

Проблеми відтворення Міжнародної температурної шкали МТШ-90 у діапазоні низьких температур

Олеся Спондич

Кафедра інформаційно-вимірювальних технологій, Національний університет "Львівська політехніка",
УКРАЇНА, м. Львів, вул. С. Бандери, 12, E-mail: spondych@mail.ru

The prospects of application of the strongly alloyed semiconductors are analysed as sensible elements for measuring of low temperatures. The analytical review of the most widespread thermometers, which are used in today's time in the range of low temperatures, their advantages and failings, is conducted.

Ключові слова – ITS-90, thermometry, sensible elements, low temperatures, strongly alloyed semiconductors, thermometers.

I. Постановка проблеми

Темпи розвитку техніки і технологій в діапазоні низьких температур в останні десятиліття виявились настільки значними, а особливості вимірювання низьких температур настільки важливими, при цьому їх освоєння настільки важким, що низькотемпературна термометрія перетворилась у великий самостійний розділ кріогенної техніки. Що в свою чергу вимагає постійного пошуку шляхів покращення відомих параметрів та створення нових засобів вимірювання температури з покращеними метрологічними та експлуатаційними характеристиками.

Міжнародна температурна шкала МТШ-90 реалізована таким чином, що вимірювання у діапазоні низьких температур від 0,65 К до 24,5561 К розділено на вузькі піддіапазони [3-7], деякі з них перекриваються, при цьому у точках перекривання застосовуються різні засоби вимірювання температури, що вносить додаткову похибку у процес відтворення МТШ-90 і, відповідно, робить процес вимірювання температури не зовсім коректним. Цієї некоректності можна уникнути, використавши для вимірювання, по можливості, у ширшому діапазоні температур – від 0,1 К і хоча б до 1000 К - один інтерполяційний засіб вимірювальної техніки.

Проведено огляд літературних джерел [1-5,8]. Більшість з термоперетворювачів для вимірювання низьких температур, які серійно випускаються, стають непридатними для прецизійних вимірювань при кріогенних температурах, особливо нижчих за 20 К, оскільки різко падає відтворюваність та стабільність їх ЧЕ, відповідно з їх допомогою не вдається задовольнити більшість вимог, що їх диктують наука та промисловість.

Тому привертають увагу перспективні шляхи розвитку термометрії з застосуванням нових методів та засобів вимірювання температури, що базуються на використанні нових фізичних ефектів та матеріалів.

Одним з таких шляхів є використання в якості матеріалу чутливого елемента (ЧЕ) термоперетворювачів сильнолегованих напівпровідників (СЛНП), які характеризуються особливим структурним станом та електрофізичними властивостями [4-5], завдяки яким їх можна використовувати для виготовлення як термоелектричних та терморезистивних ЧЕ при вимірюванні кріогенних температур так і високих температур одним засобом вимірювальної техніки.

II. Постановка завдання

Нами встановлено, що особливість застосування нових термометричних матеріалів (у конкретному випадку – СЛНП) у засобах вимірювання температури полягає, зокрема, у можливості одночасного впливу на зміну концентрації носіїв електричного струму, їх рухливості, тип кристалографічної орієнтації, механізми розсіювання, тощо, що призводить до збільшення значень термо-ЕРС та питомого електроопору при збереженні їх однозначної температурної залежності. Оскільки властивості СЛНП перебувають у функціональній залежності від хімічного і структурного складу, а також від впливу чинників зовнішнього середовища, то лише застосування комплексних методів досліджень послужить джерелом інформації – необхідної, і достатньої для зрозуміння сутності процесів та явищ, що мають місце в досліджуваних матеріалах.

III. Виклад основного матеріалу

В електротермометрії найбільш поширені два основних типи первинних термоперетворювачів: термоперетворювач опору і термоперетворювач термоелектричний. Термометричними властивостями, що в них реалізуються, є, відповідно, температурні залежності електричного опору та термо-е.р.с. В свою чергу, стабільність метрологічних та надійність експлуатаційних характеристик термоперетворювачів залежать, головним чином, від рівня стабільності та відтворюваності термометричних властивостей матеріалів їх ЧЕ.

Проведені перші дослідження СЛНП[8] показали наявність переваг у них перед застосуванням засобів вимірювання з традиційних полікристалічних матеріалів чутливого елемента, головні з яких:

- можливість цілеспрямовано змінювати значення питомого електроопору та коефіцієнту термо-ЕРС,

так як утворення твердих розчинів заміщення дозволяє плавно змінювати концентрації носіїв електричного струму, що в свою чергу дає можливість керувати положенням рівня Фермі.

- висока стабільність характеристик, стійкість електрофізичних властивостей при різного роду зовнішніх впливах.

- висока гомогенність структурного стану, простота, технологічність та економічність виготовлення.

- не містять токсичних, радіоактивних та забруднюючих компонентів, тобто виготовлення, використання та утилізація не забруднюють довкілля.

- відсутність взаємодії з матеріалами арматури ТЕ та вимірювальним середовищем.

- широкий діапазон температур застосування – 0,1 К – 1000 К.

ВИСНОВОК

Особливості в структурі СЛНП формують їх унікальні електричні, фізичні, магнетні, механічні та ін. властивості, котрими не володіють традиційні моно- чи полікристалічні матеріали. Однак, наукова та практична цінність досліджуваних матеріалів ще не достатньо повно розкрита. Цим і продиктована необхідність збору, дослідження, аналізу та узагальнення, зокрема термометричних, властивостей СЛНП. Отримана інформація може бути корисною для широкого кола наукових та інженерних працівників, що займаються як створенням нових матеріалів, з задалегідь заданими властивостями, так і практичним застосуванням їх, зокрема, в об'єктах нової техніки.

Отже, дослідження в галузі створення чутливих елементів термоперетворювачів на основі СЛНП є досить актуальним:

- по – перше: потрібно шукати альтернативу термоперетворювачам на основі шляхетних металів платинової групи;

- по – друге: потрібно покращити ситуацію в галузі народного господарства та економного використання енергоресурсів шляхом широкого використання недорогих та прецизійних первинних перетворювачів.

References

- [1] Є.С. Поліщук, Методи та засоби вимірювання неелектричних величин, Видавництво ДУ «Львівська політехніка», Львів 2000.
- [2] Bernhard Frank, Technische Temperaturmessung. Physikalische und meßtechnische Grundlagen, Sensoren und Meßverfahren, Meßfehler und Kalibrierung, Springer-Verlag GmbH, September 2003.
- [3] Beckerath, Alexander von Eberlein, Anselm Julien, Hermann Kernsten, Peter Kreutzer, Jochem, Druck- und Temperaturmeßtechnik, WİKA, Mittenberg 1995.
- [4] В.Л.Бонч-Бруевич, С.Г.Калашников, Физика полупроводников, Ереван Изд-во Ерев. ун-та 1988.
- [5] В.И.Фистуль, Сильно легированные полупроводники, «Наука», М., 1967.
- [6] Я.Т. Луцик, Л.К. Буняк, Ю.К. Рудавський, Б.І. Стадник, Енциклопедія термометрії, Видавництво НУ «Львівська політехніка», Львів 2003.
- [7] Ромака В.А., автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук, Фізичні засади розроблення термометричних елементів на основі інтерметалічних напівпровідників, Львів-2008.
- [8] Поліщук Є.С., Дорожовець М.М., Стадник Б.І., Івахів О.В., Бойко Т.Г., Ковальчик А., Засоби та методи вимірювань неелектричних величин, Львів: Видавництво “Бескид Біт”, 2008.