



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENIU

242334
(11) (B1)

(51) Int. Cl.⁴
H 01 L 21/02

(22) Prihlášené 13 02 85
(21) (PV 1015-85)

(40) Zverejnené 31 08 85

(45) Vydané 15 11 87

(75)

Autor vynálezu

HRKÚT PAVOL ing.; HUDEK PETER ing.; BEŇAČKA ŠTEFAN RNDr. CSc.,
BRATISLAVA

(54) Spôsob výroby mostíka premennej hrúbky pre rádiofrekvenčný SQUID

1

Účelom vynálezu je zabezpečenie nízko-
šumovej činnosti rf snímača v širokej tep-
lotnej oblasti s výbornou mechanickou odol-
nosťou a životnosťou bez veľkých materiálo-
vých nárokov na strategicky dôležitý niób.

Uvedeného účelu sa dosiahne tým, že na
kremíkovú podložku, opatrenú oxidom kre-
mičitým s vytvarovanou plochou nióbu pre
SQUID sa naparí tenká hliníková vrstva, kto-
rá sa pokryje vrstvou pozitívneho, elektró-
novo citlivého rezistu. Po expozícii elektró-
novým zväzkom a vyvolaní sa v odkrytej čas-
ti rezistu vyleptá hliníková vrstva, ktorá slú-
ži ako maska. Leptaním nióbovej vrstvy v
tetrafluórmetánovej plazme na hrúbku men-
šiu ako 1 μm sa v hliníkovej medzere vytvo-
rí mostík premennej hrúbky SQUIDu.

Vynález môže nájsť široké využitie v kryo-
elektronických obvodoch ako extrémne cit-
livý senzor pre metrológiu, fyzikálny a geo-
fyzikálny výskum, v medicíne pre biomag-
netické merania, v detektoroch mikrovln-
ného žiarenia a v rýchlych počítačoch vyš-
šej generácie.

2

Vynález sa týka spôsobu výroby mostíka premennej hrúbky nanometrových rozmerov pre tenkovrstvový rádiofrekvenčný supravodivý kvantový snímač — RF-SQUID.

Doteraz sa pri výrobe supravodivých kvantových magnetometrov používali RF-SQUIDy hrotového typu, s využitím masívneho supravodiča alebo RF-SQUIDy tenkovrstvového typu s mostíkom konštantnej hrúbky. Hrotové snímače sú materiálovo náročné na strategicky dôležitý niób alebo iný supravodič. Ich spôsob prípravy je veľmi nereprodukovateľný, vyžaduje individuálne opracovanie hrotu, sú citlivé na mechanické otrasy a ich príprava nie je zlúčiteľná s mikroobvodovými technológiami, ktoré sú nevyhnutné pre integráciu obvodov. Tenkovrstvové snímače s mostíkom konštantnej hrúbky sú mechanicky odolné, hmotnosťou neporovnateľne menšie ako hrotové snímače, kompatibilné s mikroobvodovými technológiami, avšak ich veľkou nevýhodou je to, že pracujú v úzkom teplotnom rozsahu, blízko kritickej teploty použitého supravodiča, čo vyvoláva zvýšenie šumu a tým aj zníženie citlivosti snímača.

Uvedené nevýhody v podstatnej miere odstraňuje spôsob výroby mostíka premennej hrúbky pre rádiofrekvenčný SQUID podľa vynálezu, ktorého podstata spočíva v tom, že na kremíkovej podložke s oxidom kremičitým sa vytvára plocha pre nióbový čip a justážne znaky pre elektrónový litograf. Na takto pripravenú štruktúru sa naniesie 0,02 až 0,06 μm hliníkovej vrstvy, ktorá sa pokryje 0,07 až 0,2 μm vrstvou pozitívneho elektrónového rezistu. Elektrónovým litografom sa v reziste vytvorí medzera menšia ako 0,2 μm , cez ktorú sa v lúhu, výhodne v 1 %-nom roztoku hydroxidu sodného, vyleptá hliníková vrstva. Po opláchnutí v destilovanej vode sa vytvarovaná hliníková maska reaktívne iónovo leptá v tetrafluórmetánovej plazme nióbová vrstva na hrúbku menšiu ako 0,1 μm .

Hlavnou prednosťou vynálezu je, že popísaným technologickým postupom sa realizuje planárny tenkovrstvový RF-SQUID, s mostíkom premennej hrúbky, ktorý v dôsledku veľmi dobrej lokalizácie efektu kvantovej interferencie zabezpečuje kvalitnú, nízkošumovú činnosť snímača v širokej teplotnej oblasti, a výbornou mechanickou odolnosťou, vysokou životnosťou snímača ako aj možnosťou optimalizovania väzobných prvkov s vonkajšími elektronickými obvodmi.

Na pripojenom výkrese, a to na obr. 1 je v profile znázornený postup prípravy jednotlivých úrovní snímača. Základná kremiková podložka 1 je pokrytá vrstvou oxidu kremičitého 2, na ktorý sa naniesla vrstva nióbového supravodiča 3 a elektrónového rezistu 4. Obr. 2a predstavuje vytvarovaný elektrónový rezist s deponovanou vrstvou hli-

níka 5. Obr. 2b znázorňuje profil nióbového čipu 6 a usadzovacej značky 7 pre druhú a tretiu úroveň elektrónovej litografie po reaktívno-iónovom leptaní cez hliníkovú masku. Obr. 3a predstavuje v profile tvarovanú hliníkovú masku 5 cez pozitívny elektrónový rezist 4 v druhom technologickom kroku. Obr. 3b predstavuje mostíkovú časť snímača a 3/4 preleptaním supravodivej vrstvy 8. Obr. 4 znázorňuje bočný pohľad na celý snímač s detailom A mostíkovej časti 8.

Príklad

Na kremíkovú podložku o hrúbke 0,3 mm s 0,5 μm vrstvou oxidu kremičitého sa naparí 0,4 μm vrstva supravodivého nióbu a pokryje sa 0,5 μm hrubým elektrónovým rezistom typu polymetylmakrylát. Elektrónovým litografom sa vyexponujú plochy pre čip a justážne znaky. Po vyvolaní rezistu v roztoku metylizobutylketónu s izopropylalkoholom sa preparí vzorka 0,04 μm vrstvou hliníka. Lift-off technikou sa vytvára hliníková maska, cez ktorú sa v tetrafluórmetánovej plazme vyleptá nióbová vrstva. Hliníkovú masku odstránime v 3 %-nom roztoku hydroxidu sodného a vzorku opláchneme v destilovanej vode. Doštička opatrená plochami pre čip a justážnymi znakmi sa preparí 0,04 μm vrstvou hliníka a pokryje sa 0,1 μm vrstvou polymetylmakrylátu. Elektrónovým litografom sa v plochách pre čip vyexponuje páska so šírkou menšou ako 0,2 μm a doštička sa vyvolá v zmesi metylizobutylketónu a izopropylalkoholu.

Cez vzniknutú medzeru v polymetylmakryláte sa v 1 %-nom roztoku hydroxidu sodného vyleptá odkrytá hliníková vrstva, čím sa vytvorí medzera, ktorá vymedzuje v hliníkovej maske dĺžku mostíka premennej hrúbky. Cez hliníkovú masku sa v tetrafluórmetánovej plazme vyleptá nióbová vrstva do 3/4 pôvodnej hrúbky. Po vyleptaní sa hliníková maska odstráni v 3 %-nom roztoku hydroxidu sodného a opláchne sa v destilovanej vode. Doštička sa pokryje 0,4 μm vrstvou pozitívneho elektrónového rezistu, do ktorého sa exponuje celkový tvar SQUIDu. Po vyvolaní sa naparí 0,04 μm vrstva hliníka a lift-off technikou sa vytvára leptacia maska. V tetrafluórmetánovej plazme sa vyleptá nióbová vrstva v celej hrúbke, čím sa dosiahne SQUID s premennou hrúbkou mostíka.

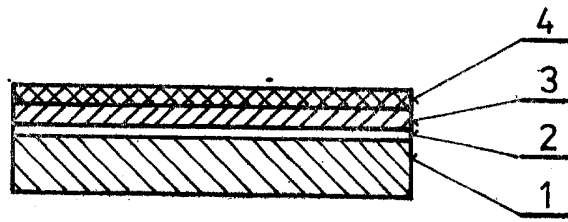
Vynález má široké možnosti využitia v kryoelektronických obvodoch ako extrémne citlivý senzor fyzikálnych veličín transformovateľných na magnetické pole, v metrologii, vo fyzikálnom a geofyzikálnom výskume, v medicíne pre biomagnetické meranie, v detektoroch mikrovlnného žiarenia, v rýchlych obvodoch počítačov vyššej generácie a podobne.

PREDMET VYNÁLEZU

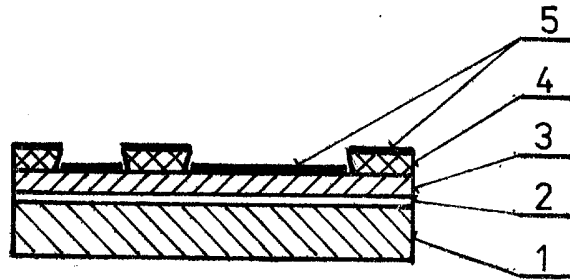
Spôsob výroby mostíka premennej hrúbky pre rádiofrekvenčný SQUID na kremíkovej podložke s oxidom kremičitým, opatreným nióbovým čipom sa vyznačuje tým, že na nióbový čip (6) sa naniesie 0,02 až 0,06 μm hliníkovej vrstvy (5), ktorá sa pokryje 0,07 až 0,2 μm vrstvou elektrónového pozitívneho rezistu (4), v ktorom sa elektróno-

vým litografom vytvorí medzera menšia ako 0,2 μm , cez ktorú sa vyleptá v lúhu, výhodne v 1 % roztoku hydroxidu sodného, hliníková vrstva a po opláchnutí v destilovanej vode sa cez vytvarovanú hliníkovú masku ďalej reaktívne iónovo leptá v tetrafluórmetanovej plazme nióbový čip (6) na hrúbku menšiu ako 0,1 μm .

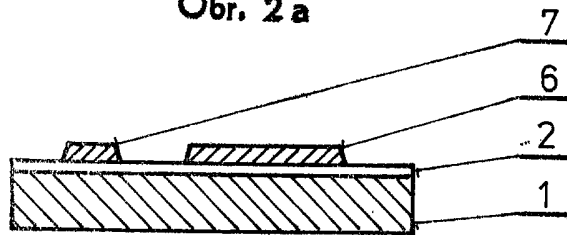
2 listy výkresov



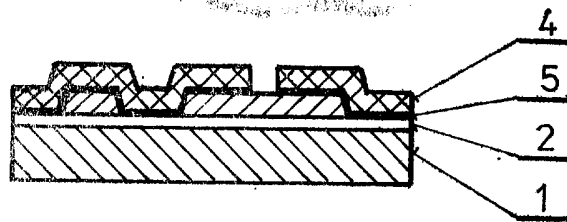
Obr. 1



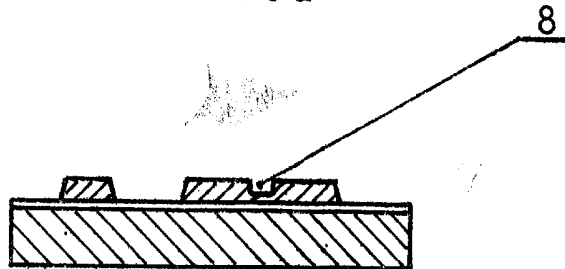
Obr. 2 a



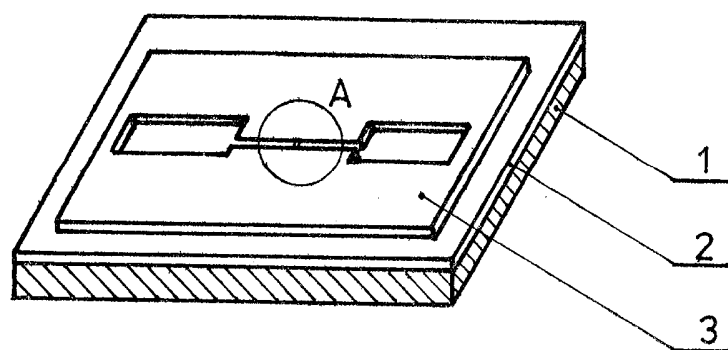
Obr. 2 b



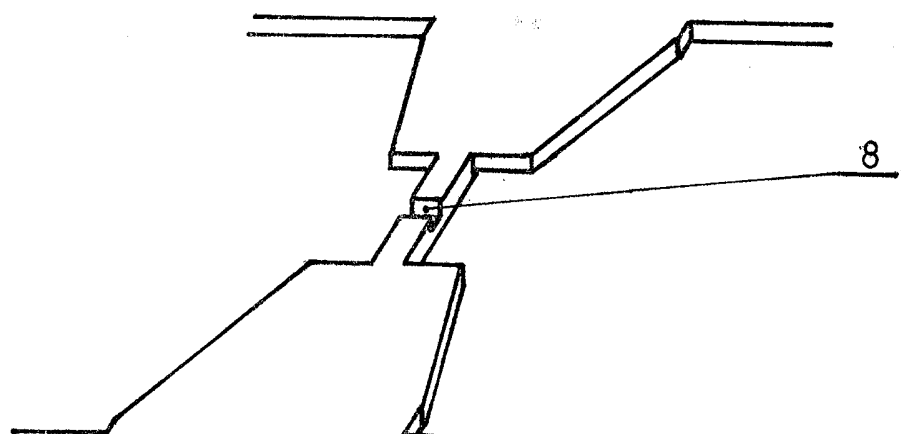
Obr. 3 a



Obr. 3 b



DETAIL "A"



Обр. 4