

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

24113

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

D04H 1/728 (2012.01)

B82B 3/00 (2006.01)

D01D 5/08 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2012 - 26179**

(22) Přihlášeno: **21.02.2011**

(47) Zapsáno: **16.07.2012**

(73) Majitel:

Technická univerzita v Liberci, Liberec, CZ

(72) Původce:

Wiener Jakub Doc. Ing. Ph.D., Liberec, CZ

(74) Zástupce:

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

(54) Název užitého vzoru:

Zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalné polymerní matrice a zvlákňovací elektroda tohoto zařízení

CZ 24113 U1

Zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice a zvlákňovací elektroda tohoto zařízení

Oblast techniky

- 5 Technické řešení se týká zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice v elektrickém zvlákňovacím poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi sběrnou elektrodou a proti ní uspořádanou zvlákňovací elektrodou.

Technické řešení se týká také zvlákňovací elektrody tohoto zařízení.

Dosavadní stav techniky

- 10 Až dosud bylo navrženo několik způsobů pro výrobu nanovláken, tj. vláken s průměrem pod 1 mikrometr, které jsou založeny na různých fyzikálních a/nebo chemických principech. Většina z nich je však díky své vysoké technologické náročnosti, nízké spolehlivosti a nedostatečnému výkonu vhodná pouze pro omezené laboratorní využití. Jediným způsobem, který lze použít pro výrobu nanovláken v průmyslovém měřítku je tak zatím jen elektrostatické zvlákňování kapalně polymerní matrice, při kterém se tato matrice přivádí na povrchu zvlákňovací elektrody do elektrického pole o vysoké intenzitě, kde se jeho silovým působením přetváří na nanovlákná. Ta se následně dle konkrétní technologie ukládají na vhodném podkladovém materiálu nebo přímo na sběrné elektrodě. Při tomto způsobu se obvykle používá zvlákňovací elektroda tvořená podlouhlým rotujícím tělesem, například válcem, popsáná v EP 1673493 nebo její varianty s upraveným tvarem a provedením povrchu dle EP 1910591 nebo EP 2059630, které mají zvýšit výkon elektrostatického zvlákňování a jeho rovnoměrnost. Nevýhodou všech těchto typů zvlákňovacích elektrod však je, že jsou navrženy a optimalizovány výhradně pro výrobu plošných vrstev nanovláken, takže díky jejich délce, která se obvykle pohybuje v desítkách centimetrů, je nelze použít pro takové specifické operace jako je například nanášení nanovláken na členité povrchy a/nebo do dutin výrobků, výroba úzkého pramene nanovláken, apod.

- 25 Pro tyto operace lze sice použít známé zvlákňovací elektrody tvořené tryskou (kapilárou) nebo soustavou trysek (kapilár), ze kterých se polymerní matrice do elektrického pole vytlačuje, ale to jen ve velmi omezené míře, neboť trysky se poměrně často ucpávají zasychající polymerní matricí, a jejich výkon je nerovnoměrný a špatně regulovatelný.

- 30 Cílem technického řešení je odstranit nebo alespoň eliminovat nevýhody stavu techniky a navrhnout zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice, a jeho zvlákňovací elektrodu.

Podstata technického řešení

- 35 Cíle technického řešení se dosáhne zařízením pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice v elektrickém zvlákňovacím poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi sběrnou elektrodou a proti ní uspořádanou zvlákňovací elektrodou, která zasahuje částí svého povrchu do polymerní matrice uložené v zásobníku polymerní matrice. Jeho podstata přitom spočívá v tom, že zvlákňovací elektroda má tvar koule a je volně otočně ve všech směrech uložena v zásobníku polymerní matrice ve tvaru části koule, do něhož je v prostoru pod zvlákňovací elektrodou vyústěn přívod polymerní matrice.

- 40 Tento přívod je přitom do zásobníku polymerní matrice vyústěn dle potřeby excentricky nebo centricky.

Zvlákňovací elektroda může být vytvořena z elektricky vodivého materiálu a být uzemněná nebo naopak propojená s jedním pólem zdroje vysokého stejnosměrného napětí. V jiné variantě je

vytvořena z elektricky nevodivého materiálu a uzemněná nebo propojená s jedním pólem zdroje vysokého stejnosměrného napětí je polymerní matrice v zásobníku.

Kromě toho je cílem technického řešení dále dosaženo také zvlákňovací elektrodou zařízení pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice v elektrickém zvlákňovacím poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi sběrnou elektrodou a proti ní uspořádanou zvlákňovací elektrodou, která zasahuje částí svého povrchu do polymerní matrice uložené v zásobníku polymerní matrice. Její podstata spočívá v tom, že má tvar koule.

Tato zvlákňovací elektroda přitom může být vytvořena z elektricky vodivého nebo nevodivého materiálu. V případě elektrody z elektricky vodivého materiálu je dle potřeby buď uzemněná, nebo propojená s jedním pólem zdroje vysokého stejnosměrného napětí.

Objasnění výkresů

Podstata technického řešení bude vysvětlena s přihlédnutím k přiloženému výkresu, kde je na obr. 1 schematicky znázorněn průřez zařízením pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice s volně uloženou zvlákňovací elektrodou, a na obr. 2 průřez jinou variantou tohoto zařízení.

Příklady uskutečnění technického řešení

Zařízení 1 pro výrobu polymerních nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalně polymerní matrice znázorněné na obr. 1 obsahuje zvlákňovací elektrodu 2 tvořenou kulovým tělesem z elektricky vodivého materiálu, která je volně otočně ve všech směrech uložena v zásobníku 3 kapalně polymerní matrice 4 kulového tvaru a částí svého povrchu zasahuje pod hladinu polymerní matrice v něm. Zásobník 3 z elektricky vodivého materiálu je propojen s jedním pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí, přičemž prostřednictvím elektricky vodivé polymerní matrice 4 v něm je s ním propojena i zvlákňovací elektroda 2. V jiné variantě provedení jsou naopak zásobník 3 a zvlákňovací elektroda 2 uzemněny. Ve spodní části zásobníku 3 je do prostoru pod zvlákňovací elektrodou 2 vyústěna dutina 60 dříku 6, která je spojena s neznázorněným zdrojem kapalně polymerní matrice 4. Nad volným povrchem zvlákňovací elektrody 2 je uložena sběrná elektroda 7, tvořená deskou z elektricky vodivého materiálu, která je propojená s opačným pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí než zásobník 3 a zvlákňovací elektroda 2, čímž je mezi ní a zvlákňovací elektrodou 2 vytvořeno elektrické zvlákňovací pole o vysoké intenzitě. V neznázorněných variantách provedení může být použit jakýkoliv jiný vhodný typ sběrné elektrody 7.

Při provozu zařízení znázorněného na obr. 1 se dutinou 60 dříku 6 přivádí do prostoru zásobníku 3 pod zvlákňovací elektrodou 2 proti jejímu povrchu z neznázorněného zdroje kapalná polymerní matrice 4, která zvlákňovací elektrodou 2 částečně nadnáší a silovým působením ji uvádí do náhodného rotačního nebo složeného otáčivého pohybu. Při něm uplívá na povrchu zvlákňovací elektrody 2 vrstva polymerní matrice 4, která se následně vynáší do elektrického zvlákňovacího pole vytvořeného mezi zvlákňovací elektrodou 2 a sběrnou elektrodou 7. Jeho silovým působením se na povrchu vrstvy kapalně polymerní matrice 4 na zvlákňovací elektrodě 2 známým způsobem formují tzv. Taylorovy kužely, ze kterých se postupně wydělují jednotlivá polymerní nanovláka. Ta se následně od vrstvy polymerní matrice 4 oddělují a jsou unášena směrem ke sběrné elektrodě 7, přičemž se ukládají buď přímo na její povrch, nebo na povrchu neznázorněného vhodného podkladu uloženého nebo vedeného v prostoru mezi zvlákňovací elektrodou 2 a sběrnou elektrodou 7, nebo na povrchu podkladu uloženého nebo vedeného mimo tento prostor, k němuž jsou odkloněna například proudem vzduchu. Polymerní matrice 4 na povrchu zvlákňovací elektrody 2 se během jejího náhodného rotačního nebo složeného otáčivého pohybu neustále obměňuje a doplňuje, takže nedochází k přerušení elektrostatického zvlákňování z důvodu jejího nedostatku, ani postupného zatuhnutí.

Konstantní výška hladiny polymerní matrice 4 v zásobníku 3 je dosažena přepadem jejího přebytečného množství přes stěnu zásobníku 3. Tato polymerní matrice 4 se přitom neznázorněným vedením vrací buď do zdroje polymerní matrice 4, nebo do dutiny 60 dřívku 6, případně se odvádí do neznázorněného zařízení k regeneraci nebo do odpadu.

- 5 Jako podklad pro uložení polymerních nanovláken může být použit plošný útvar, nebo v podstatě jakékoliv těleso s libovolně členitým povrchem. Relativně malé rozměry zvlákňovací elektrody 2 a zásobníku 3 v kombinaci s vhodnou délkou dutého dřívku 6 a případně i jeho pohyblivým ulo-
- 10 žením přitom umožňují umístit zvlákňovací elektrodu 2 do těsné blízkosti dutiny tohoto tělesa, nebo dokonce přímo do ní, a ukládat tak polymerní nanovlákná na jeho vnitřní povrch. Toto těle-
- so přitom může současně sloužit jako sběrná elektroda a být uzemněno nebo propojeno s opač-
- 15 ným pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí než zvlákňovací elektroda 2. Tato varianta je znázorněna na obr. 2. Zvlákňovací elektroda 2 ve tvaru koule z elektricky vodivého materiálu je přitom stejně jako u varianty znázorněné na obr. 1 uložena volně otočně ve všech směrech zásobníku 3 polymerní matrice 4 kulového tvaru a částí svého povrchu zasahuje pod její hladinu.
- Stěna zásobníku 3 z elektricky vodivého materiálu je přitom zvýšena nad část volného povrchu zvlákňovací elektrody 2 a kopíruje její tvar. Zásobník 3 je propojen s jedním pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí, přičemž prostřednictvím elektricky vodivé polymerní matrice 4 v něm je s ním propojena i zvlákňovací elektroda 2. Díky tomu jsou vytvářena polymerní nano-
- 20 vlákná odpuzována od stejně elektricky nabitých stěn zásobníku 3 polymerní matrice 4 a usměrňována do prostoru nad volnou částí povrchu zvlákňovací elektrody 2.

Dutina 60 dřívku 6 je v tomto případě vytvořena excentricky, což zajišťuje momentové působení přiváděné polymerní matrice 4 na zvlákňovací elektrodu 2 a usnadňuje její uvedení do náhodného rotačního nebo složeného otáčivého pohybu. V dřívku 6 je přitom vedle dutiny 60 vytvořeno odpadní vedení 61 pro odvod přebytečné polymerní matrice 4, která přepadává přes přepad tvo-

25 řený horní hranou stěny zásobníku 3. Z tohoto důvodu je odpadní vedení 62 vytvořeno po celém obvodu zásobníku 3 jako otvor ve tvaru mezikruží. V jiných neznázorněných variantách provedení je pak odpadní vedení 61 tvořeno dle umístění přepadu/přepadů ve stěně zásobníku 3 vhodným počtem vhodně uspořádaných, vedených a tvarovaných otvorů, případně jiným vhodným způsobem.

- 30 Namísto sběrné elektrody 7 je v prostoru nad zvlákňovací elektrodou 2 uloženo těleso 8 z elektricky vodivého materiálu, které obsahuje dutinu 81, která je uspořádána proti volné části povrchu zvlákňovací elektrody 2. Toto těleso 8 je propojeno s opačným pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí než zvlákňovací elektroda 2, případně je uzemněno, takže mezi ním a volnou částí povrchu zvlákňovací elektrody 2, vzniká elektrické zvlákňovací pole o vysoké
- 35 intenzitě. Nanovlákná se přitom vytváří pouze z polymerní matrice, která se aktuálně nachází na této volné části povrchu zvlákňovací elektrody 2 proti tělesu 8 a jsou unášena přímo do jeho dutiny 81, kde se ukládají na vnitřním povrchu. Těleso 8 se přitom může v případě potřeby pohybovat.

Pro zvlákňování kapalně polymerní matrice 4, která je elektricky vodivá je možné místo zvlákňovací elektrody 2 z elektricky vodivého materiálu použít zvlákňovací elektrodou 2 z elektricky nevodivého materiálu, přičemž elektrický náboj je nesen polymerní matricí 4 na jejím povrchu. Z elektricky nevodivého materiálu mohou být vytvořeny také zásobník 3 polymerní matrice 4 a/nebo dřív 6, přičemž elektrický náboj ze zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí je přiveden přímo do polymerní matrice 4. Pro zvlákňování elektricky nevodivé polymerní matrice 4 musí

45 být zvlákňovací elektroda 2 vytvořena z elektricky vodivého materiálu, která je propojena s pólem zdroje 5 vysokého stejnosměrného napětí nebo uzemněna, a to buď přímo, nebo prostřednictvím neznázorněného vhodného pomocného prvku, jakým je například rtuťová elektroda uložena v zásobníku 3 kapalně polymerní matrice 4, která je ve stálém kontaktu se zvlákňovací elektrodou 2.

- 50 Všechny popsané varianty provedení se tedy od stávajících zařízení pro elektrostatické zvlákňování liší jak tvarem zvlákňovací elektrody 2, který umožňuje usměrnit vytvářena nanovlákná do

požadovaného prostoru, tak i tím, že tato zvlákňovací elektroda 2 vykonává v zásobníku 3 polymerní matrice 4 náhodný rotační nebo složený otáčivý pohyb, který je vyvolán silovým a/nebo momentovým působením kapalné polymerní matrice 4 přiváděné do zásobníku 3 proti jejímu povrchu.

- 5 V některých neznázorněných specifických variantách provedení přitom může být zvlákňovací elektroda 2 uložena na hřídeli, který usměrňuje její původně náhodný pohyb na otáčení v jednom směru - okolo podélné osy hřídele, a případně slouží i pro její propojení se zdrojem 5 vysokého stejnosměrného napětí nebo uzemnění. Hřídel přitom může být spřažen s pohonem pro otáčení zvlákňovací elektrody.
- 10 Zařízení 1 pro výrobu nanovláken podle technického řešení může být dle potřeby dále přizpůsobeno vhodným uspořádáním a/nebo tvarováním zvlákňovací elektrody 2 a/nebo zásobníku 3 polymerní matrice 4 a/nebo díku 6 pro zvlákňování směrem nahoru, směrem do boku nebo šikmo do boku.

NÁROKY NA OCHRANU

- 15 1. Zařízení (1) pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalné polymerní matrice (4) v elektrickém zvlákňovacím poli o vysoké intenzitě vytvořeným mezi sběrnou elektrodou (7) a proti ní uspořádanou zvlákňovací elektrodou (2), která zasahuje částí svého povrchu do polymerní matrice (4) uložené v zásobníku (3) polymerní matrice (4), **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) má tvar koule a je volně otočně ve všech směrech uložena v
- 20 zásobníku (3) polymerní matrice (4) ve tvaru části koule, do něhož je v prostoru pod zvlákňovací elektrodou (2) vyústěn přívod polymerní matrice (4).
2. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že přívod polymerní matrice (4) je do zásobníku (3) polymerní matrice (4) vyústěn excentricky.
- 25 3. Zařízení (1) podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že přívod polymerní matrice (4) je do zásobníku (3) polymerní matrice (4) vyústěn centricky.
4. Zařízení (4) podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) je vytvořena z elektricky vodivého materiálu.
5. Zařízení (1) podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) je uzemněná.
- 30 6. Zařízení (1) podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) je propojena s jedním pólem zdroje (5) vysokého stejnosměrného napětí.
7. Zařízení (1) podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) je vytvořena z elektricky nevodivého materiálu, přičemž polymerní matrice (4) v zásobníku (3) polymerní matrice (4) je uzemněná.
- 35 8. Zařízení (1) podle libovolného z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že zvlákňovací elektroda (2) je vytvořena z elektricky nevodivého materiálu, přičemž polymerní matrice (4) v zásobníku (3) polymerní matrice (4) je propojená s jedním pólem zdroje (5) vysokého stejnosměrného napětí.
- 40 9. Zvlákňovací elektroda (2) zařízení (1) pro výrobu nanovláken elektrostatickým zvlákňováním kapalné polymerní matrice (4) v elektrickém zvlákňovacím poli o vysoké intenzitě vytvoře-

ným mezi sběrnou elektrodou (7) a proti ní uspořádanou zvlákňovací elektrodou (2), která zasahuje částí svého povrchu do polymerní matrice (4) uložené v zásobníku (3) polymerní matrice (4), **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že má tvar koule.

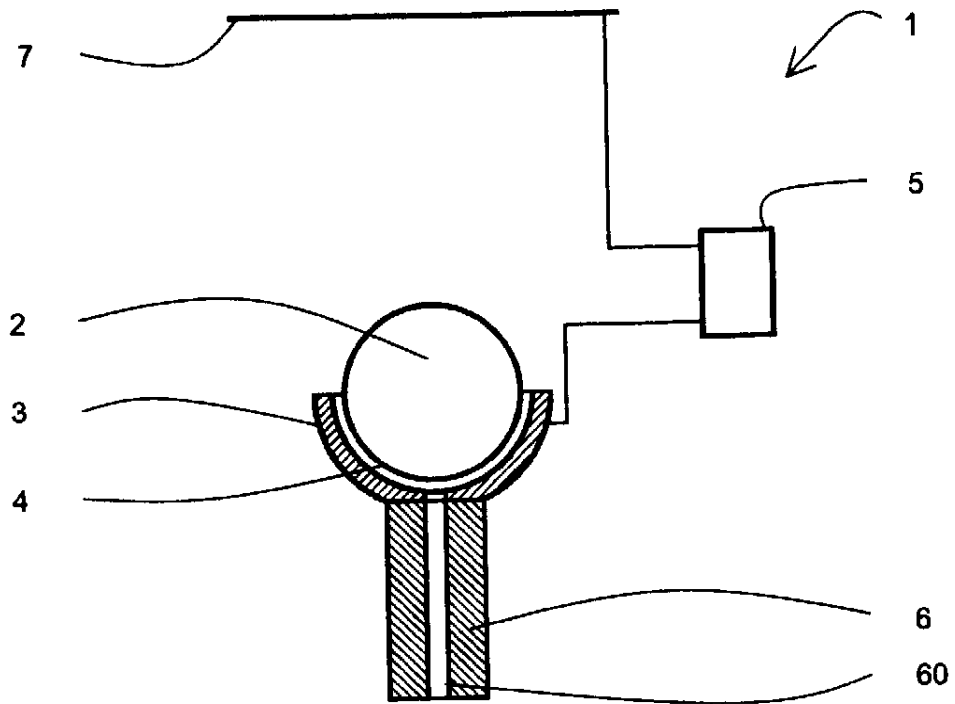
5 10. Zvlákňovací elektroda (2) podle nároku 9, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je vytvořena z elektricky vodivého materiálu.

11. Zvlákňovací elektroda (2) podle nároku 10, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je uzemněná.

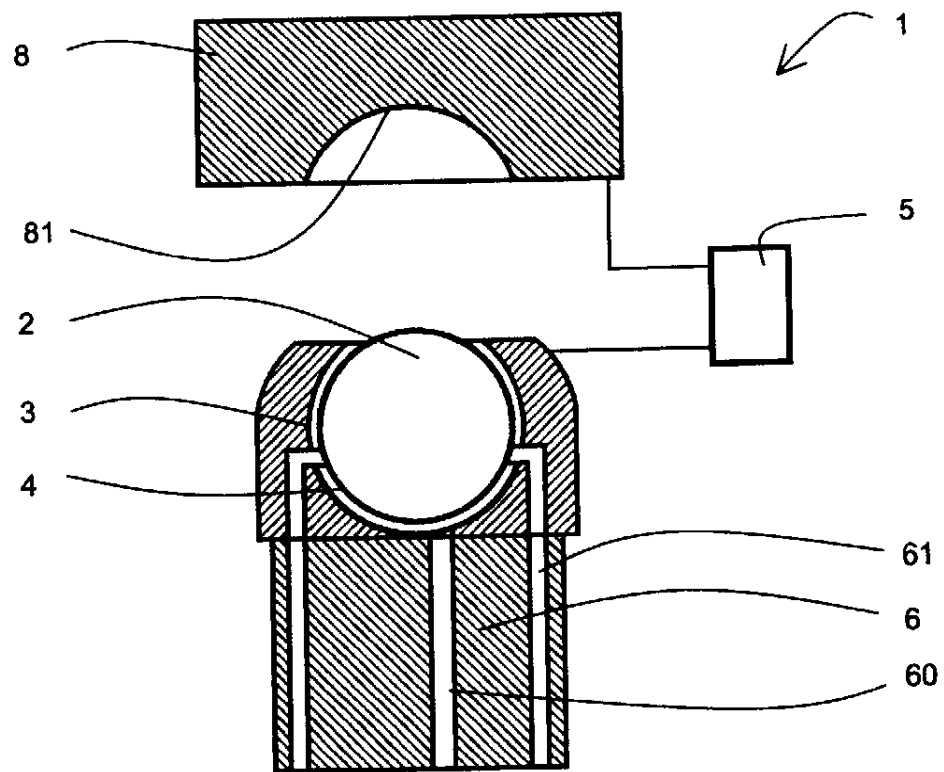
12. Zvlákňovací elektroda (2) podle nároku 10, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je propojená s jedním pólem zdroje (5) vysokého stejnosměrného napětí.

10 13. Zvlákňovací elektroda (2) podle nároku 9, **v y z n a ě u j í c í s e t í m**, že je vytvořena z elektricky nevodivého materiálu.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2

Konec dokumentu