

НАДПРОВІДНІ ІНТЕРФЕРЕНЦІЙНІ МАГНІТОМЕТРИ НА ОСНОВІ ПЕРЕХОДІВ ДЖОЗЕФСОНА

На сьогоднішній день найбільш досяжної чутливості вимірювання параметрів магнітних полів мають інтерференційні магнітометричні прилади, що працюють на основі переходів Джозефсона. Джозефсонівські переходи являють собою точкові або тунельні контакти, як правило, метал–діелектрик–метал, що працюють при температурах надпровідності (декількох кельвінів). Серед усіх інших відомих ефектів надпровідності (квантовий ефект Холла, ефект Мейснера та ін.), які застосовують у побудові магнітометрів, стаціонарний і нестаціонарний ефекти Джозефсона отримали широкого застосування на практиці. Окрему групу вимірювальних приладів складають надпровідникові квантові інтерференційні датчики (*анг. SQUID або рос. СКВИД*).

Метою роботи є огляд конструкцій сучасних надчутливих надпровідних квантових інтерференційних магнітометрів, порівняння їхніх параметрів і характеристик.

У роботі авторами проведено літературний і патентний огляд за темою досліджень за останні 10 років. Як результати аналізу пропонується розглянути будову, принцип дії, параметри та характеристики інтерференційних магнітометрів на основі балістичного квантового кільця (рис. 1, 2) та на основі квантових точкових Джозефсонівських переходів (рис. 3–5).

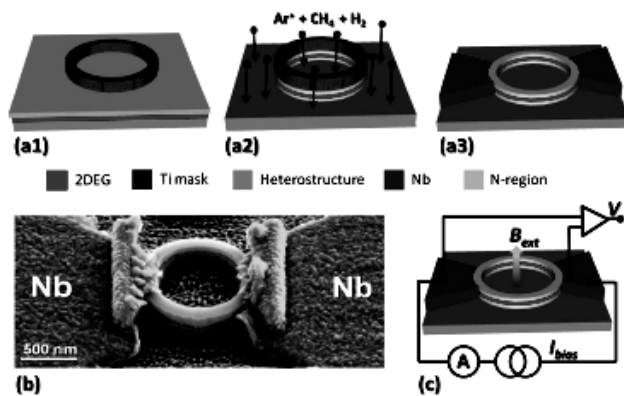


Рис. 1. Джозефсонівський інтерференційний магнітометр на основі балістичного квантового кільця: а) послідовність виготовлення; б) фото приладу (збільшено); в) схема включення

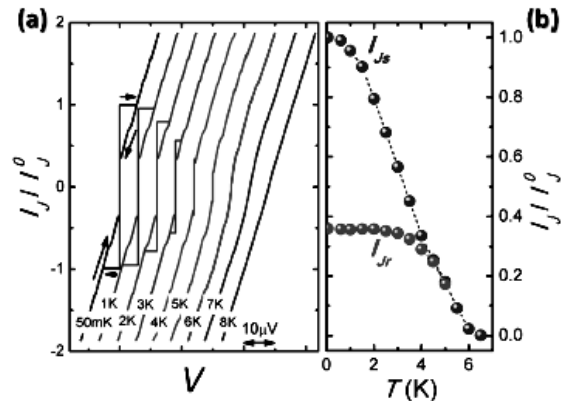


Рис. 2. ВАХ приладу: а) сімейство ВАХ залежно від температури у діапазоні від 50 до 8 К; б) залежності струмів Джозефсонівських переходів від температури

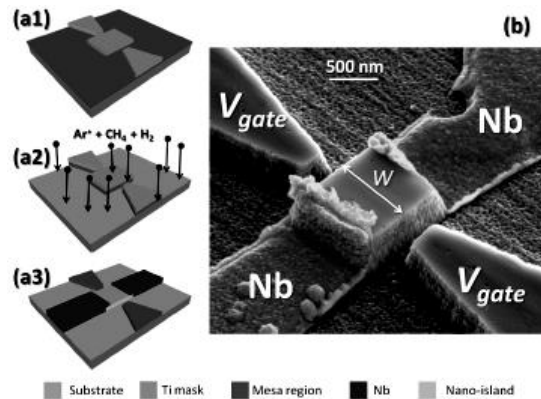


Рис. 3. Інтерференційний магнітометр на основі квантових точкових Джозефсонівських переходів: а) послідовність виготовлення; б) фото приладу (збільшено)

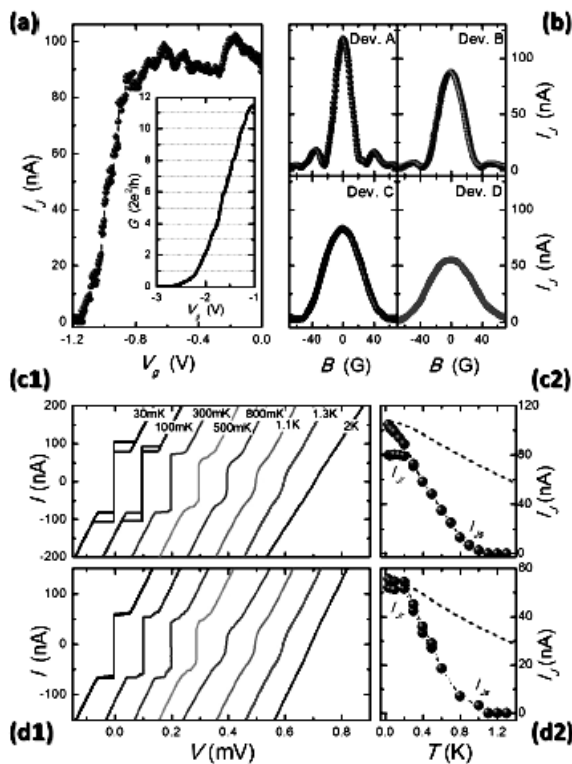


Рис. 4. VAX приладу:
 а) залежність Джозефсонівського струму від напруги затвору;
 б) магнітні інтерференційні складові струму Джозефсона; с–d) сімейства VAX Джозефсонівських струмів переключення та повторного захоплення від напруги при різних $T, ^\circ K$

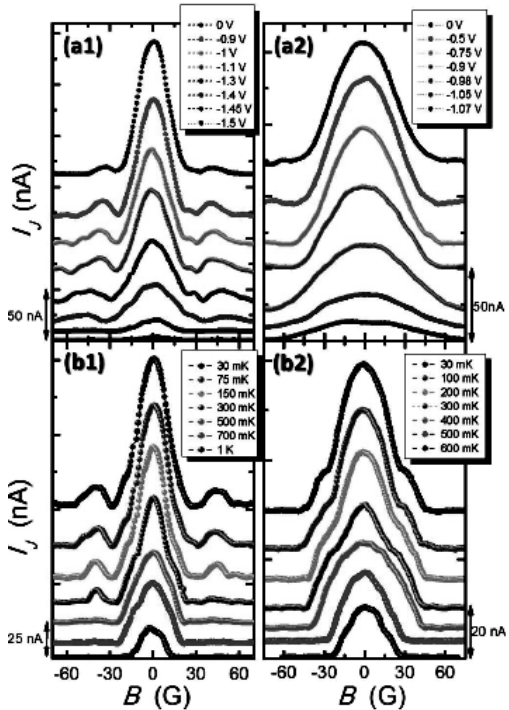


Рис. 5. Сімейства інтерференційних струмів Джозефсона як функція зміни магнітної індукції постійного магнітного поля у різних режимах роботи (а–b)

У результаті проведеного аналізу слід зазначити, що Джозефсонівський інтерференційний магнітометр на основі балістичного квантового кільця являє собою варіант класичного СКВІДа. Інтерференційний магнітометр на основі квантових точкових Джозефсонівських переходів у порівнянні з відомими СКВІДами із точковими контактами має перевагу за рахунок двох додаткових затворів для керування постійною напругою, що значно розширює його функціональні властивості, а також суттєвий недолік – температура його роботи менше $1,3 ^\circ K$.

У роботі розглянуто будову, принцип дії, параметри та характеристики Джозефсонівського інтерференційного магнітометра на основі балістичного квантового кільця та інтерференційного магнітометра на основі квантових точкових Джозефсонівських переходів. Наведено графіки їх основних параметрів і характеристик, підкреслено переваги та недоліки.