

(19)



REPUBLIKA SLOVENIJA
Urad RS za intelektualno lastnino

(10) **SI 21242 A**

(12)

PATENT

(21) Številka prijave: **200200150**

(51) MPK: **G01L 11/00**

(22) Datum prijave: **13.06.2002**

(45) Datum objave: **31.12.2003**

(72) Izumitelja: **Cibula Edvard, 2205 Starše, SI;**
Donlagić Denis, 2000 Maribor, SI

(73) Imetnik: **FERI Maribor, Smetanova 17, 2000 Maribor, SI**

(54) **OPTIČNI VLAKENSKI SENZOR TLAKA**

(57) Optični vlakenski senzor tlaka rešuje problem realizacije senzorja tlaka, ki ni širši od premera standardnega optičnega vlakna, t.j. 125 mikro metra. Ključni element senzorja je elastična membrana, ki se nahaja znotraj vdolbine na koncu optičnega vlakna. Merjenje upogiba membrane oz. tlaka temelji na pojavu interference svetlobe med membrano in koncem optičnega vlakna. Postopek izdelave zajema jedkanje konca optičnega vlakna in izdelavo membrane. Na konec enorodovnega optičnega vlakna je

zvarjen kratek segment mnogorodovnega optičnega vlakna, katerega jedro je izjedkano s potopitvijo v HF kislino. Tako pripravljen konec optičnega vlakna se potopi v raztopino materiala, primerne za izdelavo membrane, raztopljenega v ustreznem topilu. Po dvigu vlakna iz raztopine se del raztopine v obliki kapljice oprime vlakna ter se zaradi izhlapevanja topila stanjša. Na ta način se znotraj vdolbine na koncu optičnega vlakna tvori tanka membrana.

SI 21242 A

CIBULA Edvard
Zlatoličje 85
2205 Starše

ĐONLAGIĆ Denis
Vinarje 111
2000 Maribor

OPTIČNI VLAKENSKI SENZOR TLAKA

Predmet izuma je senzor tlaka in postopek za izdelavo senzorja tlaka, ki se nahaja na koncu optičnega vlakna in ima premer, ki je manjši ali enak premeru optičnega vlakna. Konstrukcija senzorja omogoča realizacijo visoko občutljivega senzorja, primerne za merjenje nižjih tlakov.

Tehnični problem, ki ga rešuje izum je realizacija občutljivega senzorja tlaka majhnega premera, primerne za vrsto aplikacij, pri katerih se zahtevajo majhne dimenzije senzorja in/ali električna pasivnost. Poleg tega omogoča uporabo biokompatibilnih materialov, kar je odločilnega pomena za področje medicine. Izum obenem rešuje problem visoke cene izdelave te vrste senzorjev in sicer zaradi enostavnega postopka izdelave in možnosti uporabe cenenih materialov.

Znanih je nekaj izvedb optičnih vlakenskih merilnikov tlaka. Rešitev po patentu WO 02/23148 uporablja ohišje iz silicija, v katero sta pritrjena konec dovodnega optičnega vlakna in tanka silicijeva membrana. Gladko odrezan konec optičnega vlakna in membrana predstavljata dve reflektivni površini, ki tvorita t.i. Fabry-Perot interferometer. Tukaj prihaja do razdelitve optičnega vala na dva dela, ki medsebojno interferirata. Njuna interferenčna vsota je odvisna od razdalje med koncem vlakna in membrano, kar je v osnovi merilo tlaka. Druge znane rešitve so po patentih EP 1 089 062, US 5657405, US 5381229 US 4991590 in WO 99/45352, ki se razlikujejo predvsem po izvedbi ohišja za membrano in optično vlakno. Vsem navedenim rešitvam je skupna značilnost omenjeno ohišje, ki pa je povsod večjega premera od optičnega vlakna. Edina znana rešitev, kjer je celoten senzor enak premeru optičnega vlakna je po patentu EP 0 997 721, le da je postopek izdelave zapleten in zahteva uporabo posebnih orodij in materialov.

Po izumu je problem rešen s postavitvijo senzorja na konec optičnega vlakna in sicer znotraj samega vlakna. Izum bo opisan na izvedbenem primeru in slikah, ki prikazujejo:

- sl. 1 standardno enorodovno optično vlakno s privarjenim segmentom mnogorodovnega optičnega vlakna
- sl. 2 zjedkan konec optičnega vlakna
- sl. 3 Posamezne faze izdelave membrane znotraj optičnega vlakna

Priprava konca optičnega vlakna:

Na enorodovno optično vlakno 1 (v nadaljevanju EOV), po katerem se prenaša svetloba od svetlobnega vira do senzorja in nazaj do detektorja je privarjeno mnogorodovno optično vlakno 2 (v nadaljevanju MOV) in odrezano na dolžini $100\mu\text{m}$ od spoja 3. Varjenje je izvedeno z uporabo standardnega varilnika za optična vlakna in odrezano z rezalnikom za optična vlakna. Obe uporabljeni optični vlakni imata zunanji premer $125\mu\text{m}$ 4. Premer jedra EOV je $9\mu\text{m}$ 5. MOV ima stopnični lomni lik s premerom jedra okoli $60\mu\text{m}$ 6 in je izdelano s standardno tehnologijo za izdelavo optičnih vlaken, kjer je jedro dopirano z GeO_2 . Masni delež GeO_2 v jedru je okoli 40%.

Jedkanje konca optičnega vlakna:

Tako pripravljen konec optičnega vlakna je potopljen v 40%-no *HF* kislino, kjer pride do raztapljanja oz. jedkanja MOV. Ker je jedro optičnega vlakna dopirano z GeO_2 , se le-to raztaplja bistveno hitreje kot obloga. Izmerjena hitrost jedkanja jedra z 40% masnim deležem GeO_2 MOV znaša okoli $7\mu\text{m}$ na minuto, obloge, ki jo sestavlja čisti SiO_2 pa $0,5\mu\text{m}$. Jedkanje poteka vse do spoja obeh optičnih vlaken, kjer pride do porasta reflektivnosti na meji vlakno-zrak z 0,01% na ca. 2%. Tolikšna reflektivnost je nujna za delovanje senzorja na osnovi interference svetlobe. Pomembno je, da se jedkanje prekine trenutku, ko je dosežen spoj obeh vlaken, sicer pride do poškodbe površine EOV na spoju in s tem do naglega padca reflektivnosti. V ta namen se med procesom jedkanja meri moč odbite svetlobe in ko ta doseže maksimum, se jedkanje prekine. Neposredno po jedkanju se konec vlakna potopi v alkohol, da se odstranijo ostanki *HF* kisline. Zjedkan konec vlakna z vdolbino 7 na čelni strani je prikazan na sliki 2.

Izdelava membrane:

Pripravi se raztopina iz ustreznega materiala, kot so razni polimeri in poliuretani s primernimi mehanskimi lastnostmi za izdelavo membrane. Izbira materiala je odvisna od

želene aplikacije, tako da membrana izpolnjuje zahteve glede natezne trdnosti, temperaturne obstojnosti ter za področje medicine pogoj biokompatibilnosti. Pomembna lastnost materiala za izdelavo membrane je med drugim dober oprijem na steklo oz. optično vlakno. Za primer izdelave membrane iz elastičnega poliuretana P-1190A se pripravi 5%-na raztopina tega poliuretana v topilu dimetil formamid (DMF) - 8. Zjedkan konec optičnega vlakna se nato vertikalno potopi v raztopino - 9. Po dvigu optičnega vlakna iz raztopine se del raztopine v obliki kapljice oprime vlakna - 10. Ker je na spodnji oz. zunanji strani kapljice parni tlak DMF manjši od tistega na zgornji strani t.j. znotraj vdolbine v optičnem vlaknu, DMF tukaj hitreje izhlapeva. Zaradi tega pride do tanjšanja spodnje strani kapljice, dokler se na zunanjem robu vdolbine vlakna ne ustvari tanka membrana - 11. Končna debelina membrane (in s tem njene mehanske lastnosti) je odvisna od hitrosti izhlapevanja topila. V ta namen je potrebno kontrolirati tako koncentracijo hlapov DMF kot temperaturo v okolici membrane.

PATENTNI ZAHTEVKI

1. Optični vlakenski merilnik tlaka,

značilen po tem,

da ga sestavljajo dovodno enorodovno vlakno (1), ki se nadaljuje v kratek cilindrični element (2) z notranjim premerom med 10 in 200 μ m (6), zunanjim premerom med 80 in 300 μ m (4) in dolžino 10 in 300 μ m (3) ter polimerna membrana, ki je pritrjena na konec cilindričnega elementa (11).

2. Postopek za izdelavo optičnega merilnika tlaka po zahtevku 1,

značilen po tem,

da se izvede varjenje kratkega segmenta mnogorodovnega optičnega vlakna (2) na enorodovno optično vlakno (1), kateremu sledi jedkanje v *HF* kislini.

3. Postopek za izdelavo optičnega merilnika tlaka po zahtevku 1,

značilen po tem,

da se središče mnogorodovnega optičnega vlakna izjedka v *HF* kislini in sicer do spoja enorodovnega in mnogorodovnega optičnega vlakna.

4. Postopek za izdelavo optičnega merilnika tlaka po zahtevku 1,

značilen po tem,

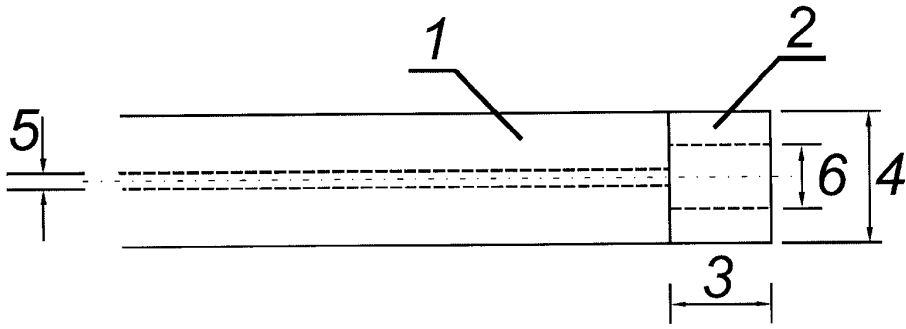
da se uporabi raztopina (8) materiala za membrano v ustreznem topilu, v katero se potopi zjedkan konec optičnega vlakna in sicer orientiran vertikalno navzdol (9); da se po izvlečenju vlakna del raztopine v obliki kapljice oprime konca vlakna (10), kjer zaradi hitrejšega izhlapevanja topila na spodnji (zunanji) strani kapljice raztopine pride do njenega stanjšanja in sicer tako, da se znotraj vdolbine v koncu optičnega vlakna ustvari tanka membrana (11).

5. Mnogorodovno optično vlakno

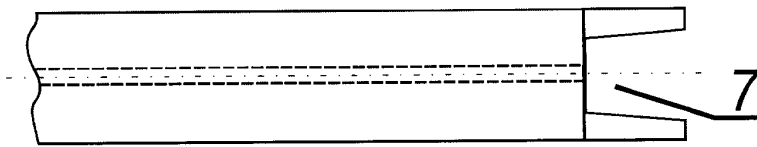
značilno po tem,

da ima stopnični ali gradientni lomni lik, premer jedra med 10 in 200 μ m, zunanji premer med 80 in 300 μ m in dolžino 10 in 300 μ m.

1/2

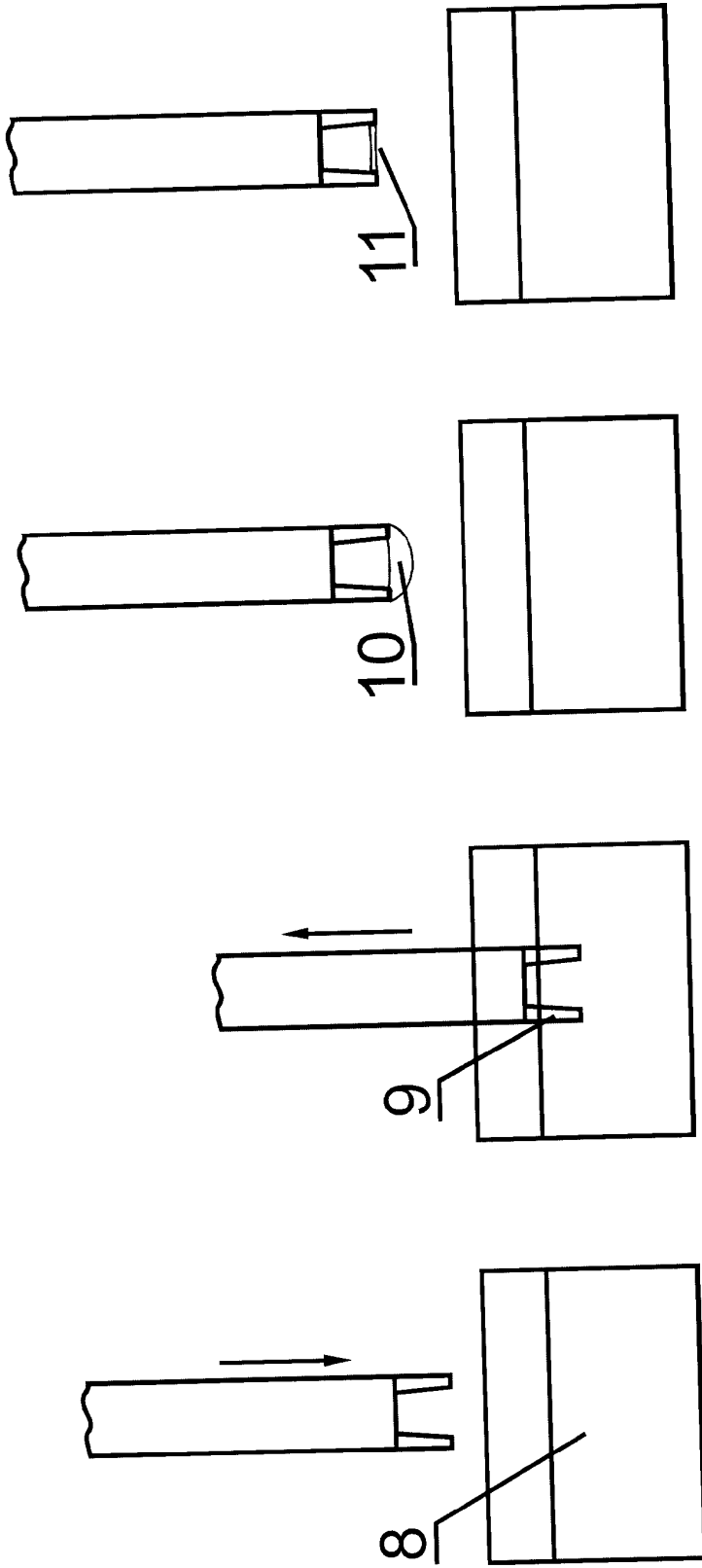


Sl. 1



Sl. 2

2/2



SI. 3