

(12) PATENTO APRAŠYMAS

(21) Paraiškos numeris: 2023 516
(22) Paraiškos padavimo data: 2023-04-03
(41) Paraiškos paskelbimo data: 2024-10-10
(45) Patento paskelbimo data: 2024-11-25

(73) Patento savininkas:
Kauno technologijos universitetas, K. Donelaičio g. 73, 44249 Kaunas, LT
Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, A. Mickevičiaus g. 9, 44307 Kaunas, LT

(72) Išradėjas:
Vytautas OSTAŠEVIČIUS, LT
Vytautas JŪRĖNAS, LT
Algimantas BUBULIS, LT
Mantas VENSŁAUSKAS, LT
Joris VĖŽYS, LT
Vincentas VEIKUTIS, LT
Linas VELIČKA, LT

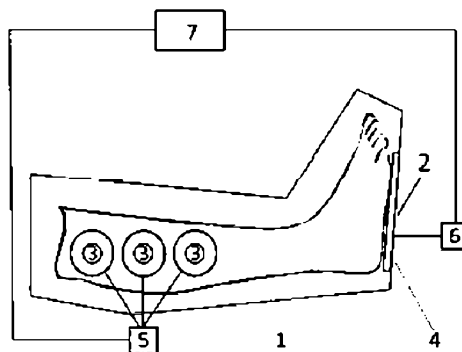
(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:
Aušra PAKĖNIENĖ, 50, AAA Law, A. Goštauto g. 40B, Verslo centras „Dvyniai“, LT-03163 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema ir žemo ir aukšto dažnio akustinių virpesių apjungimo būdas

(57) Referatas:

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, apimanti uždara kamerą, žemo dažnio akustinius virpesius sužadinančius garsiakalbius, išdėstytus kameros šonuose, aukšto dažnio virpesius sužadinančių pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių matricą, išdėstytą kameroje, pėdos plokštumą atitinkančioje kameros plokštumoje, atitinkančioje pado atraminę zoną žemiau pirštų ir kulno atraminę zoną, kur kiekviena zona apima nuo vieno iki trijų pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema yra suformuota taip, kad žmogaus kojos iki kelių galėtų būti patalpinamos į uždara kamerą ir apgaubiamos standartinio tipo elastinio įtvaro tipo sistema. Pėdos yra veikiamos bimorfinio tipo pjezoelektriniais keitikliais prijungtais prie valdiklio, o kojų blauzdos veikiamos akustiniais virpesiais dėka garsiakalbių įtaisytų uždaro kameros šoninėse sienelėse. Tokiu būdu iš valdiklio paduodami impulsai valdo bimorfinių pjezoelektrinių keitiklių ir akstinių garsiakalbių sinchroninį veikimą, kas aktyvina kraujotaką žmogaus kojų audiniuose bei padidina kraujotakos stimuliavimo efektyvumą.



1 pav.

TECHNIKOS SRITIS

Išradimas yra susijęs su kraujotakos stimuliavimo bei audinių perfuzijos atstatymo įrenginiais, o tiksliau įrenginiais skirtais kraujotakos stimuliavimui bei perfuzijos atstatymui fiksuotuose organizmo audinių srityse ir sistemiškai visoje žmogaus kraujo apytakoje.

TECHNIKOS LYGIS

Yra žinoma, kad ultragarsinė terapija pagerina periferinę kraujotaką, audinių mitybą, paspartina kraujo tėkmę.

JAV patente Nr. US 8,469,905 yra atskleistas ultragarsinis pėdų masažo įrenginys, kurį sudaro du pjezoelektriniai keitikliai įtaisyti žmogaus avalynės vidpadyje, pajungti prie ultragarsinio sužadinimo generatoriaus. Pirmasis ir antrasis pjezoelektriniai ultragarsiniai keitikliai yra atitinkamai sujungti su pirmąja ir antrąja ultragarso generavimo keitiklių grupe. Nurodyto įrenginio trūkumas tame, kad ultragarsinio dažnio virpesiams sukurti yra panaudotas didelis kiekis aukšto ultragarsinio dažnio mažų išmatavimų pjezoelektrinių keitiklių (pirmojoje ultragarso generavimo keitiklių grupėje 14 vienetų, o antrojoje ultragarso generavimo keitiklių grupėje 12) bei jų sužadinimui panaudotas sudėtingas daugiakanalis valdiklis.

LT patente Nr. 6759 yra atskleistas akustinių bangų poveikio žmogaus kūno organams įrenginys, kurį sudarantys specialiaame stovė sumontuoti akustiniai vibratoriai gali būti mechaniškai reguliuojami taip, kad akustinės pulsacijos nukreipiamos lokaliai į numatytą kūno terapijos vietą, pavyzdžiui kojų blauzdose esančias kraujagysles, ko pasėkoje yra aktyvinama kraujotaka žmogaus kojų audiniuose. Nurodyto įrenginio poveikis skatina kraujotaką žmogaus kojų audiniuose, tačiau nėra paveikus į pėdose esančius kapiliarinius audinius, kas ypač svarbu cukriniu diabetu sergantiems pacientams.

Išradimas neturi aukščiau išvardintų trūkumų ir siejamas su papildomais privalumais t.y. padidina kraujotakos stimuliavimo efektyvumą.

IŠRADIMO ESMĖ

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema apima uždara kamerą, kameroje

esančius bimorfinio tipo pjezoelektrinius keitiklius, kameroje esančius garsiakalbius, įtaisytus kameros šoninėse sienelėse ir prijungtus prie to paties valdiklio, prie kurio yra prijungti bimorfiniai pjezoelektriniai keitikliai.

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema yra suformuota taip, kad žmogaus kojos iki kelių galėtų būti patalpinamos į uždara kamerą ir apgaubiamos standartinio tipo elastinio įtvaro tipo sistema. Pėdos yra veikiamos bimorfinio tipo pjezoelektriniais keitikliais prijungtais prie valdiklio, o kojų blauzdos veikiamos akustiniais virpesiais dėka garsiakalbių įtaisytų uždaros kameros šoninėse sienelėse. Tokiu būdu iš valdiklio paduodami impulsai valdo bimorfinių pjezoelektrinių keitiklių ir akustinių garsiakalbių sinchroninį veikimą, kas aktyvina kraujotaką žmogaus kojų audiniuose bei padidina kraujotakos stimuliavimo efektyvumą.

TRUMPAS BRĖŽINIŲ APRAŠYMAS

Išradimo, kuris yra naujas ir neakivaizdus ypatybės yra pateikiamos apibrėžties punktuose. Tačiau išradimas gali būti geriausiai suprantamas remiantis šiuo išsamiau išradimo aprašymu, kuriame, neribojant išradimo esmės, aprašomi pavyzdiniai išradimo variantai yra pateikti kartu su pridedamais brėžiniais, kuriuose:

1. pav. yra pavaizduota kojų kraujotakos stimuliavimo sistemos, pagal išradimą, schema.

2. pav. yra pavaizduota kojų kraujotakos stimuliavimo sistemos, pagal išradimą, schema: (a) iš blauzdos pusės su išdėstytais akustiniais žemo dažnio garsiakalbiais ir (b) kojos pėdos plokštumą atitinkančioje kameros plokštumoje esančių bimorfinių pjezoelektrinių keitiklių matricos išdėstymą.

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 aprašyti, kad išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai nebūtų klaidinantys. Be to, šis aprašymas neturi būti

laikomas apribojančiu pateiktus įgyvendinimo pavyzdžius, o tik kaip jų įgyvendinimas.

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema pagal išradimą ir kaip pavaizduota 1 ir 2 paveiksluose, skirta žmogaus kojos kraujotakos stimuliavimui, apima: uždara kamerą (1), kameros (1) šonuose išdėstytus akustinius virpesius sužadinančius garsiakalbius (3), kojų pėdų plokštumą atitinkančioje kameros (1) plokštumoje įmontuotą pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2) matricą.

Bimorfinių pjezoelektrinių keitiklių matrica apima pagrindą (4), standžią plastiko plokštę, nuo dviejų iki šešių pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2). Kiekvieną pjezoelektrinį bimorfinį keitiklį (2) sudaro plona, iki 0,25 mm storio, ir apvali, iki 35 mm skersmens, metalo plokštelė standžiai ir koncentriškai sujungta-suklijuota su pjezoelektrine plona, iki 0,25 mm storio, ir apvalia, iki 30 mm skersmens, plokšte. Pjezoelektriniai bimorfiniai keitikliai (2) išdėstyti dviejose kojos (2) pado atraminėse zonos – zonoje žemiau kojos (2) pirštų ir kulno zonoje. Kiekviena iš minėtų zonų apima nuo vieno iki trijų pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2).

Pjezoelektriniuose bimorfiniuose keitikliuose (2) yra žadinami ultragarsinio dažnio rezonansiniai aukštesnių modų virpesiai, kurių dažnių diapazonas yra nuo 20 kHz iki 100 kHz. Pjezoelektriniai bimorfiniai keitikliai (2) yra tampriai ir koncentriškai pritvirtinti ties keitiklių matricos pagrinde (4) suformuotomis apvaliomis kiaurymėmis, kur kiaurymės skersmuo yra 2 mm mažesnis, nei keitiklio (2) apvalios metalinės plokštelės skersmuo. Laisvas nuo pjezoelektrinės plokštelės paviršius yra nukreiptas į veikiamą kojos (2) pado paviršių. Tai leidžia keitikliui (2) tiesiai kontaktuoti su padu ir jame sužadinti akustinius virpesius.

Garsiakalbiai (3) yra išdėstyti simetriškai abiejuose kameros (1) šonuose vieni priešais kitus taip, kad kameroje (1) pozicionuojant koją, garsiakalbiai būtų išdėstyti simetriškai iš abiejų kojos pusių. Garsiakalbių skaičius vienoje kojos pusėje, t.y. viename kameros šone gali būti nuo vieno iki trijų. Kojų blauzdų zonoje, kraujotakos stimuliavimas yra vykdomas sužadinant žemo dažnio, nuo 20 iki 1000 Hz, akustinius virpesius garsiakalbiais (3) maitinamais iš pirmo generatoriaus (5), o aukšto dažnio, nuo 20 kHz - 100 kHz, virpesiai kojų pėdose per pjezoelektrinius bimorfinius keitiklius (2), maitinamus iš antro generatoriaus (6). Generatoriai (5, 6) yra valdomi vieno valdiklio (7) pagalba.

Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema yra suformuota taip, kad kojų kraujotaka

akustiniu lauku būtų veikiami tik žemiau kelių, nesudarant pašalinio poveikio į žmogaus vidaus organus. Žemo dažnio garsinio, nuo 20 iki 1000 Hz, ir aukšto ultragarsinio dažnio, nuo 20 kHz - 100 kHz, akustinė energija yra mažai slopinama biologiniame audinyje ir efektingai veikia tiek išorinius tiek ir gilesnius, gylyje iki 200 mm, biologinius audinius. Šiame ultragarsinių dažnių diapazone pjezoelektriniai bimorfiniai keitikliai (2) sužadina didžiausio intensyvumo akustinį lauką.

Bimorfinių keitiklių (2) ir garsiakalbių (3) generuojama akustika į skirtingas kojos zonas gali vykti tuo pačiu metu arba atskirai. Garsiakalbių (3) akustika veikia didžiųjų blauzdos kraujagyslių kraujotaką, o ultragarsinė akustika veikia pėdos smulkiąsias kraujagysles-kapiliarus ir nervinius padų audinius.

Kamera (1), patalpinus vieną arba abi kojas taip, kad pėda remtųsi į pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2) matricą, yra sandariai uždaroma, kad apsaugoti aplinką nuo sklindančio triukšmo,. Iš valdiklio (7) paduodamais į generatorius (5, 6) signalais yra vykdomas žemo ir aukšto dažnių virpesių sužadinimas žmogaus kojose, kas suaktyvina ir stimuliuoja kraujotaką kojose.

Žemo dažnio ir ultragarsinio dažnio valdiklio (7) darbas gali būti vykdomas vienu metu, pakaitomis arba tik vienu iš jų. Įjungus pirmą generatorių (5), kuris per garsiakalbius (3) sužadina žemo garsinio dažnio akustines bangas, yra veikiamas blauzdos paviršius ir giliai jos audiniai bei kraujotaką.

Priklausomai nuo užduotos programos, keičiant į kiekvieną garsiakalbį (3) paduodamo elektrinio signalo amplitudę, fazę ir signalo trukmę, kameroje (1) galima sužadinti pastovaus arba pagal tam tikrą dėsnį kintamo intensyvumo (pvz. harmoniškai pulsuojančio arba pertraukiamo) akustinį lauką, taip pat sužadinti bėgančią, iš viršaus į apačią arba iš apačios į viršų kojos atžvilgiu, akustinę bangą. Įjungus antrą generatorių (6), kuris per pjezoelektrinius bimorfinius keitikius (2) sužadina ultragarsinio dažnio akustines bangas, yra veikiamas kojos pado paviršius ir giliai jos audiniai bei kraujotaką. Šiuo atveju, kiekviename pjezoelektriniame bimorfiniame keitiklyje (2) yra sužadinami rezonansiniai aukštesnės modos virpesiai ir keičiant į kiekvieną keitiklį (2) paduodamo elektrinio signalo amplitudę ir trukmę, pado paviršiuje galima sužadinti pastovaus arba pagal tam tikrą dėsnį kintamo intensyvumo ultragarsinį lauką, taip pat sužadinti bėgančią ultragarsinio lauko bangą, jei keitiklių matricos pagrinde (4) yra sumontuoti nemažiau kaip trys pjezoelektriniai bimorfiniai

keitikliai (2).

Kameroje (1) turi patogiai tilpti sėdinčio suaugusio žmogaus, per kelius sulenktos abi kojos nuo pėdų iki kelių. Kameros (1) korpusas pageidautinai pagamintas iš standžios konstrukcinės medžiagos - armuoto plastiko arba metalo, jo vidus yra išklotas garsą sugeriančia medžiaga, o iš kameros abiejų šonų pritvirtinti garsiakalbiai (3) yra papildomai iš išorės akustiškai izoliuoti, kad neskleistų triukšmo į aplinką. Kaip pavyzdys, kameros (1) vidaus išmatavimai yra: ilgis- 400 mm, plotis - atstumas tarp garsiakalbių - 700 mm, aukštis - 700 mm.

Priklausomai nuo užduotos programos, į kiekvieną garsiakalbį (3), keičiant paduodamo elektrinio signalo amplitudę, fazę ir signalo trukmę, kameroje (1) galima sužadinti pastovaus arba pagal tam tikrą dėsnį kintamo intensyvumo (pvz. harmoniškai pulsuojančio arba pertraukiamo) akustinį lauką, taip pat sužadinti bėgančią (iš viršaus į apačią arba iš apačios į viršų kojos atžvilgiu) akustinę bangą. 700 mm atstumas tarp priešingose kameros (1) pusėse išdėstytų garsiakalbių (3) leidžia kameroje (1) sužadinti tokio pačio ilgio stovinčios akustinės bangos reiškinį, kuris gaunamas garsiakalbius (3) žadinant 500 Hz dažnio signalu, kurio galimas didžiausias nukrypimas yra +/-10 Hz. Tuo būdu, dėl dviejų vienodų akustinių bangų sklindančių iš priešingų pusių superpozicijos, kameros (1) centrinėje zonoje yra sukuriamas apie du kartus didesnio intensyvumo akustinis laukas, nei prie garsą skleidžiančių garsiakalbių (3), kas padidina akustinį poveikį kojos blauzdom. Kojai pozicionuoti kameroje (1) skirtas atstumas nuo kiekvieno garsiakalbio (3) yra mažiausiai apie 150 mm. Tai yra mažiausias kojos blauzdos atstumas nuo garsiakalbio yra apie 150 mm. Tai užtikrina, kad kojos yra pozicionuojamos centrinėje kameros (1) zonoje ir netrukdo garsiakalbiui (3) generuoti akustines bangas.

Sistema labiausiai tinka taikyti žmogaus apatinėms galūnėms dėl kelių priežasčių. Pirma, tai pakankamai negiliai pozicionuojamos magistralinės kraujagyslės ir esant jų bet kurio tipo funkcijos nepakankamumui nėra sudėtinga įtakoti jų funkciją, kuri yra ne tik lokali, bet ir sisteminė, dėka antero-retrogradinio poveikio per jas įnervuojančią vago-simpatinę sistemą. Antra, svarbus poveikis į mikrocirkuliaciją, kuris realizuojasi per mechaninį ir dalinai terminį ultragarso poveikį. Trečia, nustatytas poveikis ne tik kraujagyslių funkciniai reguliacijai, bet ir per poveikį į kraujo forminius elementus, t.y. modifikuojant trombocitų funkciją norima kryptimi – mažinant trombogenezę kaip tromboembolinį faktorių ar didinant esant hemoragijų grėsmei.

Sistema gali būti naudojama esant įvairios kilmės apatinių galūnių magistralinių kraujagyslių patologijai, ypač po rekonstrukcinių operacijų esant diabetinei angiopatijai ir kas ypač svarbu esant mikrocirkuliacinei disfunkcijai, kas susiję su audinių perfuzijos sutrikimais, būdingais labai traumatizuojančiam „diabetinės pėdos“ sindromui, dažnai vedančiam iki amputacijų ir negrįžtamo invalidumo.

Sistema vienodai ir sistemiškai įtakoja kraujo perfuziją visame žmogaus organizme per poveikį kraujo struktūrinius elementus: eritrocitus, trombocitus, leukocitus ir pan.

Nors išradimo įgyvendinimo pavyzdžiai, ar jų aspektai, taip kaip parodyti ir aprašyti, apima daugybę komponentų, kurie yra pavaizduoti esantys tam tikroje bendroje erdvėje ar vietoje, kai kurie komponentai gali būti ir nutolę. Taip pat turėtų būti suprantama, kad pateikti pavyzdžiai neapsiriboja tik aprašytais komponentais ir apima ir kitus, jų funkcionavimui ir sąveikai su kitais komponentais, reikalingus elementus, kurių buvimas yra savaime suprantamas, todėl nedetalizuojamas.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, apimanti akustinių virpesių sužadavimo priemones, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad apima

uždarą kamerą (1);

žemo dažnio akustinius virpesius sužadinančius garsiakalbius (3), išdėstyti kameros (1) šonuose;

aukšto dažnio virpesius sužadinančių pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2) matricą, išdėstyti kameroje (1), pėdos plokštumą atitinkančioje kameros (1) plokštumoje, atitinkančioje pado atraminę zoną žemiau pirštų ir kulno atraminę zoną, kur kiekviena zona apima nuo vieno iki trijų pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2); valdiklį (7), skirtą valdyti pirmą generatorių (5) ir antrą generatorių (6) tuo pačiu metu.

2. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal 1 punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad garsiakalbių (3) generuojamo žemo dažnio akustinių virpesių dažnis yra nuo 20 iki 1000 Hz, o pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2) generuojamų aukšto dažnio virpesių dažnis yra nuo 20 kHz - 100 kHz.

3. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal bet kurį ankstesnį punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad pjezoelektriniai bimorfiniai keitikliai (2) yra tampriai ir koncentriškai pritvirtinti ties keitiklių matricos pagrinde (4) suformuotomis apvaliomis kiaurymėmis, kurių skersmuo yra 2 mm mažesnis, nei keitiklio (2) apvalios metalinės plokštelės, kurios laisvas nuo pjezoelektrinės plokštelės paviršius yra nukreiptas į veikiamą pado paviršių.

4. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal bet kurį ankstesnį punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad garsiakalbiai (3) yra išdėstyti simetriškai abiejuose kameros (1) šonuose, vieni priešais kitus, kur garsiakalbių (3) skaičius viename šone gali būti nuo vieno iki trijų.

5. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal bet kurį ankstesnį punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad kameros (1) korpusas yra pagamintas iš standžios konstrukcinės medžiagos, tokios kaip armuotas plastikas arba metalas, jos vidus yra išklotas garsą sugeriančia medžiaga, o iš kameros abiejų šonų pritvirtinti garsiakalbiai (3) yra papildomai akustiškai izoliuoti iš išorės.

6. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal bet kurį ankstesnį punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad kiekvieną pjezoelektrinį bimorfinį keitiklį (2) sudaro plona, iki 0,25 mm storio, ir apvali, iki 35 mm skersmens, metalo plokštelė, standžiai ir koncentriškai sujungta-suklijuota su pjezoelektrine plona, iki 0,25 mm storio, ir apvalia, iki 30 mm skersmens, plokštele.

7. Kojų kraujotakos stimuliavimo sistema, pagal bet kurį ankstesnį punktą b e s i s k i r i a n t i tuo, kad kameros (1) vidaus išmatavimai yra: ilgis- 400 mm; plotis, atstumas tarp garsiakalbių (3) - 700 mm, aukštis - 700 mm; o kojai pozicijuoti kameroje (1) skirtas atstumas nuo kiekvieno garsiakalbio (3) yra mažiausiai apie 150 mm.

8. Žemo ir aukšto dažnio akustinių virpesių apjungimo būdas skirtas kojų kraujotakos stimuliavimui, naudojant kojų kraujotakos stimuliavimo sistemą pagal bet kurį vieną iš 1-7 punktų, b e s i s k i r i a n t i s tuo, kad garsiakalbių (3) žemo dažnio akustiniai virpesiai yra sinchronizuojami su aukšto dažnio pjezoelektrinių bimorfinių keitiklių (2) virpesiais; žemo dažnio garsiakalbių (3) sužadunami akustiniai virpesiai sukelia bėgančią bangą.

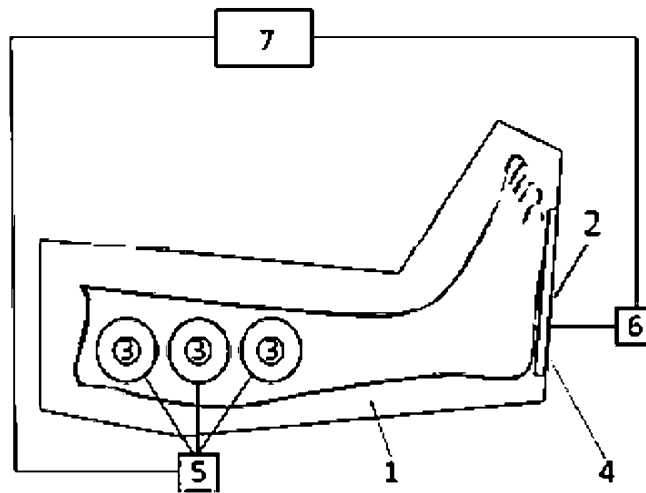
9. Būdas pagal 8 punktą, kur pjezoelektrinį bimorfinių keitiklių (2) ir garsiakalbių (3) generuojami akustiniai virpesiai į skirtingas kojos zonas yra generuojami tuo pačiu metu arba atskirai.

10. Būdas pagal bet kurį vieną iš 8-9 punktų,

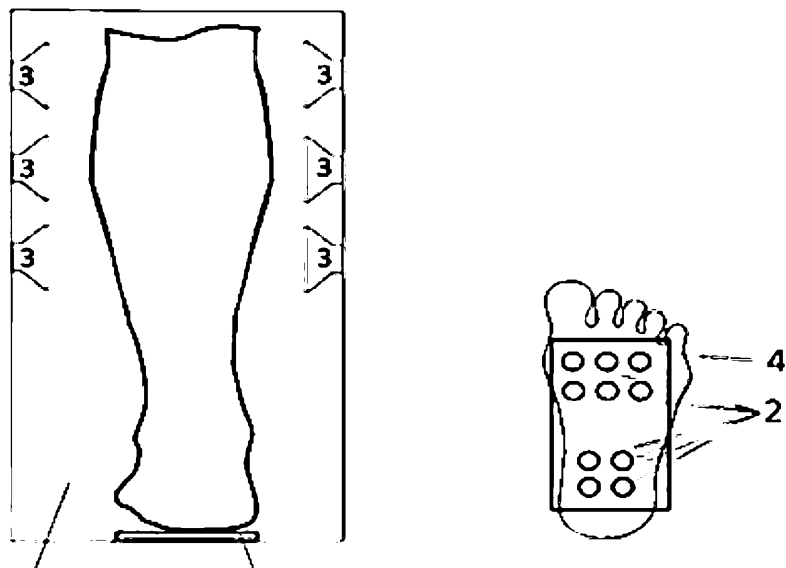
kur keičiant į kiekvieną garsiakalbį (3) paduodamo elektrinio signalo amplitudę, fazę ir signalo trukmę, kameroje (1) yra sužadinamas pastovaus arba pagal tam tikrą dėsnį kintamo intensyvumo akustinis laukas, kur sužadinta bėganti banga juda iš viršaus į apačią arba iš apačios į viršų kojos atžvilgiu,

kur kiekviename pjezoelektriniame bimorfiniame keitiklyje (2) yra sužadinami rezonansiniai aukštesnės modos virpesiai ir keičiant į kiekvieną keitiklį (2) paduodamo elektrinio signalo amplitudę ir trukmę, yra sužadinamas pastovaus arba pagal tam tikrą dėsnį kintamo intensyvumo ultragarsinis laukas ir bėganti ultragarsinio lauko banga.

11. Būdas pagal bet kurį vieną iš 8-10 punktų, kur kameroje (1) sužadinamos tokio pačio ilgio stovinčios akustinės bangos, kurios gaunamos garsiakalbius (3) žadinant 500 Hz dažnio signalu, kurio galimas didžiausias nukrypimas ± 10 Hz, kur dėl dviejų vienodų akustinių bangų sklindančių iš priešingų pusių superpozicijos, kameros (1) centrinėje zonoje yra sukuriamas apie du kartus didesnio intensyvumo akustinis laukas, nei prie garsą skleidžiančių garsiakalbių (3).



1 pav.



2 pav.