

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

53583

Patent dodatkowy
do patentu _____

Kl. 21 g, 2/01

Zgłoszono: 07.IV.1965 (P 108 300)

Pierwszeństwo:

MKP H 01

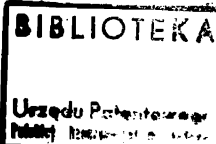
47/06

Opublikowano: 20.VII.1967

UKD

Twórca wynalazku: mgr Ludwik Nowicki

Właściciel patentu: Polska Akademia Nauk (Instytut Fizyki), Warszawa
(Polska)



Elektromagnes laboratoryjny

1 Wynalazek dotyczy elektromagnesu laboratoryjnego, służącego do wytwarzania i badania silnych pól magnetycznych oraz badania wpływu tych pól na właściwości materii.

Elektromagnes laboratoryjny winien spełnić szereg warunków, a mianowicie winien on zapewniać możliwości uzyskania jednorodnego pola magnetycznego lub pola o określonym przestrzennym rozkładzie, na przykład przy zachowaniu stałego gradientu, możliwość regulacji natężenia tego pola w szerokich granicach, zapewnić łatwą regulację szerokości szczeliny pomiędzy nabiegunkami i łatwą regulację kierunku wektora natężenia pola magnetycznego, jak również wykazywać dużą sprawność. Pod pojęciem sprawność elektromagnesu należy rozumieć zdolność wytwarzania określonego pola magnetycznego w określonej objętości przy danym poborze mocy i danym ciężarze elektromagnesu. Wymogi te są przeważnie ze sobą sprzeczne, stąd też konstruując elektromagnes należy dążyć do uzyskania jak najlepszych właściwości drogą kompromisu. Do uzyskania silnych pól magnetycznych trzeba stosować duże moce zasilające.

Dotychczas przyjmowano na ogół, że dla uzyskania dużych mocy trzeba stosować rdzenie, jarzma i nabiegunki magnesu o dużej masie. Zasilanie uzwojeń elektromagnesu dużymi mocami wymaga zagwarantowania dobrego chłodzenia uzwojeń aby nie dopuścić do ich przegrzewania.

2 Ponieważ dotychczas uzwojenia elektromagnesów były wykonane z drutu o przekroju okrągłym, więc trzeba było stosować bardzo gęsto rozmieszczone elementy chłodzące, by zagwarantować wystarczająco prędkie odprowadzenie ciepła. To z kolei wpływało niekorzystnie na siłę pola magnetycznego, uzwojenia takie nie były bowiem w wystarczającej mierze zwarte. Powyższe względy powodowały, że dotychczasowe elektromagnesy laboratoryjne były konstrukcjami bardzo ciężkimi, przy czym ich sprawność nie była zadowalająca.

Wprawdzie udało się już uzyskać stosunkowo lekkie elektromagnesy o małej mocy zasilania, 15 dużej sprawności oraz dużym natężeniu pola elektromagnetycznego, jednak uzyskano to na drodze wykorzystania właściwości nadprzewodnictwa w temperaturze bliskiej zera absolutnego. Do tego celu trzeba było jednak chłodzić uzwojenia elektromagnesu skroplonym helem, co wymagało stosowania nadzwyczaj drogiej, skomplikowanej i 20 trudno dostępnej aparatury do skraplania tego gazu.

Regulację szczeliny w dotychczasowych elektromagnesach realizowano za pomocą mechanizmu 25 śrubowego przesuwającego bieguny w cylindrycznych otworach o odpowiadającej im średnicy, wywierconych w jarzmie. Rozwiązanie to zapewnia wprawdzie ciągłą regulację wielkości szczeliny, nie 30 daje jednak możliwości powtarzalnego odtwarzania

nia zależności pola magnetycznego od natężenia prądów wzbudzenia (tzw. krzywej namagnesowania), a zwłaszcza jednorodności uzyskanego pola lub jego określonego rozkładu przestrzennego przy równych wielkościach szczeliny.

Z tego względu po zmianie szerokości szczeliny elektromagnes musi być każdorazowo wzorcowany i regulowany. Inny znany system regulacji szczeliny elektromagnesu polega na użyciu wymiennych nabiegunków różnej grubości. W ten sposób można uzyskać wprawdzie dobrą powtarzalność „krzywych namagnesowania”, jednak dla każdej szerokości szczeliny trzeba mieć do dyspozycji jedną parę nabiegunków, a więc aby mieć możliwość nastawienia n szerokości szczeliny trzeba dysponować ilością nabiegunków równą $2n$. Wadą takiego systemu jest również kłopotliwy i pracochłonny montaż nabiegunków.

Regulacja przestrzenna orientacji wektora natężenia pola magnetycznego i szerokości szczeliny była w dotychczasowych konstrukcjach możliwa, jednak była ona niedokładna.

Znany jest także z patentu szwajcarskiego nr 356206 elektromagnes; z dzielonym jarzmem, w którym regulację szczeliny uzyskuje się w wyniku przesuwania za pomocą śruby jednej ruchomej części jarzma względem drugiej nieruchomej części jarzma zamocowanej na stałe do ramy nośnej. W elektromagnesach tych każda zmiana szerokości szczeliny o wielkości „d” powodowała przesunięcie w jarzmie środka szczeliny o połowę żądanej zmiany to jest $\frac{d}{2}$. Fakt ten uniemożliwia korzystanie z obrotu w osi pionowej, bowiem cała aparatura pomiarowa (bardzo skomplikowana), której oś symetrii niemal zawsze musi pokrywać się ze środkiem szczeliny, musiała być przy każdej zmianie szczeliny również przesuwana o $\frac{d}{2}$. Elektromagnes ten umożliwia więc tylko obrót wokół osi poziomej.

Celem wynalazku jest skonstruowanie elektromagnesu laboratoryjnego nie zawierającego powyższych wad, umożliwiającego uzyskanie pola magnetycznego o dużej sile i określonym rozkładzie, odznaczającego się ponadto znaczną sprawnością i szczególnie umożliwiającego łatwą regulację szerokości szczeliny pomiędzy nabiegunkami łącznie z obrotami w poziomej i pionowej, bez konieczności każdorazowego wzorcowania po takiej zmianie.

Cel ten według wynalazku osiągnięto dzięki temu, że jarzmo elektromagnesu podzielone w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny strumienia magnetycznego na dwie części jest osadzone suwliwie na śrubach zamocowanych na nośnej ramie obracanej wokół osi poziomej, a wspartej na obrotowej względem osi pionowej podstawie, co umożliwia obroty wokół osi poziomej i pionowej, poszerzanie szczeliny bez przesuwania środka szczeliny lub z przesuwaniami środka szczeliny.

Podstawa opiera się na pierścieniowym łożysku kulkowym. Dzięki takiemu rozwiązaniu unika się kłopotliwego przestawiania i regulacji aparatury pomiarowej, umieszczonej w szczelinie między nabiegunkami. Elektromagnes jest zaopatrzony ponadto w zestaw ferromagnetycznych

plyt dystansowych o różnej grubości, umieszczonych pomiędzy częściami jarzma w celu nastawiania szerokości szczeliny, a stosunek przekrojów jarzma i biegunów ma wartość od 0,5 do 1.

Korzystnie jest poza tym, jeżeli w przypadku stosowania uzwojeń sekcyjnych uzwojenia w każdej sekcji są nawinięte z taśmy o szerokości równej szerokości sekcji.

Przykład wykonania elektromagnesu według wynalazku uwidoczniiony jest na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia elektromagnes w widoku z przodu, fig. 2 — elektromagnes w widoku z boku, fig. 3 — podstawę elektromagnesu w widoku z góry, a fig. 4 — podstawę w przekroju wzdłuż linii A-A na fig. 3.

Na pierścieniu 1, zaopatrzonym w trzy wkręcane nogi 2 przystosowane do poziomowania elektromagnesu jest osadzony obrotowo pierścień 3, zaopatrzony na obwodzie w podziałkę kątową od 0—360°. Pomiedzy pierścieniami 1 i 3 są umieszczone kulki. Do pierścienia 3 są przymocowane z dwu stron wsporniki 4, zaopatrzone u góry w łożyska 5 czopów 6 nośnej ramy elektromagnesu. Na prawym wsporniku jest ponadto zamontowana ślimakowa przekładnia 7 służąca do obracania ramy elektromagnesu na czopach 6 oraz kątowa podziałka 0—360° umożliwiająca dokładne nastawienie kąta położenia elektromagnesu. Rama elektromagnesu składa się z dwu dźwigarów 8 i 8' na stałe połączonych z czopami 6. Końce tych dźwigarów 8 i 8' są ze sobą połączone śrubami 9. Na śrubach tych są osadzone suwliwie prowadniki 10 mocujące jarzmo elektromagnesu oraz są nakręcone regulacyjnie nakrętki 11.

Zastosowanie jako podstawy elektromagnesu dwu pierścieni 1 i 3, pomiędzy którymi znajdują się kulki, a więc podstawy w postaci tocznego łożyska oporowego, ma wiele zalet. Dotychczas do tego celu stosowano masywne płyty. Były one ciężkie, utrudniały dostęp do elektromagnesu od dołu i mogły być przyczyną zakłóceń pola magnetycznego.

Zastosowana według wynalazku pierścieniowa podstawa umożliwia swobodny dostęp do elektromagnesu z wszystkich stron, jest lekka i pozwala na zmniejszenie wysokości przyrządu. Ponadto jej ujemny wpływ na pole elektromagnesu jest znacznie mniejszy.

Jarzmo elektromagnesu składa się z dwu identycznych ceowych części 12 i 12', wykonanych z materiału magnetycznego, z których każde jest prowadzone na śrubach 9 za pomocą czterech prowadników 10. Końce części 12 i 12' jarzma mogą być zwierane ze sobą lub rozwierane za pomocą regulacyjnych nakrętek 11. Po rozwarciu części 12 i 12' jarzma można pomiędzy nie wprowadzić dystansowe płyty 13 o szlifowanej powierzchni i dokładnie określonej grubości. Płyty te są wykonane z materiału magnetycznego i są ustalane na prowadnikach 18. Po zaciśnięciu płyt 13 pomiędzy częściami 12, 12' jarzma uzyskuje się pomiędzy biegunami 14 elektromagnesu szczelinę o dokładnie określonej szerokości. Zastosowanie kilku par płyt dystansowych o różnej grubości umożliwia nastawianie bardzo wielu szerokości

szczelin. Na przykład zestaw 10 płyt dystansowych o różnej grubości umożliwia uzyskanie 32 różnych szczelin pomiędzy nabiegunnikami, co na ogół wystarcza w praktyce laboratoryjnej. Można przy tym przy przestawianiu szerokości szczeliny uzyskiwać zawsze powtarzalne właściwości pola, co dotąd nie było osiągalne.

Każdy z biegunów 14 jest do części 12 lub 12' jarzma przymocowany za pomocą trzech śrub 19 rozmieszczonych na narożach trójkąta. Śrubami tymi można dowolnie ustawiać pozycję biegunów, co umożliwia korygowanie jednorodności pola magnetycznego lub nastawianie jego przestrzennego rozkładu. Bieguny mają wymienne nabiegunniki stożkowe zapewniające uzyskanie silnych pól magnetycznych. Na bieguny 14 są nasadzone uzwojenia elektromagnesu, składające się z sekcji 15 i 15'. Każda z sekcji jest umieszczona pomiędzy dwiema miedzianymi płytami 16, zaopatrzonymi w kanały wodne, połączone z króćcami 17. Przez płyty 16 można przepuszczać czynnik chłodzący. Uzwojenia w każdej sekcji 15 są nawinięte z izolowanego przewodu o kształcie taśmy, mającej szerokość równą szerokości sekcji.

Tą drogą uzyskano prawidłowe odprowadzenie ciepła do płyt chłodzących 16, co umożliwia zasilanie elektromagnesu bardzo dużymi prądami, a co zatem idzie uzyskanie bardzo silnych pól magnetycznych. W przypadku elektromagnesów zasilanych prądem o mniejszym natężeniu można stosować uzwojenia tradycyjne z drutu, przy czym dzięki sekcyjnej budowie uzwojeń i chłodzeniu płyt wodą chłodzenie uzwojeń jest bardzo skuteczne.

Aby nie dopuścić do zawilgocenia uzwojeń podczas spoczynku elektromagnesu i związanego z tym parowania podczas pracy i skraplania wilgoci na płytach chłodzących 16 zaopatrzone uzwojenia w szczelne (hermetyczne) powłoki, przy czym przed zamknięciem powłok, uzwojenia elektromagnesu suszy się bardzo dokładnie.

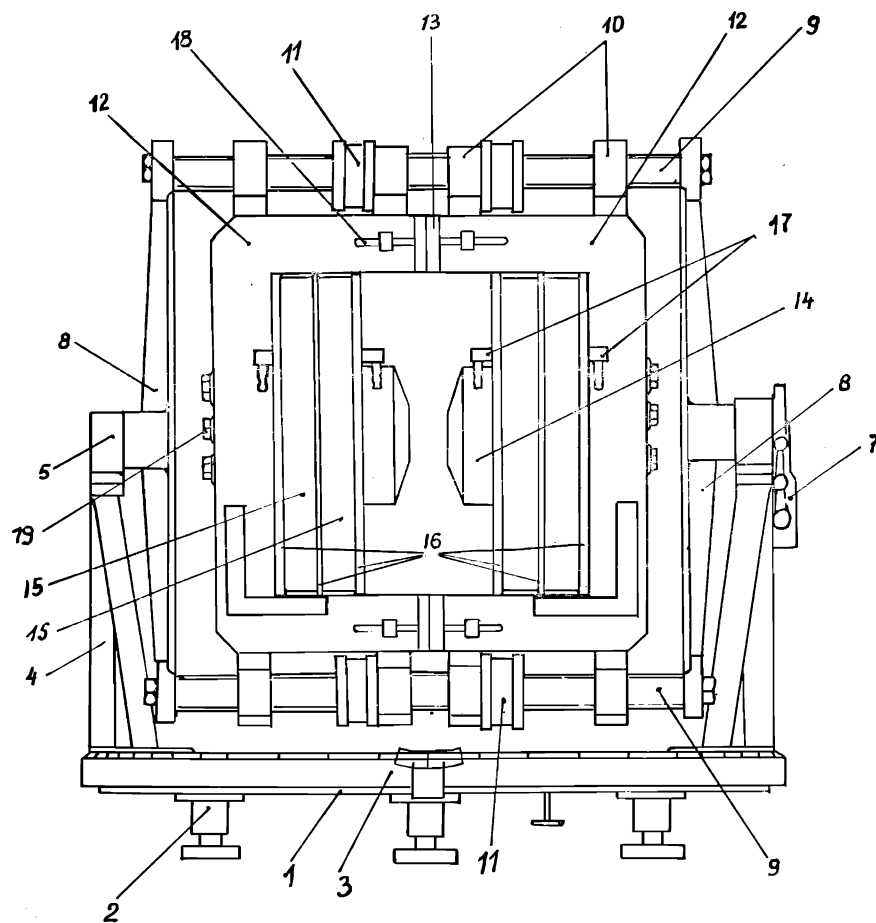
Stosunek powierzchni przekroju jarzma do powierzchni przekroju biegunów winien się mieścić w granicach 0,5—1. Optymalna wartość wynosi mniej więcej 0,7.

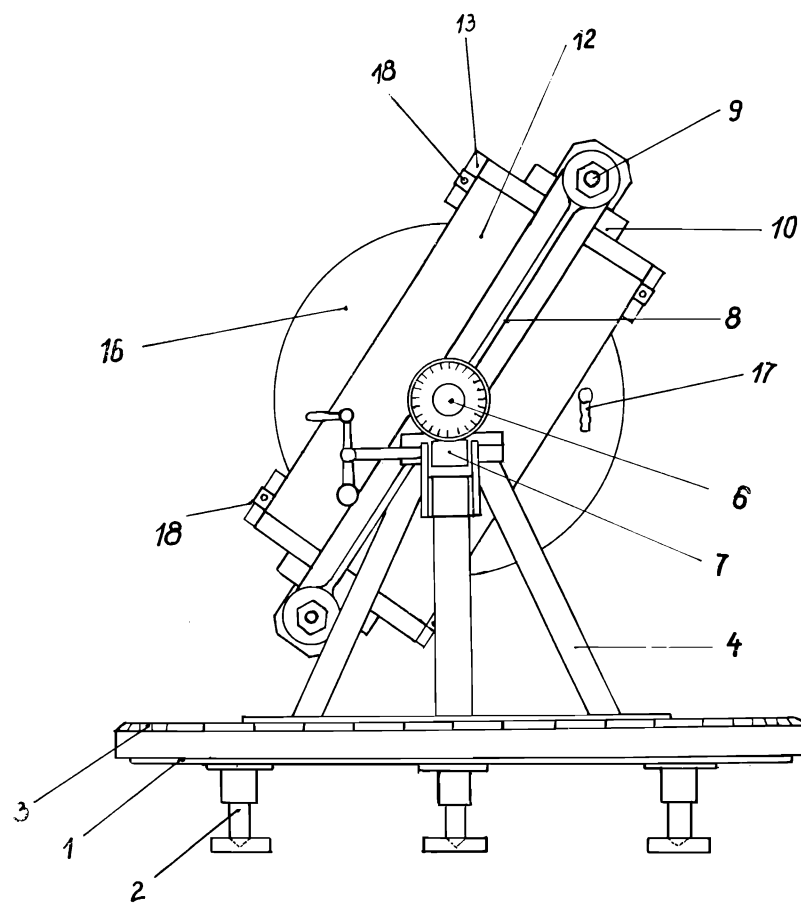
W praktyce stwierdzono, że elektromagnes o konstrukcji według wynalazku i ciężarze 930 kG wykazuje przy średnicy nabiegunników wynoszą-

cej 25 mm, szerokości szczeliny 5 mm, mocy zasilania 5 KW, natężenie pola magnetycznego 37,2 kOe. Podobne natężenie pola magnetycznego uzyskiwano dotąd stosując elektromagnesy o ciężarze mniej więcej 2,5 T.

Zastrzeżenia patentowe

1. Elektromagnes laboratoryjny, składający się z ramy ułożyskowanej obrotowo na poziomych czopach umieszczonych na wspornikach, jarzma elektromagnesu podzielonego w płaszczyźnie prostopadłej do płaszczyzny strumienia magnetycznego na dwie części, **znamienny tym**, że obydwie części (12, 12') jarzma osadzone są suwliwie na śrubach (2) z regulacyjnymi nakrętkami (11), a wsporniki (4) są umieszczone na poziomym obrotowym pierścieniu (3) ułożyskowanym za pośrednictwem kulek na pierścieniu (1).
2. Elektromagnes według zastrz. 1, **znamienny tym**, że stosunek przekrojów jarzma (12 i 12') i biegunów (14) wynosi od 0,5 do 1.
3. Elektromagnes laboratoryjny, według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że uzwojenie sekcji (15) jest nawinięte z przewodu o kształcie taśmy mającej szerokość równą szerokości sekcji.
4. Elektromagnes laboratoryjny według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że obrotowy pierścień (3) zaopatrzone jest w podziałkę kątową.
5. Elektromagnes laboratoryjny według zastrz. 1—4 **znamienny tym**, że każdy z jego biegunów (14) jest zamocowany do jednej z części (12, 12') jarzma za pomocą trzech śrub (19) rozmieszczonych na narożach trójkąta.
6. Elektromagnes laboratoryjny według zastrz. 1—5 **znamienny tym**, że z jednym z czopów (6) jest połączona ślimakowa przekładnia (7) oraz podziałka kątowa 0—360° do nastawiania kąta położenia elektromagnesu na osi poziomej.
7. Elektromagnes laboratoryjny według zastrz. 1—6 **znamienny tym**, że w płytach chłodzących (16) są wykonane kanały dla czynnika chłodzącego, połączone z króćcami (17).
8. Elektromagnes laboratoryjny według zastrz. 1—7, **znamienny tym**, że uzwojenia są umieszczone w hermetycznych powłokach.

*Fig. 1*

*Fig. 2*

