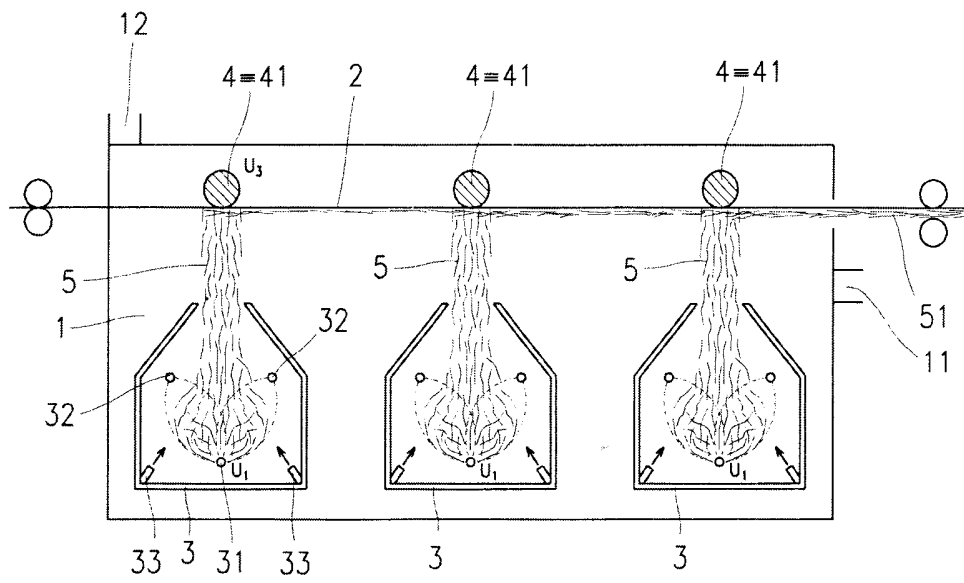
25 22. Zařízení podle libovolného z nároků 11 až 21, **vyznačující se tím**, že sběrné místo (4) nanovláken (5) je uspořádáno pod zvlákňovací elektrodou (31) a příslušnou dvojicí protielektrod (32) a vytvářená nanovlákná (5) jsou ke sběrnému místu (4) nanovláken (5) unášena směrem dolů.

30 23. Zařízení podle nároku 21 nebo 22, **vyznačující se tím**, že je pootočeno o úhel až 90° libovolným směrem.

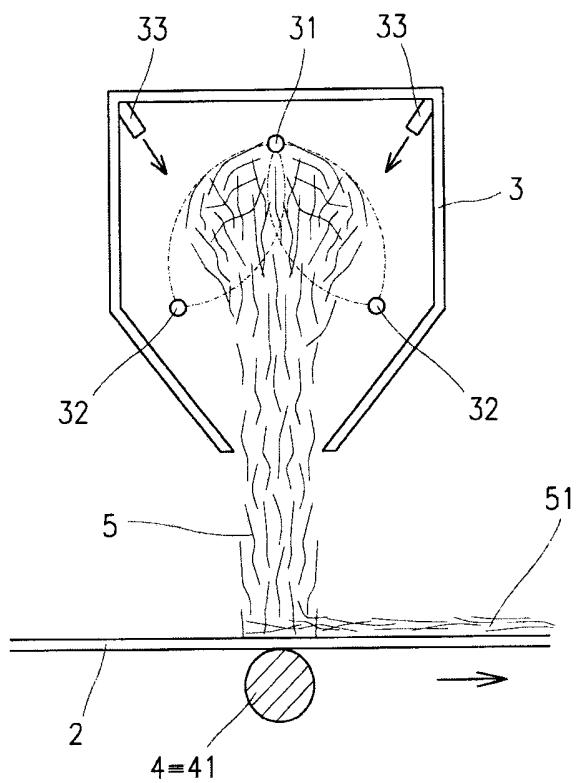
35 5 výkresů

Seznam vztahových značek:

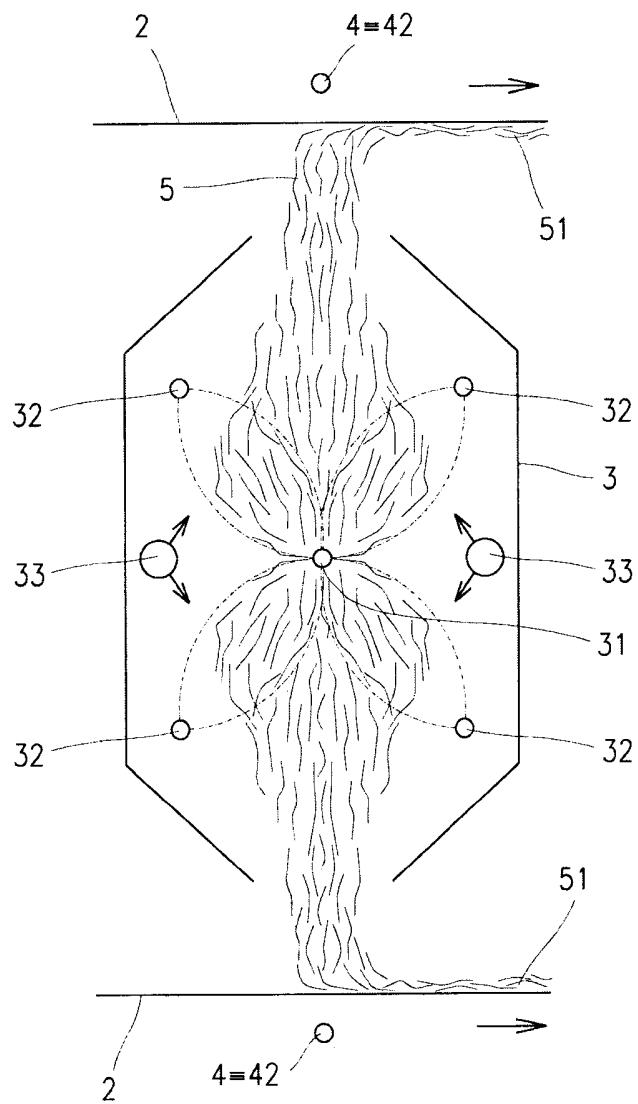
	1	hlavní zvlákňovací komora
40	11	vstupní otvor vzduchu
	12	výstupní otvor vzduchu
	2	podkladový materiál
	3	pomocná zvlákňovací komora
	31	zvlákňovací elektroda
45	32	protielektróda
	33	vzduchová tryska
	34	pomocná tryska
	4	sběrné místo nanovláken
	41	sběrná elektroda
50	42	koronová elektroda
	43	odsávací a sběrné zařízení nanovláken
	5	nanovlákná
	6	sběrná nádoba
	U_1	napětí na zvlákňovací elektrodě
55	U_2	napětí na protielektrodách
	U_3	napětí na sběrné elektrodě



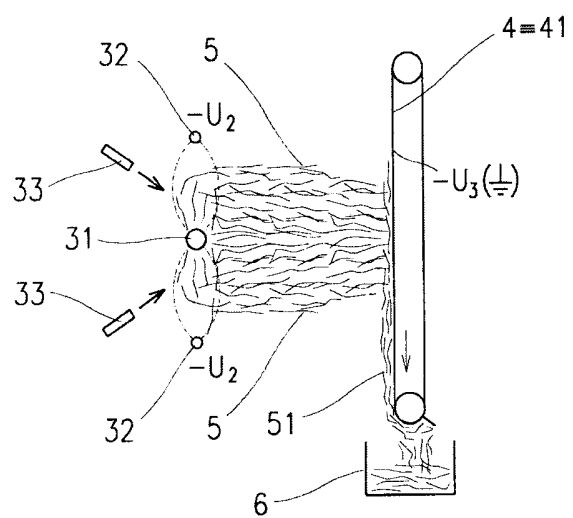
Obr. 1



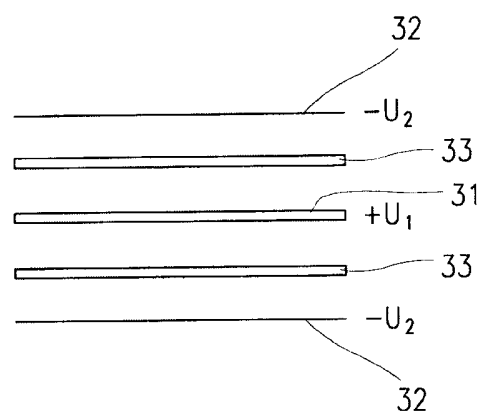
Obr. 2



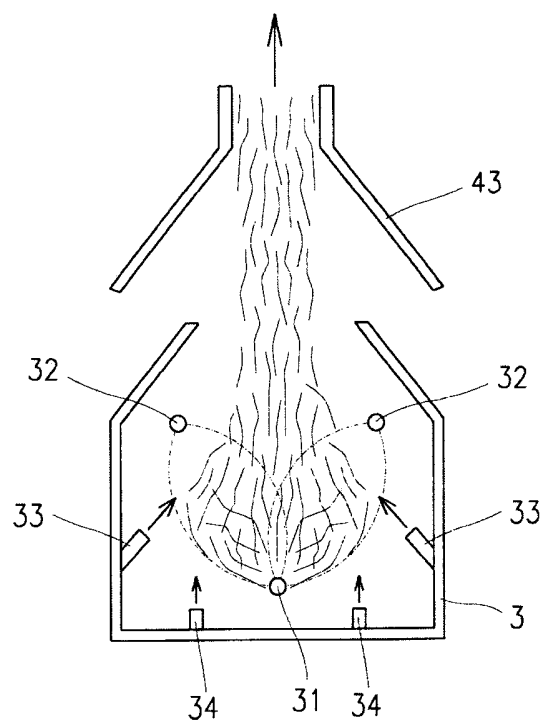
Obr. 3



Obr. 4a



Obr. 4b



Obr. 5

Konec dokumentu
