

(19)



(10) **LT 5712 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **5712**

(51) Int. Cl. (2011.01): **A61M 5/00**

(21) Paraiškos numeris: **2009 041**

(22) Paraiškos padavimo data: **2009 06 22**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **2010 12 27**

(45) Patent paskelbimo data: **2011 02 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: —

(72) Išradėjas:

Justinas KAMIČAITIS, LT

Kęstutis KUKENYS, LT

Valerij LIPSKIJ, LT

Andrej LUNEV, LT

(73) Patent savininkas:

UAB „Viltechmeda“, Kalvarijų g. 125, LT-08221 Vilnius, LT

(74) Patentinis patikėtinis/atstovas:

Gediminas PRANEVIČIUS, Varul Vilgerts Smaliukas, Konstitucijos pr. 7, LT-09308 Vilnius, LT

(54) Pavadinimas:

Švirkšto stūmoklio užgriebimo ir stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistema švirkštiniuose infuzijos siurbliuose

(57) Referatas:

Išradimas skirtas medicinos prietaisams. Aprašytas švirkštinis infuzijos siurblys, turinti naujas švirkšto užgriebimo ir stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistemas.

TECHNIKOS SRITIS

Išradimas skirtas medicinos prietaisams - švirkštiniams infuzijos siurbliams, konkrečiai - švirkšto stūmoklio užgriebimo ir stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistemai.

TECHNIKOS LYGIS

Šiuolaikiniuose švirkštinuose infuzijos siurbliuose, skirtuose tiksliai vaistų dozavimui, leidžiant juos pacientui, švirkšto stūmiklis automatiškai privedamas prie švirkšto stūmoklio atramos ir mechaniškai su ja sujungiamas. Šis procesas vadinamas švirkšto stūmoklio atramos užgriebimu. Stūmiklio pavaros valdymas turi užtikrinti kiek įmanoma greitesnį stūmiklio privedimą prie švirkšto stūmoklio atramos, stūmiklio sulėtinimą, dar nepalietus švirkšto, kad būtų galima jį staiga sustabdyti, kuomet atstumas sumažės iki numatyto minimalaus dydžio, ir užtikrinti visišką privedimo patikimumą, išvengiant pavojingos pacientui nenumatytos vaistų injekcijos. Švirkšto stūmoklio atrama turi nepertraukiamai kontaktuoti su stūmikliu, nepriklausomai nuo vaistų slėgio švirkšte, kad būtų išvengta savaiminio vaistų tekėjimo (taip vadinamo „sifoninio efekto“), jeigu slėgis švirkšte taptų neigiamas. Stūmiklio užgriebimo svertai turi gerai sujungti stūmoklio atramą su stumiančiu paviršiumi, nepriklausomai nuo atramos skersmens ir švirkšto matmenų. Stūmiklio plokštumoje turi būti įtaisytas jutiklis, kuris suveiktų tam tikru atstumu nuo švirkšto stūmoklio atramos, aktyvuodamas stūmiklio greičio stabdymo algoritmą, o infuzijos metu turi veikti kitas jutiklis, kuris kontroliuotų ar stūmoklio atrama neatitrūko nuo stūmiklio. Pagaliau jutikliai turi būti kontroliuojami taip, kad bet kurio iš jų arba abiejų gedimas nesukeltų pavojaus pacientui ir būtų kuo greičiau pastebėtas.

Stūmikliui užgriebus švirkšto atramą, turi būti greitai ir tiksliai nustatyta švirkšto stūmiklio padėtis, kad būtų galima nustatyti infuzijos laiką ir suleisti pacientui vaistus pagal užprogramuotą algoritmą. Tikslus švirkšto stūmiklio padėties nustatymas ir stūmiklio judesio kontrolė yra būtini veiksniai, kurie užtikrina vaistų leidimo algoritmo vykdymą, įspėja aptarnaujantį personalą apie infuzijos eigoje numatytus keitimus ir apie sutrikimus, kurie gali atsirasti dėl nenumatytų priežasčių. Kontrolės sistema pagrįsta stūmiklio padėties nustatymu atraminės plokštumos, prie kurios pritvirtintas švirkšto graibštas, atžvilgiu. Visi kiti matmenys kiekvienam naudojamam švirkšto tipui ir nominaliam tūriui yra iš anksto išmatuoti

ir saugomi siurblio atmintinėje. Todėl pakanka žinoti stūmiklio atstumą nuo švirkšto graibšto tvirtinimo plokštumos ir, įstačius švirkštą, įvesti (patvirtinti) duomenis apie jo nominalų tūrį ir tipą (firmą, markę), ir valdantis procesorius automatiškai nustato vaistų kiekį švirkšte bei kitus parametrus. Nuolatinė arba periodinė stūmiklio padėties kontrolė reikalinga, kad būtų užtikrinta greita siurblio reakcija į nenumatytus pokyčius arba gedimus.

Žinoma švirkšto užgriebimo sistema, aprašyta US5545140 ir EP0514907, turinti du svertus, atliekančius kampinį judesį, lygiagretų stumiančiajai plokštumai, ir nedidelį linijinį judesį, statmeną stumiančiajai plokštumai, taip pat ir du statmenus vienas kitam paviršius, kurie užgriebia švirkšto stūmoklio antgalį tam tikru atstumu nuo stumiančiosios plokštumos ir po to jį pritraukia. Tarp svertų įtaisytas mažų matmenų jutiklis, skirtas švirkšto stūmoklio kontakto su stūmikliu kontrolei, kurį sudaro mygtukas su sklende, kuri atidaro optinį jutiklį, kuomet mygtukas yra nuspaustas. Ši sistema skirta siurbliams, turintiems rankinę stūmiklio pavarą, kuomet operatorius pats atlieka privedimą ir nuleidžia svertus.

Teigiamos šios sistemos savybės yra jos paprastumas ir funkcionalumas. Kiekvienas elementas čia atlieka apibrėžtą funkciją. Svertai pastoviai spaudžia stūmoklio antgalį prie stumiančios plokštumos ir tai garantuoja, kad neigiamas slėgis švirkšte, susidarantis dėl aukščio skirtumo tarp siurblio ir paciento, jo neatitrauks.

Šios sistemos trūkumai yra tai, kad mygtukas čia turi būti labai mažo skersmens, kad susiglaudę be švirkšto svertai jo nenuspaustų ir nesudarytų netikros instaliuoto švirkšto būsenos. Toks mygtukas, uždėjus labai mažą švirkštą, gali prasilenkti su stūmoklio antgaliu ir todėl netinka siurbliui su automatine stūmiklio pvara, kur operatorius tiesiogiai nekontroliuoja stūmoklio antgalio užgriebimo proceso. Mygtukas su vienu jutikliu negali būti panaudotas automatiniam stūmiklio privedimui, nes nėra signalo, kuris įjungtų privedimo greičio lėtinimo algoritmą. Be to, su vieno jutiklio mygtuku neįmanoma užtikrinti nepertraukiamą siurblio veikimo kontrolę. Nesuveikęs jutiklis nestabdys stūmiklio pavaros, o tai sukels pavojų paciento sveikatai.

Kitas labai svarbus aspektas švirkštiniuose infuzijos siurbliuose - stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistema, nuo kurios priklauso nuolatinė ir nepertraukiama pacientui leidžiamų vaistų kiekio kontrolė. Žinomos kelios stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistemos, naudojamos infuziniuose siurbliuose. US6575936 aprašyta sistema, turinti vieną arba kelis jutiklius, kurie išdėstyti tam tikrais atstumais stūmiklio eigos ribose ir fiksuoja numatytas stūmiklio padėtis. Stūmiklyje pritvirtinta sklendė, kuri, kirsdama jutiklio srautą, nurodo tam tikrą iš anksto žinomą padėtį. Tuomet, žinant konkretaus švirkšto matmenimis, pagal užprogramuotą greitį apskaičiuojamas vaistų švirkšte suleidimo laikas ir nustatomas

sutartas personalo perspėjimo laikas, o pridėjus jau įvestą vaistų kiekį, sužinomas ir visas vaistų kiekis švirkšte. Tolesnė stūmiklio padėties kontrolė gali būti vykdoma pagal žingsninio variklio valdymo impulsus arba sraigto sukimosi kontrolės jutiklį priklausomai nuo to, kokiomis kontrolės priemonėmis aprūpinta stūmiklio pavara. Vienas jutiklis ir tam tikro ilgio sklendė užtikrina du padėties atskaitymo taškus stūmiklio eigos ribose, du jutikliai - atitinkamai keturis.

Teigiamas šios sistemos bruožas yra jos paprastumas, todėl ji gana paplitusi.

Trūkumas yra tas, kad uždėjus švirkštą reikia ilgai laukti iki stūmiklis priartės prie kurio nors jutiklio, tai gali užimti iki pusės švirkšto tūrio. Kitas neigiamas bruožas yra tai, kad nėra nuolatinės ar bent periodinės stūmiklio judesio kontrolės. Jutiklio gedimas infuzijos metu gali būti ilgai nepastebėtas arba priimtas kaip naudingas signalas. Be to, mažas vaistų kiekis švirkšte, jeigu pradinė stūmiklio padėtis bus už jutiklio veikimo ribų, iš viso nebus fiksuojamas.

JP5042218 aprašytas dviejų takelių optinės kodinės liniuotės panaudojimas, kuomet vienas takelis skirtas judesio nuotolio atskaitymui ir turi padalas - skaidrius langelius, atitinkančias tam tikrą pastovų žingsnį, o kitas takelis skirtas stūmiklio vietos nustatymui ir turi padalas, kurių ilgis proporcingas padalos eilės numeriui. Padėties nustatymo tikslumas priklauso nuo atskaitos takelio skiriamosios gebos, tai yra nuo skaidrių langelių skaičiaus liniuotės ilgio vienetė.

Teigiamas šio būdo bruožas yra tai, kad stūmiklio padėties kontrolė užtikrinama visos eigos metu, nepriklausomai nuo kitų kontrolės priemonių, ir nėra linijškumo ir išsidėvėjimo paklaidų.

Prie sistemos trūkumų reikia priskirti ribotą skiriamąją gebą, kuri priklauso nuo padėties atskaitos takelio skiriamosios gebos ir nuskaitymo jutiklio savybių. Sudėtingos optinės atskaitos sistemos, turinčios aukštą skiriamąją gebą, yra pernelyg brangios ir didelių matmenų, todėl infuzijos siurbliuose nenaudojamos. Jeigu skiriamąją gebą laikysime maksimalų, gerai nuskaitymą skaidrių plyšelių skaičių liniuotės ilgio vienetė, tai paprastos optinės liniuotės su mechaniniais plyšeliais ir plačiai naudojamais optiniais jutikliais gali turėti iki dviejų plyšelių milimetre. Tuo būdu stūmiklio vietos nustatymo paklaida būtų apie 0,5 mm, o tai sudarytų apie 4% 3 ml švirkšto tūrio. Tai būtų santykinai žemas vaistų kiekio nustatymo tikslumas.

Dar kitas trūkumas - tai santykinai didelis kodo ilgis, proporcingas vaistų kiekiui švirkšte. Uždėjus švirkštą, stūmiklio padėtis nustatoma tik po to, kai stūmiklis praeina vieno kodo atstumą ir dalį kodo, kurio ribose jis buvo uždėtas. Taigi, ribiniu atveju - beveik dviejų

kodų atstumą. Jeigu siurblys pritaikytas švirkštams iki 60 ml, tai jo stūmiklio užkoduota eiga turi būti ne mažiau 120 mm. Esant skiriamajai gebai 2 plyšeliai/mm, turėtume 20 kodų nuo 0,5 mm iki 10 mm ilgio. Jeigu stūmiklis, įstačius švirkštą, yra 20-to kodo gale, tai bus atpažintas 19-tas kodas, stūmikliui praėjus 19 mm atstumą, arba apie 20% švirkšto tūrio. Tai gali sukelti nepatogumų, jeigu svarbu greitai nustatyti infuzijos laiką, pavyzdžiui, esant dideliame infuzijos greičiui. Neigiamas tokios liniuotės bruožas yra ir tai, kad, skaitant lyginius kodus, jutiklis yra uždarytas ir tuo metu įvykęs jo gedimas bus gana ilgai nepastebėtas.

IŠRADIMO ESME

Šiame išradime pateikta švirkšto stūmoklio užgriebimo ir stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistema, kuri užtikrintų visišką patikimumą, automatinio būdu privedant stūmiklį prie švirkšto, turėtų trumpą ir aukšto tikslumo stūmiklio padėties nustatymo eigą, užtikrintų periodinę stūmiklio padėties kontrolę ir trumpą atstumą, kuomet jutiklio signalas nėra kontroliuojamas.

Švirkšto užgriebimo sistemoje, kurią sudaro švirkšto korpuso spaustukas, švirkšto graibšto laikiklis, švirkšto stūmiklis, du švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo svertai ir stūmiklio priartėjimo prie švirkšto stūmoklio atramos jutiklio mygtukas, švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo svertų geometrinė konstrukcija yra tokia, kad, pirma, stūmoklio atramą suspaudžiančių jėgų vektoriai visuomet eitų per atramos centrą, nepriklausomai nuo jos skersmens dydžio, o svertų nuožulnieji paviršiai nepertraukiamai spaustų stūmoklio atramą prie stūmiklio paviršiaus, ir, antra, be švirkšto suglausti svertai nesudarytų klaidingos instaliuoto švirkšto būsenos.

Stūmiklio stumiančioje plokštumoje tarp švirkšto atramos užgriebimo svertų yra įtaisytas mygtukas, indikuojantis stūmiklio priartėjimą prie švirkšto atramos, sąveikaujantis su dviem optiniais jutikliais ir sklende. Šių elementų sąveika leidžia aptikti priartėjusią prie stūmiklio švirkšto stūmoklio atramą, įjungti stūmiklio privedimo greičio lėtinimo algoritmą ir kontroliuoti švirkšto stūmoklio atramos nuolatinį kontaktą su stūmiklio stumiančia plokštuma visos infuzijos metu.

Stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės infuzijos metu sistema susideda iš vieno takelio kodinės liniuotės, turinčios skaidrius langelius optinio signalo nuskaitymui, pritvirtintos prie stūmiklio pavaros korpuso, ir kodo nuskaitymo jutiklio, pritvirtinto prie karietėlės, tvirtai sujungtos su švirkšto stūmikliu. Kodo atpažinimo sistemą sudaro rastrinis diskas ir du nuskaitymo jutikliai, kurie sudaro rastrinio disko signalų nuskaitymo ir sukimosi krypties nustatymo dešifratorių. Jutiklių signalai apdorojami elektroninio-programinio bloko,

kuris apskaičiuoja stūmiklio padėtį atraminės plokštumos, prie kurios pritvirtintas švirkšto graibštas, atžvilgiu, o pagal tai - vaistų kiekį švirkšte bei kitus užduotus parametrus.

Toliau išradimas bus aprašytas detaliau su nuoroda į brėžinius, kuriuose:

TRUMPAS BRĖŽINIŲ FIGŪRŲ APRAŠYMAS

Fig.1 yra šio išradimo švirkštinio infuzijos siurblio be įstatyto švirkšto bendras vaizdas;

Fig.2 yra šio išradimo švirkštinio infuzijos siurblio su įstatytu švirkštu bendras vaizdas;

Fig.3a-3d yra švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo ir fiksavimo mechanizmo skirtingų stadijų vaizdai;

Fig.4a-4c yra švirkšto atramos padėties indikavimo mechanizmo vaizdai;

Fig.5 ir 6 yra stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistemos bendras ir schematinis vaizdai;

Fig.7 yra dalinis šio išradimo kodinės liniuotės vaizdas.

IŠRADIMO REALIZAVIMO APRAŠYMAS

Fig.1 pavaizduotame švirkštiniame infuzijos siurblyje švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo sistemą sudaro švirkšto lizdas 1, švirkšto korpuso spaustukas 2, švirkšto graibšto laikiklis 3 ir švirkšto stūmiklis 4. Stūmiklio 4 stumiančioje plokštumoje 5 sumontuoti švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo svertai 6 ir 7 ir stūmiklio priartėjimo prie švirkšto stūmoklio atramos indikavimo mygtukas 8. Fig. 2 parodytas užgriebimo sistemoje įstatytas švirkštas 9, kuomet svertai 6 ir 7 suglausti ant stūmoklio 10 atramos 11.

Kaip parodyta fig.3a-3d, švirkšto stūmoklio atramos 11 užgriebimo svertai 6 ir 7 turi tik kampinį judesį vienoje plokštumoje, lygiagrečioje stumiančiai plokštumai 5, svertų 6 ir 7 posūkio centrai C_1 ir C_2 išdėstyti simetriškai stūmiklio 4 simetrijos ašies atžvilgiu žemiau švirkšto lizdo centro. Svertai 6 ir 7 turi nuožulnius paviršius 12 ir 13, kurie pakreipti stumiančios plokštumos 5 atžvilgiu tam tikru kampu stūmiklio 4 simetrijos ašies kryptimi.

Tokios konstrukcijos dėka suglausti svertai 6 ir 7, kaip tai parodyta fig.3b, suspaudžia paviršiais 12, 13 švirkšto stūmoklio atramą 11, svertų 6, 7 sukimo momento išvystoma jėga F_m sukuria jėgą $F = F_m \tan \alpha$, spaudžiančią atramą 11 prie stumiančios plokštumos 5. Fig.3c matyti, kad svertų 6 ir 7 nuožulnių paviršių 12 ir 13 bet kuri sudaromoji, lygiagreti stumiančiai plokštumai 5, išlenkta kintamo spindulio lanku taip, kad švirkšto stūmoklio antgalį spaudžiančių jėgų vektoriai F_{m1} , F_{m2} , F_{m3} visuomet eitų per atramos

11 centrą, nepriklausomai nuo jos skersmens D dydžio. Kad ši sąlyga galiotų ir nepriklausomai nuo stūmoklio atramos 11 aukščio, nuožulnių paviršių 12 ir 13 briaunas - viršutinę 14 ir apatinę 15 - sudaro vienodos kintamo spindulio kreivės, lygiagrečios stumiančiai plokštumai 5, tik pasuktos simetrijos ašies kryptimi apie svertų 6 ir 7 posūkio centrą, tuo būdu sudarydamos kintamo spindulio ir kintamu kampu pasvirusį paviršių. Apatinė minėto paviršiaus briauna 15 pakelta nuo stumiančios plokštumos 5 tam tikru atstumu, kad be švirkšto suglausti svertai pilnai nenuspaustų mygtuko 8 ir nesudarytų klaidingos instaliuoto švirkšto būsenos.

Stumiančioje plokštumoje 5 tarp svertų 6 ir 7 įtaisytas stūmiklio 4 priartėjimo prie švirkšto atramos 11 jutiklio mygtukas 8, kuris, kaip matyti fig.4a, yra susietas su dviem optiniais jutikliais 16 ir 17 ir sklende 18.

Kaip matyti fig.4a-4c, sklendės 18 plotis yra mažesnis už atstumą tarp optinių jutiklių 16 ir 17 jautrių plyšelių P_1 ir P_2 , todėl, spaudžiant mygtuką 8, gaunamos trys jutiklių signalų būsenos: pradinėje padėtyje, kuomet mygtukas 8 neturi kontakto su švirkšto stūmoklio atrama 11 arba nesusiglaudę svertai 6 ir 7, sklendė 18 yra uždariusi jutiklį 16. Spaudžiant mygtuką 8 ne daugiau kaip iki pusės jo eigos arba be švirkšto uždariant svertus 6 ir 7, atidengiamas jutiklio 16 jautrus plyšelis P_1 (fig.4b) ir tam tikrose ribose veikia abu jutikliai 16 ir 17. Toliau spaudžiant mygtuką 8 (fig.4c), sklendė 18 uždengia jutiklio 17 jautrų plyšelį P_2 , o stūmiklis 4 priartėja prie švirkšto atramos 11 per minimalų atstumą, kuris gali būti leistinas infuzijos metu. Atstumas, kurį gali nueiti stūmiklis 4 nuo pirmojo jutiklio 16 suveikimo, kad nesukeltų nenumatytos infuzijos, nustatomas gamybos metu ir jeigu to atstumo ribose uždengiamas jutiklis 17, - nuleidžiami užgriebimo svertai 6 ir 7. Tuo būdu, pirmasis optinis jutiklis 16 kontroliuoja, ar stūmiklis 4 liečia mygtuką 8. Šio jutiklio paskirtis - stūmiklio 4 privedimo greičio lėtinimo algoritmo įjungimas, kuris sumažina stūmiklio 4 privedimo greitį taip, kad būtų galima bet kuriuo momentu stūmiklį 4 staiga sustabdyti. Antrasis optinis jutiklis 17 kontroliuoja, ar švirkšto stūmoklio atrama 11 neatitrūko nuo stumiančios plokštumos 5 daugiau negu leistina infuzijos metu. Mygtukas 8 yra pakankamai didelio skersmens, kad įstatytas švirkštas su pakrypusiu stūmokliu jį vis vien nuspauštų. Tokį defektą turi 1 ml nominalaus talpumo švirkštai, kurių stūmoklio atrama 11 yra labai mažo skersmens ir gali gana daug nukrypti nuo simetrijos ašies. Naudojant šią švirkšto užgriebimo sistemą siurbliuose su rankiniu stūmiklio privedimu, tai apsaugo nuo galimos operatoriaus klaidos, kuomet svertai gali būti nuleisti, neužgriebus švirkšto stūmoklio atramos ir sudaryta klaidinga instaliuoto švirkšto būseną.

Mygtukas 8 ir du optiniai jutikliai 16 ir 17 sudaro patikimą kontrolės sistemą, kuri apsaugo nuo nevaldomos infuzijos dėl kurio nors iš jutiklių 16, 17 gedimo. Jeigu gedimo nėra, abiejų jutiklių 16, 17 signalų loginė suma visada lygi vienetui. Jeigu stūmiklio 4 privedimo metu minėta loginė suma lygi nuliui, vadinasi, sugedęs antrasis jutiklis 17 arba abu jutikliai sugedo tuo pačiu metu, pavyzdžiui, nutrūko jų maitinimo grandinė. Jeigu infuzijos metu minėta suma lygi nuliui, vadinasi, sugedęs pirmasis jutiklis 16 arba sugedo abu jutikliai 16, 17 tuo pačiu metu. Jeigu stūmiklio 4 privedimo metu suveikė pirmasis jutiklis 16, bet per nustatytą atstumą neišsijungė antrasis jutiklis 17, tai reiškia, kad jis sugedo tokiu būdu, kad pastoviai duoda suveikimo signalą.

Stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės švirkštinuose infuzijos siurbliuose sistema, parodyta fig.5-7, susideda iš vieno takelio kodinės liniuotės 19, pritvirtintos prie stūmiklio pavaros korpuso 20, kodo nuskaitymo jutiklio 21, pritvirtinto prie kariatėlės 22, kurioje įmontuota sraigtinės pavaros veržlė 23 ir kuri tvirtai sujungta su švirkšto stūmikliu 4. Kodo atpažinimo sistemą sudaro rastrinis diskas 24, pritvirtintas prie sraigto 25, ir du nuskaitymo jutikliai 26 ir 27, kurie sudaro rastrinio disko 24 signalų nuskaitymo ir sukimosi krypties nustatymo dešifratorių. Jutiklių 26 ir 27 signalai apdorojami elektroninio-programinio bloko 28, kuris, naudodamas iš anksto įvestus siurblio mechanizmo kalibravimo duomenis ir naudojamų švirkštų mechaninius duomenis, apskaičiuoja momentinę stūmiklio padėtį atraminės plokštumos, prie kurios pritvirtintas švirkšto graibštas, atžvilgiu, o pagal tai - ir vaistų kiekį švirkšte bei kitus užduotus parametrus.

Kaip parodyta fig.7, kodinę liniuotę 19 sudaro vienodi skaidrūs langeliai 29, kurie užtikrina optinio jutiklio 21 gerai nuskaitymą signalą. Mažiausias intervalas tarp langelių 29 parinktas taip, kad gretimų langelių 29 signalai nuskaitymo jutiklio 21 išėjime būtų gerai atskirti vienas nuo kito. Kiti intervalai vienas už kitą ilgesni vienu minimaliu dydžiu S , vadinamu žingsniu, kurio ilgį gerai atpažįsta nuskaitymo sistema. Mažiausias intervalas vadinamas markeriu M , juo prasideda visi kodai. Kiti trys intervalai vadinami ženklais A , B ir C , yra vienu žingsniu S ilgesni už markerį M ir vienas už kitą. Optimalus markerio M ilgis yra du arba trys žingsniai $2S$ arba $3S$. Stūmiklio 4 padėtis koduojama keturių ženklų kodinėmis kombinacijomis, toliau vadinamomis kodais K_1 , K_2 , K_3 ir t.t. Visi ženklai prasideda skaidriu optinės liniuotės 19 langeliu ir tęsiasi iki kito langelio. Visi kodai prasideda markeriu M , po kurio seka trijų ženklų kombinacija iš aibės A , B , C . Jeigu markerio ilgis nustatytas $2S$, tai ženklų ilgiai bus: $A=3S$, $B=4S$ ir $C=5S$. Jeigu markerio ilgis parinktas $3S$, tai ženklų ilgiai bus: $A=4S$, $B=5S$ ir $C=6S$.

Kodai sudaromi taip, kad užimtų mažiausią ilgį, kad visi būtų unikalūs, ir išdėstomi, pradedant nuo mažiausią ilgį turinčio kodo, taip, kad kodo pailgėjimas būtų ne daugiau vieno žingsnio. Liniuotės gale po paskutinio kodo taip pat formuojamas markeris ir vienas skaidrus langelis, kuris suformuoja paskutinio kodo pabaigos markerį, reikalingą, skaitant liniuotę 19 atvirkščia kryptimi. Vienodo ilgio kodai sudaro kodų grupę, kurios viduje jie gali būti išdėstomi bet kaip. Siekiant, kad trumpesni švirkštai turėtų ir trumpesnę padėties atpažinimo intervalą, kodus liniuotėje tikslinga išdėstyti didėjančia tvarka nuo infuzijos pabaigos. Liniuotės kodavimo variantas, priimant markerio ilgį 3S ir žingsnio S ilgį 0,25 mm, pateiktas 1 Lentelėje.

1 LENTELĖ: LINIUOTĖS KODAVIMO PAVYZDYS

Kodo žymėjimas	Kodo reikšmė	Kodo ilgis		Atstumas nuo K1 kodo markerio iki K(n+1) kodo markerio	
		Žingsnių, S	mm	Žingsnių, S	mm
K1	MAAA	15	3,75	15	3,75
K2	MAAB	16	4,0	31	7,75
K3	MABA	16	4,0	47	11,75
K4	MBAA	16	4,0	63	15,75
K5	MAAC	17	4,25	80	20,0
K6	MABB	17	4,25	97	24,25
K7	MACA	17	4,25	114	28,5
K8	MBAB	17	4,25	131	32,75
K9	MBBA	17	4,25	148	37,0
K10	MCAA	17	4,25	165	41,25
K11	MABC	18	4,5	183	45,75
K12	MACB	18	4,5	201	50,25
K13	MBAC	18	4,5	219	54,75
K14	MBBB	18	4,5	237	59,25
K15	MBCA	18	4,5	255	63,75

K16	MCAB	18	4,5	273	68,25
K17	MCBA	18	4,5	291	72,75
K18	MACC	19	4,75	309	77,5
K19	MBBC	19	4,75	327	82,25
K20	MBCB	19	4,75	345	87,0
K21	MCAC	19	4,75	364	91,75
K22	MCBB	19	4,75	383	96,5
K23	MCCA	19	4,75	402	101,25
K24	MBCC	20	5,0	421	106,25
K25	MCBC	20	5,0	440	111,25
K26	MCCB	20	5,0	459	116,25
K27	MCCC	21	5,25	478	121,5
K28*	M*	4	1,0	482	122,5

Infuzijos metu kodai skaitomi atvirkščia kryptimi, t.y. nuo liniuotės 19 galo. Kodą galima atpažinti, tik atpažinus markerį, todėl, skaitant atvirkščia kryptimi, N kodui priskiriamas markeris, kuris, skaitant tiesiogine kryptimi, priklausė N+1 kodui. Lentelėje nurodytas kodo ilgis atitinka 0,25 mm ilgio žingsnį ir 0,75 mm markerio intervalą. Maksimalus intervalas, kuomet nuskaitymo jutiklis 21 yra neapšviestas, yra 5 žingsniai arba 1,25 mm. Tai atstumas, kurio metu nuskaitymo jutiklio 21 gedimas gali likti nepastebėtas. Šis atstumas apie 6,6 karto mažesnis nei žinomos dviejų takelių liniuotės.

Kodinės liniuotės 19 pradžia apytikriai turi sutapti su nuskaitymo jutikliu 21 tuomet, kuomet stūmiklis 4 maksimaliai priartėja prie švirkšto graibšto atraminės plokštumos 3, išspausdamas vaistus.

Kodinės liniuotės 19 kodų atpažinimo (nuskaitymo) sistemą sudaro dešifраторius, sudarytas iš optinio rastrinio disko 24 ir dviejų jutiklių 26 ir 27. Vienas iš jų, pavyzdžiui, 26, skirtas rastrinio disko intervalų nuskaitymui. Rastrinis diskas 24 yra tvirtai sujungtas su sraigtinės pavaros sraigtu 25, o jo kampinių padalų intervalų per tam tikrą atstumą skaičius yra liniuotės 19 žingsnių skaičiaus kartotinis. Tuo būdu, rastrinis diskas 24 kodinės liniuotės

19 atžvilgiu sudaro sinchroninę sistemą, kuri padalina kodinės liniuotės 19 ženklų intervalus į tam tikrą rastrinio disko intervalų skaičių. Pagal tai, kiek rastrinio disko intervalų telpa į vieną kodinės liniuotės intervalą ir nustatoma kiekvieno ženklo reikšmė. Vienodo ilgio ženklai skirtingose optinės liniuotės vietose dėl mechaninių paklaidų ir optinių savybių gali turėti skirtingą rastrinio disko intervalų skaičių. Kad optinės liniuotės ženklų žingsnių skaičiaus atpažinimas būtų patikimas ir esant rastrinio disko vieno intervalo paklaidai, vieną optinės liniuotės žingsnį turi atitikti trys arba daugiau rastro intervalų. Tuomet vieno rastrinio disko intervalo paklaida, nustatant liniuotės intervalo ilgį, dar nesuvienodins dviejų intervalų, besiskiriančių vienu žingsniu, ir neduos atpažinimo klaidos. Taigi, rastrinis diskas 24 liniuotės 19 atžvilgiu turi turėti ne mažiau kaip tris intervalus vienam kodinės liniuotės 19 žingsniui. Tuomet markeris M atitiks 9 ± 1 , ženklas A - 12 ± 1 , B - 15 ± 1 ir C - 18 ± 1 rastrinio disko intervalų. Pagal žinomą liniuotės kodų sudėtį ir jų padėtį nustatoma ir stūmiklio 4 padėtis nuo sutartinės švirkšto tvirtinimo vietos, pavyzdžiui, švirkšto graibšto atraminės plokštumos 3. Stūmiklio 4 padėties nustatymo paklaida šiuo atveju yra ne didesnė už vieną rastrinio disko intervalą arba $1/3$ dalį kodinės liniuotės žingsnio. Sinchroninės sistemos patikimam funkcionavimui būtina, kad sukaupia liniuotės ir sraigto žingsnių paklaida per visą eigos ilgį nesiskirtų daugiau nei $1/3$ liniuotės žingsnio.

Antrasis rastrinio disko 24 jutiklis 27 perstumtas pirmojo atžvilgiu per $1/4$ rastro padalos periodo, tuo būdu jo signalas atsilieka arba pralenkia pirmojo jutiklio signalą $1/4$ periodo priklausomai nuo to, kuria kryptimi sukasi diskas 24. Lyginant abiejų jutiklių signalus, pagal žinomą algoritmą ir nustatoma rastro sukimosi, o tuo pačiu ir stūmiklio judesio, kryptis. Tai reikalinga todėl, kad infuzijos metu sraigtas 25 gali būti trumpą laiką sukamas ir atvirkščia kryptimi, pavyzdžiui, įvykus neleistinam slėgio padidėjimui švirkšte (okluzijai), tuo metu būtina sraigą pasukti atvirkščia kryptimi, kad slėgis sumažėtų iki leistinų ribų, o nueitas tuo metu atstumas turi būti taip pat tiksliai fiksuojamas ir įvertinamas, nustatant kodo reikšmę ir stūmiklio 4 padėtį.

Esant didesniam rastrinio disko 24 padalų skaičiui, tenkančiam vienam liniuotės 19 žingsniui, nuskaitymo sistema gali būti ir asinchroninė, kuomet rastro intervalų skaičius nėra liniuotės žingsnių skaičiaus kartotinis, ir atvirkščiai, liniuotės žingsnių skaičius gali sutapti su rastro žingsnių skaičiumi, jeigu įmanoma mechaniškai ir elektriškai juos sutapdinti. Abiem atvejais svarbu įvertinti galimą klaidos tikimybę ir stūmiklio padėties nustatymo tikslumą.

Rastrinis diskas gali būti sumontuotas ir ant variklio ašies, jeigu variklis sinchroniškai sujungtas su sraigtu, pavyzdžiui, krumpliaračių arba krumpliuoto dirželio

reduktoriumi. Jeigu variklis arba reduktorius turi sukimosi krypties dešifratorių, jis gali būti panaudotas vietoje rastrinio disko, jeigu jo skiriamoji geba tenkina ankščiau išvardintus reikalavimus. Tiek liniuotė, tiek rastrinis diskas gali būti ne tik optiniai, bet ir suformuoti kitu būdu, užtikrinančiu statinį signalo nuskaitymą, pavyzdžiui, magnetinis įrašas ir magnetiniam srautui jautrus jutiklis.

Elektroninis-programinis blokas 28 yra tam tikra bendros siurblio valdymo elektronikos dalis, atliekanti aprašytus jutiklių kontrolės ir valdymo veiksmus.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Švirkšto stūmoklio užgriebimo ir stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistema švirkštiniuose infuzijos siurbliuose, kurioje švirkšto užgriebimo sistema turi švirkšto korpuso tvirtinimo infuzijos siurblyje elementus ir švirkšto stūmiklį su švirkšto stūmoklio atramos užgriebimo svertais ir stūmiklio paviršiaus priartėjimo prie švirkšto stūmoklio atramos indikavimo mygtuku, o stūmiklio padėties nustatymo sistema yra sumontuota siurblio korpuso viduje ir susideda iš stūmiklio padėties nustatymo kodinės liniuotės ir kodo skaitymo ir atpažinimo dešifratoriaus, besiskirianti tuo, kad švirkšto užgriebimo sistema susideda iš:
 - a) švirkšto stūmoklio atramos (11) užgriebimo svertų (6, 7), įrengtų per atstumą nuo stūmiklio (4) paviršiaus (5), kurių kiekvienas turi po vieną nuožulnų paviršių (12, 13), kontaktuojantį su švirkšto stūmoklio atrama (11), ir pakreiptą stūmiklio (4) simetrijos ašies kryptimi taip, kad svertų (6, 7) sukimo apie centrus (C_1 ir C_2) momento išvystoma jėga (F_m) sukuria jėgą (F), spaudžiančią švirkšto atramą (11) prie stumiančio paviršiaus (5), be to, svertų (6, 7) paviršių (12, 13) bet kuri sudaromoji, lygiagreti stumiančiai plokštumai (5), yra išlenkta kintamo spindulio lanku taip, kad spaudžianti jėga (F_m) visada sutampa su švirkšto stūmoklio atramos (11) skersmeniu (D), nepriklausomai nuo skersmens (D) dydžio;
 - b) stumiančio paviršiaus (5) priartėjimo prie švirkšto stūmoklio atramos (11) jutiklio mygtuko (8), kurio skersmuo yra nustatytas toks, kad būtų didesnis už atstumą tarp suglaustų svertų (6, 7), kad priartėdama švirkšto stūmoklio atrama (11) jį nuspaustų ir tuomet, kuomet minėta atrama (11) yra maksimaliai pakrypusi stūmiklio (4) simetrijos ašies atžvilgiu arba kuomet svertai (6, 7) susiglaudžia be švirkšto;
 - c) švirkšto užgriebimo kontrolės sistemos, susidedančios iš tarpusavyje susietų mygtuko (8), dviejų jutiklių (16, 17) ir sklendės (18), kurioje
 - i) pirmasis jutiklis (16) yra uždengtas, kuomet švirkšto stūmoklio atrama (11) yra neprisilietus prie mygtuko (8), o antrasis jutiklis (17) yra atidengtas;
 - ii) abu jutikliai (16, 17) yra atidengti, kuomet švirkšto stūmoklio atrama (11) yra nuspaudusi mygtuką (8) apytikriai pusę jo eigos arba kuomet svertai (6, 7) yra susiglaudę be švirkšto stūmoklio atramos (11);

iii) pirmasis jutiklis (16) yra atidengtas, o antrasis jutiklis (17) yra uždengtas, kuomet švirkšto stūmoklio atrama (11) yra prispausta svertais (6, 7) prie stūmiklio (4) paviršiaus (5),

ir tuo, kad stūmiklio padėties nustatymo ir kontrolės sistema susideda iš:

- d) optinės kodinės liniuotės (19), sudarytos iš kodų (K1, K2, K3 ir t.t.), sudarytų, savo ruožtu, iš ženklų pasirinktinai iš (M, A, B ar C), kur kiekvienas ženklas (M, A, B, C) atitinka tam tikro ilgio intervalą, kuris prasideda skaidriu optinės liniuotės langeliu (29) ir tęsiasi iki kito langelio (29), kuriuo prasideda kitas ženklas, ženklai (M, A, B, C) yra vienas už kitą ilgesni vienu minimaliu dydžiu, vadinamu žingsniu (S), kurį sudaro $1/2$ arba $1/3$ minimalaus ilgio ženklo, vadinamo markeriu (M), juo prasideda visi kodai (K1, K2, K3 ir t.t.), kiti trys ženklai kode gali būti bet kuri ženklų (A, B ar C) kombinacija ir sudaryti taip, kad visi kodai (K1, K2, K3 ir t.t.) būtų unikalūs;
- e) optinės kodinės liniuotės (19) kodų nuskaitymo ir atpažinimo sistemos, sudarytos iš skaitymo jutiklio (21), pritvirtinto prie kariatėlės (22), kuri yra tvirtai sujungta su stūmiklio korpusu (4) ir kurioje įtaisyta sraigtinės pavaros veržlė (3), rastrinio disko (24), pritvirtinto prie stūmiklio (4) pavaros sraigto (25) ir turinčio tris arba daugiau padalų, atitinkančių vieną optinės liniuotės (19) žingsnį, ir dviejų rastro signalo skaitymo jutiklių (26, 27), kurie pasukti vienas kito atžvilgiu per $1/4$ rastro periodo ir sudaro sraigto (25) sukimosi krypties dešifratorių;
- f) elektroninio-programinio bloko (28), valdančio infuzijos siurblių pagal švirkšto užgriebimo sistemos ir optinės kodinės liniuotės kodų nuskaitymo ir atpažinimo sistemos jutiklių signalus.

2. Sistema pagal 1 punktą, besiskirianti tuo, kad svertų (6, 7) apatinės briaunos (15) yra pakeltos nuo stūmiklio (4) paviršiaus (5) taip, kad susiglausdami be švirkšto svertai (6, 7) mygtuką (8) nuspaustų apie pusę jo eigos ir kad suveiktų pirmasis jutiklis (16), bet nebūtų uždengtas (išjungtas) antrasis jutiklis (17).

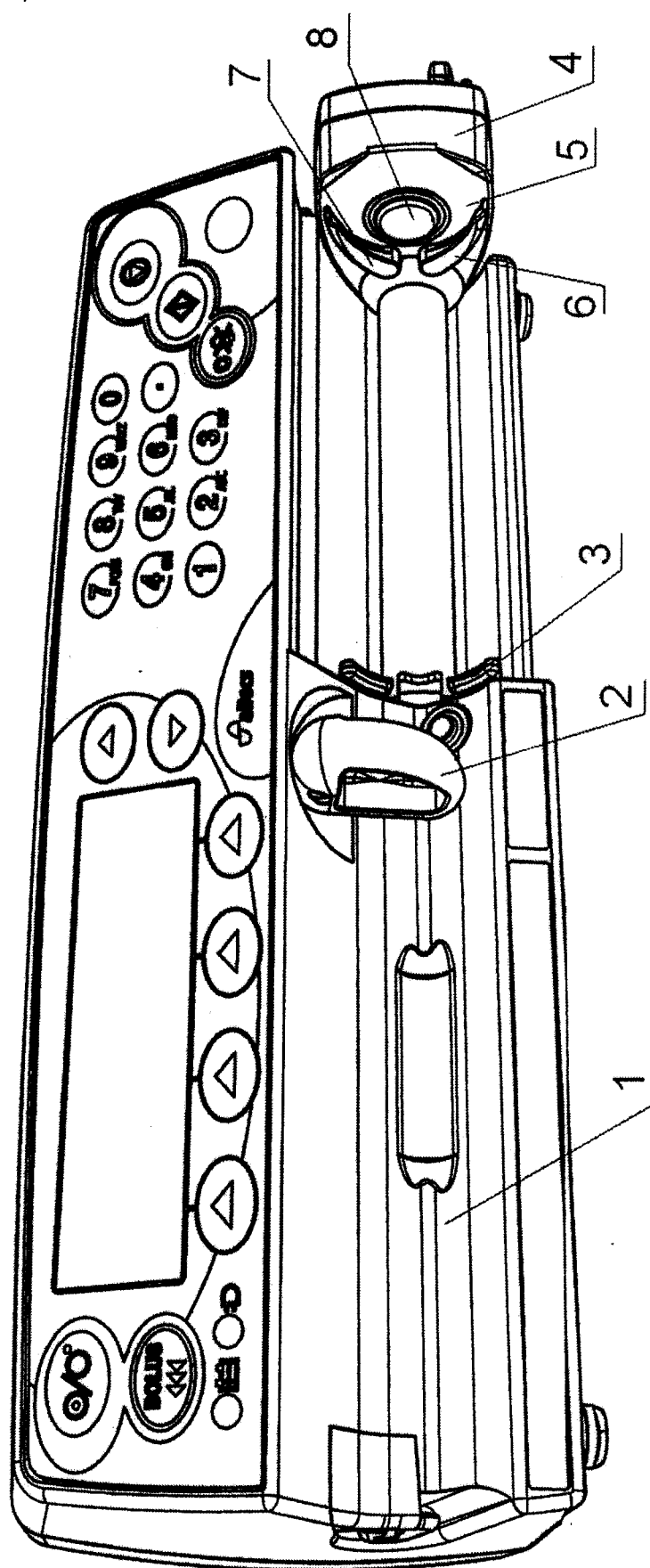


Fig.1

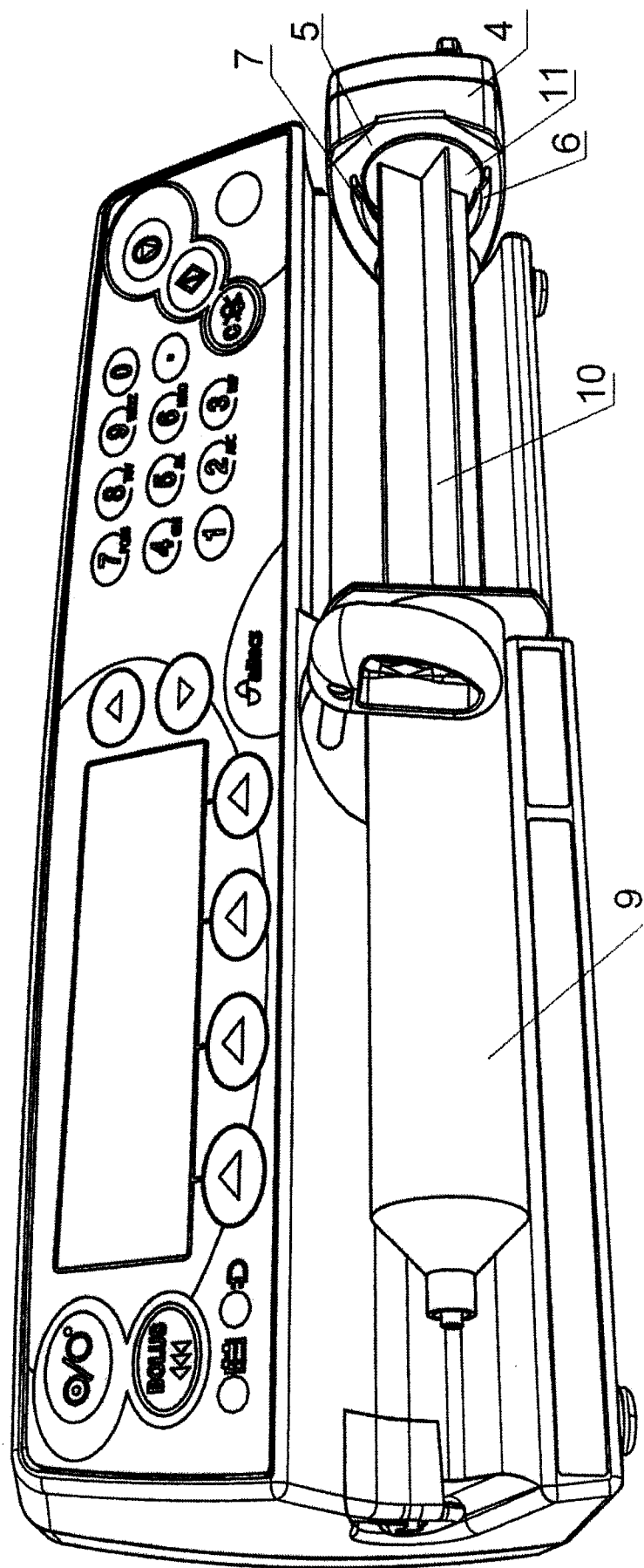


Fig.2

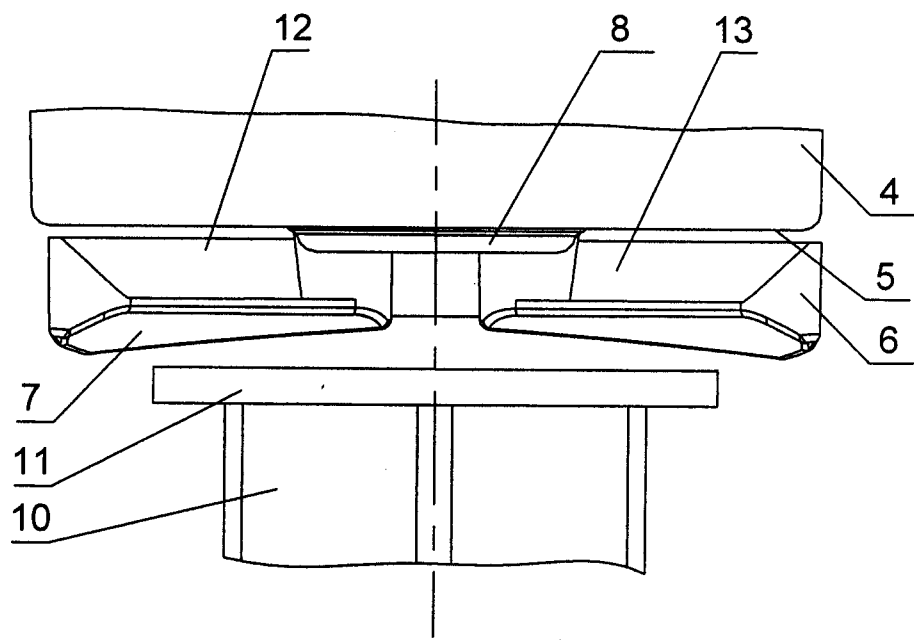


Fig. 3a

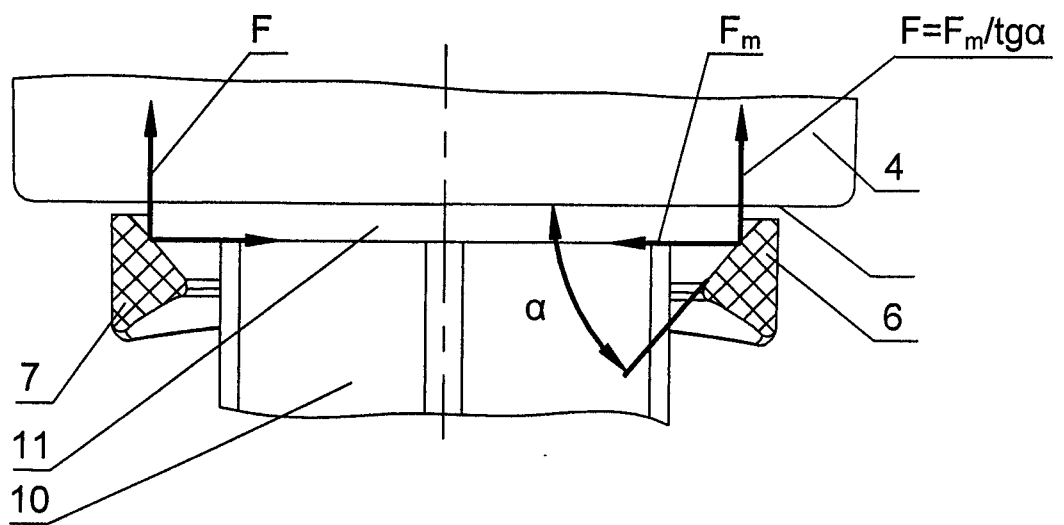


Fig. 3b

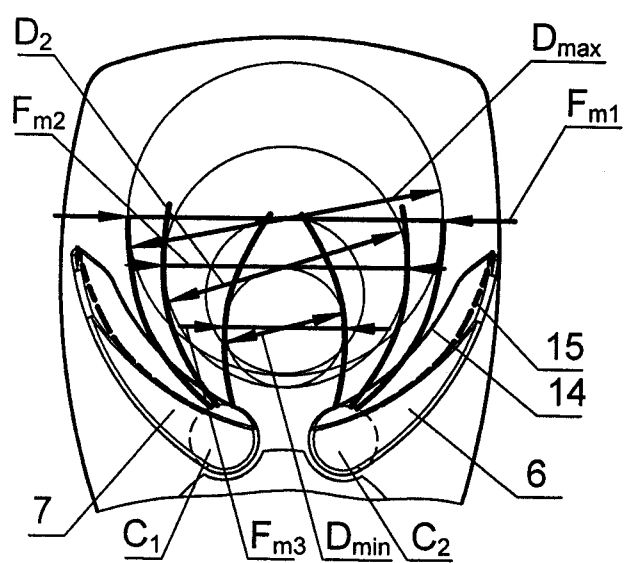


Fig. 3c

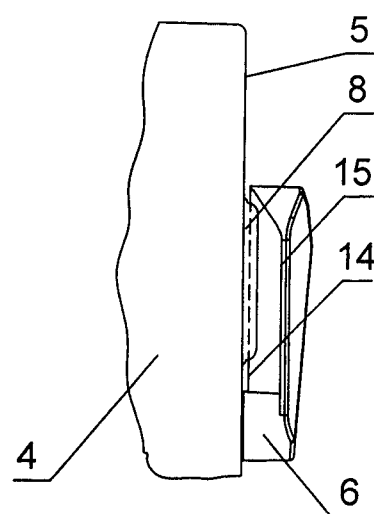


Fig. 3d

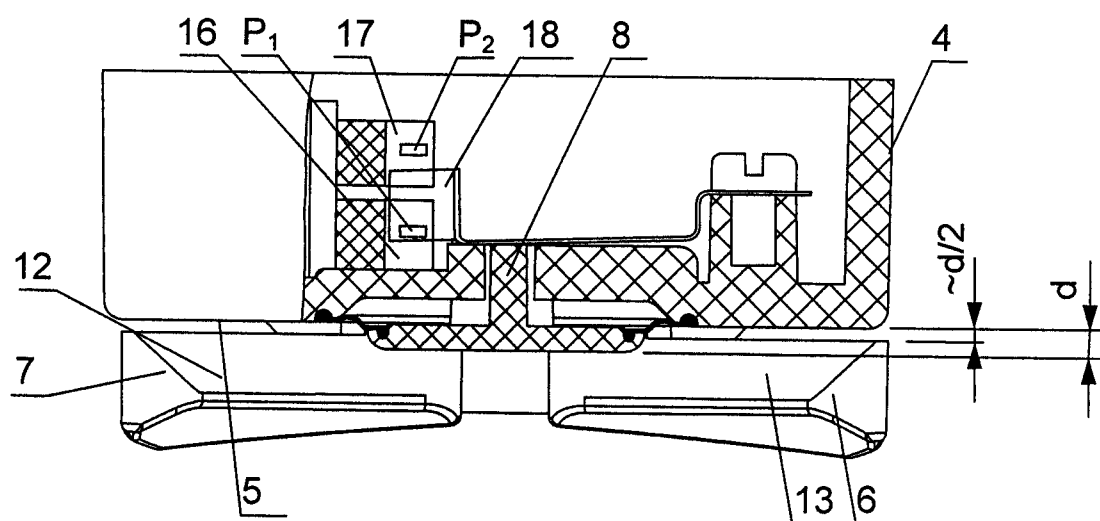


Fig. 4a

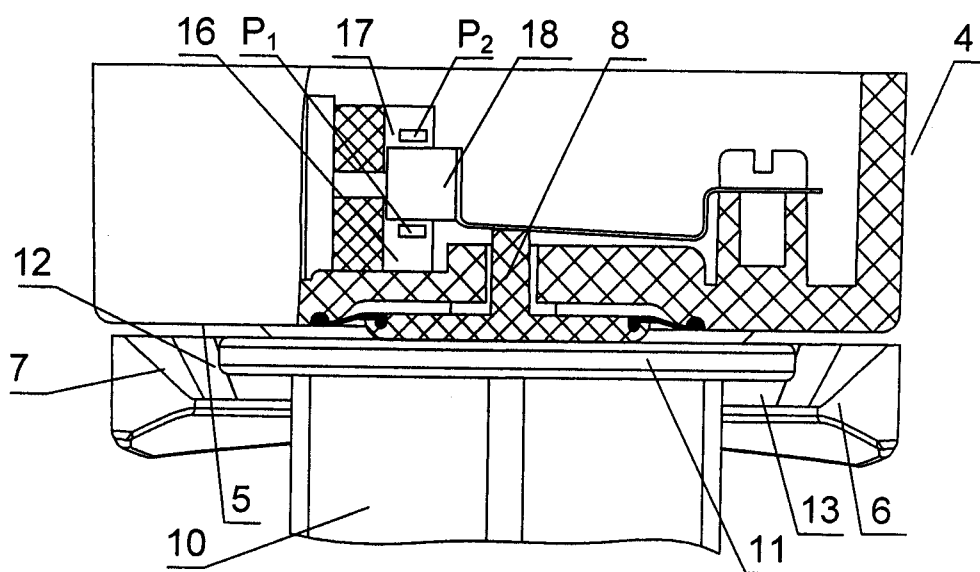


Fig. 4b

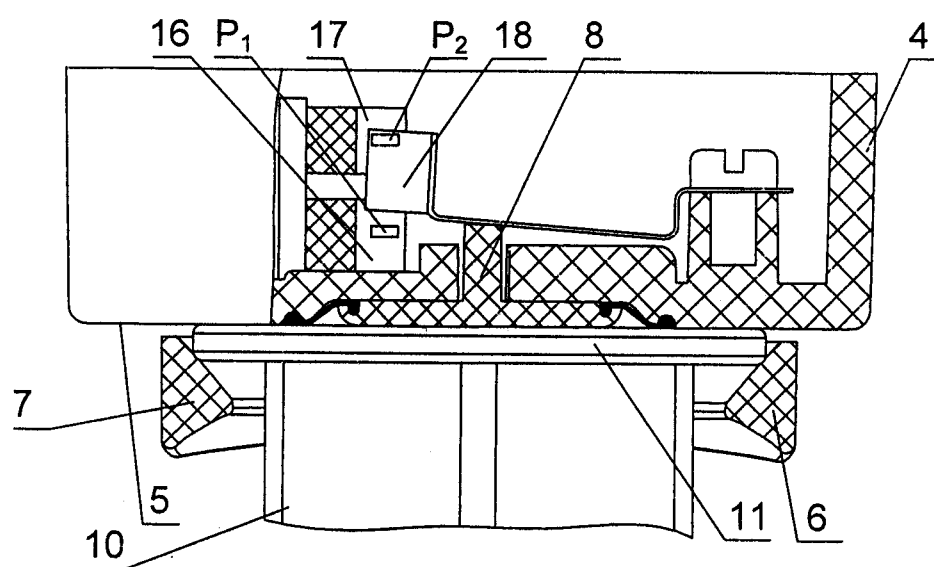


Fig. 4c

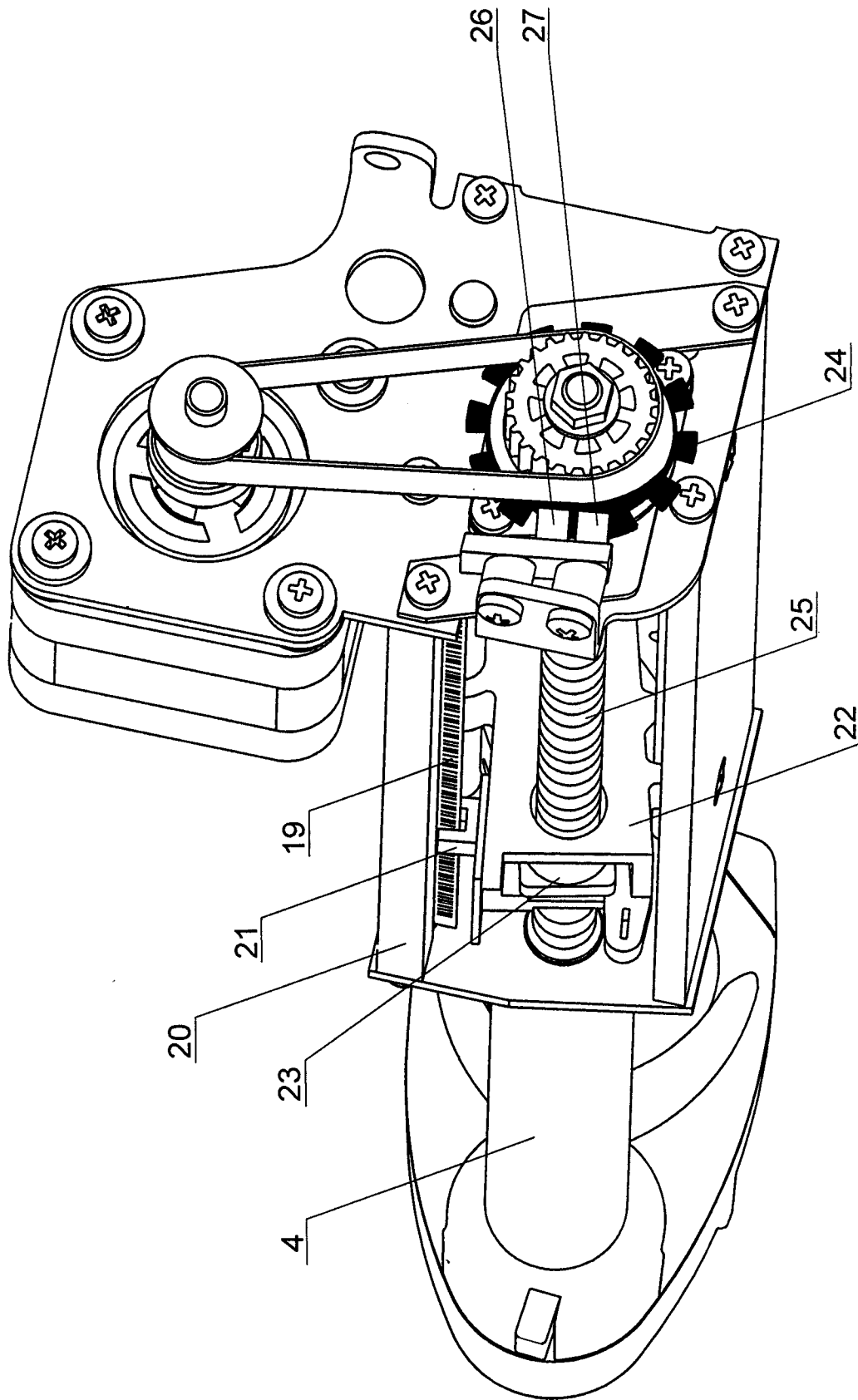


Fig. 5

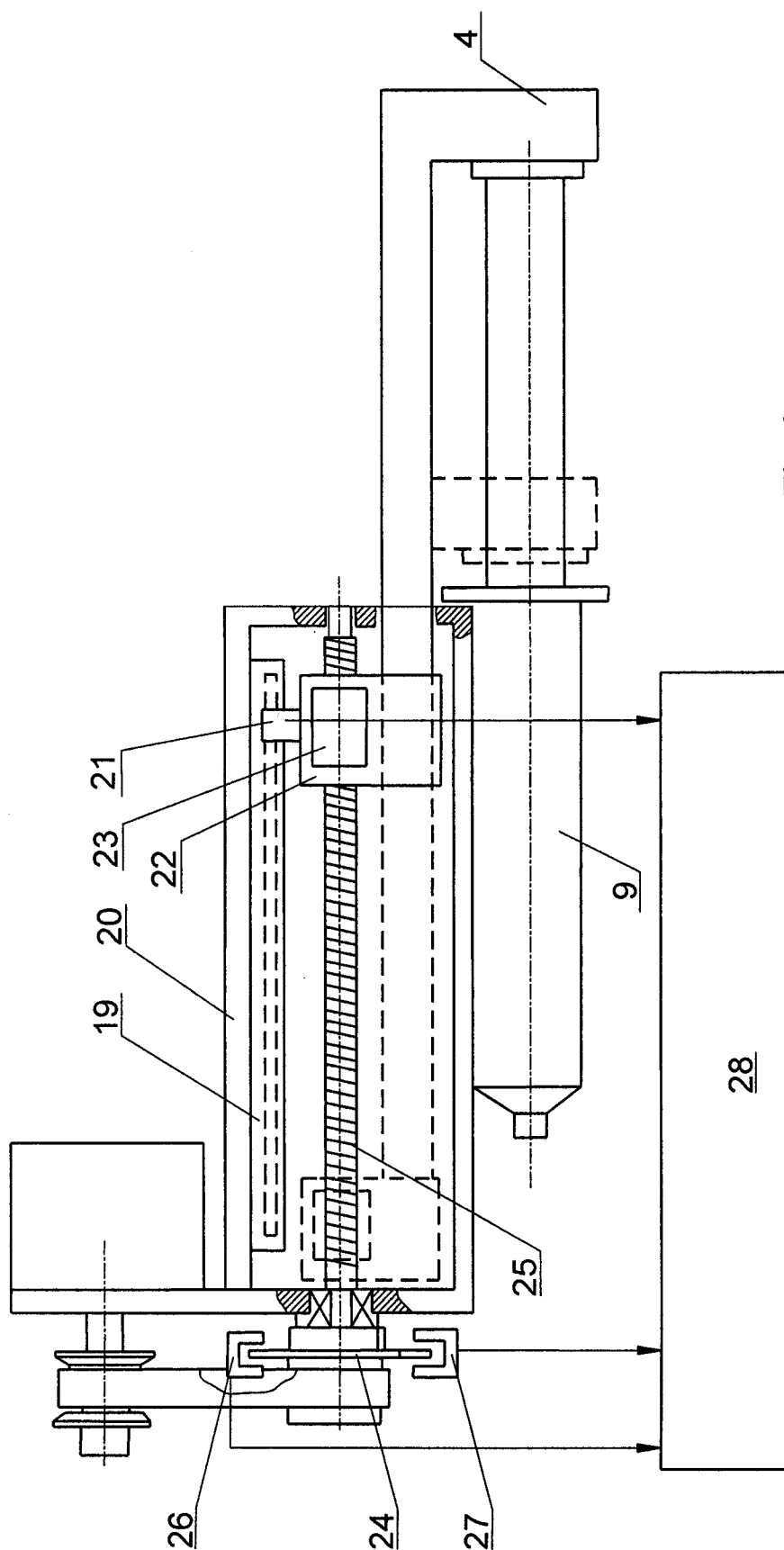


Fig.6

