



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 58735

(13) A

(51) 7 G01R33/035

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДВИДАЄТЬСЯ ПІД
ВІДПОВІДАЛЬНІСТЬ
ВЛАСНИКА
ПАТЕНТУ

(54) СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ РОЗПОДІЛУ ГУСТИНИ КРИТИЧНОГО СТРУМУ У НАДПРОВІДНИКАХ

1

2

(21) 2002097362

(22) 11 09 2002

(24) 15 08 2003

(46) 15 08 2003, Бюл. № 8, 2003 р.

(72) Немошкालенко Володимир Володимирович,
Кордюк Олександр Анатолійович, Плющай Олександр Іванович(73) ІНСТИТУТ МЕТАЛОФІЗИКИ ІМ. Г. В. КУРДЮМОВА
НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) Спосіб визначення розподілу густини критичного струму у надпровідниках, який полягає у тому, що індукують змінним магнітним полем струм у надпровіднику за рахунок зміни взаємного розташування надпровідника та постійного магніту, магнітний момент якого зорієнтовано вздовж лінії переміщення, визначають максимальне значення паралельної до поверхні надпровідника компоненти магнітного поля постійного магніту та реєструють силу взаємодії надпровідника та постійного магніту, який відрізняється тим, що визначають за отриманим значенням сили ту

відстань, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, попередньо визначивши силу взаємодії постійного магніту з ідеальним надпровідником, визначають різницю цих відстаней, визначають глибину протікання струму за формулою $\delta = 4\Delta z$, де Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом, на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, а розподіл густини критичного струму визначають за формулою

$$J_c = \frac{c}{2\pi} \frac{b}{\delta},$$

де c - швидкість світла, b - паралельна до поверхні надпровідника компонента магнітного поля постійного магніту, Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом, на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника

Винахід відноситься до неруйнівного контролю, може бути використаний для безконтактного експресного визначення розподілу густини критичного струму у приповерхневому шарі виробів з надпровідникових матеріалів та контролю їх якості.

Відомо спосіб визначення густини критичного струму у надпровідниках (А.С. СССР №1711102 МКП G01R33/035 19/08 Бюл. №5, 92г), за яким індукується змінним магнітним полем струм у надпровіднику за рахунок зміни взаємного розташування надпровідника та постійного магніту, магнітний момент якого зорієнтовано вздовж лінії переміщення, та реєструють силу їх взаємодії, причому збільшення відстані тіла та постійного магніту починають на непінійній ділянці зміни сили взаємодії. Густина критичного струму визначають за формулою $J_k = K(H_B / X_B) \Delta X$, де X_B - найменша відстань між тілом, що досліджують, та постійним магнітом, H_B - напруженість поля на відстані X_B від магніту, ΔX - довжина лінійної ділянки зміни сили взаємодії з відстанню, K - чисельний коефіцієнт.

Недоліком цього способу є необхідність встановлення положення непінійної ділянки залежності

сили взаємодії надпровідника з магнітом від відстані між ними, що ускладнює процес визначення та знижує точність визначення густини критичного струму у приповерхневому шарі виробів з надпровідникових матеріалів.

Відомо спосіб визначення густини критичного струму у надпровідниках (Bean C.P. Magnetization of hard superconductors // Phys. Rev. Lett., - 1962 - v. 8 - P. 250-253) за якими у надпровіднику циліндричної форми магнітним полем, зорієнтованим вздовж лінії симетрії зразка, індукується струм, визначається струм на поверхні надпровідника густини критичного струму визначається формулою $J = (c/4\pi) n \times b$, де c є швидкістю світла, p є вектором-нормаллю до поверхні, а b є паралельною до поверхні надпровідника компонентою магнітного поля на цій поверхні.

Недоліком цього способу є необхідність використання зразків циліндричної форми та певної геометрії магнітного поля, що обмежує використання способу та зменшує точність та достовірність визначення густини критичного струму у приповерхневому шарі виробів з надпровідникових

(13) A

(11) 58735

(19) UA

матеріалів через необхідність притримуватись як змога ближче до вимог щодо форми досліджуван-них зразків та орієнтації магнітного поля

Найбільш близьким за технічною сутністю до запропонованого є спосіб визначення густини критичного струму у надпровідниках (МПК 7 G01R 33/035 патент України №37848А, Бюлетень Промислової власності № 4, 2001), який полягає у тому, що індукують змінним магнітним полем струм у надпровіднику за рахунок зміни взаємного розташування надпровідника та постійного магніту, магнітний момент якого зорієнтовано вздовж лінії переміщення, та реєструють силу їх взаємодії при найменшій відстані між ними, визначають за отриманим значенням сили ту відстань, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, визначають різницю цих відстаней, визначають максимальне значення паралельної до поверхні надпровідника компоненти магнітного поля постійного магніту, а значення густини критичного струму визначають за формулою,

$$J_c = \frac{c}{8\pi} \frac{b}{\Delta z},$$

де c - швидкість світла, b - паралельна до поверхні надпровідника компонента магнітного поля постійного магніту, Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника

Недоліком цього способу є те, що він не може бути використаний для визначення розподілу густини критичного струму

Технічною задачею винаходу є створення безконтактного способу визначення розподілу густини критичного струму у приповерхневому шарі виробів з надпровідникових матеріалів який забезпечить експресність, високу точність та достовірність визначення розподілу густини критичного струму у надпровіднику та надасть змогу його використання для контролю якості виробів з надпровідникових матеріалів

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що індукують змінним магнітним полем струм у надпровіднику за рахунок зміни взаємного розташування надпровідника та постійного магніту, магнітний момент якого зорієнтовано вздовж лінії переміщення, визначають максимальне значення паралельної до поверхні надпровідника компоненти магнітного поля постійного магніту та реєструють силу взаємодії надпровідника та постійного магніту, причому, визначають за отриманим значенням сили визначають ту відстань, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, попередньо визначивши силу взаємодії постійного магніту з ідеальним надпровідником, визначають різницю цих відстаней, визначають глибину протікання струму за формулою $\delta = 4\Delta z$, де Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, а значення густини критичного струму визначають за

формулою,

$$J_c = \frac{c}{2\pi} \frac{b}{\delta},$$

де c - швидкість світла, b - паралельна до поверхні надпровідника компонента магнітного поля постійного магніту, Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника

Заявлений спосіб дозволяє безконтактне, експресне, з високою точністю та з більшою достовірністю визначати розподіл густини критичного струму, та дозволяє визначати якість виробів з надпровідникових матеріалів

Спосіб здійснюють наступним чином У судині Дьюара розміщують надпровідник, охолоджують змінним магнітним полем індукують струм у надпровіднику за рахунок зміни взаємного розташування надпровідника та постійного магніту, магнітний момент якого зорієнтовано вздовж лінії переміщення Для обраного магніту визначають паралельну до поверхні надпровідника компоненту магнітного поля постійного магніту, визначають силу взаємодії з постійним магнітом, визначають різницю відстаней між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника, попередньо визначивши силу взаємодії постійного магніту з ідеальним надпровідником, визначають глибину протікання струму за формулою $\delta = 4\Delta z$, де Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника Густина критичного струму надпровіднику визначають за формулою

$$J_c = \frac{c}{2\pi} \frac{b}{\delta},$$

де c - швидкість світла, b - паралельна до поверхні надпровідника компонента магнітного поля постійного магніту, Δz - розбіжність у відстані між надпровідником та магнітом на якій визначено силу, та відстані, для якої це значення сили досягається для ідеального жорсткого надпровідника

Отримані значення розподілу густини критичного струму запропонованим способом представлені у таблиці 1 для надпровідника з Y-123 та Bi-2223 для різних глибин протікання струму

Таблиця 1

Температура К	Глибина	Bi-2223 J_c A/cm ²	Y-123 J_c A/cm ²
79	$1.2 \cdot 10^{-2}$ см	$1.5 \cdot 10^4$	$1.62 \cdot 10^4$
79	$1.7 \cdot 10^{-2}$ см	$1.47 \cdot 10^4$	$1.52 \cdot 10^4$
79	$2.7 \cdot 10^{-2}$ см	$1.35 \cdot 10^4$	$1.52 \cdot 10^4$

Спосіб можна використовувати як в лабораторних так і в промислових умовах

