

(19)



(10) **LT 96-122 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

- (21) Paraiškos numeris: **96-122** (51) Int. Cl. (2006): **G02B 5/10**
G02B 7/18
G02B 26/08
- (22) Paraiškos padavimo data: **1996 08 15**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **1997 10 27**
- (62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —
- (86) Tarptautinės paraiškos numeris: **PCT/RU96/00114**
- (86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: **1996 05 06**
- (85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: **1996 08 15**
- (30) Prioritetas: **96104503, 1996 03 19, RU**
- (71) Pareiškėjas:
YALESTOWN CORPORATION N.V., de Ruyterkade 58A, Curacao, Netherland Antilles, NL
- (72) Išradėjas:
Andrei Gennadievich SAFRONOV, RU
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Liudmila GERASIMOVICH, IĮ „Liudmila Gerasimovič, Patentinis patikėtinis“, Vingrių g. 13-42, LT-01141 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Mozaikinis adaptuojamas bimorfinis veidrodis

- (57) Referatas:

Išradimas susijęs su valdoma optika ir gali būti panaudotas statiniam ir dinaminiam banginio spinduliavimo frontui valdyti įvairiuose optiniuose prietaisuose ir sistemose, tarp jų astronominiuose teleskopuose pramoninėje lazerinėje technikoje, o taip pat optinėse nutaikymo ir sekimo sistemose. Mozaikiniame adaptuotame bimorfiniame veidrodyje atspindinčio paviršiaus deformacijai panaudotos daugiasluoksnės lokalios bimorfinės struktūros, kurios yra pjezoelektrinių elementų, sudarytų iš bent dviejų pjezokeraminių plokščių (4), pritvirtintų prie stiklinės-korpuso (1) dugno, kurio vidinė ertmė užpildyta elastingu hermetiku (9), pavidalo.

MOZAIKINIS ADAPTUOTAS BIMORFINIS VEIDRODIS

5

TECHNIKOS SRITIS.

Išradimas susijęs su valdoma optika ir gali būti panaudotas statiniam ir dinaminiam banginio spinduliavimo frontui valdyti įvairiuose optiniuose prietaisuose ir sistemose, tarp jų astronominiuose teleskopuose, pramoninėje
10 lazerinėje technikoje, o taip pat optinėse nutaikymo ir sekimo sistemose.

ANKSTESNIS TECHNIKOS LYGIS.

Žinomas deformuojamas bimorfinis veidrodis (žr. V.I.Bojkov, P.V.Nikolajev, A.V.Smirnov. Bimorfinio lankstaus veidrodžio atsako
15 funkcijos. -Optinė ir mechaninė gamyba (rusų kalba), 1989, Nr. 10, 10-13 pusl.), turintis atspindinčią 60 mm skersmens plokštę, prie kurios antrojo paviršiaus prijungtos septynios atskiros 18 mm skersmens pjezoplokštės. Šio bimorfinio veidrodžio trūkumai yra šie:

1) neglaudus pjezoplokščių supakavimas antrojoje atspindinčios
20 plokštės pusėje, kuris sukelia negalimumą tiesioginio poveikio jos deformacijai tarpe tarp gretimų pjezoplokščių; 2) mažas optinių paviršių valdomų pasislinkimų dydis; 3) mažas jautrumas (didžiausias $19,2 \mu\text{m/kW}$); 4) didelis darbo imlumas formuojant optinį paviršių; 5) bloga jo pradinės formos kokybė ir žemas stabilumas; 6) mažas veidrodžio stiprumas ir
25 patikimumas.

Taip pat žinomas šaldomas adaptuotas bimorfinis veidrodis (žr., pavyzdžiui, TSRS patentą Nr. 1808159, TPK H01S 3/02, 1989), turintis stiklinės pavidalo korpusą, šaldomą atspindinčią plokštę, pagrindinę ir papildomą pjezoelektrines plokštes ir 18 nepriklausomų valdomų elektrodų.
30 Be to, papildoma pjezoplokštė, išdėstyta tarp atspindinčios plokštės ir pagrindinės pjezokeraminės plokštės ir standžiai sujungta su jomis, naudojama nepriklausomai nuo pagrindinės pjezoplokštės, tai yra jos

valdomasis elektrodas neturi elektrinio kontakto su kitais elektrodais. Šios papildomos pjezoplokštės paskirtis yra veidrodžio atspindinčio paviršiaus reperio formos stabilizacija, jo elektromechaninės histerezės sumažinimas ir, esant tam tikroms sąlygoms, atspindinčio paviršiaus valdomo pasislinkimo diapazono padidinimas. Be to, šio bimorfinio veidrodžio atspindinčio paviršiaus deformacijos gaunamos susidarant lenkimo momentams nuo kiekvienos pjezoplokštės deformacijos ir jų vėlesnei superpozicijai; kiekviena pjezoplokštė deformuojasi lygiagrečiai atspindinčiai plokštumai kryptimi dėl atbulinio skersinio pjezoelektrinio efekto. Žinomo įrenginio trūkumai yra šie:

5 elektrinio potencialo metaliniame veidrodžio korpuse buvimas, maža valdomų atspindinčio paviršiaus deformacijų amplitudė (didžiausia $11,2 \mu\text{m}$), mažas jautrumas (didžiausias $37,3 \mu\text{m/kW}$), didelis darbo imlumas formuojant optinį paviršių, bloga jo pradinės formos kokybė ir žemas stabilumas, o taip pat mažas veidrodžio stiprumas ir patikimumas.

15 Taip pat žinomas deformuojamas bimorfinis veidrodis (žr. S.G. Lipson, E.N.Ribak, C.Schwartz. Bimorph deformable mirror design.-Proc. SPIE, 1994, vol. 2201, p.703), turintis 100 - 150 mm skersmens atspindinčią plokštę ir pjezoelektrinį valdantį sluoksnį, suformuotą jos antrajame paviršiuje mozaikos pavidalu iš 61 apvalios arba kvadratinės formos 100 - 150

20 mm dydžio pjezoelektrinės plokštės. Šio deformuojamo bimorfinio veidrodžio trūkumai yra šie: maža valdomų atspindinčio paviršiaus deformacijų amplitudė, mažas jautrumas, didelis darbo imlumas formuojant optinį paviršių, bloga jo pradinės formos kokybė ir žemas stabilumas, o taip pat mažas veidrodžio stiprumas ir patikimumas.

25 Artimiausias šiam išradimui savo esme ir požymių visuma yra deformuojamas veidrodis, parinktas prototipu (žr. TSRS autorinį liudijimą Nr. 1485180, G02B 5/10, 1989 06 27), turintis stiklinės su dangčiu ir atspindinčiu paviršiumi ant išorinės stiklinės dugno pusės pavidalo korpusą, atskirus pjezoelektrinius elementus, išdėstytus stiklinėje neišeinant iš

30 atspindinčio paviršiaus ribų, cilindrinų ertmių viduje, kiekvienos iš kurių centre yra iškyša. Padavus elektros įtampą į pjezoelementą, jis išlinksta, dėl to

įvyksta veidrodžio atspindinčio paviršiaus deformacija. Be to, ertmės centre esanti iškyša atlieka vaidmenį tarpinės grandies, kurios dėka pjezoelementu vystoma jėga jam išsilenkiant pridedama prie antrosios veidrodinės plokštės pusės. Taip pat reikia pastebėti, kad šiame deformuojamame veidrodyje kiekvienas pjezoelementas faktiškai yra bimorfinė pavara. Prototipo trūkumai yra šie: 1) maža atspindinčio paviršiaus valdomų deformacijų amplitudė (sąlygojama gana žemu pjezoelemento aktyvumu standumu, t.y. maža jėga, išvystoma jam išsilenkiant; 2) mažas jautrumas; 3) didelis darbo imlumas gaminant patį veidrodį (korpusą), jį surenkant (tvirtinant ir justuojant pjezoelementus), o taip pat deformuojant jo optinį paviršių; 4) bloga atspindinčio paviršiaus pradinės formos kokybė ir žemas stabilumas; 5) mažas veidrodžio stiprumas ir patikimumas.

IŠRADIMO ATSKLEIDIMAS.

Techninį uždavinį, kurio sprendimui skirtas šis išradimas, sudaro bimorfinių veidrodžių optinio (atspindinčio) paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidinimas ir veidrodžių jautrumo padidinimas. Be to, siūloma konstrukcija leidžia sumažinti veidrodžio pagaminimo, surinkimo ir poliravimo darbų imlumą, padidinti jo optinio paviršiaus kokybę ir stabilumą, o taip pat padidinti veidrodžio stiprumą ir patikimumą.

Nurodytas techninis rezultatas pasiekiamas tuo, kad mozaikiniame adaptuotame bimorfiniame veidrodyje, turinčiame stiklinės su dangčiu ir atspindinčiu paviršiumi ant išorinės stiklinės dugno pusės pavidalo korpusą, atskirus pjezoelektrinius elementus, išdėstytus stiklinėje neišeinant iš atspindinčio paviršiaus ribų, kiekvienas pjezoelektrinis elementas yra sudarytas iš paeiliui lygiagrečiai vidiniam stiklinės dugno paviršiui pritvirtintų bent dviejų pjezoplokščių su ištisiniais elektrodais ant jų priešingų pusių, gretimų kiekvieno pjezoelektrinio elemento pjezoplokščių poliarizacijos vektoriai nukreipti į priešingas puses, o jų vienvardžiai elektrodai elektriškai sujungti tarpusavyje, be to, stiklinė yra vienos detalės su kintamo storio dugnu pavidalo, dugno vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius. Be to, stiklinės dugnas gali būti šaldomas, gretimos bent vieno pjezoelektrinio

elemento pjezoplokštės gali būti sujungtos tarpusavyje joms bendru elektrodu, o korpuso ertmė gali būti užpildyta elastingu hermetiku.

Mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidinimas, palyginus su prototipu, kiekvienam jo pjezoelementui atskirai gaunamas dėl kiekvieno lokalaus lenkimo momento, atsirandančio kiekvienoje lokaliaje daugiasluoksniėje bimorfiniėje struktūroje, sukurtoje šiuo pjezoelementu ir atspindinčia plokšte, reikšmės padidėjimo. Tai įvyksta dėl šių priežasčių:

1) dėl buvimo ir toliau einančio lenkimo momentų, atsirandančių kiekviename pjezoelektriniame elemente, naudojant kiekvieną papildomą pjezoplokštę, sumavimo, tai realizuojama dėl to, kad kiekvienas pjezoelektrinis elementas yra paeiliui lygiagrečiai vidiniam stiklinės dugno paviršiui pritvirtintų bent dviejų pjezoplokščių su ištisiniais elektrodais ant jų priešingų pusių pavidalo arba yra daugiasluoksnis;

2) dėl sinchroninių ir sinfazinių (t.y. vienodų pagal dydį ir ženklą) pjezokeraminių plokščių kiekviename pjezoelektriniame elemente deformacijų, tai realizuojama dėl to, kad kiekviename pjezoelektriniame elemente visi pjezoplokščių elektrodai yra ištisiniai, gretimų kiekvieno pjezoelektrinio elemento pjezoplokščių poliarizacijos vektoriai nukreipti priešingomis kryptimis, o jų vienvardžiai elektrodai elektriškai sujungti tarpusavyje.

Be to, palyginus su prototipu, mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidėjimas kiekvienam veidrodžio pjezoelementui atskirai dėl atspindinčios periferinės dalies plokštės (t.y. stiklinės dugno) standumo sumažėjimo ir, tuo pačiu, dėl atspindinčios plokštės elastingesnio tvirtinimo, tai pasiekama dėl to, kad stiklinė yra pagaminta kaip viena detalė su kintamo storio dugnu, kurio vidurinėje storiausioje dalyje yra atspindintis paviršius.

Reikia paminėti, kad pirmoji iš aukščiau paminėtų priežasčių yra ir viename iš analogų, o būtent šaldomame bimorfiniame veidrodyje (žr. TSRS patentą Nr. 1808159). Iš tikrųjų, naudojant veidrodžio konstrukcijoje antrą pjezoplokštę, jai deformuojantis atsiranda papildomas lenkimo momentas,

kuris sumuojasi prie lenkimo momento, atsirandančio deformuojantis pirmai pjezoplokštei. Bet šiuo atveju suminio lenkimo momento, atsirandančio dvisluoksnėje bimorfinėje struktūroje padidėjimas (ir, tuo pačiu, atspindinčio paviršiaus deformacijos amplitudės padidėjimas) gali ir neįvykti, kadangi, 5 pereinant iš vienasluoksnio bimorfinio veidrodžio į dvisluoksnį, susidaro trijų faktorių konkurencija:

1) pridėjimas prie esančio lenkimo momento papildomo lenkimo momento naujos pjezoplokštės dėka;

2) sumažėjimas, palyginus su vienasluoksniu veidrodžiu, lenkimo 10 momento, sukulto pirmos pjezoplokštės deformacijų, kadangi dvisluoksniame veidrodyje šiam lenkimo momentui būtina kompensuoti pasipriešinimą ne tik atspindinčios plokštės, bet taip pat pasipriešinimą antros (naujos) pjezoplokštės;

3) pridėjimas prie esančio lenkimo momento papildomo lenkimo 15 momento, atsirandančio bimorfinėje struktūroje “pirma (seną) pjezoplokštė - antra (nauja) pjezoplokštė”, t.y. dėl abiejų pjezoplokščių vienašalių deformacijų.

Aišku, kad bimorfinio veidrodžio optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidėjimo požimiui pirmas iš išvardintų faktorių yra 20 teigiamas, o antras - neigiamas. Trečio faktoriaus veikimas yra teigiamas tik tuo atveju, kai bimorfinėje struktūroje “pirma pjezoplokštė - antra pjezoplokštė” atsirandantis papildomas lenkimo momentas sutampa pagal ženklą su momentu, atsirandančiu pirmos (senos) pjezoplokštės deformacijų dėka. O tai, savo ruožtu, galima tik tada, kai antros (naujos) pjezoplokštės 25 deformacijos sutampa pagal ženklą su pirmos (senos) deformacijomis ir viršija jas dydžiu. Visais kitais atvejais trečiojo faktoriaus veikimas yra neigiamas, netgi tuo atveju, kai abiejų pjezoplokščių deformacijos sutampa pagal ženklą, bet skiriasi viena nuo kitos dydžiu.

Iš aukščiau išdėstyto nagrinėjimo aišku, kad, pereinant iš 30 vienasluoksnio veidrodžio prie dvisluoksnio, pirmieji du faktoriai yra principiniai, visada esantys ir, dėl to antras faktorius iš principo nepašalinamas. Trečio faktoriaus veikimą galima nukreipti reikalo naudai,

užtikrinus bimorfiniam veidrodžiui dirbant, kad kiekvienu laiko momentu valdančioji įtampa antroje pjezoplokštėje sutaptų pagal ženklą su įtampa pirmoje ir viršytų pastarąją dydžiu. Vienok, visi variantai tokio pjezoplokščių valdymo dvisluoksniame bimorfiniame veidrodyje labai nepatogūs. Iš tikrųjų, 5 pirma, visais panašiais atvejais reikia turėti du elektriškai nepriklausomus kanalo reguliuotojus. Antra, antros pjezoplokštės valdančios įtampos reikšmę visą laiką reikia lyginti su įtampos dydžiu antroje pjezoplokštėje, tai gana nepatogu, esant dinaminiam veidrodžio darbo režimui.

Pereinant iš dvisluoksnių veidrodžių į trisluoksnių ir toliau į 10 daugiasluoksnių, visų trijų išvardintų faktorių veikimas sustiprėja, o būtent:

1) pridėjimas prie esamo lenkimo momento papildomo lenkimo momento mažėja, prijungiant kiekvieną naują pjezoplokštę, kadangi bendras bimorfinės struktūros standumas vis labiau didėja;

2) mažėja dydžiai lenkimo momentų, sukeliama visų jau esamų 15 pjezoplokščių deformacijų, o ne tik pirmos, kadangi daugiasluoksniame veidrodyje kiekviena esanti pjezoplokštė turi kompensuoti atspindinčios plokštės ir visų kitų pjezoplokščių pasipriešinimą;

3) pridedami papildomi lenkimo momentai, atsirandantys visose 20 bimorfinėse struktūrose, sudarytose iš kiekvienos poros gretimų pjezoplokščių.

Pagal analogiją su dvisluoksniu bimorfiniu veidrodžiu aišku, kad daugiasluoksniu veidrodžiu pasiekti aukščiau nurodyto rezultato (t.y. deformacijų amplitudės padidėjimo) paprastu pjezoplokščių kiekio padidinimu nepasiseka. Be to, daugiasluoksniu veidrodžiu pasiekti teigiamo 25 trečiojo faktoriaus (t.y., kai valdančioji įtampa visose pjezoplokštėse yra vienpolė, be to, jos dydis kiekvienai kitai plokštei didesnis negu ankstesnei) veikimo dar sudėtingiau negu dvisluoksniu, ir dinamikoje praktiškai neįmanoma. Todėl praktiškai visada tretysis faktorius neigiamai veiks deformacijų amplitudę.

30 Išėitis iš susidariusios padėties siūlomame išradime yra iš viso pašalinti trečią faktorių, t.y. dėka to, kad kiekviename pjezoelemente visi sujungimai kiekvienos gretimos pjezoplokščių poros viena su kita nėra bimorfiniai. Tai

realizuojama tuo atveju, kai kiekvienam pjezoelementui bet kurios dvi gretimos pjezoplokštės deformuojasi absoliučiai vienodai arba, kitaip tariant, kai, esant kitoms vienodomis sąlygoms, į visas vieno pjezoelemento pjezoplokštės paduodama vienoda valdančioji įtampa. Būtent dėl to visų vieno pjezoelemento pjezoplokščių deformacijos yra sinchroninės ir 5 sinfazinės, tai, kaip buvo pastebėta anksčiau (žr. 2 punktą 3 puslapyje), yra antroji priežastis, leidžianti pasiekti nurodytą techninį rezultatą. Be to, atitinkamu skiriamuoju požymiu yra tai, kad kiekviename pjezoelektriniame elemente visi pjezoplokščių elektrodai yra ištisiniai, kiekvieno pjezoelektrinio elemento gretimų pjezoplokščių poliarizacijos vektoriai nukreipti į skirtingas 10 puses, o jų vienvardžiai elektrodai elektriškai surišti tarpusavyje. Tokiu būdu tik derinys duotojo skiriamąjo požymio su pirmuoju (kad kiekvienas pjezoelektrinis elementas yra paeiliui pritvirtintų lygiagrečiai vidiniam stiklinės dugno paviršiui bent dviejų pjezoplokščių su ištisiniais elektrodais ant jų priešingų pusių pavidalo arba yra daugiasluoksnis) leidžia siūlomu 15 išradimu pasiekti techninį rezultatą kiekvienam atskiram pjezoelektriniam elementui, palyginus su prototipu, o taip ir su analogais.

Iš kitos pusės, reikia pastebėti, kad netgi pašalinus trečiojo iš minėtų faktorių veikimą kiekviename pjezoelektriniame elemente kaip ir pirma 20 konkuruoja pirmieji du. Tai sąlygoja buvimą papildomų pjezoplokščių optimalaus skaičiaus kiekviename pjezoelektriniame elemente valdomų kiekvieno pjezoelektrinio elemento deformacijų amplitudės padidėjimo požiūriu. Tai yra pridėjimas į pjezoelementą kiekvienos naujos pjezoplokštės (netgi orientuojant ir sujungiant ją nurodytu reikiamu būdu) ne padidins šio 25 pjezoelemento deformacijų amplitudės, o ją sumažins. Kitaip sakant, tolesnis pjezoplokščių kiekio didinimas pjezoelemente taip padidins lokalinį standumą šios lokalios daugiasluoksnės bimorfinės struktūros, kuri ne leis pasiekti nurodyto techninio rezultato.

Šiuo išradimu siūloma tokia išeitis iš šios situacijos, o būtent: 30 kiekvienos lokalios daugiasluoksnės bimorfinės struktūros lokalių standumų padidėjimas kompensuojamas, skirtingais laipsniais, elastingesniu atspindinčios plokštės tvirtinimu prie veidrodžio korpuso, palyginus su

prototipu ir analogais. Dėl to, pasirodo, pakanka sumažinti atspindinčios plokštės (t.y. stiklinės dugno) standumą jos periferinėje dalyje, tai, kaip buvo nurodyta aukščiau (žr. 5 pusl.), yra trečioji priežastis, duodanti nurodytą techninį rezultatą. Be to, atitinkamu skiriamuoju požymiu yra tai, kad stiklinė

5 yra kaip vientisa detalė su kintančio storio dugnu, kurio vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius.

Reikia pažymėti, kad atspindinčios plokštės standumo sumažinimas jos periferinėje dalyje (t.y. elastingesnis jos tvirtinimas) leidžia kompensuoti būtent kiekvieno lokalaus standumo kiekvienos lokalsios daugiasluoksnės

10 bimorfinės struktūros padidėjimą. Tai yra šis samprotavimas teisingas būtent kiekvienam pjezoelektriniam elementui mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio, o ne tik tiems, kurie išdėstyti jo periferijoje. Tai yra galima todėl, kad mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio atsako funkcijos yra nelokalaus charakterio. Tai yra, kad deformuojantis bet kuriam

15 pjezoelektriniam elementui (nepriklausomai nuo jo padėties) įvyksta viso atspindinčio veidrodžio paviršiaus deformacija, o ne tik tos jo dalies, kuri atitinka šio pjezoelemento išdėstymo sritis. Vienok suprantama, kad trečiojo skiriamojo požymio (t.y., kad stiklinė yra kaip vientisa detalė su kintamo storio dugnu, kurio vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius)

20 poveikis atspindinčio paviršiaus deformacijų amplitudei bus didesnis periferiniams mozaikinio veidrodžio pjezoelektriniam elementams. Tai iš dalies leidžia naudoti bet kokią kiekį pjezoplokščių periferiniams ir vidiniams šio veidrodžio pjezoelementams. Aišku, kad, esant kitoms vienodoms sąlygoms, periferiniams pjezoelementams galima naudoti daugiau

25 pjezoplokščių (pjezosluoksnių) negu vidiniams pjezoelementams.

Taip pat reikia pažymėti, kad parinktame prototipe naudojimas tik trečiojo siūlomo išradimo skiriamojo požymio (t.y. kad stiklinė yra kaip vientisa detalė su kintamo storio dugnu, kurio vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius), norint pasiekti nurodytą techninį rezultatą

30 (atspindinčio paviršiaus deformacijų amplitudės padidinimą), neįmanomas. Kitais žodžiais, tik šio požymio panaudojimas prototipe neduos nurodyto techninio rezultato. Šito priežastis yra tokia: veidrodžio-prototipo atsako

funkcijos turi lokalų charakterį. Tai yra, deformuojantis vienam pjezoelektriniam elementui šiame veidrodyje vyksta jo atspindinčio paviršiaus deformacija tik šio pjezoelemento padėties srityje. Vadinasi, šių lokalių deformacijų amplitudė nustatoma vien tik lokaliu atspindinčios plokštės standumu šio pjezoelemento srityje. Be to, charakteringas deformacijos srities dydis nustatomas ne pjezoelemento dydžiu, o charakteringu iškyšos iš antrosios atspindinčios plokštės pusės dydžiu, kuriuo prie pastarosios pridedama jėga, vystoma lenkiant pjezoelementą. Kadangi iškyšos dydis žymiai mažesnis už pjezoelemento dydį, tai aišku, kad net periferiniams veidrodžio-prototipo pjezoelementams realizavimas elastingesnio atspindinčios plokštės tvirtinimo niekaip nepasireikš lokalaus standumo šių pjezoelementų išdėstymo srityje pokyčiams (bet kuriuo atveju, atitinkamų iškyšų išsidėstymo srityje).

Tokiu būdu, tik derinys visų nurodytų skiriamųjų požymių leidžia pasiekti esminį garantuotą mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidėjimą, palyginus tiek su prototipu, tiek ir su analogais, t.y. garantuotai gauti esminį aukščiau nurodytą techninį rezultatą. Būtina pažymėti, kad nurodytas techninis rezultatas (deformacijų amplitudės padidėjimas) pasiekiamas kaip ir kiekvienam pjezoelektriniam veidrodžio elementui atskirai, taip ir visai pjezoelementų visumai, kadangi, esant vienalaikėms kelių (arba visų) pjezoelementų deformacijoms, veikia superpozicijos principas.

Kitais žodžiais, požymių, charakterizuojančių korpuso ir pjezoelektrinių elementų pagaminimą derinys leidžia sumažinti elemento, ant kurio yra atspindintis paviršius, ir pjezoelektrinių elementų suminį standumą, tai leidžia žymiai padidinti veidrodžio optinio paviršiaus valdomų deformacijų amplitudę. Nors jau žinomas panaudojimas gretimų pjezoplokščių su poliarizacijos vektoriais, nukreiptais į skirtingas puses (žr. JAV patentą Nr. 4257686, TPK G02F 1/00). Bet tik nurodytų požymių derinys su požymiais, charakterizuojančiais korpuso pagaminimo formą ir elektrodų išdėstymą, leidžia suderinti elemento, ant kurio yra atspindintis paviršius ir

pjezoelektriniai elementai, masės sumažinimą su suminiu visų išvardintų elementų standumu, t.y. pasiekti aukščiau nurodytą techninį rezultatą.

5 Bimorfinio veidrodžio jautrumas lygus jo optinio paviršiaus deformacijų dydžio santykiui su pridėta valdančiąja įtampa. Kadangi valdančioji įtampa neauga, palyginus su prototipu, tai tiesioginė valdomų pasislinkimų amplitudės padidėjimo pasekmė kiekvienam pjezoelektriniam elementui atskirai ir visai pjezoelementų visumai yra bendro (t.y. visai pjezoelementų visumai) ir lokalaus (t.y. kiekvienam pjezoelementui atskirai) siūlomo mozaikinio bimorfinio veidrodžio jautrumo padidėjimas. Jei 10 užtikrintas mažiausias galimas pjezoelektrinių plokščių, sudarančių kiekvieną daugiasluoksnę bimorfinę struktūrą (kiekvieną pjezoelektrinį elementą), storis, o šių pjezoplokščių kiekviename pjezoelemente kiekis proporcingai padidintas, tai mozaikinio veidrodžio jautrumo padidėjimas užtikrinamas, be viso to, dėl valdančiosios įtampos sumažinimo.

15 Siūlomo mozaikinio bimorfinio veidrodžio pagaminimo darbo imlumo sumažinimo pasiekama jo korpuso konstrukcijos supaprastinimu, palyginus su prototipu, o būtent pašalinus iš konstrukcijos: 1) ertmes, kuriose išdėstyti pjezoelementai; 2) suleidimo vietas šiems pjezoelementams; 3) iškyšas ertmėse, per kurias pridedama jėga prie antrosios veidrodinės plokštės pusės.

20 Siūlomo mozaikinio bimorfinio veidrodžio surinkimo darbo imlumo sumažinimas pasiekiamas, supaprastinant pjezoelektrinių elementų tvirtinimą veidrodžio korpuse, palyginus su prototipu. Iš tikrųjų siūlomame išradime pjezoelektriniai elementai paprasčiausiu atveju gali būti tiesiog priklijuoti srovei laidžiais klijais prie antrojo veidrodinės plokštės paviršiaus. Tuo tarpu 25 kai prototipe būtina: 1) tikslai išdėstyti pjezoelementus atitinkamose ertmėse; 2) pritvirtinti juos tose ertmėse pagal cilindrinį (periferinį) paviršių; 3) koku nors būdu sujungti pjezoelementus su iškyšomis ertmių centre. Aišku, kad visos išvardintos operacijos reikalauja daug daugiau darbo, negu paprastas pjezoelementų priklijavimas prie antrosios veidrodinės plokštės 30 pusės. Be to, siūlomame išradime žymiai paprasčiau ir patogiau organizuoti elektros įtampos padavimą kiekvienam pjezoelektriniam elementui.

Darbo imlumo sumažinimas, formuojant (poliruojant) optinį mozaikinio bimorfinio veidrodžio paviršių, ir jo pradinės formos kokybės pagerinimas pasiekiami tuo, kad stiklinė yra kaip vientisa detalė su kintamo storio dugnu, kurio vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius.

5 Tiesioginės priežastys, kylančios iš šio siūlomo išradimo skirtumo, kurios duoda nurodytą rezultatą, yra:

a) labiau vienalytis ir tolygus optinio veidrodžio paviršiaus kontaktas, jį poliruojant apdirbančiuoju instrumentu (poliruotuvu);

10 b) korpuso periferijos, t.y. stiklinės sienelių iš jo dugno pusės, pašalinimas iš poliravimo proceso.

Siekiant praplėsti siūlomo mozaikinio veidrodžio funkcines galimybes, o būtent užtikrinti galimybę jam dirbti galingose optinėse (lazerinėse) sistemose, veidrodžio atspindinti plokštė, t.y. jo stiklinės-korpuso dugnas, gali būti pagaminta šaldoma.

15 Kitas mozaikinio adaptuoto veidrodžio skirtumas yra tas, kad siekiant supaprastinti jo konstrukciją ir padidinti jo patogumą, gretimos pjezoplokštės bent vieno pjezoelektrinio elemento sujungtos tarpusavyje joms bendru elektrodu. Iš esmės šiuo atveju vietoj dviejų elektrodų dviejų skirtingų gretimų pjezoplokščių yra vienas vienintelis elektrodas, išdėstytas šių plokščių

20 sujungimo vietoje.

Siūlomo išradimo kitu skirtumu yra tai, kad, siekiant sumažinti darbo imlumą formuojant veidrodžio optinį paviršių, pagerinti kokybę ir stabilumą jo pradinės formos, veidrodžio korpuso ertmė užpildyta elastingu hermetiku. Darbo imlumo sumažinimo, formuojant veidrodžio optinį paviršių, ir jo

25 pradinės formos kokybės pagerinimo pasiekama elastingu hermetiku slopinant poliruotuvo slėgį veidrodžio atspindinčiai plokštei poliruojant pastarąjį, dėl to pasiekiamas vienalytiškesnis ir tolygesnis veidrodžio optinio paviršiaus kontaktas su poliruotuvu. Veidrodžio pradinio atspindinčio paviršiaus stabilumas, o taip pat jo stiprumo ir patikimumo padidinimas

30 pasiekiamas elastingu hermetiku slopinant išorines smūgines, vibracines ir kitas apkrovas, veikiančias veidrodžio korpusą, jį eksploatuojant. Veidrodžio patikimumas taip pat padidėja dėl to, kad hermetikas saugo vidinę veidrodžio

105

įrangą nuo tiesioginio pažeidimo. Be to, elastingo hermetiko panaudojimas padeda stiklinės dugnui sugrįžti į pradinę padėtį.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS.

5 Nurodyti tikslai ir išradimo privalumai bus aiškūs iš tolesnio konstrukcijos ir pridėdamų brėžinių aprašymo.

Fig. 1 parodytas mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio sfematinis pjūvis, kai kiekviename pjezoelemente naudojamos trys pjezoelektrinės plokštės. Fig. 2 parodytas veidrodžio vaizdas iš mozaikinio valdančiojo pjezosluoksnio pusės tuo atveju, kai pastarasis sudarytas iš 7 pjezoelektrinių elementų.

GERIAUSIAS IŠRADIMO ĮGYVENDINIMO VARIANTAS.

Mozaikinis adaptuotas bimorfinis veidrodis susideda iš korpuso 1, stiklinės su dangčiu 2 ir atspindinčiu paviršiumi (plokšte) 3 pavidalo, elektrinių elementų, pjezokeraminių plokščių 4 su prijungtais valdančiaisiais elektrodais 5 pavidalo, sujungimo laidininkų 6, elektros laidų 7, elektrinės jungties 8 ir elastingo hermetiko 9. Fig. 1 rodyklėmis parodytos kiekvienos pjezoplokštės pradinės poliarizacijos kryptys. Kaimyniniai kiekvienos pjezoplokščių poros vienvardžiai elektrodai kiekviename pjezoelemente parodyti viena vientisa linija.

Mozaikinis adaptuotas bimorfinis veidrodis dirba tokiu būdu. Elektrine jungtimi 8, elektros laidais 6, sujungimo laidininkais 5 ir valdančiaisiais elektrodais 4 į kiekvieno pjezoelektrinio elemento kiekvieną pjezoplokštę 3 paduodama valdančioji įtampa. Aišku, kad skirtingiems pjezoelementams ši įtampa gali būti skirtinga. Dėl atvirkštinio skersinio pjezoelektrinio efekto visos pjezoplokštės 4 deformuosios. Be to, šios deformacijos visoms to paties pjezoelemento pjezoplokštėms 4 bus vienodos dėl jų pasirinktos orientacijos ir nurodyto elektrodų 5 sujungimo (žr. Fig.1).

30 Kitais žodžiais, kiekviena lokali trisluoksnė (ir, vadinasi, daugiasluoksnė) pjezostruktūra deformuosios kaip vieningas vienetas, t.y. kaip ekvivalentinio storio monolitinė pjezoplokštė. Tokiu būdu, esant parinktai pjezoplokščių 4

orientacijai ir nurodytam jų elektrodų 5 sujungimui, kiekviena lokali daugiasluoksnė pjezostruktūra (kiekvienas pjezoelementas) ekvivalentiška monolitinei pjezoplokštei.

5 Turint tai galvoje lengva suprasti, kad kiekvienas jungimas “atspindinti plokštė 3 - lokali daugiasluoksnė pjezostruktūra (atskiras pjezoelementas)” yra ekvivalentiškas sujungimui dviejų monolitinių plokščių: atspindinčios ir pjezokeraminės. Toks sujungimas, kaip žinoma (žr., pavyzdžiui, Kokorowski S.A. Analysis of adaptive optical elements made from piezoelectric bimorphs. - J. Opt. Soc. Am., 1979, v.69, N 1, p. 181-187), yra pusiau pasyviosios
10 bimorfinės struktūros. Vadinasi, paduodant elektros įtampą į bet kokią lokalią daugiasluoksnę pjezostruktūrą (t.y. į bet koki atskirą pjezoelementą) atspindintis veidrodžio paviršius deformuosis tam tikru būdu, o būtent lenksis su didžiausiu išlinkimu šio pjezoelemento tvirtinimo vietoje dėl atsiradusio lokalaus lenkimo momento šioje lokaliaje bimorfinėje struktūroje. Be to,
15 sutinkamai su aukščiau atlikta peržiūra dėl visų nurodytų skiriamųjų požymių derinio aprašytas techninis sprendinys užtikrina garantuotą žymų veidrodžio optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitudės padidėjimą kaip kiekvienam pjezoelektriniam elementui atskirai, taip ir visai jų visumai.

Kadangi deformuojamo veidrodžio jautrumas yra jo atspindinčio
20 paviršiaus deformacijų dydžio santykis su pridedama valdančiąja įtampa (vienam arba visiems pjezoelementams), tai iš pateikto nagrinėjimo aišku, kad siūlomo mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio visų skiriamųjų požymių, charakterizuojančių korpuso ir pjezoelektrinių elementų pagaminimą, derinys taip pat užtikrina garantuotą žymų jautrumo (kaip
25 bendro, taip ir lokalaus) padidėjimą, palyginus su žinomais analogais ir prototipu. Suprantama, kad naudojant lokaliuose bimorfinėse struktūrose (t.y. atskiruose pjezoelementuose) ne tris, o daugiau pjezoelektrinių plokščių 4, o taip pat naudojant daugiasluoksnius pjezoelementus, visi pateikti svarstymai lieka teisingi, jei orientuojamos visos pjezoplokštės 4, jų elektrodų 5
30 sujungimai, korpuso 1 ir atspindinčios plokštės 3 pagaminimas nurodytu būdu, žr. Fig.1.

Reikia pažymėti, kad, siekiant sudaryti galimybę siūlomam veidrodžiui dirbti galingose optinėse (lazerinėse) sistemose, atspindinti plokštė (stiklinės dugnas) gali būti pagaminta šaldoma. Pavyzdžiui, ji gali turėti šaldymo kanalus vandens ar bet kokio kito šaldymo agento tiekimui, išdėstyti tiesiogiai po veidrodžio atspindinčiu paviršiumi. Pridedamuose brėžiniuose šie šaldymo kanalai neparodyti.

Didžiausias paprastumas ir patogumas siūlomo išradimo konstrukcijos pasiekiamas tuo atveju, kai gretimos atskirų pjezoelementų pjezoplokštės sujungtos tarpusavyje bendru joms elektrodu. Iš tikrųjų šiuo atveju daugiasluoksniai pjezoelementai gali būti sudaryti ne paprastu atskirų pjezoplokščių su prijungtais iš abiejų pusių elektrodais sujungimu, o, pavyzdžiui, sukepinant plonas pjezoelektrines plėveles ant platinos. Todėl pačios pjezoplėvelės neturi valdančiųjų elektrodų, o jų vaidmenį atlieka platininiai intarpai. Be to, sukepinant vienu metu vykdomas pjezoplėvelių terminis apdirbimas, dėl to jos virsta standžiomis (bet plonomis) pjezoplokštėmis. Tokiu būdu, rezultatas yra tas, kad daugiasluoksnių pjezoelementų pjezoplokštės tampa sujungtomis joms bendru elektrodu.

Aukščiau jau buvo pažymėti privalumai, kuriuos užtikrina elastingo hermetiko, užpildančio vidinę veidrodžio korpuso ertmę, naudojimas. Lieka pridurti, kad užpildant skystu hermetiku korpuso ertmę ir toliau jam džiūstant, vyksta jo adhezija su korpuso sienelėmis ir pjezoelemento paviršiumi. Tokiu būdu, hermetikas atlieka savotiškos spyruoklės vaidmenį, grąžinančios atspindinčią plokštę (stiklinės dugną) į pradinę padėtį, esant bet kokioms apkrovoms, veikiančioms ją gaminant arba eksploatuojant veidrodį.

Nemažiau reikšmingas mozaikinio adaptuoto bimorfinio veidrodžio siūlomos įrangos privalumas yra galimybė sumažinti atskirų pjezoplokščių 3 storį, siekiant sumažinti valdančiosios įtampos dydį (nesumažinant atspindinčio paviršiaus naudingų deformacijų amplitudės) ir, vadinasi, dar didesnio jautrumo padidinimo. Iš tikrųjų esamų analogų ir prototipo vienos pjezoplokštės storis apribotas iš apačios, kadangi jos standumas turi būti pakankamas atspindinčios plokštės didžiausiam išlinkimui. Savo ruožtu, bendras analogų bimorfinės struktūros storis taip pat apribotas iš apačios

(prototipe atitinkamai egzistuoja veidrodinės plokštės storio apribojimas), kadangi jos standumas turi užtikrinti galimybę optiškai formuoti ir poliruoti veidrodį. Tokiu būdu, esamiems analogams ir prototipui egzistuoja minimaliai leidžiamas pjezoplokštės storis, kuriam esant galima sukurti efektyviai deformuojamą bimorfinį veidrodį.

Iš aukščiau pateikto aprašymo aišku, kad siūlomam mozaikiniam adaptuotam bimorfiniam veidrodžiui neegzistuoja koks nors minimalaus atskirų pjezoplokščių 4 storio apribojimas. Akivaizdu, šiuo atveju galimas kiekvienos lokalsios pjezostuktūros (t.y. atskiro pjezoelemento) standumo trūkumas lengvai kompensuojamas pjezoelektrinių plokščių 4 tuose pjezoelementuose kiekio padidinimu. Tokiu būdu, siūlomas įrenginys užtikrina galimybę sukurti žemos įtampos didelio jautrumo daugiakanalius adaptuotus bimorfinius veidrodžius su didele optinio paviršiaus valdomų pasislinkimų amplitude.

15

PRAMONINIS PRITAIKOMUMAS.

Pabaigoje tinka pažymėti, kad siūlomas įrenginys, tarp jų pateiktas brėžiniuose, gali būti realizuotas standartine pramonine įranga naudojant žinomas medžiagas ir technologines operacijas. Veidrodžio konstrukcijoje naudojamos pjezoelektrinės plokštės yra taip pat standartinė pramoninė produkcija.

Palyginus su adaptuotais veidrodžiais, turinčiais diskretines valdančiąsias pavaras (pavyzdžiui, palyginus su deformuojamais veidrodžiais prancūzų firmos Laserdot SAM52 ir SAM249, turinčiais atitinkamai 52 ir 249 pjezopavaras, žr. J.-P. Gaffard, P.Jagourel, P.Gigan. Adaptive Optics: Description of available components at Laserdot. - Proc. SPIE, 1994, Vol. 2201, p. 688-702), siūlomas įrenginys, esant kitoms vienodoms sąlygoms (charakteristikoms) turi kaip minimumą šiuos privalumus: žymiai mažesnę masę ir gabaritinius dydžius, iš esmės mažesnę savikainą.

Praktiškai siūlomas išradimas gali būti naudojamas dideliu tikslumu vykdyti optinių pluoštelių fazinių iškrypimų dinaminę korekciją (kompensaciją) bet kokiose optinėse sistemose, pavyzdžiui, astronominiuose

teleskopuose siekiant pagerinti tolimų šviesos šaltinių vaizdo kokybę (vykdyti žemės turbulencijos įtakos kompensaciją).

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

5

1. Mozaikinis adaptuotas bimorfinis veidrodis, turintis korpusą stiklinės su dangčiu ir atspindinčiu paviršiumi išorinėje stiklinės dugno pusėje pavidalo, atskirus pjezoelektrinius elementus, išdėstytus stiklinėje, neišeinant iš atspindinčio paviršiaus ribų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad kiekvienas pjezoelektrinis elementas yra pagamintas iš paeiliui sujungtų lygiagrečiai vidiniam stiklinės dugno paviršiui bent dviejų pjezoplokščių su ištisiniais elektrodais ant jų priešingų pusių, kiekvieno pjezoelektrinio elemento gretimų pjezoplokščių poliarizacijos vektoriai nukreipti į priešingas puses, o jų vienvardžiai elektrodai elektriškai sujungti tarpusavyje, be to, stiklinė pagaminta kaip vientisa detalė su kintamo storio dugnu, kurio vidurinėje, storiausioje, dalyje yra atspindintis paviršius.

2. Veidrodis pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad stiklinės dugnas yra pagamintas šaldomu.

3. Veidrodis pagal 1 arba 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad bent vieno pjezoelektrinio elemento gretimos pjezoplokštės sujungtos tarpusavyje joms bendru elektrodu.

4. Veidrodis pagal 1 - 3 punktus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad korpuso ertmė užpildyta elastingu hermetiku.

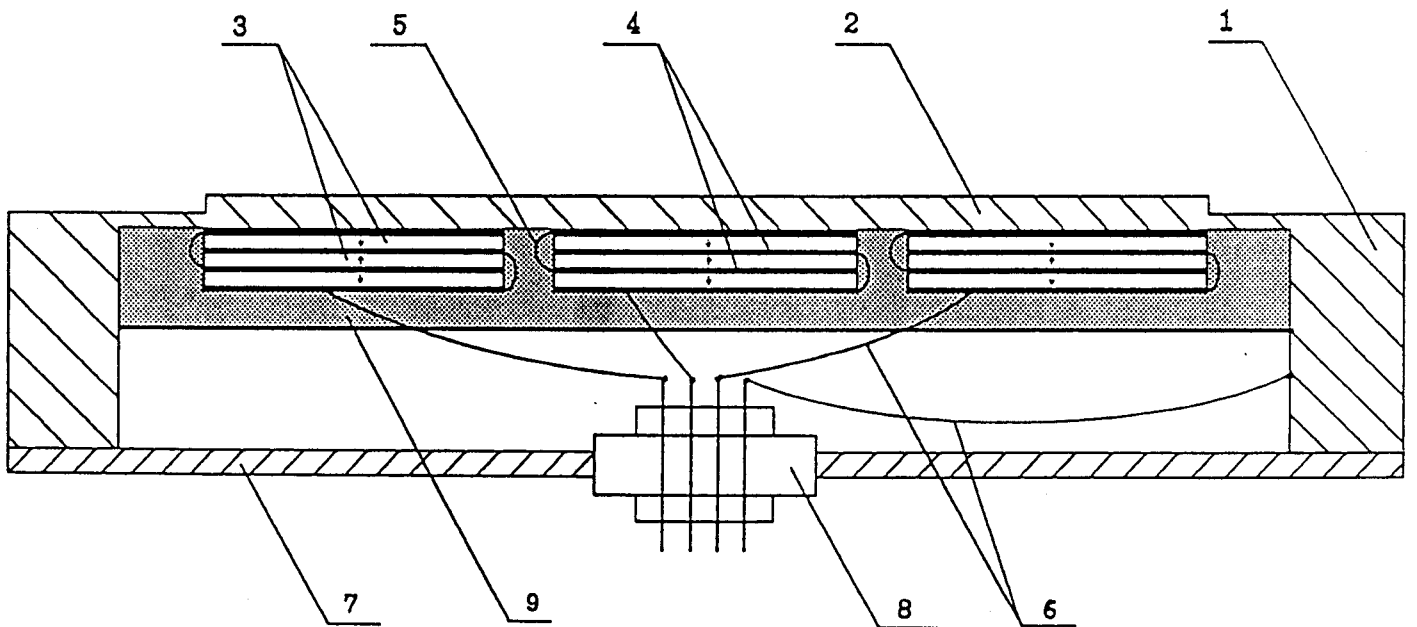


Fig. 1

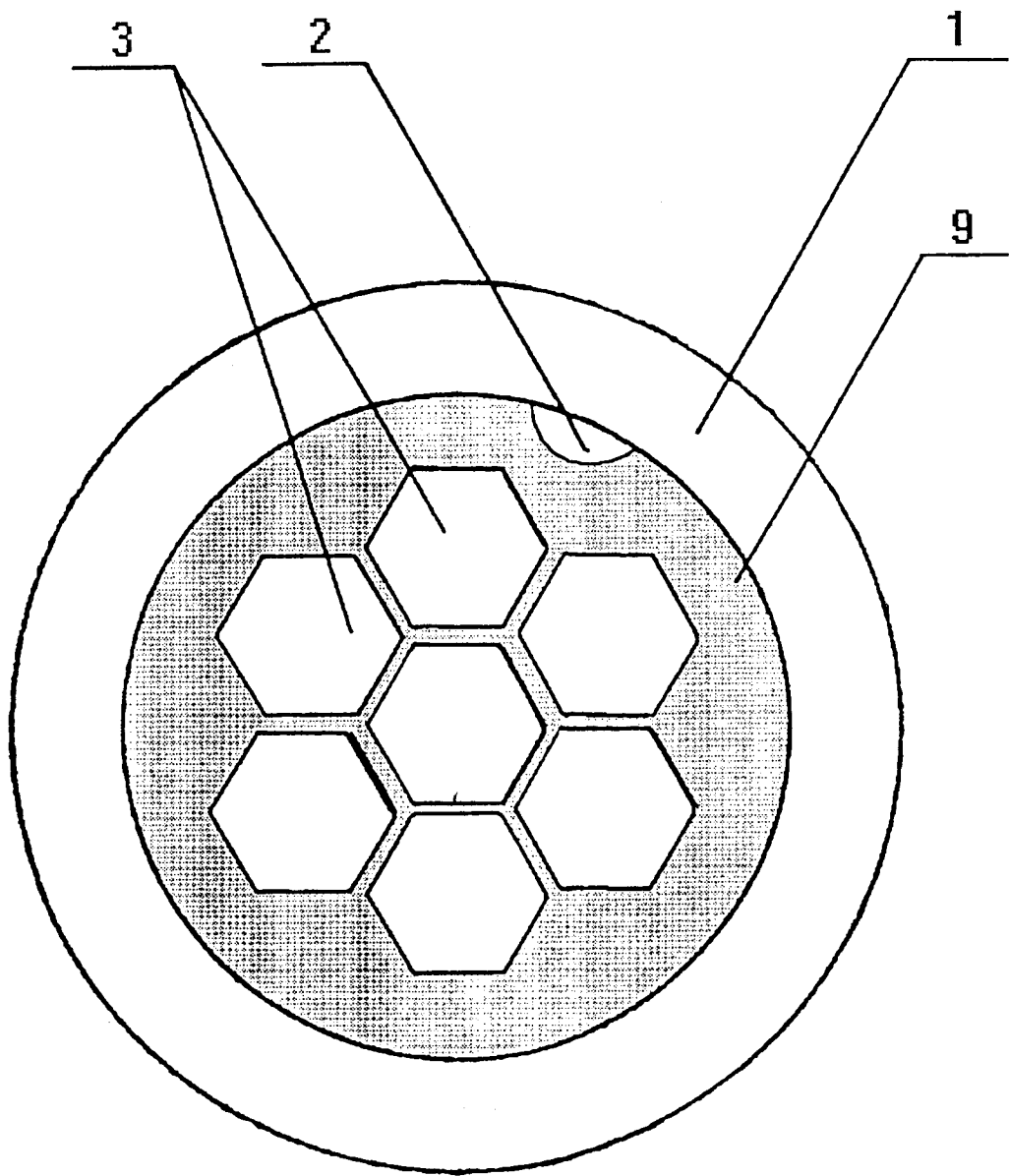


Fig. 2