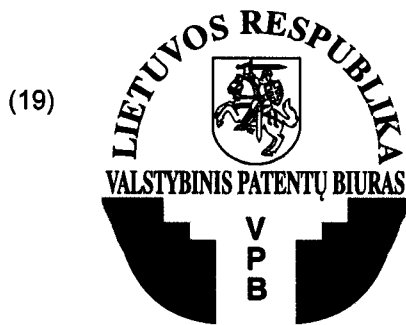




(10) **LT 6139 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6139** (51) Int. Cl. (2015.01): **G01R 29/00**

(21) Paraiškos numeris: **2014 073**

(22) Paraiškos padavimo data: **2014 05 29**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2014 12 29**

(45) Patent paskelbimo data: **2015 04 27**

(62) Paraiškos, iš kurios dokumentas išskirtas, numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos numeris: —

(86) Tarptautinės paraiškos padavimo data: —

(85) Nacionalinio PCT lygio procedūros pradžios data: —

(30) Prioritetas: —

(72) Išradėjas:

Rimantas SIMNIŠKIS, LT
Žilvinas Andrius KANCLERIS, LT
Paulius RAGULIS, LT

(73) Patent savininkas:

Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras,
Savanorių pr. 231, LT-02300 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Lina MEŠKAUSKIENĖ, Advokatų kontora Meškauskienė ir Tuzovaitė, A.
Mickevičiaus g. 6/Karaimų g. 1, LT-08119 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis

(57) Referatas:

Pasiūlyme aprašytas impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis, kuris gali būti panaudojamas nežinomo dažnio spinduliuotės mikrobangų dažnių ruože impulsų intensyvumui matuoti. Tokie mikrobangų spinduliuotės jutikliai gali būti pritaikomi tiriant elektrinio lauko intensyvumo pasiskirstymą erdvėje aplink mikrobangines antenas, radijo lokatorius, įvairius aukšto dažnio spinduliuotės siųstuvus. Šiuo išradimu siekiama išspręsti problemas, kylančias dėl to, jog impulsinės mikrobangų spinduliuotės nukreipimui į jutiklį naudojamų plačiajuosčių antenų atsakas, o tiksliau antenos apertūros efektyvus plotas priklauso nuo pačios spinduliuotės dažnio. Tačiau gaminant varžinį jutiklį, bei parinkus jo dažnines charakteristikas priešingas antenos dažninėms charakteristikoms, įmanoma stipriai sumažinti išmatuoto spinduliuotės intensyvumo paklaidas. Taip pat toks išradimas sumažina jutiklyje reikalingų prietaisų kiekį, dėl ko šis įrenginys tampa mažesniu, papastesniu, patogesniu naudoti ir aptarnauti.

TECHNIKOS SRITIS

Šis išradimas priklauso puslaidininkinių prietaisų sričiai. Tiksliau, šis išradimas yra susijęs su impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo matavimo jutiklio atsako tikslumo užtikrinimu plačiame dažnių ruože ir gali būti naudojamas nežinomo dažnio mikrobangų spinduliuotės intensyvumo matavimui bei elektromagnetinio lauko pasiskirstymo erdvėje tyrimams.

TECHNIKOS LYGIS

Pasiūlyme aprašytas impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis, kuris gali būti panaudojamas nežinomo dažnio spinduliuotės mikrobangų dažnių ruože impulsų intensyvumui matuoti. Tokie mikrobangų spinduliuotės jutikliai gali būti pritaikomi tiriant elektrinio lauko intensyvumo pasiskirstymą erdvėje aplink mikrobangines antenas, radijo lokatorius, įvairius aukšto dažnio spinduliuotės siųstuvus. Šie jutikliai gali būti puikiai panaudojami lėktuvų, geležinkelio transporto reguliavimo ar energetikos srityje naudojamų valdymo sistemų atsparumo elektromagnetinės spinduliuotės poveikiui tyrimams, tiksliam įvairios elektroninės aparatūros kalibravimui bei tikrinimui.

Vienas iš būdų matuoti aukšto dažnio impulsinės elektromagnetinės spinduliuotės intensyvumą yra panaudojant vidutinės galios jutiklius, sujungtus su, pavyzdžiui, dipolinėmis antenomis. Matuojant intensyvumą šiuo būdu yra privaloma žinoti mikrobanginių impulsų trukmę bei pasikartojimo dažnį. Tokiems matavimams užtikrinti reikalingi papildomi įtaisai ir jutikliai. Dėl padidėjusių mazgų skaičiaus bendri matavimo įrangos matmenys didėja ir taip pat mažėja jos patikimumas. Kadangi mikrobangų impulsai dažniausiai nebūna stačiakampiai, jų trukmės ir pasikartojimo dažnio matavimuose atsiranda paklaidos (dėl įrangoje plačiai naudojamos stačiakampio mikrobangų impulso artinio), kurios daro didelę įtaką galutiniam impulso intensyvumo matavimo rezultatų tikslumui. Taip pat dipolinių antenų stiprinimo koeficientas stipriai priklauso nuo dažnio, tad matavimo tikslumui užtikrinti yra privaloma žinoti matuojamos spinduliuotės bangos ilgį. Dėl šios priežasties nežinomo dažnio spinduliuotės intensyvumo matavimas tampa netikslu.

Impulsinės aukšto dažnio elektromagnetinės spinduliuotės intensyvumo matavimas gali būti įgyvendintas panaudojant plačiajuostę apertūrinę anteną sujungtą su plačiajuosčiu mikrobangų galios jutikliu, kurio tipas pasirenkamas pagal galimą matuojamos spinduliuotės galią. Mažos galios spinduliuotė gali būti

registruojama kalibruoto diodo pagalba, tačiau, didėjant galiai ir norint užtikrinti tinkamą diodo darbo režimą, spinduliuotė privalo būti slopinama. Dėl šios priežasties, išmatuoto intensyvumo vertės tikslumas yra netiesiogiai sumažinamas, nes, sumažėjus signalo ir triukšmo santykiui, aukštos galios mikrobangų šaltinių aplinkoje visada esančio atsitiktinio elektromagnetinio triukšmo įtaka matuojamam signalui tampa ne nykstamai maža. Didelės galios mikrobangų spinduliuotės registravimui tikslingiausia yra naudoti varžinius jutiklius, kurių teorinis bei eksperimentinis pagrindimas yra pateikti M. Dagio et al. publikacijoje IEEE Antennas and Propagation Magazine 43(5), 64-79, (2001) ir priklauso šios srities specialistams žinomam technikos lygiui.

Norint tiesiogiai matuoti spinduliuotės intensyvumą panaudojant plačiajuostes apertūrinės antenas, plotas, iš kurio tokia antena nukreipia elektromagnetinę spinduliuotę į jutiklį, privalo nepriklausyti nuo krintančios spinduliuotės dažnio. Tokia priklausomybė sukelia dideles spinduliuotės intensyvumo matavimo paklaidas, ir tiesiogiai tokia įranga metrologinio pobūdžio matavimams nėra tinkama.

Sprendimas, kuriuo buvo siekiama užtikrinti nuo dažnio nepriklausantį intensyvumo matavimo tikslumą, yra aprašytas Jungtinių Amerikos Valstijų patentinėje paraiškoje Nr. US3919638, kurioje aprašomas įrenginys, skirtas mikrobangų spinduliuotės aptikimui bei galios tankio matavimui. Šis įrenginys yra sudarytas iš plokštuminės lygiagrečiai sujungtų diodų matricos, prie kiekvieno iš kurių yra prijungta po dipolinę anteną, o minėtoji diodų matrica yra sujungta su specialiu matuokliu. Galios tankio matavimo tikslumo užtikrinimui plačiame dažnių diapazone, tam tikros diodų grupės yra sujungiamos su antenomis, optimizuotomis tam tikram bangos ilgiui, o matavimo aparatu gali pasirinktinai matuoti tą diodų grupę, kurios antenos tiksliausiai tinka matuojamos elektromagnetinės spinduliuotės dažnių ruožui. Tačiau tokio pobūdžio sistema neužtikrina nuo dažnio nepriklausančio atsako plačiame dažnių ruože, tad matuojant nežinomo dažnio spinduliuotę, įmanomas atvejis, kai nei viena iš antenų grupių nebus tiksliai pritaikyta būtent tam dažniui matuoti. Tokiu būdu matavimo rezultatuose neišvengiamai atsiranda nepageidaujamos paklaidos. Pažymėtina, jog tokios sistemos tikslumą įmanoma padidinti naudojant daugiau ir įvairesnių antenų, tačiau tokiu būdu sistema tampa sudėtinga.

IŠRADIMO ESMĖ

Šiuo išradimu siekiama išspręsti ankščiau minėtas problemas, susijusias su

aukštų dažnių impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklio jautrio stabilizavimu plačiame dažnių ruože. Šiuo išradimu pateikiamas impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis, kurį sudaro plačiajuostė ruporinė antena, surinktos elektromagnetinės bangos perdavimo linija bei varžinis elementas. Varžinis elementas yra sudarytas taip, jog minėto impulsinės spinduliuotės intensyvumo jutiklio jautris nepriklausytų nuo matuojamos elektromagnetinės bangos dažnio.

Šiame išradime signalo galia matuojama panaudojant ne tam tikrų detektorių masyvą, o vieną, plačiame dažnių intervale kompensuotą specialų elementą. Šiame išradime mikrobangų spinduliuotės impulsai į varžinį jutiklio elementą yra nukreipiami plačiajuoste ruporine antena. Pažymėtina, jog nors tokia antena yra naudotina surenkant įvairaus dažnio mikrobangų spinduliuotę, tačiau varžiniu elementu užregistruota intensyvumo vertė priklauso nuo efektinio antenos apertūros ploto S_{eff} :

$$D = \frac{P}{S_{eff}(f)}$$

Aukšto dažnio spinduliuotės galia varžiniu jutikliu yra matuojama žinant minėto jutiklio jautrį ζ bei santykinį varžos pokytį Θ :

$$P = \frac{\Theta}{\zeta(f)}$$

Reikia pabrėžti, jog antenos efektinis plotas priklauso nuo spinduliuotės dažnio.

Taigi, norint tiksliai matuoti aukšto dažnio spinduliuotės intensyvumą plačiame dažnių intervale, privaloma, jog elemento jautrio bei antenos apertūros efektinio ploto sandauga plačiame dažnių intervale nepriklausytų nuo dažnio. Panaudojant konkretų varžinį elementą, kurio jautrio dažninės charakteristikos kitimo pobūdis yra priešingas antenos apertūros efektinio ploto dažninės charakteristikos kitimo pobūdžiui, bendras jutiklio jautris yra kompensuojamas plačiame dažnių ruože. Tokiu jutikliu galima ne tik tiksliai išmatuoti į anteną kritusios elektromagnetinės spinduliuotės intensyvumą, tačiau šio matavimo tikslumas nebepriklauso nuo minėtosios elektromagnetinės spinduliuotės dažnio.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ FIGŪRŲ APRAŠYMAS

Norint geriau suprasti išradimą ir įvertinti jo praktinius pritaikymus, pateikiami šie aiškinamieji brėžiniai. Brėžiniai pateikiami tik kaip pavyzdžiai ir jokių būdu neriboja išradimo apimtį. Ruporinių antenų efektyvaus apertūros ploto priklausomybės nuo į anteną krintančios elektromagnetinės bangos dažnio grafikas taip pat jokių būdu nenurodo maksimalaus jutiklio kompensuotos veikos intervalo ir yra pateikiamas tik kaip pavyzdys. Brėžiniuose plonomis brūkšinėmis linijomis su rodyklėmis vaizduojami elektriniai ryšiai, o stora linija su rodykle vaizduoja impulsinės mikrobangų spinduliuotės sklaidimo į anteną kryptį.

Fig. 1. Dviejų tipų ruporinių antenų efektyvaus apertūros ploto priklausomybės nuo į anteną krintančios elektromagnetinės bangos dažnio;

Fig. 2. Varžinių elementų bei elektrinio lauko koncentratoriaus išdėstymo H tipo bangolaidyje schema;

Fig. 3. Tikslesnė varžinių elementų, elektrinio lauko koncentratoriaus, izoliuojančiųjų tarpinių bei elektrinių ryšių schema;

Fig. 4. Plačiame dažnių intervale kompensuoto elektromagnetinės spinduliuotės intensyvumo matuoklio blokinė schema.

TINKAMIAUSI ĮGYVENDINIMO VARIANTAI

Šiuo išradimu siekiama išspręsti ankščiau minėtas problemas, susijusias su aukštų dažnių impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklio jautrio stabilizavimu plačiame dažnių ruože. Šiuo išradimu pateikiamas impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis, kurį sudaro plačiajuostė ruporinė antena, surinktos elektromagnetinės bangos perdavimo linija bei varžinis elementas. Varžinis elementas yra sudarytas taip, jog minėto impulsinės spinduliuotės intensyvumo jutiklio jautris nepriklausytų nuo matuojamos elektromagnetinės bangos dažnio.

Tinkamiausiame išradimo įgyvendinimo variante jutiklio jautrusis varžinis elementas yra sumontuotas H tipo bangolaidyje (1). Varžinį elementą sudaro du n-tipo Si kristalai su ominiais kontaktais. Vienas iš šių kristalų (2) yra tiesiogiai, per metalizuotą kontaktą pritvirtintas ant vidinės bangolaidžio sienelės, o kitą kristalą (3), prie kurio yra prijungtas signalo matavimo kontaktas (4), nuo tiesioginio sąlyčio su vidine bangolaidžio sienele skiria iš nelaidžios medžiagos pagaminta tarpinė (5). Šie

minėtieji kristalai yra elektriškai sujungti tarpusavyje metaline folija (6), o virš jų yra pritvirtintas elektrinio lauko koncentratorius (7). Tokio aukšto dažnio spinduliuotės jutiklio konstrukcijos dalies su varžiniu elementu schema yra pateikiama Fig. 2 bei Fig. 3.

Bendra impulsinės spinduliuotės intensyvumo jutiklio blokinė schema yra pateikta Fig. 4. Minėtą jutiklį sudaro plačiajuostė antena (9), elektromagnetinę spinduliuotę pernešantys elementai (10), pavyzdžiui, bangolaidžiai, kuriais į plačiajuostę anteną (9) kritusi elektromagnetinė spinduliuotė (8) yra nukreipiama į Fig. 2 pavaizduotą bangolaidžio dalį su joje sumontuotu varžiniu elementu (2 ir 3), bei pats varžinis jutiklis (11). Signalas iš varžinio elemento toliau į matavimo įrangą yra nukreipiamas elektriniais ar kitokiais ryšiais (12).

Toks, Fig. 3 pavaizduotas varžinis jutiklio elementas turi savitą jautrio dažninę priklausomybę, kuri priklauso nuo minėtųjų n-Si kristalų (2 bei 3) specifinės varžos ρ , matmenų - aukščio, pločio, ir ilgio, bei elektrinio lauko koncentratoriaus dielektrinės skvarbos bei koncentratoriaus matmenų. Kombinuojant optimizuotą varžinio jutiklio elementą su minėta plačiajuoste antena, turinčia priešingą dažninės charakteristikos kitimo pobūdį nei minėtas varžinio jutiklio elementas, plačiame dažnių ruože stabilizuojamas viso impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumui matuoti skirtos jutiklio jautris.

Naudodamasis ankščiau aprašytu pavyzdžiu, šios srities specialistas gali pasiūlyti ir daugiau impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklio dažninio kompensavimo, varžinio jutiklio išdėstymo bangolaidyje būdų, bei teorinių modelių, tačiau šio išradimo apsauga turėtų apimti visas impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklius, kuriuose spinduliuotės impulsų surinkimui panaudojama plačiajuostė antena, o spinduliuotės intensyvumo registravimui bei nepriklausomam nuo dažnio atsako užtikrinimui panaudojamas varžinis elementas ir jo parametrų kitimo nuo spinduliuotės dažnio priklausomybės.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis, turintis elektromagnetinės spinduliuotės nukreipimui į jutiklį skirtą anteną bei minėtą kalibruotą jutiklį bei matavimo elementą, besiskiriantis tuo, kad jutiklis turi savyje elektromagnetinei spinduliuotei į varžinį elementą nukreipti naudojamą plačiajuostę ruporinę anteną bei perdavimo linija su minėta antena sujungtoje bangolaidžio dalyje išdėstytą varžinį elementą.
2. Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis pagal 1 punktą, besiskiriantis tuo, kad jautrusis elementas yra sudarytas iš dviejų varžinių elementų ir elektrinio lauko koncentratoriaus.
3. Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis pagal 1-2 punktus, besiskiriantis tuo, kad vienas iš minėtų varžinių elementų yra tiesiogiai per ominiį kontaktą pritvirtintas prie bangolaidžio, o antrąjį iš minėtų varžinių elementų nuo bangolaidžio skiria dielektrinė tarpinė.
4. Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis pagal 1-2 punktus, besiskiriantis tuo, kad minėtuosius varžinius elementus jungia laidų folija, o signalo kontaktas yra prijungtas prie antrojo iš minėtų varžinių elementų.
5. Impulsinės mikrobangų spinduliuotės intensyvumo jutiklis pagal 1-4 punktus, besiskiriantis tuo, kad varžinių elementų savitoji varža bei matmenys ir elektrinio lauko koncentratoriaus dielektrinė skvarba bei matmenys yra parenkami žinant elektromagnetinio lauko surinkimui naudojamos plačiajuostės ruporinės antenos dažnines savybes.

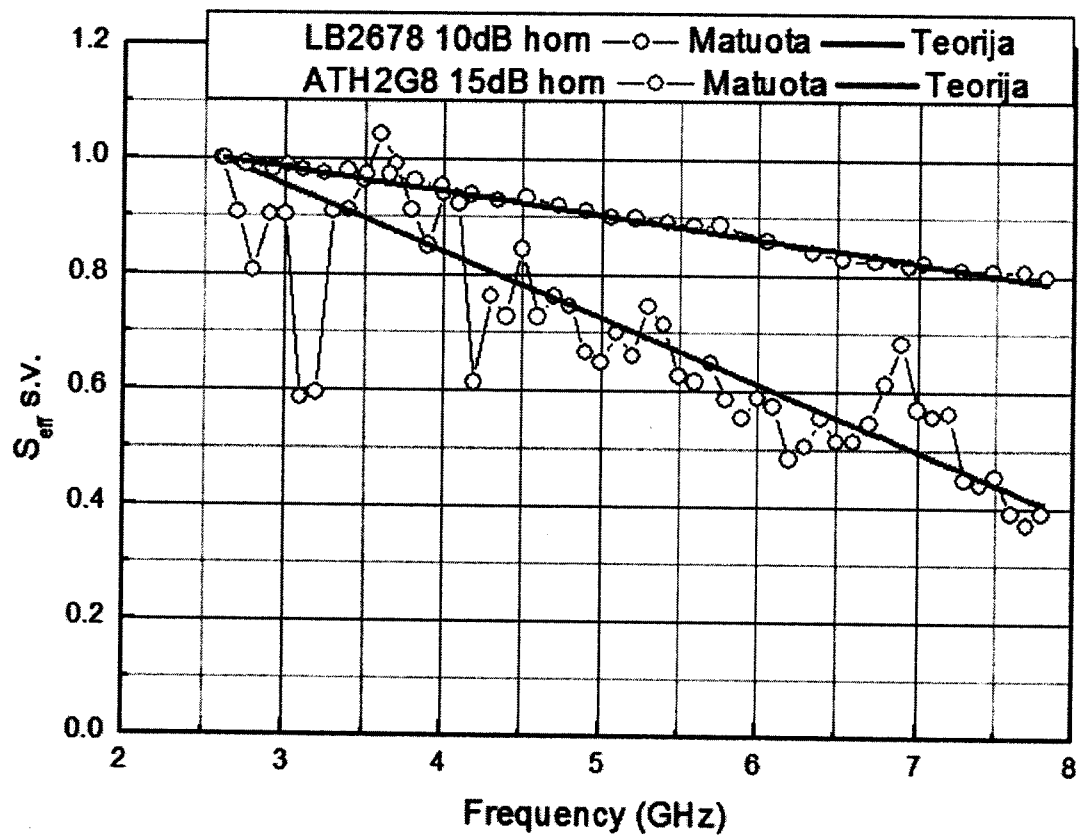


Fig. 1

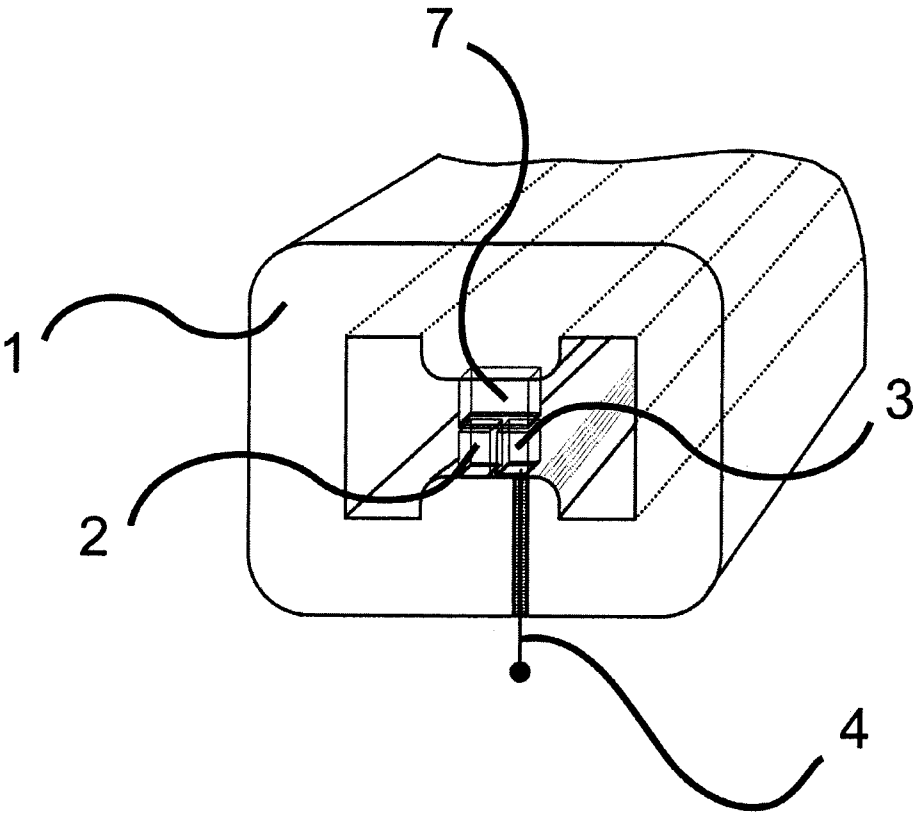


Fig. 2

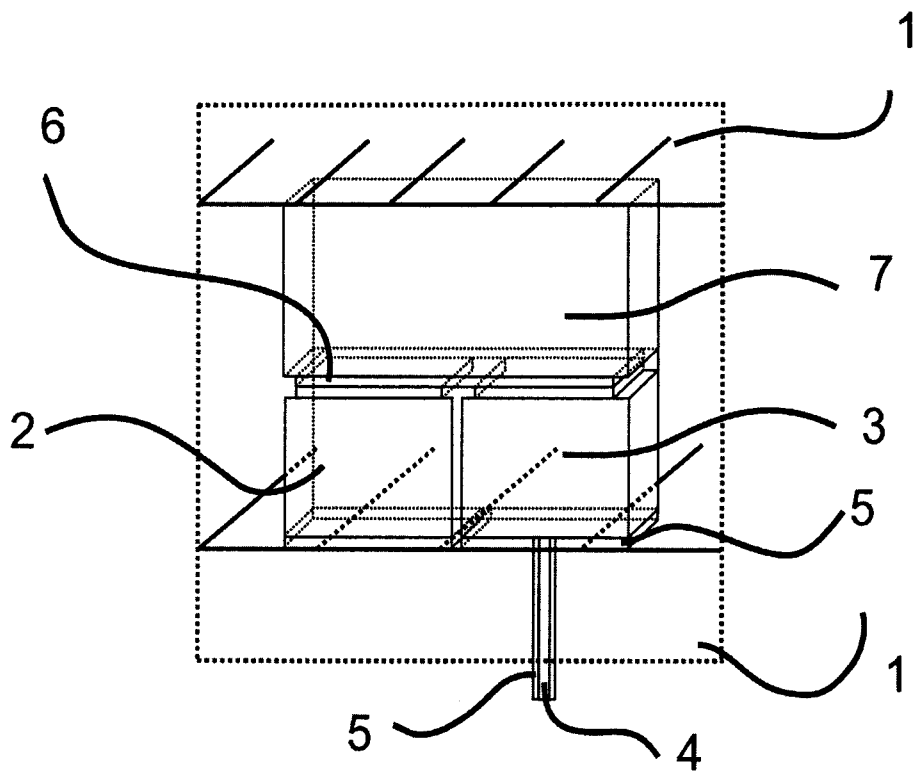


Fig. 3

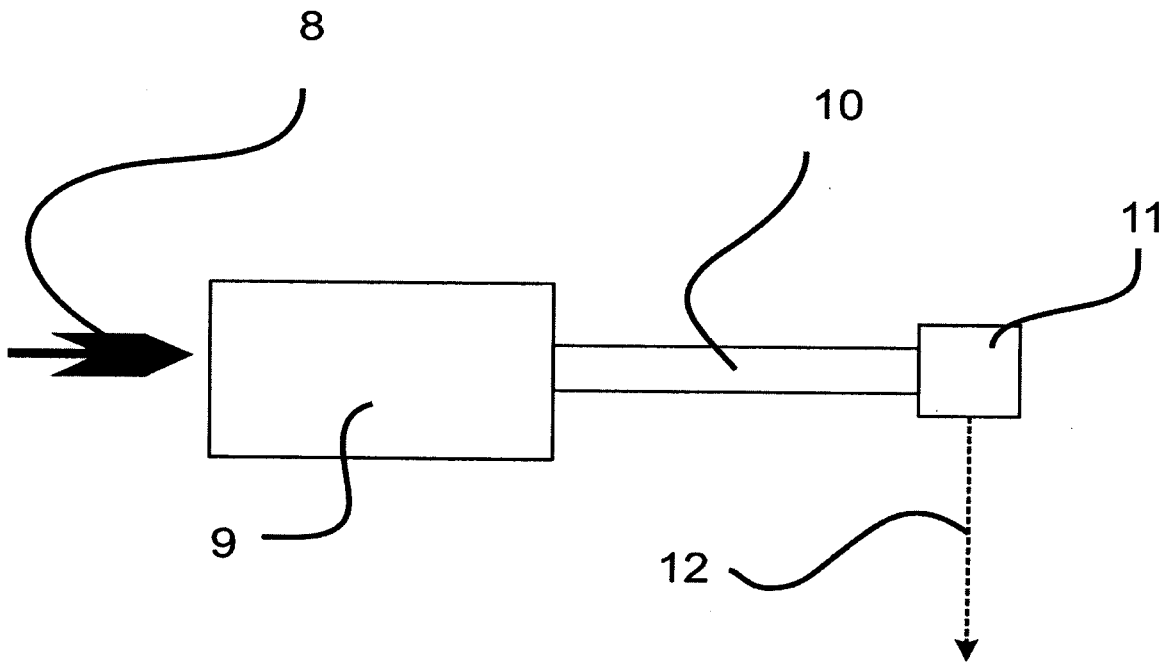


Fig. 4