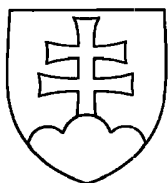


SLOVENSKÁ REPUBLIKA

(19) SK



ÚRAD
PRIEMYSELNÉHO
VLASTNÍCTVA
SLOVENSKEJ REPUBLIKY

ZVEREJNENÁ PRIHLÁŠKA VYNÁLEZU

- (22) Dátum podania prihlášky: 15. 6. 1999
(31) Číslo prioritnej prihlášky: 60/089 365
(32) Dátum podania prioritnej prihlášky: 15. 6. 1998
(33) Krajina alebo regionálna organizácia priority: US
(40) Dátum zverejnenia prihlášky: 11. 9. 2001
Vestník ÚPV SR č. 09/2001
(62) Číslo pôvodnej prihlášky v prípade vylúčenej prihlášky:
(86) Číslo podania medzinárodnej prihlášky podľa PCT: PCT/US99/13279
(87) Číslo zverejnenia medzinárodnej prihlášky podľa PCT: WO99/65380

(11), (21) Číslo dokumentu:

1923-2000

(13) Druh dokumentu: A3

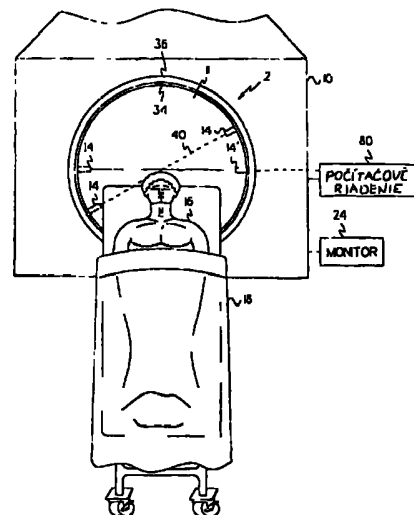
(51) Int. Cl. 7 :

A61B 8/00

- (71) Prihlasovateľ: MINRAD, INC., Buffalo, NY, US;
(72) Pôvodca: Landi Michael, Kenmore, NY, US;
Grand Walter, Buffalo, NY, US;
(74) Zástupca: PATENTSERVIS BRATISLAVA, a. s., Bratislava, SK;

(54) Názov: Spôsob stanovenia prístupu k podpovrchovému cieľu a prístroj na jeho vykonávanie

- (57) Anotácia:
Opisuje sa spôsob zameriavania cieľovej oblasti pod vedením zobrazovacieho prístroja, ako je počítačový tomograf alebo prístroj na zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Zariadenie na zameriavanie cieľovej oblasti je umiestnené vzhľadom na cieľ takým spôsobom, že pomocou odkazu na obrazy znázornené v zobrazovacom prístroji možno zvoliť optimálny smer prístupu, ktorý sa vyhýba životne dôležitým vnútorným orgánom. Zariadenie premieta lúč viditeľného svetla, napr. laserový lúč, označujúci vstupný bod a uhol prístupu k podpovrchovému cieľu.



Spôsob stanovenia prístupu k podpovrchovému cieľu a prístroj na jeho vykonávanie

Oblasť techniky

Vynález všeobecne rieši stanovenie polohy a smeru prístupu k cieľu určenému zobrazovacou technikou, ako je počítačová tomografia (CT) alebo metóda magnetickej rezonancie. Konkrétnejšie povedané vynález sa týka zariadenia a postupu na stanovenie optimálnej dráhy k podpovrchovému cieľu porovnaním optimálnej dráhy k obrazu podpovrchového cieľa vymedzeného pri zobrazovaní počítačovou tomografiou alebo magnetickou rezonanciou obrazom markerov (v odbore sa takto označuje anatomické značenie, vymedzujúce vďaka svojim fyzikálnym vlastnostiam (napr. neprestupnosti pre žiarenie) na tele pacienta pri zobrazení príslušnú oblasť) a smeru lúča viditeľného svetla zameraného na cieľ.

Doterajší stav techniky

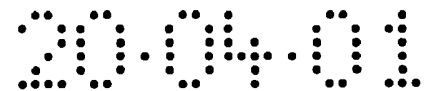
Vodiace systémy využívajúce viditeľné svetlo na osvetlenie smeru prístupu k cieľu umiestnenému v tele pacienta boli známe už v minulosti. Keď sa vodiaci systém používal spoločne so zobrazovacím prístrojom, ako je počítačová tomografia alebo prístroj na magnetickú rezonanciu, potom určoval polohu cieľovej oblasti vzhľadom na zobrazovací prístroj pomocou jedného alebo viacerých markerov. Napríklad Vilsmeireov patent Spojených štátov č. 5769861 sa zaoberá postupom umiestnenia prístroja, v ktorom sa vnútorné markery implantované do pacientovho tela a pripevnené na pacientovu lebku alebo kosť využívajú na stanovenie vnútorného referenčného systému pre zobrazovanie počítačovým tomografom alebo magnetickou rezonanciou. S vnútornými markermi sú pevne spojené vonkajšie markery slúžiace ako vonkajší referenčný rámec na stanovenie orientácie vonkajších markerov vzhľadom na vnútorný referenčný rámec na stanovenie orientácie vonkajších markerov vzhľadom na vnútorné markery v zobrazovacom prístroji. Aby bolo okrem toho možné nástroj umiestniť vzhľadom na obidva rámy vymedzené vnútornými alebo vonkajšími markermi, musí byť nástroj vybavený aspoň dvoma markermi na stanovenie naklonenia. Je zrejmé, že by bolo treba nájsť postup na umiestnenie nástroja do zobrazovacieho prístroja bez nutnosti použiť dve sady indikačných rámov, z ktorých jedna musí byť implantovaná do tela pacienta.

Systém vodiaci svetlo, ktorý vytvára laserový lúč na použitie so skenerom počítačového tomografu, je popísaný v článku „Laser Guidance System for CT-guided Procedures“ [Laserový vodiaci systém na postupy riadené výpočtovou tomografiou], Radiology, január 1995, ročník 194, č. 5, s. 282-284. V tomto článku bol na vodorovnú alebo zvislú koľajnicu pripevnenú na vyšetrovací tunel (gantry) CT prístroja namontovaný transportér podopierajúci laserový lúč. Laserový lúč sa mohol otáčať okolo stredu transportéra. Použitie transportéra s laserovým lúčom na označenie smeru prístupu k cieľu zahŕňovalo nasledujúce kroky. Bolo nasnímaných niekoľko tomografických obrázkov (CT obrazov) cieľovej oblasti, pričom na CT obraze bol stanovený vstupný bod na koži a cieľový bod. Potom bol zvolený uhol dopadu na dráhu medzi cieľovým a vstupným bodom. Tento vstupný bod bol označený umiestnením markera neprestupný pre žiarenie na pacientovu kožu. Potom bol pacient premiestnený z roviny snímania a transportér bol naklonený tak, aby zodpovedal uhlu dopadu a posúvaný po koľajnici, pokiaľ laserový lúč nezameral vstupný bod na koži.

Systém a postup popísaný vo vyššie uvedenom článku má značnú nevýhodu v tom, že umožňuje iba približné vizuálne stanovenie vstupného bodu a prístupové dráhy k cieľu na základe CT obrazu bez uvedenia referenčného vzťahu tejto dráhy k smeru laserového lúča v momente, keď je CT obraz snímaný. Keď je na koži pacienta umiestnený marker neprestupný pre žiarenie, je treba vykonať ďalšie zobrazenie na zaistenie správneho umiestnenia markera na vstupnom bode na koži. Bolo by teda výhodné nájsť systém a postup lokalizácie cieľa, ktorý by umožňoval voliť vstupný bod a uhol prístupu k cieľu, označiť tento bod na koži pacienta a súčasne v momente snímania obrazu identifikovať svetelným lúčom smer prístupu k cieľu. Ešte výhodnejšie by bolo mať počas zobrazovacieho procesu možnosť stanoviť rôzne prístupové dráhy k cieľu bez nutnosti opakovať zobrazovanie na posúdenie vhodnosti ďalších ciest.

Podstata vynálezu

Cieľom vynálezu je preto poskytnúť systém pre zobrazovacie prístroje, kde sa na nájdenie vzťahu medzi vstupným bodom a uhlom prístupu k podpovrchovému cieľu v trojrozmernom priestore pacienta a ich náprotivky na obraze pacienta na monitore zobrazovacieho zariadenia používajú markery.



Ďalším cieľom vynálezu je poskytnúť systém lokalizácie cieľa, ktorý má toľko stupňov voľnosti ako obrazová rovina zobrazovacieho prístroja. Takýto systém má výhodu v tom, že stanovuje optimálnu dráhu k obtiažne lokalizovateľnému cieľu na základe sledovania pohybu obrazovej roviny. Pri použití systému nebude nutné na uskutočnenie ďalšieho zobrazenia a stanovenia dráhy k cieľu pacienta premiestňovať.

Ďalším cieľom vynálezu je poskytnúť systém, ktorý umožňuje translačný a rotačný pohyb lúča viditeľného svetla v systéme zameriavania cieľovej oblasti za účelom zvýšenia presnosti lokalizácie cieľa a stanovenia preferovanej polohy cieľa vzhľadom na systém a smer prístupu k cieľu.

Ďalším cieľom vynálezu je poskytnúť postup stanovenia a identifikácie dráhy k podpovrchovému cieľu, pričom na stanovenie dráhy s pomocou zobrazovacieho prístroja a súčasne na vymedzenie priamky určujúcej smer lúča viditeľného svetla ako vodidlo pre nástroj sa používajú markery.

Systém podľa vynálezu obsahuje podpornú zostavu prestupnú pre žiarenie, napríklad rámovú zostavu, umiestnenú v poli skenera počítačového tomografu alebo iného zobrazovacieho prístroja. Vhodné pohonné zariadenie, napr. prevodové súkolesie, môže otáčať rámovou zostavou okolo jej osi otáčania. Na rámovú zostavu sú oproti sebe, t.j. v uhle 180° , pripevnené dva markery. Markery používané na zobrazovanie röntgenovým žiarením, napr. snímanie počítačovým tomografom, sú neprestupné pre žiarenie. Markery vhodné na zobrazovanie magnetickou rezonanciou sú neferomagnetické, t.j. pri zobrazovaní magnetickou rezonanciou neinterferujú s postupom zhromažďovania dát. Pre markery vhodné na konkrétny typ zobrazovania budeme používať pojem referenčné značky (fiducials). Referenčné značky môžu byť napr. látky neprepúšťajúce žiarenie pri snímaní počítačovou tomografiou alebo neferomagnetické markery, ktoré možno zobraziť metódou magnetickej rezonancie. Je tiež zrejmé, že existujú referenčné značky, ktoré sú neprestupné pre žiarenie a zároveň neferomagnetické, a sú teda vhodné pre počítačovú tomografiu aj pre zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Markery tohto typu vyrába napr. spoločnosť BRAIN LAB zo Spojených štátov. V popise vynálezu sa pojem referenčné značky používa na označenie niektorého z typov markerov alebo markerov od spoločnosti BRAIN LAB, v závislosti na tom, ktorý typ sa lepšie hodí na konkrétny zobrazovací postup.



Zdroj viditeľného svetla, ktorý je vzdialený alebo pripojený na rám, vytvára svetelný lúč nasmerovaný zrkadlom prepúšťajúcim žiarenie alebo priamo svetelným zdrojom na dráhu medzi dvoma referenčnými značkami. Rámovú zostavu možno umiestniť pomocou translačných stupňov x , y , z tak, aby súradnice jej stredu boli umiestnené na podpovrchovom cieľi. V takejto konfigurácii smeruje lúč viditeľného svetla vždy na cieľ, pretože rámová zostava otáča zdrojom viditeľného svetla okolo pacienta.

Keď je rámová zostava umiestnená v obrazovej rovine skenera počítačového tomografu a zobrazí sa oblasť tela pacienta, objavia sa v obraze oblasti tela na monitore skenera obrázky dvoch referenčných značiek. Priamka vytvorená počítačom medzi obidvoma obrazmi referenčných značiek bude ohraničovať konkrétnu oblasť tela pacienta a zároveň bude zodpovedať priamke, po ktorej sa šíri svetelný lúč v rámovej zostave podľa vynálezu. Operátor počítačového tomografu môže otáčať rámovou zostavou až o 360° tak, aby mohol umiestniť referenčné značky kdekoľvek na pacientovi, a umiestniť teda aj obrázky referenčných značiek kdekoľvek na obraze oblasti tela pacienta.

V tejto rámovej zostave je na pacienta nasmerovaný lúč viditeľného svetla po priamke vymedzenej líniou na monitore skenera. Svetelný lúč označuje vstupný bod na koži pacienta a vymedzuje uhol prístupu k cieľu zodpovedajúci vstupnému bodu a uhlu danému obidvoma obrazmi referenčných značiek na monitore skenera. Zmeraním vzdialeností medzi kožou a zamýšľaným cieľom na CT obraze možno stanoviť hĺbku prieniku nástroja.

Počas zobrazovaného procesu je rámová zostava umiestnená tak, že referenčné značky ležia v obrazovej rovine zobrazovacieho prístroja. Obraz cieľa je viditeľný na monitore spolu s obrazmi referenčných značiek. Priamka medzi obidvoma obrazmi referenčných značiek vymedzuje obraz cieľa, čím označuje vstupný bod a prístupovú os na cieľ v priestore pacienta. Na zvolenie preferovanej dráhy k cieľu môže operátor zobrazovacieho prístroja diaľkovým spôsobom premiestniť referenčné značky vzhľadom na rámovú zostavu alebo zmeniť priamo polohu rámovej zostavy. Akonáhle sa zvolí preferovaná dráha k cieľu, je možné zobrazovací prístroj vypnúť. Lúč viditeľného svetla osvetľujúci zvolenú preferovanú dráhu k podpovrchovému cieľu nasmeruje lekára, ktorý vykonáva invazívny lekársky zákrok, bez toho aby bol lekár alebo pacient vystavený nadmernému žiareniu alebo magnetickému poľu.

Tieto a ďalšie ciele a výhody vynálezu budú odborníkom v odbore jasnejšie po uvedení odkazov na nasledujúci opis a sprevádzajúce výkresy.

Prehľad obrázkov na výkresoch

Na obrázku je schematické znázornenie rámovej zostavy podľa vynálezu v tuneli skenera počítačového tomografu.

Na obrázku 2 je schematické znázornenie prvkov rámovej zostavy podľa vynálezu.

Na obrázku 3 je znázornenie translačného pohybu rámovej zostavy podľa vynálezu po osi X, translačného pohybu po osi Y a rotačného pohybu po osi Z.

Na obrázku 4A je prierez vedený líniou 4A – 4A na obrázku 3 a znázorňujúci referenčnú značku, zrkadlo prestupné pre žiarenie a zdroj viditeľného svetla, pripevnený na zostavu.

Na obrázku je 4B je prierez podobný prierezu na obrázku 4A, znázorňujúci ďalšie uskutočnenie rámovej zostavy.

Na obrázku 4C je prierez podobný prierezu na obrázku 4A, znázorňujúci ďalšie uskutočnenie rámovej zostavy.

Na obrázku 5 je schematické znázornenie stupňov voľnosti rámovej zostavy podľa vynálezu.

Obrázok 6 znázorňuje obrazy referenčných značiek vymedzujúce priamku ohraničujúcu obraz oblasti tela pacienta.

Na obrázkoch 7A a 7B sú obdobné ilustrácie ako na obrázku 6 so schematickým znázornením oblasti tela pacienta v rôznych polohách vzhľadom na referenčné značky.

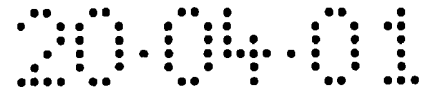
Na obrázku 8 je nárys oblúka jedného z uskutočnení vynálezu.

Na obrázku 9A je bokorys oblúka obdobného ako na obrázku 8, ale referenčné značky sú umiestnené v obrazovej rovine na rovnakej strane pacienta a zdroj viditeľného svetla je umiestnený mimo obrazovej roviny.

Na obrázku 9B je bokorys zakriveného uskutočnenia obdobný ako na obrázku 8, pričom svetelný zdroj slúži ako referenčná značka umiestnená v obrazovej rovine.

Obrázok 10 je schematické znázornenie obrazu oblasti tela pacienta spoločne s obrazmi referenčných značiek.

Obrázok 11 znázorňuje smer prístupu k podpovrchovému cieľu osvetlený svetelným lúčom, ktorý vedie nástroj pri invazívnom zákroku.



Príklady uskutočnenia vynálezu

Na obrázku 1 je prezentovaný vynález, ktorý obsahuje podpornú konštrukciu vo forme rámovej zostavy 12 prestupnej pre žiarenie, umiestnenú v obrazovej rovine zobrazovacieho zariadenia 10, napr. skenera počítačového tomografu alebo prístroja na zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Rámová zostava 12 obsahuje vonkajší podporný článok a vnútorný podporný článok, ktorý je voľne pohyblivý vzhľadom na vonkajší podporný článok. V preferovanom uskutočnení vynálezu, podrobne znázornenom na obrázkoch 4A-4C, sú vonkajšie a vnútorné podporné články v tvare prstencov 36 a 34, ktoré sú sústredné a koplanárne. Vonkajší prstenec 36 vymedzuje dráhu 35, po ktorej sa otáča vnútorný prstenec 34 pomocou motorového prevodového zariadenia s diaľkovým ovládaním.

Vonkajší prstenec 36 prestupný pre žiarenie má prednostne taký priemer, aby ho bolo možné umiestniť do obrazového poľa skeneru počítačového tomografu alebo priestoru na zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Priemer vnútorného prstenca 34 musí byť súčasne dostatočne veľký na to, aby obsiahol telo pacienta 16 vo vnútri rámovej zostavy 12. Vonkajší prstenec 36 musí navyše umožňovať pohyb rámovej zostavy 12 vo vnútri skenera alebo prístroja na zobrazovanie magnetickou rezonanciou, keď sa rámová zostava umiestni tak, aby obklopovala určitú oblasť tela pacienta.

Vnútorný prstenec 34 nesie skupinu vzájomne oddelených referenčných značiek. V preferovanom uskutočnení vynálezu, znázornenom na obrázku 2, nesie vnútorný prstenec dve referenčné značky 30 umiestnené v protiľahlých polohách priemeru vnútorného prstenca (t.j. v uhle 180°). Rámová zostava 12 navyše obsahuje zrkadlo prestupné pre žiarenie 38 a aspoň jeden zdroj viditeľného svetla 14, ktorý generuje lúč viditeľného svetla 40, predstavovaný na obrázkoch 1 až 3 prerušovanou čiarou a smerujúci na zrkadlo. Zrkadlo je umiestnené tak, aby odrážalo lúč viditeľného svetla 40 zo svetelného zdroja 14 a smerovalo odrážaný lúč po priamke vymedzenej oboma referenčnými značkami. Podľa vynálezu môže zostava 12 obsahovať dva alebo viacej zdrojov viditeľného svetla. Rámová zostava môže napr. obsahovať dva zdroje viditeľného svetla 14, umiestnené proti sebe a slúžiace súčasne ako referenčné značky. Pri takejto konštrukcii rámovej zostavy vytvára jeden alebo obidva zdroje viditeľného svetla lúče šíriace sa proti sebe po priamke priemeru vymedzenej oboma zdrojmi. Priamka bude osvetlená akýmkoľvek lúčom kolimovaného svetla, avšak v preferovanom uskutočnení podľa vynálezu je lúč viditeľného svetla laserový lúč.

Rámová zostava 12 je vyrobená z materiálov, ktoré neinterferujú so zobrazovacími schopnosťami skenera počítačového tomografu alebo prístroja na zobrazovanie magnetickou rezonanciou, ani tieto schopnosti inak nenarušujú. Rámová zostava 12, určená na použitie so zobrazovacím prístrojom na magnetickú rezonanciu, by nemala obsahovať feromagnetické materiály, ktoré môžu narúšať presnosť zhromažďovania dát na zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Na výrobu referenčných značiek 30 možno použiť akýkoľvek materiál neprestupný pri zobrazovaní počítačovým tomografom pre röntgenové lúče, napr. olovo alebo gadolínium. Materiály, z ktorých je vyrobené zrkadlo prestupné pre žiarenie 38, prepúšťajú röntgenové lúče. Zrkadlo možno napr. vyrobiť z plastu pokrytého striebrom (Ag), aby odrážalo lúč viditeľného svetla. Zrkadlo s tenkou vrstvou hliníka (Al) bude tiež v röntgenovom žiarení neviditeľné, ale pre viditeľné svetlo bude slúžiť ako reflektor. Na výrobu zrkadla možno podľa požiadaviek konkrétnej aplikácie použiť aj iné materiály s podobnými vlastnosťami.

Všetky ďalšie súčasti rámovej zostavy, ktoré sú umiestnené v obrazovej rovine zobrazovacieho zariadenia sú priesvitné pre röntgenové lúče, a sú teda vo výslednom obraze oblasti tela pacienta neviditeľné. Ako ukazujú obrázky 4A až 4C, je na niekoľkých uskutočneniach použitá rámová zostava 12. Obrázok znázorňuje vzperu 32, ktorej jeden koniec je podopieraný vnútorným prstencom 34, otáčajúcim sa v dráhe 35 vonkajšieho prstenca 36. Referenčná značka 30, ktorá je pripevnená na vnútorný prstenec 34, sa otáča spoločne s vnútorným prstencom. Na rovnaký koniec vzpery 32 je pripevnené zrkadlo prestupné pre žiarenie 38, na ktoré dopadá lúč viditeľného svetla 40 zo zdroja viditeľného svetla 14, odrážajúce sa po priemere vnútorného prstenca 34. Na obrázku 4A je zdroj viditeľného svetla 14 umiestnený na druhom konci vzpery 32. V tomto uskutočnení sú vonkajší prstenec 36 a vnútorný prstenec 34 z materiálu, ktorý prepúšťa röntgenové lúče, prípadne neinterferuje s tvorbou obrazu v prístroji pre magnetickú rezonanciu, napr. z umelej hmoty.

Iné uskutočnenie rámovej zostavy podľa vynálezu je znázornené na obrázku 4B, kde sú vonkajší prstenec 36 a vnútorný prstenec 34 pripevnené na rovnaký koniec vzpery 32 ako zdroj viditeľného svetla 14. Druhý koniec vzpery 32 nesie referenčnú značku 30 a zrkadlo prepúšťajúce žiarenie 38, pričom obidva prvky ležia v obrazovej rovine skenera počítačového

tomografu. V tomto uskutočnení sa obidva prstence 34, 36 z obrazovej roviny odstránia, čím sa zníži riziko interferencie s vytváraním obrazu a zníženie kvality obrazu.

V ďalšom uskutočnení rámovej zostavy 12 podľa vynálezu, znázornenom na obrázku 4C, podopiera jeden koniec vzpery 32 zdroj viditeľného svetla 14, ktorý nesie referenčnú značku 30. Druhý koniec vzpery 32 je umiestnený na vnútornom prstenci 34, ktorý otáča vzperou v dráhe 35 vonkajšieho prstenca 36. V takomto uskutočnení generuje zdroj viditeľného svetla 14 lúč viditeľného svetla 40 a smeruje ho do priemeru vnútorného prstenca 34, a preto nie je treba používať zrkadlo prepúšťajúce žiarenie.

Aby sa obmedzila možnosť zníženia kvality obrazu získaného počítačovou tomografiou alebo magnetickou rezonanciou v dôsledku materiálov použitých na výrobu zdroja viditeľného svetla, zvažuje sa vo vynáleze použitie rámovej zostavy so zdrojom umiestneným mimo obrazovú rovinu. V tomto prípade je lúč viditeľného svetla vysielaný do obrazovej roviny cez optické vlákno alebo iné vodiče svetla.

Ak je obrazová rovina pripevnená na zobrazovací prístroj, bude mať rámová zostava aspoň tri stupne voľnosti: dva translačné, tj. X_t a Y_t , a jeden rotačný, Z_r . Translačné stupne voľnosti umožňujú pohyb rámu v smere X a Y v obrazovej rovine, ako znázorňuje obrázok 5. Rotačný stupeň voľnosti umožňuje otáčanie rámu okolo osi Z, ktorá je kolmá na obrazovú rovinu. Navyše, ako ukazuje obrázok 3, existujú tu dva vodorovné vodiace útvary 52, ktoré umožňujú translačný pohyb X_t rámovej zostavy 12 po osi X. Zvislý podporný stĺpik 54 obsahuje ližinu 58, umožňujúcu translačný pohyb Y_t rámovej zostavy po osi Y. Pohonná konštrukcia pre pohyb po osiach X – Y 56 pohybuje rámovou zostavou 12 po osi X a Y. Prevodové súkolie 50 otáča vnútorným prstencom (nie je znázornené) rámovej zostavy 12 okolo osi Z.

Keď má však obrazová rovina svoje vlastné stupne voľnosti (povedané inými slovami, môže sa pohybovať vzhľadom na zobrazovacie zariadenie), ako je tomu pri niektorých typoch týchto prístrojov, získa rámová zostava ďalšie stupne voľnosti, ktoré budú umožňovať pohyb rámu s obrazovou rovinou: translačný pohyb po osi Z, rotačný okolo osi X a rotačný okolo osi Y. Ako znázorňuje obrázok 5, ktorý znázorňuje maximálny počet stupňov voľnosti rámovej zostavy, má rámová zostava 12 okrem stupňov voľnosti Y_t , Y_r a Z_t a tiež translačný stupeň Z_t a rotačný stupeň Y_r a X_r .

Obsluhu rámovej zostavy podľa vynálezu možno vysvetliť na príklade, ktorý popisuje lokalizáciu podpovrchového cieľa v tele pacienta počítačovým tomografom pomocou CT obrazu. V procese počítačovej tomografie sa rámová zostava 12 vkladá do tunela 11 skenera počítačového tomografu 10 znázorneného na obrázku 1, aby referenčná značka ležala v obrazovej rovine, ale prevodové súkolie a zdroj viditeľného svetla budú umiestnené mimo obrazovú rovinu. V preferovanom uskutočnení vynálezu je rámová zostava 12 spojená so stolom 18, na ktorom leží pacient, takže sa rámová zostava môže pohybovať smerom do a zo skenera počítačového tomografu 10 spoločne so stolom 18 bez toho, aby došlo k narušeniu usporiadania prvkov zostavy vzhľadom na pacienta. Takúto väzbu možno vytvoriť napríklad v usporiadaní podľa obrázku 3.

Keď skener počítačového tomografu zobrazí oblasť tela pacienta s referenčnými značkami v obrazovej rovine, budú obrazy 20 referenčných značiek viditeľné na CT obraze 23 na monitore 24 skenera, čo ilustruje obrázok 6. Cieľovú priamku 22 medzi obrazmi 20 referenčných značiek, ohraničujúce obraz tela 26 s podpovrchovým cieľom a viditeľnou na monitore 24 skenera podľa obrázku 6, vytvára software skenera počítačového tomografu. Operátor skenera počítačového tomografu môže na otáčanie vnútorného prstenca 34 rámovej zostavy 12 na umiestnenie referenčných značiek kdekoľvek po obvode vnútorného prstenca použiť diaľkové ovládanie. Nová poloha referenčných značiek 30, zrkadla 38 a zdroja viditeľného svetla 14 je znázornená prerušovanou čiarou na obrázku 2. Na obrázku 1 je znázornená nová poloha dvoch zdrojov viditeľného svetla 14. Opakované zobrazovanie počítačovým tomografom na otočenie vnútorného prstenca a zmena polohy obrazov 20 referenčných značiek na CT obraze 23 v novej polohe vzhľadom na pacienta je znázornené prerušovanými čiarami na obrázkoch 7A a 7B. Poloha referenčnej značky sa mení toľkokrát, koľkokrát je treba, pokiaľ cieľová priamka nebude ohraničovať požadovanú plochu oblasti tela pacienta v požadovanom bode a smere. Vynález možno tiež realizovať s jednou referenčnou značkou pripevnenou na rámovú zostavu, a v tom prípade bude zobrazovaciemu prístroju známy a v referenčnom systéme obsiahnutý druhý bod vymedzujúci dráhu k cieľu, napríklad stred kruhovej alebo oválnej rámovej zostavy.

Správne umiestnenie cieľovej priamky 22 vzhľadom na obraz tela 26 na CT obraze 23, ako znázorňujú obrázky 6 alebo 7A až 7B, zodpovedá smeru lúča viditeľného svetla 40 v rámovej zostave 12 vymedzeného dvomi referenčnými značkami 30. Cieľová priamka 22 na CT obraze 23 zodpovedá smeru lúča viditeľného svetla 40 mieriaceho na pacienta. Lúč

viditeľného svetla 40 preto označuje a jednoznačne definuje vstupný bod a uhol prístupu k podpovrchovému cieľu v tele pacienta. Ako ukazuje obrázok 11, nástroj na invazívny zákrok 70 obsahujúci ihlu alebo elektródu 68 umiestnenú kolíneárne s lúčom viditeľného svetla a zavedený do tela pacienta bude vymedzovať také body a oblasti v tele pacienta, aké ohraničuje cieľová priamka 22 na CT obraze 23. Po zmeraní vzdialenosti od kože 62 k podpovrchovému cieľu 64 prostredníctvom CT obrazu 23 bude známa hĺbka, do ktorej by mal byť pacientovi zavedený nástroj na invazívny zákrok 70 tak, aby dosiahol podpovrchový cieľ.

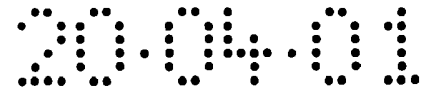
Sotva je vymedzený a lúčom viditeľného svetla 40 osvetlený smer zavedenia nástroja na invazívny zákrok 60 do tela pacienta, je možné pred zahájením invazívneho zákroku vypnúť skener počítačového tomografu alebo prístroj na zobrazovanie magnetickou rezonanciou. Vypnutím zobrazovacieho prístroja sa minimalizuje vystavenie pacienta a lekárskeho personálu röntgenovým lúčom a silným magnetickým poľom bez zníženia presnosti invazívneho zákroku vedeného lúčom viditeľného svetla v rámovej zostave podľa vynálezu.

Môže sa stať, že určitý smer cieľovej priamky 22 ohraničujúcej obraz oblasti tela na CT obraze 23 bude nežiadúci, pretože nástroj na invazívny zákrok 60 zavádzaný týmto smerom by mohol poškodiť životne dôležité orgány alebo cievy medzi kožou 62 pacienta a podpovrchovým cieľom 64. Aby bolo možné nájsť vhodný smer cieľovej priamky 22, ktorým sa má vyhnúť životne dôležitým orgánom, vnútorný prstenec 34 sa bude otáčať a premiestňovať cieľovou priamku 22, a tým aj priamku vymedzenú dvoma referenčnými značkami v rámovej zostave 12. Pokiaľ nie je obraz oblasti tela 26 umiestnený v strede 28 cieľovej priamky 22, otočením vnútorného prstenca 34 sa cieľová priamka 22 premiestni tak, aby už neohraničovala obraz oblasti tela 26. To ukazuje obrázok 7A. Postup podľa vynálezu umožňuje riešiť tento problém tak, že sa obraz oblasti tela 26 umiestni do stredu 28 cieľovej priamky 22 na CT obraze 23, a potom sa vnútorný prstenec 34 bude otáčať okolo stredu 28, pokiaľ nebude stanovený vhodný vstupný bod a uhol prístupu do obrazu oblasti tela 26, ako ukazuje obrázok 7B. Na umiestnenie obrazu oblasti tela 26 do stredu 28 cieľovej priamky 22 umožňuje pohonná konštrukcia na pohyb po osiach X – Y 56 na obrázku 4 posúvať rámovú zostavu v smeroch X a Y, pokiaľ stred vnútorného prstenca 34 nebude zodpovedať súradniciam podpovrchového cieľa. Keď je toto splnené, bude stred 28 cieľovej priamky 22 ležať na CT obraze 23 v obraze oblasti tela 26, ako znázorňuje obrázok 7B. Veľkosť

potrebného premiestnenia po osi X a Y sa meria podľa CT obrazu 23 na monitore 24 v počítači, ktorý potom počíta požadované premiestnenie.

Iné uskutočnenie rámovej zostavy podľa vynálezu je znázornené na obrázkoch 8 až 9. V tomto uskutočnení je rámová zostava obmedzená oblúkom 60 obsahujúcim referenčné značky, ktoré sú umiestnené v obrazovej rovine zobrazovacieho prístroja. V závislosti na konkrétnom zobrazovacom prístroji môže byť použitie oblúku 60 v porovnaní s kruhovou alebo oválnou rámovou zostavou výhodnejšie. Ako ukazujú obrázky 8 až 9, vymedzujú referenčné značky priamku, po ktorej je lúč viditeľného svetla 40 nasmerovaný zrkadlom prepúšťajúcim žiarenie 38. Lúč viditeľného svetla 40 je generovaný zdrojom viditeľného svetla 14. Obrazy 20 referenčných značiek 30 vymedzujú priamu ohraničujúcu cieľový obraz 26 na monitore 24 zobrazovacieho prístroja, ako ukazuje obrázok 10. Oblúk 60 má rôzne stupne voľnosti umožňujúce rotačný alebo translačný pohyb, vďaka čomu možno zvoliť optimálnu dráhu k podpovrchovému cieľu. Zdroj viditeľného svetla 14 možno umiestniť oddelene od obrazovej roviny, ako je znázornené na obrázku 9A, alebo do obrazovej roviny, ako ukazuje obrázok 9B. Ak je svetelný zdroj 14 umiestnený v obrazovej rovine, môže slúžiť ako jedna z referenčných značiek, a potom nie je treba používať druhú samostatnú referenčnú značku.

Odborníkovi by malo byť okamžite zrejmé, že rôzne kroky podľa vynálezu možno vykonávať, ovládať a optimalizovať na základe voľby vhodných nastavení a parametrov a ich zadání do programu alebo súboru programov ovládaných počítačovým riadením 80 podľa vynálezu, ako znázorňujú obrázky 1 a 3. Preto je zrejmé, že vynález spĺňa predpokladané ciele. Podrobné opisy uskutočnenia vynálezu neslúžia na obmedzenie rozsahu, ale na ilustratívne účely.



PATENTOVÉ NÁROKY

1. Prístroj na vymedzenie smeru prístupu k podpovrchovému cieľu po dopredu stanovenej dráhe na použitie so zobrazovacím prístrojom, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že obsahuje: podpornú zostavu nesúcu skupinu referenčných značiek vymedzujúcich dopredu stanovenú dráhu vzhľadom na podpornú zostavu a zdroj viditeľného svetla generujúci lúč viditeľného svetla šíriaci sa po dopredu stanovenej dráhe a označujúci smer prístupu k podpovrchovému cieľu.
2. Prístroj podľa nároku 1, v y n a č u j ú c i s a t ý m, že podporná zostava je priepustná pre žiarenie.
3. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej obsahuje reflektor prepúšťajúci žiarenie na nasmerovanie viditeľného svetla na dopredu stanovenú dráhu.
4. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podporná zostava je v podstate kruhová.
5. Prístroj podľa nároku 3, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podporná zostava je v podstate kruhová.
6. Prístroj podľa nároku 4, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že dopredu stanovená dráha je vymedzená priemerom podpernej zostavy.
7. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zdroj viditeľného svetla slúži ako jedna z referenčných značiek.
8. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zdroj viditeľného svetla je namontovaný na podpernej zostave.
9. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla sa šíri zo zdroja viditeľného svetla na dopredu stanovenú dráhu cez vodič svetla.

10. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava obsahuje dve protiľahlé referenčné značky.
11. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že premiestnením referenčných značiek vzhľadom na podpovrchový cieľ sa mení dopredu stanovená dráha k podpovrchovému cieľu.
12. Prístroj podľa nároku 4, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že premiestnením podpernej zostavy vzhľadom na podpovrchový cieľ sa podpovrchový cieľ dostane do stredu priemeru podpernej zostavy.
13. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla je laserový lúč.
14. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú nepriepustné pre žiarenie.
15. Prístroj podľa nároku 1, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú neferomagnetické.
16. Systém na vymedzenie smeru prístupu k podpovrchovému cieľu osvetlením dopredu stanovenej dráhy lúčom viditeľného svetla, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že obsahuje:
zobrazovací prístroj majúci obrazovú rovinu, pričom obrazová rovina má niekoľko stupňov voľnosti,
podpernú zostavu majúcu aspoň jeden rotačný a aspoň jeden translačný stupeň voľnosti,
aspoň dve referenčné značky namontované na podpernej zostave a umiestnené v obrazovej rovine,
zdroj viditeľného svetla generujúci lúč viditeľného svetla šíriaci sa po dopredu stanovenej dráhe a osvetľujúci dráhu ako smer prístupu k podpovrchovému cieľu.
17. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zobrazovací prístroj je počítačový tomograf alebo prístroj na zobrazovanie magnetickou rezonanciou.

18. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava má toľko stupňov voľnosti ako obrazová rovina zobrazovacieho prístroja.
19. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava je v podstate kruhová.
20. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej obsahuje reflektor prepúšťajúci žiarenie spojený s podpernou zostavou na nasmerovanie lúča viditeľného svetla na dopredu stanovenú dráhu.
21. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla je laserový lúč.
22. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla sa šíri zo zdroja viditeľného svetla na dráhu cez vodič svetla.
23. Systém podľa nároku 19, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že dráha je vymedzená priemerom podpernej zostavy.
24. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú nepriepustné pre žiarenie.
25. Systém podľa nároku 16, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú neferomagnetické.
26. Systém na vymedzenie smeru prístupu k podpovrchovému cieľu osvetlením dopredu stanovenej dráhy lúčom viditeľného svetla v zobrazovacom prístroji, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že obsahuje:
 - podpernú zostavu majúcu skupinu referenčných značiek vymedzujúcich dopredu stanovenú dráhu vzhľadom na podpernú zostavu,
 - zdroj viditeľného svetla generujúci lúč viditeľného svetla šíriaci sa po dopredu stanovenej dráhe a osvetľujúci dráhu ako prístupu k podpovrchovému cieľu;
 - počítačový systém na uskutočňovanie radu postupov slúžiacich na voľbu dopredu stanovenej dráhy stanovením optimálnej dráhy k podpovrchovému cieľu.

27. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej obsahuje reflektor prepúšťajúci žiarenie spojený s podpernou zostavou na nasmerovanie lúča viditeľného svetla po dráhe.
28. Systém podľa nároku 12, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zobrazovací prístroj je počítačový tomograf alebo prístroj na zobrazovanie magnetickou rezonanciou.
29. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podporná zostava obsahuje dve protiľahlé referenčné značky.
30. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej obsahuje zariadenie na premiestňovanie referenčných značiek vzhľadom na podpovrchový cieľ na zmenu dráhy k podpovrchovému cieľu, pričom premiestnenie je počítané počítačovým systémom.
31. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava je v podstate kruhová.
32. Systém podľa nároku 31, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej obsahuje zariadenie na premiestňovanie podpernej zostavy vzhľadom na podpovrchový cieľ na umiestnenie podpovrchového cieľa do stredu priemeru podpernej zostavy, pričom premiestnenie je počítané počítačovým systémom.
33. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla je laserový lúč.
34. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú nepriepustné pre žiarenie.
35. Systém podľa nároku 26, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú neferomagnetické.
36. Postup stanovenia dráhy k podpovrchovému cieľu na použitie so zobrazovacím zariadením majúcim obrazovú rovinu a výstupné zariadenie, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zahrnuje kroky:

vytvorenie podpory skupiny referenčných značiek umiestnených v obrazovej rovine, sledovanie polohy obrazov skupiny referenčných značiek vo výstupnom zariadení a využitie polôh obrazov skupiny referenčných značiek na stanovenie dráhy k podpovrchovému cieľu.

37. Postup podľa nároku 36, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje zmenu umiestnenia skupiny referenčných značiek vzhľadom na podpovrchový cieľ, takže nové polohy obrazu skupiny referenčných značiek možno využiť na identifikáciu inej dráhy k podpovrchovému cieľu.
38. Postup podľa nároku 36, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje vytvorenie lúča viditeľného svetla zdrojom, pričom lúč viditeľného svetla sa šíri po dráhe a osvetľuje dráhu ako smer prístupu k podpovrchovému cieľu.
39. Postup podľa nároku 38, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje inaktiváciu zobrazovacieho prístroja s využitím lúča viditeľného svetla na prístup k podpovrchovému cieľu.
40. Postup podľa nároku 38, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla je laserový lúč.
41. Postup podľa nároku 38, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje nasmerovanie lúča viditeľného svetla po dráhe prostredníctvom reflektora prepúšťajúceho žiarenie.
42. Postup podľa nároku 38, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že lúč viditeľného svetla sa šíri zo zdroja na dráhu cez vodič svetla.
43. Postup podľa nároku 36, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že dve protiľahlé referenčné značky sú umiestnené v obrazovej rovine.
44. Postup podľa nároku 36, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú nepriepustné pre žiarenie.

45. Postup podľa nároku 36, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že referenčné značky sú neferomagnetické.
46. Postup voľby požadovaného umiestnenia podpovrchového cieľa v zobrazovacom prístroji s výstupným zariadením na použitie s prístrojom obsahujúcim skupinu referenčných značiek nesených podpernou zostavou, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že zahŕňa :
- umiestnenie podpovrchového cieľa vzhľadom na zariadenie v zobrazovacom prístroji
 - tak, že obraz podpovrchového cieľa a obrazy skupiny referenčných značiek možno sledovať vo výstupnom zariadení a možno určiť umiestnenie obrazu podpovrchového cieľa vzhľadom na obrazy referenčných značiek a
 - premiestnenie skupiny referenčných značiek tak, že nové umiestnenie obrazu podpovrchového cieľa vzhľadom na obrazy skupiny referenčných značiek bude požadovaným umiestnením.
47. Postup podľa nároku 46, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava je v podstate kruhová.
48. Postup podľa nároku 46, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava obsahuje dve protíahlé referenčné značky.
49. Postup podľa nároku 48, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že požadované umiestnenie obrazu podpovrchového cieľa je približne v strede priamky medzi referenčnými značkami.
- -
50. Postup podľa nároku 46, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahŕňa uskutočnenie radu postupov v počítačovom systéme na počítačové ovládanie umiestnenia podpovrchového cieľa vzhľadom na prístroj a premiestnenie skupiny referenčných značiek.
51. Postup na umiestnenie prístroja na stanovenie smeru prístupu k podpovrchovému cieľu v zobrazovacom prístroji, kde zobrazovací prístroj obsahuje obrazovú rovinu majúcu niekoľko stupňov voľnosti, pričom postup s a v y z n a č u j e t ý m, že zahŕňa kroky: poskytnutie podpernej zostavy majúcej aspoň jeden rotačný a aspoň dva translačné stupne voľnosti,

poskytnutie aspoň dvoch referenčných značiek nesených podpernou zostavou a umiestnenie referenčných značiek v obrazovej rovine zobrazovacieho prístroja na základe pohybu podpernej zostavy aspoň po jednom zo stupňov voľnosti.

52. Postup podľa nároku 51, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že podperná zostava má toľko stupňov voľnosti ako obrazová rovina.

53. Postup podľa nároku 51, v y z n a č u j ú c i s a t ý m, že ďalej zahrnuje uskutočnenie radu postupov v počítačovom systéme na počítačové ovládanie realizácie podpernej zostavy, aspoň dvoch referenčných značiek a umiestnenie referenčných značiek v obrazovej rovine.

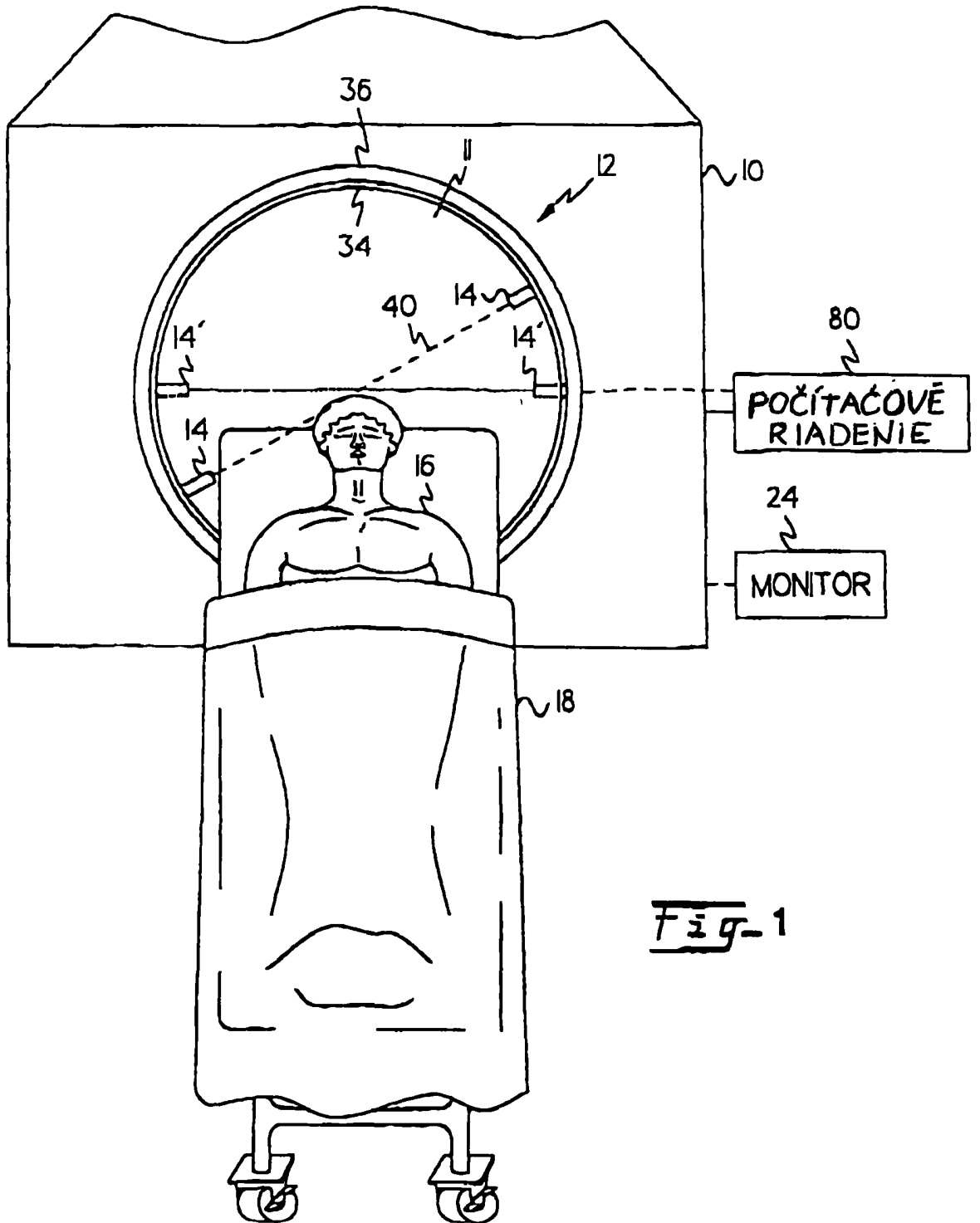


Fig-1

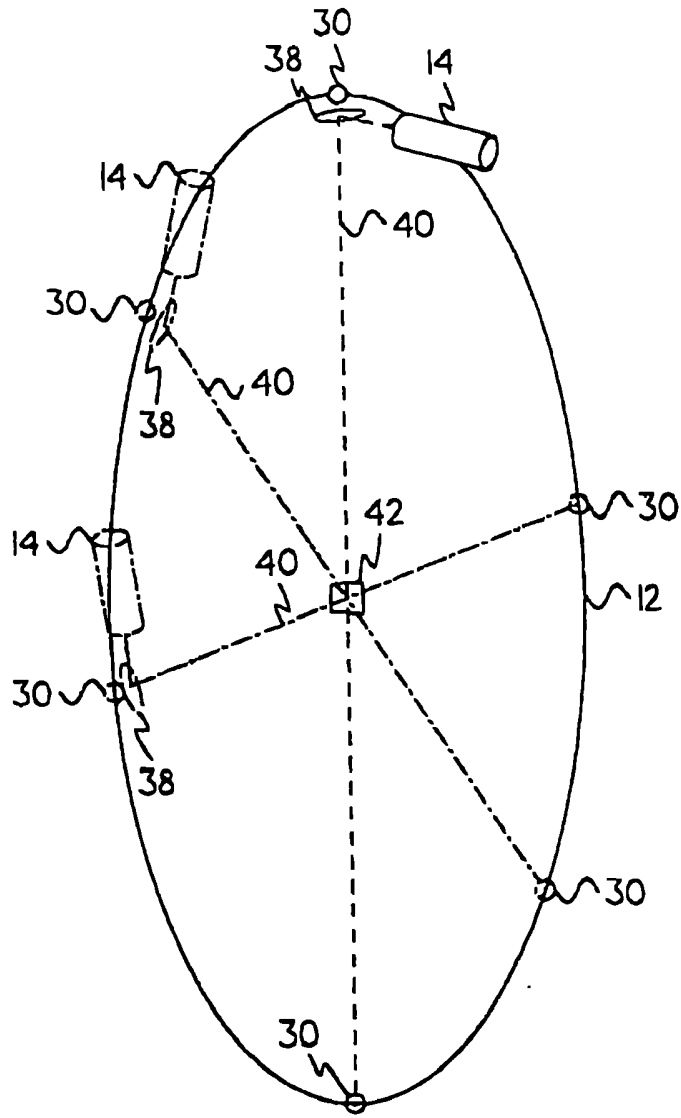


Fig-2

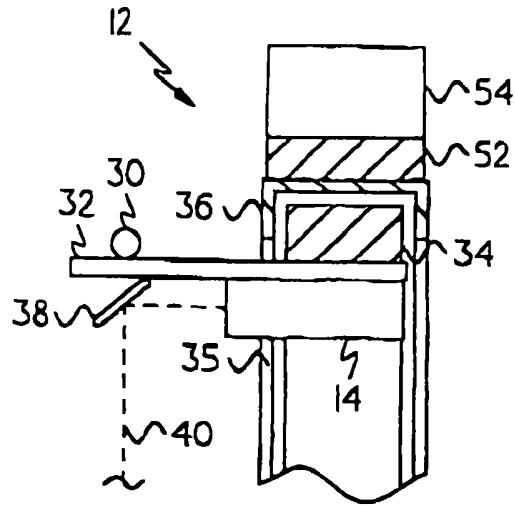


Fig. 4B

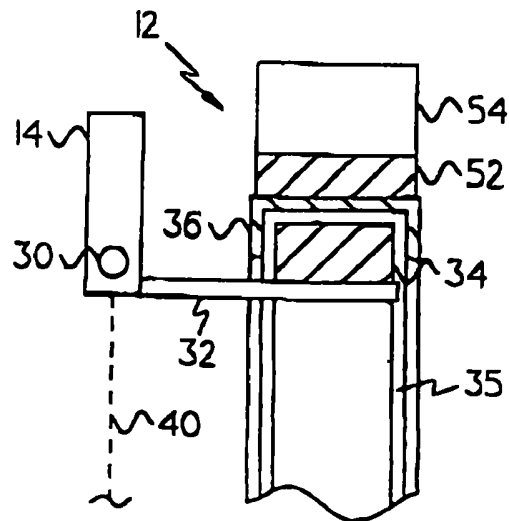


Fig. 4C

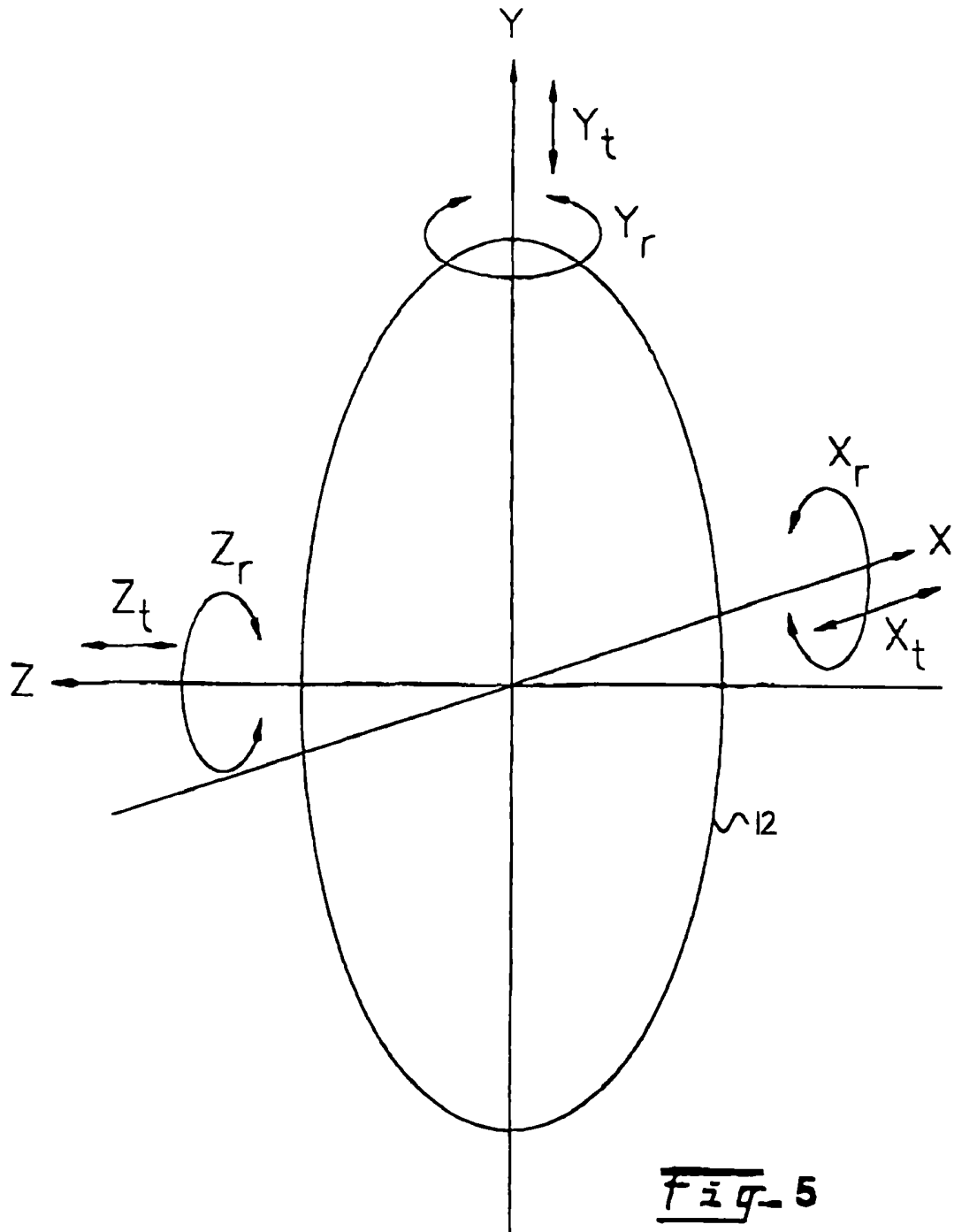


Fig-5

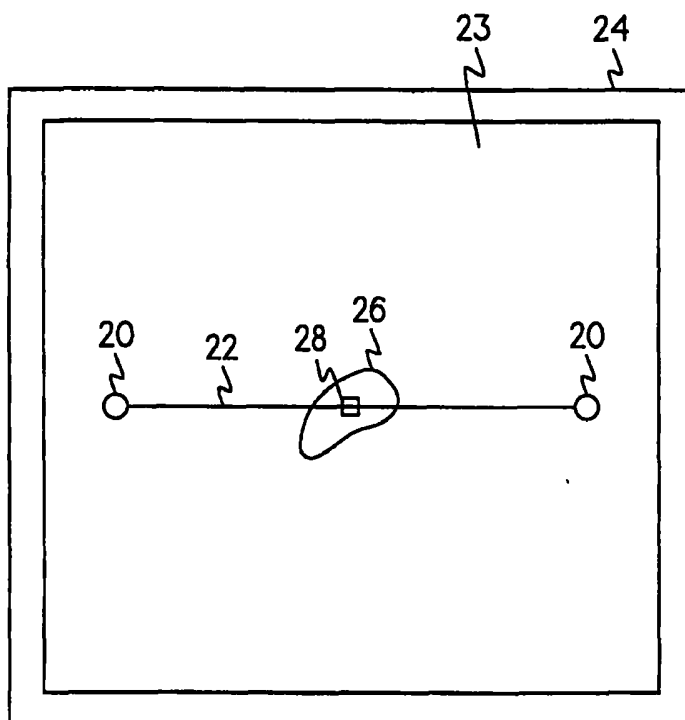


Fig-6

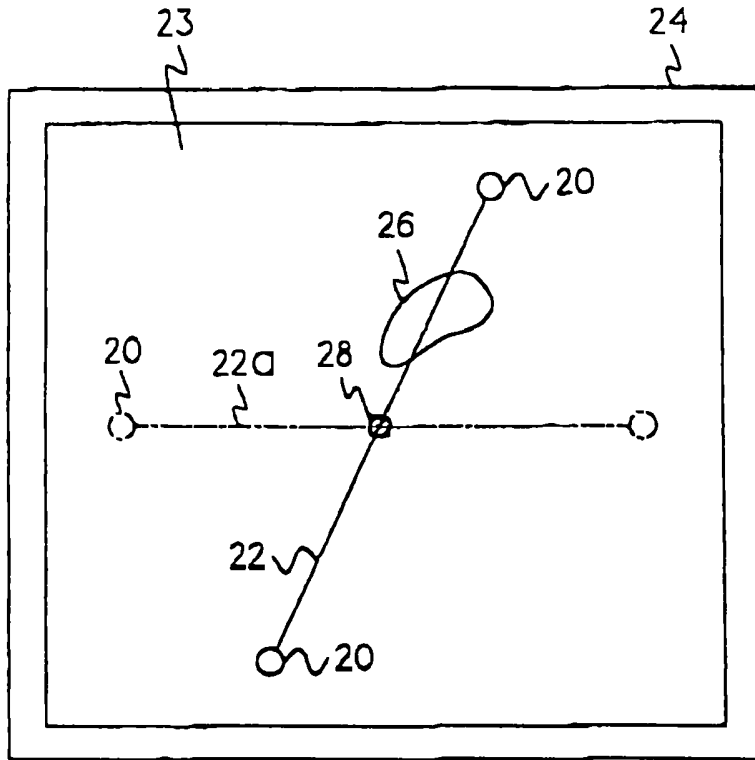


Fig-7A

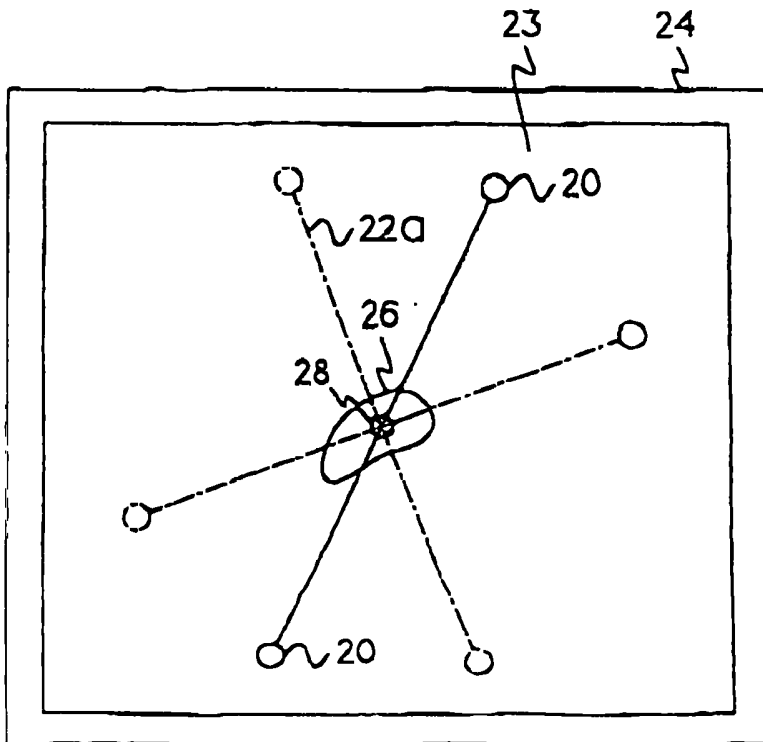


Fig-7B

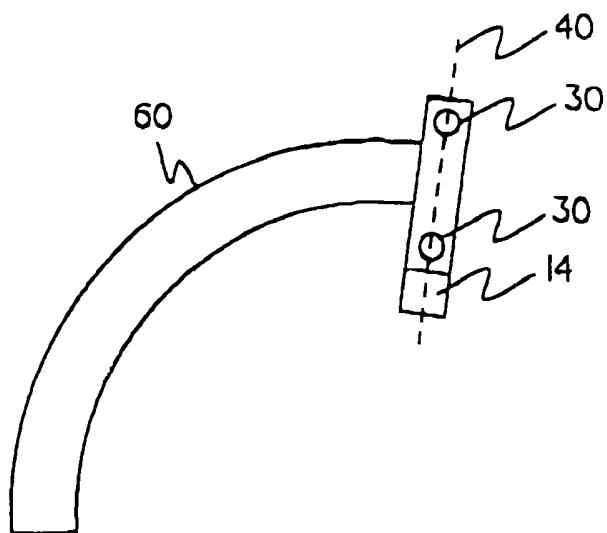


Fig-8

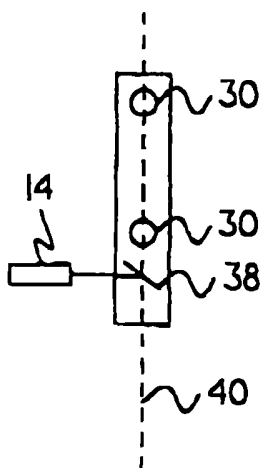


Fig-9A

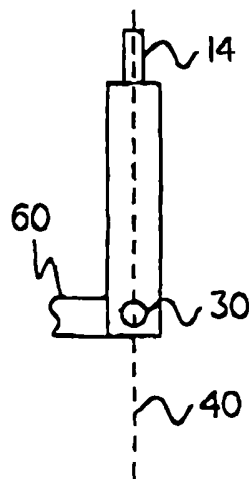


Fig-9B

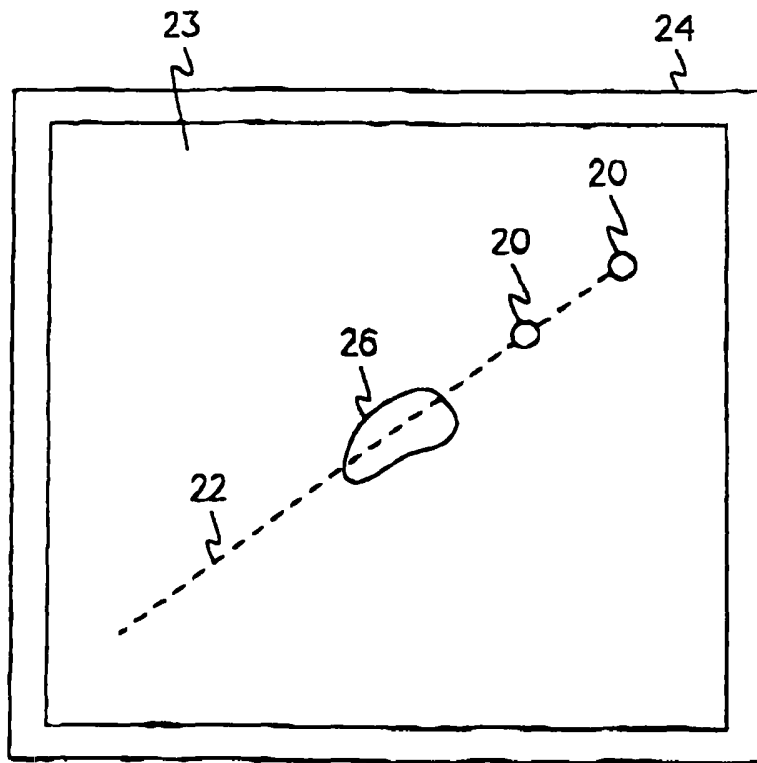


Fig-10

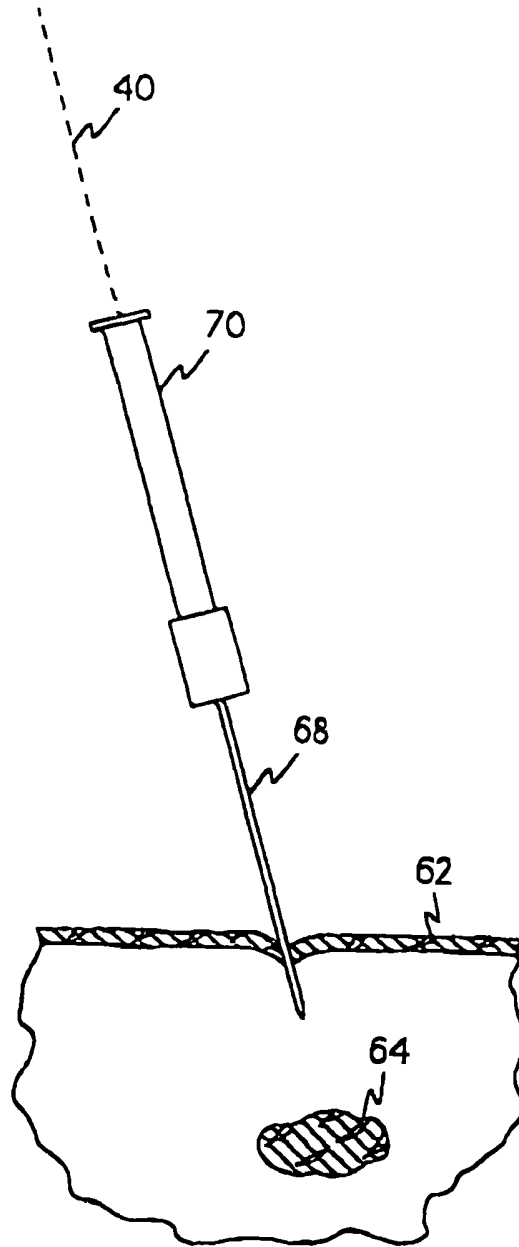


Fig- 11