

(19)



(10) **LT 4763 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **4763**

(51) Int. Cl.⁷: **G01B 11/00**

(21) Paraiškos numeris: **99-064**

(22) Paraiškos padavimo data: **1999 06 04**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2000 12 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2001 02 26**

(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:

Vytautas GINIOTIS, LT
Gintautas MARČIUKAITIS, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 2040 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

—

(54) Pavadinimas:

Matavimo modulis

(57) Referatas:

Išradimas priklauso matavimo technikos sričiai ir yra skirtas mašinų detalių geometrinių parametrų matavimui. Jis gali būti skiriamas prie pramoninių robotų, kurie turi linijinių ir kampų poslinkio keitiklius ir pavaras.

Išradimo esmę sudaro tai, kad matavimo įrenginys (fig.1) turintis judamas dalis: korpusą, kariatėlę, judamai sujungtą su korpusu, o joje judamai esantį kronšteiną, pavaras, judesių matavimo linijinius ir kampo keitiklius, matavimo galvutę su liestuku, o įrenginio korpusas yra sujungtas su kampo keitikliu ir dviejų koordinačių poslinkio matavimo keitikliu, kurio viena dalis yra pritvirtinta įrenginio korpuse, o kita dalis - kronštaine. Įrenginys įgalina matuoti detales ir gaminius pagal vektoringą matmenų ir tolerancijų sistemą.

1. Technikos sritis, kuriai skiriamas išradimas.

Išradimas priklauso matavimo technikos ir technologijos sričiai. Konkrečiau, išradimas priklauso mašinų detalių geometrinių parametrų matavimui. Žinomi matavimo įrenginiai, skirti mašinų ir įrenginių detalių matmenų kontrolei – universalūs matavimo mikroskopai, dviejų ir trijų koordinačių matavimo prietaisai ir mašinos.

Siūlomas įrenginys gali būti skiriamas ir prie pramoninių robotų srities, kurie turi savo kinematinėje grandinėje linijinių bei kampų poslinkio keitiklius ir atitinkamas pavaras. Pramoniniai robotai (PR) turi kiekvienoje kinematinės poros grandyje keitiklius viena kitos atžvilgiu. PR konstrukcija yra sudėtinga dėl tos pačios priežasties, kad kiekvienoje grandyje yra įmontuoti poslinkio keitikliai, skirti jų judesių matavimui ir valdymui. Artimiausiu siūlomo įrenginio analogu yra koordinatinės matavimo mašinos (KMM).

2. Technikos lygis.

KMM klasifikacija, jų konstrukcija, komponavimas, valdymas ir naudojamos koordinačių bei matavimo sistemos yra aprašytos knygoje: "Координатные измерительные машины и их применение" А. Гапшин, А. Каспарайтис, М. Модестов и др. – М. Машиностроение, 1988", psl. 15 – 57, bei: "Figliola Richard S., Beasley Donald E., Theory and design for mechanical measurements, 1991, p.p. 355 – 364", straipsnyje: "H J Pahk, M Burdekin and G N Peggs, Development of virtual coordinate measuring machines incorporating probe errors // Proc Instn Mech Engrs Vol 212 Part b, p.p. 533... 545." Nurodytoje literatūroje aprašytos KMM, turinčios stačiakampę koordinačių sistemą ir informacines – matavimo sistemas, sumontuotas kiekvienoje koordinačių ašyje. Plačiausiai yra paplitusi tiltinė arba konsolinė KMM montavimo schemas. Šios KMM kiekvienoje iš koordinačių turi judančias dalis, sujungtas su poslinkio keitikliais ir pavaromis. Dėl to kiekvienoje koordinatėje turi būti labai tiksliai padaryti baziniai paviršiai, prie kurių tvirtinamos poslinkių keitiklių dalys, kiekviena keitiklių dalis turi būti labai kruopščiai justuojama pagal KMM dalių judesio trajektorijas. Visa tai daro KMM konstrukciją sudėtinga gaminti, derinti, metrologiškai kalibruoti, tai ekonomiškai yra brangu ir reikalauja daug darbo ir labai didelės kvalifikacijos specialistų.

Stačiakampė koordinacių sistema, plačiausiai naudojama KMM konstrukcijoje, yra
30 nepatogi naudojant vektorinę matmenų ir tolerancijų sistemą (VMTS). VMTS šiuo metu
įgauna vis didesnę pritaikymą, nes įgalina patogiau ir efektyviau užduoti konstrukcijos
brėžiniuose matmenis, o pagaminus taip pat mažesniu operacijų skaičiumi juos išmatuoti.
VMTS ypatybės ir pranašumai yra nurodyti straipsnyje: "S. Bialos et al. Vectorial
dimensioning and tolerancing – challenge for designer or dead end // XIV IMECO World
35 Congress, Proceedings, Vol. VIII, p. 82 ... 87".

3. Išradimo esmė.

Siūlomo išradimo esmė yra tai, kad trijų matavimo įrenginio dalių poslinkių keitikliai
yra sumontuoti viename iš šio įrenginio korpusų.

Siūlomo išradimo esmę sudaro tai, kad matavimo įrenginys, turintis judamas dalis:
40 korpusą, kariatėlę, judamai sujungtą su korpusu, o joje judamai esantį kronšteiną, pavaras,
judusių matavimo linijinius ir kampo keitiklius, matavimo galvutę su liestuku, skiriasi tuo,
kad įrenginio korpusas yra sujungtas su kampo keitikliu ir dviejų koordinacių poslinkio
matavimo keitikliu, kurio viena dalis yra pritvirtinta įrenginio korpuse, o kita dalis –
kronšteine.

3.1. Išradimo esmę atskleidžiantys duomenys.

Techninis rezultatas, kuris gali būti gautas įdiegus išradimą yra tai, kad dviejų
koordinacių matavimo keitiklis, sumontuotas prie pasukamo korpuso, įgalina matuoti detales
ir gaminius pagal VMTS, žymiai supaprastindamas šiuos matavimus, kurie gali būti atlikti ir
stačiakampių koordinacių sistemos KMM pagalba, tačiau pastaruoju atveju jų programinė
50 skaičiavimo įranga turi būti žymiai sudėtingesnė. Siūlomo techninio sprendimo dėka
matavimo įrenginys tampa paprastesnės konstrukcijos. Kronšteinas juda kariatėlėje praktiškai
be poslinkio keitiklio, t. y. tik su viena jo dalimi – skale. Prie kronšteino pritvirtintas
matavimo antgalis rankinio kontaktinio matavimo atveju gali būti ne sensorinis, tokiu atveju,
kronšteino judesio metu jis nebus susietas jokiais laidais arba elektros įtaisais su kitomis
55 modulio dalimis. Vertikalaus komponavimo atveju – tvirtinant matavimo įrenginį viršutinėje
korpuso dalyje, juo galima pamatuoti visą kiaurymių perimetrą arba nuokrypas nuo
apskritumo, matuoti kreivalinį paviršių nepertraukiant jį sekant. Tokių matavimų
neįmanoma atlikti kitomis, turinčiomis stačiakampes koordinacių sistemas KMM.

4. Brėžinių figūrų aprašymas.

60 Matavimo įrenginys yra pavaizduotas brėžiniuose fig. 1, 2, 3 ir 4. Fig. 1 yra parodytas
bendras įrenginio vaizdas iš priekio, fig. 2 parodytas modulio korpusas iš priekio ir dviejų

koordinacių keitiklis iš priekio pagal fig.1, fig. 3 parodytas įrenginio vaizdas pjūvyje A-A, fig. 4 parodytas dviejų koordinacių keitiklis pjūvyje pagal B-B (fig. 2), fig. 5 parodytas modulis matuojant detalę, fig. 6 a, b ir c parodytos struktūrinės galimo modulio komponavimo
65 schemos.

Fig. 1 parodytos dalys: 1 – stovas, 2 – korpusas, 3 – kariatėlė, 4 – kronšteinas, 5 – šarnyras, 6 – matavimo galvutė, 7 – liestukas, 8, 9 – dviejų koordinacių poslinkio matavimo keitiklis, 10 – kampo keitiklis, 11, 12, 13 – pavaros, 14 – krumpliaračio – krumpliatiebio pavara, 15 – slieko – sliakračio pavara, 16 – grandinės pavara, 17 – guoliai, 18 – pavarų
70 valdymo blokas, 19 – skaičiavimo – valdymo blokas.

Fig. 2 parodyta modulio korpusas iš priekio (pagal fig.1) be kariatėlės. Šiame brėžinyje ir kitur tos pačios detalės yra žymimos tais pačiais numeriais, 20 – dviejų koordinacių keitiklio indikatorinė galvutė, 21 – indikatorinėje galvutėje įmontuoti šviestuvai ir fotoelementai. Fig. 3 ir 4 dalių žymėjimai yra tie patys, kaip ir fig. 1 ir 2.

75 5. Išradimo realizavimo aprašymas.

5.1. Bendroji dalis.

Matavimo modulyje korpusas 2 yra įtvirtintas guoliuose 17, esančiuose stovė 1. Korpusas 2 yra sujungtas su kampo keitikliu 10, o korpuso išilginės ašies kryptimi judamai uždėta kariatėlė 3, kurios atžvilgiu judamai yra įmontuotas kronšteinas 4. Korpuso ašies
80 kryptimi kartu su kariatėle 3 ir kronšteinu 4 juda dviejų koordinacių keitiklio indikatorinė galvutė 20 (fig. 3 ir 4), o keitiklio rastrinės skalės 8 ir 9 yra nejudamai pritvirtintos prie korpuso 2 ir kronšteino 4. Dviejų koordinacių matavimo keitiklis gali būti keitiklis, veikiantis lazerinio interferometro principu arba, kaip yra pavaizduotas šiose schemose, dviejų koordinacių poslinkio keitiklis pagal SSRS autorinį liudijimą Nr.1010458, tarptautinė klasė
85 G01B 11/00, autoriai V. Giniotis, R. Bansevičius ir S. Barmaš, 1983m., biul. Nr. 13.

Su korpusu 2 sujungti kampo keitiklis 10 ir dviejų koordinacių keitiklis 8, 9, 20 įgalina matavimo moduliui atlikti kampo posūkį, matuojamą kampo keitikliu 10 ir du tiesialinijinius judesius stovo ašies ir jam statmena kryptimi, matuojamus vienu dviejų koordinacių keitikliu 8, 9, 20. Kronšteino gale esanti matavimo galvutė 6 su liestukais 7 gali siekti visus
90 matuojamojo objekto paviršius taip pat, kaip ir bet kurioje KMM, tačiau šiuo atveju matavimo modulio kinematika yra paprastesnė, o galimybės matuoti VMTS ir apskritiminius paviršius pralenkia žinomų KMM metrologines galimybes. Tokiems tikslams įprastinės KMM naudoja papildomą pasukamą stalą, uždedamą ant matavimo masinos stalo. Matavimo galvutė 6 su kronšteinu 4 yra sujungta šarnyru. Matavimo galvutė 6 gali būti tik mechaninis antgalis,

95 skirtas matuoti kontaktiniu rankiniu būdu. arba sensorinė matavimo galvutė, duodanti signalą į skaičiavimo - valdymo bloką apie jos liestuko prisilietimą prie matuojamojo paviršiaus. Matavimo modulis gali atlikti matavimo VMTS-je, kaip parodyta fig. 5, o jo komponavimas vertikaliajoje, horizontalioje ir viršutinėje padėtyse parodytas fig. 6 a, b ir c.

5.2. Įrenginio aprašymo duomenys.

100 Įrenginio – matavimo modulio – stovė 1 (fig. 1) yra sumontuotas korpusas 2, jo kreipiančiosiose su galimybe judėti koordinatės kryptimi uždėta kariatėlė 3, o šios kreipiančiosiose horizontalios koordinatės kryptimi gali judėti kronšteinas 4. Prie kronšteino 4 galo pritvirtintas šarnyras 5, prie kurio pritvirtinta matavimo galvutė 6 su liestukais 7. Viena dviejų koordinatė keitiklio skalė 8 (fig. 2) yra pritvirtinta prie korpuso 2, o kita keitiklio dalis 9 – prie kronšteino 4. Korpusas 2 (fig. 1) yra sujungtas su kampo keitikliu 10, kuris pritvirtintas prie stovo 1. Prie stovo 1 pritvirtinta pavara 11, prie kronšteino 4 pritvirtinta pavara 12, o prie korpuso 2 pritvirtinta pavara 13. Pavara 12 sujungta su kronšteinu 4 per krumpliaračio – krumpliaštiebio pavara 14, pavara 11 sujungta su korpusu per slieko – sliekračio pavara 15, pavara 13 sujungta su kariatėle 3 per grandinės pavara 16. Korpusas 2 110 yra įmontuotas guoliuose 17, esančiuose stovė 1. Pavarų valdymo bloko 18 išėjimai yra sujungti su pavaramis 11, 12 ir 13, o įėjimas su skaičiavimo – valdymo bloku 20. Juo gali būti mikroprocesorius, kompiuteris arba specializuotas komandų komutavimo įrenginys. Dviejų koordinatė keitiklio indikatorinė galvutė 20 yra įstatyta slystamai korpuso 2 ir kronšteino 3 atžvilgiu ir apgaubia rastrinės skales 8 ir 9, kurios judesio metu gali slysti galvutės 20 atžvilgiu. Indikatorinėje galvutėje 20 yra įtvirtinti fotoelementai 21, iš kurių informacija apie poslinkį viena arba kita kryptimi yra perduodama į skaičiavimo valdymo bloką 19. Čia pavaizduotas dviejų koordinatė keitiklis yra keitiklis pagal V. Giniočio, R. Bansevičiaus ir S. Barmašo išradimą "Dviejų koordinatė matavimo įrenginys", SSRS aut. liudijimas Nr. 1010458, Tarpt. kl. sist. GOIB 11 00, 1983, Išradimų biul. No 13.

120 Įrenginys veikia tokiu būdu. Detalės matavimo metu pagal skaičiavimo – valdymo įrenginio 19 užduotą programą pavaros 11, 12 ir 13 per kinematinės grandis 14, 15, 16 atitinkamai suka korpusą 2 bei tiesialinijiniu judesiu perslenka kariatėlę 3 ir kronšteiną 4. Pavara 11 pasuka korpusą per slieką ir sliekratį 15 (užtvirtintą prie korpuso), pavara 12 perstumia kronšteiną per krumpliaračio ir krumpliaštiebio, pritvirtinto prie kronšteino 4, pavara. Pavara 13 perstumia kariatėlę 3 per grandinę 16 ir žvaigždutę, kurių viena pritvirtinta prie pavaros 13, o kita – prie korpuso 2. Kariatėlę 3 juda korpuso 2 kreipiančiosiose (parodyta fig. 4) jo ašies kryptimi grįžtamai slenkamu judesiu. Kariatėlės 3 kreipiančiosiose (parodyta

fig.3) juda taip pat grįžtamai slenkamu judesiu kronšteinas 4, varomas pavara 12 per jos krumpliaratį, susikabinantį su krumpliaštiebiu 14, pritvirtintu prie kronšteino 4. Tokiu būdu juda visi matavimo modulio elementai, ir matavimo galvutė 6 gali liestukais 7 pasiekti bet kokį matuojamojo objekto tašką erdvėje. Matavimo galvutė 6 gali būti pasukama šarnyru 6 pagal norimą matavimo kryptį. Matavimo galvutė gali būti bet kuri iš žinomų tipų – mechaninė kontaktinė be elektrinio išėjimo signalo, sensorinė, duodanti elektrinį signalą apie prisilietimą prie matuojamos detalės paviršiaus arba galvutė, dirbanti sekimo režimu. Bet kuriuo atveju, galvutės sąlyčio su matuojamąja detale metu yra fiksuojamos detalės paviršiaus elementų koordinatės erdvėje (fig. 5). Šios koordinatės yra korpuso 2 pasukimo kampas φ_i ir dvi stačiakampės koordinatės x_i ir y_i . Skaičiavimo – valdymo bloke 19 jos yra perskaičiuojamos į norimas gabaritų, paviršių tarpusavio padėčių ir nuokrypų nuo jų reikšmes. Šiuo matavimo moduliui matuojant vektorinėje matmenų ir tolerancijų sistemoje (VMTS) šie skaičiavimai yra minimalūs ir žymiai supaprastina programinę įranginio dalį. Stačiakampėje koordinatėse sistemoje veikiančios KMM tokių galimybių neturi, nes visi įvedami koordinatėse taškai VMTS turi būti perskaičiuojami į polinę koordinatėse sistemą. Žinomi matavimo įrenginiai taip pat neturi tokios struktūros, kaip siūlomas matavimo modulis, kuriame yra panaudoti tik du poslinkių keitikliai, t. y., kampo keitiklis 10 ir dviejų koordinatėse keitiklis (8, 9, 20, 21), kurių indikatorinės dalys yra prijungtos tik prie vienos įranginio dalies – korpuso 2. Tokia konstrukcija įgalina supaprastinti matavimo informacijos perdavimą (laidai iš matavimo keitiklių eina tik nuo vienos dalies – korpuso 2), o mechaninės kontaktinės matavimo galvutės atveju, iš kronšteino nėra joks elektrinis ryšys.

Svarbi siūlomo matavimo modulio skiriamoji ypatybė yra ta, kad matavimo modulį sumontavus konsoliškai (fig. 6c), juo tampa įmanoma matuoti detalių apskritumo parametrus, kas yra neįmanoma įprastomis KMM, neturinčiomis papildomo pasukamojo stalo.

Išradimo apibrėžtis

1. Matavimo modulis, susidedantis iš pagrindo, besisukančio korpuso, su juo paslankiai sujungtų dviejų statmenomis kryptimis judančių dalių – kariatėlės ir šliaužiklio, sukimosi ir grįžtamai – slenkamojo judesio matavimo keitiklių, kampinio ir tiesialinijinio judesių matavimo keitiklių, judesių perdavimo pavarų su valdymo blokais ir modulio valdymo bloko, *besiskiriantis* tuo, kad visi trys judesių matavimo keitikliai yra sumontuoti prie vieno korpuso.

2. Matavimo modulis pagal 1 punktą, *besiskiriantis* tuo, kad kariatėlė (3) ir šliaužiklis (4) yra sujungti su dviejų koordinačių matavimo keitikliu (8, 9, 18).

170 3. Matavimo modulis pagal 1 ir 2 punktus, *besiskiriantis* tuo, kad pasukamas korpusas prie pagrindo yra tvirtinamas vertikaliai konsoliškai apačioje arba viršuje, dviejose atramose arba horizontaliai.

4. Matavimo modulis pagal 1 - 3 punktus, *besiskiriantis* tuo, kad panaudotas dviejų koordinačių matavimo įrenginys, susidedantis iš dviejų rastrinių skalių, kuriose esantys brūkšniai yra pakreipti nevienodu kampu matavimo ašių kryptimi, o indikatorinė galvutė turi galimybę judėti dviem statmenomis kryptimis.

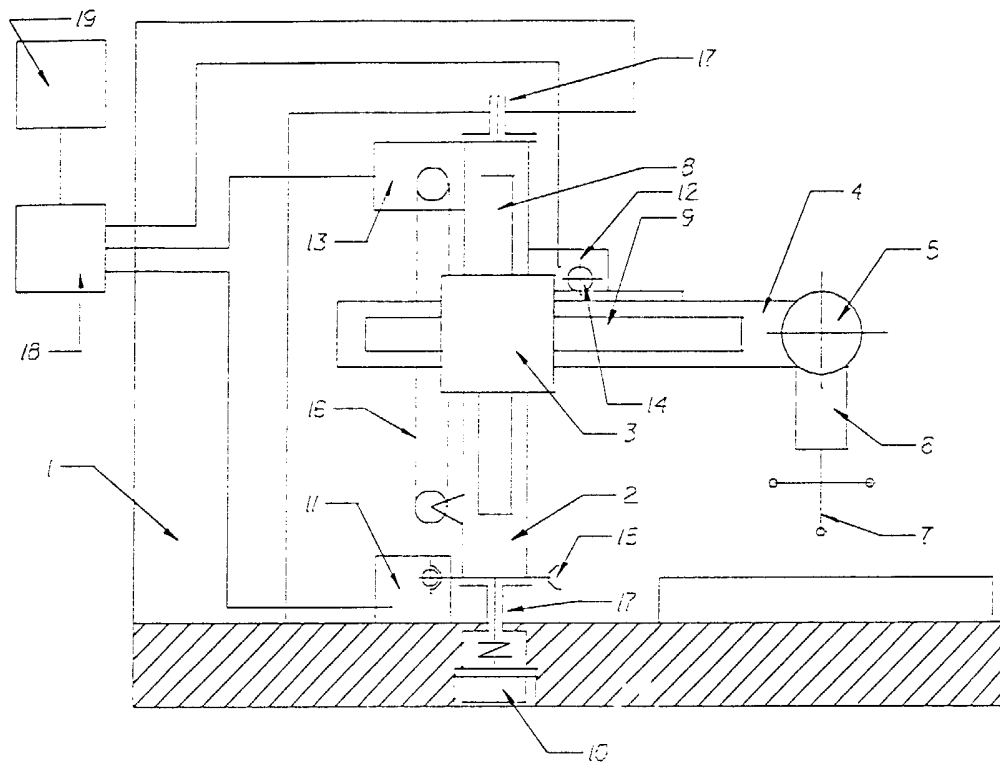


Fig. 1

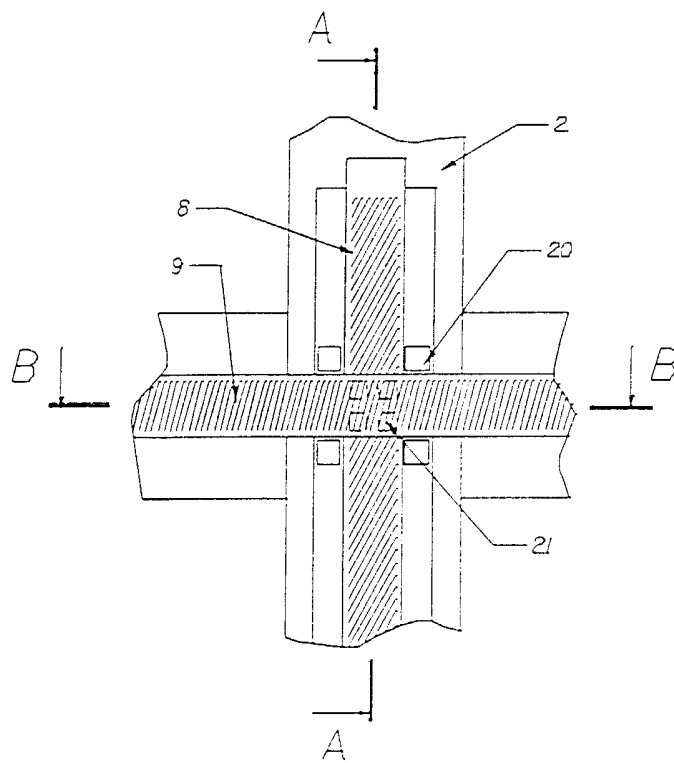


Fig. 2

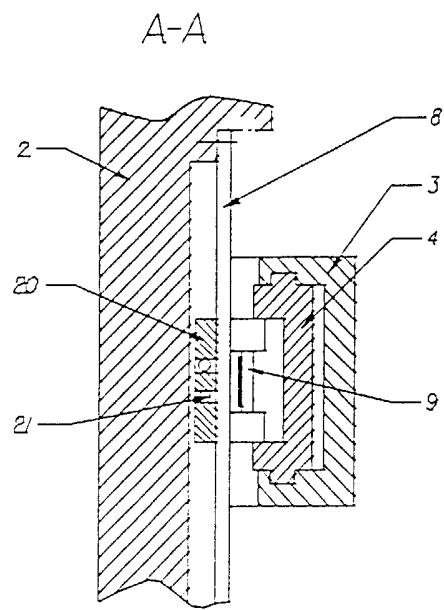


Fig. 3

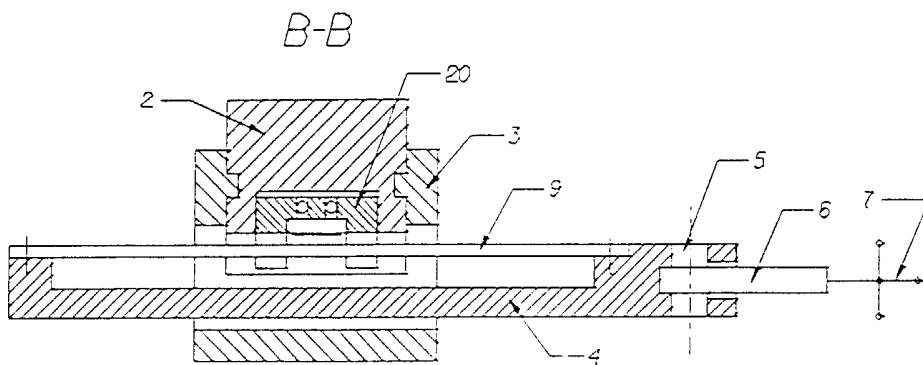


Fig. 4

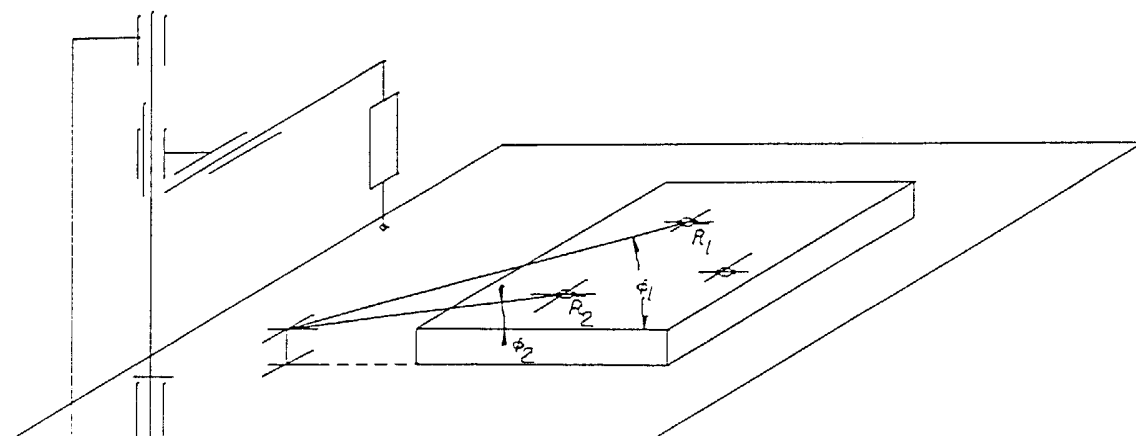
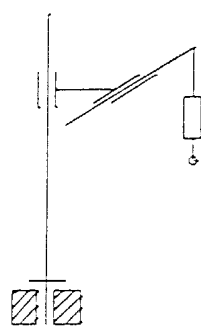
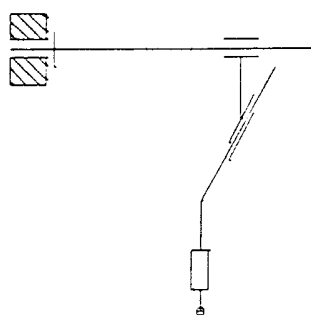


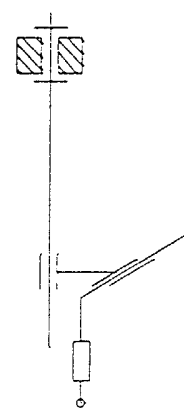
Fig. 5



a)



b)



c)

Fig. 6