

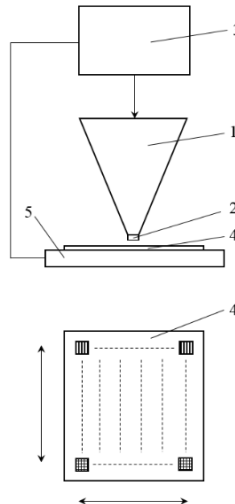
(12) PATENTO APRAŠYMAS

(21) Paraiškos numeris: 2022 541
(22) Paraiškos padavimo data: 2022-11-10
(41) Paraiškos paskelbimo data: 2024-05-27
(45) Patento paskelbimo data: 2024-07-25

(73) Patento savininkas:
Kauno technologijos universitetas,
K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas, LT
(72) Išradėjas:
Giedrius JANUŠAS, LT
Arvydas PALEVIČIUS, LT
Vytautas OSTAŠEVIČIUS, LT
Algimantas BUBULIS, LT
Vytautas JŪRĖNAS, LT
Justas CIGANAS, LT
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Aušra PAKĖNIENĖ, 50, AAA Law, A. Goštauto g.
40B, Verslo centras „Dvyniai“, LT-03163 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:
Mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose sistema su 2D pjezopavara

(57) Referatas:
Sistema pagal išradimą apima vibratorių (1), su laisvame gale įtvirtinta matrica (2), sužadinimo valdymo generatorių (3), polimerinės medžiagos ruošinį (4) įtvirtintą padėkle (5), kuris sujungtas su precizine pozicionavimo pavara, kuri valdoma iš sužadinimo-valdymo generatoriaus (3). Matricioje (2) sužadinami aukšto dažnio mechaniniai virpesiai, spaudimo į polimerinės medžiagos ruošinį (4) pagal nustatytą technologinį režimą atlieka mikrostruktūros formavimą, atitinkantį matricioje (2) sudarytą formą. Norint keisti polimerinės medžiagos ruošinyje (4) mikrostruktūrą, yra atliekamas ruošinio (4) pozicionavimas pagal nustatytą programą iš sužadinimo-valdymo generatoriaus (3). Tokiu būdu, su ta pačia matrica (2) atliekant pozicionavimą plokštumoje pagal nustatytą programą, galima paruošti keliolika mikrostruktūrų variantų, t.y. MEMS elementų.



TECHNIKOS SRITIS

Išradimas priklauso medžiagų mokslo sričiai, konkrečiai mikrostruktūrų gamybos technologijai, skirtai kurti mikroeletromechaninių sistemų (MEMS) elementus.

TECHNIKOS LYGIS

Yra žinomas MEMS jutiklio kūrimo būdas ir įrenginys tam tikslui panaudojant terminį ir mechaninį spaudimą bei aukšto dažnio vibracinį sužadinimą (Amer Sodah 2020 Mikroeletromechaninio jutiklio žmogaus sveikatinimo monitoringui kūrimas ir tyrimas. Daktaro disertacija, 106p., psl. 62). Nurodytame įrenginyje virpesių sužadinimui naudojami tampriai sujungti tarpusavyje pjezokeraminiai žiedai su elektrodais, kurie pajungti prie aukšto dažnio generatoriaus. Pjezokeraminiai žiedai montuojami į elektromechaninio keitiklio konstrukciją (sonotrodą), kurio darbinės dalies gale yra šilumą skleidžiantis šaltinis. Pagal nustatytą programą ir tam tikrą laiko seką yra atliekamas mikrostruktūros formavimas spaudžiant sonotrodą į formavimo medžiagą, kontroliuojant temperatūrinį režimą ir atliekant aukšto dažnio virpesių poveikį. Nurodyto prototipo trūkumas yra tai, kad skirtas įrenginys virpesių sužadinimui naudoja pjezokerامينius elementus, kurių darbinė temperatūra negali viršyti 180 °C temperatūrą, kadangi prie aukštesnės temperatūros pjezokeraminiai elementai depoliarizuojasi taip prarasdami pjezoefektą. Temperatūrinio režimo suderinimas su mechaniniu spaudimu ir aukšto dažnio virpesiais laiko atžvilgiu yra sudėtingas procesas priklausantis nuo kontrolės-valdymo elementų funkcionalumo.

Yra žinoma MEMS elementų gamybos technologija t.y. formavimas struktūrinių elementų yra palaipsninis litografijos, galvanikos ir mikroliejimo procesų panaudojimas (*Lin C H and Chen R 2006 Ultrasonic nanoimprint lithography: a new approach to nanopatterning J. Microlithography, Microfabrication Microsyst.*). Pateiktoje inovatyvioje MEMS elementų gamybos technologinio proceso schemoje parodyti pagrindiniai konstrukciniai ir naudojamos įrangos elementai, to proceso stadijos laiko atžvilgiu (*Chi Hoon Lee, Phill Gu Jung, Sang Min Lee, Sang Hu Park, Bo Sung Shin, Joon-Ho Kim, Kyu-Youn Hwang, Kyoung Min Kim and Jong Soo Ko. 2010 Replication of polyethylene nano-microhierarchical structures using ultrasonic forming. Micromech. Microeng.*). Kaip parodyta schemoje (a) ultragarsinio dažnio

generatorius sužadina apie 20 kHz dažnio mechaninius virpesius elektromechaniniame keitiklyje, kurie perduodami ir sustiprinami virpesių koncentratoriuje. Koncentratoriaus ultragarsiniai virpesiai dėl trinties kontakto zonoje su gaminiu generuoja palyginti didelę energiją, kuri pasireiškia aukšta temperatūra ir būtent ji panaudojama polimerų ar metalų sujungimui. Tas procesas vyksta labai trumpą laiko tarpą (iki 3 s) yra ekologiškai švarus bei ekonomiškai. Schemoje (b) pavaizduotas viso proceso eiliškumas: po kontakto su formavimo elementu, polimerinės plokštelės prispaudimo jėga didinama iki 690 N ir kurį laiką yra stabili, po to aukšto dažnio virpesių pagalba vyksta paviršių sujungimas. Tuo metu, dėka paviršių trinties, išsilydęs polimeras užpildo nanostruktūrinės formos ertmes ir po kurio laiko polimeras sukietėja. Nurodytame įrenginyje būtina paviršių sujungimui temperatūra pasiekama dėka aukšto dažnio virpesių sužadintos trinties tarp sujungiamų paviršių, kas sudėtinga pasiekti be kontrolės-valdymo sistemos.

Aukščiau išvardinti mikrostruktūrų formavimo sistemos įrenginiai turi vieną bendrą MEMS formavimo trūkumą t.y. suformuota struktūra yra priklausoma nuo pirminės užduotos matricos formos, kurią norint keisti į kitą reikia pakeisti matricą ir formavimo procesą kartoti. Tai pakankamai sudėtinga technologija gaminant kitos formos matricą ir pats keitimo procesas užima nemažą laiko sąnaudas.

IŠRADIMO ESMĖ

Išradimas yra mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose sistema, apimanti elektromechaninį keitiklį, sonotrodą, generatorių, prispaudimo mechanizmą, padėklą su formuojama medžiaga ir dviejų koordinačių (2D) precizinę pozicionavimo pjezopavarą.

Pateikta sistema generuoja aukšto dažnio virpesius elektromechaniniame keitiklyje kurio gale pritvirtintoje matricoje prispaudimo į polimerinę medžiagą metu ir prie tam tikro temperatūrinio režimo yra formuojama mikrostruktūra pagal matricos laisvo paviršiaus struktūros atitikmenį.

Baigus vienos struktūros polimerinėse medžiagose formavimą, iš generatoriaus aukšto dažnio virpesių signalas paduodamas į vieną iš dviejų precizinio pozicionavimo pjezopavarų, kuri polimerinės medžiagos ruošinį pozicionuoja užsiduota kryptimi plokštumoje ir tuo būdu paruošia technologinį

procesą kitos struktūros polimerinėje medžiagoje formavimui.

Priklausomai nuo precizinės pozicionavimo pjezopavaros techninių parametrų (eigos, rezoliucijos) yra galimybė padidinti mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose proceso efektyvumą t.y. pagaminti su viena matrica keliolika mikrostruktūrų (MEMS) elementų. Elektromechaniniame keitiklyje virpesių sužadinimui naudojamas pjezoelementas yra tos pačios klasės kaip ir precizinės pozicionavimo pjezopavaros.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Išradimas paaiškintas brėžinyje. Pridedama schema yra išradimo aprašymo sudedamoji dalis ir pateikiama kaip nuoroda į galimą išradimo įgyvendinimą, bet neturi riboti išradimo apimties.

DETALUS IŠRADIMO APRAŠYMAS

Kaip pavaizduota brėžinyje, mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose sistemos pagal išradimą įgyvendinimo pavyzdys apima vibratorių (1), sužadinantį aukšto dažnio virpesius jo laisvame gale įtvirtintoje matricoje (2), virpesių sužadinimo-valdymo generatorių (3), polimerinės medžiagos ruošinį (4) įtvirtintą padėkle (5), precizinę pozicionavimo pjezopavarą, skirtą padėklo (5) padėties valdymui dviejų koordinačių atžvilgiu, pavyzdžiui horizontalioje plokštumoje. Pjezopavara yra valdoma iš sužadinimo-valdymo generatoriaus (3), sudarydama galimybę keisti polimerinės medžiagos ruošinio (4) poziciją horizontalioje plokštumoje pagal sudarytą programą iš virpesių sužadinimo-valdymo generatoriaus (3).

Vykdamas mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose procesą, iš virpesių sužadinimo-valdymo generatoriaus (3) elektros signalas yra paduodamas į vibratorių (1), kurio laisvame gale įtvirtintoje matricoje (2) sužadinami aukšto dažnio mechaniniai virpesiai, spaudimo į polimerinės medžiagos ruošinį (4) pagal nustatytą technologinį režimą atlieka mikrostruktūros formavimą atitinkanti matricoje (2) sudarytą formą.

Norint keisti mikrostruktūrą polimerinės medžiagos ruošinyje (4), yra atliekamas ruošinio (4) pozicionavimas pagal nustatytą programą iš sužadinimo-

valdymo generatoriaus (3), naudojant precizinę pozicionavimo pjezopavarą. Tokiu būdu, su ta pačia matrica (2), atliekant pozicionavimą plokštumoje pagal nustatytą programą, galima paruošti keliolika mikrostruktūrų variantų t.y. MEMS elementų.

Elektromechaniniame keitiklyje virpesių sužadinimui naudojamas pjezoelementas yra tos pačios klasės kaip ir precizinės pozicionavimo pjezopavaros.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose sistema, apimanti vibratorių su jo laisvame gale įtvirtintą matricą, virpesių sužadinimo-valdymo generatorių, polimerinės medžiagos ruošinį ir ruošinio padėklą, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad polimerinės medžiagos ruošinio (4) padėklas (5), yra sujungtas su precizine pozicionavimo pjezopavara, padėklo padėties valdymui dvimatėje erdvėje.

2. Mikrostruktūrų formavimo polimerinėse medžiagose sistema pagal 1 punktą, b e s i s k i r i a n t i tuo kad precizinė pozicionavimo pjezopavara ir vibratorius (1) yra valdoma iš sužadinimo-valdymo generatoriaus (3) pagal sudarytą programą.

