

PATENTOVÝ SPIS

(11) Číslo dokumentu:

300 628

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2005-286**
(22) Přihlášeno: **04.05.2005**
(40) Zveřejněno: **31.01.2007**
(Věstník č. 5/2007)
(47) Uděleno: **25.05.2009**
(24) Oznámení o udělení ve Věstníku: **01.07.2009**
(Věstník č. 26/2009)

(13) Druh dokumentu: **B6**

(51) Int. Cl.:

G02B 6/138 (2006.01)

G02B 6/13 (2006.01)

G02B 1/08 (2006.01)

(56) Relevantní dokumenty:

US 4958895; US 5007696; US 5100589; GB 1304153.

(73) Majitel patentu:

VŠCHT - Odd. pro vědu, Praha, CZ

(72) Původce:

Švorčík Václav Prof. Ing. DrSc., Praha, CZ

Hüttel Ivan Doc. Ing. DrSc., Praha, CZ

(74) Zástupce:

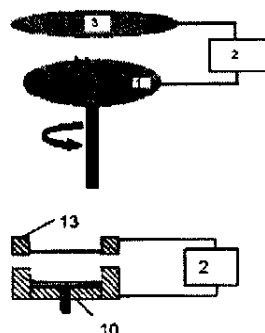
Ing. Květoslava Kubičková, Doubravčická 2201, Praha
10, 10000

(54) Název vynálezu:

**Způsob trvalého zvýšení indexu lomu na
požadovanou hodnotu u polymerních materiálů
a zařízení k jeho provádění**

(57) Anotace:

Způsob trvalého zvýšení indexu lomu na požadovanou hodnotu u polymerních materiálů, určených zejména k přípravě planárních optických vlnodů, interferenčních vrstev pro optické filtry nebo zrcadel, spočívá v tom, že se na polární materiál na bázi polymerů v roztoku nebo v plastickém stavu působí elektrickým polem a za jeho stálého působení se převede do tuhého stavu. Polární materiál je vybrán ze skupiny tvořené polárními polymery a/nebo nepolárními polymery dotovanými polárními látkami, přičemž koncentrace dotující polární látky je 0,0001 až 60 % hmotnostních. Polární materiál se převede do tuhého stavu z plastického stavu nebo z roztoku polymeru odpařováním rozpouštědla v zemském gravitačním poli nebo při působení odstředivé síly v elektrickém poli o intenzitě 1 až 10^7 V/m. Zařízení sestává ze zdroje elektrického napětí (2), který je vodivě spojen s rotující deskou (1) nebo kovovou podložkou (10) a plošnou elektrodou (3) nebo síťovou elektrodou (13) umístěnou paralelně nad rotující deskou (1) či podložkou (10) pro vytvoření elektrického pole.



CZ 300628 B6

Způsob trvalého zvýšení indexu lomu na požadovanou hodnotu u polymerních materiálů a zařízení k jeho provádění

5 Oblast techniky

Vynález se týká způsobu trvalého zvýšení indexu lomu optických vrstev polárních a nepolárních polymerů na požadovanou hodnotu, což je využitelné v oblasti optických fotonických a optoelektronických systémů a součástí integrované optiky, tj. pro výrobu nového typu planárních optických vlnodů s nastavitelným indexem lomu pláště a jádra, interferenčních vrstev pro optické filtry, speciálních zrcadel, optických senzorů a dalších prvků integrované optiky, fotoniky a optoelektroniky.

15 Dosavadní stav techniky

Pro výrobu optických vlnodů, systémů a prvků integrované optiky, fotoniky a optoelektroniky se využívá řada anorganických i organických materiálů s vhodným, ale předem daným indexem lomu. Těmito výchozími materiály jsou různé oxidy a soli, některá skla, syntetický SiO_2 , některé dielektrické krystaly (např. LiNbO_3 , LiTaO_3), polovodiče (Si, GaAs, GaAlAs, GaAsP, InAsSb, GaN, GaInN). Výčet zkoušených a aplikovaných technologií vytváření vlnodných struktur s využitím těchto materiálů je široký. Jsou to např. různé vakuové depoziční metody (zejména vakuové napařování a naprašování), některé difúzní technologie, výměna iontů a implantace iontů, metody chemické depozice používané při přípravě optických vláken, polovodičových struktur, příp. polovodičových integrovaných obvodů. S rozvojem integrované optiky a metod přípravy optických vláken se uplatňují především technologie planárního uspořádání optických struktur na křemikové podložce. Nejčastěji se využívá polovodičové podložky jako nosiče vlnodných struktur. Vliv jejího relativně velkého indexu lomu se odstiňuje tlustší vrstvou plášťového dielektrika, v případě křemíku vrstvou SiO_2 . Další aktivní vlnodná vrstva s vyšším indexem lomu než vrstva SiO_2 je obvykle typu SiO_xN_y nebo různě dotovaná vrstva SiO_2 . Na této polovodičové podložce lze při přípravě vlnodných vrstev využít i epitaxních technologií. Existuje i několik dalších podobných materiálův-technologických systémů. V poslední době bylo dosaženo úspěchů při přípravě některých specifických vlnodných struktur pro distribuci a ovládání optického záření založených na polymerních materiálech, např. polymethylmethakrylát (PMMA), deuterovaný ethylen-glykoldimetakrylát (pro vlnovou délku 1300 nm) nebo pentafluorfenylmetakrylát (pro vlnovou délku 1550 nm).

Je známo, že u polárních polymerních látek zejména v tekutém stavu lze působením elektrického pole změnit orientaci molekulárních dipólů a u těchto běžně izotropních materiálů lze upravit jejich orientaci. Díky jejich anizotropním vlastnostem se zvýší jejich schopnost měnit index lomu tohoto materiálu v elektrickém poli. Ochlazením pod teplotu ztekucení se polymerní materiál vrací do původního izotropického stavu. Této skutečnosti využívá například patent US 4 958 895, jehož předmětem ochrany je spínač založený na světlovodném filmu na bázi polyvinylpyridinů. Polymerní film je vystaven působení elektrického pole vyvolaného střídavým elektrickým proudem. Změna anizotropních vlastností polymeru umožňuje změnu průchodu světelného paprsku v závislosti na elektrickém poli vyvolaném střídavým elektrickým proudem.

Nevýhody těchto řešení spočívají v tom, že při konstrukci optických vlnodů nebo dalších optických systémů či prvků je volba potřebného indexu lomu nebo potřebných rozdílů indexu lomu omezena fyzikálními vlastnostmi použitých materiálů. Podmínkou činnosti těchto optických systémů je obvykle i požadavek na vlastnosti použitých podložek, což podstatně omezuje jejich výběr, a to obvykle na speciální podložky LiNbO_3 , LiTaO_3 , drahá čistá skla, Si atd. Další nevýhodou dosud existujících materiálův-technologických řešení planárních vlnodných struktur a součástí je potřeba používat buď příliš drahé materiály vlnodných vrstev a potřebných podložek, nákladné technologie, nebo případně obojí.

Podstata vynálezu

5 Způsob trvalého zvýšení indexu lomu na požadovanou hodnotu u polymerních materiálů, určených zejména k přípravě planárních optických vlnovodů, interferenčních vrstev pro optické filtry nebo zrcadel, podle vynálezu spočívá v tom, že se polární materiál na bázi polymerů v roztoku nebo v plastickém stavu vloží do elektrického pole a za stálého působení elektrického pole se převede do tuhého stavu.

10 Polární materiál je s výhodou vybrán ze skupiny tvořené polárními polymery a/nebo nepolárními polymery dotovanými polárními látkami, přičemž koncentrace dotující polární látky je 0,0001 až 60 % hmotn.

15 Roztok polárního materiálu se převede do tuhého stavu tím, že se rozpouštědlo odpaří, popřípadě za zvýšené teploty za působení pouze gravitační síly nebo se na roztok polárního materiálu působí během odpařování rozpouštědla odstředivou silou.

20 Tvorba tuhé polymerní vrstvy z roztoku polymeru odpařováním rozpouštědla nebo z plastického stavu za současné sedimentace nebo odstředování probíhá v elektrickém poli o intenzitě 1 až 10^7 V/m.

25 Dipóly polymeru nebo dotující polární látky se v roztoku nebo v plastickém stavu polymeru orientují vlivem elektrického pole. Při stálém působení elektrického pole během odpařování rozpouštědla resp. ochlazení polymeru dipóly zůstávají trvale orientované a tím dochází k nárůstu indexu lomu v porovnání s původním neorientovaným materiálem.

30 Z plastického polymeru ochlazení nebo z roztoku polymerního materiálu odpařováním nebo zrychleně odstředováním se při současném působení elektrického pole dané intenzity připraví tenké polymerní vrstvy s vyšším indexem lomu, případně vrstvy s daným rozdílem indexu lomu.

35 Zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že sestává z kovové rotující desky a zdroje elektrického napětí, který je vodivě spojen s rotující deskou a plošnou elektrodou umístěnou paralelně nad rotující deskou pro vytvoření elektrického pole mezi rotující deskou a plošnou elektrodou.

40 Zařízení pro provádění způsobu podle vynálezu spočívá v tom, že sestává z kovové podložky a zdroje elektrického napětí, který je vodivě spojen s kovovou podložkou a síťovou elektrodou umístěnou nad kovovou podložkou pro vytvoření elektrického pole mezi kovovou podložkou a síťovou elektrodou umístěnou nad kovovou podložkou pro vytvoření elektrického pole mezi kovovou podložkou a síťovou elektrodou. Kovová podložka a síťová elektroda jsou s výhodou umístěny v termostatu.

45 Výhodou způsobu přípravy polymerních vlnovodných vrstev je, že v jedné technologické operaci lze na jakékoliv levné podložce vyrobit z roztoku polymeru nebo z plastického stavu polymeru vhodnou aplikací elektrického pole polymerní tenkou vrstvu s předem daným indexem lomu v určitém rozmezí. Tento technologický postup je jednoduchý a jeho rychlost závisí na rychlosti odpařování rozpouštědla. Rychlost odpařování lze zrychlit zvýšením teploty nebo působením odstředivé síly. Lze jím připravit polymerní vrstvy s vyšší hodnotou indexu lomu a tak zajistit požadovaný rozdíl indexů lomu vyráběných planárních optických vlnovodů a dalších prvků a součástí integrované optiky a fotoniky v jednom depozičním kroku např. s možností volby rozdílu indexu lomu pláště a jádra vlnovodu na bázi polymerních materiálů podle aplikačních požadavků.

Přehled obrázků na výkresech

Obr. 1 znázorňuje schéma zařízení pro přípravu polymerních filmů z roztoku polymerů technikou odstředování v elektrickém poli.

Obr. 2 znázorňuje schéma zařízení pro přípravu polymerních filmů z plastického polymeru a z roztoku polymerů technikou usazování v elektrickém poli.

Příklady provedení vynálezu

Vynález je blíže objasněn na příkladech konkrétního provedení:

Index lomu byl měřen na refraktometru ve spektrální oblasti 250 až 1200 nm. Níže uvedené hodnoty indexu lomu byly odečteny při 633 nm.

K přípravě polymerních vrstev odstředováním bylo použito zařízení znázorněné na obr. 1. Zařízení sestává z kovové rotující desky 1 a zdroje elektrického napětí 2, který je vodivě spojen s rotující deskou 1 a plošnou elektrodou 3 umístěnou paralelně nad rotující deskou 1 pro vytvoření elektrického pole mezi rotující deskou 1 a plošnou elektrodou 3.

K přípravě polymerních vrstev sedimentací bylo použito zařízení znázorněné na obr. 2.

Zařízení sestává z kovové podložky 10 a zdroje elektrického napětí 2, který je vodivě spojen s kovovou podložkou 10 a sítovou elektrodou 13 umístěnou nad kovovou podložkou 10 pro vytvoření elektrického pole mezi kovovou podložkou 10 a sítovou elektrodou 13. Celé zařízení bylo umístěno v termostatu.

Příklad 1

V odstředovacím zařízení byl na křemíkový substrát nanesen roztok polymethylenmethakrylátu (PMMA). Při 1200 otáčkách byla provedena příprava vrstvy polymethylenmethakrylátu z 3%-ního hmotn. roztoku polymeru v acetonu (tloušťka filmu 300 nm) bez působení elektrického pole a v elektrickém poli s intenzitou 5 kV/cm. Index lomu vrstvy polárního PMMA připravené v elektrickém poli se zvýšil na 1,54 oproti vrstvě PMMA připravené bez působení elektrického pole, která měla index lomu 1,49.

Příklad 2

Na odstředovacím zařízení při 1200 otáčkách byla provedena příprava vrstvy PMMA z 3% hmotn. roztoku polymeru v acetonu (tloušťka filmu 1000 nm) v elektrickém poli s intenzitou 15 kV/cm. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu polárního PMMA z 1,49 na 1,58.

Příklad 3

Na odstředovacím zařízení při 1200 otáčkách byla provedena příprava vrstvy PMMA z 3% hmotn. roztoku polymeru v acetonu (tloušťka filmu 1000 nm). Tento film byl umístěn do termostatu a pod elektrickým polem o intenzitě 10^6 V/m byl zahřát na 120 °C a poté ochlazen na pokojovou teplotu. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu polárního PMMA z 1,49 na 1,52.

Příklad 4

5 Spontánním odpařováním rozpouštědla z 5% hmotn. roztoku PMMA v acetonu pod elektrickým polem o intenzitě 10^7 V/m na zařízení znázorněném na obr. 2 byl připraven polymerní film o tloušťce 1,5 μ m. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu polárního PMMA z 1,49 na 1,54.

Příklad 5

10 Na odstřed'ovacím zařízení při 1000 otáčkách byla provedena příprava vrstvy nepolárního polystyrenu (index lomu PS je 1,57) z jeho 3% hmotn. roztoku polymeru v toluenu (tloušťka filmu 1000 nm) dotovaného 5 % hmotn. dimiboru v elektrickém poli s intenzitou 2,5 kV/cm. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu z 1,57 na 1,60.

15

Příklad 6

20 Na odstřed'ovacím zařízení při 1000 otáčkách byla provedena příprava vrstvy PS z jeho 3% hmotn. roztoku polymeru v toluenu (tloušťka 1000 nm) dotovaného 10 % hmotn. difenylsulfoxidu v elektrickém poli s intenzitou 10 kV/cm. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu z 1,57 na 1,65.

Příklad 7

25

Spontánním odpařováním rozpouštědla z 3% hmotn. roztoku PS v toluenu dotovaného 20 % hmotn. dimiboru pod elektrickým polem o intenzitě 10^7 V/m byl připraven polymerní film o tloušťce 1,5 μ m. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu nepolárního PS z 1,57 na 1,75.

30

Příklad 8

35 Na odstřed'ovacím zařízení při 1500 otáčkách byla provedena příprava vrstvy PS z 3% hmotn. roztoku polymeru v toluenu a dotovaného 20 % hmotn. dimiboru (tloušťka 1000 nm). Tento film byl umístěn do termostatu a pod elektrickým polem o intenzitě 10^6 V/m byl zahřát na 120 °C a poté ochlazen na pokojovou teplotu. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu polárního PS z 1,57 na 1,69.

40 Příklad 9

Na odstřed'ovacím zařízení při 1200 otáčkách byla provedena příprava vrstvy PMMA z 3% hmotn. roztoku polymeru v acetonu a dotovaného 20 % hmotn. dimiboru o tloušťce 1200 nm. Tento film byl umístěn do termostatu a pod elektrickým polem o intenzitě 10^6 V/m byl zahřát na 120 °C a poté ochlazen na pokojovou teplotu. Tímto způsobem byl zvýšen index lomu polárního PS z 1,49 na 1,65.

50 Příklad 10

Na odstřed'ovacím zařízení při 1000 otáčkách po dobu 4 s byla provedena příprava vrstvy PMMA z 3% hmotn. roztoku polymeru v acetonu bez elektrického pole. Po této době bylo přiloženo elektrické pole s intenzitou 5 kV/cm do ukončení přípravy vrstvy. Tímto způsobem byla připravena struktura s vlnovodnými vlastnostmi, tj. struktura s požadovaným rozdílem indexů lomu.

55

Průmyslová využitelnost

5 Způsob přípravy optických polymerních vrstev se zvýšenou a nastavitelnou hodnotou indexu lomu podle vynálezu je využitelný například při výrobě planárních optických vlnovodů a dalších prvků a součástek integrované optiky a fotoniky s možností volby rozdílu indexu lomu pláště a jádra vlnovodu podle aplikačních požadavků, na přípravu interferenčních vrstev pro optické fil-

10

PATENTOVÉ NÁROKY

15

1. Způsob trvalého zvýšení indexu lomu na požadovanou hodnotu u polymerních materiálů, určených zejména k přípravě planárních optických vlnovodů, interferenčních vrstev pro optické filtry nebo zrcadel, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se na polární materiál na bázi polymerů v roztoku nebo v plastickém stavu působí elektrickým polem a za jeho stálého působení se pře-

20

2. Způsob podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že polární materiál je vybrán ze skupiny tvořené polárními polymery a/nebo nepolárními polymery dotovanými polárními látkami, přičemž koncentrace dotující polární látky je 0,0001 až 60 % hmotnostních.

25

3. Způsob podle nároků 1 a 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se z roztoku polárního materiálu odpaří rozpouštědlo v zemském gravitačním poli.

30

4. Způsob podle nároků 1 a 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že se na roztok polárního materiálu během odpařování rozpouštědla působí odstředivou silou.

35

5. Způsob podle nároků 1 až 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že tvorba tuhé polymerní vrstvy z plastického stavu nebo z roztoku polymeru odpařováním rozpouštědla v průběhu sedimentace nebo odstředování probíhá v elektrickém poli o intenzitě 1 až 10^7 V/m.

40

6. Zařízení pro provádění způsobu podle nároků 1, 2, 4 a 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že sestává z kovové rotující desky (1) a zdroje elektrického napětí (2), který je vodivě spojen s rotující deskou (1) a plošnou elektrodou (3) umístěnou paralelně nad rotující deskou (1) pro vytvoření elektrického pole mezi rotující deskou (1) a plošnou elektrodou (3).

45

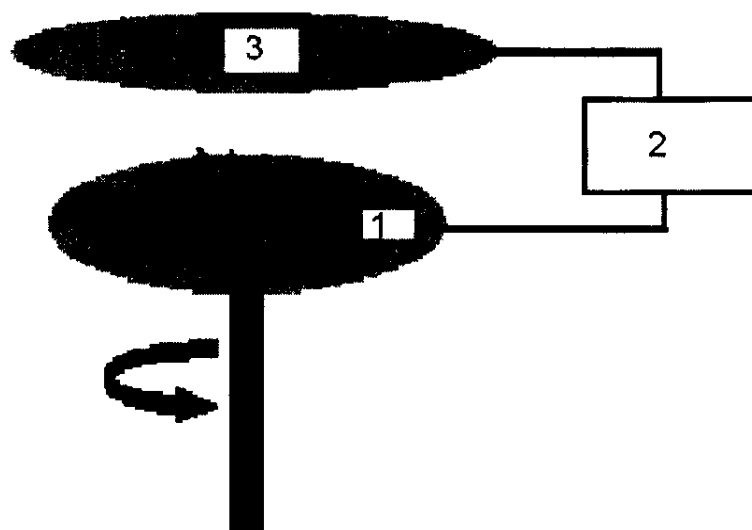
7. Zařízení pro provádění způsobu podle nároků 1, 2, 3 a 5, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že sestává z kovové podložky (10) a zdroje elektrického napětí (2), který je vodivě spojen s kovovou podložkou (10) a síťovou elektrodou (13) umístěnou nad kovovou podložkou (10) pro vytvoření elektrického pole mezi kovovou podložkou (10) a síťovou elektrodou (13).

50

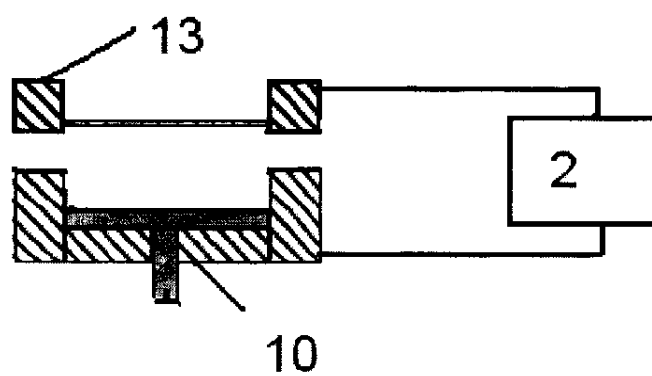
8. Zařízení podle nároku 7, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kovová podložka (10) a síťová elektroda (13) jsou umístěny v termostatu.

1 výkres

Obr. 1.



Obr. 2:



Konec dokumentu