



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

224298

(11)

(B1)

(22) Přihlášeno 11 08 81
(21) (FV 6023-81)

(51) Int. Cl.³

H 01 F 7/06

(40) Zveřejněno 31 12 82

(45) Vydáno 15 12 85

(75)

Autor vynálezu

HOLEC PETR ing. CSc., BRNO

(54) Konstruktivní uspořádání rotačně symetrických budicích cívek elektromagnetu pro NMR tomografii

Předmětem vynálezu je konstrukční uspořádání rotačně symetrických budicích cívek elektromagnetu pro NMR tomografii, umožňující změnou osové vzdálenosti cívek dosáhnout optimálního průběhu intenzity magnetického pole.

NMR tomografie je perspektivní lékařská diagnostická metoda, umožňující snímkování rakovinných nádorů, sledování metabolických procesů apod., která ještě není rozpracována do komerčního využití a je předmětem intenzivního výzkumu řady zahraničních vědeckých pracovišť.

V dosud používaných magnetech je potřebné pole vytvářené dvěma páry cívek o rozdílném vnitřním průměru, umístěných na společné ose souměrně k rovině symetrie, v níž probíhá měření. Vzájemná poloha cívek je ustavena pomocí systému vodicích tyčí opatřených závity, po nichž lze jednotlivé cívky posouvat a v malé míře i naklápět. Nastavená poloha je fixována metkami. Každá cívka má tedy 3 stupně volnosti, v nichž musí být její poloha nastavena vůči ostatním cívkám. Pro čtveřici cívek to tedy představuje 12 nezávisle proměnných, na jejichž nastavení závisí dosažená homogenita magnetického pole. Je zřejmé, že nelze prakticky nalézt algoritmus, který by jednoznačně vedl k dosažení optimální polohy cívek a optimálnímu průběhu magnetického pole.

Dosahovaná hodnota nehomogenity odpovídá potom v podstatě přesnosti měření vzdáleností jednotlivých cívek.

Uvedenou nevýhodu odstraňuje konstrukční uspořádání rotačně symetrických budicích cívek elektromagnetu pro NMR tomografii podle tohoto vynálezu. Jeho podstatou je návrh budicích cívek se shodným vnitřním průměrem, který umožňuje upevnění všech cívek na spo-

224298

lečné, nosné jádro šroubovým spojením. Kostry všech budicích cívek jsou opatřeny vnitřním závitem, nosné jádro je tvořeno dutým válcem, jehož vnější povrch je opatřen shodným vnějším závitem. Kostry i jádro musí být zhotoveny z nemagnetického materiálu. Cívky jsou na jádro našroubovány.

Podmínkou vlastního měřicího procesu je vytvoření silného, stálého a homogenního magnetického pole v oblasti měření. Nehomogenita magnetického pole definovaná jako

$$\Delta = \left[\frac{H(r,0) - H(0,0)}{H(0,0)} \right]_{\max}$$

kde $H(r,z)$ je hodnota intenzity magnetického pole v bodě $A(r,z)$ válcového souřadného systému, je dosahována kolem $1 \cdot 10^{-4}$ pro $r \leq 15$ cm. Teoreticky dosažitelná hodnota Δ při stejném příkonu je asi o 2 řády lepší. Dosahovaný stav umožňuje hrubé rozlišení tkání a jejich patologických změn. Pro jemné rozlišení tkání, a tím i účinnou aplikaci metody v diagnostice, je nutné snížení nehomogenit pole v oblasti měření alespoň o řád. (Pro srovnání: klasická NMR spektrometrie pracuje s magnetickým polem, jehož nehomogenita v měřené oblasti se pohybuje kolem $1 \cdot 10^{-9}$).

Hlavní překážkou k dosažení vyššího řádu homogenity je odchylka idealizovaného (výpočtového) stavu rozložení budicích proudů od stavu skutečného, která je způsobena omezenou přesností použité technologie výroby a nastavení polohy budicích cívek. Sem spadá zejména:

- a) rozměrové rozdíly páru symetrických budicích cívek,
- b) nepřesnosti v uložení budicích cívek, a to
 - ba) nerovnoběžnost a nesouosost cívek,
 - bb) nepřesnost nastavení osových vzdáleností cívek,
- c) asymetrie rozložení izolačních a vodičích vrstev na průřezu jednotlivých budicích cívek.

Matematický rozbor ukazuje, že největší vliv na zhoršení homogenity mají nepřesnosti typu ba), a dále následuje vliv bb). Vliv a) (při dodržení technologické kázně) i c) nelze účelně matematicky modelovat, ze zkušenosti je ale známo, že se uplatní méně. Pro nehomogenitu řádu $1 \cdot 10^{-5}$ je nezbytná přesnost nastavení cívek bb) asi 0,2 mm, pro ba) asi 3° nebo 0,5 mm. To je při průměrech cívek kolem 1 m a hmotnosti kolem 100 kg značně náročný úkol.

Navrhované uspořádání má tyto výhody:

1. Umožňuje zachovat souosost a rovnoběžnost cívek. Tím odpadá zdroj nejvýraznějších nehomogenit ba).
2. Zachycuje a rozkládá vhodným způsobem osové síly, působící v důsledku průtoku budicími cívkami (tzv. Lorentzovy síly). Tver jádra je značně odolný proti borcení.
3. Jediný možný stupeň volnosti pohybu cívek je osové posunutí, a to je navíc realizováno otáčením cívek velkého průměru, tzn. s jemným rozlišením polohy, s výbornou reprodukovatelností. Dosažitelné rozlišení je mnohem jemnější, než požadovaná přesnost nastavení osové polohy cívek.
4. Jediný možný stupeň volnosti pohybu cívek vytváří podmínky pro jednoduché "ladění" pole, tzn. optimalizaci průběhu magnetické intenzity postupnou změnou polohy jednotlivých párů budicích cívek. Lze stanovit jednoznačný algoritmus, vedoucí k nalezení nejvhodnějšího průběhu magnetického pole. Toto ladění může vycházet ze skutečně změřeného průběhu, takže

lze zahrnout i ty zdroje nepřesností, které výpočet magnetu nemohl vzít v úvahu. Uspořádání budicích cívek objasňuje schéma, kde 1 je nosné jádro budicích cívek, 2 značí kostry budicích cívek a 3 je jejich vinutí.

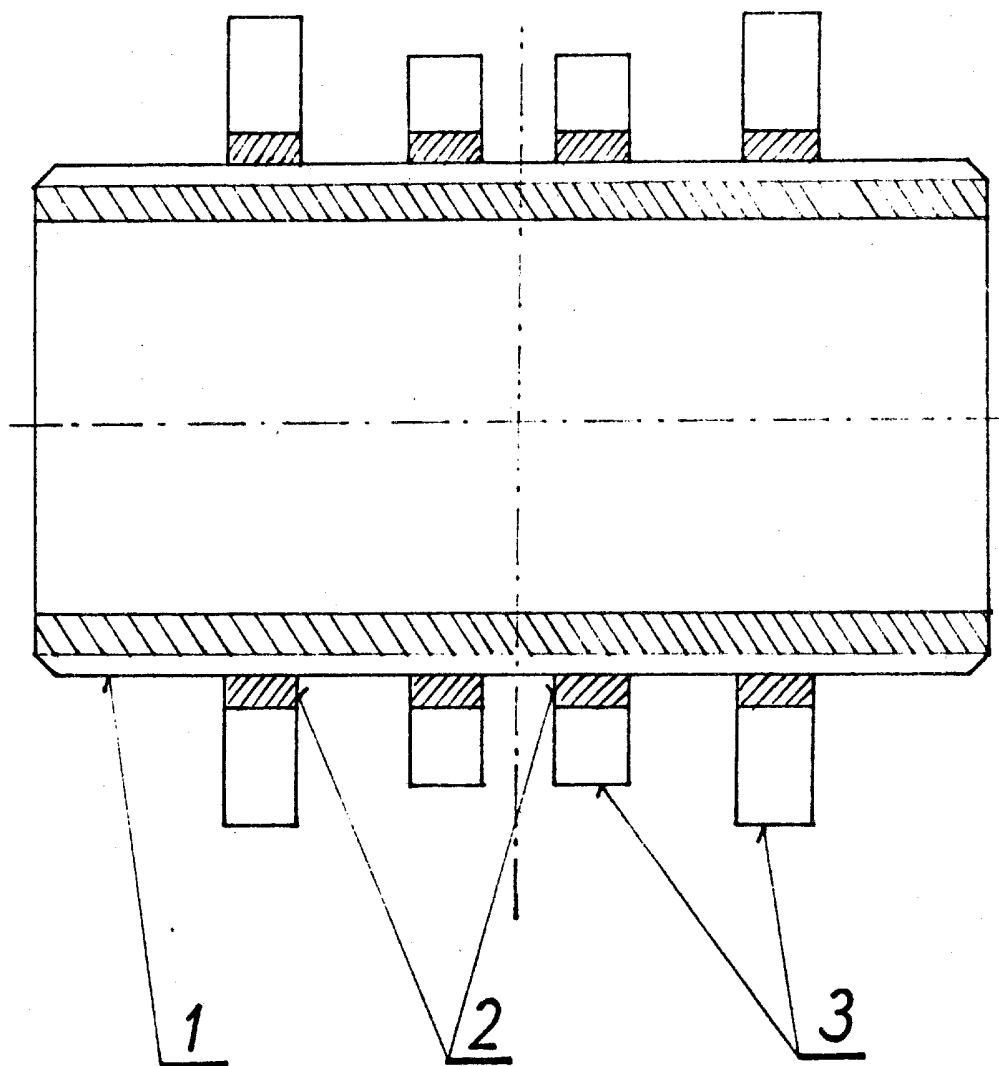
Kromě NMR tomografie lze magnet podle tohoto vynálezu využít všude tam, kde je požadováno silné a homogenní magnetické pole rotačně souměrného charakteru, tj. v oblasti fyzikálních měření, zejména v nukleární fyzice.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Konstrukční uspořádání rotačně symetrických budicích cívek elektromagnetu pro NMR tomografii, umožňující mechanické ladění homogenity magnetického pole, skládající se ze dvou nebo více párů budicích souosých cívek symetricky uspořádaných podle roviny souměrnosti, vyznačené tím, že budicí cívky (3) jsou navinuty na kostrách (2) o shodném vnitřním průměru a jsou našroubovány na nosné jádro (1) ve tvaru dutého válce, který je opatřen vnějším závitem.

1 výkres

224298



OBR. 1

Severografia, n. p., Mos

Cena 2,40 Kčs