

IŠRADIMO SRITIS

Šis išradimas priskiriamas elektros energijos generavimo įrenginiams ir energijos keitikliams, naudojantiems pjezoelektrinį efektą.

TECHNIKOS LYGIS

Pjezoelektriniai energijos keitikliai yra paplitę pramonėje, kaip įrenginiai, kurie bene labiausiai nepriklausomi nuo išorinių aplinkos parametrų – jiems nereikia šviesos, kaip pvz. fotovoltinei įrangai, jų nevaržo gabaritų dydis ir t. t. Tačiau susiduriama su efektyvumo problema: naudojamas kaip generatorius ar jutiklis išskiria pernelyg mažą elektros energijos srovę, naudojamas kaip vykdiklis – sukuria nepakankamai stiprų mechaninį judesį. Šiuo metu yra žinomi keli techniniai sprendimai ir patentai, kuriuose sprendžiama ši problema.

Yra žinomas pjezoelektrinis gembinis energijos keitiklis, aprašytas Europos patento paraiškoje Nr. EP 20203952.5 (publikacijos Nr.: EP3989299A1). Keitiklis turinti pastovų skerspjūvį ir yra padengtas pjezoelektriniu sluoksniu – LiNbO_3 ir (arba) LiTaO_3 (toliau vadinamu LNT). Minėtas keitiklis yra lankstus pjezoelektrinis įtaisas, skirtas energijos surinkimui, kurio aktyvaus elemento plotis yra apie 10 mm, ilgis yra tarp 40 mm ir 100 mm, o rezonanso dažnis yra tarp 10 Hz ir 200 Hz. Šio įrenginio aktyvaus elemento pjezoelektrinis sluoksnis sudarytas iš 5–50 μm storio plėvelės. Įrenginys veikia išorinei jėgai paveikus gembę (atsiradus virpesiams), to pasekoje ant pjezoelektrinio elemento atsiradus deformacijoms, šios keičiamos iš mechaninės į elektrinę energiją. Šio techninio sprendimo trūkumai – stačiakampio formos gembė, be papildomos inertinės masės nepasiekia reikiamo rezonansinio dažnio, kas sąlygoja minimalią gembės deformaciją, o tuo pačiu išgaunamą elektros energiją.

Yra žinomi įvairių formų gembiniai mechaninių virpesių energijos keitikliai į elektros energiją su pjezoelementais [1], [2].

Nurodytų prototipų trūkumai yra tai, kad dėl palyginti mažos ir nevienodai visame gembės ilgyje pasiskirsčiusios mechaninės deformacijos, sumažina ant jos paviršiaus esančio pjezoelemento elektros energijos generavimo efektyvumą.

Išradimas išsprendžia technikos lygiu žinomų analogų trūkumus, t. y. padidina elektros energijos kaupimo efektyvumą.

IŠRADIMO ESMĖ

Išradimo esmė ir tikslas – padidinti pjezoelektrinio energijos keitiklio dinaminių savybių efektyvumą, naudojant kaip energijos generatorių, vykdiklį, keitiklį ir išplėsti panaudojimo galimybes.

Išradimo tikslas pasiekiamas tuo, kad naudojama nauja optimali gembės skerspjūvio forma, veikiant rezonansiniams pirmosios modos skersiniams virpesiams, maksimizuoja deformacijų kiekį aktyvaus pjezoelemento išoriniuose paviršiuose. Pjezoelektrinė medžiaga tiesiogiai proporcingai konvertuoja mechanines deformacijas į elektros energiją ir *vice versa*, to pasekoje, gaunama iki 30 % didesnė elektros potencialo vertė išeiga iš tokio pat mechaninių virpesių dydžio, lyginant su gembe pastoviu skerspjūviu, kurios skersinių virpesių rezonansinis dažnis yra toks pat.

Pirmoji gembės dalis nuo įtvirtinimo yra tiesiškai plonėjanti. Šioje srityje atsiranda maksimalios deformacijos per visą ilgį. Likusi dalis yra netiesiškai suformuota inercinė masė.

TRUMPAS BRĖŽINIO APRAŠYMAS

Išradimas paaiškintas figūroje.

1 pav. yra pavaizduota gembinio mechaninių virpesių keitiklio į elektros energiją principinė schema. Vaizdas pateiktas skerspjūviu A-A. Gembės ilgis, plotis ir storis gali būti praktiškai laisvai pasirenkami, tačiau tarpusavyje proporcingi.

2 pav. yra pavaizduota gembės formos geometrinis vaizdas iš viršaus ir šono su nurodytais ilgio, pločio ir storio matmenimis bei pokyčio kampais laipsniais.

3 pav. yra pavaizduoti eksperimentinio tyrimo rezultatai. Eksperimentiniame grafike, vientisa kreivė atvaizduoja įtampas, generuojamas optimalaus skerspjūvio gembės; punktyrinė kreivė atvaizduoja įtampas, generuojamas pastovaus skerspjūvio gembės; trečia kreivė atvaizduoja matuoklio – akcelerometro užfiksuotą įtampą.

DETALUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Gembinis mechaninių virpesių keitiklis (žiūr. 1 pav.) pagal išradimą apima

korpusė (1) ar kitokiame įvirtinime pritvirtintą gembę (2) su jos paviršiuje (3) esančiu pjezoelementu. Gembės (2) skerspjūvis nėra pastovios formos. Pavyzdžiui, iki 0,579 milimetrų viso gembės ilgio esanti pirma nuo įvirtinimo gembės (2) dalis yra tiesiškai plonėjanti, link galo (4). Už jos esanti netiesiškai (pagal prisotinimo funkciją) suformuota gembės dalis (5) yra kaip išskirstyta inercinė masė, kurioje deformacijų nėra.

Gembė (2) apima keturias skirtingo skerspjūvio dalis (žiūr. 2 pav.), kur pirmos dalies (1') storis mažėja, antros dalies (2') storis didėja, trečios dalies (3') storis papildomai didėja, o ketvirtos dalies (4') storis yra tolygus iki gembės (2) laisvojo galo.

Pagal vieną gembės (2) pavyzdį, gembės storis pirmoje dalyje (1') sumažėja nuo 42 % iki 26 % maksimalaus gembės storio, o gembės storis nuo pirmos dalies (1') pabaigos iki gembės laisvojo galo didėja asimptotiškai nuo 26 % iki 100 % viso gembės (2) storio.

Pagal kitą gembės pavyzdį, gembės 0,421 mm jos bendro ilgio laisvojo galo dalis (5) atlieka inercinės masės funkciją.

Pagal dar kitą gembės pavyzdį, kaip pavaizduota 2 paveiksle, pirma dalis (1') tęsiasi 0,579 mm nuo įvirtinimo į korpusą vietos, kurios storis kinta nuo 0,42 mm iki 0,26 mm, $0,2^\circ$ kampu nuo horizontalės. Antra dalis (2') tęsiasi nuo 0,579 mm gembės ilgio nuo įvirtinimo į korpusą ribos iki 0,632 mm gembės ilgio kurios storis kinta nuo 0,26 mm iki 0,63 mm, $3,3^\circ$ kampu nuo horizontalės. Trečia dalis (3') tęsiasi nuo 0,632 mm gembės ilgio nuo įvirtinimo į korpusą ribos iki 0,79 mm gembės ilgio, kurios storis kinta nuo 0,63 mm iki 1 mm, $1,4^\circ$ kampu nuo horizontalės. Ketvirta dalis (4') tęsiasi nuo 0,79 mm gembės ilgio nuo įvirtinimo į korpusą ribos iki 1 mm gembės ilgio, ir yra tolygaus storio, kuris maksimalus storio, t. y. 1 mm ir horizontaliai suformuota iki pat gembės laisvojo galo .

Pagal dar kitą gembės formos įgyvendinimo pavyzdys, gembės storis kinta nuo 0,8 mm iki 0,5 mm, per 57,9 mm gembės ilgį nuo įvirtinimo į korpusą vietos, ir $0,2^\circ$ laipsnio kampu nuo horizontalės. Už plonėjančios dalies (1') prasideda inercinės masės dalis (2') – nuo 5,3 mm gembės ilgio nuo įvirtinimo į korpusą ribos, kurioje gembės storis kinta nuo 0,5 mm iki 1,2 mm, $3,3^\circ$ laipsnio kampu nuo horizontalės. Už inercijos dalies (2') yra suformuota 15,8 mm ilgio gembės dalis (3'), kurios storio pokytis per 15,8 mm ilgį yra nuo 1,2 mm iki 1,9 mm, $1,4^\circ$ laipsnio kampu į horizontalę. Už šios

dalies (3') tęsiasi galinė gembės dalis (4'), kurios storis yra pastovus, t. y. 1,9 mm, ir tęsiasi 21,1 mm.

Gembės (2) eksperimentinio tyrimo rezultatai pateikiami 3 paveiksle. Eksperimentiniame grafike, vientisa kreivė (2'') atvaizduoja įtampas, generuojamas optimalaus skerspjūvio gembės; punktyrinė kreivė (3'') atvaizduoja įtampas, generuojamas pastovaus skerspjūvio gembės; trečia kreivė (1'') atvaizduoja matuoklio – akselerometro užfiksuotą įtampą. Pastovaus skerspjūvio formos gembė generuoja 1,1 V, o išradime aprašyta optimalaus skerspjūvio gembė – 1,5 V. Iš eksperimento rezultatų matyti, kad gaunamas daugiau nei 30 % didesnis virpesių mechaninės energijos konvertavimo į elektros energiją efektyvumas.

Cituojami šaltiniai

1. Circuit World, vol. 44/2 p. 78–86 (2018). © Emerald Publishing Limited [ISSN 0305-6120], Design and analysis of cantilever based piezoelectric vibration energy harvester, Kirubaveni Savarimuthu, Radha Sankararajan, Gulam Nabi Alsath M. and Ani Melfa Roji M., Department of ECE, Sri Sivasubramaniya Nadar College of Engineering, Chennai, India;

2. Journal of communications software and systems, vol. 15, no. 4, p. 301-310; december 2019. Design Optimization of Piezoelectric Energy Harvesting Cantilever for Medical Devices, Mariem Saida, Ghada Zaibi, Mounir Samet and Abdennaceur Kachouri.

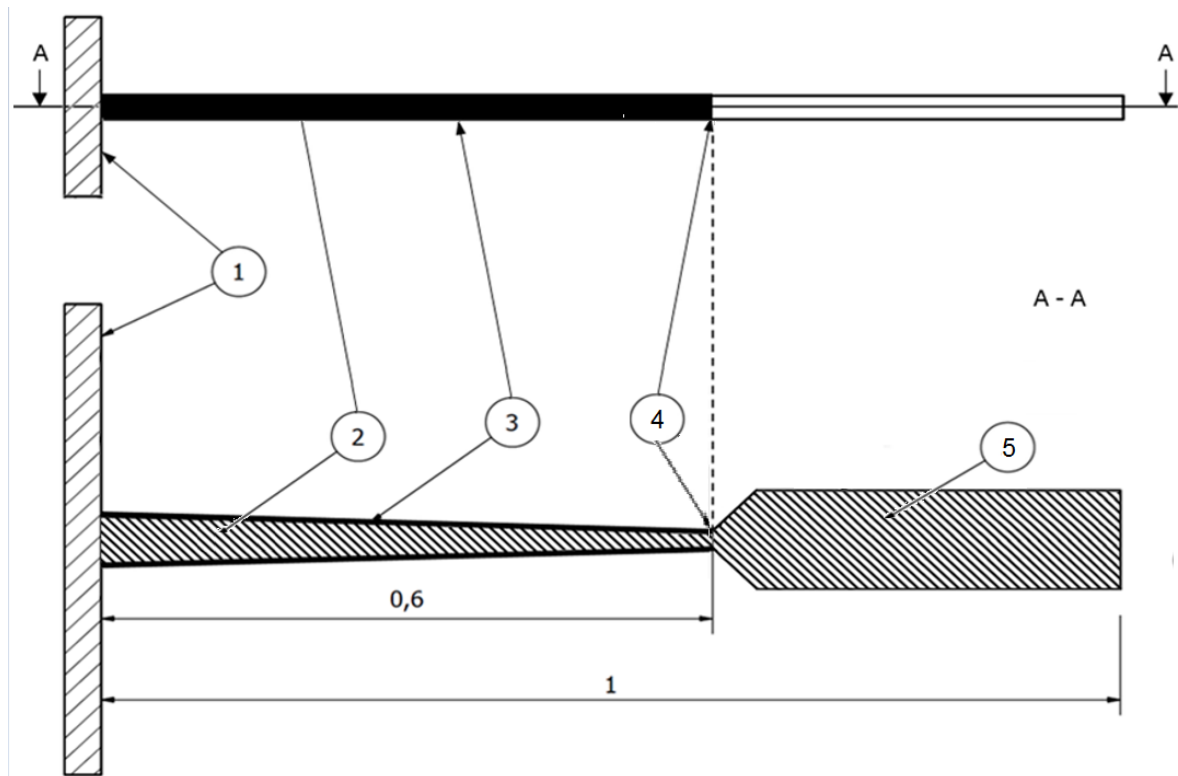
IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Gmbinis mechaninių virpesių keitiklis su pjezoelementu, turintis tvirtinimo pagrindą, gembę ir pjezoelementą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad gembė (2) apima keturias skirtingo skerspjūvio dalis (1', 2', 3', 4'), kur pirmos dalies (1') storis mažėja, antros dalies (2') storis didėja, trečios dalies (3') storis papildomai didėja, o ketvirtos dalies (4') storis yra tolygus iki gembės laisvojo galo.

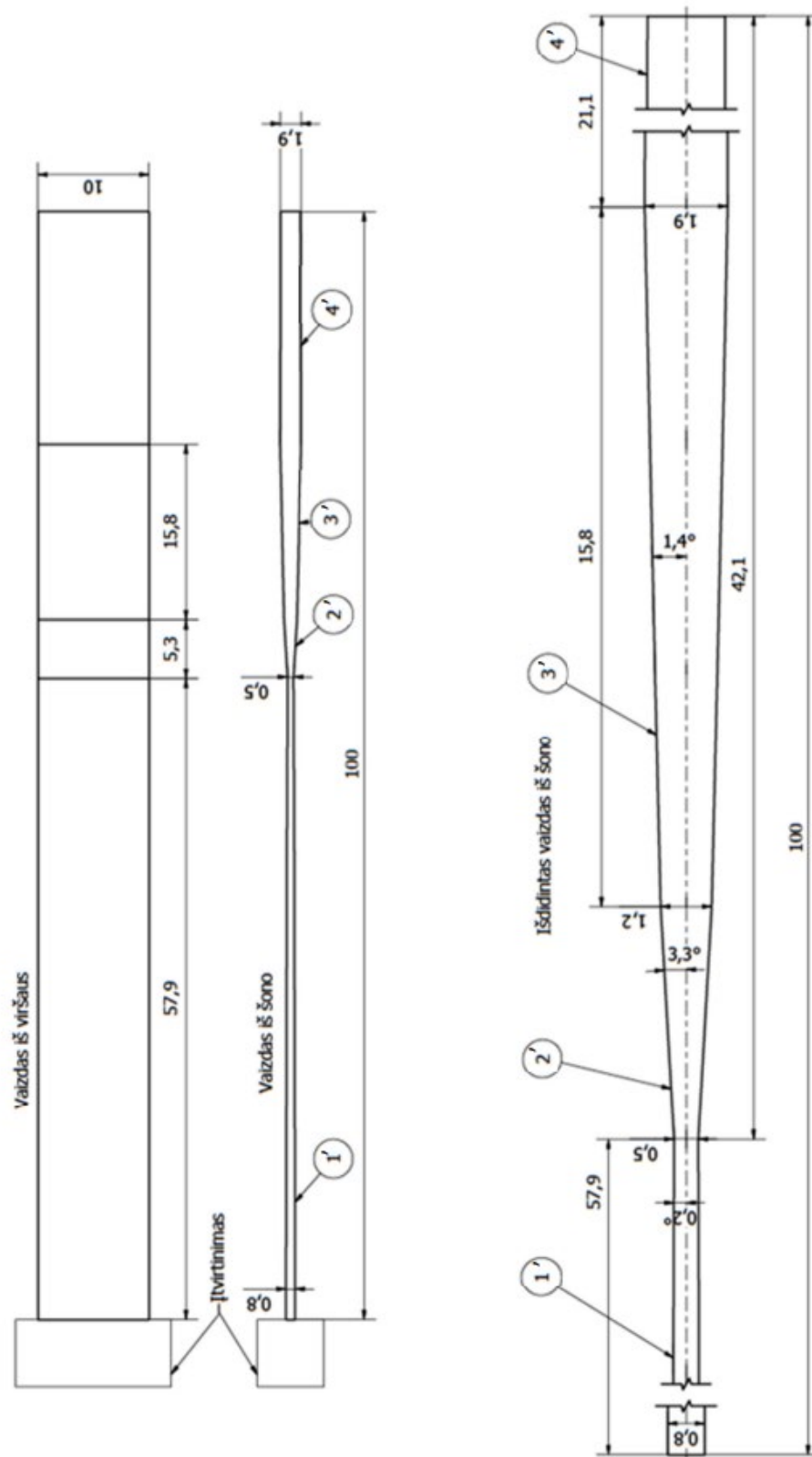
2. Gmbinis mechaninių virpesių keitiklis pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad gembės (2) storis nuo jos įtvirtinimo į pagrindą taško iki 0,579 mm jos ilgio ribos sumažėja nuo 42 % iki 26 % maksimalaus gembės storio.

3. Gmbinis mechaninių virpesių keitiklis pagal 2 punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad nuo gembės (2) 0,579 mm ilgio ribos iki laisvojo gembės galo, gembės storis didėja asimptotiškai nuo 26 % iki 100 % viso gembės storio.

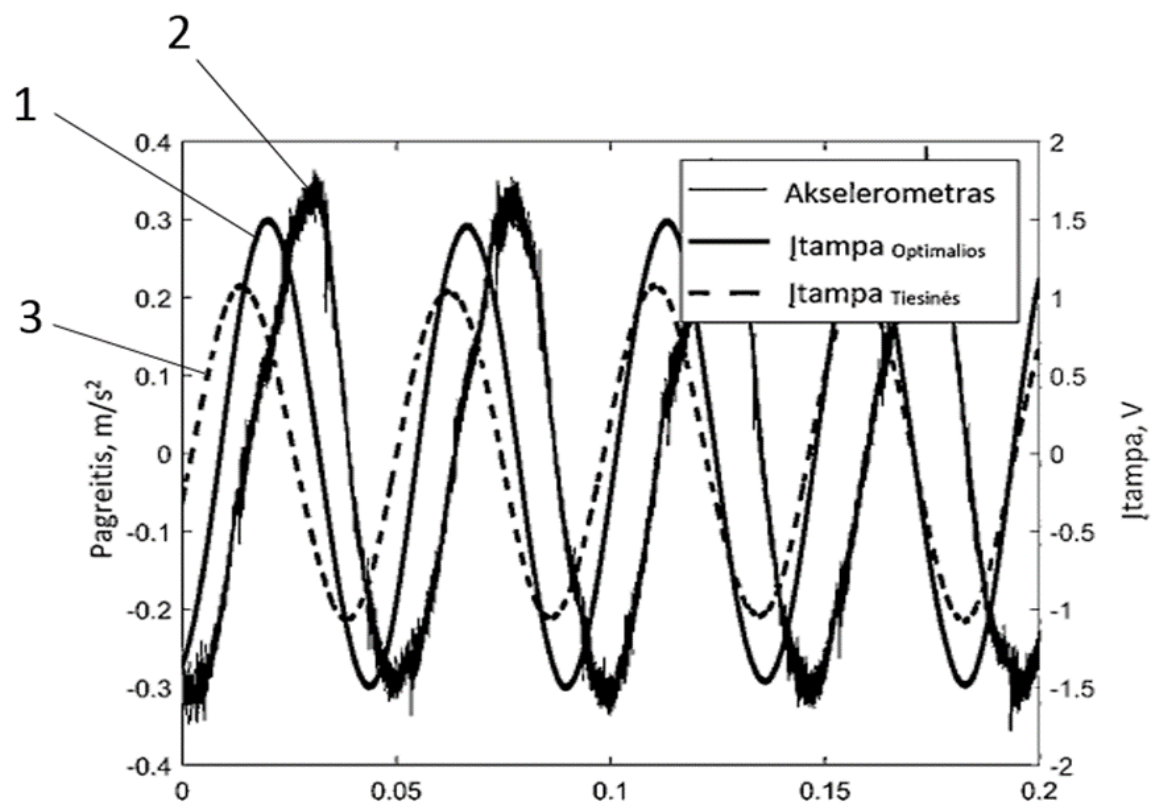
4. Gmbinis mechaninių virpesių keitiklis pagal bet kurį ankstesnį punktą, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad gembės 0,421 mm jos bendro ilgio laisvojo galo dalis atlieka inercinės masės funkciją.



1 pav.



2 pav.



3 pav.