

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: 27.11.2009

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: 08.06.2011
(Věstník č. 23/2011)

(21) Číslo dokumentu:

2009-797

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

D02G 3/36 (2006.01)
D02G 3/38 (2006.01)
D01D 5/00 (2006.01)
D01D 5/11 (2006.01)
B82B 1/00 (2006.01)
B82B 3/00 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ
ELMARCO s.r.o., Liberec 9, CZ

(72) Původce:

Jirsák Oldřich Prof. RNDr. CSc., Liberec 20, CZ
Sanetník Filip, Liberec 14, CZ
Mareš Ladislav Ing., Liberec 20, CZ

(74) Zástupce:

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

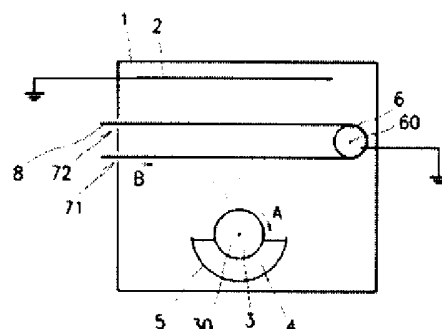
(54) Název přihlášky vynálezu:

**Lineární vlákenný útvar obsahující
nanovlákná a způsob a zařízení pro jeho
výrobu**

(57) Anotace:

Vynález se týká lineárního vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná uložená na lineárním vlákenném jádru (8), přičemž nanovlákná jsou k jádru (8) fixována ovínem alespoň jednou krycí nití (121, 1210). Vynález se dále týká způsobu výroby lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro (8), na které se ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole o vysoké intenzitě ukládají nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice. Zvlákňovacím prostorem elektrického pole se přitom vedou alespoň dva přímé úseky lineárního vlákenného jádra (8), mezi kterými se jádro (8) mimo zvlákňovací prostor elektrického pole vede alespoň po části obvodu vodícího válce (6), přičemž v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce (6) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá tento úsek jádra (8) s podélnou osou vodícího válce ostrý úhel. Vynález se také týká zařízení pro výrobu lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro (8), na němž jsou uložena nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole vytvořeného mezi zvlákňovací elektrodou (3) a sběrnou elektrodou (2). V aktivní komoře (1) je přitom vytvořeno vedení lineárního vlákenného jádra (8), které obsahuje vodící válec (6) uspořádaný mimo zvlákňovací prostor elektrického pole, přičemž zvlákňovacím prostorem elektrického pole jsou vedeny alespoň dva přímé úseky lineárního vlákenného jádra (8). Mezi nimi je jádro (8) vedeno alespoň po části obvodu vodícího válce (6), a v průmětu do roviny tečné k obvodu

vodícího válce a procházející příslušným úsekem jádra (8), svírá s podélnou osou vodícího válce (6) ostrý úhel.



Lineární vlákenný útvar obsahující nanovlákná a způsob a zařízení pro jeho výrobu

Oblast techniky

5 Vynález se týká lineární vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná uložená na lineárním vlákenném jádru.

Dále se vynález týká způsobu výroby lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro, na které se ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole o vysoké intenzitě ukládají nanovlákná vyrobená
10 elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice.

Vynález se týká také zařízení pro výrobu lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro, na němž jsou uložena nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole vytvořeného mezi zvlákňovací elektrodou a sběrnou
15 elektrodou, které jsou uspořádány proti sobě v aktivní komoře.

Dosavadní stav techniky

Dosud bylo vyvinuto několik postupů pro výrobu nanovláken, tj. vláken o průměru pod 1 mikrometr, které jsou založeny na různých fyzikálních nebo
20 chemických procesech. Nejvýznamnějším z nich, a v současné době také jediným průmyslově využitelným, je elektrostatické zvlákňování roztoků nebo tavenin polymerů, při kterém se nanovlákná formují silovým působením elektrického pole vytvořeného mezi sběrnou elektrodou a zvlákňovací elektrodou protáhlého tvaru z roztoku nebo taveniny polymeru nacházejícího se
25 v elektrickém poli na povrchu této zvlákňovací elektrody. Dle EP 1673493 je přitom zvlákňovací elektroda tvořena otáčejícím se protáhlým tělesem; dle WO 2009010020 obsahuje statický nebo ve směru své délky pohyblivý zvlákňovací prvek ve tvaru struny.

Typickým produktem elektrostatického zvlákňování je plošná vrstva
30 vzájemně propletených nanovláken. Ta má sice v kombinaci s dalšími

podpůrnými či krycími vrstvami celou řadu využití, zejména v oblasti filtrace a hygienických prostředků, avšak pro mnoho dalších aplikací je využitelná pouze omezeně, či dokonce vůbec. Tyto aplikace totiž principiálně vyžadují spíše lineární útvary tvořené nanovláknem, případně složitější prostorové struktury připravené dalším zpracováním takových lineárních útvarů.

V tomto smyslu byl v US 2008265469 navržen způsob výroby nanovláknenné příze přímým odtahováním nanovláken z několika dvojic proti sobě uspořádaných trysek nabitých opačným elektrickým nábojem, a jejich následným pojením. Tento způsob je však schopen dosáhnout pouze nízkého výkonu, který navíc nebude díky vzájemnému ovlivňování elektrických polí jednotlivých trysek konstantní. Výsledný lineární útvar, pokud vůbec dojde k jeho vytvoření, bude mít nerovnoměrnou strukturu a minimální pevnost v tahu. Tento způsob a jím připravený lineární útvar se tak hodí pouze pro experimentální použití v laboratoři.

US 20090189319 popisuje způsob výroby lineárního útvaru tvořeného nanovláknem stáčením plošné vrstvy nanovláken. I takto připravený lineární útvar však má pouze minimální pevnosti v tahu a není vhodný pro jakékoliv praktické využití. Způsob stáčení plošné vrstvy nanovláken je navíc technologicky poměrně složitý a zdoluhavý, přičemž dosahuje pouze nízkých výkonů, takže je využitelný jen v omezeném laboratorním měřítku.

Další možností přípravy lineárního nanovláknenného útvaru je použití sběrné elektrody dle WO 2009049564, která v jedné z popsaných variant obsahuje systém singulárních elektrických nábojů uspořádaných na úsečce, nebo na obvodu otáčejícího se disku. Vytvářená nanovláknena se přitom přednostně ukládají podél těchto singulárních nábojů a vytváří tak na sběrné elektrodě lineární útvar. Jeho pevnost v tahu přitom může být vyšší než u útvarů připravených některých z předchozích způsobů, avšak pro praktické využití je stále nedostatečná. Další nevýhodou tohoto postupu je relativně malá dosažitelná délka lineárního nanovláknenného útvaru omezená maximální délkou sběrné elektrody. Díky tomu nelze ani tento postup použít úspěšně v průmyslovém měřítku.

Pro dosažení požadované pevnosti v tahu a zlepšení dalších mechanických vlastností bylo dále navrženo několik způsobů pro přípravu lineárního textilního útvaru, který obsahuje jádro tvořené nití, přízí či obdobným lineárním textilním tvarem, na němž je uložen plášť tvořený nanovláknem. Jádro
5 přitom umožňuje mj. mechanické zpracovávání tohoto útvaru běžnými textilními technikami, zatímco plášť mu má poskytovat výhodné vlastnosti nanovláken vycházející především z jejich morfologie, jako je například vysoký měrný povrch, výborné sorpční vlastnosti, malá velikost mezivláknenných prostorů, atd.

Postup přípravy takového lineárního textilního útvaru, při kterém je jádro
10 ovijeno úzkou plošnou vrstvou nanovláken, byl popsán ve WO 2008095239. Pouhým uložením plošné vrstvy nanovláken na jádro však není zaručeno jejich dostatečně odolné propojení, a vrstva nanovláken se z jádra strhává v podstatě při jakékoliv následné manipulaci. Avšak ještě podstatnějším nedostatkem tohoto postupu je komplikovaná, ne-li zcela nemožná, příprava použitelné
15 plošné vrstvy nanovláken. Ta se totiž díky své malé pevnosti téměř při jakékoliv manipulaci trhá na drobné útržky, které se díky svému velkému povrchu spojují do chomáčků a/nebo uplívají na okolních předmětech. Za použití dostupných technických prostředků tak v žádném případě nelze zajistit kontinuální přívod plošné vrstvy nanovláken k jádru a vytvoření rovnoměrného a souvislého
20 pláště. Tento postup není díky své technologické náročnosti a nespolehlivosti vhodný pro průmyslové využití a hodí se pouze pro výzkumné účely.

Tyto a další nedostatky měly být odstraněny způsobem popsáním ve WO 2008106904, u kterého jsou nanovláknem nanášena na jádro tvořené nití nebo přízí ihned po vytvoření elektrostatickým zvlákňováním. Jádro je přitom
25 před nanášením nanovláken udělován nepravý zákrut, při jehož vytváření a následné eliminaci se nanovláknem mechanicky zachycují v jeho struktuře. Během experimentů se však ukázalo, že mechanické zachycení nanovláken na jádru je pro další zpracovávání nedostatečné. Dalším nedostatkem tohoto postupu je poměrně nízký výkon elektrostatického zvlákňování způsobený
30 zejména koncentrací elektrického pole v blízkosti jádra. Jeho důsledkem je úplná nebo částečná eliminace elektrického náboje nanovláken a změna jejich dráhy v elektrickém poli, v důsledku čehož se velká část nanovláken ukládá

mimo povrch jádra. I když tento způsob dosahuje ze všech dosud známých řešení nejvyššího výkonu, a jím připravený lineární útvar nejvýhodnějších vlastností, jejich reálná průmyslová využitelnost je velmi omezená.

- 5 Cílem vynálezu je odstranit nebo alespoň zmírnit nevýhody stavu techniky návrhem zařízení a způsobu pro výrobu lineárního textilního útvaru obsahujícího nanovlákná, který by byl průmyslově využitelný, a který by umožnil samostatné využití připraveného lineárního textilního útvaru, případně jeho další zpracovávání běžnými textilními technikami.

10 **Podstata vynálezu**

- Cíle vynálezu je dosaženo lineárním vlákenným útvarem obsahujícím nanovlákná uložená na lineárním vlákenném jádru, která jsou k němu fixována ovinem alespoň jednou krycí nití. Ovin krycí nití zajišťuje pro většinu uvažovaných aplikací dostatečně pevné a odolné uložení nanovláken na jádru, a současně umožňuje plné využití specifických vlastností nanovláken, jejich materiálu či sloučenin v jejich materiálu uložených, neboť nebrání přístupu k nim.

Ještě pevnějšího a odolnějšího uložení se dosáhne při fixaci nanovláken k jádru ovinem dvou krycích nití ovinutých v navzájem opačném smyslu.

- 20 Současně s ovinem jednou nebo dvěma krycími nitěmi lze využít také jiný typ fixace, a to buď tepelnou fixaci a/nebo mechanickou fixaci prostřednictvím vhodného pojiva.

- Kromě toho je cíle vynálezu dosaženo také způsobem výroby lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro, na které se ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole o vysoké intenzitě ukládají nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice. Podstata tohoto způsobu pak spočívá v tom, že zvlákňovacím prostorem elektrického pole se vedou alespoň dva přímé úseky lineárního vlákenného jádra, mezi kterými se jádro mimo zvlákňovací prostor elektrického pole vede alespoň po části obvodu vodícího válce, přičemž v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce a procházející příslušným úsekem jádra svírá tento úsek jádra s podélnou osou
- 25
- 30

vodicího válce ostrý úhel. Díky tomuto vedení je nalétávajícím nanovláknům postupně, případně i opakovaně vystavován celý obvod jádra, a nanovlákná na něm vytvářejí požadovanou souvislou a rovnoměrnou vrstvu.

- 5 Z hlediska průmyslového využití je výhodnější pokud se jádro vede mimo zvlákňovací prostor alespoň po části obvodu dvou vodicích válců uspořádaných na opačných stranách zvlákňovacího prostoru, přičemž jejich podélné osy jsou navzájem různoběžné. V průmětu do roviny tečné k obvodu vodicího válce a procházející příslušným úsekem jádra pak svírá tento úsek jádra s podélnou osou příslušného vodicího válce ostrý úhel. Tímto způsobem je možné vést
- 10 zvlákňovacím prostorem elektrického pole dle potřeby libovolné množství přímých úseků jádra.

V další výhodné variantě jsou pak podélné osy vodicích válců navzájem mimoběžné.

- 15 Pro zvýšení množství nanovláken zachycených na lineárním vlákenném jádru na něj lze, před jeho vstupem do zvlákňovacího prostoru elektrického pole, nanášet elektricky vodivou kapalinu, čímž se zvyšuje jeho elektrická vodivost. Jádro se následně ve zvlákňovacím prostoru a/nebo mimo něj uzemní, díky čemuž je z něj odváděn elektrický náboj, který se na něm indukuje a/nebo který se na něj nanáší nanovlákná, takže nedochází k nežádoucímu
- 20 ovlivňování elektrického pole a průběhu elektrostatického zvlákňování.

- Zvýšení elektrické vodivosti jádra současně umožňuje elektrostatické zvlákňování bez použití sběrné elektrody, přičemž elektrické pole, v jehož zvlákňovacím prostoru se na jádro elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice ukládají nanovlákná, se vytváří mezi zvlákňovací elektrodou a elektricky
- 25 vodivým jádrem. Jádro se tak chová jako sběrná elektroda.

Pro další ukládání a zpracovávání vytvořeného lineárního vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná je výhodné, pokud se z jádra se zvýšenou elektrickou vodivostí po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole odvede alespoň část elektricky vodivé kapaliny.

Většina aplikací dále vyžaduje fixaci nanovláken k jádru tepelnou nebo mechanickou fixací prováděnou po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole, případně jejich kombinací.

Nejvhodnějším způsobem mechanické fixace je přitom ovinutí alespoň
5 jednou krycí nití, případně dvěma krycími nitěmi ovinutými v navzájem opačném smyslu.

Kromě toho je cíle vynálezu dále dosaženo zařízením pro výrobu lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro, na němž jsou uložena nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní
10 matrice ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole vytvořeného mezi zvlákňovací elektrodou a sběrnou elektrodou. V aktivní komoře je vytvořeno vedení lineárního vlákenného jádra, které obsahuje vodící válec uspořádaný mimo zvlákňovací prostor elektrického pole, přičemž zvlákňovacím prostorem elektrického pole jsou vedeny alespoň dva přímé úseky lineárního vlákenného
15 jádra, mezi kterými je jádro vedeno alespoň po části obvodu vodícího válce, a v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce a procházející příslušným úsekem jádra, svírá jádro s podélnou osou vodícího válce ostrý úhel. Díky tomuto vedení lineárního vlákenného jádra se nanovlákná mohou ukládat po celém jeho obvodu.

20 Z hlediska vyššího výkonu a použití v průmyslovém měřítku je výhodnější, pokud vedení lineárního vlákenného jádra obsahuje dva vodící válce uspořádané mimo zvlákňovací prostor elektrického pole na jeho opačných stranách. Podélné osy vodících válců jsou přitom navzájem různoběžné, a lineární vlákenné jádro je vedeno alespoň po části obvodu obou vodících válců,
25 a svírá přitom v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce a procházející příslušným úsekem jádra s podélnými osami vodících válců ostrý úhel.

V další variantě jsou pak podélné osy vodících válců navzájem mimoběžné.

Pro dosažení většího zachytu nanovláken na lineárním vlákenném jádru
30 je dále výhodné, pokud se elektrické pole vytvoří mezi zvlákňovací elektrodou a elektricky vodivým lineárním vlákenným jádrem. Pro zvýšení elektrické vodivosti jádra je přitom před jeho prvním vstupem do zvlákňovacího prostoru

elektrického pole uspořádána nanášecí jednotka pro nanášení elektricky vodivé kapaliny.

- Vzhledem k tomu, že pro ukládání lineárního vlákného útvaru obsahujícího nanovlákná a jeho další zpracovávání je výhodné, pokud je z něj odstraněna alespoň část elektricky vodivé kapaliny, je za jeho v pořadí posledním výstupem ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole uspořádáno zařízení pro odvádění alespoň části elektricky vodivé kapaliny z lineárního vlákného jádra. Zde je také uspořádáno zařízení pro mechanickou a/nebo tepelnou fixaci nanovláken k lineárnímu vláknému jádru. Tím je s výhodou
- 10 zařízení pro jeho ovíjení alespoň jednou krycí nití, případně zařízení pro jeho ovíjení dvěma krycími nitěmi.

Přehled obrázků na výkrese

- Podstata vynálezu bude vysvětlena s přihlédnutím k přiloženému výkresu, kde je na obr. 1 schematicky znázorněn průřez aktivní komorou zařízení pro výrobu lineárního vlákného útvaru obsahujícího nanovlákná, na obr. 2 pohled shora na vedení lineárního vlákného jádra ve zvlákňovacím prostoru zařízení podle obr. 1, na obr. 3 průřez aktivní komorou zařízení pro výrobu lineárního vlákného útvaru obsahujícího nanovlákná v jiné variantě, na obr. 4 pohled shora na vedení lineárního vlákného jádra ve zvlákňovacím prostoru zařízení podle obr. 3, na obr. 5 průřez aktivní komorou zařízení pro výrobu lineárního vlákného útvaru obsahujícího nanovlákná v další variantě, na obr. 6 průřez zařízením pro fixaci nanovláken k jádru lineárního textilního útvaru, na obr. 7a jedna z výhodných variant provedení lineárního vlákného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu, a na obr. 7b jiná z výhodných variant provedení tohoto lineárního vlákného útvaru.
- 15
20
25

Příklady provedení vynálezu

- Zařízení podle vynálezu pro výrobu lineárního vlákného útvaru obsahujícího lineární vlákné jádro, na němž jsou uložena nanovlákná, obsahuje aktivní komoru 1, v níž probíhá výroba polymerních nanovláken
- 30

elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice – roztoku nebo taveniny polymeru, a jejich ukládání na vhodný lineární podklad. Polymerní matrice přitom může obsahovat jedno nebo více vhodných aditiv, která požadovaným způsobem ovlivňují vlastnosti připravovaných nanovláken, jako
5 např. kovy, soli, či jiné nízkomolekulární látky, jejich prekurzory, apod.

V provedení zařízení znázorněném na obr. 1 je v horní části aktivní komory 1 staticky uložena sběrná elektroda 2 tvořená elektricky vodivou deskou. Ve spodní části aktivní komory 1 je pod sběrnou elektrodou 2 otočně uložena zvlákňovací elektroda 3 tvořená válcem, který zasahuje částí svého
10 obvodu do polymerní matrice 4 uložené v zásobníku 5. Zvlákňovací elektroda 3 je spřažená s neznázorněným pohonem pro rotační pohyb kolem podélné osy ve směru šipky A. Zvlákňovací elektroda 3 a sběrná elektroda 2 jsou dále propojeny s opačnými póly neznázorněného zdroje vysokého stejnosměrného napětí, případně je jedna z nich uzemněna, čímž je mezi nimi vytvořeno
15 elektrické pole o vysoké intenzitě. Jednou z možných variant přivedení elektrického náboje na zvlákňovací elektrodu 3 je přitom jeho přivedení do polymerní matrice 4 v zásobníku 5.

Součástí elektrického pole mezi zvlákňovací elektrodou 3 a sběrnou elektrodou 2 je zvlákňovací prostor, ve kterém dochází, jak bude popsáno dále,
20 k formování nanovláken z vrstvy polymerní matrice na povrchu zvlákňovací elektrody 3, a k jejich unášení směrem ke sběrné elektrodě 2.

Mimo zvlákňovací prostor elektrického pole je v aktivní komoře 1 volně otočně uspořádán uzemněný vodící válec 6 vytvořený z elektricky vodivého materiálu. Vodící válec 6 tvoří společně s příváděcím otvorem 71 a odváděcím
25 otvorem 72, které jsou vytvořeny ve stěně aktivní komory 1, vedení lineárního vláknenného jádra 8, které slouží jako podklad pro ukládání nanovláken a tvoří jádro lineárního vláknenného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu. Lineární vláknenné jádro 8 je přivedeno do aktivní komory 1 příváděcím otvorem 71, a přes zvlákňovací prostor elektrického pole je vedeno na spodní část
30 obvodu vodícího válce 6. Po vnější části jeho obvodu je lineární vláknenné jádro 8 vedeno na horní část obvodu vodícího válce 6, odkud je přes zvlákňovací prostor elektrického pole a přes odváděcí otvor 72 vyvedeno ven z aktivní

komory 1. Mimo aktivní komoru 1 je lineární vlákenné jádro 8 spřaženo s neznázorněným navijecím a/nebo odtahovacím zařízením, které zajišťuje jeho pohyb v aktivní komoře 1 ve směru šipky **B**. Zvlákňovacím prostorem elektrického pole jsou tak vedeny dva přímé úseky lineárního vlákenného jádra 8, které leží v navzájem rovnoběžných rovinách tečných k vodícímu válci 6. Jak je patrné z obr. 2, každý z přímých úseků lineárního vlákenného jádra 8 přitom svírá v průmětu do této roviny s podélnou osou 60 vodícího válce 6 ostrý úhel α .

Dosažení požadované velikosti úhlu α je zajištěno vzájemnou polohou příváděcího otvoru 71 a odváděcího otvoru 72 a/nebo polohou či natočením vodícího válce 6 vůči nim a/nebo prostřednictvím neznázorněných vodících prvků lineárního vlákenného jádra 8 uspořádaných v aktivní komoře 1. Přitom je výhodné, pokud uložení vodícího válce 6 umožňuje změnu polohy a/nebo sklonu vodícího válce 6, a tím nastavení vhodné velikosti úhlu α , např. v závislosti na aktuálních podmínkách v elektrickém poli a/nebo typu polymerní matrice 4 a/nebo dalších faktorech.

V dalších neznázorněných příkladech provedení jsou přímé úseky lineárního vlákenného jádra 8 vedeny zvlákňovacím prostorem mimoběžně, v navzájem různoběžných rovinách, které se protínají ve zvlákňovacím prostoru, nebo mimo něj. V každém případě je však pro správnou funkci nutné některým z výše popsaných způsobů zajistit existenci ostrého úhlu α mezi přímými úseky lineárního vlákenného jádra 8 a podélnou osou 61 vodícího válce 6 v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce 6 a procházející daným přímým úsekem lineárního vlákenného jádra 8.

Kterýmkoliv z těchto způsobů, případně jejich kombinacemi, lze v dalších neznázorněných variantách vést zvlákňovacím prostorem elektrického pole paralelně několik lineárních vlákenných jader 8 stejného nebo různého typu.

Vhodným lineárním vlákenným jádrem 8 je např. nit libovolného typu, či jiný lineární vlákenný útvar, jako např. příze, vlákno, vlákenný či mikrovláknenný kabel, atd. Při použití vlákna (filamentu) je výhodné, pokud je jeho povrch vhodným způsobem modifikován pro zvýšení přilnavosti nanášených nanovláken k němu.

Na obr. 3 je znázorněna další varianta zařízení podle vynálezu, která se od varianty znázorněné na obr. 1 liší zejména způsobem vedení lineárního vláknenného jádra 8 v aktivní komoře 1 a počtem jeho přímých úseků ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole. U tohoto provedení jsou v aktivní komoře 1 mimo zvlákňovací prostor elektrického pole uloženy dva stejné vodící válce 61 a 62, uspořádané na opačných stranách zvlákňovacího prostoru. Oba vodící válce 61 a 62 jsou vytvořeny z elektricky vodivého materiálu a jsou uzemněny. Jejich podélné osy 610 a 620 leží ve společné rovině, která je ve znázorněném příkladu provedení rovnoběžná se sběrnou elektrodou 2, a jsou navzájem různoběžné, takže spolu v této rovině svírají ostrý úhel β (obr. 4). Ve výhodném konstrukčním provedení přitom umožňuje uložení alespoň jednoho z vodících válců 61 a 62 změnu aktuální velikosti úhlu β a nastavení jeho požadované hodnoty, a to buď během odstávky zařízení, nebo výhodněji během jeho provozu.

V jiném neznázorněném příkladu provedení mohou být podélné osy 610 a 620 vodících válců 61 a 62 navzájem mimoběžné, přičemž ostrý úhel β svírají v průmětu do příslušné roviny, kterou je v případě umístění vodících válců 61 a 62 vedle sebe (provedení znázorněné na obr. 3 a obr. 5) libovolná horizontální rovina, a v případě umístění vodících válců 61 a 62 pod sebou libovolná vertikální rovina.

Lineární vláknenné jádro 8 je ve znázorněném příkladu provedení přivedeno do aktivní komory 1 příváděcím otvorem 71, a před vstupem do zvlákňovacího prostoru elektrického pole je vedeno po spodní části obvodu prvního vodícího válce 61. Odtud je přes zvlákňovací prostor elektrického pole přivedeno na horní část obvodu druhého vodícího válce 62, a po vnější části jeho obvodu je vedeno na spodní část obvodu druhého vodícího válce 62. Odtud je přes zvlákňovací prostor elektrického pole dále vedeno na horní část obvodu prvního vodícího válce 61. Po vnější části jeho obvodu je lineární vláknenné jádro 8 vedeno na spodní část obvodu prvního vodícího válce 61, odkud je opět přes zvlákňovací prostor elektrického pole veden na horní část obvodu druhého vodícího válce 62, a prostřednictvím odváděcího otvoru 72 ven z aktivní komory 1. Mimo aktivní komoru 1 je lineární vláknenné jádro 8 spřaženo

s neznázorněným navíjecím a/nebo odtahovacím zařízením, které zajišťuje jeho pohyb v aktivní komoře 1 ve směru šipky B. Zvlákňovacím prostorem elektrického pole jsou tak vedeny tři přímé úseky lineárního vlákenného jádra 8, z nichž první a třetí v pořadí jsou navzájem rovnoběžné, a druhý úsek
5 lineárního vlákenného jádra 8 uspořádaný mezi nimi je s nimi mimoběžný (obr. 4). Jak je dále patrné z obr. 4, v pořadí první a třetí přímý úsek lineárního vlákenného jádra 8 svírají v průměru do roviny tečné k druhému vodicímu válci 62 a procházející jedním z těchto přímých úseků s podélnou osou 620 druhého vodícího válce 62 ostrý úhel α . Stejný ostrý úhel α přitom svírá v průmětu do
10 roviny tečné k druhému vodicímu válci 62 a procházející druhým přímým úsekem s podélnou osou 620 druhého vodícího válce 62 také v pořadí druhý přímý úsek lineárního vlákenného jádra 8. Druhý úsek pak dále svírá v průmětu do roviny tečné k prvnímu vodicímu válci 61 a procházející druhým přímým úsekem s podélnou osou 610 prvního vodícího válce 61 ostrý úhel γ , přičemž
15 jak je patrné z obr. 4, $\gamma = \alpha - \beta$. Tímto způsobem vedení je mezi prvním a třetím přímým úsekem lineárního vlákenného jádra 8 vytvořena rozteč b, jejíž velikost je funkcí úhlu β , a její hodnota je v závislosti na něm nastavitelná. Při konstantní hodnotě úhlu β během provozu zařízení je konstantní i velikost rozteče b.

Délka jednotlivých přímých úseků lineárního vlákenného jádra 8 není
20 díky různoběžnosti, případně mimoběžnosti podélných os 610 a 620 vodících válců 61 a 62 stejná, a ve znázorněném příkladu provedení se ve směru pohybu lineárního vlákenného jádra 8 naznačeném šipkami B zvětšuje.

Stejně jako v předcházející variantě zařízení znázorněné na obr. 1 a obr. 2 může být vedení lineárního vlákenného jádra 8 také v této variantě dále
25 doplněno dalšími neznázorněnými vodícími prostředky pro úpravu směru vedení a/nebo zpřesnění vedení a/nebo snížení tření, atd.

U obou popsaných variant se zvlákňovací elektroda 3 otáčí kolem podélné osy 30, a vynáší na svém povrchu do elektrického pole mezi zvlákňovací elektrodou 3 a sběrnou elektrodou 2 vrstvu polymerní matrice 4. Ve
30 zvlákňovacím prostoru tohoto elektrického pole pak dochází díky silovému působení elektrického pole k deformaci této vrstvy polymerní matrice 4 a k vytváření tzv. Taylorových kuželů, z nichž jsou dále známým postupem

vydlužována nanovlákná. Ta se, rovněž díky silovému působení elektrického pole, pohybují směrem ke sběrné elektrodě 2, a mechanicky se zachytávají na přímých úsecích lineárního vlákenného jádra 8. Lineární vlákenné jádro 8 je současně odtahovacím zařízením odtahováno ve směru své délky (šipky B),
5 přičemž vedení přes vodící válec 6 (61, 62) pod ostrým úhlem α (y) navíc způsobuje jeho odvalování po povrchu vodícího válce 6 (61, 62), takže lineární vlákenné jádro 8 současně rotuje kolem své podélné osy. Nalétávajícím nanovláknům se tak postupně, případně i opakovaně, vystavuje celý obvod lineárního vlákenného jádra 8, a nanovlákná na něm vytváří souvislou vrstvu.
10 Vzhledem k tomu, že v každém následujícím přímém úseku má rotace lineárního vlákenného jádra 8 opačný smysl než v tom předchozím, nevytváří se na něm dodatečný nepravý zákrut, nebo je tento nepravý zákrut nepatrný a snadno eliminovatelný.

Počet otáček lineárního vlákenného jádra 8 kolem jeho podélné osy
15 v jednotlivých přímých úsecích lze zvýšit nebo naopak snížit změnou úhlu β svíraného podélnými osami 610, 620 vodících válců 61, 62 (resp. natočením vodícího válce 6 vůči vedení lineárního vlákenného jádra 8), jejich vzájemnou vzdáleností. Různoběžnost, případně mimoběžnost podélných os 610 a 620 vodících válců 61 a 62 současně zajišťuje vytvoření a zachování výše popsané
20 rozteče b mezi přímými úseky lineárního vlákenného jádra 8 vedenými zvlákňovacím prostorem elektrického pole. Aktuální velikost rozteče b je funkcí úhlu β svíraného podélnými osami 610 a 620 vodících válců 61 a 62, a má podstatný vliv na množství nanovláken zachycených na lineárním vlákenném jádru 8 a jejich rozložení na něm. Při malé hodnotě rozteče b se chovají
25 všechny přímé úseky lineárního vlákenného jádra 8 jako rovinná překážka, a nalétávající nanovlákná se současně ukládají na dva, případně i více přímých úseků, přičemž mají tendenci vytvářet na nich rovinnou vrstvu. Ta se ale při protisměrném pohybu sousedních přímých úseků lineárního vlákenného jádra 8 trhá, a nanovlákná se shlukují do chomáčků. Naopak při příliš velké hodnotě
30 rozteče b prochází množství nanovláken mezi jednotlivými přímými úseky lineárního vlákenného jádra 8, aniž by se s nimi dostala do kontaktu, a ukládají se přímo na zvlákňovací elektrodě 2. Nanovlákná, která se i přesto zachytí na lineárním vlákenném jádru 8, na něm netvoří požadovanou souvislou a

rovnouměrnou vrstvu. Celkový výkon zařízení je tak výrazně redukován, přičemž nanovlákná, která se ukládají na sběrné elektrodě 2, vyžadují pravidelné odstávky zařízení a technologicky složité odstraňování. Změnou úhlu β lze přímo nastavit hodnotu rozteče b dle typu použité polymerní matrice 4 a/nebo parametrů elektrického pole a/nebo průměru použitého lineárního vláknenného jádra 8 a/nebo aktuálního chování nanovláken ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole, atd. Při nastavení vhodné velikosti rozteče b (jednotky až desítky mm) lze množství nanovláken zachycených na povrchu lineárního vláknenného jádra 8 a jejich rozložení na něm dále řídit rychlostí odtahování lineárního vláknenného jádra 8 a/nebo vedením požadovaného počtu jeho přímých úseků ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole. Těch přitom může být v závislosti na pevnosti použitého lineárního vláknenného jádra 8 až několik desítek.

Výsledkem celého procesu je ve všech variantách zařízení lineární vláknenný útvar obsahující nanovlákná podle vynálezu, který obsahuje lineární vláknenné jádro 8, na němž je uložen plášť tvořený vrstvou nanovláken. Lineární vláknenné jádro 8 poskytuje tomuto útvaru dostatečnou pevnost v tahu, a plášť mu díky morfologii nanovláken poskytuje velký měrný povrch, výborné filtrační a sorpční vlastnosti, či další specifické vlastnosti vyplývající z morfologie nanovláken a/nebo jejich materiálu. Tento lineární vláknenný útvar obsahující nanovlákná má bez dalšího celou řadu využití v aplikacích, kde nedochází k jeho nadměrnému mechanickému namáhání, které by mohlo způsobit stržení vrstvy nanovláken z lineárního vláknenného jádra 8, tj. zejména v oblasti pěstování buněk a/nebo bakterií či v oblasti filtrace s nízkou rychlostí filtrovaného média, apod.

Na obr. 5 je znázorněno další provedení zařízení pro výrobu lineárního vláknenného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu. Uspořádání prvků tohoto zařízení je téměř stejné jako v předcházejícím provedení, s tím rozdílem, že z konstrukce zařízení je zcela vynechána sběrná elektroda 2, a ve směru pohybu lineárního vláknenného jádra 8 je před aktivní komorou 1 umístěna jednotka 9 pro zvyšování elektrické vodivosti lineárního vláknenného jádra 8, kterou lineární vláknenné jádro 8 prochází. Tato jednotka 9 sestává z otočně

- uloženého nanášecího válce 91, který zasahuje částí svého obvodu do zásobníku 92 s kapalným elektricky vodivým roztokem, a který je v kontaktu s lineárním vlákněným jádrem 8, a ze dvou rovinných roztíracích desek 93 a 94, z nichž alespoň jedna je přitlačována proti druhé, přičemž lineární vlákněné
- 5 jádro 8 je vedeno mezerou mezi nimi. Části roztíracích desek 93 a 94, které jsou v kontaktu s lineárním vlákněným jádrem 8, jsou přitom s výhodou opatřeny textilním povrchem, či jinou vhodnou povrchovou úpravou, která snižuje nebezpečí mechanického poškození lineárního vlákněného jádra 8 a současně umožňuje roztírání elektricky vodivého roztoku na jeho povrchu.
- 10 Nanášecí válec 91 je přitom uložen buď volně otočně, nebo je spřažen s neznázorněným pohonem pro rotační pohyb, přičemž řízením rychlosti jeho otáčení lze řídit množství elektricky vodivého roztoku nanášeného na lineární vlákněné jádro 8, a tím i dosaženou elektrickou vodivost. V jiných neznázorněných příkladech provedení může být nanášecí jednotka 9 vytvořena
- 15 konstrukčně a/nebo principiálně odlišně, přičemž její varianty jsou průměrnému odborníkovi v oboru zřejmé, a proto zde nebudou dále popisovány. Elektricky vodivý roztok přitom může být v dalších variantách na lineární vlákněné jádro 8 nanášen např. ve formě aerosolu a/nebo páry, atd.

- Mezi nanášecí jednotkou 9 a zvlákňovacím prostorem 1 je s výhodou
- 20 zařazen neznázorněný snímač elektrické vodivosti, který slouží zejména k ověření elektrické vodivosti lineárního vlákněného jádra 8 s naneseným elektricky vodivým roztokem. Použití tohoto snímače však není pro správnou funkci zařízení podle vynálezu nezbytné, takže zde nebude dále popisována jeho konstrukce či typ, ani způsob vyhodnocování jím získaných údajů. Navíc
- 25 se jedná o skutečnosti, které jsou průměrnému odborníkovi v daném oboru zcela zřejmé.

- Zařízení pro výrobu lineárního vlákněného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu znázorněné na obr. 5, ale i na obr. 3, může být v dalších neznázorněných variantách modifikováno použitím vodicích válců 61,
- 30 62 různých průměrů.

Během odtahování lineárního vlákněného jádra 8 ve směru šipky **B** se na něj nanášecím válcem 91 nanáší elektricky vodivý roztok, který je následně při

průchodu mezi roztíracími deskami 93 a 94 rovnoměrně roztírán po jeho povrchu. Tím se zvyšuje elektrická vodivost lineárního vlákenného jádra 8 nad jeho běžnou, a zpravidla zanedbatelnou hodnotu, a lineární vlákenné jádro 8 se tak v dalším chová jako elektrický vodič. Díky tomu je prostřednictvím

5 uzemněných vodicích válců 61 a 62 a/nebo dalších neznázorněných prostředků umístěných ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole a/nebo mimo něj uzemněno. V důsledku toho vzniká mezi lineárním vlákenným jádrem 8 a zvlákňovací elektrodou 3, která je propojená s jedním pólem neznázorněného zdroje vysokého stejnosměrného napětí, elektrické pole o vysoké intenzitě,

10 v jehož zvlákňovacím prostoru dochází k elektrostatickému zvlákňování kapalně polymerní matrice 4 na povrchu zvlákňovací elektrody 3 stejným způsobem jako v předcházejících příkladech provedení. Vytvářená nanovlákná jsou přitom přitahována přímo k uzemněnému lineárnímu vlákennému jádru 8, které de facto představuje sběrnou elektrodu 2. Díky tomu je průlet nanovláken mezi

15 jeho přímými úseky v podstatě nulový i při relativně velkých hodnotách rozteče b, takže se jich na jeho povrchu ukládá podstatně větší množství nanovláken než při použití varianty zařízení znázorněné na obr. 1 nebo na obr. 3. Nanovlákná se navíc k lineárnímu vlákennému jádru 8 přimykají mnohem těsněji, přičemž mohou částečně proniknout také do jeho vnitřní struktury.

20 Vrstva nanovláken je tak k lineárnímu vlákennému jádru 8 připojena podstatně odolněji a pevněji než u předcházejících příkladů provedení, což umožňuje využití takto připraveného lineárního vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná také v aplikacích, kde dochází k jeho mechanickému namáhání či tření.

25 Zvýšením vodivosti lineárního vlákenného jádra 8 a jeho uzemněním se současně zajistí odvádění nábojů přiváděných na něj elektricky nabitými nanovlákná a současně i elektrických nábojů, které se na lineárním vlákenném jádru 8 indukují nebo mohou indukovat, takže během provozu nedochází ke kolísání intenzity elektrického pole a výkon zařízení je díky tomu udržován

30 v podstatě konstantní. Vedení lineárního vlákenného jádra 8 přes povrch vodicích válců 61 a 62, a jeho případné odvalování přitom zajišťuje rovnoměrné a souvislé nanášení nanovláken po celém jeho obvodu.

Na základě řady experimentů byla stanovena optimální hodnota elektrické vodivosti lineárního vláknenného jádra 8 s elektricky vodivým roztokem v rozsahu cca 10-1500 nS/20mm (měření elektrické vodivosti během experimentů probíhalo na úseku niti o délce 20 mm), případně i více, přičemž je
5 zřejmé, že při nižších hodnotách se dosáhne nižšího výkonu zvlákňování, a naopak při vyšších hodnotách vyššího výkonu zvlákňování. Ke zvýšení elektrické vodivosti lineárního vláknenného jádra 8 byl při těchto experimentech používán vodný roztok elektrolytu s přídavkem povrchově aktivní látky. Přitom bylo zjištěno, že pro dosažení požadované hodnoty elektrické vodivosti stačí
10 obvykle pro celulóзовé niti menší množství elektricky vodivého roztoku než pro syntetické niti, které jsou hůře smáčivé.

V dalších variantách však lze ke zvýšení vodivosti lineárního vláknenného jádra 8 použít libovolný jiný elektricky vodivý roztok, který obecně obsahuje dostatečné množství elektrolytu a povrchově aktivní látky. Vzhledem k tomu, že
15 lineární vláknenné jádro 8 je po nanesení elektricky vodivého roztoku v kontaktu s kovovými vodicími válci 61 a 62, a případně i dalšími kovovými součástmi, je výhodné, pokud je použit takový elektricky vodivý roztok, který nezpůsobí korozi těchto prvků. K jejich vytvoření lze samozřejmě použít nekorodující materiál, ale tím se zvyšují pořizovací náklady zařízení podle vynálezu, aniž by to přineslo
20 další technologickou výhodu.

V dalších variantách zařízení pro výrobu lineárního vláknenného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu lze místo uzemnění lineárního vláknenného jádra 8 se zvýšenou elektrickou vodivostí, propojit toto lineární vláknenné jádro 8 s jedním z pólů zdroje vysokého stejnosměrného napětí.
25 Polaritu a hodnotu vysokého stejnosměrného napětí je přitom třeba volit tak, aby se mezi lineárním vláknenným jádrem 8 a zvlákňovací elektrodou 3 vytvořilo elektrické pole, v jehož zvlákňovacím prostoru bude docházet k vytváření Taylorových kuželů a vydlužování nanovláken, stejně jako k požadovanému pohybu nanovláken směrem k lineárnímu vláknennému jádru 8.

30 Další významné varianty zařízení pro výrobu lineárního vláknenného útvaru obsahujícího nanovlákná podle vynálezu se dosáhne kombinací variant znázorněných na obr. 3 a obr. 5. Tato varianta spočívá v současném použití

sběrné elektrody 2 i lineárního vlákenného jádra 8 se zvýšenou elektrickou vodivostí. Na sběrnou elektrodu 2 a na lineární vlákenné jádro 8 přitom může být přiváděn elektrický náboj stejné nebo odlišné polaroty a hodnoty, případně může být sběrná elektroda 2 a/nebo lineární vlákenné jádro 8 uzemněno. Toto
5 konstrukční upořádání umožňuje zejména přesnější řízení a/nebo nastavení parametrů elektrického pole.

Ve všech znázorněných a popsaných variantách provedení zařízení podle vynálezu lze vést zvlákňovacím prostorem elektrického pole v podstatě libovolné množství přímých úseků lineárního vlákenného jádra 8, aby bylo
10 dosaženo uložení požadovaného množství nanovláken na jeho povrchu. Minimálním počtem jsou přitom dva přímé úseky. Maximální počet přímých úseků je omezen v podstatě pouze pevností použitého lineárního vlákenného jádra 8 v tahu a množstvím nanovláken na něj nanesených, a může se pohybovat v řádu desítek, případně může překročit i stovku. Ve variantě, kdy
15 dochází k nanášení elektricky vodivého roztoku na lineární vlákenné jádro 8 před jeho vstupem do zvlákňovacího prostoru se intenzita ukládání nanovláken díky vysychání vodivého roztoku postupně snižuje, takže použití příliš vysokého počtu přímých úseků lineárního vlákenného jádra 8 není účelné. Vysychání zvodivovacího roztoku lze zabránit dodatečným nanášením zvodivovacího
20 roztoku mimo zvlákňovací prostor, například na obvodu některého z vodících válců 6, 61, 62. Z důvodu relativně velké prostorové náročnosti odvíjecího i navíjecího zařízení lineárního vlákenného jádra 8 je výhodné použití lichého počtu jeho přímých úseků, které umožňuje výhodné uspořádání každého z těchto zařízení na opačné straně aktivní komory 1. Sudý počet přímých úseků
25 lineárního vlákenného jádra 8 je však také reálně použitelný.

Všechna popsaná provedení zařízení pro výrobu lineárního vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná mohou být dále konstrukčně modifikována použitím jiných typů sběrných či zvlákňovacích elektrod 2, 3. Jako sběrná elektroda 2 může být v dalších konstrukčních variantách použit např.
30 tenkostěnný válec dle WO 2008011840, aj. Jako zvlákňovací elektroda 3 může být využita v podstatě jakákoliv zvlákňovací elektroda 3 tvořená protáhlým tělesem otáčejícím se kolem své podélné osy např. dle WO 2005024101 či dle

WO 2006131081, tělesem ve tvaru struny dle WO 2009010029 či dle CZ 2008-217, případně tryskou (kapilárou) či soustavou trysek (kapilár), která však vykazuje známé nedostatky.

Připravený lineární vlákenný útvar obsahující nanovlákná má celou řadu
5 využití, avšak pro většinu aplikací je výhodnější, pokud jsou nanovlákná k lineárnímu vlákennému jádru 8 po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole dodatečně fixována některým ze známých způsobů. Nejvýhodnějším způsobem fixace je tepelné srážení nanovláken.

Před samotnou fixací je výhodné, pokud se z lineárního vlákenného
10 útvaru obsahujícího nanovlákná odstraní případné zbytky elektricky vodivého roztoku.

Nejlepších výsledků se dosahuje při fixaci nanovláken k lineárnímu vlákennému jádru 8 ovinutím alespoň jednou krycí nití. K tomu slouží např. zařízení schematicky znázorněné na obr. 6, které obsahuje cívku 12 krycí nití
15 121 otočně uloženou na dutém vřetenu 13. Dutinou 131 vřetena 13, které je s výhodou statické, avšak může být i otočné současně s cívkou 12, je vedeno lineární vlákenné jádro s nanosenými nanovlákný, které je spřaženo s neznázorněným odtahovacím a navíjecím zařízením, zajišťujícím jeho pohyb ve směru šipky C.

Při rotaci cívky 12 je lineární vlákenný útvar obsahující nanovlákná ovíjen
20 krycí nití 121, která na něm, díky jeho současnému odtahování, vytváří pravidelnou šroubovici. I přesto, že krycí nit 121 překrývá část povrchu nanovláken, jedná se ve srovnání s celkovým měrným povrchem nanovláken o zanedbatelnou část, a výhodné vlastnosti lineárního vlákenného útvaru
25 obsahujícího nanovlákná, které vyplývají z morfologie nanovláken a/nebo jejich materiálu zůstávají v podstatě nedotčené. Krycí nit 121 navíc nebrání v přístupu okolního média k nanovláknům umístěným pod ní, ani v případném působení a/nebo uvolňování aditiv v nich obsažených. Struktura výsledného lineárního útvaru obsahujícího nanovlákná je schematicky znázorněna na obr. 7a.

30 Z hlediska celkové odolnosti je pro některé aplikace ještě výhodnější současné ovinutí lineárního vlákenného útvaru obsahujícího nanovlákná dvěma krycími nitěmi 121, 1210 ovinutými v navzájem opačném smyslu – obr. 7b.

V praxi lze také s dobrými výsledky kombinovat ovinutí lineárního vláknenného útvaru obsahujícího nanovlákná alespoň jednou krycí nití 121 s jinými typy fixace provedenými před ovinutím a/nebo po něm, zejména s fixací pojiv.

- 5 Jednou nebo dvěma (případně i více) krycími nitěmi 121 (1210) ovinutý lineární útvar obsahující nanovlákná podle vynálezu může být dále zpracováván běžnými textilními technikami, a zapracováván do textilií, a to jak do technických, tak i textilií určených pro výrobu oděvů apod. To umožňuje podstatě větší využití výhodných vlastností nanovláken než dosud, přičemž
- 10 nanovlákná přitom mohou být dále uzpůsobena pro konkrétní aplikaci např. zakomponování nanočástic stříbra či jiné vhodné látky do jejich materiálu, případně vhodnou volbou materiálu nanovláken nebo kombinace několika typů materiálu, atd.

Seznam vztahových značek

	1	aktivní komora
	2	sběrná elektroda
	3	zvlákňovací elektroda
5	30	podélná osa zvlákňovací elektrody
	4	polymerní matrice
	5	zásobník polymerní matrice
	6	vodicí válec
	60	podélná osa vodicího válce
10	61	první vodicí válec
	610	podélná osa prvního vodicího válce
	62	druhý vodicí válec
	620	podélná osa druhého vodicího válce
	71	příváděcí otvor
15	72	odváděcí otvor
	8	lineární vlákenné jádro
	9	nanášecí jednotka
	91	nanášecí válec
	92	zásobník elektricky vodivého roztoku
20	93, 94	roztírací deska
	12	cívka krycí nití
	121, 1210	krycí nit
	13	vřeteno
	131	dutina vřetena
25	A, B, C	směry pohybu
	α , β , γ	svírané úhly
	b	rozteč

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Lineární vlákenný útvar obsahující nanovlákná uložená na lineárním vlákenném jádru (8), **vyznačující se tím, že** nanovlákná jsou k jádru (8)
5 fixována ovinem alespoň jednou krycí nití (121, 1210).

2. Lineární vlákenný útvar podle nároku 1, **vyznačující se tím, že** nanovlákná jsou k jádru (8) fixována ovinem dvou krycích nití (121, 1210) ovinutých v navzájem opačném smyslu.

3. Lineární vlákenný útvar podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím, že**
10 nanovlákná jsou k jádru (8) fixována tepelnou fixací a/nebo pojivem.

4. Způsob výroby lineárního vlákenného útvaru obsahujícího lineární vlákenné jádro (8), na které se ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole o vysoké intenzitě ukládají nanovlákná vyrobená elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice, **vyznačující se tím, že** zvlákňovacím prostorem elektrického
15 pole se vedou alespoň dva přímé úseky lineárního vlákenného jádra (8), mezi kterými se jádro (8) mimo zvlákňovací prostor elektrického pole vede alespoň po části obvodu vodícího válce (6, 61, 62), přičemž v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce (6, 61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá tento úsek jádra (8) s podélnou osou (60, 610, 620) vodícího válce (6, 61,
20 62) ostrý úhel.

5. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím, že** jádro (8) se mimo zvlákňovací prostor vede alespoň po části obvodu dvou vodících válců (61, 62) uspořádaných na opačných stranách zvlákňovacího prostoru, přičemž osy (610, 620) vodících válců (61, 62) jsou navzájem různoběžné, a v průmětu do roviny
25 tečné k obvodu vodícího válce (61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá tento úsek jádra (8) s podélnou osou příslušného vodícího válce ostrý úhel (α , γ).

6. Způsob podle nároku 4, **vyznačující se tím, že** jádro (8) se vede mimo zvlákňovací prostor alespoň po části obvodu dvou vodících válců (61, 62) uspořádaných na opačných stranách zvlákňovacího prostoru, přičemž osy (610, 620) vodících válců (61, 62) jsou navzájem mimoběžné, a v průmětu do roviny
5 tečné k obvodu vodícího válce (61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá tento úsek jádra (8) s podélnou osou (610, 620) příslušného vodícího válce (61, 62) ostrý úhel (α , γ).

7. Způsob podle libovolného z předcházejících nároků, **vyznačující se tím, že** před vstupem do zvlákňovacího prostoru elektrického pole se na jádro
10 (8) nanáší elektricky vodivá kapalina, čímž se zvyšuje elektrická vodivost jádra (8), přičemž jádro (8) se zvýšenou elektrickou vodivostí se ve zvlákňovacím prostoru a/nebo mimo něj uzemní.

8. Způsob podle nároku 7, **vyznačující se tím, že** elektrické pole, v jehož zvlákňovacím prostoru se na jádro (8) elektrostatickým zvlákňováním polymerní
15 matrice ukládají nanovlákná, se vytváří mezi elektricky vodivým jádrem (8) a zvlákňovací elektrodou (3).

9. Způsob podle nároku 7 nebo 8, **vyznačující se tím, že** z jádra (8) se zvýšenou elektrickou vodivostí se po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole odvede alespoň část elektricky vodivé kapaliny.

20 10. Způsob podle libovolného z nároků 4 až 9, **vyznačující se tím, že** nanovlákná se po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole fixují k jádru (8) tepelně a/nebo ovinutím alespoň jednou krycí nití (121, 1210).

11. Způsob podle libovolného z nároků 4 až 10, **vyznačující se tím, že** nanovlákná se po výstupu ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole fixují
25 k jádru (8) ovinutím dvěma krycími nitěmi (121, 1210), které se ovijí v navzájem opačném smyslu.

12. Zařízení pro výrobu lineárního vláknenného útvaru obsahujícího lineární vláknenné jádro (8), na němž jsou uložena nanovlákná vyrobená

elektrostatickým zvlákňováním polymerní matrice ve zvlákňovacím prostoru elektrického pole vytvořeného mezi zvlákňovací elektrodou (3) a sběrnou elektrodou (2), které jsou uspořádány proti sobě v aktivní komoře (1),
vyznačující se tím, že v aktivní komoře (1) je vytvořeno vedení lineárního vláknenného jádra (8), které obsahuje vodící válec (6, 61, 62) uspořádaný mimo zvlákňovací prostor elektrického pole, přičemž zvlákňovacím prostorem elektrického pole jsou vedeny alespoň dva přímé úseky lineárního vláknenného jádra (8), mezi kterými je jádro (8) vedeno alespoň po části obvodu vodícího válce (6, 61, 62) a v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce (6, 61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá přitom jádro (8) s podélnou osou vodícího válce ostrý úhel (α , γ).

13. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím, že** vedení lineárního vláknenného jádra (8) obsahuje dva vodící válce (61, 62) uspořádané mimo zvlákňovací prostor elektrického pole na jeho opačných stranách, přičemž podélné osy (610, 620) vodících válců (61, 62) jsou navzájem různoběžné, a lineární vláknenné jádro (8) je vedeno alespoň po části obvodu obou vodících válců (61, 62), přičemž v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce (61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá jádro (8) s podélnými osami (610, 620) vodících válců (61, 62) ostrý úhel (α , γ).

14. Zařízení podle nároku 12, **vyznačující se tím, že** vedení lineárního vláknenného jádra (8) obsahuje dva vodící válce (61, 62) uspořádané mimo zvlákňovací prostor elektrického pole na jeho opačných stranách, přičemž podélné osy (610, 620) vodících válců (61, 62) jsou navzájem mimoběžné, a lineární vláknenné jádro (8) je vedeno alespoň po části obvodu obou vodících válců (61, 62), přičemž v průmětu do roviny tečné k obvodu vodícího válce (61, 62) a procházející příslušným úsekem jádra (8) svírá jádro (8) s podélnými osami (610, 620) vodících válců (61, 62) ostrý úhel (α , γ).

15. Zařízení podle libovolného z nároků 12 až 15, **vyznačující se tím, že** elektrické pole je vytvořeno mezi zvlákňovací elektrodou (3) a elektricky vodivým lineárním vláknenným jádrem (8).

16. Zařízení podle nároku 15, **vyznačující se tím, že** před v pořadí prvním vstupem lineárního vlákenného jádra (8) do zvlákňovacího prostoru elektrického pole je uspořádána nanášecí jednotka (9) pro nanášení elektricky vodivé kapaliny na lineární vlákenné jádro (8).

- 5 17. Zařízení podle nároku 16, **vyznačující se tím, že** za v pořadí posledním výstupem lineárního vlákenného jádra (8) s nanovláknem ze zvlákňovacího prostoru elektrického pole je uspořádáno zařízení pro odvádění alespoň části elektricky vodivé kapaliny z lineárního vlákenného jádra (8).

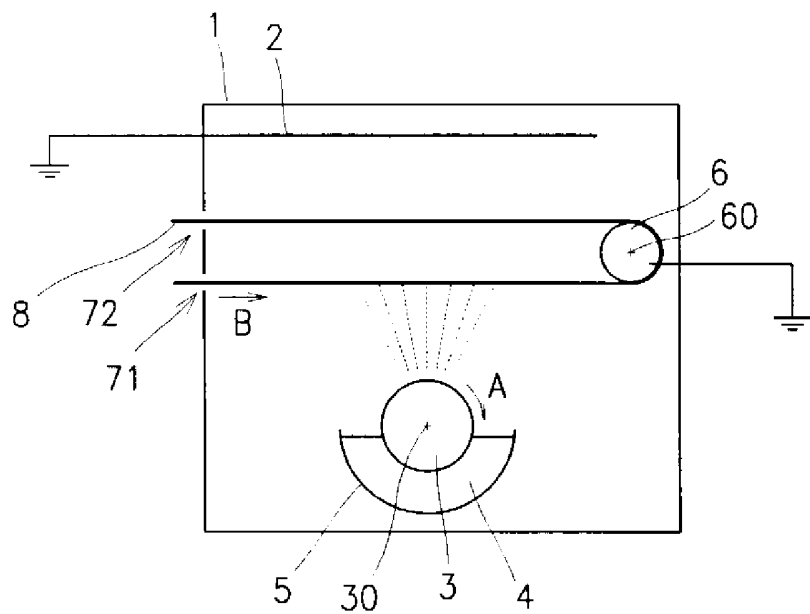
- 10 18. Zařízení podle libovolného z nároků 12 až 17, **vyznačující se tím, že** za v pořadí posledním výstupem lineárního vlákenného jádra (8) s nanovláknem ze zvlákňovacího prostoru je uspořádáno zařízení pro mechanickou a/nebo tepelnou fixaci nanovláken k lineárnímu vlákennému jádru (8).

- 15 19. Zařízení podle libovolného z nároků 12 až 18, **vyznačující se tím, že** za v pořadí posledním výstupem lineárního vlákenného jádra (8) s nanovláknem ze zvlákňovacího prostoru je uspořádáno zařízení pro jeho ovíjení alespoň jednou krycí nití (121, 1210).

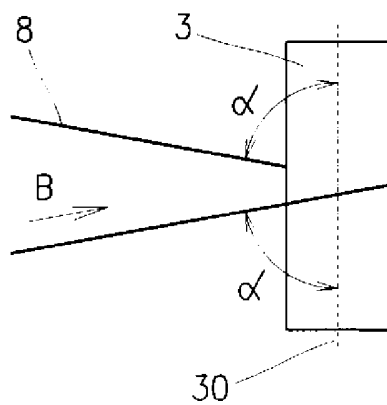
- 20 20. Zařízení podle nároku 19, **vyznačující se tím, že** za v pořadí posledním výstupem lineárního vlákenného jádra (8) s nanovláknem ze zvlákňovacího prostoru jsou uspořádána zařízení pro jeho ovíjení dvěma krycími nitěmi (121, 1210).

1/4

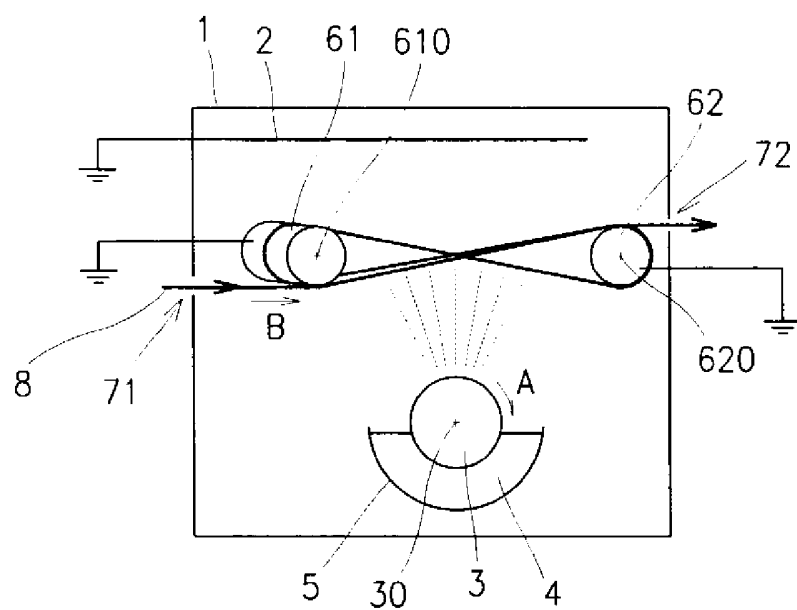
PV 2009-494
27.11.09



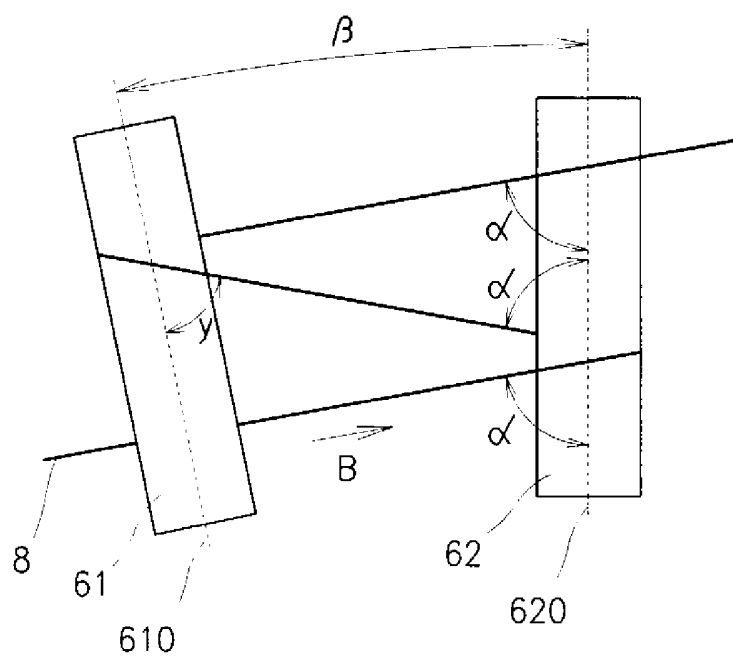
Obr. 1



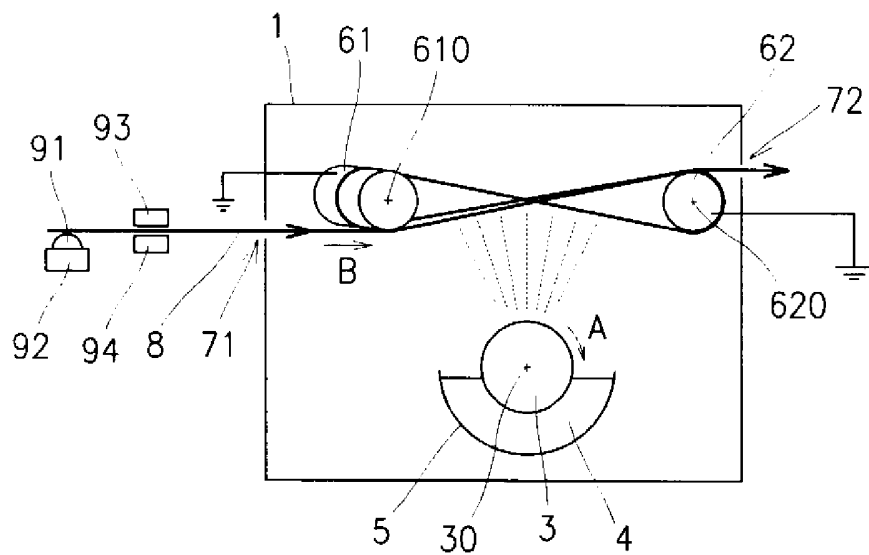
Obr. 2



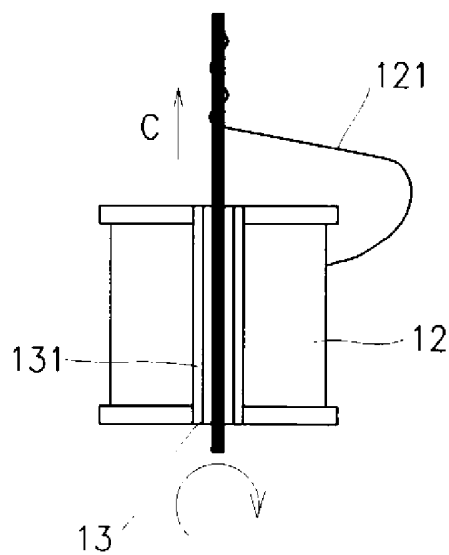
Obr. 3



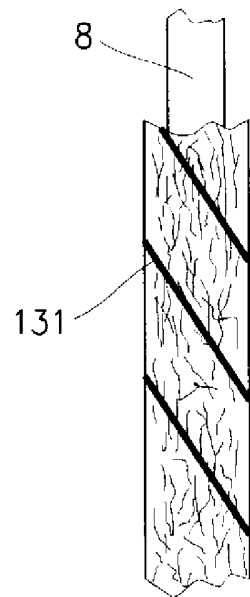
Obr. 4



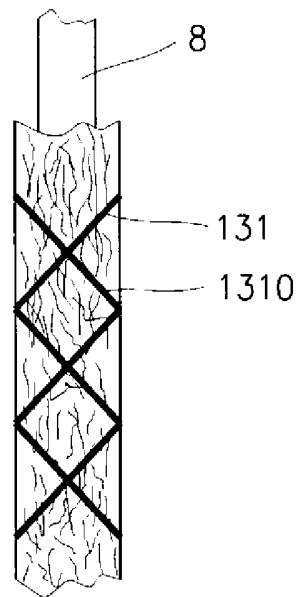
Obr. 5



Obr. 6



Obr. 7a



Obr. 7b