



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

254708

(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴

A 61 B 5/05

(22) Přihlášeno 24 08 84

(21) PV 6398-84

(40) Zveřejněno 11 06 87

(45) Vydáno 15 11 88

(75)

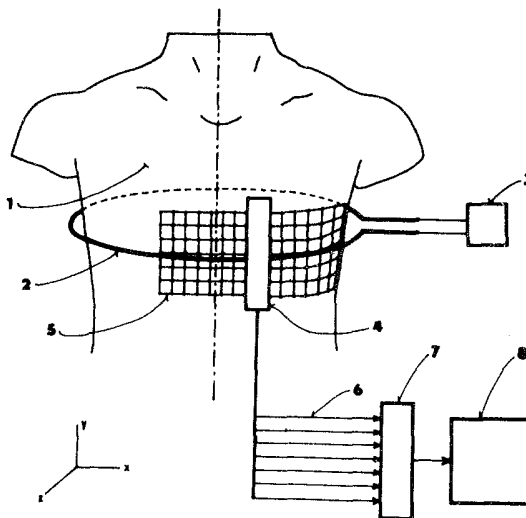
Autor vynálezu

KOČÍ MIROSLAV, KRÁL VÁCLAV MUDr., PRAHA

(54) Zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních nebo plicních struktur

Řešení se týká oboru neinvazivních vyšetřovacích zařízení funkčních deformací srdečních nebo plicních struktur, případně jiných biologických orgánů, a zabývá se problémem použití topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních nebo plicních struktur pro zjištění jejich funkčních deformací.

Zařízení podle návrhu řešení sestává z vysokofrekvenčního generátoru pro napájení cívky obepínající hrudník a provlečené snímací jednotkou, do níž se postupně vkládají tři různé vícenásobné elektrodové sondy, které obsahují elektrické obvody připojené přes skupinu zesilovačů k záznamovému zařízení.



Obr.1

Vynález se týká zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních nebo plicních struktur, případně jiných biologických orgánů. Zařízení je vhodné zejména pro vyšetřování funkčních deformací srdečních struktur a patří do oboru zařízení pro provádění neinvazivních vyšetřovacích metod.

Pod pojmem neinvazivní vyšetřovací metody v kardiologii se rozumí takové vyšetřovací úkony, které nevyžadují krvavého zásahu jako je například protnutí vhodné cévy a zavedení měřicího čidla nebo media dovnitř srdeční struktury. Význam hodnocení pohybu srdečních stěn byl prokázán četnými pracemi, které se shodují v tom, že některé onemocnění srdce, zejména ischemická choroba, způsobují regionální poškození srdečního svaly, které je prokazatelné podle abnormálního pohybu postižené oblasti myokardu.

Dosud používaná neinvazivní zařízení pro sledování pohybu srdečních stěn nebo jejich částí jsou těchto druhů: zařízení echokardiografické, zařízení mechanokardiografické a zařízení pro impedanční plethysmografii, reokardiografii.

Zařízení echokardiografické využívá ultrazvukových odrazů od vnější i vnitřní struktury srdce. Je použito krátkého ultrazvukového impulsu s kmitočtem vyšším nežli 1 MHz, cíleného z povrchu hrudníku na srdce. Detekují se odrazy ultrazvukového impulsu od srdeční struktury a z doby potřebné k návratu odraženého impulsu se určuje vzdálenost rozhraní odrazu. Lze určit anatomické rozměry srdečních komor i síní a také pohyb jejich stěn v čase. Toto zařízení je technicky velmi náročné a vlivem toho také nákladné.

Zařízení mechanokardiografické spočívá v registrování pohybu přední části hrudníku, na kterou se přenáší pohyb srdce. Interpretace výsledků měření je obtížná, protože se uplatňuje pružnost tkání hrudníku i jejich hmotnost. Zařízení byla pracována, ale ani metoda, ani zařízení pro její provádění se celkem nerozšířila pro nepřesný mechanismus přenosu srdečního pohybu na hrudní stěnu.

Zařízení pro impedanční plethysmografii elektreokardiografii, zkráceně reografii, patří do oboru, který se zabývá pozorováním změn odporu tkání v důsledku činnosti vnitřních orgánů, například vlivem prokrvení, změnou geometrie vnitřního prostředí. Zavedením elektrického proudu lze tyto změny sledovat. Použitím reokardiografie lze získat informace o objemových změnách srdce.

Nutnost užití elektrod byla nahrazena použitím vířivých proudů, neboť zkušenosti s obvyklým způsobem zavádění proudu do zkoumaného úseku pomocí elektrod nebyly uspokojující. Bylo tedy použito cívky, nazývané induktor, uvnitř které se nacházel hrudník vyšetřované osoby. Cívka byla připojena ke generátoru vysokofrekvenčního proudu, který budil magnetické pole o intenzitě H , jejíž vektor je svislý.

Elektrické pole, takzvané primární, vznikající změnou magnetického pole, má převážně tangenciální složku vzhledem k povrchu hrudníku a je zdrojem vířivých proudů, jež protékají hrudníkem kolem dokola v podobě pásu určité šířky a jejichž smysl je opačný nežli smysl proudu v induktoru. Vířivé proudy v hrudníku budí také magnetické pole, ale opačného směru vzhledem k poli induktoru. Vzájemná reakce obou magnetických polí působí, že změna velikosti vířivých proudů se projeví změnou velikosti proudu v induktoru. Odpor dráhy vířivých proudů se mění během srdečního cyklu a podle Ohmova zákona se mění také velikost těchto proudů.

Souhlasně se proto mění také velikost proudu tekoucího induktorem. Časové rozvinutí průběhu změn v proudu v induktoru udává reokardiogram. Praktická realizace zařízení byla dána podmínkou, aby induktor měl jediný závit z důvodu nutnosti jeho symetrického napájení. Induktor byl tak navržen, aby se dal přizpůsobit velikosti hrudníku vyšetřované osoby a vlivem toho celý jeho magnetický tok procházel vodivým prostředím.

Provozní kmitočet byl okolo 16 MHz, napětí asi 16 V v zatíženém stavu, napájecí dvojlinka 300 ohmů; ve svorkách induktoru byly vestavěny diody pro usměrnění napětí. Napájení induktoru bylo symetrické a na hrudníku byl induktor orientován tak, aby místo nejmenšího vysokofrekvenčního napětí proti zemi leželo v srdeční krajině, čímž se prakticky vyloučilo, aby mechanické vibrace hrudníku, způsobené činností srdce, ovlivňovaly proud v induktoru, protože v kritické části měl induktor proti tělu vyšetřované osoby jen zcela malý vysokofrekvenční potenciál; usměrněné napětí z induktoru obsahovalo střídavou složku, jejíž časový průběh udával reokardiogram. Tato složka je asi 50 mV a proto musí být po oddělení stejnosměrné složky zesílena asi 500krát.

Protože je žádoucí registrovat také první derivaci reokardiogramu, je na výstup zesilovače připojen operační zesilovač, který tuto operaci analogově provádí. Derivace reokardiogramu umožňuje přesněji odlišit systolickou a diastolickou část srdečního cyklu.

Později vyvinutá vyšetřovací metoda a zařízení jsou založeny na následujícím jevu: během vyprazdňování a plnění srdečních komor se mění jejich tvar a velikost. Podle angiokardiografických prací se normální kontrakce levé komory, vznikající součinností všech svalových vláken myokardu, vyznačuje skoro koncentrickým, dovnitř směřujícím pohybem všech bodů vnitřního povrchu komory. Za těchto okolností srdeční sval vykonává maximum práce s minimální energií; tento stav se nazývá synergií srdeční kontrakce. Dojde-li k porušení části svalových vláken, dochází sice k pohybu vnitřního povrchu komory, ale tento pohyb již není během kontrakce ve všech částech koncentrický a vzniká tak asynergie srdeční kontrakce. Dosavadními nepřímými vyšetřovacími metodami, používanými v kardiologii, včetně elektrokardiografie, se změněná kontrakce nedá s jistotou prokázat.

Prostorové a tvarové změny srdečních komor lze sledovat na povrchu hrudníku pomocí elektromagnetického vysokofrekvenčního pole vyvolaného v srdci vnějším působením. Toto elektromagnetické pole je odborně označováno jako sekundární elektromagnetické pole, jehož změny se snímají podobným systémem svodů jako v elektrokardiografii.

Zařízení pro vyšetřování sekundárního elektromagnetického pole je vytvořeno z generátoru o kmitočtu nad 5 MHz, který napájí cívku umístěnou kolem hrudníku vyšetřované osoby. Zpětnou vazbou je rezonanční napětí na cívce - vzdor proměnlivé zátěži vlivem činnosti srdce - udržováno konstantní. Změny sekundárního elektromagnetického pole jsou snímány první a druhou diferentní elektrodou a společnou, třetí, indifferenční elektrodou, která je přiložena do oblasti jugula. Mezi první a třetí elektrodou a mezi druhou a třetí elektrodou se snímají unipolární svody, to znamená elektromotorická napětí V , mezi první a druhou elektrodou se snímá svod bipolární, to znamená rozdíl elektromotorických napětí V_x ve směru osy X .

První a druhá elektroda jsou v pevné vzájemné vzdálenosti 3 cm a se stejným krokem jsou přikládány postupně v rovině induktoru v oblasti celého prekordia. Vzdálenosti přikládaných elektrod od střední sternální čáry se označují v pravé části prekordia záporně, v levé části kladně. Změny sekundárního elektromagnetického pole měřené elektrodami usměrňují se, vedou na vstupy symetrických zesilovačů a po zesílení se zaznamenávají stejnosměrným magnetofonem současně s fonokardiogramem nebo elektrokardiogramem.

Časové rozvinutí změn sekundárního elektromagnetického pole z různých částí prekordia jsou křivky úzce související s jednotlivými časovými fázemi srdečního cyklu a se změnami rozměrů srdečních komor. Z výsledků měření se ukázalo, že k popisu distribuce sekundárního elektromagnetického pole na lidech není vyjádření pomocí jediného dipólu přesné, na rozdíl od měření na modelu hrudníku, neboť se uplatňují další přídatné dipóly, zatímco v případě modelu hrudníku je výsledek výpočtu podle vzorce pro elektrický dipól, za podmínek daných modelem, velice podobný - při srovnání obou grafů - grafu dle výsledku měření.

Pro hodnocení sekundárního elektromagnetického pole se užívá okamžitých hodnot pole z různých míst prekordia a výsledky se vyjadřují ve formě grafů ve 40 ms intervalech. Spojnice okamžitých hodnot elektromotorických napětí z různých míst tvoří u zdravých osob linie,

které se protínají v místě nulového elektromotorického napětí a mimo tuto oblast nedochází nikde k jejich křížení. U nemocné osoby s rozsáhlou asynergií, způsobenou infarktem přední a hrotové části levé komory, je distribuce sekundárního elektromagnetického pole abnormální.

Popsaná metoda aplikovaná spolu s prostorovou elektrokardiografií poskytuje ucelenější pohled na fyziologii a patologii srdeční činnosti. Princip metody je jednoduchý, měření nezatěžuje vyšetřovanou osobu a výsledky měření jsou dobře reprodukovatelné.

K zařízení podle vynálezu pro zjišťování funkčních deformací srdečních struktur mají určitý vztah pouze metody, jejichž základem je impedanční plethysmografie a reokardiografie a to pouze v tom směru, že užívají elektromagnetického nebo pouze elektrického pole působícího v oblasti srdce, nikoliv však topografie sekundárního elektromagnetického pole ani tenzorového přístupu k řešení problému.

Uvedené nevýhody a nedostatky dosud známých zařízení pro vyšetřování funkčních deformací srdečních nebo plicních struktur jsou velkou měrou sníženy nebo zcela odstraněny vynálezem, jehož podstatou je zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních nebo plicních případně jiných biologických orgánů, sestávající z cívky pro vytvoření primárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, obepínající část těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu a připojené ke generátoru vysokofrekvenčního proudu.

Podle vynálezu je na cívku navlečena snímací jednotka elektromagnetických veličin, jejíž výstupy jsou připojeny kabely ke vstupům zesilovacího zařízení, jehož výstup je připojen ke vstupu záznamového zařízení.

Podle vynálezu je cívka opatřena stavěcími prvky pro zajištění polohy snímací jednotky.

Podle vynálezu je při prvním měření do snímací jednotky elektromagnetických veličin vložena vícenásobná tříelektrodová sonda pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

Podle vynálezu je při druhém měření do snímací jednotky elektromagnetických veličin vložena vícenásobná pětielektrodová sonda pro měření divergence vektorů povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

Podle vynálezu je při třetím měření do snímací jednotky elektromagnetických veličin vložena vícenásobná čtyřelektrodová sonda pro měření normálové složky rotace vektorů intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

Podle vynálezu je vícenásobná tříelektrodová sonda pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu vytvořena z nejméně dvou tříelektrodových sond, jejichž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné tříelektrodové sondy, jsou umístěny ve dvou rovnoběžných svislých řadách ve vzdálenosti jedné elektrodové rozteče, přičemž shora první válcová elektroda, druhá válcová elektroda a třetí válcová elektroda v levé svislé řadě jsou vzájemně vzdáleny o jednu elektrodovou rozteč, zatímco čtvrtá válcová elektroda je umístěna v pravé svislé řadě proti druhé válcové elektrodě a pátá válcová elektroda je umístěna taktéž v pravé svislé řadě proti třetí válcové elektrodě, přičemž spojnice středů průřezů první válcové elektrody a druhé válcové elektrody je ve směru osy Y tělového souřadnicového systému a spojnice středů průřezů druhé válcové elektrody a třetí válcové elektrody je ve směru osy X tělového souřadnicového systému.

Podle vynálezu je vícenásobná pětielektrodová sonda pro měření divergence vektorů povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu vytvořena z nejméně dvou pětielektrodových sond, jejichž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné pětielektrodové sondy, jsou umístěny ve třech rovnoběžných svislých řadách, přičemž vzdálenost levé řady od střední řady je rovna jedné rozteči válcových elektrod a ve střední řadě jsou umístěny shora počínaje třetí válcová elektroda, pátá válcová elektroda, čtvrtá válcová elektroda, devátá válcová elektroda a osmá válcová elektroda, kteréžto elektrody jsou od sebe vzdáleny o jednu elektrodovou rozteč, zatímco v levé svislé řadě je proti páté válcové elektrodě umístěna druhá válcová elektroda a podobně proti deváté válcové elektrodě je umístěna sedmá válcová elektroda a dále v pravé svislé řadě je proti páté válcové elektrodě umístěna první válcová elektroda a proti deváté válcové elektrodě je umístěna šestá válcová elektroda, přičemž střed průřezu první válcové elektrody je v průsečíku kružnice, jejíž střed je v počátku os X, Y, s kladnou částí osy X tělového souřadnicového systému, střed průřezu druhé válcové elektrody je v průsečíku kružnice se zápornou částí osy X, střed průřezu třetí válcové elektrody je v průsečíku kružnice s kladnou částí osy Y tělového souřadnicového systému, střed průřezu čtvrté válcové elektrody je v průsečíku kružnice se zápornou částí osy Y a konečně střed průřezu páté válcové elektrody je v průsečíku os X a Y a poloměr kružnice je roven jedné elektrodové rozteči zvětšené o průměr válcové elektrody.

Podle vynálezu je vícenásobná čtyřelektrodová sonda pro měření normálové složky rotace vektorů intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu je vytvořena z nejméně dvou čtyřelektrodových sond, jejíž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné čtyřelektrodové sondy, jsou umístěny ve dvou rovnoběžných svislých řadách ve vzdálenosti jedné rozteče elektrod, přičemž shora první válcová elektroda, druhá válcová elektroda a dolní pátá válcová elektroda v levé svislé řadě jsou vzájemně vzdáleny o jednu elektrodovou rozteč, zatímco čtvrtá válcová elektroda je umístěna v pravé svislé řadě proti první válcové elektrodě, třetí válcová elektroda je umístěna v pravé svislé řadě proti druhé válcové elektrodě a šestá válcová elektroda je umístěna v pravé svislé řadě proti páté válcové elektrodě, přičemž počátek os X, Y tělového souřadnicového systému je uprostřed čtverce tvořeného první válcovou elektrodou, druhou válcovou elektrodou, třetí válcovou elektrodou a čtvrtou válcovou elektrodou první čtyřelektrodové sondy a střed průřezu první elektrody je na ose symetrie druhého kvadrantu, střed průřezu druhé válcové elektrody je na ose symetrie třetího kvadrantu, střed průřezu třetí válcové elektrody je na ose symetrie čtvrtého kvadrantu a střed průřezu čtvrté válcové elektrody je na ose symetrie prvního kvadrantu.

Podle vynálezu jsou elektrické obvody vícenásobné tříielektrodové sondy vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou tříielektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty, druhými kontakty a třetími kontakty, spojenými s válcovými elektrodami vícenásobné tříielektrodové sondy, přičemž mezi první kontakt a druhý kontakt je zapojeno primární vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru, na jehož vývody sekundárního vinutí se střední odbočkou jsou zapojeny dvě diody, přičemž anoda první diody je spojena s prvním vývodem sekundárního vinutí, anoda druhé diody je spojena s druhým vývodem sekundárního vinutí, katoda první diody je spojena jednak s prvními vývody prvního kondenzátoru a prvního odporu, jednak s prvním vstupem druhého diferenciálního zesilovače, katoda druhé diody je spojena jednak s prvními vývody druhého kondenzátoru a druhého odporu, jednak s druhým vstupem druhého diferenciálního zesilovače, jehož výstup je zároveň druhým výstupem tříielektrodové sondy, zatímco druhé vývody obou kondenzátorů a obou odporů jsou spojeny spolu a s druhým vývodem vinutí na toroidním jádru, jímž je provlečena cívka budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, a první vývod vinutí na toroidním jádru je spojen se střední odbočkou sekundárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru a dále mezi druhý kontakt a třetí kontakt je zapojeno primární vinutí druhého vysokofrekvenčního transformátoru, jehož první vývod sekundárního vinutí je připojen k anodě třetí diody, jejíž katoda je spojena jednak se spolu spojenými prvními vývody paralelně řazeného třetího odporu a třetího kondenzátoru, jednak s druhým vstupem prvního diferenciálního zesilovače,

a druhý vývod sekundárního vinutí je spojen jednak se spolu spojenými druhými vývody paralelně řazeného třetího odporu a třetího kondenzátoru, jednak s prvním vstupem prvního diferenciálního zesilovače, jehož výstup je zároveň prvním výstupem tříelektrodové sondy.

Podle vynálezu jsou elektrické obvody vícenásobné pětielektrodové sondy vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou pětielektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty, druhými kontakty, třetími kontakty, čtvrtými kontakty a pátými kontakty, spojenými s válcovými elektrodami vícenásobné pětielektrodové sondy, přičemž k prvnímu kontaktu je připojen první vývod prvního odporu nebo impedance, ke druhému kontaktu je připojen první vývod druhého odporu nebo impedance, ke třetímu kontaktu je připojen první vývod třetího odporu nebo impedance a ke čtvrtému kontaktu je připojen první vývod čtvrtého odporu nebo impedance stejné jmenovité hodnoty, zatímco druhé vývody odporů nebo impedancí jsou spolu spojeny a připojeny k prvnímu vývodu primárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru, jehož druhý vývod primárního vinutí je připojen k pátému kontaktu a střední odbočka sekundárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru je spojena s prvním vývodem vinutí na toroidálním jádru, jímž je provlečena cívka budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, a dále druhý vývod vinutí na toroidním jádru je spojen s uzemněním a krajní dva vývody sekundárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru jsou spojeny se dvěma vstupy prvního diferenciálního zesilovače, jehož dva výstupy jsou spojeny se vstupy druhého diferenciálního zesilovače, jehož výstup je zároveň výstupem elektrických obvodů pětielektrodové sondy.

Podle vynálezu jsou elektrické obvody vícenásobné čtyřelektrodové sondy vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou čtyřelektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty, druhými kontakty, třetími kontakty a čtvrtými kontakty, přičemž čtvrtý kontakt je spojen s prvním vývodem vinutí na prvním toroidním jádru a zároveň s prvním vývodem vinutí na třetím toroidním jádru, třetí kontakt je spojen s prvním vývodem vinutí na druhém toroidním jádru a zároveň s druhým vývodem vinutí na prvním toroidním jádru, a dále druhý kontakt je spojen s druhým vývodem vinutí na druhém toroidním jádru a zároveň s druhým vývodem vinutí na čtvrtém toroidním jádru a konečně první kontakt je spojen s druhým vývodem vinutí na třetím toroidním jádru a zároveň s prvním vývodem vinutí na čtvrtém toroidním jádru, zatímco první vývod prvního společného vinutí prvního toroidního jádra a druhého toroidního jádra je spojen s prvním vstupem prvního diferenciálního zesilovače a druhý vývod prvního společného vinutí je spojen s druhým vývodem druhého společného vinutí a zároveň s prvním vývodem vinutí na toroidním jádru, jímž je provlečena cívka budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, druhý vývod vinutí na toroidním jádru je uzemněn a první vývod druhého společného vinutí třetího toroidního jádra a čtvrtého toroidního jádra je spojen s druhým vstupem prvního diferenciálního zesilovače, jehož dva výstupy jsou spojeny se dvěma vstupy druhého diferenciálního zesilovače, přičemž výstup tohoto zesilovače je zároveň výstupem obvodu čtyřelektrodové sondy.

Podle vynálezu je první válcová elektroda vícenásobné tříelektrodové sondy spojena s prvním kontaktem elektrických obvodů první tříelektrodové sondy, jejichž druhý kontakt je spojen s druhou válcovou elektrodou vícenásobné tříelektrodové sondy, zároveň spojenou s prvním kontaktem elektrických obvodů druhé tříelektrodové sondy, čtvrtá válcová elektroda vícenásobné tříelektrodové sondy je spojena se třetím kontaktem elektrických obvodů první tříelektrodové sondy, zatímco třetí válcová elektroda vícenásobné tříelektrodové sondy je spojena s druhým kontaktem elektrických obvodů druhé tříelektrodové sondy a konečně pátá válcová elektroda vícenásobné tříelektrodové sondy je spojena se třetím kontaktem elektrických obvodů druhé tříelektrodové sondy.

Podle vynálezu je první válcová elektroda vícenásobné pětielektrodové sondy spojena s prvním kontaktem elektrických obvodů první pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt je spojen s druhou válcovou elektrodou vícenásobné pětielektrodové sondy, jejíž třetí válcová elektroda je spojena se třetím kontaktem elektrických obvodů první pětielektrodové sondy, jejichž čtvrtý kontakt je spojen se čtvrtou válcovou elektrodou vícenásobné pětielektrodové

sondy a zároveň se třetím kontaktem elektrických obvodů druhé pětielektrodové sondy, zatímco pátá válcová elektroda vícenásobné pětielektrodové sondy je spojena s pátým kontaktem elektrických obvodů první pětielektrodové sondy a dále šestá válcová elektroda vícenásobné pětielektrodové sondy je spojena s prvním kontaktem elektrických obvodů druhé pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt je spojen se sedmou válcovou elektrodou vícenásobné pětielektrodové sondy, jejíž osmá válcová elektroda je spojena se čtvrtým kontaktem elektrických obvodů druhé pětielektrodové sondy, jejichž pátý kontakt je spojen s devátou válcovou elektrodou vícenásobné pětielektrodové sondy.

Podle vynálezu je první válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy spojena s prvním kontaktem elektrických obvodů první čtyřelektrodové sondy, zatímco druhá válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy je spojena jednak s druhým kontaktem elektrických obvodů první čtyřelektrodové sondy, jednak s prvním kontaktem elektrických obvodů druhé čtyřelektrodové sondy, a obdobně třetí válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy je spojena jednak se třetím kontaktem elektrických obvodů první čtyřelektrodové sondy, jednak se čtvrtým kontaktem elektrických obvodů druhé čtyřelektrodové sondy a konečně čtvrtá válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy je spojena se čtvrtým kontaktem elektrických obvodů první čtyřelektrodové sondy, zatímco pátá válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy je spojena s druhým kontaktem elektrických obvodů druhé čtyřelektrodové sondy a šestá válcová elektroda vícenásobné čtyřelektrodové sondy je spojena se třetím kontaktem elektrických obvodů druhé čtyřelektrodové sondy.

Zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, které vzniká činností srdce v primárním elektromagnetickém vysokofrekvenčním poli, má - z hlediska určování kvality této činnosti srdce - svoje výhody proti jiným neinvazivním zařízením. Při konkrétním srovnání s echokardiografií umožňuje zařízení dle vynálezu především vyšší rozlišitelnost kontrakčních změn na přední, hrotové a laterální stěně levé komory srdeční, za druhé je vyšetřování zařízením podle vynálezu velmi rychlé protože není nutné hledat místo nejlepší odpovědi, za třetí je zařízení podle vynálezu podstatně levnější nežli echokardiografická zařízení zahraniční výroby, která mají ovšem na druhé straně širší možnosti zjišťování anatomických parametrů, za čtvrté zařízení podle vynálezu nevyžaduje součástí vyrobených v zahraničí.

Naproti tomu je nutné uvést také jisté nevýhody zařízení podle vynálezu a to jednak skutečnost, že změny v oblasti zadní stěny levé komory srdeční se zobrazují v topografických mapách pouze nepřímo změnou topografií přední stěny levé komory, jednak skutečnost, že současný stav vědomostí neumožňuje výpočet tepového objemu ani ostatních parametrů srdeční hemodynamiky, protože nejsou ještě dobře známy všechny fyzikální závislosti vzniku sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole.

Z širšího hlediska lze uvést další výhody zařízení podle vynálezu a to: zařízení je použitelné souběžně s echokardiografickým vyšetřováním, takže získané výsledky a informace jsou souhrnné a vzájemně se doplňují.

Zařízení podle vynálezu při zhotovení neklade zvláštních nároků technologických ani materiálových, přesnost, reprodukovatelnost, spolehlivost a rychlost zpracování získaných časově rozvinutých záznamů elektromagnetických veličin umožňuje vypracování topografických map sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole. Množství těchto topografických map, jejichž přesnost a velmi dobrá reprodukovatelnost v důsledku možné volby velikosti sítě měřicích bodů umožňují v širokém rozsahu lékařského vyšetřování stanovení závislosti biologických jevů na získaných informacích ve formě elektromagnetických veličin. Zařízení a zejména vícenásobná elektrodová sonda umožňuje volbu rozsahu sítě měřicích bodů podle druhu a účelu vyšetřování i podle individuálních okolností. Samozřejmě je také možná modifikace způsobu při výzkumné práci.

Zařízení je snadno přemístitelné, pro jeho obsluhu je dostatečná střední kvalifikace zdravotnického personálu, je energeticky a prostorově i hmotností nenáročné.

Podstata předmětu vynálezu je dále objasněna pomocí připojených výkresů, na nichž je znázorněno: na obr. 1 - schéma celkového uspořádání zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních struktur, na obr. 2 - schematický příklad uspořádání elektrod vícenásobné elektrodové sondy, na obr. 3 - příklad schématu zapojení obvodu jedné sondy pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, na obr. 4 - příklad schématu zapojení obvodu jedné sondy pro přímé měření divergence vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, na obr. 5 - příklad schématu zapojení obvodu jedné sondy pro měření normálové složky rotace vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, na obr. 6 - příklad schématu propojení válcových elektrod vícenásobných elektrodových sond A, B, C a kontaktů elektrických obvodů tříelektrodových, pětielektrodových a čtyřelektrodových sond.

Na obr. 1 hrudník 1 vyšetřované osoby je umístěn uvnitř cívky 2 o nejméně jednom závitu; cívka je připojena ke generátoru 3 vysokofrekvenčního proudu a je provlečena snímací jednotkou 4 elektromagnetických veličin, do níž se při třech různých měřeních vkládají postupně tři druhy vícenásobné elektrodové sondy, vytvořené z účelného počtu jednotlivých sond, jejichž jednotlivé elektrody jsou výsuvné. Jednotlivé sondy mají tři, pět a čtyři elektrody podle druhu měření. Počet sond ve vícenásobné elektrodové sondě, vložené do snímací jednotky 4, je určen druhem biologického orgánu a případně dalšími okolnostmi. Na obr. 1 je například do snímací jednotky 4 vložena vícenásobná elektrodová sonda obsahující sedm jednotlivých sond. Jednotlivé elektrody jsou při měření vysunuty a tudíž ve styku s povrchem hrudníku vyšetřované osoby. Po ukončení měření se elektrody zasunou pod povrch vícenásobné elektrodové sondy, v jejímž vnitřku jsou upraveny elektronické obvody, jejichž počet odpovídá počtu jednotlivých sond. Výstupy 6 těchto elektronických obvodů jsou spojeny s jednotlivými vstupy zesilovačů ve skupině 7 a její výstup je zaveden do záznamového zařízení 8.

Na obr. 1 vlevo dole je naznačena orientace os X, Y, Z tělového souřadnicového systému vyšetřované osoby.

Na obr. 2 jsou znázorněny tři druhy A, B, C uspořádání elektrod vícenásobné elektrodové sondy, přičemž tyto tři druhy A, B, C uspořádání elektrod odpovídají uspořádáním a zapojením znázorněným na obr. 3, 4, 5.

Druh A uspořádání elektrod náleží vícenásobné elektrodové sondě pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole.

Druh B uspořádání elektrod náleží vícenásobné elektrodové sondě pro měření plošné divergence vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole.

Druh C uspořádání elektrod náleží vícenásobné elektrodové sondě pro měření normálové složky rotace vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole.

Ve všech třech druzích A, B, C uspořádání elektrod jsou vícenásobné elektrodové sondy vytvořeny vždy z nejméně dvou jednotlivých tříelektrodových, z nejméně dvou jednotlivých pětielektrodových a z nejméně dvou jednotlivých čtyřelektrodových sond.

Při uspořádání A na obr. 2 náleží elektrody 9, 10, 11 první, elektrody 10, 12, 13 druhé, elektrody 14, 16, 17 předposlední a elektrody 16, 18, 19 poslední tříelektrodové sondě, přičemž každá tříelektrodová sonda je zapojena do obvodu dle obr. 3.

Při uspořádání B na obr. 2 náleží elektrody 20, 21, 22, 23, 24 první, elektrody 25, 26, 23, 27, 28 druhé, elektrody 29, 30, 31, 35, 32 předposlední a elektrody 33, 34, 35, 36 a 37 poslední pětielektrodové sondě, přičemž každá pětielektrodová sonda je zapojena do obvodu dle obr. 4.

Při uspořádání C na obr. 2 náleží elektrody 38, 39, 40, 41 první, elektrody 39, 42, 45, 40 druhé, elektrody 43, 46, 49, 44 předposlední a elektrody 46, 47, 48, 49 poslední čtyřelektrodové sondě, přičemž každá čtyřelektrodová sonda je zapojena do obvodu dle obr. 5.

Na obr. 3 je znázorněn příklad schématu zapojení obvodu jedné tříelektrodové sondy, jež je součástí vícenásobné elektrodové sondy A určené pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole.

Elektrody 9, 10, 11 jsou uspořádány tak, že spojnice středů průřezů první elektrody 9 a druhé elektrody 10 je ve směru osy Y tělového souřadnicového systému znázorněného na obr. 1, zatímco spojnice středů průřezů druhé elektrody 10 a třetí elektrody 11 je ve směru osy X tělového souřadnicového systému, přičemž nejmenší vzdálenost povrchů elektrod 9, 10, 11 ve směru os X a Y je rovna jednomu centimetru. Mezi první elektrodou 9 a druhou elektrodou 10 je zapojeno primární vinutí 51 prvního vysokofrekvenčního transformátoru 50, na jehož sekundární vinutí 52 se střední odbočkou 53 jsou do každé z obou větví vinutí 52 zapojeny svými anodami dvě diody a to první dioda 54 a druhá dioda 55. Mezi katodami diod 54, 55 jsou v sérii zapojeny dva kondenzátory 56, 57 a paralelně s nimi dva odpory 58, 59. Střední sériových zapojení kondenzátorů 56, 57 a odporů 58, 59 jsou spolu spojeny.

Katody diod 54, 55 jsou spojeny se dvěma vstupy druhého diferenciálního zesilovače 70, se střídavou vazbou. Ke střední odbočce 53 sekundárního vinutí 52 prvního vysokofrekvenčního transformátoru 50 je připojen první vývod 62 vinutí na toroidním jádru 61, které je navlečeno na cívku 2 a druhý vývod 63 vinutí na toroidním jádru je připojen ke společnému střednímu vývodu kondenzátorů 56, 57 a odporů 58, 59. Mezi druhou elektrodou 10 a třetí elektrodou 11 tříelektrodové sondy je zapojeno primární vinutí 65 druhého vysokofrekvenčního transformátoru 64, jehož sekundární vinutí 66 je prvním vývodem připojeno k anodě třetí diody 67 a druhým vývodem k prvním vývodům paralelního obvodu, vytvořeného ze třetího odporu 68 a třetího kondenzátoru 69, a zároveň k prvním vstupům prvního diferenciálního zesilovače 60, jehož druhý vstup je připojen ke katodě třetí diody 67 a zároveň ke spolu spojeným druhým vývodům třetího odporu 68 a třetího kondenzátoru 69 v paralelním zapojení.

Výstup 71 prvního diferenciálního zesilovače 60 a výstup 72 druhého diferenciálního zesilovače 70 jsou zároveň výstupy obvodu jedné tříelektrodové sondy.

Na obr. 4 je znázorněn příklad schématu zapojení obvodu jedné pětielektrodové sondy, jež je součástí vícenásobné elektrodové sondy B, určené pro přímé měření divergence vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole. Elektrody jsou uspořádány do čtverce, přičemž pátá elektroda je umístěna v jeho středu, to znamená v průsečíku os X, Y souřadnicového tělového systému. Střední průřezů elektrod 20, 21, 22, 23 leží v průsečících os X, Y s kružnicí se středem v průsečíku os X, Y, jež má poloměr rovný hodnotě $1 + d$ v centimetrech, přičemž d je průměr elektrody.

První elektroda 20 a třetí elektroda 21 jsou v průsečících kladné a záporné osy X s kružnicí, druhá elektroda 22 a čtvrtá elektroda 23 jsou v průsečících kladné a záporné osy Y s kružnicí. První čtyři elektrody jsou připojeny jednotlivě k prvním vývodům čtyř odporů nebo impedencí 73, 74, 75, 76, jejichž druhé vývody jsou spolu spojeny a připojeny k prvnímu vývodu primárního vinutí 51 prvního vysokofrekvenčního transformátoru 50, jehož druhý vývod primárního vinutí 51 je připojen k páté elektrodě 24 pětielektrodové sondy.

Sekundární vinutí 52 prvního vysokofrekvenčního transformátoru 50 má střední odbočku 53 spojenou s prvním vývodem 62 vinutí na toroidním jádru 61, jehož druhý vývod 63 je uzemněn. Toroidní jádro 61 je navlečeno na cívku 2. Krajiní dva vývody sekundárního vinutí 52 prvního vysokofrekvenčního transformátoru 50 jsou připojeny ke dvěma vstupům prvního diferenciálního zesilovače 77, jehož dva výstupy jsou spojeny se vstupy druhého diferenciálního zesilovače 78. Výstup 79 druhého diferenciálního zesilovače 78 je zároveň výstupem obvodu jedné pětielektrodové sondy.

Na obr. 5 je znázorněn příklad schématu zapojení obvodu jedné čtyřelektrodové sondy, která je součástí vícenásobné elektrodové sondy C, určené pro měření normálové složky rotace vektorů intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole. Čtyři elektrody 38, 39, 40, 41 jsou uspořádány do čtverce tak, že spojnice středů průřezů druhé elektrody 39 a třetí elektrody 40 a spojnice středů průřezů první elektrody 38 a čtvrté elektrody 41 jsou rovnoběžné s osou X tělového souřadnicového systému, spojnice středů průřezů první elektrody 38 a druhé elektrody 39 a spojnice středů průřezů třetí elektrody 40 a čtvrté elektrody 41 jsou rovnoběžné s osou Y tělového souřadnicového systému.

Čtvrtá elektroda 41 je spojena s prvním vývodem vinutí 81 na prvním toroidním jádru 80 a zároveň s prvním vývodem 90 vinutí 89 na třetím toroidním jádru 88. Třetí elektroda 40 je spojena s prvním vývodem 86 vinutí 85 na druhém toroidním jádru 84 a zároveň s druhým vývodem 83 vinutí 81 na prvním toroidním jádru 80. Druhá elektroda 39 je spojena s druhým vývodem 87 vinutí 85 na druhém toroidním jádru 84 a zároveň s druhým vývodem 95 vinutí 93 na čtvrtém toroidním jádru 32.

První elektroda 38 je spojena s druhým vývodem 91 vinutí 89 na třetím toroidním jádru 88 a zároveň s prvním vývodem 94 vinutí 93 na čtvrtém toroidním jádru 92. První vývod 97 prvního společného vinutí 96 prvního toroidního jádra 80 a druhého toroidního jádra 84 je spojen s prvním vstupem prvního diferenciálního zesilovače 77, druhý vývod 98 prvního společného vinutí 96 je spojen s druhým vývodem 101 druhého společného vinutí 99 a zároveň s prvním vývodem 62 vinutí na toroidním jádru 61, jímž je provlečena cívka 2.

Druhý vývod 63 vinutí na toroidním jádru 61 je uzemněn. První vývod 100 druhého společného vinutí 99 třetího toroidního jádra 88 a čtvrtého toroidního jádra 92 je spojen s druhým vstupem prvního diferenciálního zesilovače 77, jehož dva výstupy jsou spojeny se dvěma vstupy druhého diferenciálního zesilovače 78; výstup tohoto zesilovače 78 je zároveň výstupem 102 obvodu jedné čtyřelektrodové sondy.

Na obr. 6 je v levé části znázorněno propojení válcových elektrod vícenásobné tří-elektrodové sondy A s kontakty elektrických obvodů 103 a 104 nejméně dvou tříelektrodových sond. První válcová elektroda 9 vícenásobné tříelektrodové sondy A je spojena s prvním kontaktem D1 elektrických obvodů 103 první tříelektrodové sondy, jejichž druhý kontakt E1 je spojen s druhou válcovou elektrodou 10 vícenásobné tříelektrodové sondy A, zároveň spojenou s prvním kontaktem D2 elektrických obvodů 104 druhé tříelektrodové sondy.

Čtvrtá válcová elektroda 11 vícenásobné tříelektrodové sondy A je spojena s třetím kontaktem F1 elektrických obvodů 103 první tříelektrodové sondy, zatímco třetí válcová elektroda 12 vícenásobné tříelektrodové sondy A je spojena s druhým kontaktem E2 elektrických obvodů 104 druhé tříelektrodové sondy. Pátá válcová elektroda 13 vícenásobné tříelektrodové sondy A je spojena se třetím kontaktem F2 elektrických obvodů 104 druhé tříelektrodové sondy.

Ve střední části obr. 6 je znázorněno propojení válcových elektrod vícenásobné pěti-elektrodové sondy B s kontakty elektrických obvodů 105 a 106 nejméně dvou pětielektrodových sond. První válcová elektroda 20 vícenásobné pětielektrodové sondy B je spojena s prvním kontaktem G1 elektrických obvodů 105 první pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt H1 je spojen s druhou válcovou elektrodou 21 vícenásobné pětielektrodové sondy B, jejíž třetí válcová elektroda 22 je spojena se třetím kontaktem K1 elektrických obvodů 105 první pětielektrodové sondy, jejichž čtvrtý kontakt L1 je spojen se čtvrtou válcovou elektrodou 23 vícenásobné pětielektrodové sondy B a zároveň se třetím kontaktem K2 elektrických obvodů 106 druhé pětielektrodové sondy. Pátá válcová elektroda 24 vícenásobné pětielektrodové sondy B je spojena s pátým kontaktem M1 elektrických obvodů 105 první pětielektrodové sondy a dále šestá válcová elektroda 25 vícenásobné pětielektrodové sondy je spojena s prvním kontaktem G2 elektrických obvodů 106 druhé pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt H2 je spojen se sedmou válcovou elektrodou 26 vícenásobné pětielektrodové sondy B, jejíž osmá válcová elektroda 27 je spojena se čtvrtým kontaktem L2 elektrických obvodů 106 druhé

pětielektrodové sondy, jejichž pátý kontakt M2 je spojen s devátou válcovou elektrodou 28 vícenásobné pětielektrodové sondy B.

V pravé části obr. 6 je znázorněno propojení válcových elektrod vícenásobné čtyřelektrodové sondy C s kontakty elektrických obvodů 107 a 108 nejméně dvou čtyřelektrodových sond. První válcová elektroda 38 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena s prvním kontaktem N1 elektrických obvodů 107 první čtyřelektrodové sondy. Druhá válcová elektroda 39 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena jednak s druhým kontaktem 01 elektrických obvodů 107 první čtyřelektrodové sondy, jednak s prvním kontaktem N2 elektrických obvodů 108 druhé čtyřelektrodové sondy. Třetí válcová elektroda 40 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena se třetím kontaktem P1 elektrických obvodů 107 první čtyřelektrodové sondy, jednak se čtvrtým kontaktem R2 elektrických obvodů 108 druhé čtyřelektrodové sondy.

Čtvrtá válcová elektroda 41 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena se čtvrtým kontaktem R1 elektrických obvodů 107 první čtyřelektrodové sondy. Pátá válcová elektroda 42 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena s druhým kontaktem 02 elektrických obvodů 108 druhé čtyřelektrodové sondy. Šestá válcová elektroda 45 vícenásobné čtyřelektrodové sondy C je spojena se třetím kontaktem P2 elektrických obvodů 108 druhé čtyřelektrodové sondy.

Popis činnosti zařízení podle obr. 1: cívka 2 s alespoň jedním závitem je napájena vysokofrekvenčním proudem z generátoru o kmitočtu vyšším nežli 5 MHz. Vytvořené primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole budí v srdečních strukturách elektromagnetické zdroje, multidipóly, které jsou zdroji sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole. Toto sekundární pole je výsledkem transformace funkčních změn srdečních struktur v elektromagnetické veličiny, které lze měřit na povrchu hrudníku pomocí elektrod.

Na obr. 1 je znázorněna vícenásobná elektrodová sonda, která umožňuje současné měření parametrů sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole ve více místech uspořádaných vertikálně nad sebou. Postupným posunutím vícenásobné snímací jednotky 4 ve vodorovném směru po každém měření vznikne síť 5 měřících bodů, která je základem topografie sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole.

Činnost elektronického obvodu podle obr. 3 vícenásobné elektrodové sondy pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole je následující: vysokofrekvenční proud tekoucí cívkou 2 vybudí primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, které se na povrchu těla vyšetřované osoby projeví tím, že mezi elektrodami 10, 11 vznikne vysokofrekvenční napětí o hodnotě $(E \pm e)_x(t)$, jež se z primárního vinutí 65 přenesou do jeho sekundárního vinutí 66 a je diodou 67 usměrněno, paralelním RC obvodem 68, 69 je vyhlazeno a napěťové změny o hodnotě $\pm e_x(t)$ jsou zesíleny prvním diferenciálním zesilovačem 60, na jehož výstupu je výsledné napětí úměrné složce vektoru $e_x(t)$ tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole ve směru souřadnicové osy X.

Mezi elektrodami 9 a 10 se objevuje pouze velmi malé vysokofrekvenční napětí o hodnotě $(E \pm e)_y(t)$, které nestačí pro otevření diod 54, 55, protože vektor intenzity $\vec{E}(t)$ je v převážné míře ve směru souřadnicové osy X. Aby se zajistila normální činnost diod 54, 55, je na jejich anody přiváděno přes střed 53 sekundárního vinutí 52 elektromotorické napětí, které vzniká v toroidním vinutí jádra 61 navlečeného na cívce 2.

Elektromotorické napětí o hodnotě $(E \pm e)_y(t)$, přenesené z primárního vinutí 51 vysokofrekvenčního transformátoru 50 do jeho sekundárního vinutí 52 se v jedné polovině tohoto vinutí 52 sčítá s elektromotorickým napětím z toroidního vinutí a ve druhé polovině tohoto vinutí 52 se odčítá. Po usměrnění diodami 54, 55 se napětí o hodnotě $(E \pm e)_y(t)$ objeví usměrněné mezi katodami diod 54, 55 a změny napětí o hodnotě $e_y(t)$ jsou zesíleny druhým diferenciálním zesilovačem 70.

Napětí na výstupu 72 tohoto zesilovače 70 je úměrné složce $e_y(t)$ vektoru tečné povrchové intenzity sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole ve směru souřadnicové osy Y tělového souřadnicového systému.

Činnost elektronického obvodu podle obr. 4 vícenásobné elektrodové sondy pro přímé měření divergence vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole je následující: vysokofrekvenční proud tekoucí cívkou 2 vybudí primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, které se na povrchu těla vyšetřované osoby projeví tím, že mezi 4 elektrodami 20, 21, 22 23 a společnou, střední elektrodou 24 vzniknou rozdíly elektromagnetických napětí.

Ve směru tělové souřadnicové osy X je to napětí o hodnotě $(E_1 \pm e_1)(t)$ mezi elektrodami 20 a 24 a napětí opačné fáze o hodnotě $-(E_2 \pm e_2)(t)$ mezi elektrodami 21 a 24. Mezi elektrodami 22 a 24, to je ve směru tělové souřadnicové osy Y, je napětí o hodnotě $(E_3 \pm e_3)(t)$ a mezi elektrodami 23 a 24 je napětí opačné fáze o hodnotě $-(E_4 \pm e_4)(t)$. Uvedená čtyři napětí představují složky x, y vektorů intenzity vysokofrekvenčního elektromagnetického pole jsou algebraicky sečtena pomocí sčítacích odporů 73, 74, 75, 76.

Výsledný součet napětí na primáru vysokofrekvenčního transformátoru 50 je úměrný divergenci $\vec{e}$ sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole. Primární vysokofrekvenční elektromagnetické pole představované složkami E_1 , E_2 , E_3 a E_4 je vírové a jeho divergence je tudíž nulová.

První diferenciální zesilovač 77, první vysokofrekvenční transformátor 50, toroidní jádro 61 a jeho vinutí tvoří fázový detektor zajišťující správné znaménko algebraického součtu realizovaného odpory 73, 74, 75, 76. Výstupní napětí z fázového detektoru je zesíleno druhým zesilovačem 78 na úroveň na výstupu 79 potřebnou pro další zpracování.

Činnost elektronického obvodu podle obr. 5 vícenásobné elektrodové sondy pro měření normálové složky rotace vektoru intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole je následující: primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole cívkou 2, obklopující hrudník vyšetřované osoby, má na povrchu hrudníku intenzitu $\vec{E}(t)$, která se mění vlivem superpozice se sekundárním vysokofrekvenčním elektromagnetickým polem, jež má intenzitu $\vec{e}(t)$, takže výsledné elektromagnetické vysokofrekvenční pole má intenzitu $(\vec{E} \pm \vec{e})(t)$.

Mezi elektrodami 40 a 41 a na vinutí 81 je po přiložení elektrod 38, 39, 40, 41 na povrch hrudníku vysokofrekvenční elektromotorické napětí $(E_{1y} \pm e_{1y})(t)$, mezi elektrodami 38 a 39 a na vinutí 93 je vysokofrekvenční elektromotorické napětí $(E_{2y} \pm e_{2y})(t)$. Uvedené dvě napětí jsou složkami vektorů $\vec{E}$ a $\vec{e}$ - ve směru osy Y tělového souřadnicového systému - intenzit primárního a sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole. Mezi elektrodami 38 a 41 a na vinutí 89 je napětí $(E_{1x} \pm e_{1x})(t)$, mezi elektrodami 39 a 40 a na vinutí 85 je napětí $(E_{2x} \pm e_{2x})(t)$. Tato napětí jsou složkami vektorů $\vec{E}$ a $\vec{e}$ - ve směru osy X tělového souřadnicového systému - intenzit primárního a sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole.

Na prvním společném vinutí 96 prvního toroidu 80 a druhého toroidu 84 je elektromotorické napětí úměrné součtu napětí mezi čtvrtou elektrodou 41 a třetí elektrodou 40 a mezi třetí elektrodou 40 a druhou elektrodou 39. Na druhém společném vinutí 99 třetího toroidu 88 a čtvrtého toroidu 92 je elektromotorické napětí úměrné součtu napětí mezi první elektrodou 38 a čtvrtou elektrodou 41 a mezi první elektrodou 38 a druhou elektrodou 39. Mezi výstupy prvního diferenciálního zesilovače 77 je elektrické napětí úměrné rozdílu obou součtů a výsledek je dále úměrný normálové složce rotace vektoru $\vec{E}(t)$ a rotace vektoru $\vec{e}(t)$. Střídavě vázaným druhým diferenciálním zesilovačem 78 je dále zesílena pouze vlivem srdeční činnosti proměnná normálová složka rotace vektoru $\vec{e}$ sekundárního vysokofrekvenčního elektromagnetického pole.

První diferenciální zesilovač 77 plní funkci fázového detektoru a je otevírán elektromotorickým napětím z vinutí toroidního jádra 61, jímž je provlečena cívka 2. Výstupní napětí z fázového detektoru je zesíleno druhým zesilovačem 78 na úroveň na výstupu 102 potřebnou pro další zpracování.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zařízení pro zjišťování topografie sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole srdečních nebo plicních popřípadě jiných biologických orgánů, sestávající z cívky pro vytvoření primárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, obepínající část těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu a připojené ke generátoru vysokofrekvenčního proudu, vyznačené tím, že na cívku (2) je navlečena snímací jednotka (4) elektromagnetických veličin, jejíž výstupy jsou připojeny kabely (6) ke vstupům zesilovacího zařízení (7), jehož výstup je připojen ke vstupu záznamového zařízení (8).

2. Zařízení podle bodu 1 vyznačené tím, že cívka (2) je opatřena stavěcími prvky pro zajištění polohy snímací jednotky (4).

3. Zařízení podle bodů 1 a 2 vyznačené tím, že do snímací jednotky (4) elektromagnetických veličin je vložena vícenásobná tříelektrodová sonda (A) pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

4. Zařízení podle bodů 1 a 2 vyznačené tím, že do snímací jednotky (4) elektromagnetických veličin je vložena vícenásobná pětielektrodová sonda (B) pro měření divergence vektorů povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

5. Zařízení podle bodů 1 a 2 vyznačené tím, že do snímací jednotky (4) elektromagnetických veličin je vložena vícenásobná čtyřelektrodová sonda (C) pro měření normálové složky rotace vektorů intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu.

6. Zařízení podle bodů 1, 2 a 3 vyznačené tím, že vícenásobná tříelektrodová sonda (A) pro měření složek vektorů tečné povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu je vytvořena z nejméně dvou tříelektrodových sond, jejichž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné tříelektrodové sondy (A), jsou umístěny ve dvou rovnoběžných svislých řadách ve vzdálenosti jedné elektrodové rozteče, přičemž shora první válcová elektroda (9), druhá válcová elektroda (10) a dolní třetí válcová elektroda (11) v levé svislé řadě jsou vzdáleny vzájemně o jednu elektrodovou rozteč, zatímco čtvrtá válcová elektroda (11) je umístěna v pravé svislé řadě proti druhé válcové elektrodě (10) a pátá válcová elektroda (13) je umístěna také v pravé svislé řadě proti třetí válcové elektrodě (12), přičemž spojnice středů průřezů první válcové elektrody (9) a druhé válcové elektrody (10) je ve směru osy Y tělového souřadnicového systému a spojnice středů průřezů druhé válcové elektrody (10) a třetí válcové elektrody (11) je ve směru osy X tělového souřadnicového systému.

7. Zařízení podle bodů 1, 2 a 4 vyznačené tím, že vícenásobná pětielektrodová sonda (B) pro měření divergence vektorů povrchové intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu je vytvořena z nejméně dvou pětielektrodových sond, jejichž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné pětielektrodové sondy (B), jsou umístěny ve třech rovnoběžných svislých řadách, přičemž vzdálenost levé řady od střední řady je rovna jedné rozteči válcových elektrod

a ve střední řadě jsou umístěny shora počínaje třetí válcová elektroda (22), pátá válcová elektroda (24), čtvrtá válcová elektroda (23), devátá válcová elektroda (28) a osmá válcová elektroda (27), kteréžto elektrody jsou od sebe vzdáleny o jednu elektrodovou rozteč, zatímco v levé svislé řadě je proti páté válcové elektrodě (24) umístěna druhá válcová elektroda (21) a podobně proti deváté válcové elektrodě (28) je umístěna sedmá válcová elektroda (26), a dále v pravé svislé řadě je proti páté válcové elektrodě (24) umístěna první válcová elektroda (20) a proti deváté válcové elektrodě (28) je umístěna šestá válcová elektroda (25), přičemž střed průřezu první válcové elektrody (20) je v průsečíku kružnice, jejíž střed je v počátku os X, Y s kladnou částí osy X tělového souřadnicového systému, střed průřezu druhé válcové elektrody (21) je v průsečíku kružnice se zápornou částí osy X, střed průřezu třetí válcové elektrody (22) je v průsečíku kružnice s kladnou částí osy Y tělového souřadnicového systému, střed průřezu čtvrté válcové elektrody (23) je v průsečíku kružnice se zápornou částí osy Y a konečně střed průřezu páté válcové elektrody (24) je v průsečíku os X a Y a poloměr kružnice je roven jedné elektrodové rozteči zvětšené o průměr válcové elektrody (20 až 24).

8. Zařízení podle bodů 1, 2 a 5 vyznačené tím, že vícenásobná čtyřelektrodová sonda (C) pro měření normálové složky rotace vektorů intenzity sekundárního elektromagnetického vysokofrekvenčního pole na povrchu těla v úrovni vyšetřovaného biologického orgánu je vytvořena z nejméně dvou čtyřelektrodových sond, jejichž válcové elektrody, kolmé k základní desce vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C), jsou umístěny ve dvou rovnoběžných svislých řadách ve vzdálenosti jedné rozteče elektrod, přičemž shora první válcová elektroda (38), druhá válcová elektroda (39) a dolní pátá válcová elektroda (42) v levé svislé řadě jsou vzájemně vzdáleny o jednu elektrodovou rozteč, zatímco čtvrtá válcová elektroda (41) je umístěna v pravé svislé řadě proti první válcové elektrodě (38), třetí válcová elektroda (40) je umístěna v pravé svislé řadě proti druhé válcové elektrodě (39) a šestá válcová elektroda (45) je umístěna v pravé svislé řadě proti páté válcové elektrodě (42), přičemž počátek os X, Y tělového souřadnicového systému je uprostřed čtverce tvořeného první válcovou elektrodou (38), druhou válcovou elektrodou (39), třetí válcovou elektrodou (40) a čtvrtou válcovou elektrodou (41) první čtyřelektrodové sondy a střed průřezu první elektrody (38) je na ose symetrie druhého kvadrantu, střed průřezu druhé válcové elektrody (39) je na ose symetrie třetího kvadrantu, střed průřezu třetí válcové elektrody (40) je na ose symetrie čtvrtého kvadrantu a střed průřezu čtvrté válcové elektrody (41) je na ose symetrie prvního kvadrantu.

9. Zařízení podle bodů 1, 2, 3 a 6 vyznačené tím, že elektrické obvody vícenásobné tříelektrodové sondy (A) jsou vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou tříelektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty (D1, D2), druhými kontakty (E1, E2) a třetími kontakty (F1, F2), spojenými s válcovými elektrodami (9, 10, 11) vícenásobné tříelektrodové sondy (A), přičemž mezi první kontakt (D1, D2) a druhý kontakt (E1, E2) je zapojeno primární vinutí (51) prvního vysokofrekvenčního transformátoru (50), na jehož vývody sekundárního vinutí (52) se střední odbočkou (53) jsou zapojeny dvě diody (54, 55), přičemž anoda první diody (54) je spojena s prvním vývodem sekundárního vinutí (52), anoda druhé diody je spojena s druhým vývodem sekundárního vinutí (52), katoda první diody (54) je spojena jednak s prvními vývody prvního kondenzátoru (56) a prvního odporu (58), jednak s prvním vstupem druhého diferenciálního zesilovače (70), katoda druhé diody (55) je spojena jednak s prvními vývody druhého kondenzátoru (57) a druhého odporu (59), jednak s druhým vstupem druhého diferenciálního zesilovače (70), jehož výstup (72) je zároveň druhým výstupem tříelektrodové sondy, zatímco druhé vývody obou kondenzátorů (56, 57) a obou odporů (50, 59) jsou spojeny spolu a se druhým vývodem (63) vinutí na toroidním jádru (61), jímž je provlečena cívka (2) budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, a první vývod (62) vinutí na toroidním jádru (61) je spojen se střední odbočkou (53) sekundárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru (50), a dále mezi druhý kontakt (E1, E2) a třetí kontakt (F1, F2) je zapojeno primární vinutí (65) druhého vysokofrekvenčního transformátoru (64), jehož první vývod sekundárního vinutí (66) je připojen k anodě třetí diody (67), jejíž katoda je spojena jednak se spolu spojenými prvními vývody paralelně řazeného třetího odporu (68) a třetího kondenzátoru (69), jednak s druhým vstupem prvního

diferenciálního zesilovače (60), a druhý vývod sekundárního vinutí (66) je spojen jednak se spolu spojenými druhými vývody paralelně řazeného třetího odporu (68) a třetího kondenzátoru (69), jednak s prvním vstupem prvního diferenciálního zesilovače (60), jehož výstup (71) je zároveň prvním výstupem tříelektrodové sondy.

10. Zařízení podle bodů 1, 2, 4 a 7 vyznačené tím, že elektrické obvody vícenásobné pětielektrodové sondy (B) jsou vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou pětielektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty (G1, G2), druhými kontakty (H1, H2), třetími kontakty (K1, K2), čtvrtými kontakty (L1, L2) a pátými kontakty (M1, M2), spojenými s válcovými elektrodami (20 až 24) vícenásobné pětielektrodové sondy (B), přičemž k prvnímu kontaktu (G1, G2) je připojen první vývod prvního odporu nebo impedance (73), ke druhému kontaktu (H1, H2) je připojen první vývod druhého odporu nebo impedance (74), kde třetímu kontaktu (K1, K2) je připojen první vývod třetího odporu nebo impedance (75) a ke čtvrtému kontaktu (L1, L2) je připojen první vývod čtvrtého odporu nebo impedance (76) stejné jmenovité hodnoty, zatímco druhé vývody odporů nebo impedancí (73, 74, 75, 76) jsou spolu spojeny a připojeny k prvnímu vývodu primárního vinutí (51) prvního vysokofrekvenčního transformátoru (50), jehož druhý vývod primárního vinutí (51) je připojen k pátému kontaktu (M1, M2), přičemž střední odbočka (53) sekundárního vinutí prvního vysokofrekvenčního transformátoru (50) je spojena s prvním vývodem (62) vinutí na toroidálním jádru (61), jímž je provlečena cívka (2) budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, a dále druhý vývod (63) vinutí na toroidním jádru (61) je spojen s uzemněním a krajní dva vývody sekundárního vinutí (52) prvního vysokofrekvenčního transformátoru (50) jsou spojeny se dvěma vstupy prvního diferenciálního zesilovače (77), jehož dva výstupy jsou spojeny se vstupy druhého diferenciálního zesilovače (78), jehož výstup (79) je zároveň výstupem elektrických obvodů pětielektrodové sondy.

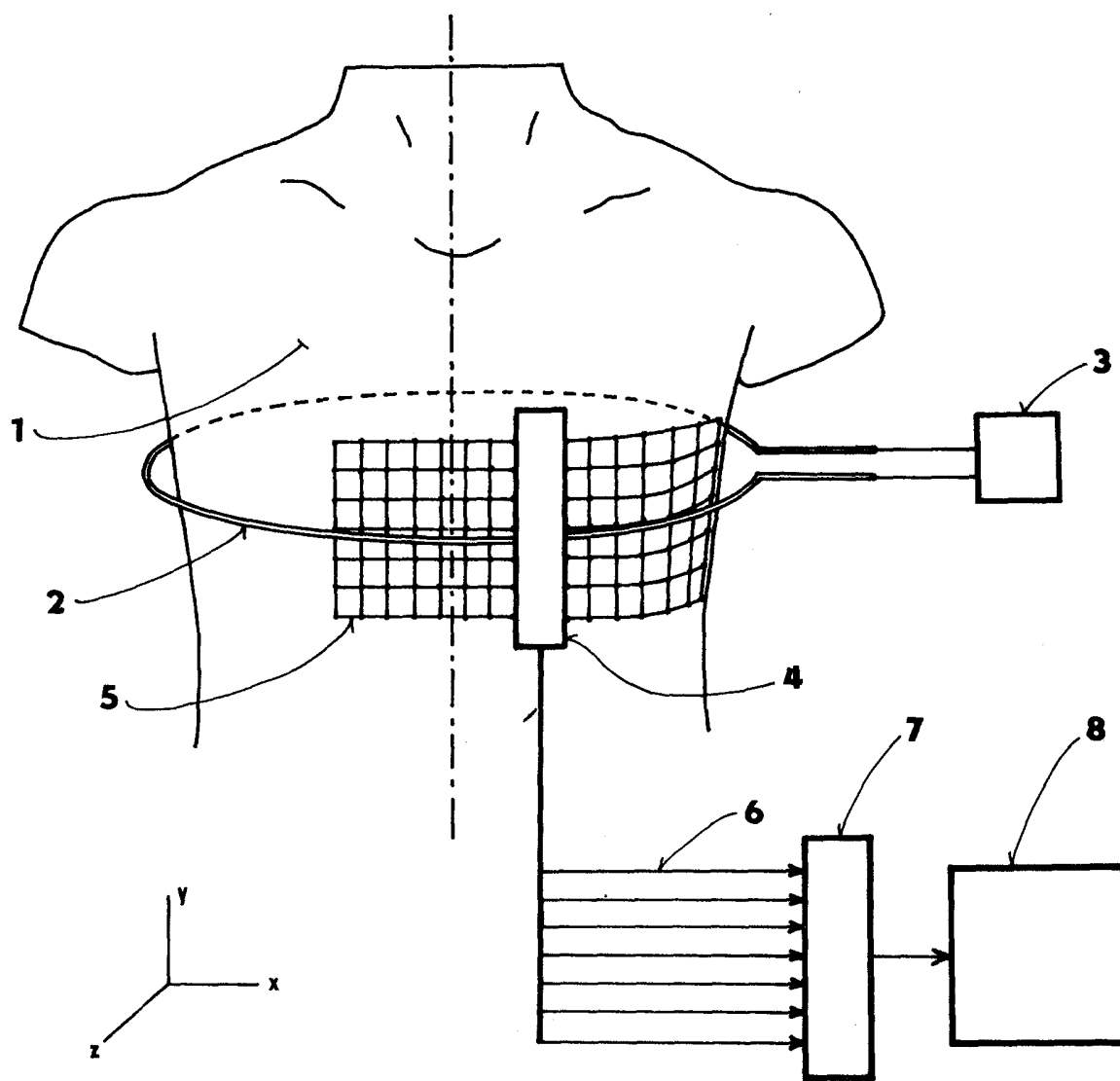
11. Zařízení podle bodů 1, 2, 5 a 8 vyznačené tím, že elektrické obvody vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) jsou vytvořeny z elektrických obvodů nejméně dvou čtyřelektrodových sond a tyto elektrické obvody jsou opatřeny prvními kontakty (N1, N2), druhými kontakty (O1, O2), třetími kontakty (P1, P2) a čtvrtými kontakty (R1, R2) přičemž čtvrtý kontakt (R1, R2) je spojen s prvním vývodem (82) vinutí (81) na prvním toroidním jádru (80) a zároveň s prvním vývodem (90) vinutí (89) na třetím toroidním jádru (88), třetí kontakt (P1, P2) je spojen s prvním vývodem (86) vinutí (85) na druhém toroidním jádru (84) a zároveň se druhým vývodem (83) vinutí (81) na prvním toroidním jádru (80), a dále druhý kontakt (O1, O2) je spojen s druhým vývodem (87) vinutí (85) na druhém toroidním jádru (84) a zároveň s druhým vývodem (95) vinutí (93) na čtvrtém toroidním jádru (92) a konečně první kontakt (N1, N2) je spojen s druhým vývodem (91) vinutí (89) na třetím toroidním jádru (88) a zároveň s prvním vývodem (94) vinutí (93) na čtvrtém toroidním jádru (92), zatímco první vývod (97) prvního společného vinutí (96) prvního toroidního jádra (80) a druhého toroidního jádra (84) je spojen s prvním vstupem prvního diferenciálního zesilovače (77) a druhý vývod (98) prvního společného vinutí (96) je spojen s druhým vývodem (101) druhého společného vinutí (99) a zároveň s prvním vývodem (62) vinutí na toroidním jádru (61), jímž je provlečena cívka (2) budící primární elektromagnetické vysokofrekvenční pole, druhý vývod (63) vinutí na toroidním jádru (61) je uzemněn a první vývod (100) druhého společného vinutí (99) třetího toroidního jádra (88) a čtvrtého toroidního jádra (92) je spojen s druhým vstupem prvního diferenciálního zesilovače (77), jehož dva výstupy jsou spojeny se dvěma vstupy druhého diferenciálního zesilovače (78), přičemž výstup tohoto zesilovače (78) je zároveň výstupem (102) obvodu čtyřelektrodové sondy.

12. Zařízení podle bodů 1, 2, 3, 6 a 9 vyznačené tím, že první válcová elektroda (9) vícenásobné tříelektrodové sondy (A) je spojena s prvním kontaktem (D1) elektrických obvodů (103) první tříelektrodové sondy, jejichž druhý kontakt (E1) je spojen s druhou válcovou elektrodou (10) vícenásobné tříelektrodové sondy (A), zároveň spojenou s prvním kontaktem (D2) elektrických obvodů (104) druhé tříelektrodové sondy, čtvrtá válcová elektroda (11) vícenásobné tříelektrodové sondy (A) je spojena s třetím kontaktem (F1) elektrických obvodů (103) první tříelektrodové sondy, zatímco třetí válcová elektroda (12) vícenásobné tříelektro-

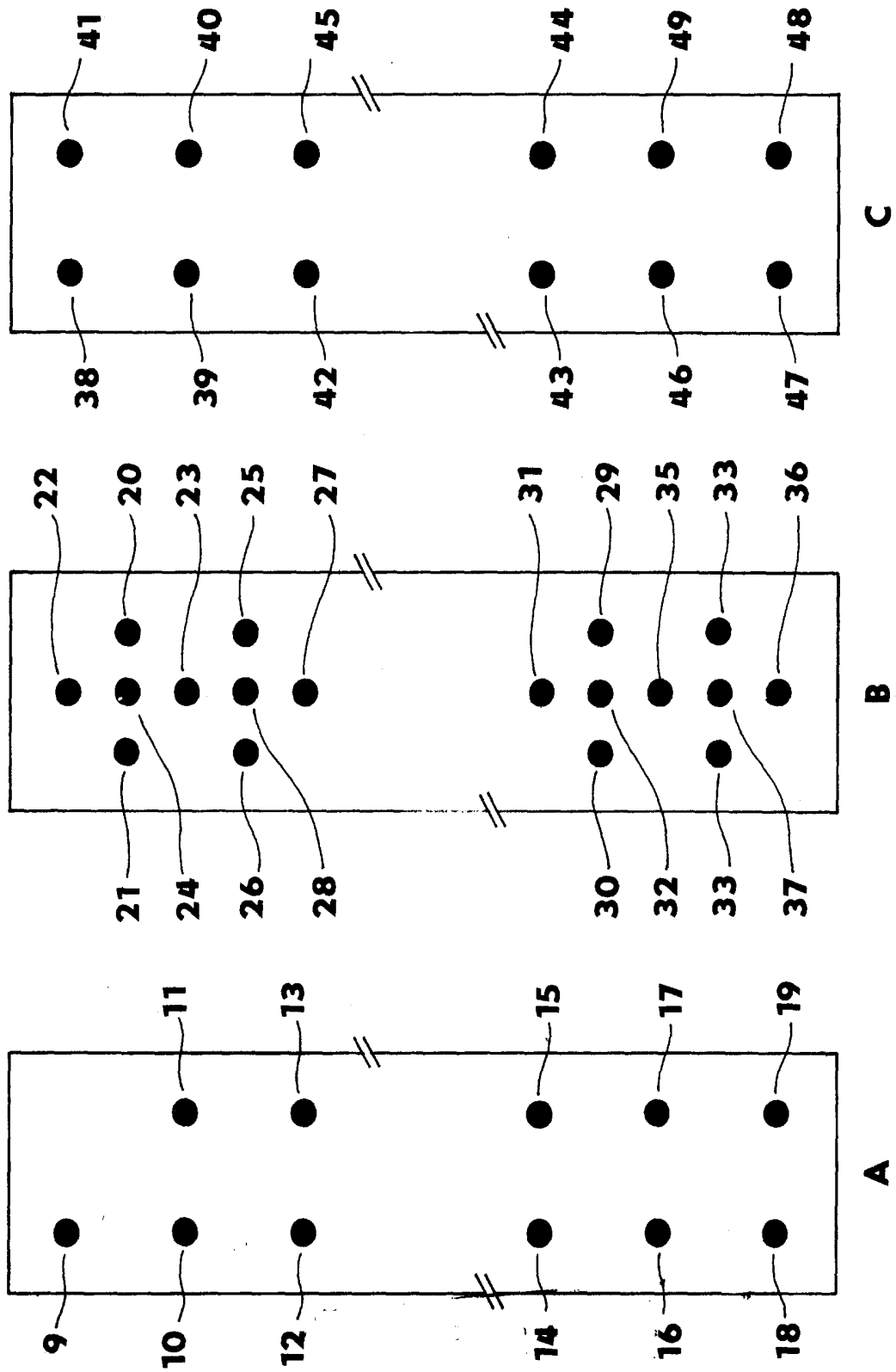
dové sondy (A) je spojena s druhým kontaktem (E2) elektrických obvodů (104) druhé tříelektrodové sondy, a konečně pátá válcová elektroda (13) vícenásobné tříelektrodové sondy (A) je spojena se třetím kontaktem (F2) elektrických obvodů (104) druhé tříelektrodové sondy.

13. Zařízení podle bodů 1, 2, 4, 7 a 10 vyznačené tím, že první válcová elektroda (20) vícenásobné pětielektrodové sondy (B) je spojena s prvním kontaktem (G1) elektrických obvodů (105) první pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt (H1) je spojen s druhou válcovou elektrodou (21) vícenásobné pětielektrodové sondy (B), jejíž třetí válcová elektroda (22) je spojena se třetím kontaktem (K1) elektrických obvodů (105) první pětielektrodové sondy, jejichž čtvrtý kontakt (L1) je spojen se čtvrtou válcovou elektrodou (23) vícenásobné pětielektrodové sondy (B) a zároveň se třetím kontaktem (K2) elektrických obvodů (106) druhé pětielektrodové sondy, zatímco pátá válcová elektroda (24) vícenásobné pětielektrodové sondy (B) je spojena s pátým kontaktem (M1) elektrických obvodů (105) první pětielektrodové sondy a dále šestá válcová elektroda (25) vícenásobné pětielektrodové sondy je spojena s prvním kontaktem (G2) elektrických obvodů (106) druhé pětielektrodové sondy, jejichž druhý kontakt (H2) je spojen se sedmou válcovou elektrodou (26) vícenásobné pětielektrodové sondy (B), jejíž osmá válcová elektroda (27) je spojena se čtvrtým kontaktem (L2) elektrických obvodů (106) druhé pětielektrodové sondy, jejichž pátý kontakt (M2) je spojen s devátou válcovou elektrodou (28) vícenásobné pětielektrodové sondy (B).

14. Zařízení podle bodů 1, 2, 5, 8 a 11 vyznačené tím, že první válcová elektroda (38) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena s prvním kontaktem (N1) elektrických obvodů (107) první čtyřelektrodové sondy, zatímco druhá válcová elektroda (39) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena jednak s druhým kontaktem (O1) elektrických obvodů (107) první čtyřelektrodové sondy, jednak s prvním kontaktem (N2) elektrických obvodů (108) druhé čtyřelektrodové sondy, a obdobně třetí válcová elektroda (40) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena jednak se třetím kontaktem (P1) elektrických obvodů (107) první čtyřelektrodové sondy, jednak se čtvrtým kontaktem (R2) elektrických obvodů (108) druhé čtyřelektrodové sondy a konečně čtvrtá válcová elektroda (41) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena se čtvrtým kontaktem (R1) elektrických obvodů (107) první čtyřelektrodové sondy, zatímco pátá válcová elektroda (42) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena s druhým kontaktem (O2) elektrických obvodů (108) druhé čtyřelektrodové sondy a šestá válcová elektroda (45) vícenásobné čtyřelektrodové sondy (C) je spojena se třetím kontaktem (P2) elektrických obvodů (108) druhé čtyřelektrodové sondy.

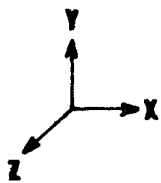
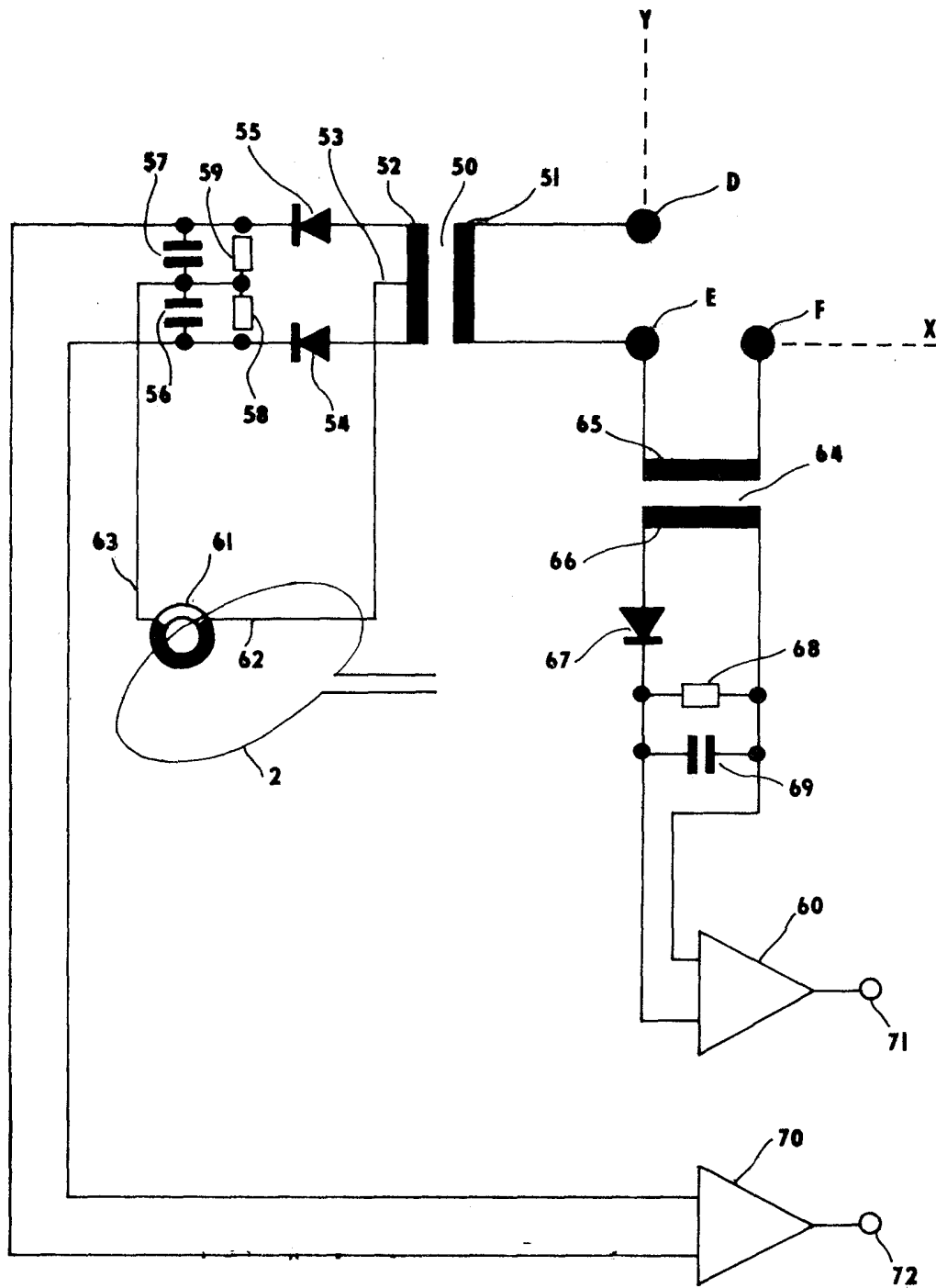


Obr.1



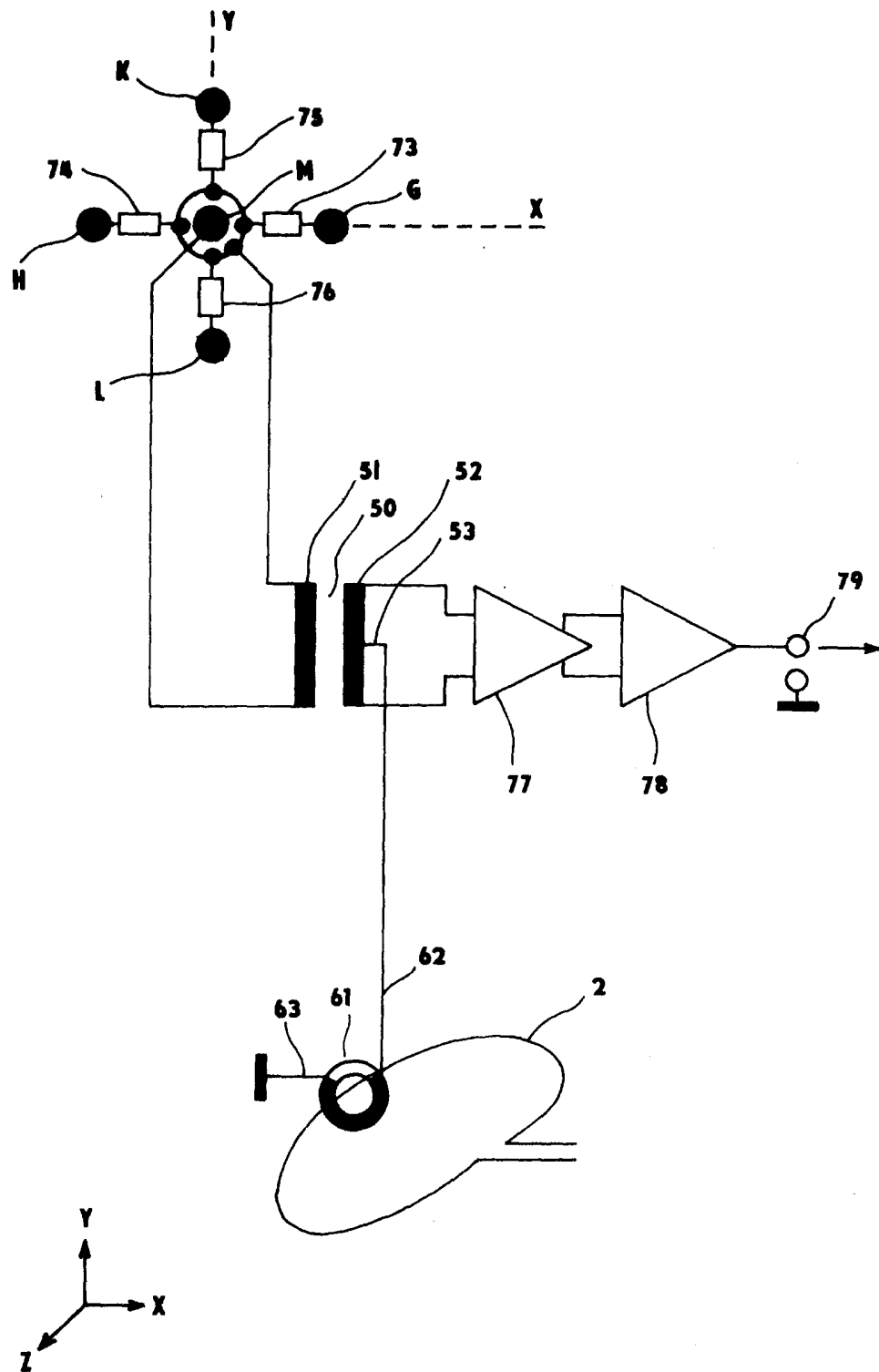
Obr. 2

254708



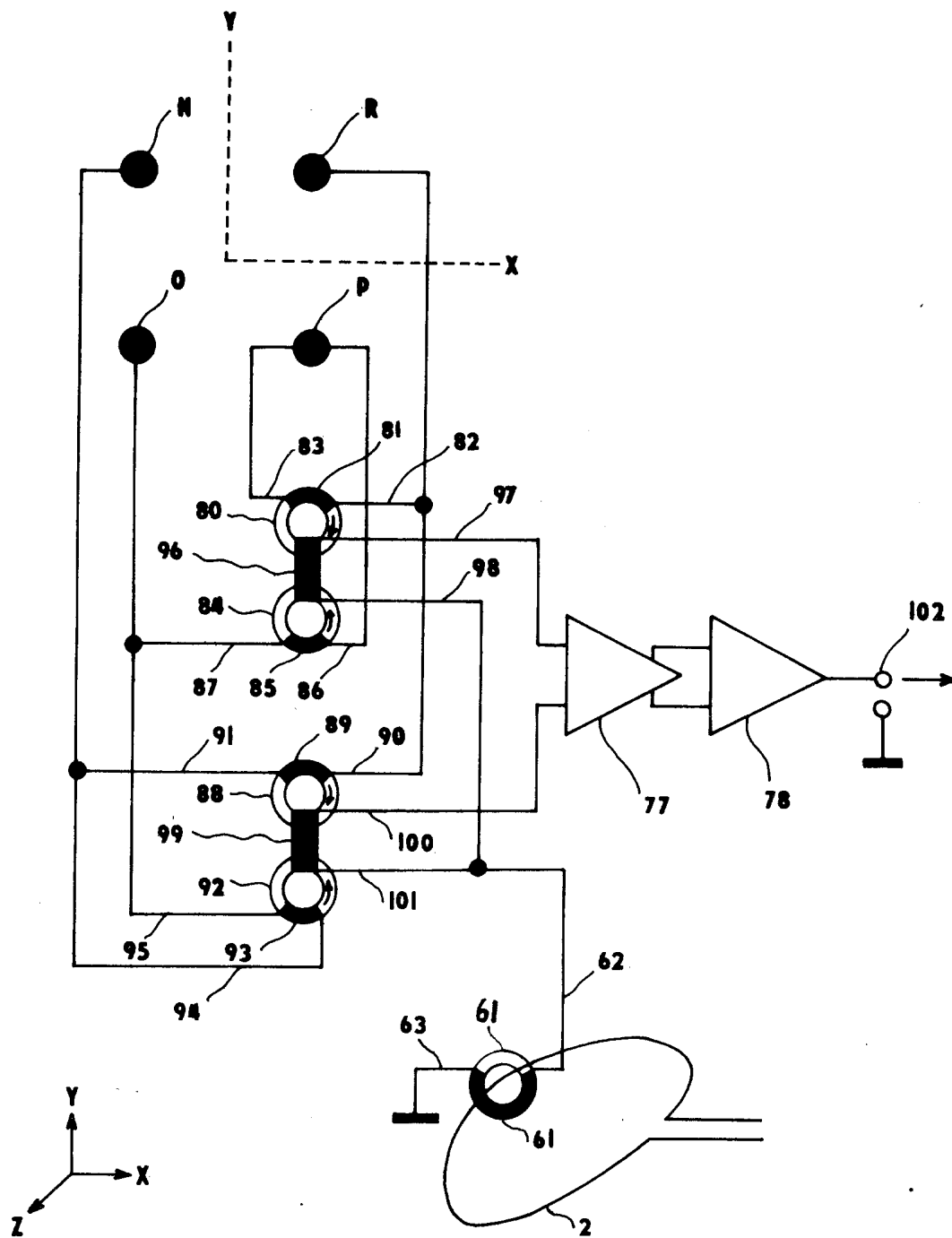
Qbr, 3

254708

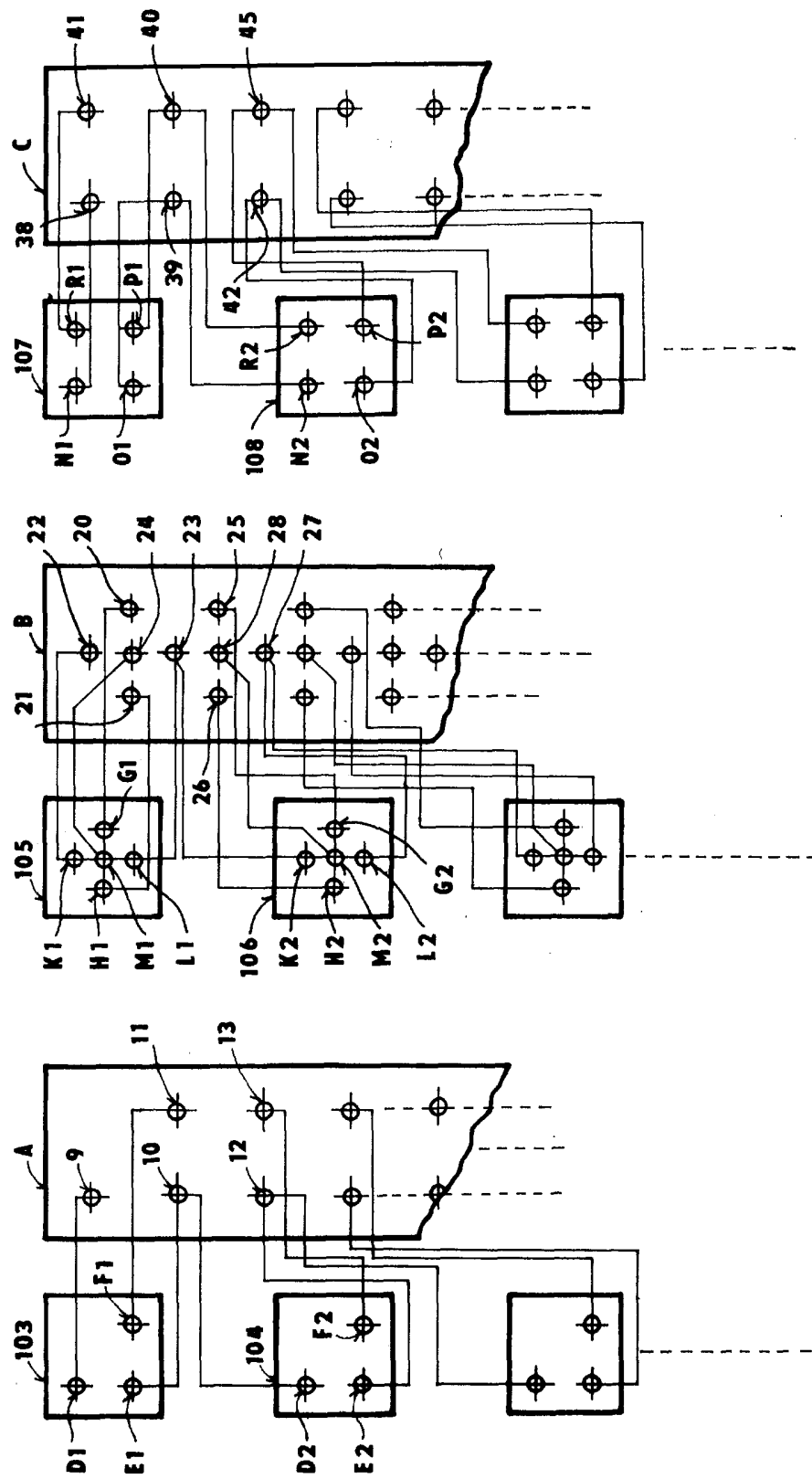


Obr. 4

254708



QbL5



Obr. 6