**Безверхов Дмитро Борисович. Каскадні термоелектричні охолоджувачі для об'єктів напівпровідникової оптоелектроніки. : Дис... канд. наук: 05.05.14 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
|

|  |
| --- |
| Безверхов Д.Б. Каскадні термоелектричні охолоджувачі для об'єктів напівпровідникової оп-тоелектроніки. - Рукопис. Дисертація на здобуття ученого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.05.14 – “Холодильна і криогенна техніка, системи кондиціювання. - Одеська дер-жавна академія холоду”, Одеса, 2002.У дисертації подані результати досліджень, спрямованих на створення каскадних термо-електричних охолоджувачів (ТЕО) для інтенсивних (локалізованих) і розподілених (планарних) об'єктів напівпровідникової оптоелектроніки. Розроблено нові модельні наближення, узагальнені методи й алгоритми розрахунку й оптимізації каскадних ТЕО, що враховують специфіку опто-електронних застосувань. Досліджено різні конфіґурації каскадних ТЕО, включаючи відомі схеми послідовного і паралельного з'єднання каскадів і їх можливі комбінації з погляду перспектив їхнього використання для охолодження різноманітних видів оптоелектроних елементів. Описано методи узгодження їх параметрів з об'єктами охолодження. Результати досліджень використані при створенні каскадних ТЕО для елементів напівпровідникової оптоелектроніки за договором із французькою компанією “Marvel Thermoelectrics” і при виконанні контракту з Інститутом Космічної Астрофізики Франції. |

 |
|

|  |
| --- |
| 1. На основі узагальненої моделі каскадного ТЕО доведено, що всі схеми електроживлення каскадів, включаючи традиційне послідовне, паралельне і розгалужене з'єднання, а також їх можливі комбінації, характеризуються потенційно однаковим рівнем граничної енергетичної ефективності.2. Термічний опір міжкаскадних підкладок є основним джерелом необоротних втрат у ТЕО з послідовним живленням каскадів. Це стосується, у першу чергу, охолоджувачів із короткими гілками, призначених для охолодження таких локалізованих джерел теплоти як напівпровідникові лазери, підсилювачі потужності й інші об'єкти з гранично високою густиною тепловиділень.3. На основі моделі тривимірного розтікання теплоти в міжкаскадній підкладці встановлено існування її оптимальної товщини, що відповідає мінімальному термічному опорові. Показано, що виконання умов оптимальності дозволяє істотно підвищити ефективність каскадного охолодження і збільшити досяжний перепад температур.4. Вперше розроблено алгоритм методу послідовних наближень для оптимізації каскадного ТЕО, що поєднує у собі ров'язання крайових задач для рівняння тривимірної стаціонарної тепло-провідності в міжкаскадних підкладках із ров'язанням системи рівнянь балансу теплоти на межах каскадів. Розроблені теоретичні підходи, використані при створенні каскадного ТЕО для напівпро-відникового лазера з густиною потоку теплоти, що дорівнює 5 МВт/м2.5. Показано, що використання принципу розгалуженого живлення дозволяє реалізувати каскадні ТЕО з близькими і навіть однаковими числами гілок по каскадах. Це, а також мінімальні втрати на міжкаскадних підкладках, визначає перевагу цих схем і створює основу для розробки но-вих конфіґурацій низькотемпературних ТЕО, узгоджених у розмірах із такими об'єктами охолод-ження, як ПЗЗ-матриці, ІЧ-детектори, фотоприймальні матриці й інші планарні елементи оптоелектроніки.6. На основі аналізу характеристик кращих існуючих ТЕ матеріалів доведена можливість створення чотирикаскадного ТЕО з однаковими площами каскадів для охолодження матриці фото-приймача розміром 25х25 мм до температурного рівня 120 К (*Th*=160 K, *Qc*=50 мВт) при підвідній потужності, меншої від 2 Вт. Показано, що реалізація цього проекту можлива тільки при використанні схеми з розгалуженим живленням.7. Доведена теоретично і підтверджена експериментально можливість підвищення перепаду температур і холодопродуктивності ТЕО при використанні схеми розгалуженого живлення каскадів, коли тільки частина гілок каскаду підключається паралельно іншим каскадам, а інша частина з'єднується з ними послідовно. Встановлено існування оптимального співвідношення кількості гілок у послідовній і паралельній секціях, що відповідає максимальній ефективності каскадного ТЕО. Розроблено експериментальні зразки ТЕО з розгалуженим з'єднанням каскадів. Показано, що застосування цих схем дозволяє уникнути неприпустимого зростання чисел гілок у високотемпературних каскадах. На зразку трикаскадного ТЕО з однаковими площами каскадів досягнуто перепад температур 122 К (*Th*=303 К). Застосування схеми з розгалуженням струму в нижніх ступенях шестикаскадного охолоджувача дозволило досягти перепаду температур, більшого за 152 К при відносно невеликої кількості гілок у високотемпературних каскадах. |

 |