



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

258677

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴
G 01 R 33/035

(22) Prihlášené 20 10 86

(21) (PV 7571-86.C)

(40) Zverejnené 17 12 87

(45) Vydané 15 12 88

(75)

Autor vynálezu

ZRUBEC VLADIMÍR ing. CSc., BRATISLAVA

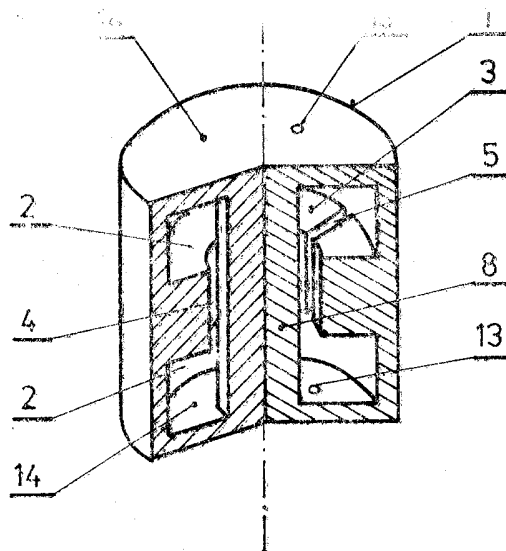
(54) Hybridný toroidný dvojtierový snímač SQUID

1

Hybridný toroidný dvojtierový snímač SQUID je určený pre supravodivé kvantové magnetometrie. Jeho podstata spočíva v umiestnení tenkovrstvového dvojslučkového SQUID-u do uzavretého masívneho supravodivého telesa s dvomi vnútornými toroidnými dutinami navzájom spojenými koaxiálnou štrbinou. Tenkovrstvový dvojslučkový SQUID jednoduchého doštičkového tvaru bez mechanických otvorov, možno vložiť do priečnej štrbiny v prstenci medzi toroidnými dutinami, alebo do radiálnej štrbiny v strednej časti základného telesa. V toroidných dutinách je vložená vstupná supravodivá cievka a vysokofrekvenčná budiaca a späťnoväzobná cievka. Tenkovrstvové dvojslučkové SQUIDy môžu byť vložené do viacerých priečných a do dvoch radiálnych štrbín.

Spôsob jeho prevedenia možno využiť pri výrobe supravodivých snímačov SQUID so zvýšenou dlhodobou stabilitou parametrov.

2



obr.1

Vynález sa týka hybridného toroidného dvojdiarového snímača SQUID s vysokofrekvenčným buđením, určeného pre supravodivé kvantové magnetometre používané na meranie veľmi slabých magnetických polí.

Supravodivé snímače SQUID s vysokofrekvenčným buđením pracujú na princípe využitia Josephsonovho javu a sú v podstate tvorené supravodivými prstencami s vloženým Josephsonovým spojom. U prstencov vytvorených z masívneho supravodiča spravidla je tento spoj tvorený veľmi jemným dotykcom ostrého hrotu skrutky zo supravodivého materiálu a u prstencov zhotovených technológiou tenkých vrstiev tenkým supravodivým submikronmetrovým mostikom, alebo tunelovým spojom. Základným problémom v prvom prípade je nastavenie a dosiahnutie dlhodobej stability jemného dotyku hrotu. V druhom prípade sú to problémy s dosiahnutím dostatočne tesnej induktívnej väzby meraného signálu na snímač. Tieto nedostatky sa v menšej miere prejavujú u hybridných snímačov SQUID, u ktorých sa používa kombinácia prstenca z masívneho supravodiča a tenkovrstvového Josephsonovho spoja. Doteraz najrozšírenejšie hybridné toroidné snímače SQUID s vysokofrekvenčným buđením používajú tenkovrstvové spoje s galvanickým dotykcom na steny štrbiny, čo je príčinou nestability a zníženej životnosti snímačov. Hybridné snímače s induktívnou väzbou tenkovrstvových Josephsonových štruktúr na masívny supravodivý prstenec v známych jedno- i dvojdiarových prevedeniach majú v porovnaní s nimi zníženú citlivosť spôsobenú nižším výsledným koeficientom väzby vstupných väzobných cievok na tenkovrstvový SQUID.

Uvedené nedostatky v podstatnej miere odstraňujú hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že vo vnútri základného supravodivého telesa sú dve toroidné dutiny navzájom oddelené prstencom, ktoré sú spojené koaxiálnou štrbinou. V prstenci je priečna štrbina, do ktorej je vložený tenkovrstvový dvojslučkový SQUID, ktorého jedna slučka je induktívne spojená s jednou toroidnou dutinou a druhá slučka s druhou toroidnou dutinou, alebo je tenkovrstvový dvojslučkový SQUID vložený do radiálnej štrbiny v strednej časti základného supravodivého telesa a jeho obidve slučky sú induktívne spojené s jednou toroidnou dutinou. V toroidných dutinách je vstupná supravodivá cievka pozostávajúca z dvoch sériovo spojených sekcií a vysokofrekvenčná budiaca a spätnoväzobná cievka pozostávajúca tiež z dvoch sériovo spojených sekcií, pričom jedna sekcia každej cievky je vložená do jednej spoločnej toroidnej dutiny a druhé sekcie, protifázovo vinuté oproti prvým sekciám, sú vložené do druhej toroidnej dutiny. Niektoré zo sekcií cievok môžu byť aj voľné. Vývody cievok sú vyvedené cez otvory v čelných stenách základného supravodivého te-

lesa. V prstenci môže byť viac priečných štrbín, do ktorých sú vložené tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y. Podobne v strednej časti základného supravodivého telesa môžu byť až dve radiálne štrbiny, do ktorých sú vložené dva tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y, pričom jeden z nich má obidve slučky induktívne spojené s jednou toroidnou dutinou a druhý s druhou toroidnou dutinou môžu byť súčasne vložené aj v priečných aj v radiálnych štrbinách.

Výhodou vynálezu je lepšia väzba vstupných cievok a tým aj vstupného signálu na tenkovrstvový SQUID. Pritom dve toroidné dutiny použiteľné pre vstupné cievky umožňujú aj pri malých rozmeroch dosiahnúť väčšiu vstupnú indukčnosť supravodivých kvantových magnetometrov, čo býva obvykle problémom. Uzavretý toroidný tvar zabezpečuje aj vysoký stupeň odolnosti voči vonkajším rušivým magnetickým poliam a uľahčuje hermetizáciu snímača zlepšujúcu dlhodobú stabilitu parametrov vloženého tenkovrstvového dvojslučkového SQUIDu.

Vnútna štruktúra snímača pritom umožňuje jednoducho využiť aj špeciálny pracovný režim využívajúci interferenčné efekty vznikajúce pri použití viacerých tenkovrstvových dvojslučkových SQUID-ov.

Variant s priečnou štrbinou v prstenci dovoľuje používať tenkovrstvové SQUID-y s malou vzájomnou vzdialenosťou ich slučiek nezávisle od veľkosti priemeru toroidných dutín. Pri zväčšovaní priemeru toroidných dutín preto nedochádza k zhoršovaniu väzobných pomerov. Podstatnou prednosťou je, že dovoľuje využiť prednosti tenkovrstvových technológií výroby Josephsonových spojov, čo spolu s technologicky prekonštrukciu a výrobu výhodným tvarom jeho základného supravodivého telesa a pravouhlým tvarom nosnej dosičky tenkovrstvového SQUID-u bez mechanických otvorov, zabezpečuje rozhodujúce podmienky pre uplatnenie v sériovej výrobe.

Na pripojenom výkrese na obr. 1 je znázornený pohľad na vnútorné usporiadanie snímača s priečnou štrbinou v prstenci. Na obr. 2 je pohľad na snímač s radiálnou štrbinou v strednej časti základného supravodivého telesa. Na obr. 3 je naznačený tvar tenkovrstvového dvojslučkového SQUID-u s krížikom vyznačeným Josephsonovým spojom a čierne vyznačenou naparenou vrstvou supravodivého materiálu. Na obr. 4 je znázornené uloženie vstupnej supravodivej a vysokofrekvenčnej budiacej a spätnoväzobnej cievky.

V základnom supravodivom telese, ktoré tvorí súčasne vonkajší plášť snímača, sú súosovo umiestnené dve toroidné dutiny 2, ktoré sú oddelené prstencom 3 tvoriacim súčasť základného supravodivého telesa 1. Toroidné dutiny 2 sú navzájom spojené koaxiálnou štrbinou 4, ktorá vzniká medzi prstencom 3 a strednou časťou 8 základného supravodivého telesa 1. Do priečnej štrbiny

5 v prstenci 3 je vložený tenkovrstvový dvojslučkový SQUID 6 doštičkového tvaru tak, že jedna jeho slučka má induktívnu väzbu s jednou toroidnou dutinou 2 a druhá s druhou toroidnou dutinou 2. Alternatívne môže byť tenkovrstvový dvojslučkový SQUID 6 vložený do radiálnej štrbiny 7 v strednej časti 8 základného supravodivého telesa 1 tak, že jeho obidve slučky sú induktívne spojené s jednou toroidnou dutinou 2. V toroidných dutinách 2 je vložená vstupná supravodivá cievka a vysokofrekvenčná budiacia cievka, ktorá plní obvykle aj úlohy cievky spätnoväzobnej. Vstupná supravodivá cievka pozostáva zo sekcií 9, 10, ktoré sú spojené v sérii a každá sa nachádza v inej toroidnej dutine. Sekcie 9, 10 sú pritom vinuté navzájom protifázovo. Podobne vysokofrekvenčná budiacia a spätnoväzobná cievka sa skladá zo sériovo v protifázy zapojených sekcií 11, 12. Každá z nich je pritom v inej toroidnej dutine 2. Pre funkciu snímača postačuje, keď je použitá len jedna zo sekcií 9, 10 alebo len jedna zo sekcií 11, 12. Varianty možných konfigurácií sa prejavajú hlavne v zmene vstupnej indukčnosti supra-

vodivých kvantových magnetometrov, v ktorých je snímač použitý. Vývody cievok sú vyvedené cez otvory 13 v čelných stenách 14 základného supravodivého telesa 1. Pre režim činnosti snímača využívajúci interferenčné procesy medzi viacerými Josephsonovými spojmi môže byť v ňom použitý niekoľko tenkovrstvových dvojslučkových SQUID-ov 6, umiestnených v rovnakom počte priečných štrbín 5 vytvorených v prstenci 3. Podobne môžu byť použité až dva tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y 6 vložené do dvoch radiálnych štrbín 7, ktoré sú vytvorené v strednej časti 8 základného telesa 1 v miestach obidvoch toroidných dutín 2. Pritom možno dosiahnuť aj kombinovaný režim činnosti s časťou tenkovrstvových dvojslučkových SQUID-ov 6 vložených do radiálnych štrbín 7 a s časťou do priečných štrbín 5.

Vynález možno použiť pri výrobe supravodivých snímačov SQUID so zvýšenou dlhodobou stabilitou parametrov v elektrotechnickom priemysle a v základnom a aplikovanom výskume.

PREDMET VYNÁLEZU

1. Hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID vyznačujúci sa tým, že vo vnútri základného supravodivého telesa (1) sú dve súosové toroidné dutiny (2) navzájom oddelené prstencom (3), ktoré sú spojené koaxiálnou štrbinou (4), pričom v prstenci (3) je priečna štrbina (5), do ktorej je vložený tenkovrstvový dvojslučkový SQUID (6), ktorého jedna slučka je induktívne spojená s jednou toroidnou dutinou (2) a druhá slučka s druhou toroidnou dutinou (2), alebo je tenkovrstvový dvojslučkový SQUID (6) vložený do radiálnej štrbiny (7) v strednej časti (8) základného supravodivého telesa (1), a jeho obidve slučky sú induktívne spojené s jednou toroidnou dutinou (2).

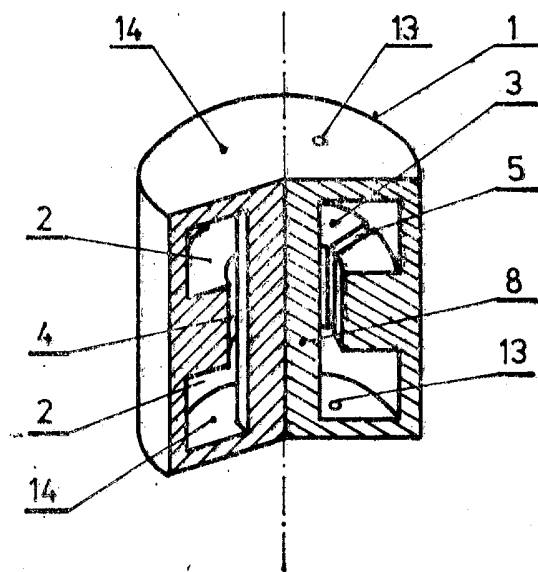
2. Hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID podľa bodu 1, vyznačujúci sa tým, že v toroidných dutinách (2) je vstupná supravodivá cievka pozostávajúca zo sériovo spojených sekcií (9, 10) a vysokofrekvenčná budiacia a spätnoväzobná cievka pozostávajúca zo sériovo spojených sekcií (11, 12), pričom sekcie (9, 11) sú vložené do jednej toroidnej dutiny (2) a sekcie (10, 12),

protifázovo vinuté oproti sekciám (9) a (11), sú vložené do druhej toroidnej dutiny (2), alebo niektoré zo sekcií (9, 10, 11, 12) sú voľné a vývody cievok sú vyvedené cez otvory (13) v čelných stenách (14) základného supravodivého telesa (1).

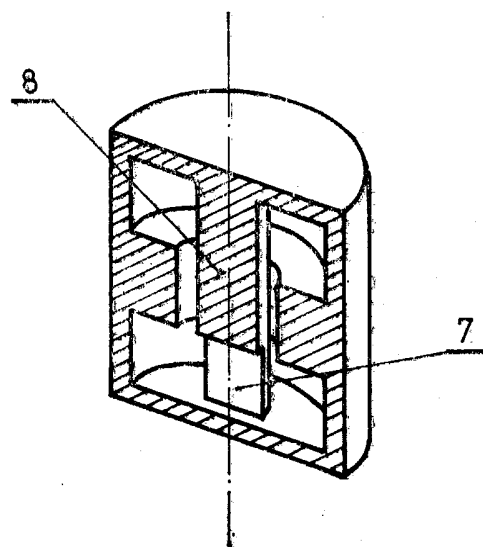
3. Hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID podľa bodov 1 a 2, vyznačujúci sa tým, že v prstenci (3) je viac priečných štrbín (5), do ktorých sú vložené tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y (6).

4. Hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID podľa bodov 1 a 2, vyznačujúci sa tým, že v strednej časti (8) základného supravodivého telesa (1) sú dve radiálne štrbiny (7), do ktorých sú vložené tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y (6), pričom jeden z nich má obidve slučky induktívne spojené s jednou toroidnou dutinou (2) a druhý s druhou toroidnou dutinou (2).

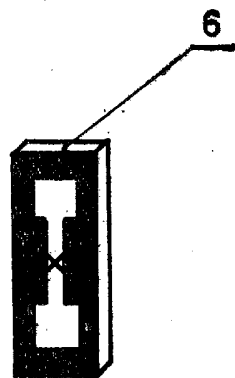
5. Hybridný toroidný dvojdiarový snímač SQUID podľa bodov 1 až 4, vyznačujúci sa tým, že tenkovrstvové dvojslučkové SQUID-y (6) sú vložené v priečných štrbinách (5) aj v radiálnych štrbinách (7).



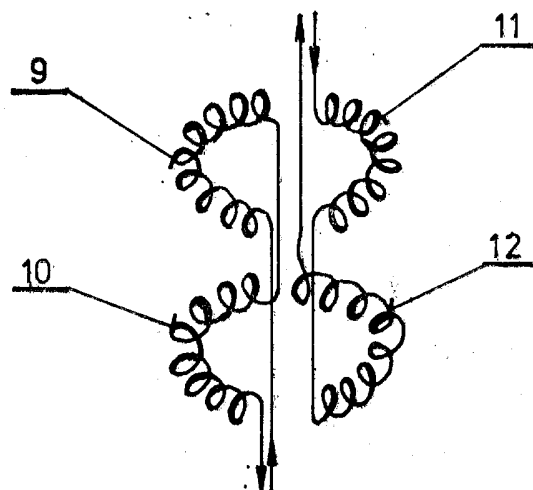
obr. 1



obr. 2



obr. 3



obr. 4