



[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 73320
UTLÄGGNINGSSKRIFT

C Patentti- ja rekisterihallitus
(45) Patenttijärjestelmä 10 03 1987

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ G 01 N 24/04

SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	840232
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	20.01.84
(23) Alkupäivä - Giltighetsdag	20.01.84
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	21.07.85
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	29.05.87
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	
(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus - Begärd prioritet	

(71) Instrumentarium Oy, Instrumentarium Oy/DPM-ryhmä, Patenttiosasto,
Elimäenkatu 22-24, 00510 Helsinki, Suomi-Finland(FI)

(72) Jukka Tantu, Espoo, Suomi-Finland(FI)

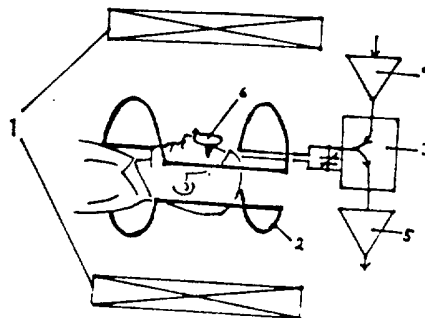
(74) Leitzinger Oy

(54) NMR-kelajärjestely - NMR-spolarrangemang

(57) TIIVISTELMÄ

Keksinnön kohteena on NMR-tutkimuslaitteistoon NMR-informaation keräämiseksi tutkittavasta kohteesta tarkoitettu kelajärjestely, johon kuuluu ensimmäiset kelavälineet (2) kohdealueen ytimien virittämiseksi ja kohdealueen ytimien emittoivan signaalin vastaanottamiseksi. Lisäksi järjestelyyn kuuluu toiset kelavälineet (6) kohteen rajatun osan emittoivan ja mainittuihin ensimmäisiin kelavälineisiin kytkeytyvän signaalin amplitudin kasvattamiseksi suhteessa muualta kohteesta kytkeytyvän signaalin amplitudiin nähden.

Näin voidaan parantaa ensimmäisiin kelavälineisiin (2) mainitusta kohteen rajatusta osasta kytkeytyvän signaalin suhdetta signaalinkeruulaitteistossa ja kohteessa syntyvään sähköiseen kohinaan. Keksintöä voidaan edullisesti soveltaa NMR-kuvauslaitteistoissa, joilla kokokehon kartoituksen lisäksi halutaan tutkia pienempiä osa-alueita kuten silmää, korvaa, raajoja jne.



(57) Sammandrag

Uppfinningen gäller ett spolssystem avsett för att från ett undersökningsobjekt samla NMR-information till en NMR-undersökningsanordning, vilket spolssystem omfattar första spolmedel (2) för att excitera objektområdets kärnor och mottaga en av objektområdets kärnor emitterad signal. Systemet omfattar dessutom andra spolmedel (6) för att öka amplituden för en signal, som emitteras av en begränsad del av objektet och som kopplas till nämnda första spolmedel, i förhållande till amplituden för en från objektet för övrigt kopplade signal.

På så sätt kan man förbättra den till de första spolmedlen (2) från objektets nämnda begränsade del kopplade signalens förhållande till det i signalsamlingsanordningen och i objektet uppstående elektriska brus. Uppfinningen kan med fördel tillämpas i NMR-bildtagningsanordningar, varmed man förutom kartläggning av kroppen i sin helhet önskar undersöka mindre delområden såsom ögat, örat, extremiteter o.s.v.

NMR-KELAJÄRJESTELY - NMR-spolarrangemang

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 mukainen rf-kelajärjestely NMR-tutkimuksia varten.

5 Ydinmagneettinen resonanssi (NMR = Nuclear Magnetic Resonance) on eräillä atomiytimillä esiintyvä ilmiö, jota on käytetty paljon mm. kiinteän aineen fysiikan, kemian ja biologian tutkimuksessa. Uusin NMR:n sovellutusala on NMR-kuvaus, jolloin tutkittavan kohteen (esim. ihmiskehon) NMR-parametrien jakautumasta muodostetaan kartta, jolla on
10 käyttöä esim. lääketieteessä.

NMR-tutkimuksessa lähetetään staattisessa magneettikentässä olevaan kohteeseen rf- (= radiotaajuus) pulssi, jonka taajuus on lähellä tutkittavan ytimen nk. resonanssitaajuutta ja jonka suunta on pääasiassa kohtisuorassa staattiseen magneettikenttään nähden. Tämä pulssi virittää halutut ytimet saaden ne prekessoimaan staattisen magneettikentän ympäri. Tämä prekessio indusoi vastaanotinkelaan NMR-singaa-
15 lin, josta halutut parametrit voidaan laskea.

20 NMR-tutkimuslaitteessa on aina lähetin- ja vastaanotinkelat, jotka voivat olla erillisiä tai yksi ja sama kela. NMR-kuvauksessa tutkittava kohde sijoitetaan yleensä vastaanotinkelan sisään alueelle, jolla rf-kenttä on mahdollisimman homogeeninen, jotta kohteen kaikki osat painottuisivat samalla tavoin ja saatava kuva olisi luotettava.

Usein ollaan kuitenkin kiinnostuneita pienestä osasta suurempaa kohdetta. Tyypillisiä esimerkkejä ovat silmän tai
30 korvan alue ihmiskehossa, kehon ulkokerrokset kemiallisia siirtymiä mitattaessa jne. Tällöin on edullista käyttää vastaanotinkelaa, joka on herkkä kyseiseltä alueelta peräisin olevalle signaalille. Koska indusoituva signaali on kääntäen verrannollinen etäisyyteen vastaanotinkelan
35 johtimista, tämä saadaan aikaan käyttämällä pientä vastaanotinkelaa, joka voidaan viedä lähelle tutkittavaa kohdetta.

Tätä tunnettua ratkaisua, nk. pintakelaa, voidaan käyttää joko sekä lähettimenä että vastaanottimena, tai pelkästään vastaanottimena, jolloin viritys suoritetaan isommalla, homogeenisen rf-kentän muodostavalla lähetinkelalla.

5 Useimmiten pintakelaa käytetään NMR-kuvaussysteemissä, jolla halutaan suorittaa myös koko kehon (tai pään) kuvausta. Tällöin on pintakelan käyttöön siirryttäessä tehtävä ainakin seuraavat toimenpiteet: (1) pintakela on yhdistettävä systeemin vastaanottoelektroniikkaan, (2) jos lähetinkelana
10 käytetään varsinaisen systeemin lähetin/vastaanotinkelaa, on sen kytkeytyminen pintakelaan estettävä signaalin detektoinnin ajaksi, (3) jos pintakela toimii myös lähettimenä, on se kytkettävä varsinaisen systeemin lähetinelektroniikkaan (myös tällöin on kytkeytyminen varsinaisen systeemin
15 lähetin/vastaanotinkelaan estettävä).

Pintakelan liittäminen vastaanottoelektroniikkaan tehdään yleensä siten, että pintakelalla on oma esivahvistimensa ja signaali liitetään varsinaiseen systeemiin vahvistin/
20 sekoitin-ketjun myöhemmässä vaiheessa. Tässä liitännässä laitteiston kohinaominaisuuksien optimointi vaatii melkoista tarkkuutta; ulkoisten häiriöiden torjunta on NMR-kuvauksessa erittäin merkityksellistä.

25 Lähetin- ja vastaanotinkelajärjestelyissä käytetään lähes aina viritettyjä piirejä. Edellä kuvatussa tapauksessa pintakelan ja varsinaisen systeemin lähetin/vastaanotinkelan välille syntyy kytkentä, joka häiritsee mittausta. Kytkennän estämiseksi voidaan pintakela asettaa ortogonaaliseksi varsinaiseen kelaan nähden (herkkä liikkeille),
30 tai varsinaisessa kelassa saattaa olla kytkentä, jolla virityspiiri katkaistaan signaalin vastaanoton ajaksi.

Edellä luetellut seikat mutkistavat pintakelan käyttöä
35 NMR-kuvauksessa. Keksinnön tarkoituksena on aikaansaada uusi rf-kelajärjestely, jossa näitä vaikeuksia ei ole ja

jonka liittäminen valmiiseenkin NMR-kuvauslaitteeseen on erittäin yksinkertaista. Tätä järjestelyä voidaan käyttää esimerkiksi silmän, korvan tai jonkin muun isomman kokonaisuuden osa-alueen NMR-kuvaukseen, kemiallisten siirtymien mittaamiseen yms. Keksintö ei rajoitu pelkästään pintakelalle tyypillisiin tapauksiin, vaan tutkittava kohde voi olla kokonaan tai osittain kelan sisällä (esim. käsivarsi).

Mainittuihin tavoitteisiin päästään patenttivaatimuksessa 1 esitetyllä kelajärjestelyllä, jossa varsinaisen vastaanotinkelan lisäksi käytetään toista kelastoa, joka on täysin erillinen muusta systeemistä ja joka asetetaan tutkittavan kohteen läheisyyteen.

Seuraavassa keksintöä kuvataan tarkemmin, viitaten oheiseen piirustukseen, jossa

- kuvio 1 esittää tyypillistä keksinnön mukaista NMR-kuvausjärjestelyä,

- kuvio 2a esittää keksinnön mukaisessa järjestelyssä lähetin/vastaanotinkelan synnyttämää kenttää vastaanoton yhteydessä ja 2b lähetyksen yhteydessä,

- kuviot 3a ja 3b esittävät eri tapoja vähentää lähetyksen aikaisen rf-kentän häiriintymistä,

- kuvio 4a esittää erästä keksinnön mukaisen rf-kelajärjestelyn sähköistä kytkentää ja kuva 4b tämän sijaiskytkentää.

- kuvio 5 esittää erästä keksinnön mukaista mahdollista kelajärjestelyä.

Keksinnön mukaisessa kelajärjestelyssä voidaan lähetyksessä ja vastaanotossa käyttää aivan samoja osia kuin varsinaisessa systeemissä. Kuviossa 1, jossa esitetään tyypillinen keksinnön mukainen järjestely, näitä ovat magneetti 1, lähetin/vastaanotinkela 2, sovituspää 3, rf-tehovahvistin 4, esivahvistin 5. Ainoa poikkeavuus normaaliin systeemiin on

apukela 6, joka on asetettu tutkittavan kohteen (tässä tapauksessa silmän) välittömään läheisyyteen.

5 Keksintö perustuu aikaisemmin mainittuun kahden kelan väliseen keskinäiseen kytkentään. Tätä voidaan tarkastella lähtien siitä, minkälaisen rf-kentän vastaanotinkela synnyttää, kun sen sisälle asetetaan samalle taajuudelle viritetty apukela. Tilannetta on hahmoteltu kuviossa 2a. Magneettivuon pyrkii kulkemaan apukelan
10 läpi, sitä enemmän mitä suurempi hyvyysluku Q apukelalla on, jolloin magneettivuon tiheys (B) apukelan lähellä on suuri. Resiprookkiperiaatteen nojalla on vastaanotinkelaan indusoituva NMR-signaali

$$15 \quad e = - \frac{\partial}{\partial t} (\bar{B}_1 \cdot \bar{M}) \quad (1),$$

missä \bar{M} on prekessoivien ytimien muodostama ydinmagnetoituminen, \bar{B}_1 vastaanotinkelan yksikkövirralla kohdealueelle synnyttämä magneettivuon tiheys ja e vastaanotinkelan päiden
20 yli syntyvä sähkömotorinen voima. Näin ollen kuvion 2a tapauksessa apukelan läheisyydestä peräisin oleva NMR-signaali on suurempi kuin se olisi ilman apukelaa. Jos vastaanotinkelan ja apukelan viritykset eivät vaikuta toisiinsa, B_1 ja samalla signaali e vahvistuvat Q -kertaiseksi (Q = apukelan hyvyysluku); käytännössä näin ei ole, vaan vahvistus on pienempi
25 ja riippuu järjestelyn geometriasta.

Jotta apukela ei lähetyksen aikana vaikuttaisi rf-kenttään, voidaan apukelan rinnalle kytkeä ristikkäiset diodit D_1 ja
30 D_2 kuvion 3a mukaisesti. Useissa NMR-mittaussekvensseissä rf-pulssin korkeus on kriittinen, ja tällöin on parempi käyttää kuvion 3b mukaista kytkentää. Rf-pulssin lähetyksen aikana apukelaan L_1 indusoituu jännite, joka on paljon suurempi kuin diodien D_1 ja D_2 kynnysjännite. Tällöin
35 kondensaattori C_1 ja kela L_3 , jonka induktanssi on yhtä suuri kuin kelalla L_1 , muodostavat rinnakkaisresonanssi-piirin, joka kelan L_1 päistä näkyy suurena impedanssina. Tällöin kelassa L_1 kulkeva virta on pieni eikä vaikuta oleellisesti lähetykenttään (kuvio 2b). NMR-signaali on

aina diodien kynnysjännitettä paljon pienempi, joten tällöin rinnakkaisresonanssi-
piirin muodostavat kela L_1 ja konden-
saattori C_1 . Apukelan vaikutusta lähetyskenttään voidaan
toisaalta käyttää myös hyväksi. Tämä perustuu siihen, että
5 sopivasti epähomogeenisella lähetyskentällä voidaan virittää
esimerkiksi vain tietyllä, rajatulla alueella olevat atomi-
ytimet.

Tarkastellaan kuvion 4a mukaista kelajärjestelyä, jolla kuva-
10 taan kahden resonanssi-
piirin välistä keskinäistä kytkentää.
Kelan L_1 , jonka hyvyysluku on Q_1 , ja kelan L_2 , jonka hyvyys-
luku on Q_2 , keskinäisinduktanssi on

$$M = k \sqrt{L_1 L_2} \quad (2),$$

15 missä k on kytkentäkerroin kelojen välillä. Kondensaattorit
 C_1 ja C_2 muodostavat rinnakkaisresonanssi-
piirit kelojen
 L_1 ja L_2 kanssa. Kelaan L_1 indusoituva sähkömotorinen voima
on e ja taajuus f_0 .

20 Jännite, joka kondensaattorin C_2 yli muodostuu, saa maksi-
minsa, kun $k^2 = 1/Q_1 \cdot Q_2$ ja molemmat resonanssi-
piirit on
viritetty samalle taajuudelle f_0 , ja on

$$V_2 = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{Q_1 Q_2} \sqrt{\frac{L_2}{L_1}} \cdot e. \quad (3)$$

25 Kun kytkentä siis on pieni, vastaanotinkelaan indusoituva
NMR-signaali on samaa suuruusluokkaa kuin normaalia pinta-
30 kelakytkentää käytettäessä saatava signaali $V = Q_1 e$.

Samantapainen tarkastelu voidaan tehdä myös tapauksessa,
jossa vain toinen kuvion 4a piireistä muodostaa resonanssi-
piirin. Myös tällöin kelaan L_1 indusoitunut signaali
35 kytkeytyy kelaan L_2 , jos järjestely on muutoin sopiva.

Edellä olevat piiritarkastelut eivät ole täydellisiä NMR-
mittauksen kannalta, vaan lähinnä suuntaa-antavia. Niissä

5 ei esimerkiksi voida ottaa huomioon kelojen synnyttämän radio-
taajuksen magneettikentän geometrian vaikutusta. Tämä puo-
lestaan riippuu erittäin monimutkaisella tavalla mittaus-
järjestelmästä. Lisäksi oleellinen suure NMR-mittauksessa
ei ole signaalin suuruus, vaan signaali-kohinasuhde.

10 Keksintö ei rajoitu pelkästään yhden apukelan käyttöön, vaan
näitä voi olla useampia, jotka ovat erillisiä tai saman
virityspiirin eri osia. Esimerkiksi mittauksissa, jossa
kohteen koko vaihtelee, voidaan apukelojen avulla kytkentää
kiinteään vastaanotinkelaan parantaa.

15 Kuviossa 5 on esitetty eräs tällainen sovellutusmahdolli-
suus. NMR-mittauslaitteiston lähetin/vastaanotinkelan 2
lisäksi järjestelyyn kuuluvat toiset kelavälineet. Näihin
kelavälineisiin kuuluu kaksi kelaa 6a ja 6b, jotka asetetaan
tutkittavan kohteen molemmin puolin siten, että kuvion 2a
tapaan syntyvä rf-kenttä vastaanoton aikana on riittävän
20 homogeeninen tutkittavalla alueella. Kohteena voi olla esi-
merkiksi käsi, jalka, pää tms. Mainitut kaksi kelaa voidaan
lisäksi konstruoida sellaisiksi, että niiden keskinäistä
etäisyyttä on mahdollista muuttaa signaalin kytkeytymisen
optimoimiseksi.

Patenttivaatimukset

1. NMR-tutkimuslaitteistoon NMR-informaation keräämiseksi tutkittavasta kohteesta tarkoitettu kelajärjestely, johon kuuluu ensimmäiset kelavälineet (2) kohdealueen ytimien virittämiseksi ja kohdealueen ytimien emittoiman signaalin vastaanottamiseksi, t u n n e t t u siitä, että järjestelyyn kuuluu lisäksi toiset kelavälineet (6) kohteen rajatun osan emittoiman signaalin mainittuihin ensimmäisiin kelavälineisiin kytkeytymisen parantamiseksi suhteessa kohteen muun osan emittoiman signaalin kytkeytymiseen nähden.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kelajärjestely, t u n n e t t u siitä, että mainitut toiset kelavälineet (6) sisältävät resonanssipiirin (L_1, C_1), joka on ainakin osan aikaa viritetty siten, että sen resonanssitaajuus on mieluummin sama kuin emittoituvan signaalin taajuus.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kelajärjestely, t u n n e t t u siitä, että mainittujen toisten kelavälineiden (6) vaikutuksen vähentämiseksi mainittujen ensimmäisten kelavälineiden (2) synnyttämään rf-kenttään atomiytimiä viritettäessä toisiin kelavälineisiin (L_1, C_1) on kytketty erityiset välineet niiden resonanssitaajuuden muuttamiseksi virityksen yhteydessä.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen kelajärjestely, t u n n e t t u siitä, että mainitut erityiset välineet muodostuvat apukelan (L_1) rinnalle kytketystä sopivasta impedanssista sekä sen kanssa sarjassa olevasta kytkennästä, jolle on ominaista se, että se alkaa oleellisesti johtaa vasta kun apukelaan (L_1) indusoituva jännite ylittää tietyn kynnsarvon.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kelajärjestely, t u n n e t t u siitä, että mainittu kytkentä muodostuu ristikkäisistä diodeista (D_1, D_2).

6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen kelajärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että mainittu sopiva impedanssi (L_3)
on puhtaasti induktiivinen ja samansuuruinen toisiin ke-
lavälineisiin kuuluvan kelan (L_1) induktanssin kanssa.

5

7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kelajärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että mainittuihin toisiin kelavälinei-
siin kuuluu erityinen kytkentä, jonka avulla mainittu
resonanssiipiiri voidaan katkaista lähetyksen ajaksi.

10

8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen kelajärjestely, t u n -
n e t t u siitä, että mainittuihin toisiin kelavälinei-
siin kuuluva kela (6) on sähköisesti ortogonaalinen ato-
mytimiä virittämään tarkoitettun kelan (2) suhteen.

15

9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kelajär-
jestely, t u n n e t t u siitä, että toisiin kelaväli-
neisiin (6) kuuluu useita keloja (6a, 6b), jotka ovat
erillisiä tai saman piirin osia.

20

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen kelajärjestely,
t u n n e t t u siitä, että mainittuihin toisiin kela-
välineisiin kuuluu kaksi kela (6a, 6b), jotka on asetet-
tu tutkittavan kohteen, esimerkiksi jalan, käden tai pään
25 eri puolille siten, että NMR-signaalin kytkeytyminen mai-
nittuihin ensimmäisiin kelavälineisiin tutkittavan alueen
eri osista olisi riittävän samansuuruinen (kuvio 5).

30

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen kelajärjestely,
t u n n e t t u siitä, että mainittuihin toisiin kela-
välineisiin kuuluvien kahden kelan (6a, 6b) keskinäistä
etäisyyttä voidaan joustavasti muuttaa tutkittavan koh-
teen suuruuden mukaan.

35

12. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kela-
järjestely, t u n n e t t u siitä, että mainitut ensim-
mäiset kelavälineet (2) koostuvat erillisistä lähetyk- ja
vastaanottokeloista.

13. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 11 mukainen kelajärjestely, t u n n e t t u siitä, että mainitut ensimmäiset kelavälineet (2) sisältävät kelan, joka toimii sekä lähetys- että vastaanottokelana.

Patentkrav

1. Spolarrangemang avsett att från ett undersökningsobjekt uppsamla NMR-information för en NMR-undersökningsanläggning, omfattande första spolmedel (2) för excitering av objektområdets kärnor och mottagning av en av objektområdets kärnor emitterad signal, k ä n n e t e c k n a t därav, att arrangemanget dessutom omfattar andra spolmedel (6) för att förbättra den av en begränsad del av objektet emitterade signalens koppling till nämnda första spolmedel i förhållande till kopplingen av en signal som emitteras av en annan del av objektet.
2. Spolarrangemang enligt patentkrav 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda andra spolmedel (6) omfattar en resonanskrets (L_1, C_1), som åtminstone en del av tiden avstämms så att dess resonansfrekvens helst är samma som frekvensen hos den signal som emitteras.
3. Spolarrangemang enligt patentkrav 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att för att minska nämnda andra spolmedels (6) inverkan på det av nämnda första spolmedel (6) alstrade rf-fältet vid excitering av atomkärnor till de andra spolmedlen (L_1, C_1) har kopplats speciella medel för att ändra deras resonansfrekvens i anslutning till exciteringen.
4. Spolarrangemang enligt patentkrav 3, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda speciella medel består av en parallellt med hjälpspolen (L_1) kopplad lämplig impedens samt en med denna seriekopplad koppling så beskaffad, att den väsentligt börjar leda först när den i hjälpspolen (L_1) induserade spänningen överskrider ett visst tröskelvärde.
5. Spolarrangemang enligt patentkrav 4,

- k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda koppling består av korsställda dioder (D_1 , D_2).
6. Spolarrangemang enligt patentkrav 4,
k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda lämpliga impedans (L_3) är rent induktiv och samma storlek som den till de andra spolmedlen hörande spolens (L_1) impedans.
7. Spolarrangemang enligt patentkrav 2,
k ä n n e t e c k n a t därav, att till nämnda andra spolmedel hör en speciell koppling, varmed nämnda resonanskrets kan avbrytas under sändningen.
8. Spolarrangemang enligt patentkrav 2,
k ä n n e t e c k n a t därav, att den till nämnda spolmedel hörande spolen (6) är elektriskt ortogonal i förhållande till den för excitering av atomkärnor avsedda spolen (2).
9. Spolarrangemang enligt något av patentkraven ovan,
k ä n n e t e c k n a t därav, att de andra spolmedlen (6) har flera spolar (6a, 6b), som är separata delar eller delar av samma krets.
10. Spolarrangemang enligt patentkrav 9,
k ä n n e t e c k n a t därav, att till nämnda andra spolmedel hör två spolar (6a, 6b), som placerats på olika sidor av undersökningsobjektet, exempelvis en fot, hand eller huvudet så, att NMR-signalens koppling till nämnda första spolmedel från olika delar av undersökningsobjektet skulle vara tillräckligt mycket av samma storlek (figur 5).
11. Spolarrangemang enligt patentkrav 10,
k ä n n e t e c k n a t därav, att inbördes avståndet mellan nämnda andra spolmedel tillhörande två spolar (6a, 6b) kan flexibelt varieras enligt storleken av det objekt som skall undersökas.

12. Spolarrangemang enligt något av patentkraven ovan,
k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda första spolmedel
(2) utgöres av separata sändnings- och mottagningsspolar.

13. Spolarrangemang enligt något av patentkraven 1 - 11,
k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda första spolmedel
(2) omfattar en spole, som fungerar både som spändning- och
mottagningspole.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: USA(US) 4 240 439 (A 61 B 5/05),
4 408 162 (G 01 R 33/08).

Fig. 1

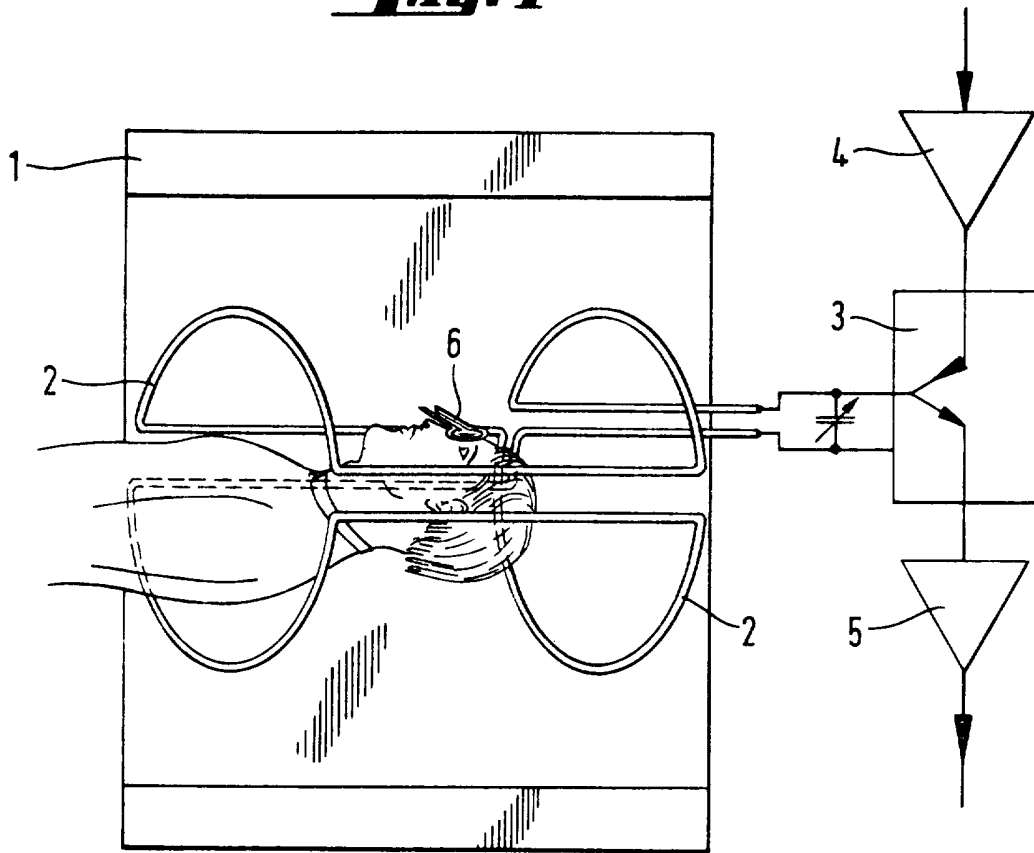


Fig. 2a

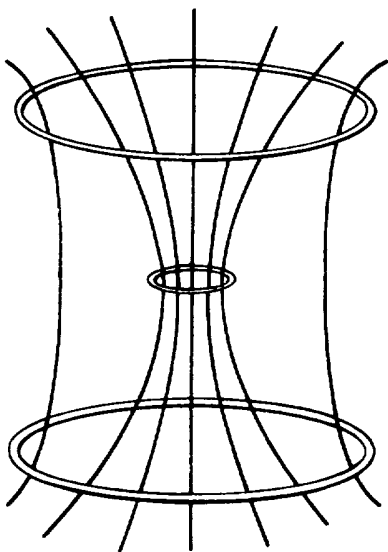


Fig. 2b

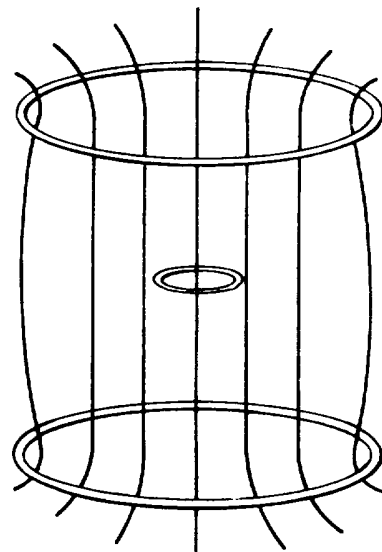


Fig. 3a

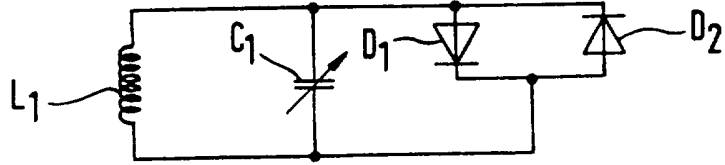


Fig. 3b

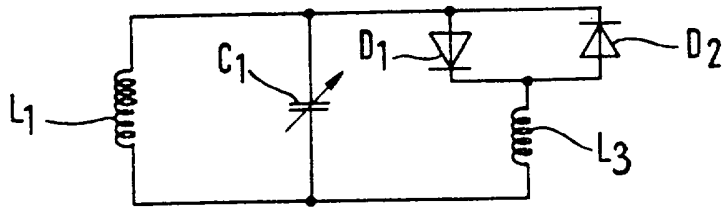


Fig. 4a

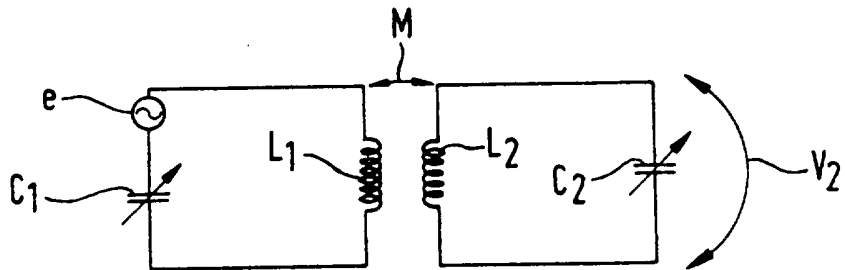
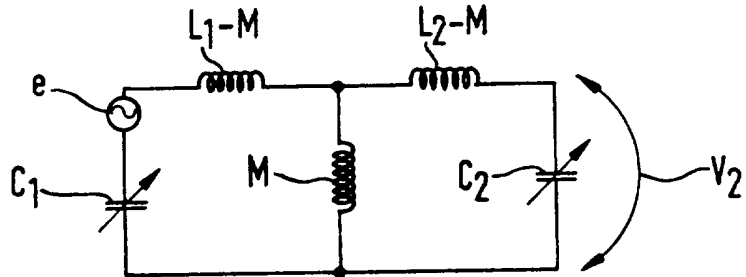


Fig. 4b



73320

Fig. 5

