

Корисна модель відноситься до техніки високочастотної спектроскопії і може бути використана в спектрометрах електронного парамагнітного резонансу для дослідження різних об'єктів в умовах опромінення світлом з довжиною хвилі 200-1000нм у інтервалі температур 400 - 1,5K.

Відома конструкція пристрою для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу, що складається з вертикально розташованого циліндричного надвисокочастотного резонатору з типом коливань Нон до спектрометру 3см діапазону довжин хвиль, у якому аксіальне розташований досліджуваний зразок, а крізь бокову стінку введений кварцовий світловод, що пов'язаний з оптичною системою. Досліджуваний зразок опромінюється при кімнатній температурі за допомогою кварцового світловоду [див. J.T.Warden, J.R.Bolton Combined Optical and Electron Spin Resonance Kinetic Spectrometer. Rev. Sci. Instrum. 1976, 47, N.2, p.201].

Відома конструкція має значні габарити та не дозволяє проводити дослідження при низьких температурах. Введення світловода крізь циліндричну бокову стінку резонатора суттєво знижує його добротність.

Найбільш близьким аналогом до пристрою, що заявляється, вибраним як найближчий аналог, є пристрій для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу, що складається із вертикально розташованого циліндричного надвисокочастотного резонатора із типом коливань Нон до спектрометру 1см діапазону довжин хвиль, всередині якого розташований досліджуваний зразок, а торці резонатору заглушені короткозамкненими стінками, нижня з яких виконана з центральним отвором, пов'язаним з оптичною системою. Пристрій розміщується в низькотемпературному кріостаті з вікнами в нижній частині, що дозволяє опромінювати досліджуваний зразок світлом при криогенних температурах [див. J.P.Wolfe, C.D. Jeffnes Paramagnetic Resonance and Spin-Lattice Relaxation for Ytterbium Ethyl Sulfate. Phys. Rev. 1971, B4, N3, p.731].

Конструкція за найближчим аналогом, в порівнянні з відомим пристроєм [див. J.T.Warden, J.R.Bolton Combined Optical and Electron Spin Resonance Kinetic Spectrometer. Rev. Sci. Instrum. 1976, 47, N.2, p.201] дозволяє проводити дослідження при криогенних температурах, не знижує добротність резонатору за рахунок введення кварцового світловоду крізь бокову стінку, та має відносно малі розміри. Крім того, конструкція за найближчим аналогом може працювати у міліметровому діапазоні довжин хвиль.

Разом з тим, найближчий аналог має наступні недоліки під час досліджень при криогенних температурах:

- складність виготовлення та експлуатації кріостату внаслідок введення світла в резонатор через оптичні вікна та нижню короткозамкнену стінку;
- відносно великі витрати криогенних рідин під час проведення досліджень з-за наявності охолоджуваних вікон у нижній частині кріостату;
- конструкція не дозволяє оперативно змінювати досліджуваний зразок, обертати його у горизонтальній площині та пересувати зразок по вісі резонатору під час досліджень.

В основу корисної моделі покладена задача створити пристрій для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу для спектрометра 8мм діапазону довжин хвиль, що дозволяє проводити експерименти при освітленні досліджуваного зразка світлом з довжиною хвилі від 200нм (ультрафіолетове випромінювання) до 1000нм (інфрачервоне випромінювання) в температурному інтервалі від 300K (кімнатна температура) до 4,2-1,5K (температура рідкого гелію) і водночас реалізувати можливість руху зразка у вертикальному напрямку та обертання навколо своєї вісі у горизонтальній площині для зміни орієнтації монокристалічного зразка відносно зовнішнього магнітного поля електромагніту спектрометра. Такий пристрій дозволяє реалізувати методики фотоелектронного парамагнітного резонансу, що надають можливість отримання важливої інформації зокрема про властивості домішок у напівпровідникових сполуках.

Такий технічний результат може бути досягнутий, якщо досліджуваний зразок розташувати на торці світловоду, який вводиться до циліндричного резонатору спектрометра електронного парамагнітного резонансу крізь центральний отвір в верхній короткозамкненій стінці. Світловод вводиться з допомогою додаткової трубки з нержавіючої сталі, яка надає можливість руху світловоду сумісно зі зразком у вертикальному напрямку та обертання навколо своєї вісі у горизонтальній площині. На протилежному кінці світловоду, що знаходиться зовні резонатора, відповідною оптичною системою фокусується випромінювання потрібної довжини хвилі. Така конструкція не потребує виконання оптичних вікон в кріостаті, в якому вона розміщується під час дослідження.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу, що складається з вертикально розташованого циліндричного надвисокочастотного резонатору, встановленого в кріостаті, в середині резонатора розташований досліджуваний зразок, а його торці заглушені короткозамкненими стінками, одна з яких має центральний отвір, згідно з корисною моделлю, центральний отвір виконано в верхній короткозамкненій стінці, у нього по вісі симетрії резонатору введено додаткову трубку з нержавіючої сталі з можливістю її руху у вертикальному напрямку та обертання навколо своєї вісі у горизонтальній площині, всередині трубки коаксіально закріплений світловод, на нижньому торці якого розташований досліджуваний зразок, а верхній його торець пов'язаний з оптичною системою.

Поставлена задача вирішується також тим, що світловод виконаний з кварцу діаметром 0,6÷0,9мм.

Використання світловоду для опромінювання досліджуваного зразка та введення його крізь отвір у верхній кришці резонатору забезпечує спрощення конструкції кріостату та суттєвого зменшення витрат криогенних рідин під час проведення досліджень з-за відсутності охолоджуваних вікон у нижній частині кріостату. Запропонована конструкція дозволяє оперативно змінювати досліджуваний зразок, обертати його у горизонтальній площині та пересувати зразок по вісі резонатору для зміни орієнтації монокристалічного зразка відносно зовнішнього магнітного поля електромагніту спектрометра. В результаті досягається зменшення експлуатаційних витрат, спрощення конструкції та підвищення інформативності досліджень.

Світловод виготовляється з кварцу, який пропускає випромінювання в інтервалі 200-1000нм. Експериментально встановлено, що діаметр світловоду повинен бути достатньо малим, не більш 0,9мм, щоб не спотворювати істотним чином структуру надвисокочастотної моди в резонаторі, та бути достатньо великим, більш 0,6мм, щоб на його торці можливо було б розташувати досліджуваний зразок напівпровідникової сполуки достатнього розміру для дослідження спектру фотоелектронного парамагнітного резонансу.

Наведена конструкція пристрою для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу надає можливість опромінення досліджуваного зразка випромінюванням під час спостереження спектру, має достатньо високу чутливість, проста у виготовленні, ремонтпридатна та надає змогу реалізувати методики фотоелектронного парамагнітного резонансу у 8мм діапазоні довжин хвиль при вивченні спектрів електронного парамагнітного резонансу в широкому діапазоні температур.

Корисна модель, що заявляється, ілюструється кресленнями, де на Фіг.1 показаний повздовжній розріз циліндричного резонатора спектрометра електронного парамагнітного резонансу з введенням в нього світловодом і досліджуванім зразком, а Фіг.2 показує приклад введення світла у світловод від оптичної системи та можливість обертання світловоду зі зразком.

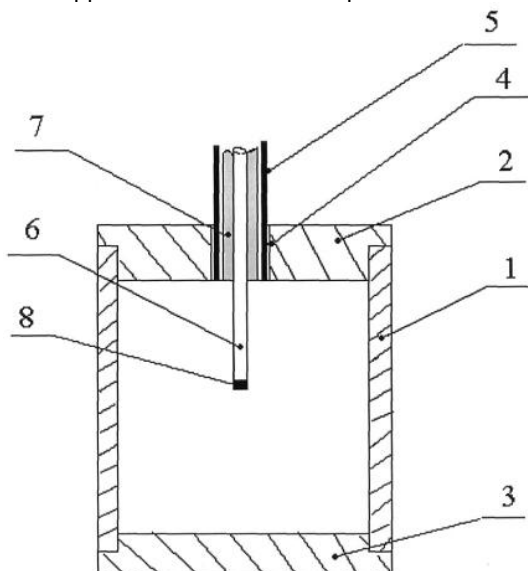
Пристрій для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу складається з циліндричного надвисокочастотного резонатора 1 (Фіг.1), вісь симетрії якого розташована вертикально. Циліндричний резонатор 1 розташований у низькотемпературному кріостаті (не показано). Торці резонатора 1 заглушені верхньою 2 та нижньою 3 нерухомими короткозамкненими стінками. Верхня короткозамкнена стінка 2 виконана з центральним отвором 4 та елементом зв'язку з мікрохвильовим трактом (не показано). Крізь отвір 4 по вісі симетрії циліндричного резонатора 1 введена додаткова тонкостінна трубка 5 з нержавіючої сталі, яка може рухатись у вертикальному напрямку та обертатись навколо своєї вісі. Всередині додаткової трубки 5 коаксіально закріплений кварцовий світловод 6 діаметром 1мм. Світловод 6 знаходиться у відповідній оболонці 7, що мінімізує втрати потужності випромінювання по довжині світловоду 6 і лише на тій частині його, що знаходиться у резонаторі 1, ця оболонка знімається. Довжина оголеного світловоду 6 не перевищує 4мм для робочої частоти спектрометра електронного парамагнітного резонансу. Світловод 6 розміщується у додатковій тонкостінній трубці 5 з нержавіючої сталі для забезпечення механічної міцності та стійкості. Обидва торці світловоду 6 мають бути оброблені з оптичною якістю задля зменшення втрат світла при вході та виході його з світловоду 6. На нижньому торці світловоду 6 розташований досліджуваний зразок 8. Розмір досліджуваного зразка 8 має бути не більшим за діаметр світловоду 6. Верхній торець світловоду 6 пов'язаний з оптичною системою за допомогою дзеркала 9 (Фіг. 2) та двоякої опуклої лінзи 10. Стрілкою 11 зображено напрямок оптичного випромінювання, а стрілкою 12 - напрямком магнітного поля електромагніту спектрометра.

Пристрій для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу працює наступним чином.

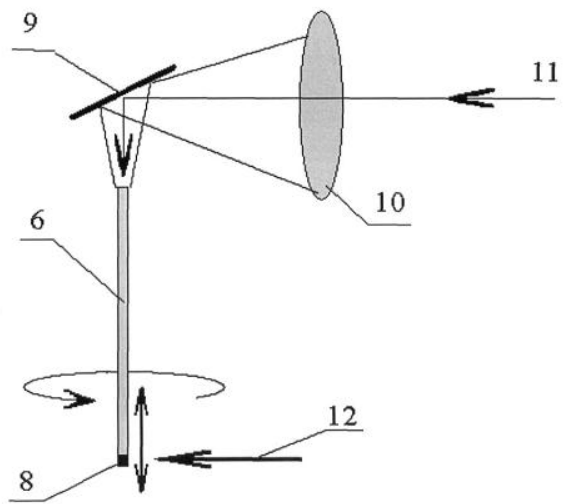
Для спостереження спектрів фотоелектронного парамагнітного резонансу пристрій приєднується до циркулятора хвильоводного тракту спектрометра електронного парамагнітного резонансу 8мм діапазону довжин хвиль. Для реалізації умов резонансного поглинання резонатор 1 разом з низькотемпературним кріостатом встановлюють в магнітне поле електромагніту спектрометра. Через отвір 4 у верхній короткозамкненій стінці 2 резонатора 1 в центр порожнини резонатора 1 (в максимум напруженості магнітного поля) вводиться світловод 6 з досліджуванім зразком 8. На протилежному кінці світловоду 6 відповідною оптичною системою за допомогою дзеркала 9 (Фіг.2) та лінзи 10 фокусують та спрямовують випромінювання 11 вертикально униз на верхній торець світловоду 6. Світловод 6, обертаючись навколо вертикальної вісі разом з досліджуванім зразком 8 може змінювати орієнтацію зразка відносно магнітного поля 12 електромагніту спектрометра. Спектр магнітного резонансу може бути спостережений як до опромінення, так і під час опромінювання досліджуваного зразка 8.

Запропонований пристрій для дослідження фотоелектронного парамагнітного резонансу 8мм діапазону має наступні параметри:

1. Робоча мода резонатора - H_{011} ;
2. Робоча частота - 37ГГц;
3. Добротність резонатора - біля 7000;
4. Навантажена добротність резонатора - біля 3000 (при наявності світловоду та зразка);
5. Діаметр кварцового світловоду - 0,6-0,9мм;
6. Довжина світловоду - 1,1м.;
7. Розмір досліджуваного зразка - близький до діаметру світловоду;
8. Діапазон можливого випромінювання - 200-1000нм.



Фіг. 1



Фиг. 2