

(19)



(10) **LT 6503 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6503**

(51) Int. Cl. (2018.01): **H01L 41/00**

(21) Paraiškos numeris: **2016 062**

(22) Paraiškos padavimo data: **2016-06-09**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-12-11**

(45) Patent paskelbimo data: **2018-03-12**

(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:

Ramutis BANSEVIČIUS, LT
Vytautas JŪRĖNAS, LT
Algimantas BUBULIS, LT
Vytautas MARKEVIČIUS, LT
Genadijus KULVIETIS, LT

(73) Patent savininkas:

KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Aušra PAKĖNIENĖ, AAA Law, J.Jasinskio g. 16A, LT-03163 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Pjezoelektrinė roboto pvara

(57) Referatas:

Išradimas priskiriamas mechatroninių sistemų ir robototeknikos sritims ir skirtas robotų pavaroms ir manipulatoriams, turintiems padidintą laisvumo laipsnių skaičių ir įgalinantiems griebtą pasiekti sunkiai prieinamas vietas. Siekiant supaprastinti robotų konstrukciją, suteikiant manipuliavimo mechanizmui paprastesnę gamybą (mažesnę kainą) ir funkcinį galimybių išplėtimą, ypač taikant kosmoso tyrimuose, pasiekama taikant kintamos struktūros kinematinės poros, veikiamas erdvėje kintančios tik vienos jėgos ar momento. Kinematinės poros laisvumo laipsnių skaičius laike valdomas nuo 0 iki 2, taikant įvairias trinties jėgų nuo virpesių funkcines priklausomybes, veikiančias kinematinę grandžių kontakto zonoje. Roboto griebto trajektorijų formavimas realizuojamas taikant specialią programinę įrangą, valdančią laike kiekvienos grandies laisvumo laipsnių skaičių, priklausomai nuo besisukančio disbalanso, generuojančio išcentrinę jėgą, kampinės fazės.

Išradimo sritis

Išradimas priskiriamas mechatroninių sistemų ir robototechnikos sritims ir skirtas robotų pavaroms ir manipulatoriams, turintiems padidintą laisvumo laipsnių skaičių ir įgalinantiems griebtą pasiekti sunkiai prieinamas vietas.

Technikos lygis

Yra žinomi PI firmos (Physik Instrumente GmbH and Co.KG) manipulatoriai robotams, kuriuose tiesialinijiniam ar sukimosi judesiui realizuoti panaudojami pjezoelektriniai vykdikliai. Juose kiekvienos krypties užduotam judesiui atlikti pritaikomos skirtingos pavaros, kas tokiu principu veikiančiuose manipulatoriuose padidina roboto konstrukcinių elementų visumą, svorį ir gabaritus.

Patente Nr. US 8,810,109 B2 USA yra atskleidžiamos taikomos įvairios pjezoelektrinės pavarų konstrukcijos skirtos formuoti roboto manipulatoriaus judesį, susidedančios iš kelių pjezopavarų roboto laisvumo laipsnių skaičius pasiekti, o tai padidina konstrukcijos sudėtingumą t.y. svorį bei gabaritus.

Patente Nr. US 8,525,387 (B2) yra atskleidžiama pjezoelektrinė pavara griebto ir roboto grandžių judesiui generuoti, kurioje pagrindiniai elementai yra plokštelės pavidalo pjezoelektriniai keitikliai leidžiantis realizuoti vieno laisvumo laipsnio judesį. Nurodytame įrenginyje kinematinė roboto grandinė formuojama nuosekliai jungiant kinematinės poras, o roboto laisvumo laipsnių skaičius lygus pjezoelektrinių pavarų skaičiui, kas žymiai padidina kainą, sumažina kinematinės grandinės standumą, padidina jos svorį ir gabaritus bei komplikuoja manipulatoriaus valdymą.

Nauja pjezoelektrinė roboto pavara, su valdoma trintimi, pagal šį išradimą išsprendžia anksčiau minėtų įrenginių trūkumus, ir supaprastina robotų konstrukciją, suteikiant manipuliavimo mechanizmui paprastesnę gamybą (mažesnę kainą) ir funkcinių galimybių išplėtimą, ypač taikant kosmoso tyrimuose.

Trumpas brėžinių aprašymas

Kiti išradimo požymiai ir privalumai yra aprašomi detaliame išradimo aprašyme su nuoroda į žemiau pateiktus brėžinius:

1a Pav. yra pateiktas suprastintas roboto manipulatoriaus su 2-jomis pjezoelektrinėmis pavaromis vaizdas;

1b Pav. yra pateikta vienos pjezoelektrinės pavaros schema su pjezoelektriniu cilindru ir pasyvia feromagnetine sfera;

1c Pav. yra pavaizduoti aukšto dažnio rezonansinių virpesių įjungimo ir išjungimo momentai;

2 Pav. yra pateikta virpesių prijungimo prie pjezoelektrinio cilindro trukmės ir fazės valdymo elektrinė schema.

Trumpas išradimo aprašymas

Išradimo tikslas, supaprastinti robotų konstrukciją, suteikiant manipuliavimo mechanizmui paprastesnę gamybą (mažesnę kainą) ir funkcinių galimybių išplėtimą, ypač taikant kosmoso tyrimuose yra pasiekiamas taikant kintamos struktūros kinematinės poras, veikiamas erdvėje kintančios tik vienos jėgos ar momento. Kinematinės poros laisvumo laipsnių skaičius laike valdomas nuo 0 iki 2, taikant įvairias trinties jėgų nuo virpesių funkcines priklausomybes, veikiančias kinematinį grandžių kontakto zonoje. Roboto griebto trajektorijų formavimas realizuojamas taikant specialią programinę įrangą, valdančią laike kiekvienos grandies laisvumo laipsnių skaičių, priklausomai nuo besisukančio disbalanso, generuojančio išcentrinę jėgą, kampinės fazės.

Išsamus išradimo aprašymas

Turėtų būti suprantama, kad daugybė konkrečių detalių yra išdėstytos, siekiant pateikti pilną ir suprantamą išradimo pavyzdinio įgyvendinimo aprašymą. Tačiau srities specialistui bus aišku, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžių detalumas neapriboja išradimo įgyvendinimo, kuris gali būti įgyvendintas ir be tokių konkrečių nurodymų. Gerai žinomi būdai, procedūros ir sudedamosios dalys nebuvo detaliai aprašyti, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai nebūtų klaidinantys.

Roboto manipulatorius apima bent vieną pjezoelektrinę roboto pavarą, apimančią kinematinę porą, sudarytą iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) su radialine poliarizacija ir elektrodais, suformuotais ant išorinių ir vidinių jo paviršių, ir pasyvios feromagnetinės sferos (2) (tokių kinematinų porų, kurias sudaro keitiklis (1, 6) ir sfera (2), gali būti nuosekliai sujungta pagal poreikį, tuo padidinant roboto laisvės laipsnių skaičių); perduodamos išcentrinės jėgos sensorių (3); variklį (4) su disbalansu, generuojantį išcentrinę kintamos krypties jėgą modulio $m r \omega^2$ (ω - kampinis rotorius sukimosi greitis); roboto griebtą (5); pastovų magnetą (7), per

tarpelį Δ sukeliantį įvaržą kontakto pjezoelektrinis cilindras – feromagnetinė sfera zonoje; tarpinį didelės trinties elementą (8).

1a paveiksle yra pavaizduotas roboto manipulatorius, apimantis dvi pjezoelektrines roboto pavaras, kurių kiekviena apima bent vieną kinematinę porą, sudarytą iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) su radialine poliarizacija ir elektrodais, suformuotais ant išorinių ir vidinių jo paviršių ir pasyvios feromagnetinės sferos (2); perduodamos išcentrinės jėgos sensorių (3); variklį (4) su disbalansu, generuojantį išcentrinę kintamos krypties jėgą modulio $m\omega^2$ (ω - kampinis rotoriaus sukimosi greitis); roboto griebtą (5); pastovų magnetą (7), per tarpelį Δ sukeliantį įvaržą kontakto pjezoelektrinis cilindras – feromagnetinė sfera zonoje; tarpinį didelės trinties elementą (8).

2 paveiksle yra pavaizduota roboto manipulatoriaus su pjezoelektrine roboto pavara valdymo bloko schema, skirta nustatytos fazės ir trukmės impulsų paketais maitinti pjezoelektrinę pavara. Bloką sudaro: žemo dažnio filtras, dviejų pakopų stiprintuvas, du analoginiu būdu valdomi multivibratoriai ir elektroninė relė.

Pjezoelektrinių pavarų, apimančių kinematinės poras, sudarytas iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) ir feromagnetinės sferos (2), skaičius manipuliatoriuje nėra ribojamas aukščiau pateiktu pavyzdžiu.

Žemiau aprašomas pjezoelektrinės roboto pavaros veikimas.

Besisukantis variklio (4) rotoriaus disbalansas generuoja kintamos krypties erdvėje modulio $m\omega^2$ išcentrinę jėgą, veikiančią kinematinę porą arba poras, sudarytas iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) ir pasyvios feromagnetinės sferos (2). Kai trinties momentas kinematinėje poroje arba porose yra didesnis už išcentrinės jėgos momentą, grandžių judesio nėra. Rezonansinių virpesių pjezoelektriniame cilindriniam keitiklyje (1, 6) dėka (kai prijungiama įtampa $U_1(t)$), kardinaliai sumažinama trintis kinematinėje poroje ir grandies poslinkis joje priklauso nuo virpesių paketo fazės λ_1 (disbalanso posūkio kampo atžvilgiu) ir paketo pločio β_1 (1c Pav.). Tuo būdu, roboto griebto (5) trajektorijos judesio vektorius yra formuojamas vienos kinematinės poros arba keleto kinematinų porų, sudarytų iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) ir pasyvios feromagnetinės sferos (2). Trečios klasės kinematinė pora, sudaryta iš pjezoelektrinio cilindrinio keitiklio (1, 6) ir pasyvios feromagnetinės sferos (2) turi 3 laisvumo laipsnius; vienas laisvumo laipsnis

(posūkis apie ašį, sutampančią su sensoriaus 3 išilgine ašimi) išeliminuojamas taikant pasyvių elastinį gofruotą vamzdelį (Pav. neparodytas), turintį padidintą standumą susukimui.

Prie kiekvienos pjezoelektrinės roboto pavaros, maitinanti įtampa $U_1(t)$ yra prijungiama nustatytos fazės ir trukmės impulsų paketais, kuriuos formuoja valdymo blokas (2 Pav.). Žemos amplitudės sinchronizacijos signalo aukšto dažnio trikdžiai nufiltruojami žemo dažnio filtru. Po filtravimo signalas sustiprinamas ir po antrosios stiprinimo pakopos pavirsta į meandro formos sinchronizacijos impulsus. Priekiniu kiekvieno sinchronizacijos impulso frontu paleidžiamas reguliuojamas multivibratorius, kuris užduoda darbinio signalo pradžios laiką (vėlinimą). Pirmojo multivibratoriaus išėjimo impulsu paleidžiamas antrasis reguliuojamas multivibratorius ir jo pagalba nustatoma darbinio impulso trukmė. Valdymo bloko išėjime įmontuota elektroninė relė komutuoja pjezoelektrinę pavarą maitinančio generatoriaus signalą $U_1(t)$.

Palyginus su artimiausiu analogu, ši nauja pjezoelektrinė roboto pavara ir manipulatorius su bent viena tokia pavara išsprendžia anksčiau minėtų įrenginių trūkumus, ir supaprastina robotų konstrukciją, suteikiant manipuliavimo mechanizmui paprastesnę gamybą (mažesnę kainą) ir funkcinių galimybių išplėtimą, ypač taikant kosmoso tyrimuose.

Išradimo apibrėžtis

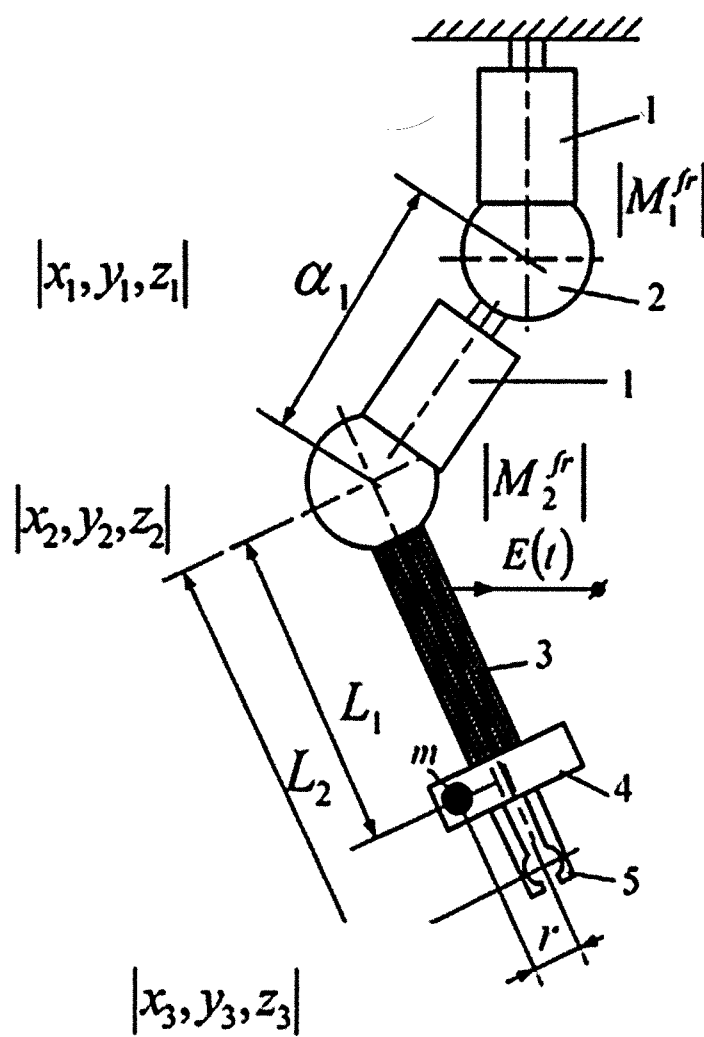
1. Pjezoelektrinė roboto pavara, apimanti pjezoelektrinį keitiklį, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad apima pjezoelektrinį cilindrinį keitiklį (1, 6) su radialine poliarizacija ir pasyvią feromagnetinę sferą (2), kur pjezoelektrinis cilindrinis keitiklis (1, 6) kontaktuoja su pasyvia feromagnetine sfera (2).

2. Pjezoelektrinė roboto pavara, pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad pjezoelektriniame cilindriname keitiklyje (1, 6) yra sužadinami jo rezonansiniai ašiniai virpesiai.

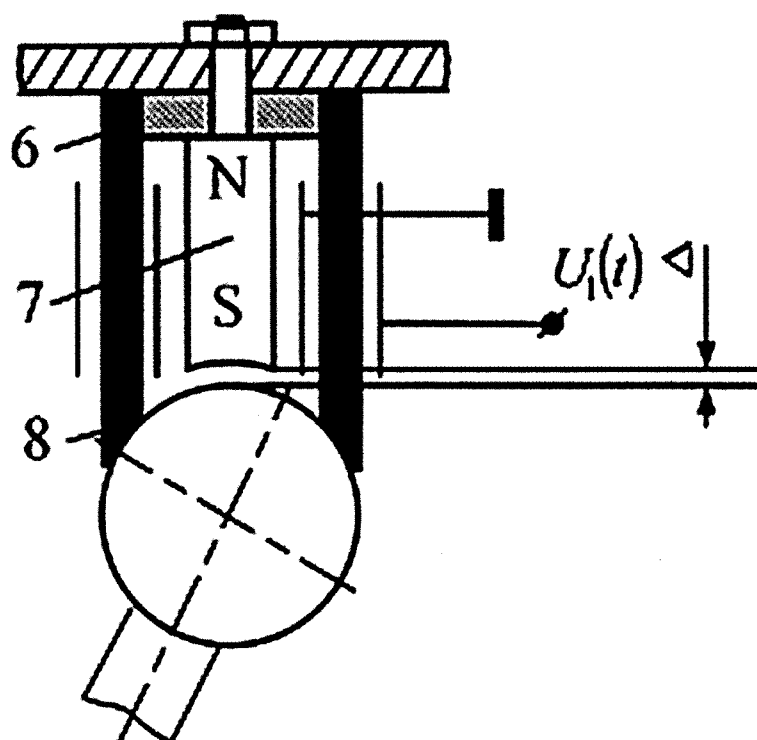
3. Roboto manipulatorius, apimantis vieną pjezoelektrinį keitiklį, arba keletą pjezoelektrinių keitiklių, nuosekliai sujungtų 3-ios klasės kinematinėmis poromis, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad roboto manipulatorius apima bent vieną pjezoelektrinę roboto pavara pagal 1 arba 2 punktą, arba keletą pjezoelektrinių roboto pavarų pagal 1 arba 2 punktą, nuosekliai sujungtų 3-ios klasės kinematinėmis poromis

4. Roboto manipulatorius pagal 3 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pavaros pjezoelektriniame cilindriname keitiklyje (1, 6) yra sužadinami jo rezonansiniai ašiniai virpesiai.

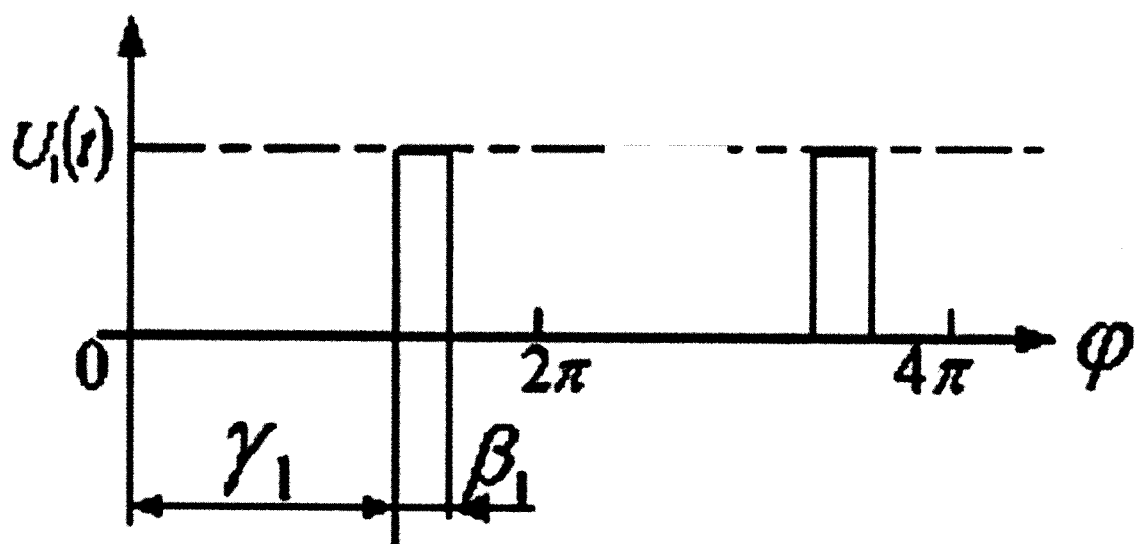
5. Roboto manipulatorius, pagal 3 arba 4 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad, apima tik vieną judesio sužadinimo variklį (4), sumontuotą roboto griebte (5), kur minėto variklio (4) rotorius turi specialaus dydžio disbalansą.



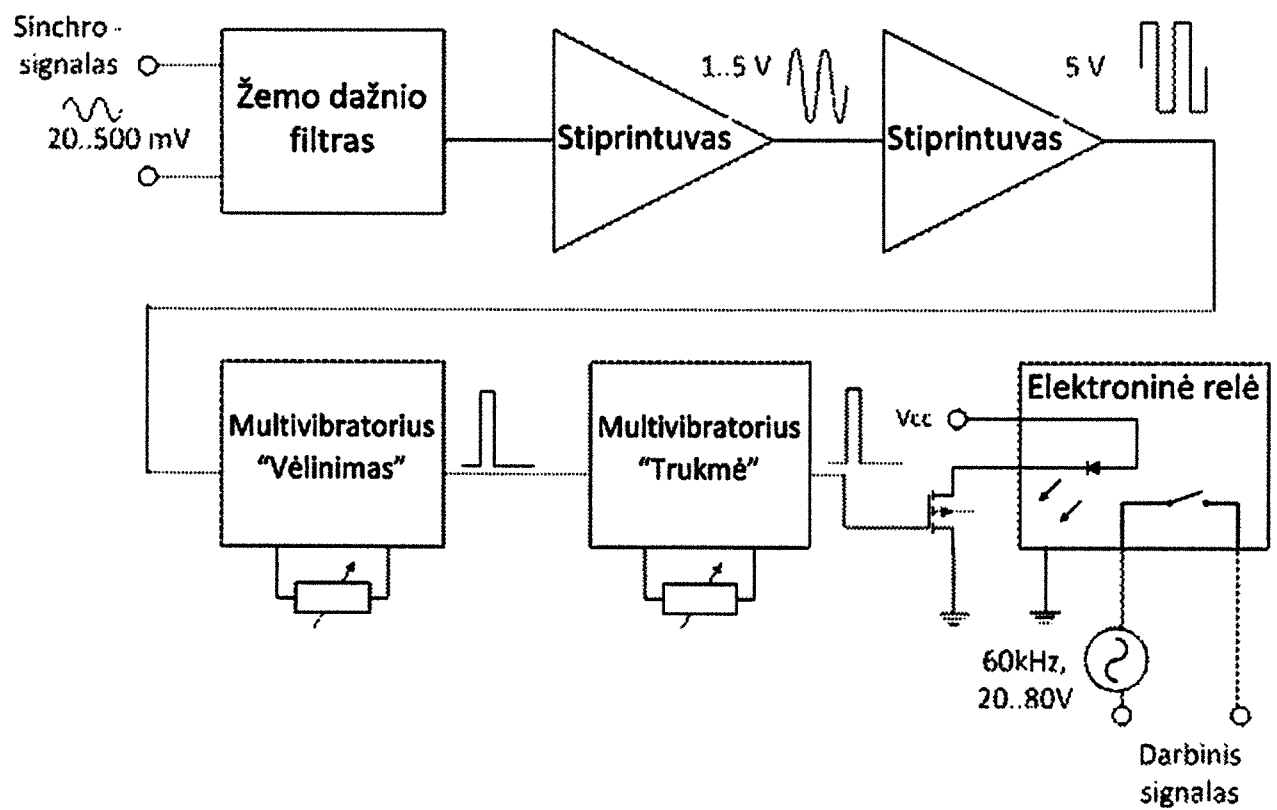
1a Pav.



1b Pav.



1c Pav.



2 Pav.