

- (11) Patento numeris: **6572** (51) Int. Cl. (2018.01): **F01B 19/00**
A61B 1/00
- (21) Paraiškos numeris: **2017 508**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2017-04-28**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2018-11-26**
- (45) Patento paskelbimo data: **2018-12-27**
- (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:
Aistis AUGUSTAITIS, LT
Ramutis BANSEVIČIUS, LT
Algimantas BUBULIS, LT
Vytautas JÜRĖNAS, LT
Genadijus KULVIETIS, LT
- (73) Patento savininkas:
KAUNO TECHNOLOGIJOS UNIVERSITETAS, K. Donelaičio g. 73, 44249
Kaunas, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Reda ŽABOLIENĖ, Advokatų profesinė bendrija "Žabolienė ir partneriai
METIDA", Verslo centras VERTAS, Gynėjų g. 16, LT-01109 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Straublio tipo roboto manipulatorius su elektoreologine suspensija

- (57) Referatas:

Įrenginys priklauso mechatroninių sistemų ir roboto technikos sritims ir skirtas straublio tipo robotų manipulatoriams, turintiems padidintą laisvumo laipsnių skaičių ir įgalinantiems griebtą pasiekti sunkiai prieinamas vietas. Pateikiamas išradimas suprastina straublio tipo robotų manipuliatorių konstrukcijas, supaprastina ir atpigina manipuliavimo mechanizmo gamybą ir išplečia funkcinės galimybes, padidina galimų realizuoti griebto konfigūracijų skaičių. Veikimas pagrįstas trijų fazių oro ar skysčio slėgio padavimu į 3-jų kamerų elastinį vamzdį, kurio išorinis paviršius padengtas elektrodais ir kuris yra kito elastinio vamzdžio viduje su įžemintu elektrodu jo vidiniame paviršiuje. Tarpelis tarp elektrodų (tarpelio dydis $\Delta = 0,1...0,2\text{mm}$), yra užpildytas elektoreologine suspensija, o nuo elektrodų skaičiaus priklauso roboto laisvumo laipsnių skaičius. Roboto judesio parametrai yra valdomi keičiant elektoreologinės suspensijos klampį, išjungiant įtampą nuo konkrečių elektrodų, o nuo įtampos išjungimo trukmės bei slėgio vamzdyje fazės įtampos išjungimo momentu, priklauso griebto judesio trajektorija ir

griebto erdvinis kampas. Kintamo slėgio šaltinyje generuojami oro ar skysčio slėgiai: $p_1(t) = P_0 + P \cos \omega t$; $p_2(t) = P_0 + P \cos (\omega t + 120^\circ)$; $p_3(t) = P_0 + P \cos (\omega t + 240^\circ)$, su besiskiriančia kas 120° faze tarp jų slėgių apsprendžia griebto judesio trajektorijos parametrus.

Išradimo sritis

Įrenginys priklauso mechatroninių sistemų ir robototeknikos sritims ir skirtas straublio tipo robotų manipulatoriams, turintiems padidintą laisvumo laipsnių skaičių ir įgalinantiems griebtą pasiekti sunkiai prieinamas vietas.

Technikos lygis

Šiuo metu yra žinomi keletas technikos sprendimų bei patentų, kuriuose panaudotos lanksčios žarnos ir kintamo slėgio bangų generatorius, pavyzdžiui, Lietuvos patentas 5243B (paskelbtas 2005 liepos 25d.) „CHIRURGINIS ENDOSKOPAS SU KINTAMO SLĖGIO MANIPULIATORIUMI“ (išradėjai Kazimieras Juzėnas ir kt., pareiškėjas Kauno technologijos universitetas). Chirurginis endoskopas su kintamo slėgio manipulatoriumi yra sudarytas iš kintamo slėgio bangų generatoriaus, lanksčių elementų, kuriuos deformuoja vidinio korpuso ertmėse kintantis slėgis. Šios ertmės korpuse yra sujungtos su kintamos slėgio bangų perdavimo linijomis. Slėgio bangų fazė ϕ kiekvienoje linijoje skiriasi 120 laipsnių.

Žinomas JAV patentas US 9492930 B2 (paskelbtas 2016 lapkričio 15d.), kuriame naudojamos specialios skerspjuvio formos elastiniai vamzdeliai, išlinkstantys padavus į juos suspaustą orą arba skystį pagal iš anksto užduotą dėsnį, konkrečiai judesio trajektorijai atlikti.

Abiejų prototipų trūkumai: norint formuoti sudėtingą endoskopo ar roboto griebto trajektoriją, reikia paduoti orą ar skystį į kelis vamzdelius, sujungtus nuosekliai, kas padidina konstrukcijos sudėtingumą bei gamybos kaštus.

Šiuo aprašymu pateikiamas naujas straublio tipo roboto manipulatorius su elektoreologine suspensija neturi klasikinių elektros variklių, yra paprastos mechaninės konstrukcijos, lengvas, jo laisvumo laipsnių skaičius priklauso tik nuo prijungiamų prie įtampos šaltinio elektrodų skaičiaus.

Svarbu paminėti, kad naudojant naujos konstrukcijos straublio tipo roboto manipuliatorių su elektoreologine suspensija, griebto trajektorijų formavimas realizuojamas taikant specialią programinę įrangą, valdančią laike elastinio vamzdelio laisvumo laipsnių skaičių, išjungiant ir prijungiant įtampą prie konkrečių elektrodų.

Trumpas išradimo aprašymas

Išradimo tikslas – straublio tipo robotų konstrukcijos supaprastinimas,

manipuliavimo mechanizmo gamybos supaprastinimas ir gamybos kainos sumažinimas, taip pat funkcinių galimybių išplėtimas - t.y. galimų realizuoti griebto konfigūracijų skaičiaus padidinimas.

Išradimas pagrįstas trijų fazių oro ar skysčio slėgio padavimu į 3-jų išilginių kamerų elastinį vamzdį, kurio išorinis paviršius padengtas elektrodais, ir kuris yra kitame elastiniame vamzdyje su įžemintu elektrodu jo vidiniame paviršiuje. Tarpelis tarp elektrodų, kur geriausias tarpelio dydis yra $\Delta = 0,1...0,2\text{mm}$, yra užpildytas elektoreologine suspensija, o nuo elektrodų skaičiaus priklauso roboto laisvumo laipsnių skaičius. Roboto manipulatoriaus judesio parametrai yra valdomi keičiant elektoreologinės suspensijos klampį, išjungiant įtampą nuo konkrečių elektrodų, o nuo įtampos išjungimo trukmės bei slėgio vamzdyje fazės įtampos išjungimo momentu, priklauso griebto judesio trajektorija ir griebto erdvinis kampas.

Kintamo slėgio šaltinyje generuojami oro ar skysčio slėgiai: $p_1(t) = P_0 + P \cos \omega t$; $p_2(t) = P_0 + P \cos (\omega t + 120^\circ)$; $p_3(t) = P_0 + P \cos (\omega t + 240^\circ)$, su besiskiriančia kas 120° faze tarp jų slėgių.

Išsamus išradimo aprašymas

1 paveiksle pavaizduota straublio tipo roboto manipulatoriaus su elektoreologine suspensija konstrukcijos struktūrinė schema ir elektrinio valdymo schema (Pav.1a – supaprastintas variantas su trimis straublio išlenkimo zonomis; Pav.1b – roboto elastinių vamzdelių skerspjūvis).

Straublio tipo robotą su elektoreologine suspensija konstrukciją ir valdymo sistemą sudaro : (1) – 3-jų kintamų slėgių fazių $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$ suspausto oro ar skysčio šaltinis; (2) – straublio tipo manipulatorius; (3) – griebtas; (4) – išorinis elastinis vamzdelis su suformuotais elektrodais jo vidiniame paviršiuje; (5) – vidinis elastinis vamzdelis, turintis 3 vidines išilgines kameras, ertmes (6), (7), (8), suformuotas taikant išilgines pertvaras (9), ant vamzdelio išorinio paviršiaus suformuoti elektrodai; (10)– storio Δ ($\Delta = 0.1...0,2\text{mm}$) elektoreologinės suspensijos sluoksnelis (galima panaudoti ir suspensiją su milžinišku elektoreologijos efektu, angl. *Giant ERF effect*); (11)– kintamo slėgio valdymo blokas, (12) – aukštos įtampos šaltinis; (13) – valdymo blokas, reguliuojantis aukštos įtampos atjungimą/prijungimą prie elektrodų ir taip užtikrinantis griebto trajektoriją $\{x(t), y(t), z(t), \varphi_x(t), \varphi_y(t), \varphi_z(t)\}$, kurią valdo blokas (14). Kad užtikrinti tarpelio Δ stabilumą ir išorinių (4) bei vidinių

(5) elastinių vamzdelių koncentriškumą, tarp jų yra patalpintas tinklelio pavidalo tarpinis elementas, kurio storis yra Δ . (Pav.1b neparodytas).

2 paveiksle pavaizduotas į straublio tipo roboto manipuliatorių su elektoreologine suspensija paduodamų kintamų slėgių $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$ ir įtampos šaltinių U_i ryšys.

Veikiant straublio tipo roboto manipuliatoriui su elektoreologine suspensija, pradinėje padėtyje visi elektrodai yra prijungti prie aukštos įtampos šaltinio ir elektoreologinės suspensijos klampis yra maksimalus, todėl 3-jų kintamų slėgių fazių $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$ suspausto oro ar skysčio šaltinis neiššaukia didesnių elastinio vamzdelio deformacijų. Laiko momentu γ_i , trumpam laikui β_i atjungus įtampą nuo elektrodų i -elektrodų zonoje (Pav.2), ši elastinio vamzdelio dalis deformuojasi ir griebtas užima naują padėtį, apibrėžiamą γ_i ir β_i . Po pilno suspausto oro ciklo periodo $2\pi/\omega$ griebtas užima naują padėtį ir t.t. Valdant γ_i ir β_i , $i = 1, 2, 3$ dydžius, gaunama norima griebto trajektorija.

Palyginus su artimiausiu analogu, šis naujas straublio tipo roboto manipulatorius su elektoreologine suspensija, žymiai supaprastina robotų konstrukcijas, supaprastina ir atpigina manipuliavimo mechanizmo gamybą ir išplečia funkcines galimybes, t.y. padidina galimų realizuoti griebto konfigūracijų skaičių.

Trumpas brėžinių aprašymas

Išradimas paaiškintas paveiksluose:

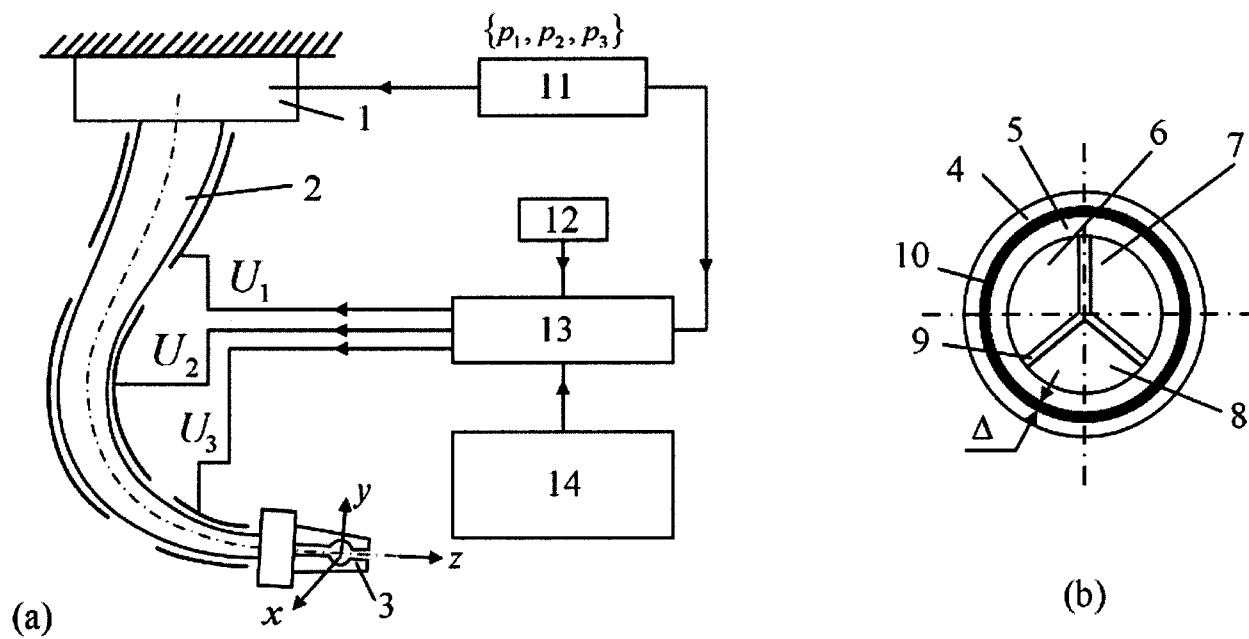
Pav.1 – yra pateikta straublio tipo roboto manipulatoriaus su elektoreologine suspensija struktūrinė schema ir elektrinio valdymo schema (Pav.1a – supaprastintas variantas su trimis straublio išlenkimo zonomis; Pav.1b – roboto elastinių vamzdelių skerspjūvis);

Pav.2 – yra pateiktas į straublio tipo roboto manipuliatorių su elektoreologine suspensija paduodamų kintamų slėgių $p_1(t)$, $p_2(t)$, $p_3(t)$ ir įtampos šaltinių U_i ryšys.

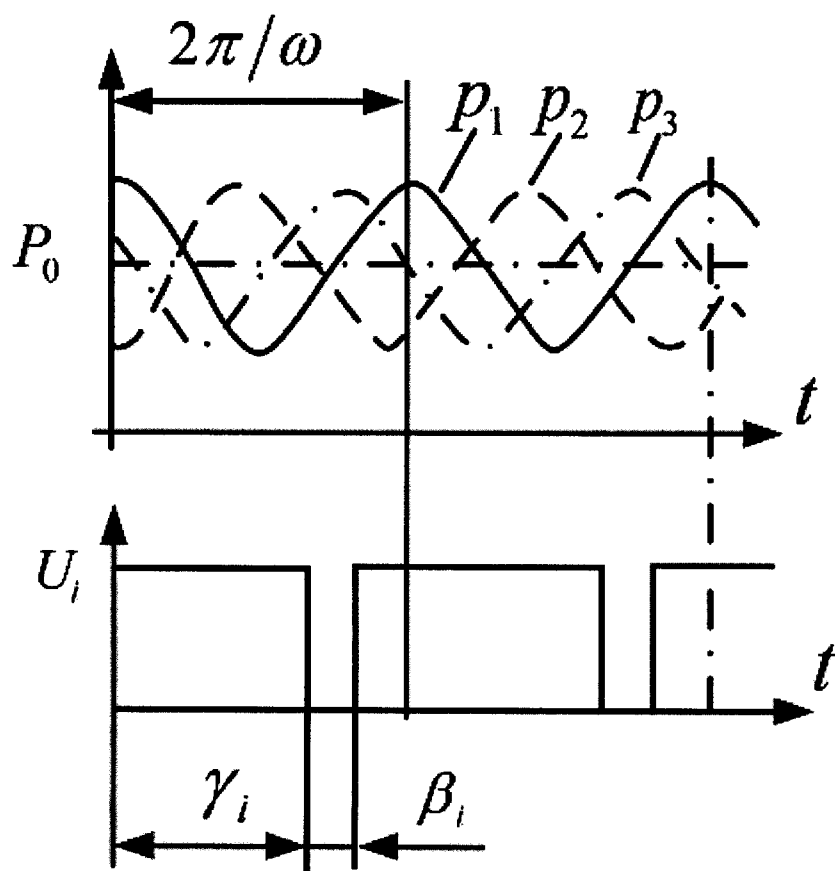
Išradimo apibrėžtis

1. Straublio tipo roboto manipulatorius, susidedantis iš elastinio vamzdelio, sudaryto iš trijų išilginių kamerų, ertmių, į kurias paduodamas 3-jų slėgių fazių suspausto oro ar skysčio srautas **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad tarpelis tarp išorinio ir vidinio elastinio vamzdelio užpildytas elektoreologine suspensija, keičiančia savo klampį elektriniame lauke, kurį sudaro aukštos įtampos šaltinis, prijungtas prie išorinio ir vidinio vamzdelio elektrodų, ir kurio išjungimo fazė ir laikas apsprendžia griebto judesio trajektorijos parametrus.

2. Straublio tipo roboto manipulatorius pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad tarpelio tarp išorinio ir vidinio elastinių vamzdelių dydžio ir stabilumo užtikrinimui, tarpelyje patalpintas nelaidus elektrai, tinklelio pavidalo tarpinis elementas, kurio storis yra lygus tarpeliui tarp išorinio ir vidinio vamzdelių.



Pav.1



Pav. 2