

(19)



(10) **LT 2015 088 A**

(12) **PARAIŠKOS APRAŠYMAS**

- (21) Paraiškos numeris: **2015 088** (51) Int. Cl. (2017.01): **G10K 15/00**
- (22) Paraiškos padavimo data: **2015-10-21**
- (41) Paraiškos paskelbimo data: **2017-04-25**
- (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: —
- (71) Pareiškėjas:
UAB "Neurotechnology", Laisvės pr. 125A, LT-06118 Vilnius, LT
- (72) Išradėjas:
Osvaldas PUTKIS, LT
- (74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Otilija KLIMAITIENĖ, AAA Law, J.Jasinskio g. 16A, LT-03163 Vilnius, LT

- (54) Pavadinimas:
Bekontakčio manipuliavimo įrenginys, surinkimo būdas ir 3D spausdintuvas

- (57) Referatas:

Bekontakčio medžiagų ir komponentų, tokių kaip elektronikos komponentų, manipuliavimo įrenginys apima medžiagų ir/arba komponentų padavimo įtaisus; akustinių keitiklių matricas; bent vieną medžiagos ir/arba komponento sujungimo (lydymo, sukietinimo) įtaisą; pagrindą ant kurio yra formuojamas objektas, bent vieną atgalinio ryšio signalo formavimo įtaisą; ir kompiuterinę valdymo priemonę, kurios skaitmeninių duomenų laikmenoje yra saugoma speciali kompiuterinė programa, kurią kompiuterinė priemonė vykdo tam, kad būtų gaunamas ir apdorojamas atgalinio ryšio formavimo įtaisų signalas ir būtų valdomas akustinis laukas, valdant akustinių keitiklių formuojamą lauką įrenginyje. Kai yra naudojamos keitiklių matricos išdėstytos viena priešais kitą, fokuso vietoje yra sukuriamas akustinis laukas su maksimumo ir minimumo (noda) taškais, dėl bangų sklindančių iš keitiklių išdėstytų viršutinėje ir apatinėje dalyje interferencijos (Pav. 1). Jei akustinė manipuliacija vyksta ore, manipuluojami objektai yra suspenduojami tose nodose. Atitinkamai keičiant keitiklių valdymo fazes ir amplitudes fokuso pozicija gali būti keičiama, priverčiant suspenduotą objektą judėti į norimą poziciją erdvėje.

BEKONTAKČIO MANIPULIAVIMO ĮRENGINYS, SURINKIMO BŪDAS IR 3D SPAUSDINIMAS

Išradimo sritis

Išradimas yra skirtas 3D spausdinimui naudojant bekontakčio medžiagų ir komponentų manipuliavimą trimatėje erdvėje akustinio lauko pagalba.

Technikos lygio aprašymas

Plastikiniai, stikliniai ar metaliniai elektronikos komponentai ar integrinės elektroninės schemas dažniausiai yra gaminamos atskirai naudojant įvairius formavimo prietaisus, kaip, pavyzdžiui, automatizuotas surinkimo linijas, trimačius spausdintuvus. Vėliau komponentai yra surenkami rankiniu ar automatizuotu būdu į galutinį gaminį. Toks gaminių surinkimas reikalauja atskirų gamybos ir surinkimo įrenginių, o surinkimo procesas užima papildomą gamybos laiką, kas sąlygoja didesnius gaminių gamybos kaštus. Kontaktinis surinkimas tiek mikro tiek ir makro skalėje yra mechaniškai sudėtingas procesas. Mažų komponentų kontaktiniai surinkimo būdai dažnai yra apriboti elektrinio lauko jėgų, neleidžiančių atpalaiduoti pozicionuojamą detalę nuo laikiklio. Robotizuotiems įrenginiams taip pat sunku manipuluoti medžiagomis, turinčiomis skirtingas fizines savybes (geometrija, elastingumas ir pan.). Šių trūkumų galima išvengti naudojant bekontakčius manipuliavimo būdus ir įrenginius. Viena iš trimatės akustinio manipuliavimo technologijos panaudojimų galimybių yra akustinė levitacija, kurios pagalba nedidelių gabaritų objektai gali būti pozicionuojami trimatėje erdvėje akustinio lauko pagalba. Keičiant akustinio lauko parametrus objektai gali būti pernešami iš vienos padėties į kitą tiek dujinėje tiek skystoje aplinkoje ir sujungiami. Akustinė levitacija gali būti pritaikyta valdyti didesnę diapazoną medžiagų, turi didesnę greitaveiką ir pakankamai didelę erdvinę skiriamąją gebą.

Yra žinoma daugybė robotizuotų elektronikos komponentų surinkimų įrenginių, tokių kaip JAV patente Nr. US 4,637,134 atskleistas aparatas, skirtas elektronikos komponentų įstatymui į numatytą vietą surinkimo plokštėje. Tačiau šis įrenginys veikia kaip kontaktinis manipulatorius elektronikos komponentų įstatymui į kitu įrenginiu suformuotą gaminį.

Yra žinomas dalelių manipuliavimo būdas dujinės terpės trimatėje erdvėje, naudojant įrenginį apimantį nuo dviejų iki keturių viena priešais kitą esančių plokštelių, sudarytų iš daugybės ultragarsinių keitiklių (Yoichi Ochiai, Takayuki Hoshi, Jun Rekimoto „Pixie dust: graphics generated by levitated and animated objects in computational acoustic-

potential field“ ACM Transactions on Graphics (TOG) - Proceedings of ACM SIGGRAPH 2014 TOG, Volume 33 Issue 4, July 2014). Kiekvienas ultragarsinis keitiklis yra valdomas atskirai, kas leidžia vienu metu valdyti keletą objektų tam tikra trajektorija. Levituojami objektai gali būti valdomi taip, kad suformuotų iš anksto numatytų formų sandaugas. Tačiau šis būdas ir įrenginys nėra skirti trimačiam gaminių formavimui ir surinkimui.

JAV patente Nr. US 5,500,493 yra atskleidžiamas akustinės levitacijos įrenginys su grįžtamuoju ryšiu iš daugybės jutiklių tam, kad būtų užtikrinta stabili ir tiksli levituojamo objekto padėtis erdvėje. Tačiau šis įrenginys nėra tinkamas elementų ar medžiagų perkėlimui trimatėje erdvėje.

Artimiausias analogas yra aprašomas JAV patente Nr. US 6,766,691 (B2). Jame yra atskleidžiamas būdas ir aparatas skirti valdyti dalelės arba dalelių junginio formai naudojant optoakustinį sulydymą. Naudojant akustinį keitiklį ir reflektorių, kuris yra išdėstytas apie dalelę arba jų junginį, yra suformuojama stovinti banga ir dalelės yra sulaikomos ore. Šios stovinčios bangos veikia dalelių paviršių, taip keičiant jų sandaugos formą. Naudojant kaitinimo spindulio šaltinį yra vykdomas ore suspenduotų dalelių sandaugos lydymas tam, kad būtų suformuotas vientisas objektas. Vienas iš šio būdo ir aparato trūkumų yra tai, kad nėra galimybės sujungti keletą komponentų ir/ar suformuoti gaminį.

Šis išradimas yra skirtas gaminių formavimui iš įvairių medžiagų ir/ar komponentų, fiziškai neličiant nei pagrindo formavimui skirtos medžiagos nei į pagrindą skirtų įstatyti komponentų, kaip pavyzdžiui SMT elementų surinkimui.

Trumpas išradimo aprašymas

Bekontakčio medžiagų ir komponentų, tokių kaip elektronikos komponentų, manipuliavimo įrenginys apima medžiagų ir/arba komponentų padavimo įtaisus; akustinių keitiklių matricas; bent vieną medžiagos ir/arba komponento sujungimo (lydymo, sukietinimo) įtaisą; pagrindą ant kurio yra formuojamas objektas, bent vieną atgalinio ryšio signalo formavimo įtaisą; ir kompiuterinę valdymo priemonę, kaip pavyzdžiui įprastinį stalinį kompiuterį, kurio skaitmeninių duomenų laikmenoje yra saugoma speciali kompiuterinė programa, kurią kompiuterinė priemonė vykdo tam, kad būtų gaunamas ir apdorojamas atgalinio ryšio formavimo įtaisų signalas ir valdant akustinius keitikius formuojamas norimas akustinis laukas, pavyzdžiui sufokusuojant akustinę energiją į tam tikrą tašką erdvėje. Kai yra naudojamos keitiklių matricos išdėstytos viena priešais kitą, fokuso vietoje yra sukuriamas akustinis laukas su

maksimumo ir minimumo (noda) taškais, dėl bangų sklindančių iš keitiklių išdėstytų viršutinėje ir apatinėje dalyje interferencijos (Pav. 1). Jei akustinė manipuliacija vyksta ore, manipuluojami objektai yra suspenduojami tose nodose. Atitinkamai keičiant keitiklių valdymo fazes ir amplitudes fokuso pozicija gali būti keičiama, priverčiant suspenduotą objektą judėti į norimą poziciją erdvėje.

Trumpas brėžinių aprašymas

Kiti išradimo požymiai ir privalumai yra aprašomi detaliame išradimo aprašyme su nuoroda į žemiau pateiktus brėžinius:

Pav. 1 yra pavaizduota bendrinė sistemos schema.

Pav. 2 yra pavaizduota įrenginio komponentų veikimo ir sąsajos schema.

Prieš pateikiant detalų išradimo aprašymą su nuoroda į išradimo įgyvendinimo pavyzdžių brėžinius, atkreipiame dėmesį, kad identiški elementai yra pažymėti tokiais pačiais skaitmenimis visuose brėžiniuose.

Detalus išradimo aprašymas

Turėtų būti suprantama, kad daugybė konkrečių detalių yra išdėstytos, siekiant pateikti pilną ir suprantamą išradimo pavyzdinio įgyvendinimo aprašymą. Tačiau srities specialistui bus aišku, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžių detalumas neapriboja išradimo įgyvendinimo, kuris gali būti įgyvendintas ir be tokių konkrečių nurodymų. Gerai žinomi būdai, procedūros ir sudedamosios dalys nebuvo detalai aprašytos, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai nebūtų klaidinantys. Be to, šis aprašymas neturi būti laikomas apribojančiu pateiktus įgyvendinimo pavyzdžius, o tik kaip vienas galimų įgyvendinimų.

Bekontakčio medžiagų ir komponentų, tokių kaip elektronikos komponentų, manipuliavimo įrenginys (10) apima medžiagų (skystos, kietos arba tarpinės būsenos) ir/arba komponentų (3) padavimo įtaisus (5), kurie yra skirti tiekti medžiagas ir/arba komponentus į įrenginio sritį, kurioje medžiaga ir/arba komponentas (3) galėtų būti sulaikytas akustinės bangos (4) pagalba; akustinių keitiklių (1) matricas, išdėstytas bent vienoje plokštumoje, kur minėtos akustinių keitiklių (1) matricos apima akustinius keitikius (1), kurie yra išdėstyti taip, kad uždengtų didžiausią galimą jų tvirtinimo pagrindo (2) plotą; bent vieną medžiagos ir/arba komponento sujungimo (lydymo, sukietinimo arba suvirinimo) įtaisą (6), kuris yra didelio koncentruoto energijos kiekio

tiekimu priemonė kaip pavyzdžiui lazeris arba kita elektromagnetinę spinduliuotę skleidžianti priemonė; pagrindą (8) ant kurio yra formuojamas objektas (7), kur minėtas pagrindas (8) gali būti judinamas, kad formuojamas objektas (7) būtų prilaikomas jo formavimo metu ir ištraukiamas iš akustinio lauko. Įrenginys taip pat turi bent vieną atgalinio ryšio signalo formavimo įtaisą (9), kaip pavyzdžiui vaizdo kamerą, skirtą nustatyti transportuojamos medžiagos, komponentų ir kitų objektų padėtį įrenginyje taip užtikrinant tikslų jų judėjimą ir padėtį; ir kompiuterinę valdymo priemonę, kaip pavyzdžiui įprastinį stalinį kompiuterį (CPU), kurio skaitmeninių duomenų laikmenoje yra saugoma speciali kompiuterinė programa, kurią kompiuterinė priemonė vykdo tam, kad būtų gaunamas ir apdorojamas atgalinio ryšio formavimo įtaisų (9) signalas ir būtų valdomas akustinis laukas, valdant akustinių keitiklių (2) formuojamą lauką (4) įrenginyje. Įrenginio valdymo duomenys gali būti įvedami tiek rankiniu būdu naudojant kompiuterines duomenų įvesties priemones, arba gaunant duomenis iš įrenginio, skenuojančio objektą, pagal kurį bus formuojamas gaminys (12).

Vienas iš akustinės manipuliacijos būdų yra keitiklių matricos fokusavimas į pageidaujamą erdvės tašką. Akustinio lauko amplitudė erdvės taške gali būti išreikšta kaip superpozicija akustinių bangų sklindančių iš kiekvieno akustinio keitiklio esančio keitiklių matricoje šia formule (aproksimuojant keitiklį kaip taškinį šaltinį):

$$P(r) = \sum_i A_i e^{ikr_i + \phi_i}$$

kur A_i yra akustinio lauko amplitudė sukuriamą keitiklio i terpėje prie pat keitiklio, r_i yra atstumas nuo keitiklio iki pozicijos erdvėje, ϕ_i yra reliatyvi keitikliui užduodama valdymo fazė, k yra bangos vektorius terpėje, P yra akustinio lauko amplitudė, o r yra taškas erdvėje. Keitiklių fazės ϕ_i yra užduodamos tokios, kad akustinio lauko amplitudė $P(r)$ yra maksimizuojama norimame taške r . Kai yra naudojamos keitiklių matricos išdėstytos viena priešais kitą, fokuso vietoje yra sukuriamas akustinis laukas su maksimumo ir minimumo (noda) taškais, dėl bangų sklindančių iš keitiklių išdėstytų viršutinėje ir apatinėje dalyje interferencijos (Pav. 1). Jei akustinė manipuliacija vyksta ore, manipuluojami objektai, susidedantys iš dažniausiai pasitaikančių medžiagų tokių kaip įvairūs skysčiai, metalai, plastikai ir pan., yra suspenduojami tose nodose. Atitinkamai keičiant keitiklių valdymo fazes, fokuso pozicija gali būti keičiama, priverčiant suspenduotą objektą judėti į norimą poziciją erdvėje. Verta paminėti, kad čia tik vienas iš galimų akustinės manipuliacijos būdų, kitoks keitiklių išdėstymas, keitiklių valdymo parametrai, ne tik fazė, bet ir amplitudė ir/ar dažnis gali būti keičiami, kad būtų

sukurti skirtingi akustiniai laukai tinkami objektų suspendavimui terpėje ir manipuliavimui.

Bekontakčio medžiagų ir komponentų, tokių kaip elektronikos komponentų, manipuliavimo būdas apima objekto formavimui skirtos medžiagos (3), kuri gali būti skystoje, kietoje arba amorfinėje formoje, tiekiamą medžiagos padavimo įtaisą (5) į įrenginio viduje suformuotą akustinį lauką (4); tolimesnį medžiagos bekontaktį transportavimą akustiniu lauku; medžiagos (3) sulaikymą tam, kad būtų paveikta elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniu (6) tam, kad medžiaga (3) būtų išlydyta arba sukietinta ir tokioje būsenoje nugabenta akustinio lauko sukurta jėga į jai numatytą vietą sukietinimui tam, kad būtų formuojamas vientisas objektas ant fiksuoto ar judinamo pagrindo (8). Medžiagos tvirtinimo, pavyzdžiui lydant, kietinant, virinant, prie spausdinamo objekto tvarka ir kombinavimas gali būti įvairūs ir derinami pagal poreikį, pavyzdžiui, paduodama ir transportuojama skysta medžiaga, kuri sukietinama ant spausdinamo objekto paviršiaus apšviečiant ultravioletine spinduliuote; elektronikos komponentas transportuojamas iki spausdinamo objekto ir privirinamas prie jo naudojant lazerio spindulį; arba kieta medžiaga paduodama į ultragarsinį lauką, išlydoma ir transportuojama iki spausdinamo objekto skystoj būsenoje; paliekama sukietėti ant spausdinamo objekto paviršiaus.

Jeigu yra tiekama skysta medžiaga, tuomet skysta medžiaga yra sukietinama jai skirtose vietose ant judinamo pagrindo (8). Visu objekto (7) formavimo metu minėtas judinamas pagrindas (8) gali būti judinamas bent viena kryptimi, pavyzdžiui, kad atspausdintas sluoksnis būtų ištraukiamas iš akustinio lauko ir būtų galima spausdinti kitą sluoksnį. Tokiu būdu įrenginys (10) gali būti nedidelių gabaritų pagal formuojama objekta, kadangi visas formuojamas objektas nebūtų talpinamas tarp įrenginio akustinių keitiklių (1) matricų, o tik jo formuojama dalis.

Į įrenginį (10) bent vienu tiekimo įtaisą (5) taip pat gali būti tiekiami kiti spausdinimo išteklių elementai kaip pvz. elektronikos komponentai (3), kurie įrenginyje yra nugabenami kontroliuojamo akustinio lauko (4) pagalba iki suformuoto minėtų komponentų tvirtinimo vietų ir ten pritvirtinami. Vienu metu gali būti transportuojama vienas ar daugiau elementų (3) iš tos pačios arba skirtingų medžiagų, sujungiant kelis elementus vienu metu, ir taip pagreitinant spausdinimo procesą.

Akustinių keitiklių (1) matrica yra valdoma naudojant kompiuterinę valdymo priemonę naudojant jos skaitmeninių duomenų laikmenoje saugoma valdymo programą, kuri yra vykdoma tam, kad valdymo signalai į kiekvieną akustinių keitiklį (1) būtų siunčiami atsižvelgiant į transportuojamos medžiagos arba elemento parametrus bei padėtį

įrenginyje (10) ir būtų valdomas akustinių keitiklių (1) fazė, amplitudė ir dažnis. Tam, kad būtų užtikrintas tikslus transportuojamos medžiagos (3) ir komponentų (3), kurie gali būti transportuojami įrenginiu (10) tuo pačiu metu arba paeiliui nepriklausomas keliais, transportavimas ir manipuliavimas lydymo, kietinimo ir tvirtinimo metu, atgalinio ryšio signalas yra formuojamas iš bent vienos signalo formavimo priemonės (9), kurios pagalba yra nustatoma tiksli transportuojamų elementų (3) padėtis tarp įrenginio akustinių keitiklių matricų.

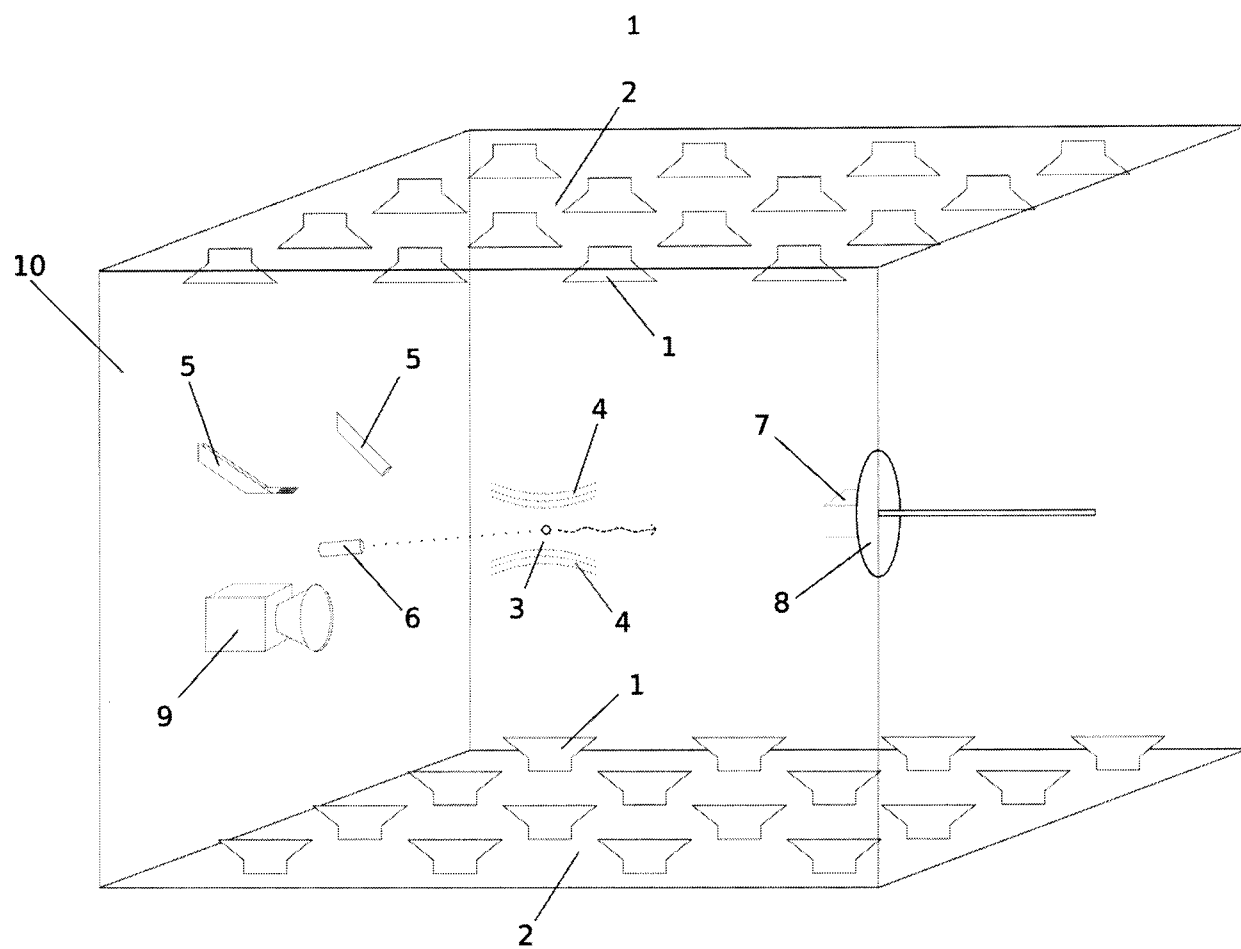
Terminas „akustinis“ apima girdimo diapazono, ultragarso bangas, ir bet kokią kitą elastingą bangavimą.

Šis išradimas apima tokius privalumus, prieš artimiausią analogą, kaip galimybė spausdinti iš skirtingų medžiagų (metalų, plastmasių); komponentai – spausdinimo elementai gali būti pvz. SMT komponentai; yra galimas kombinuotas spausdinimas iš skirtingų medžiagų ir komponentų; yra galimi skirtingi jungimo būdai; yra galimas bekontaktis manipuliavimas, kuris leidžia lydyti medžiagas aukštoje temperatūroje. Nors išradimo aprašyme buvo išvardinta daugybė charakteristikų ir privalumų, kartu su išradimo struktūrinėmis detalėmis ir požymiais, aprašymas yra pateikiamas kaip pavyzdinis išradimo išpildymas. Gali būti atlikti pakeitimai detalėse, jų dydyje ir išdėstyje nenutolstant nuo išradimo principų, vadovaujantis plačiausiai suprantamomis apibrėžties punktuose naudojamų sąvokų reikšmėmis.

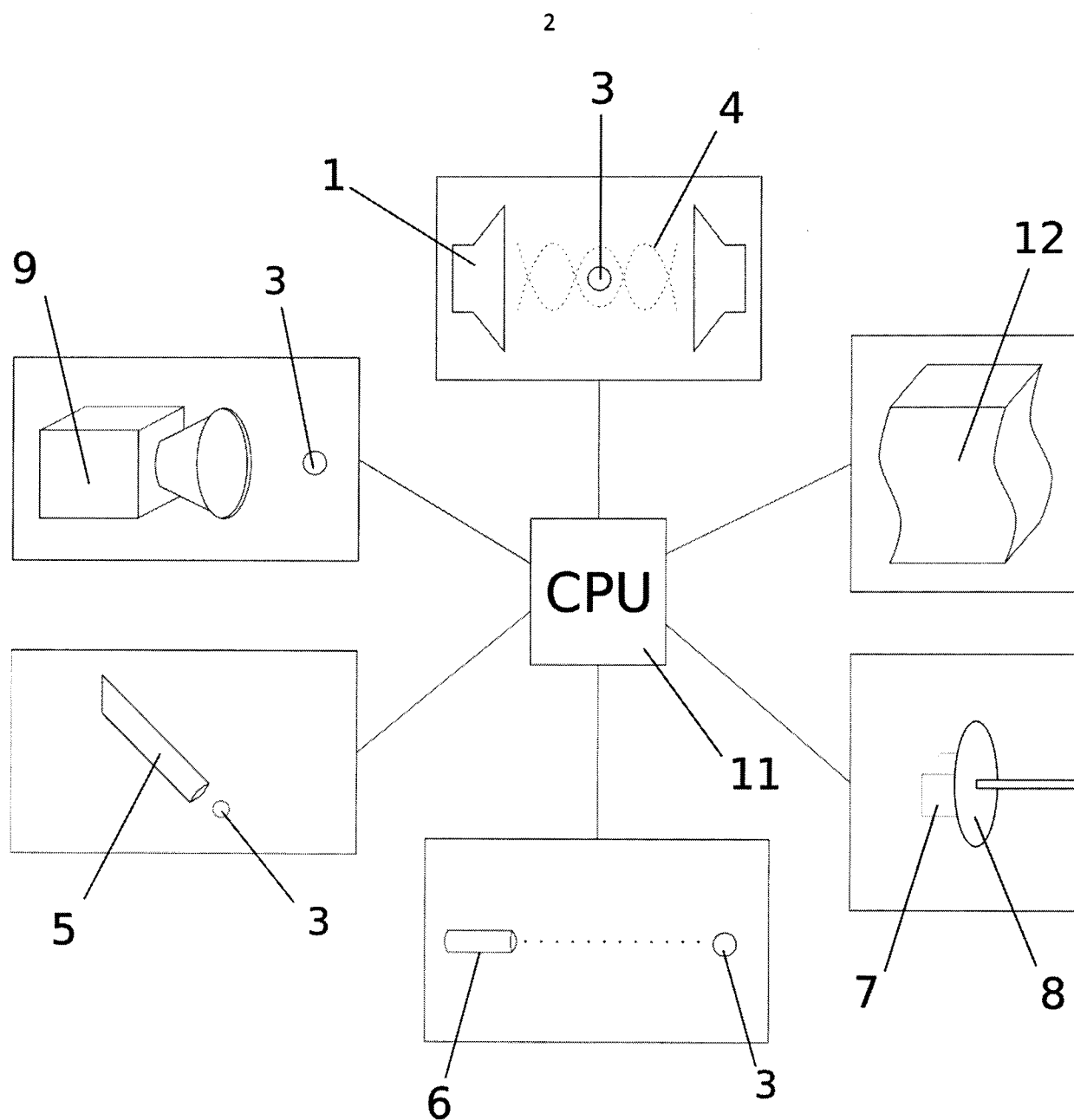
Išradimo apibrėžtis

1. Bekontakčio manipuliavimo įrenginys (10) apimantis kompiuterine priemone valdomus akustinius keitiklius (1) b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad papildomai apima medžiagų ir/arba komponentų (3) padavimo įtaisus (5); bent vieną medžiagos ir/arba komponento sujungimo, lydymo, suketinimo arba suvirinimo įtaisą (6); pagrindą (8) ant kurio yra formuojamas objektas (7); kompiuterinę valdymo priemonę (11); ir įrenginiu valdomą akustinį lauką.
2. Įrenginys pagal 1 punktą, kurio medžiagų ir/arba komponentų (3) padavimo įtaisai (5) yra skystos, kietos arba tarpinės būsenos medžiagos padavimo įtaisai.
3. Įrenginys pagal 1 punktą, kur bent vienas medžiagos ir/arba komponento sujungimo, lydymo, suketinimo arba suvirinimo įtaisas (6) yra lazeris arba kita elektromagnetinę spinduliuotę skleidžianti priemonė.
4. Įrenginys pagal 1 punktą, turintis bent vieną atgalinio ryšio signalo formavimo įtaisą (9), kaip pavyzdžiui vaizdo kamerą.
5. Įrenginys pagal 4 punktą, kurio kompiuterinės valdymo priemonės skaitmeninių duomenų laikmenoje yra saugoma speciali kompiuterinė programa, kurią kompiuterinė priemonė vykdo tam, kad būtų gaunamas ir apdorojamas atgalinio ryšio formavimo įtaisų (9) signalas ir būtų valdomas akustinis laukas.
6. Būdas, skirtas bekontakčiu manipuliavimu surinkti gaminį, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad apima objekto formavimui skirtos bent vienos medžiagos (3) ir bent vieno elektronikos komponento (3) tiekimą medžiagos padavimo įtaisu (5) į įrenginio viduje suformuotą akustinį lauką (4) tuo pačiu metu arba paeiliui; medžiagos bekontaktį transportavimą akustiniu lauku (4) ir sulaikymą; sulaikytos medžiagos (3) paveikimą koncentruotos energijos arba kitos elektromagnetinės spinduliuotės šaltiniu (6); medžiagos (3) išlydymą arba suketinimą ir nugabenimą akustine nešančia banga į numatytą vietą; vientiso objekto formavimą ant pagrindo (8); elektronikos komponentų (3), tvirtinimą prie formuojamo objekto (7).

7. Būdas pagal 6 punkta, kur bent viena akustinių keitiklių (1) matrica yra valdoma naudojant kompiuterinę valdymo priemonę naudojant jos skaitmeninių duomenų laikmenoje saugomą valdymo programą, vykdomą procesorinėje priemonėje atsižvelgiant į bent vienos atgalinio ryšio priemonės (9) siunčiamus duomenis.



Pav. 1



Pav. 2