

(19)



(10) **LT 5498 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5498** (51) Int. Cl. (2006): **H01L 41/08**

(21) Paraiškos numeris: **2006 069**

(22) Paraiškos padavimo data: **2006 08 11**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2008 02 25**

(45) Patent paskelbimo data: **2008 05 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:

Ramutis BANSEVIČIUS, LT
Vytautas BLECHERTAS, LT

(73) Patent savininkas:

Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, LT-44249 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

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

(54) Pavadinimas:

Neharmoninių virpesių sužadinimo pjekokeraminiame elemente būdas ir įrenginys jo realizavimui

(57) Referatas:

Išradimas priklauso precizinės mechanikos sričiai, konkrečiai vibracinėms pavaroms. Išradimas gali būti pritaikomas linijiniuose ir rotoriniuose varikliuose, daugelio laisvės laipsnių pozicionavimo ir manipuliavimo įrenginiuose. Pjekokeraminiame elemente žadinami neharmoniniai rezonansiniai virpesiai susideda iš ne mažiau dviejų kartotinio dažnio rezonansinių harmonikų. Virpesius pjekokeraminiame elemente žadina keli kartotinio dažnio harmoniniai elektriniai signalai, kurių dažniai atitinka pjekokeraminio elemento rezonansinius dažnius arba vienas pjūklo formos elektrinis signalas, kurio dažnis atitinka vieną iš pjekokeraminio elemento rezonansinių dažnių. Neharmoninių virpesių sužadinimo įrenginyje pjekokeraminio elemento (1) elektrodai padalinti į nemažiau kaip dvi poras (2, 3), o pjekokeraminis elementas (1) su varomąja grandimi kontaktuoja tiesiogiai per trinčiai atsparius elementus (4).

Išradimas priskiriamas precizinės mechanikos sričiai, konkrečiai vibracinėms pavarams. Išradimas gali būti pritaikomas linijiniuose ir rotoriniuose varikliuose, daugelio laisvės laipsnių pozicionavimo ir manipuliavimo įrenginiuose,

Yra žinoma precizinė pavara, veikianti neharmoninių virpesių sužadavimo principu, ir susidedanti iš sukamos smeigės, ją sukančių gniaužtų ir juos stumdančio pjezokeraminio vykdiklio. Pjezokeraminis vykdiklis yra žadinamas kintamos įtampos neharmoniniu elektriniu signalu. Vykdiklio, o tuo pačiu ir gniaužtų stumdančių smeigę virpesių forma atkartoja elektrinio signalo formą. Kad gniaužtai smeigę suktų viena kryptimi, parenkamas periodinis neharmoninis elektrinis signalas primenantis pjūklo formą (JAV patentas Nr. 5,410,206, 1995).

Yra žinoma pavara su elektromechaniniu keitikliu ir jos valdymo būdas. Pavara sudaro korpuse įtvirtintas elektromechaninis keitiklis, prie kurio pritvirtinta varančioji grandis, kuri trinties dėka kontaktuoja su varomąja grandimi.

Pavara valdoma sekančiais: generuojami kintamos elektrinės įtampos valdymo impulsai, verčiantys elektromechaninį keitiklį dirbti varomąją grandį varančiame arba trintį tarp varomosios ir varančiosios grandies mažinančiame arba statiniame režimuose. Valdymo impulsai turi sinusinę arba stačiakampę formas. Valdymo impulsų trukmė ir amplitudė gali būti keičiama siekiant gauti varomosios grandies pastumą arba trinties sumažėjimą tarp varomosios ir varančiosios grandžių. Kadangi valdymo impulsai verčia elektromechaninį keitiklį išsiplėsti ir susitraukti skirtingais greičiais, todėl gauname varomosios grandies kryptingą pastumą (JAV patentas Nr. 6,815,871, 2004).

Toks pavaros valdymo būdas nėra efektyvus todėl, kad valdymo impulsai verčia pavara dirbti nerezonansiniame mažesnių elektromechaninio keitiklio amplitudžių režime, kurios sukelia mažesnes varomosios grandies pastūmas.

Išradimo tikslas – padidinti efektyvumą bei greitaeigiškumą.

Išradimo tikslas yra pasiekiamas tuo, kad pjezokeraminiame elemente žadinami neharmoniniai rezonansiniai virpesiai, susidedantys iš ne mažiau dviejų kartotinio dažnio rezonansinių harmonikų. Virpesius pjezokeraminiame elemente žadina keli kartotinio dažnio harmoniniai elektriniai signalai, kurių dažniai atitinka pjezokeraminio elemento rezonansinius dažnius arba vienu pjūklo formos elektriniu signalu, kurio dažnis atitinka vieną iš pjezokeraminio elemento rezonansinių dažnių. Neharmoninių virpesių sužadavimo įrenginyje išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad pjezokeraminio elemento elektrodai padalinti į ne mažiau kaip dvi poras, o pjezokeraminis elementas su varomąja grandimi kontaktuoja tiesiogiai per trinčiai atsparius elementus.

Išradimas paaiškintas brėžiniuose.

Brėžinyje 1 pavaizduota neharmoninių virpesių įrenginys, kur δx_1 , δx_2 pirmosios ir antrosios išilginių virpesių modų santykinės deformacijos x ašies kryptimi, $x(t)$ - pjezokerzminio elemento padėties kitimas x ašies atžvilgiu.

Brėžinyje 2 pavaizduotas virpesys, gaunamas susumavus ω ir 2ω dažnio virpesius. 1 ir 2 - sąlyginai lėto ir greito judesio atkarpos.

Brėžinyje 3 pavaizduotas virpesys, gaunamas susumavus ω , 2ω , 3ω , 4ω ir 5ω dažnio virpesius.

Neharmoninių virpesių sužadinimo pjezokeraminiame elemente įrenginį sudaro pjezokeraminis elementas (varomoji grandis) 1, kurio elektrodai padalinti į dvi poras 2 ir 3, prie kurių jungiami kintamos įtampos elektriniai signalai $U_1(t) = U_0 \cos \omega t$, $U_2(t) = U_0 \cos(2\omega t + \varphi)$. Pjezokeraminio elemento galuose gaunami neharmoniniai virpesiai, kurie trinčiai atspariais elementais 4 perduodami į korpusą 5 ir kreipiančiąją 6, prispausta spyruokle 7.

Būdas realizuojamas sekančiai.

Iš Furje transformacijų žinome, kad pjūklo formos judesys aprašomas lygtimi :

$$f(t) = \sum_{k=1}^n (-1)^{k+1} \frac{2}{k} \sin(kt)$$

kur t - laikas, k - sveikas skaičius.

Pjezokeraminio elemento 1 elektrodas perskiriamas į dvi poras 2 ir 3 (brėž. 1). Prie elektrodo 2 prijungiamas elektrinis harmoninis signalas $U_1(t)$, kurio dažnis ω sutampa su pjezokeraminio elemento 1 pirmuoju išilginiu mechaniniu rezonansiniu dažniu. Prie elektrodo 3 prijungiamas 2ω dažnio signalas $U_2(t)$, sutampantis su antruoju pjezokeraminio elemento 1 išilginiu mechaniniu rezonansiniu dažniu. Pjezokeraminiame elemente 1 sužadinti rezonansiniai virpesiai sumuojami $f(t) = 2 \sin(\omega t) - \sin(2\omega t)$ ir jo galuose 4 gaunami (brėž. 2) parodytos formos virpesiai. Varomosios grandies, susidedančios iš korpuso 5 vidinio paviršiaus ir kreipiančiosios 6 paviršiaus, judesys gaunamas pjezokeraminį elementą 1 jo galuose 4 prispaudus prie korpuso 5 ir kreipiančiosios 6 (brėž. 1). Kai pjezokeraminis elementas 1 juda sąlyginai lėtai (brėž. 2, 1 pozicija), trinties jėgos tarp varomosios grandies 1 ir trinčiai atsparių elementų 4 yra didesnės už varomosios grandies 5 inercijos jėgą, todėl varomoji grandis 5 yra pastumiama. Kai pjezokeraminis elementas 1 juda sąlyginai greitai (brėž. 2, 2 pozicija), trinties jėgos mažesnės už inercijos jėgą, tuomet poroje įvyksta praslydimas, išsaugantis ankstesnę pastumą. Tokius būdu, gaunamas kryptingas žingsninis varomosios grandies 5 judesys. Įrenginio reversas gaunamas prijungus pakeistos fazės žadinimo signalą.

Analogiškai pjezokeraminio elemento 1 elektrodą galima suskirstyti į daugiau porų ir papildomai žadinti aukštesnius rezonansinius dažnius. Taip generuojamas virpesys

$$f(t) = 2 \sin(\omega t) - \sin(2\omega t) + \frac{2}{3} \sin(3\omega t) - \frac{1}{2} \sin(4\omega t) + \frac{2}{5} \sin(5\omega t) \quad \text{yra artimesnis}$$

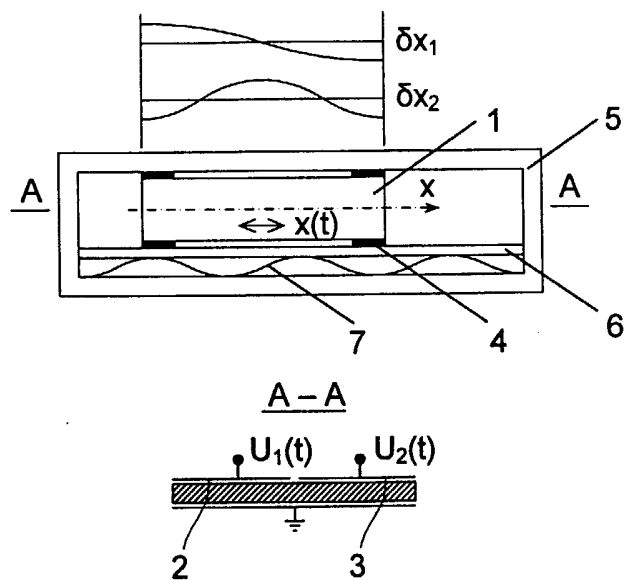
pjūklo formai (brėž. 3) ir gaunama efektyvesnė pavara.

Vieną iš elektrodų porų galima žadinti tik vienu pjūklo formos elektriniu signalu, kurio dažnis sutampa su pjezokeraminio elemento 1 pirmuoju išilginiu rezonansiniu dažniu, taip sužadinant visus anksčiau minėtus virpesius (3 brėž.).

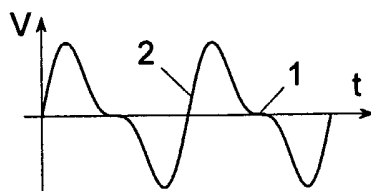
Palyginus su prototipu, nauja konstruktyvinių elementų visuma dėka kartotinio dažnio rezonansinių virpesių sumavimo, leidžia sukurti didesnio dydžio amplitudes pjezokeraminiame elemente, tuo pačiu padidina efektyvumą bei greitaeigiškumą, gaunant nanometrų eilės skiriamąją gebą.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

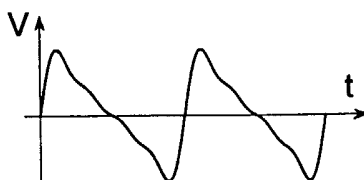
1. Neharmoninių virpesių sužadinimo pjezokeraminiame elemente būdas, kuriame virpesius žadina kintamos įtampos/srovės elektrinis signalas, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pjezokeraminiame elemente žadinami neharmoniniai virpesiai yra rezonansiniai, susidedantys iš ne mažiau dviejų kartotinio dažnio rezonansinių harmonikų.
2. Būdas pagal p.1., b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad virpesius pjezokeraminiame elemente žadina keliais kartotinio dažnio harmoniniais elektriniais signalais, kurių dažniai atitinka pjezokeraminio elemento rezonansinius dažnius.
3. Būdas pagal p.1., b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad neharmoninius rezonansinius virpesius pjezokeraminiame elemente žadina vienas pjūklo formos elektrinis signalas, kurio dažnis atitinka vieną iš pjezokeraminio elemento rezonansinių dažnių.
4. Neharmoninių virpesių sužadinimo įrenginys susidedantis iš korpuse įtvirtinto pjezokeraminio elemento su elektrodais ir varomosios grandies, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad pjezokeraminio elemento elektrodai padalinti į ne mažiau kaip dvi poras, o pjezokeraminis elementas su varomąja grandimi kontaktuoja tiesiogiai per tričiai atsparius elementus.



Brěž. 1



Brěž. 2



Brěž. 3