



F1000098267B

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

98267

C (45) Patentti myönnetty
Patent meddelat 26 05 1997

(51) Kv.lk.6 - Int.cl.6

A 61B 5/04, 5/05

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	924328
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	25.09.92
(24) Alkupäivä - Löpdag	25.09.92
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	26.03.94
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	14.02.97

(71+72) Hakijat ja keksijät - Sökande och uppfinnare

1. Malmivuo, Jaakko, Minna Canthinkatu 2, 33230 Tampere, (FI)
2. Oja, Sakari, Kaskitie 6 H, 33540 Tampere, (FI)
3. Nousiainen, Juha, Annalankatu 1, 33710 Tampere, (FI)

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Laite sydämen ja hermoston muodostamien biosähköisten lähteiden mittaamiseksi yhdistämällä niiden biosähköisen toiminnan synnyttämän sähköisen ja magneettisen kentän mittauksista saatava informaatio

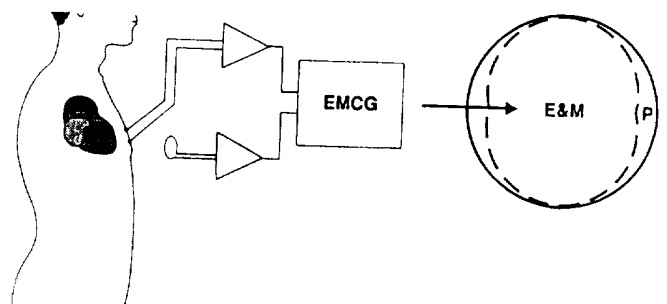
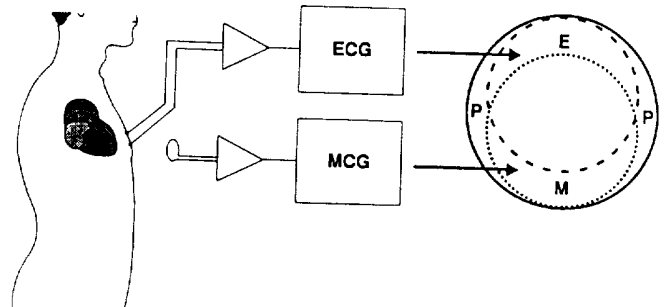
Anordning för mätning av hjärtats och nervsystemets bioelektriska källor genom att kombinera den information som fås genom mätning av elektriska fält och magnetiska fält, som förorsakas av den bioelektriska aktiviteten

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 479207 (G 06F 15/20)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö kohdistuu laitteeseen sydämen ja hermoston biosähköisen toiminnanmittaamiseksi niiden sairauksien diagnosoitua varten. Laite soveltuu hyvin kliiniseen käyttöön ja se mittaa sekä sähkö- että magneettikenttää (EMCG), jotka aiheutuvat biosähköisestä toiminnasta. Näin voidaan yhdistää sähköisellä mittauksella oikein diagnosoitujen potilaiden joukko (E) sekä magneettisella mittauksella oikein diagnosoitujen potilaiden joukko (M). Koska nämä joukot, vaikkakin ne ovat suunnilleen yhtä suuret, eivät muodostu täsmälleen samoista potilaista, on niiden yhdistelmä (E & M) suurempi kuin kumpikaan joukko erikseen. Täten voidaan magneettisella mittauksella, yhdistämällä se sähköisen mittauksen kanssa, lisätä mittaustulosten yhteistä diagnostista kykyä.



Uppfinningen avser en anordning för mätning av hjärtats och nervsystemets bioelektriska aktivitet för diagnosering av deras sjukdomar. Anordningen lämpar sig väl för klinisk användning och den mäter både det elektriska och magnetiska fältet (EMCG), som förorsakas av den bioelektriska aktiviteten. Så kan man kombinera en grupp av med en elektrisk mätning riktigt diagnoserade patienter (E) samt en grupp av med en magnetisk mätning riktigt diagnoserade patienter (M). Eftersom dessa grupper, även om de är ungefär lika stora, inte består av exakt samma patienter, är deras kombination (E & M) större än var grupp för sig. Så kan man med den magnetiska mätningen, genom att kombinera den med den elektriska mätningen, öka den gemensamma diagnostiska förmågan av mätningresultaten.

LAITE SYDÄMEN JA HERMOSTON MUODOSTAMIEN BIOSÄHKÖISTEN LÄHTEIDEN MITTAAMISEKSI YHDISTÄMÄLLÄ NIIDEN BIOSÄHKÖISEN TOIMINNAN SYNNYTTÄMÄN SÄHKÖISEN JA MAGNEETTISEN KENTÄN MITTAUKSISTA SAATAVA INFORMAATIO.

Keksinnön kohteena on laite jolla voidaan saada entistä tarkempaa informaatiota biosähköisen tilavuuslähteen rakenteesta ja toiminnasta käyttäen samanaikaisesti hyväksi mainitun biosähköisen toiminnan synnyttämien
5 sähköisen ja magneettisen kentän mittauksista saatavaa informaatiota. Laitetta voidaan käyttää sydämen ja aivojen muodostaman biosähköisen lähteen mittaamiseen.

Matemaattisten tosiasioiden vuoksi volyymlähteestä voidaan tehdä vain kolme riippumatonta bipolaarista
10 sähköistä mittausta. Nämä ovat ortogonaalisia, siis toisiaan vastaan kohtisuoria mittauksia. Niistä kunkin herkkyys on siis asianomaisen komponentin (koordinaattiakselin) suunnassa ja mittausherkkyyden itseisarvo on homogeeninen kautta koko sydämen alueen, kuva 1. Tyy-
15 pillisimmillään tämä toteutuu mitattaessa sydämen sähköistä dipolia. Tätä mittausmenetelmää kutsutaan vektorikardiografiaksi, VKG.

Kliinisessä käytössä olevassa 12-kytkentäisessä EKG-järjestelmässä mittauksia tehdä myös muissa suunnissa
20 kuin koordinaattiakselien suunnissa. Tällöin kuitenkin, ainakin niiden mittauksen kohdalla, jotka tehdään riittävän etäällä sydäimestä, kaikki muut mittaukset ovat edellä mainittujen kolmen mittauksen lineaarisia kombinaatioita, eivätkä siis tuo uutta informaatiota ei-
25 vätkä paranna menetelmän diagnostista kykyä (oikein diagnosoitujen potilaiden prosentuaalista määrää).

Koska sähkövirta aina synnyttää myös magneettisen kentän, niin samoin biologisen kudoksen biosähköinen toiminta synnyttää biosähköisen kentän lisäksi myös biomagneettisen kentän. Sydämen biosähköisen toiminnan synnyttämän magneettikentän mittaus on nimeltään magnetokardiogrammi, MKG, ja aivojen biosähköisen toiminnan synnyttämän magneettikentän mittaus on nimeltään magnetoenkefalogrammi, MEG.

Samoin kuin sähköisiä mittauksia, voidaan volyymilähteestä tehdä myös magneettisia mittauksia vain kolme ortogonaalista, siis toisiaan vastaan kohtisuoraa riippumatonta bipolaarista mittausta. Nämä muodostavat volyymilähteen biosähköisen toiminnan muodostaman magneettisen dipolin mittaamisen. Näiden herkkyysjakautuma on sähköisen mittauksen herkkyysjakautumasta oleellisesti poikkeava. Magneettisen mittauksen herkkyysjakautuma on (sylinterisymmetrisessä tapauksessa) kauttaaltaan tangentialisessa suunnassa symmetria-akseliin (koordinaattiakseliin) nähden. Herkkyyden itseisarvo on suoraan verrannollinen etäisyyteen symmetria-akselista, kuva 2.

Koska myös magneettisen dipolin mittaus muodostuu kolmesta riippumattomasta komponentista, on luonnollista, että magneettisella mittauksella biosähköisestä lähteestä saadaan samaa suuruusluokkaa oleva määrä informaatiota kuin sähköiselläkin mittauksella. Siksi oikein diagnosoitujen potilaiden lukumäärä on samaa suuruusluokkaa sekä MKG:ssa että EKG:ssa, (ja vastaavasti myös MEG:ssä ja EEG:ssä). Nämä oikein diagnosoitujen potilaiden joukot eivät kuitenkaan ole identtiset, koska sähköisen ja magneettisen mittauksen herkkyysjakautumat poikkeavat oleellisesti toisistaan. Tätä on havainnollistettu kuvassa 3. Siinä kirjaimella P merkitty suuri ympyrä tarkoittaa koko potilasmateriaalia. Sen sisällä oleva ympyrä E tarkoittaa sähköisesti mitattuun signaaliin perustuvalla diagnoosilla oikein diagnosoitua potilasjoukkoa. Toinen suunnilleen saman kokoinen ympyrä

rä M tarkoittaa magneettisesti mitattuun signaaliin perustuvalla diagnoosilla oikein diagnosoitua potilasjoukkoa. Alueet E ja M menevät osittain päällekkäin. Päällekkäin olevan alueen edustamat potilaat ovat niitä, jotka on diagnosoitu oikein kummallakin menetelmällä. Koska kyseessä on tilastollinen analyysi, ei luonnollisestikaan voida tietää keitä ovat ne potilaat, jotka on diagnosoitu oikein tai väärin jommallakummalla menetelmällä.

10 Jo aivan biomagneettisten mittausten alkuvaiheessa magneettisen mittauksen kanssa on tehty samanaikaisesti myös biosähköisen lähteen sähköisiä mittauksia. Näiden mittausten informaatiota ei kuitenkaan ole yhdistetty vaan sähköistä mittausta on joko käytetty synkronointisignaalina jaksollisen magneettisen signaalin keskiarvottamiseksi sydämen magneettikenttää mitattaessa tai vertaamalla erikseen sähköisillä mittauksilla tehtyä diagnoosia tai lähdepaikannusta erikseen magneettisilla mittauksilla tehtyyn diagnoosiin tai lähdepaikannuksen. Tätä havainnollistetaan kuvassa 4.

Kun lähteen mittaus tai potilasdiagnoosi tehdään toisaalta sähköisten mittausten ja toisaalta magneettisten mittausten perusteella erikseen, vaikkakin samanaikaisesti, ei ole mahdollista tietää ketkä ovat ne potilaat, joiden kohdalla sähköiseen mittaukseen perustuva diagnoosi on väärä, mutta magneettiseen mittauksen perustuva diagnoosi on oikea, tai päinvastoin. Tämän vuoksi magneettisilla mittauksilla ei ole päästy sähköisiä mittauksia parempaan tarkkuuteen lähdepaikannuksessa tai parempaan diagnostiseen kykyyn, vaikka samalle potilasmateriaalille tehtäisiinkin sekä sähköiseen mittaukseen perustuva diagnoosi että magneettiseen mittaukseen perustuva diagnoosi.

Keksinnön kohteena on havainto, että koska sähköisen dipolin mittauksessa käytettävät kolme riippumatonta mittausta ja magneettisen dipolin mittauksessa käytet-

tävät kolme riippumatonta mittausta ovat vielä keskenään riippumattomia, voidaan yhdistämällä sähköinen ja magneettinen mittausta saada kaikkiaan kuusi riippumatonta mittausta mikä parantaa oleellisesti lähteestä saatavan informaation määrää. Sydäntutkimuksissa tätä menetelmää voidaan kutsua nimellä elektromagnetokardiografia, ECG.

Keksinnön oleellinen etu on, että tällä menetelmällä voidaan yhdistää sähköisen signaalin mittauksen perusteella ja magneettisen signaalin mittauksen perusteella oikein diagnosoidut potilasmateriaalit. Kokeellisesti on voitu osoittaa, että näin voidaan saavuttaa sellainen diagnostisen kyvyn paraneminen, jossa väärin diagnosoitujen potilaiden määrä putoaa jopa puoleen ilman että lisätään diagnoosissa käytettävien parametrien kokonaismäärää. Tätä on havainnollistettu kuvassa 5 alueella E&M, joka peittää yhteensä alueet E ja M, edustaen sitä potilasjoukkoa, joka on diagnosoitu oikein menetelmällä, jossa on yhdistetty sähköisesti ja magneettisesti mitatut signaalit.

Aivojen ja muiden biosähköisiä signaaleja tuottavien kudosten biosähköisen toiminnan sähköisen ja magneettisen mittauksen herkkyysjakautumat noudattavat soveltuvin kohdin edellä mainittuja sydämen biosähköisen toiminnan sähköiseen ja magneettiseen mittaukseen liittyviä herkkyysjakautumia. Samoin näiden kudosten rakenteesta ja toiminnasta tehtävät johtopäätökset perustuvat niistä mitattujen käyrien parametrien mittaamiseen.

Mitä edellä on puhuttu sähköisen ja magneettisen dipolilähteen mittauksesta voidaan suoraan soveltaa myös korkeamman kertaluvun lähteiden, siis kvadrupolin, oktupolin jne. mittaukseen.

PATENTTIVAATIMUS

1. Laite sydämen ja hermoston biosähköisen toiminnan mittaamiseksi, joka käsittää sekä elimet kohteen synnyttämän sähkökentän mittaamiseksi että elimet kohteen
5 synnyttämän magneettikentän mittaamiseksi, **tunnettu** siitä, että se käsittää elimet molemmista kentistä saatujen signaalien tallettamiseksi rinnakkain samanarvoisina ja toisistaan riippumattomina ja tietokoneohjelman parametrien valitsemiseksi ja laskemiseksi
10 molemmista näistä signaaleista vapaasti paremmuusjärjestyksessä.

PATENTKRAV

1. Anordning för mätning av hjärtmuskelns och nervsystemets bioelektriska källor, som omfattar både
15 system för mätning av elektriska fält och system för mätning av magnetiska fält, **kännetecknad** därav, att i den ingår ett system för lagring av de båda fältsignalerna såsom likvärdiga och av varandra oberoende och ett datorprogram som väljer och bestämmer
20 parametrar från de här signaler i rangordning.

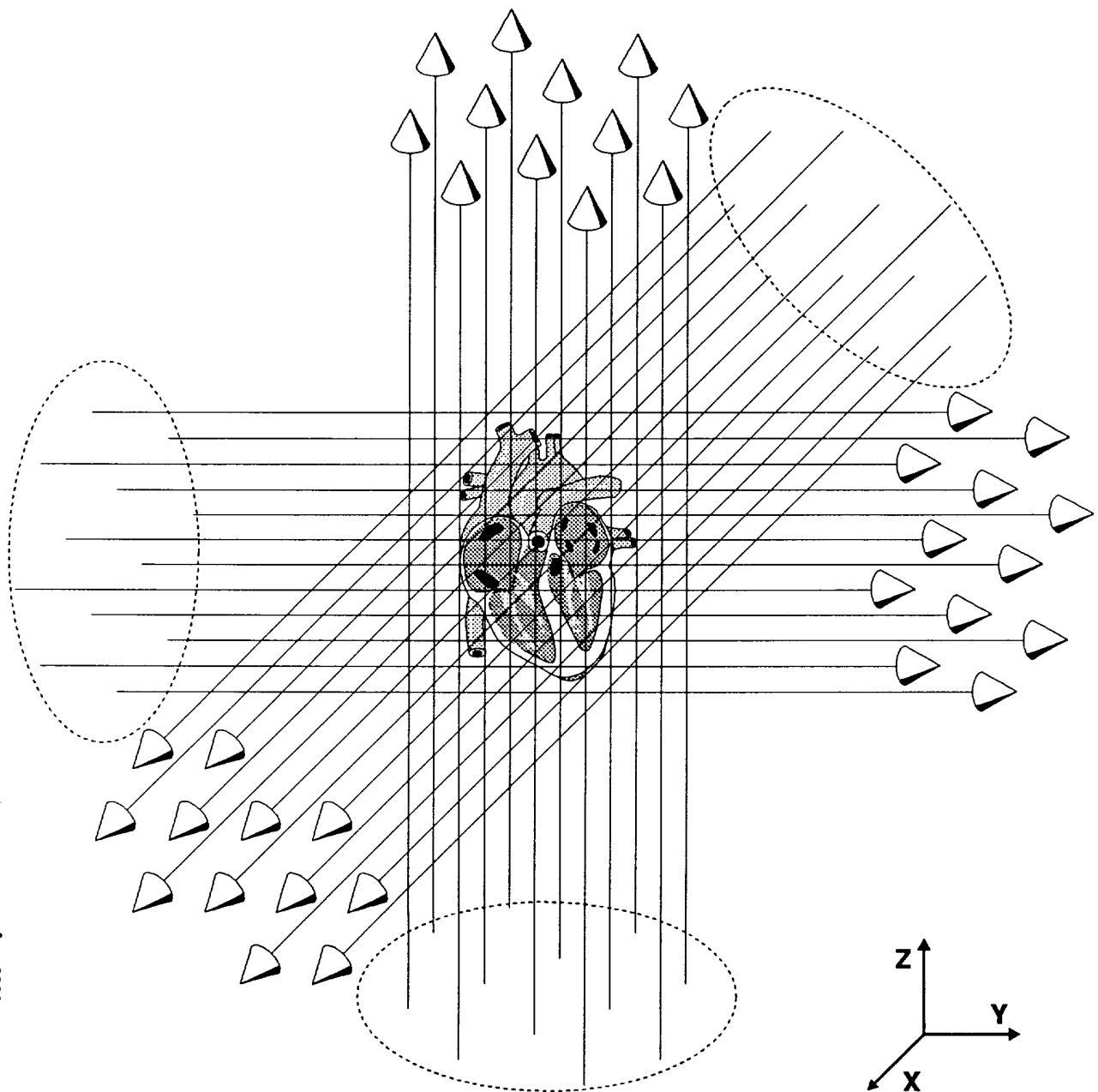


Fig. 1

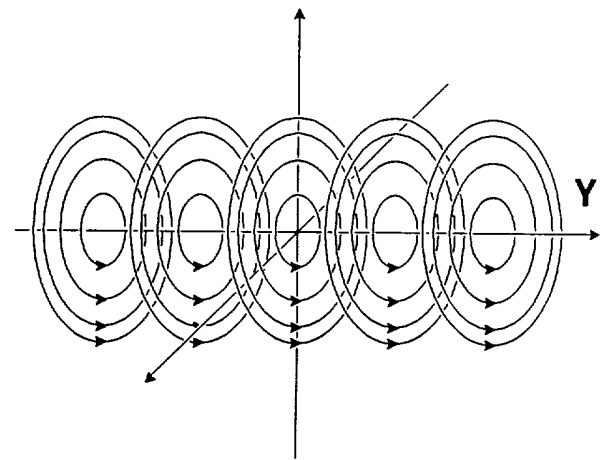
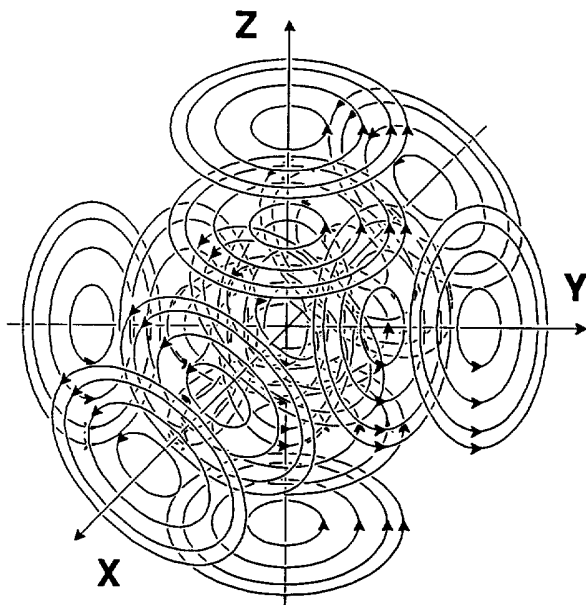
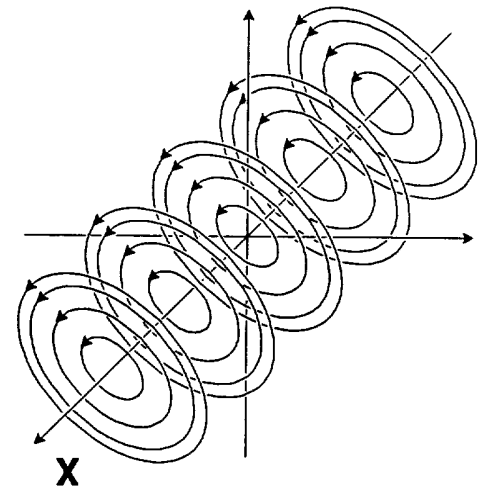
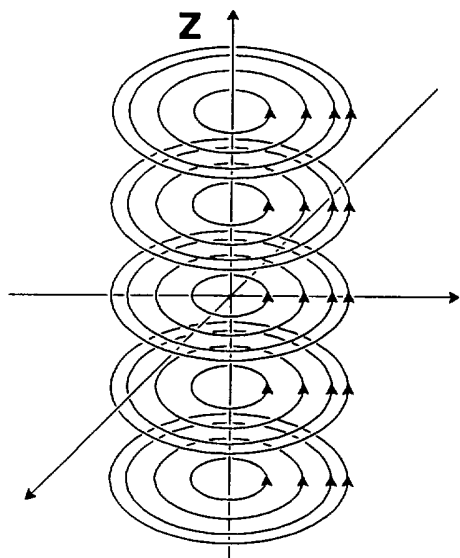


Fig. 2

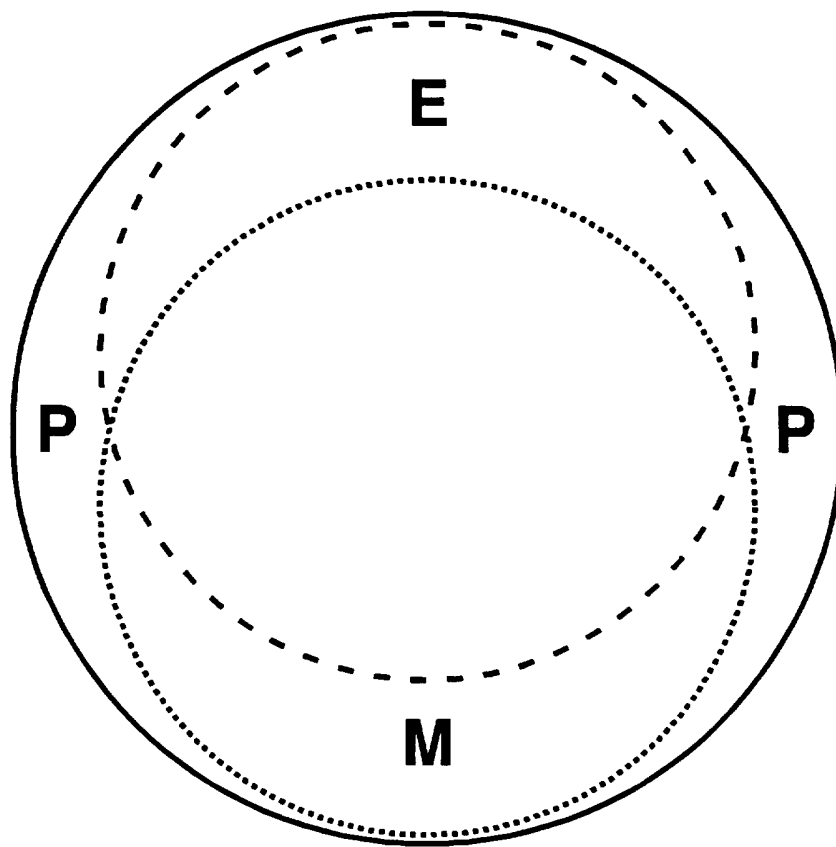


Fig. 3

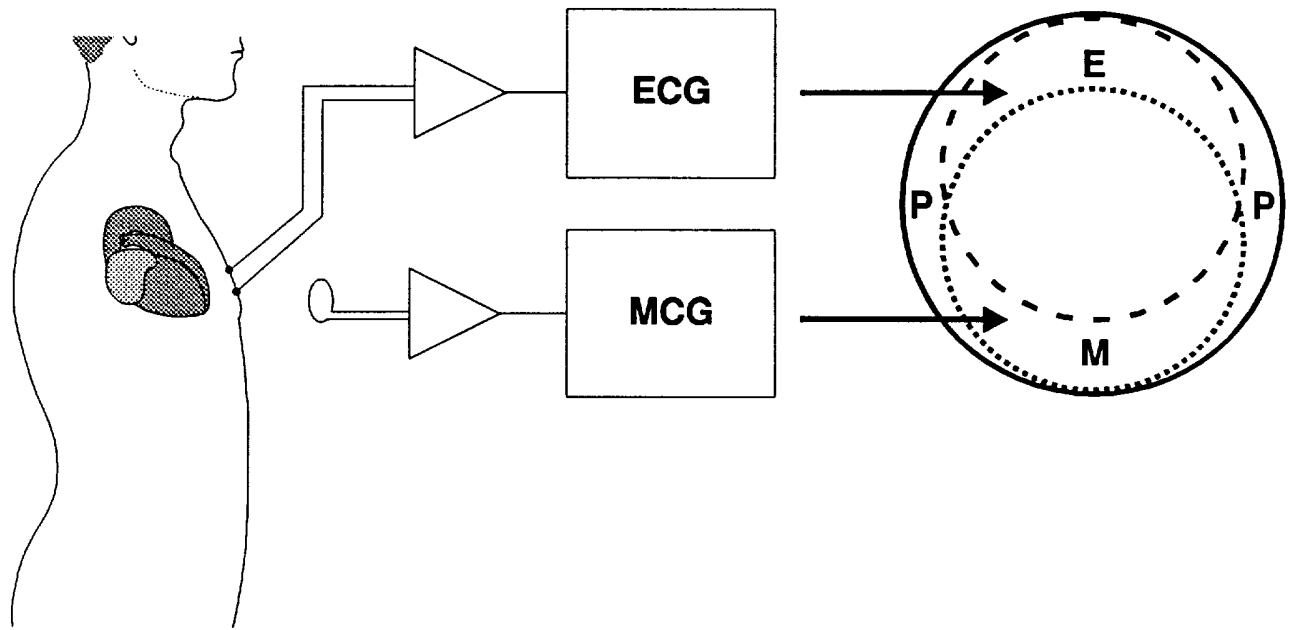


Fig. 4

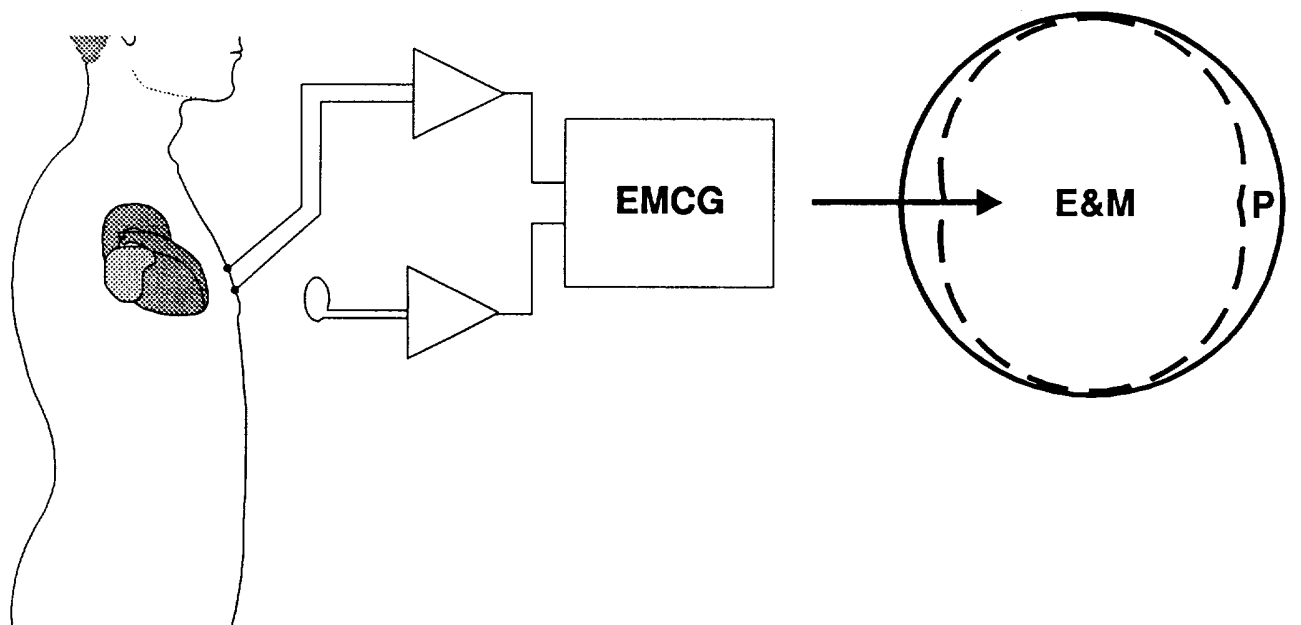


Fig. 5