



FEDERÁLNY ÚRAD
PRE VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

269 568

(21) PV 9063-87.A
(22) Prihlásené 11 12 87

(40) Zverejnené 12 09 89
(45) Vydané 29 01 91

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
G 01 R 33/20

(75) Autor vynálezu

WEIS JÁN ing. CSc., BRATISLAVA,
BUDINSKÝ ĽUBOŠ ing. CSc., PARTIZÁNSKE,
FROLLO IVAN ing. CSc., BRATISLAVA

(54)

Spôsob merania homogenity magnetického poľa
tomografu na princípe magnetickej rezonancie

(57) Popisovaný spôsob merania je určený na rýchle a presné meranie magnetickej indukcie stacionárnych magnetických polí zobrazovacích systémov založených na princípe jadrovej magnetickej rezonancie. Podstata spôsobu merania spočíva v tom, že fantóm v tvare úzkeho valca naplneného vodou, vyjadrujúceho skúmanú rovinu stacionárneho magnetického poľa s podstavou kolmou na os z, pričom os z je rovnobežná so zmenou stacionárneho magnetického poľa sa podrobí aplikácii budiaceho vysokofrekvenčného impulzu a sekvencii ortogonálnych gradientných magnetických polí v smere osi x a v smere osi y v platiach po sebe idúcich časových intervaloch, pričom v prvom intervale sa spinový systém vybudí deväťdesiat stupňovým vysokofrekvenčným impulzom, v druhom časovom intervale sa nechá spinový systém vyvíjať len pod vplyvom stacionárneho magnetického poľa, v treťom intervale sa na spinový systém aplikuje konštantné gradientné magnetické pole v smere osi x a v smere osi y, pričom vo štvrtom intervale sa vytvorí spinové echo konštantným gradientným magnetickým poľom v smere osi x opačnej polarizácie ako v treťom intervale, pričom v piatom intervale sa nechajú doznieť relaxačné deje spinového systému a po uplynutí piateho intervalu sa meracia sekvencia opakuje pri zmenenej dĺžke druhého intervalu, alebo pri zmenenej amplitúde konštantného gradientného magnetického poľa v smere osi y tak, že pre každú hodnotu dĺžky druhého intervalu sa uskutočnia merania spinových ech pre celý zvolený interval amplitúd gradientného magnetického

poľa v smere osi y, pričom získaná matica spinových ech sa usporiada v jednom smere podľa rastúceho druhého časového intervalu a v druhom smere podľa rastúcej amplitúdy gradientného magnetického poľa v smere osi y, pričom rozloženie magnetického poľa sa získa vyhodnotením výslednej trojrozmernej matice získanej trojrozmernou Fourierovou transformáciou nameranej matice spinových ech.

Vynález sa týka spôsobu merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie.

K najdôležitejším požiadavkám kladeným na magnety určené pre NMR tomografiu, resp. spektroskopiu, patrí vysoká homogenita stacionárneho magnetického poľa v mieste skúmaného objektu. Obvyklou požiadavkou je, aby homogenita magnetického poľa dosahovala hodnotu 10^{-5} až 10^{-6} . Z tohto dôvodu meranie homogenity stacionárneho magnetického poľa v súčinnosti s nastavovaním cievkových segmentov elektromagnetu, resp. prúdového magnetického korekčného systému patrí k časovo najnáročnejším a najpracnejším činnostiam pri stavbe každého NMR zobrazovacieho komplexu.

Najznámejšie spôsoby merania homogenity magnetického poľa využívajú sondu NMR a magnetická indukcia sa meria bod po bode. Tento spôsob je však časovo veľmi náročný a pokusy urýchliť meranie zväčšením počtu simultánne pracujúcich meracích sond viedli k nepriemeranému zvyšovaniu zložitosti meracieho zariadenia a v praxi sa neuplatnili. Z tohto dôvodu boli vyvinuté metódy zobrazovania rozloženia magnetickej indukcie v dvojrozmerných, resp. v trojrozmerných objektoch súčasne, bez akéhokoľvek pohybu sondy.

Tieto metódy sú založené na metódach NMR zobrazovania. Využívajú skutočnosť, že priestorovo zakódovaný signál jadrovej magnetickej rezonancie obsahuje informáciu nielen o hustote rezonujúcich jadier, ale aj o nežiadúcich zložkách magnetického poľa. Doteraz známe spôsoby merania homogenity magnetického poľa pomocou NMR zobrazovania vyžadovali okrem 90° budiaceho vysokofrekvenčného impulzu aj 180° širokopásmový impulz. Použitie 180° širokopásmového impulzu je však podmienené inštaláciou vysielateľa s výkonom $10^2 - 10^3$ W, čo si vyžaduje nielen vyššie cenové nároky na merací systém ale aj dodržiavanie prísnych bezpečnostných predpisov už pri inštalácii NMR tomografu do prevádzky.

Uvedené nedostatky v podstatnej miere odstraňuje spôsob merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že fantóm v tvare úzkeho valca naplneného vodou, vyjadrujúceho skúmanú rovinu stacionárneho magnetického poľa s podstavou kolmou na os z, pričom os z je rovnobežná so smerom stacionárneho magnetického poľa sa podrobí aplikácii budiaceho vysokofrekvenčného impulzu a sekvencií ortogonálnych gradientných magnetických polí v smere osi x a v smere osi y v piatich po sebe idúcich časových intervaloch, pričom v prvom intervale sa spinový systém vybudí deväťdesiat stupňovým vysokofrekvenčným impulzom, v druhom časovom intervale sa nechá spinový systém vyvíjať len pod vplyvom stacionárneho magnetického poľa, v treťom intervale sa na spinový systém aplikuje konštantné gradientové magnetické pole v smere osi x a v smere osi y, pričom vo štvrtom intervale sa vytvorí spinové echo konštantným gradientným magnetickým poľom v smere osi x opačnej polarítou ako v treťom intervale, pričom v piatom intervale sa nechajú doznieť relaxačné deje spinového systému a po uplynutí piateho intervalu sa meracia sekvencia opakuje pri zmenenej dĺžke druhého intervalu, alebo pri zmenenej amplitúde konštantného gradientného magnetického poľa v smere osi y tak, že pre každú hodnotu dĺžky druhého intervalu sa uskutočnia merania spinových ech pre celý zvolený interval amplitúd gradientného magnetického poľa v smere osi y, pričom získaná matica spinových ech sa usporiada v jednom smere podľa rastúceho druhého časového intervalu a v druhom smere podľa rastúcej amplitúdy gradientného magnetického poľa v smere osi y, pričom rozloženie magnetického poľa sa získa vyhodnotením výslednej trojrozmernej matice, získanej trojrozmernou Fourierovou transformáciou nameranej matice spinových ech.

Výhodou popísaného spôsobu merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie je v tom, že umožňuje rýchlo a s vysokou presnosťou merať homogenitu magnetického poľa NMR tomografu bez použitia 180° širokopásmového vysielacieho impulzu. Znižujú sa tým nároky na prístrojové vybavenie meracieho komplexu, znižuje sa pracnosť inštalácie elektromagnetu, resp. pracnosť pri servisnej kontrole, čo vo svojich

dôsledkoch vedie aj k zefektívneniu prevádzky celého zobrazovacieho systému.

Na pripojenom výkrese je schematicky znázornený postup spôsobu merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie, kde na obr. 1 je znázornené umiestnenie fantómu na meranie homogenity magnetického poľa a na obr. 2 je znázornená meracia postupnosť popisovaného spôsobu merania homogenity stacionárneho magnetického poľa tomografu.

Pri spôsobe merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie sa využíva účinok fantómu 1 v tvare úzkeho valca hrúbky Δz , ktorý je naplnený vodou. Takto fantóm 1 vyjadruje skúmanú rovinu stacionárneho magnetického poľa B. Podstava fantómu 1 je kolmá na os z, pritom os z je orientovaná v smere stacionárneho magnetického poľa B. Pri tomto spôsobe merania sa využíva postupnosť periodicky sa opakujúcich piatich časových intervalov I, II, III, IV, V. V prvom intervale I sa spinový systém fantómu vybudí deväťdesiat stupňovým vysokofrekvenčným impulzom B_1 . V druhom intervale II sa nechá spinový systém vyvíjať len pod vplyvom stacionárneho magnetického poľa B a v treťom intervale III sa spinový systém podrobí aplikácii konštantných ortogonálnych gradientných magnetických polí G_x , G_y . V štvrtom intervale IV sa vytvorí spinové echo SE konštantným gradientným magnetickým poľom G_x , ktorého polarita je opačná ako v treťom intervale III. V piatom intervale V sa nechajú doznieť relaxačné deje spinového systému.

Meraná rovina magnetického poľa sa vyjadruje fantómom, napr. v tvare úzkeho valca hrúbky Δz naplneného vodou. Fantóm sa v magnetickom poli umiestni tak, že podstava valca je kolmá na smer osi z, t. j. na smer stacionárneho magnetického poľa. V prvom intervale I sa spinový systém, v našom prípade jadrá 1H , vybudí deväťdesiat stupňovým budiacim vysokofrekvenčným impulzom B_1 . V druhom intervale II sa nechá spinový systém vyvíjať len pod vplyvom skúmaného stacionárneho magnetického poľa B. V treťom intervale III sa spinový systém podrobí gradientným magnetickým poľom G_x a G_y . Poznámame, že poradie druhého II a tretieho III intervalu je zameniteľné. Vo štvrtom intervale IV sa spinové echo SE vytvára konštantným gradientným magnetickým poľom G_x . Spinové echo sa v priebehu štvrtého intervalu IV sníma, resp. detekuje, vzorkuje a ukladá do pamäte počítača. V piatom intervale V sa nechajú doznieť relaxačné deje. Celá meracia sekvencia sa potom opakuje pri zmenenej amplitúde konštantného gradientného magnetického poľa G_y . Po vyčerpaní všetkých amplitúd G_y , určených zo vzorkovacieho teoremu, sa ďalšia skupina spinových ech SE získa analogickým spôsobom pri zmenenej dĺžke druhého intervalu II. Krok zmeny dĺžky druhého intervalu II je konštantný a možno ho opäť určiť pomocou vzorkovacieho teoremu. Získaná sústava spinových ech SE sa usporiada do priestorovej matice v jednom smere podľa rastúcej amplitúdy gradientného magnetického poľa G_y a v druhom smere podľa rastúcej dĺžky druhého intervalu II. Takto usporiadaná matica spinových ech sa potom podrobí trojrozmiernej Fourierovej transformácii. Rozloženie magnetickej indukcie v skúmanej rovine sa potom získa vyhodnotením distribúcie spinovej hustoty vo výslednej pretransformovanej matici analogickým spôsobom, ako u ostatných metód tejto triedy.

Spôsob merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie možno využiť pri nastavovaní, alebo revíznej kontrole zdroja magnetického poľa zobrazovacích systémov založených na princípe jadrovej magnetickej rezonancie.

PREDMET VYNÁLEZU

Spôsob merania homogenity magnetického poľa tomografu na princípe magnetickej rezonancie vyznačujúci sa tým, že fantóm (I) v tvare úzkeho valca naplneného vodou, vyjadrujúceho skúmanú rovinu stacionárneho magnetického poľa (B) s podstavou kolmou na os z, pričom os z je rovnobežná so smerom stacionárneho magnetického poľa (B) sa podrobí aplikácii budiaceho vysokofrekvenčného impulzu (B_1) a sekvencií ortogonálnych gradientných magnetických polí (G_x) v smere osi x a (G_y) v smere osi y v piatich po sebe idúcich časových intervaloch (I), (II), (III), (IV), (V), pričom v prvom intervale (I) sa spinový systém vybudí deväťdesiat stupňovým vysokofrekvenčným impulzom (B_1), v druhom časovom intervale (II) sa nechá spinový systém vyvíjať len pod vplyvom stacionárneho magnetického poľa (B), v treťom intervale (III) sa na spinový systém aplikuje konštantné gradientné magnetické pole (G_x) v smere osi x a (G_y) v smere osi y, pričom vo štvrtom intervale (IV) sa vytvorí spinové echo (SE) konštantným gradientným magnetickým poľom (G_x) v smere osi x opačnej polarizácie ako v treťom intervale (III), pričom v piatom intervale (V) sa nechajú doznieť relaxačné deje spinového systému a po uplynutí piateho intervalu (V) sa meracia sekvencia opakuje pri zmenenej dĺžke druhého intervalu (II), alebo pri zmenenej amplitúde konštantného gradientného magnetického poľa (G_y) v smere osi y tak, že pre každú hodnotu dĺžky druhého intervalu (II) sa uskutočnia merania spinových ech pre celý zvolený interval amplitúd gradientného magnetického poľa (G_y) v smere osi y, pričom získaná matica spinových ech sa usporiada v jednom smere podľa rastúceho druhého časového intervalu (II) a v druhom smere podľa rastúcej amplitúdy gradientného magnetického poľa (G_y) v smere osi y, pričom rozloženie magnetického poľa sa získa vyhodnotením výslednej trojrozmernej matice, získanej trojrozmernou Fourierovou transformáciou nameraných matice spinových ech.

1 výkres

OBR.1