

(19)



(10) **LT 4140 B**

(12) **PATENTO APRAŠYMAS**

(11) Patent numeris: **4140**

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **G01R 31/00**

(21) Paraiškos numeris: **95-052**

(22) Paraiškos padavimo data: **1995 05 16**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1996 12 27**

(45) Patent paskelbimo data: **1997 04 25**

(72) Išradėjas:

**Laimis Laurinavičius, LT**

(73) Patent savininkas:

**Vilniaus technikos universitetas, Saulėtekio al. 11, 2054 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Aukštadažnis nekontaktinis būdas superlaidininkų elektrinių ir magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti**

(57) Referatas:

Išradimas priklauso matavimo technikos sričiai ir skirtas superlaidžiųjų medžiagų elektrinių ir magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti.

Superlaidusis šaldomas pavyzdys veikiamas kintamuoju magnetiniu lauku, žadinamu generatoriaus nuoseklaus LC-kontūro induktyvumo ritės ir nuolatinio magnetiniu lauku. Matuojamas kontūro aukštadažnių parametrų pokytis kintant pavyzdžio temperatūrai ar magnetiniam laukui. Matuojami aukštadažniai parametrai yra sistemos superlaidaus pavyzdžio dalis-induktyvumo ritės kokybė ir rezonansinis LC-kontūro dažnis. Parametrai nustatomi registruojant sustiprintą silpno ryšio su kokybės matuoklio rite signalo pokytį ir kokybės matuoklio perderinamo generatoriaus dažnio pokytį. AD magnetinį lauką pavyzdžio dalyje kuria plokščia induktyvumo ritė, nuosekliai sujungta su kokybės matuoklio rite ir kondensatoriumi. Pavyzdys yra skenuojamas AD magnetiniu lauku.

Išradimas priklauso matavimo technikos sričiai ir skirtas superlaidžiųjų medžiagų elektrinių ir magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti.

Žinomas būdas (1. S.Hatta, H.Higoshino, K.Wasa. Meissner effect in High- $T_c$  superconductive thin films. Jap. Journal of Applied Physics, vol.28, No5, 1987, p.p.1724-1725.) superlaidininkų parametrams - varžos kitimui ir Meissnerio efektui nustatyti, panaudojant induktyvumo ritę maitinamą kintamojo dažnio srove ir matuojant ritės laidumo bei induktyvumo pokytį fazinio virsmo metu. Induktyvumo turinė ritė yra pridėjama prie šaldomo superlaidaus pavyzdžio paviršiaus. Būdas netinka superlaidžiųjų aukštatemperatūrų plėvelių matavimui, nes dėl mažo medžiagos tūrio yra nepakankamas jautrumas - matuojamų parametrų pokytis sudaro tik dalį procento.

Artimesnis siūlomam būdai yra rezonansinis būdas aprašytas (2. A.c.1875809. Устройство для бесконтактного определения электрических и магнитных параметров сверхпроводящих образцов при фазовом переходе / В.К. Бенгалис, Л.В. Жауринавичюс, Э.К. Янкаускас, Бюл. №33, 1991 J.

Superlaidus šaldomas plėvelės pavidalo pavyzdys yra veikiamas kintamuoju magnetiniu lauku, kurį žadina AD generatoriaus nuoseklaus LC-kontūro spiralinės pavidalo induktyvumo ritė ir nuolatinis magnetinis laukas. Matuojamas kontūro aukštadažnių parametrų pokytis kintant pavyzdžio temperatūrai ar magnetiniam laukui. Vienas iš matuojamųjų aukštadažnių parametrų yra nuoseklaus rezonansinio generatoriaus LC-kontūro kondensatoriaus įtampa  $U_C$ , kuri fazinio virsmo metu yra proporcinga matuojamojo objekto (spiralinės ritės su superlaidžiuoju pavyzdžiu) nuostoliams, tuo pačiu superlaidininko varžos pokyčiui. Kitas matuojamasis AD parametras yra rezonansinio kontūro talpos  $C_{rez}$  pokytis, proporcingas Meissnerio efektui fazinio virsmo metu - magnetinis jautris.

Būdo trūkumas - nepakankamas jautrumas, turintis superlaidininko plėvelės defektus tam tikrose jos vietose bei nekintanti

pavyzdžio paviršiaus ir kintamojo magnetinio laukio sąveikos vieta. Jeigu griežtai lokalizuota (pvz. 2mm skersmens) spiralinė ritė sąveikauja su superlaidžiąja plėvele, aukštadažnių parametrų  $U_c$  ir  $C_{rez}$  kitimas fazinio virsmo metu sudaro tik procento dalį ir matavimo tikslumas nėra pakankamas.

Išradimo tikslas - matavimo jautrumo, o tuo pačiu ir tikslumo padidinimas, o taip pat galimybė matuoti parametrų kitimą fazinio virsmo metu keliose lokalizuotose superlaidaus pavyzdžio vietose.

Išradimo esmė yra tame, kad aukštadažniame nekontaktiniame būde, skirtame superlaidžių medžiagų elektrinių bei magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti, veikiant tiriamąjį superlaidųjį saldomą pavyzdį kintamuoju magnetiniu lauku, šaldinamą generatoriaus nuoseklaus LC-kontūro induktyvumo ritės ir nuolatinio magnetinio lauko, matuojant kontūro aukštadažnių parametrų pokytį, kintant pavyzdžio temperatūrai ar magnetiniam laukui, basiskiriantis tuo, kad matuojami aukštadažniai parametrai yra sistemos pavyzdžio dalis - induktyvumo ritė kokybė, nustatoma registruojant sustiprintą silpno ryšio su kokybės matuoklio rite signalo pokytį ir rezonancinio LC-kontūro dažnis, nustatomas registruojant kokybės matuoklio perderinamo generatoriaus dažnio pokytį, o AD magnetinį lauką pavyzdžio dalyje kuriant plokščia induktyvumo rite, nuosekliai sujungta su kokybės matuoklio rite ir kondensatoriumi bei skenuojant pavyzdį magnetiniais laukais.

Pirmojoje fig. pateikta funkcinė schema prietaiso, realizuojančio siūlomą būdą superlaidininkų elektrinių ir magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti. Įvesti sekantys žymieniai: 1 - nuolatinio magnetinio lauko šaltinis; 2 - tiriamasis pavyzdys; 3 - plokščia spiralinė ritė, kurianti AD magnetinį lauką pavyzdžio 2 dalyje. 4,5 - temperatūros (n-Ga) ir magnetinio lauko (Holo) jutikliai; 6 - bendrasis AD kabelis; 7 - kokybės matuoklis, turintis generatoriaus nuoseklųjį rezonancinį LC-kontūrą 8 - ryšio ritė; 9 - stiprintuvas; 10 - AD parametrų pokyčių registravimo įtaisas.

Nuosekliojo generatoriaus LC-kontūro kokybė yra lygi:

$$Q = \omega L/R, \quad (1)$$

čia  $L$  - induktyvioji LC-kontūro varža,  $R$  - kontūro nuostolių varža. Nuostolius sąlygoja aktyvioji kontūro varža, kuri tiesiogiai pri-

klauso nuo matuojamojo superlaidaus pavyzdžio laidumo pokyčio fazinio virsmo metu. Kontūro rezonansinis dažnis  $f_0 = 1/2\pi\sqrt{LC}$  tiesiogiai priklauso nuo kontūro induktyvumo pokyčio, kurį sąlygoja matuojamojo pavyzdžio magnetinio jautrio pokytis (Meisnerio efektas).

Kadangi AD srovė rezonansiniame LC-kontūre (o taip pat kokybė) yra maksimali kai aktyvioji LC-kontūro varža yra minimali, o minimali, kai aktyvioji varža yra maksimali, silpnas induktyvusis ryšys su LC-kontūru leidžia nustatyti kontūre tekančios srovės (kokybės) pokytį fazinio virsmo metu, t. y. superlaidininkui perėjant iš nelaideios į superlaidžią būseną, neitakoja LC-kontūro parametrų.

Matavimas atliekamas sekandiai. Šaldomo superlaidaus pavyzdžio (plėvelės) dalis 1 patalpinama tarp elektromagneto polių 2 ir šalia induktyviojo jutiklio - miniatiūrinės plokščios spiralinės ritės 3. Prie pavyzdžio 1 pritvirtinami magnetinio lauko jutiklis (5) ir temperatūros jutiklis (4). Superlaidusis pavyzdys 1 gali keisti padėtį xy-plokštumoje, t. y. spiralinės ritės 3 plokštumoje, statmenoje magnetinei indukcijai B. Plokščia spiralinė rite 3 bendraašiu kabeliu 6 sujungta su aukštafrekvenčios kokybės matuoklio 7 įėjimo gnybtais. Kokybės matuoklyje 7 (pvz., BM-5800) įėjimo gnybtai nuosekliai sujungti su generatoriaus išėjimu, o taip pat su kokybės matuoklio 7 kondensatoriumi C bei pagalbine rite L. Prie kokybės matuoklio 7 pagalbines ritės L silpnu ryšiu prijungta ryšio rite 8, kurios sustiprintas stiprintuvu 9 signalas paduodamas į savirašį 10. Silpno ryšio ritės 8 ryšio sąlyga - LC-kontūro kokybės pokytis dėl ryšio neviršija 1 procento. Ryšio ritės 8 signalas yra proporcingas kokybės matuoklio 7 LC-kontūro kokybei. Prie kokybės matuoklio 7 generatoriaus dažnio kontrolės gnybtų prijungtas dažnamatis 11, kontroliuojantis rezonancinio LC-kontūro rezonansinį dažnį bei jo pokytį. Temperatūros 4 bei magnetinio lauko 5 jutikliai sujungti su savirašiu 10.

Tiriamasis pavyzdys 1 yra lėtai šaldomas ties fazinio virsmo temperatūra. Šalant pavyzdžiui 1 generatoriaus rezonancinio LC-kontūro, suderinto rezonansui, kokybė mažėja, nes pilnoji LC-kontūro varža Z didėja dėl aktyviosios kontūro varžos R didėjimo. Esant stabilizuotai įvedamos į generatoriaus LC-kontūrą EVJ vertei, kontūro pilnosios varžos sumažėjimas išsukia tekančios kon-

turų srovės padidėjimą. Nuimamas nuo ryšio ritės 8 signalas proporcingas atsiradusiai ryšio ritėje 8 įtampai ir kontūro kokybei esant rezonansui. Savirasis 10 brėžia signalo priklausomybę nuo temperatūros arba nuo nuolatinio magnetinio lauko dydžio, kas ekvivalentiška matuojamojo pavyzdžio dalies laidumo priklausomybėms  $\delta = f(T)$ ;  $\delta = f(B)$ . Rezonansinio dažnio  $f_0$  priklausomybę nuo kintamų parametrų  $T$ ,  $B$  - proporcinga magnetinio jautrio pokyčiui fazinio viremo metu kintant temperatūrai ar magnetiniam laukui. Rezonansinis dažnis kontroliuojamas dažnamadiu prijungtu prie kokybės matuoklio 7 generatoriaus dažnio kontrolės gnybtų ar kitokiu būdu. Pakeitus tiriamojo superlaidaus pavyzdžio padėtį xy-plokštumoje matavimo procesas kartojamas. Tai leidžia nustatyti matuojamosios superlaidžios plėvelės nehomogeniškumą.

Ta aplinkybė, kad matuojamas aukštadažnis parametras yra sistemos LC-kontūras - superlaidaus pavyzdžio dalis kokybė, kuri nustatoma registruojant sustiprintą silpno ryšio su kokybės matuoklio rite signalo pokytį ir rezonansinis sistemos dažnis, nustatomas registruojant kokybės matuoklio perderinamo generatoriaus dažnio pokytį, o AD magnetinį lauką pavyzdžio dalyje kuria plokščia induktyvumo ritė, nuosekliai sujungta su kokybės matuoklio rite ir kondensatoriumi, padidina matavimo jautrumą (galimas matavimas tam tikroje plono superlaidaus pavyzdžio vietoje) ir įgalina nustatyti aukštatemperatūros keramikos nehomogeniškumą.

## ISRADIMO APIBRĖŽTIS

Aukštadažnis nekontaktinis būdas superlaidininkų elektrinių ir magnetinių parametrų kitimui fazinio virsmo metu nustatyti veikiant superlaidų sądomą pavyzdį kintamuoju magnetiniu lauku, žadinamu generatoriaus nuoseklaus LC-kontoro induktyvumo ritės ir nuolatinio magnetiniu lauku, matuojant kontoro aukštadažnių parametrų pokytį, kintant pavyzdžio temperatūrai ar nuolatiniam magnetiniam laukui, besiskiriantis tuo, kad matuojami aukštadažniai parametrai yra sistemos pavyzdžio dalis - induktyvumo ritės kokybė, kurią nustato registruojant sustiprintą silpno ryšio su kokybės matuoklio rite signalo pokytį ir rezonansinis LC-kontoro dažnis, kuri nustato registruojant kokybės matuoklio perdėtinamo generatoriaus dažnio pokytį, o AD magnetinį lauką pavyzdžio dalyje kuria plokščia induktyvumo rite, nuosekliai sujungta su kokybės matuoklio rite ir kondensatoriumu, be to pavyzdį skenuoja AD magnetinis laukas.

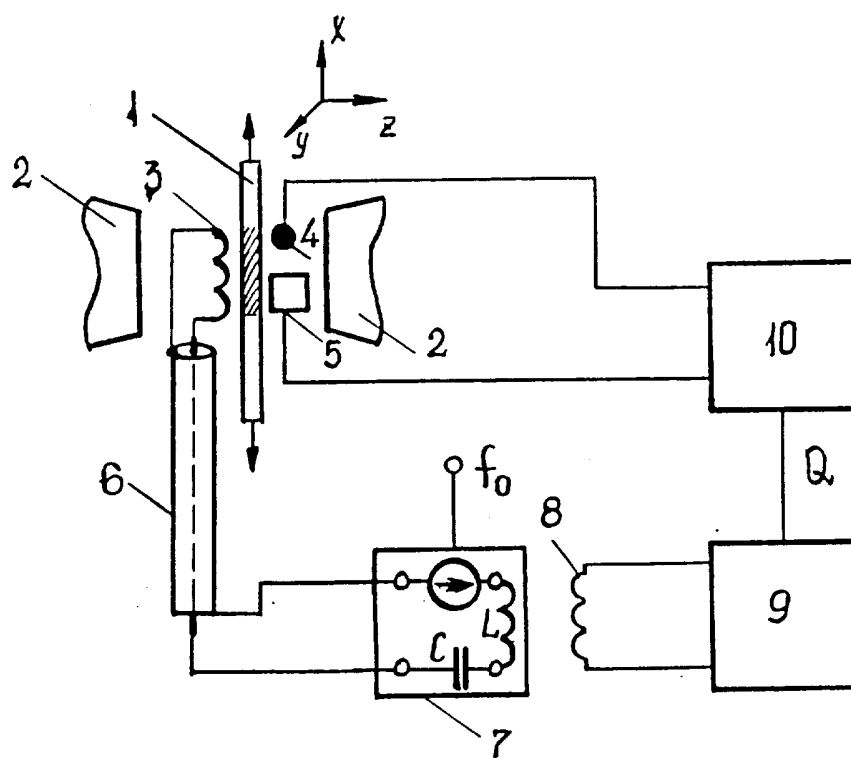


Fig. I