

(19)



(10) **LT 6333 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **6333** (51) Int. Cl. (2016.01): **H01L 41/00**

(21) Paraiškos numeris: **2015 030**

(22) Paraiškos padavimo data: **2015-04-24**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2016-10-25**

(45) Patent paskelbimo data: **2016-12-12**

(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 JURĖNAS, LT
Vytautas BAKANAUSKAS, LT
Dalius MAŽEIKAS, LT
Genadijus KULVIETIS, LT

(73) Patent savininkas:

Vilniaus Gedimino technikos universitetas, Saulėtekio alėja 11, LT-10223
Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Aldona ORLIENĖ, Kęstučio g. 59-11, LT-44303 Kaunas, LT

(54) Pavadinimas:

Pjezoelektrinis bėgančios bangos įrenginys

(57) Referatas:

Išradimas priskiriamas pjezoelektrinių paviršių srčiai. Jis gali būti panaudojamas kampinio pozicionavimo sistemose, tokiose kaip mikroskopų stalių, skirtų tiriamiems objektams pozicionuoti, valdymui atliekant cheminių/biologinių terpių analizę, mechanškai apdirbamiems metalo/medienos gaminiams pozicionuoti programinio valdymo staklėse ir panašiai. Pjezoelektriniame bėgančios bangos įrenginyje, kurį sudaro stačiakampio profilio žiedinis pjezoelektrinis elementas su elektrodais, prijungtais prie daugiafazio harmoninių signalų generatoriaus, kontaktinio elemento ir rotoriaus, kontaktinis elementas yra siaurėjančio tuščiaavidurio profilio cilindro formos, kuris prie stačiakampio profilio pjezoelektrinio elemento plokščiojo žiedinio paviršiaus yra standžiai pritvirtintas savo platesniuoju galu, prie jo siauresniojo galo, išorinių jėgų pagalbą, prispaustas rotorius, o

šonuose sumontuoti tvirtinimo elementai. Be to, siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento ilgis L yra lygus sužadintų virpesių stovinčios bangos pusbangiui $\lambda/2$ ir kurio mazginiame taške sumontuoti tvirtinimo elementai. Taip pat siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento sienelėje, ties stačiakampio profilio žiedinio pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skyrimo linijomis yra suformuotos trikampio formos kiaurymės, o jų skaičius yra lygus stačiakampioprofilio žiedinio pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skaičiui.

Technikos sritis

Išradimas priskiriamas pjezoelektrinių pavarų sričiai. Jis gali būti panaudojamas kampinio pozicionavimo sistemose, tokiose kaip mikroskopų stalelių, skirtų tiriamiems objektams pozicionuoti, valdymui atliekant cheminių/biologinių terpių analizę, mechanškai apdirbamiems metalo/medienos gaminiams pozicionuoti programinio valdymo staklėse ir panašiai.

Technikos lygis

Yra žinomas įrenginys su pjezoelektrine pavara, kuriame varomosios grandies judesį formuoja pjezoelektrinis elementas su tam tikra tvarka išdėstytais elektrodais, kontaktuojantis su varomąja grandimi per trinčiai atsparias atramas, standžiai pritvirtintas prie pjezoelektrinio elemento (žr. JAV patentas Nr. 6765335 B2, 2004-07-20).

Nurodytame įrenginyje virpesių energiją varomajai grandžiai iš pjezoelektrinio elemento perduodama per trinčiai atsparias atramas, kurios dalį virpesių energijos sugeria, kas sumažina pjezoelektrinio elemento išvystomą virpesių amplitudę ir pavaros efektyvumą.

Yra žinoma sukamojo judesio pjezoelektrinė pavara, kurią sudaro korpuse įmontuotas pjezoelektrinis žiedas su elektrodais, ant kurio plokščio paviršiaus pritvirtintas žiedo formos tampraus ir trinčiai atsparaus kontaktinio elemento junginys, sąveikaujantis su analogiškos formos rotoriumi. Rotorius yra sujungtas su varomąja grandimi (velenu). Pjezoelektrinio žiedo elektrodai prijungti prie aukšto dažnio maitinimo šaltinio (žr. JAV patentas Nr. 4562374, 1985-12-31).

Nurodytame prototipe sukamąjį veleno judesį formuoja bėgančios bangos virpesiai, kuriami elektriniu būdu, sužadinto pjezoelektrinio žiedo, kurio plokščio paviršiaus visi taškai juda elipsinėmis trajektorijomis. Mikrometrų dydžio eilės virpesiai yra perduodami į žiedo formos tampraus ir trinčiai atsparaus kontaktinio elemento junginį bei rotorį ir varomąją grandį (veleną). Įrenginio konstrukcijoje naudojamas žiedo formos tampraus ir trinčiai atsparaus kontaktinio elemento junginys sumažina pjezoelektrinio žiedo generuojamų virpesių lygį ir pjezoelektrinės pavaros efektyvumą.

Išradimo esmė

Išradimo tikslas – padidinti įrenginio generuojamą sukimo momentą, padidinant pjezoelektrinio elemento generuojamų bėgančios bangos virpesių amplitudę ir sumažinti vibrosmūginį poveikį į pjezoelektrinį elementą, jam dinamiškai kontaktuojant su varomąja grandimi, bei virpesių dinaminį poveikį įrenginio tvirtinimo elementams.

Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad pjezoelektriniame bėgančios bangos įrenginyje, kurį sudaro stačiakampio profilio žiedinis pjezoelektrinis elementas su elektrodais, prijungtais prie daugiafazio harmoninių signalų generatoriaus, kontaktinio elemento ir rotoriaus, kur kontaktinis elementas yra siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos, kuris prie stačiakampio profilio pjezoelektrinio elemento plokščiojo žiedinio paviršiaus yra standžiai pritvirtintas savo platesniuoju galu, prie jo siauresniojo galo, išorinių jėgų pagalbą, prispaustas rotorius, o šonuose sumontuoti tvirtinimo elementai. Be to, siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento ilgis L yra lygus sužadintų virpesių stovinčios bangos pusbangiui $\lambda/2$ ir kurio mazginiame taške sumontuoti tvirtinimo elementai. Taip pat, siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento sienelėje, ties pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skyrimo linijomis yra suformuotos trikampio formos kiaurymės, o jų skaičius yra lygus pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skaičiui.

Trumpas brėžinių aprašymas

Išradimo esmė paaiškinta pateiktose figūrose.

1 figūroje pavaizduota pjezoelektrinio bėgančios bangos įrenginio konstrukcija: a – įrenginio šoninis pjūvis; b – žiedinio pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų suskirstymas keturių fazių bėgančios bangos virpesiams sukurti.

2 figūroje pavaizduota pjezoelektrinio keturių fazių bėgančios bangos įrenginio konstrukcijos tuščiavidurio cilindro išsklotinė, kurio sienelėje suformuotos keturios trikampio formos kiaurymės.

Pjezoelektrinį bėgančios bangos įrenginį sudaro stačiakampio profilio žiedinis pjezoelektrinis elementas 1 su elektrodais (sekcionuotas į ne mažiau kaip 3 elektrodus), bėgančią bangą žiediniame pjezoelektriniame elemente 1 formuojantis daugiafazis harmoninis signalų generatorius 2, rotorius 3, siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinis elementas 4, tvirtinimo elementai 5. Kad

siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktiniame elemente 4 būtų sužadintos kuo didesnės rezonansinių virpesių amplitudės, jis yra gaminamas iš medžiagos, turinčios aukštą mechaninės kokybės koeficientą. Be to, siekiant suvienodinti jo išilginių ir lenkimo pirmos formos rezonansinių bėgančios bangos virpesių dažnius, gali būti keičiamas jo vidutinis sienelės storis arba jo sienelėje ties pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skyrimo linijomis formuojamos trikampio formos kiaurymės 6, lygiagrečios išilginei siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento 4 simetrijos ašiai.

Išradimo realizavimas

Įrenginys veikia taip.

Prie stačiakampio profilio žiedinio pjezoelektrinio elemento 1 elektrodų prijungus aukšto dažnio keturių fazių elektrinį signalą ($U \sin(\omega t)$, $U \sin(\omega t + 90^\circ)$, $U \sin(\omega t + 180^\circ)$ ir $U \cos(\omega t + 270^\circ)$), stačiakampio profilio žiediniame pjezoelektriniame elemente 1 kuriamų virpesių fazės skiriasi, priklausomai nuo jo elektrodų suskirstymo ir į juos tiekiamos atitinkamos įtampos iš daugiafazio harmoninio signalų generatoriaus 2 (žiūr. 1 fig.). Tuo būdu, stačiakampio profilio žiediniame pjezoelektriniame elemente 1 sužadinti bėgančios bangos virpesiai per siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinį elementą 4, atliekantį bangolaidio-rezonatoriaus funkcijas yra perduodami į rotoriaus 3 galinį paviršių. Sukamąjį judesį formuoja trinties jėga tarp rotoriaus 3 galinio paviršiaus ir stačiakampio profilio žiedinio pjezoelektrinio elemento 1 virpesių sužadinto, siaurėjančio profilio tuščiavidurio cilindro formos kontaktinio elemento 4 galo, kurio žiedinio paviršiaus visi taškai juda elipsinėmis trajektorijomis, sukeltomis bėgančios bangos efekto. Kad padidinti kontaktinio elemento 4 siauresniojo galo bėgančios bangos virpesių amplitudę, jame sužadinami daugiafaziai (fazių skaičius turi būti nemažiau trijų) išilginiai ir lenkimo pirmos formos rezonansiniai stovinčios bangos virpesiai, kurių pusės bangos ilgis $\lambda/2$ lygus siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento 4 ilgiui L , t.y. $\lambda/2 = L$. Dėl siaurėjančios kontaktinio elemento 4 tuščiavidurio profilio cilindro formos, virpesių amplitudė siauresniajame jo gale padidėja proporcingai galinių paviršių plotų santykiui. Papildomai suformavus siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento 4 sienelėje trikampio formos kiaurymes 6 (žiūr. fig.2), yra padidinama kontaktinio elemento 4 siauresniojo galo virpesių amplitudė ir formuojama tikslesnė sužadintos bėgančios

bangos forma, nes sumažėja skirtingų fazių virpesių tarpusavio įtaka. Kadangi pjezoelektrinio elemento 1 kontaktiniame elemente 4 yra sužadinti daugiafaziiai stovinčios bangos virpesiai, kurie jo galuose turi savo maksimumus, o plokštumoje 0-0 yra mazginis stovinčios bangos virpesių taškas (virpesių amplitudė artima nuliui, žiūr. fig.1), tai efektyviausia pjezoelektrinio bėgančios bangos įrenginio tvirtinimo elementus išdėstyti šioje plokštumoje, nes juos mažiausiai veiks pjezoelektrinio elemento 1 sužadinti virpesiai. Tiekiant aukšto dažnio įtampą į pjezoelektrinio elemento 1 elektrodus, rotorius 3 yra kryptingai sukamas apie įrenginio simetrijos ašį. Norint pakeisti rotoriaus 3 sukimosi kryptį (pjezoelektriniame elemente 1 bėgančios bangos sklaidimo kryptį), į du pjezoelektrinio elemento 1 elektrodus patenkantys skirtingų fazių elektriniai signalai sukeičiami vietomis, pvz., į $U\sin(\omega t)$ fazės įtampai numatytą elektrodą tiekama $U\sin(\omega t + 90^\circ)$ fazės įtampa ir atvirkščiai – į $U\sin(\omega t + 90^\circ)$ fazės įtampai numatytą elektrodą tiekama $U\sin(\omega t)$ fazės įtampa.

Pramoninis pritaikomumas

Palyginus su prototipu, nauja konstrukcinių elementų visuma, dėka siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento 4, padidina įrenginio generuojamą sukimo momentą ir efektyvumą, nes padidėja pjezoelektrinio elemento generuojamų bėgančios bangos virpesių amplitudė ir sumažėja vibrosmūginis poveikis į pjezoelektrinį elementą, jam dinamiškai kontaktuojant su varomąja grandimi, taip pat sumažina virpesių dinaminį poveikį įrenginio tvirtinimo elementams.

Išradimo apibrėžtis

1. Pjezoelektrinis bėgančios bangos įrenginys, kurį sudaro stačiakampio profilio žiedinis pjezoelektrinis elementas su elektrodais, prijungtais prie daugiafazio harmoninių signalų generatoriaus, kontaktinio elemento ir rotoriaus, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kontaktinis elementas yra siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos, kuris prie stačiakampio profilio pjezoelektrinio elemento plokščiojo žiedinio paviršiaus yra standžiai pritvirtintas savo platesniuoju galu, prie jo siauresniojo galo, išorinių jėgų pagalbą, prispaustas rotorius, o šonuose sumontuoti tvirtinimo elementai.

2. Pjezoelektrinis bėgančios bangos įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento ilgis L yra lygus sužadintų virpesių stovinčios bangos pusbangiui $\lambda/2$ ir kurio mazginiame taške sumontuoti tvirtinimo elementai.

3. Pjezoelektrinis bėgančios bangos įrenginys pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad siaurėjančio tuščiavidurio profilio cilindro formos kontaktinio elemento sienelėje, ties stačiakampio profilio žiedinio pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skyrimo linijomis yra suformuotos trikampio formos kiaurymės, o jų skaičius yra lygus stačiakampio profilio žiedinio pjezoelektrinio elemento fazinių elektrodų skaičiui.

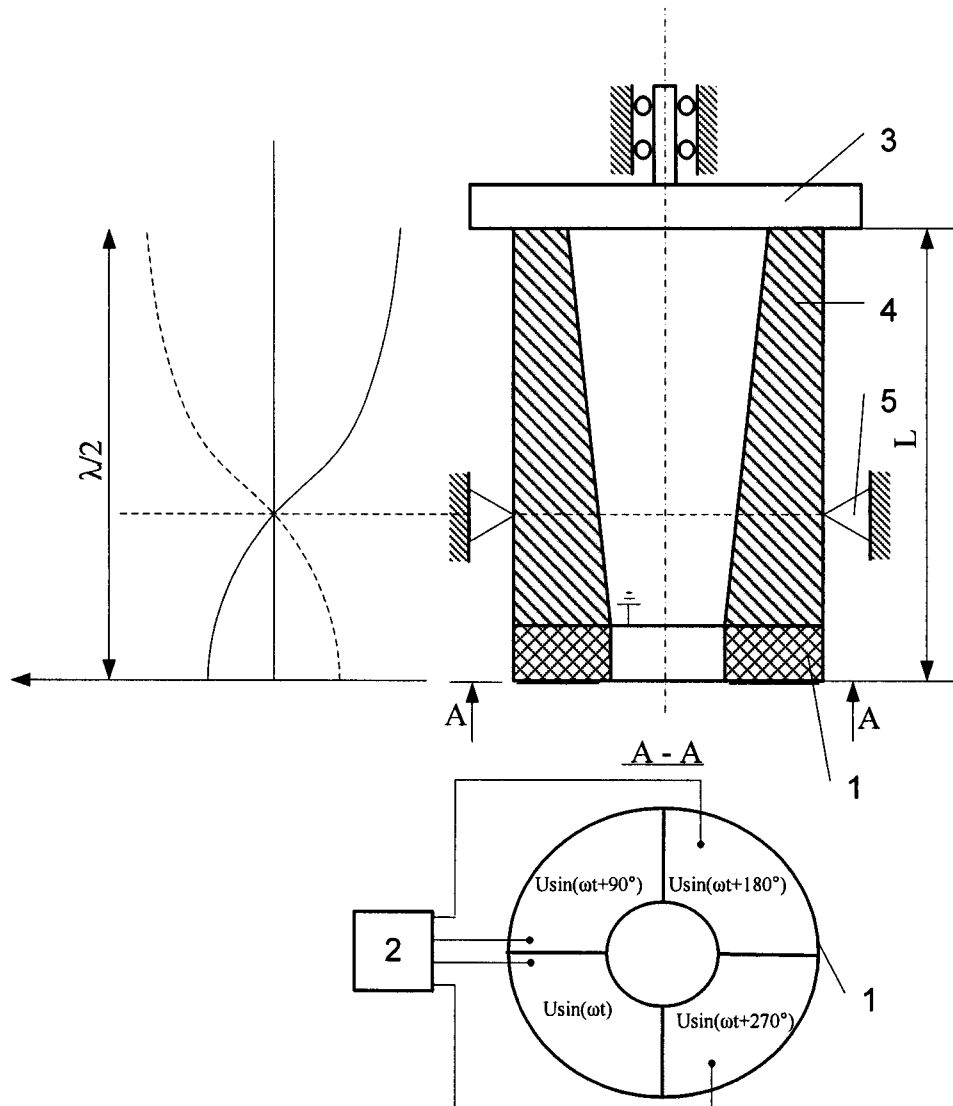


Fig.1

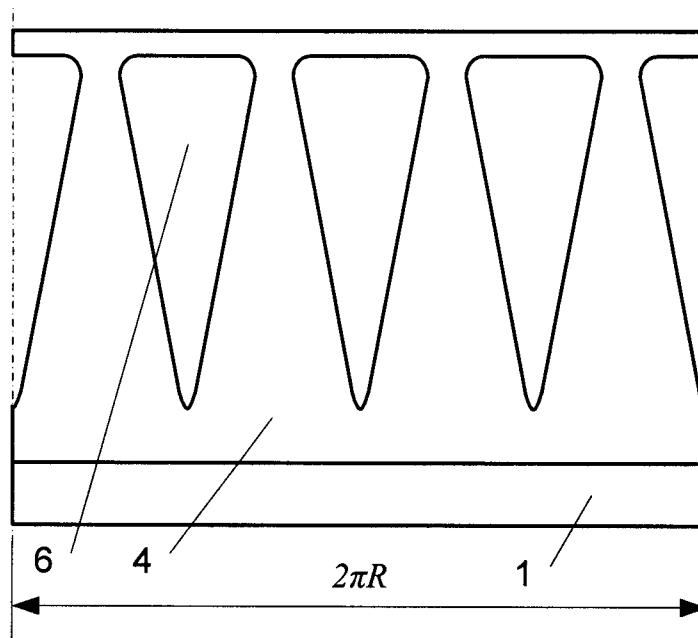


Fig. 2