



УКРАЇНА

(19) UA (11) 93575 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
H05B 3/20 (2011.01)
H05B 3/34

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПЛОСКИЙ ГНУЧКИЙ ЭЛЕКТРООБІГРІВАЛЬНИЙ ЕЛЕМЕНТ

1

(21) a200903395

(22) 09.04.2009

(24) 25.02.2011

(46) 25.02.2011, Бюл.№ 4, 2011 р.

(72) РОДІОНОВ ВАЛЕРІЙ ЄВГЕНОВИЧ, ШЕКА
ГАЛИНА КОСТЯНТИНІВНА, ЗАБУЛОНОВ ЮРІЙ
ЛЕОНІДОВИЧ

(73) РОДІОНОВ ВАЛЕРІЙ ЄВГЕНОВИЧ

(56) UA 4445 U; 17.01.2005

RU 2045822 C1; 10.10.1995

RU 2098927 C1; 10.12.1997

WO 97/07652 A1; 27.02.1997

EP 0668709 A1; 23.08.1995

US 4824730; 25.04.1989

DE 2449676 A1; 29.04.1976

JP 6045055 A; 18.02.1994

(57) 1. Плоский гнучкий електрообігрівальний елемент, що містить дві прозорі підкладки, на першу з яких нанесена плівка оксидного напівпровідникового резистивного матеріалу та струмопровідні

2

шини і контакти, на другу підкладку нанесений шар, який відбиває інфрачервоне випромінювання, підкладки щільно з'єднані між собою шаром полімерного матеріалу, що склеює підкладки, причому нанесені шари звернені один до одного та загерметизовані по периметру, який **відрізняється** тим, що як плівку резистивного матеріалу використовують вузькозонні з шириною забороненої зони 0,25-0,6 eV або широкозонні вироджені напівпровідники з концентрацією домішок 5×10^{20} - $5 \times 10^{21} / \text{см}^3$, завтовшки 0,2-2,0 мкм, а як матеріал для підкладок використовують органічну плівку, прозору в інфрачервоному спектрі випромінювання, завтовшки 30-500 мкм.

2. Електрообігрівальний елемент, який **відрізняється** тим, що товщину плівки напівпровідникового резистивного матеріалу вибирають, виходячи з умови, що питома розсіювана потужність складає 5-25 Вт/дм².

Винахід, що пропонується належить до області техніки пов'язаної з електричними пристроями для обігріву, а саме до резистивних плоских приладів інфрачервоного випромінювання.

Відомі два типи передачі тепла від обігрівачів: перший конвекційний, при якому обігрів навколишньої середовища відбувається завдяки циркуляції нагрітого повітря та другий, при якому обігрів навколишнього простору, особливо людини забезпечується за допомогою інфрачервоного (ІЧ) випромінювання. Часто обоє ці способи доповнюють один одного, тобто при нагріві бувають присутні конвекція та ІЧ випромінювання.

Широко відоме використання для обігріву пристроїв, в яких при протіканні електричного струму гріється електрообігрівальний елемент. Найбільш розповсюджені металеві спіралі, металокерамічні елементи, а також комбіновані елементи із використанням у якості теплоносія рідини, частіше всього різноманітних масел.

У випадку ІЧ обігріву використовується спрямоване випромінювання, яке забезпечує в основ-

ному обігрів необхідного об'єкту. Увесь інший простір обігрівается вже від цього об'єкту. Природно що такий спосіб обігріву економічно більш вигідний.

У відомому технічному рішенні (патент № 2745039, Японія) описаний спосіб виготовлення та конструкція плоского електрообігрівального приладу, в якому нагрівальний елемент виконаний шляхом намотування резистивного дроту, що ламінований з обох сторін поліефірною плівкою. Використання дроту і, відповідно, його мала механічна міцність та погана гнучкість не дозволяють використовувати такий електрообігрівальний прилад у випадках багаторазових згинань або механічних навантажень. У місцях частих згинань може виникнути збільшення електричного опору або навіть розрив електричного кола, що приводить до несправності приладу та його низької надійності. Крім того, ламінування достатньо товстого дроту порівняно із товщиною плівки не дозволяє повністю видалити повітря з обігрівального елемента,

(13) C2

(11) 93575

(19) UA

що призводить при нагріві до його розширення та погіршення якості ламінування.

Вищеописана проблема конструктивно вирішена у відомому гнучкому електрообігрівальному елементі [патент №9707652 WO]. У даному технічному рішенні плоский електрообігрівальний елемент містить тонкий електрорезистивний шар, розташований між двома ізолюючими шарами. Вздовж протилежних країв резистивного обігрівального шару проходять електропровідні контактні смуги.

Описана конструкція гнучкого плоского електрообігрівального елемента має двостороннє випромінювання тепла. Як відомо, подібні обігрівачі призначені, в основному, для обігріву приміщень і розташовуються вздовж стін. У такому випадку близько половини теплового випромінювання витрачається на непродуктивний обігрів стін, що являється недоліком даної конструкції.

В патенті № 668709 EP поверхневий нагрівальний елемент утворюється завдяки тонкому шару металічної фольги, розташованій між двома ізолюючими плівками. Фольгу з'єднують з мідними шинами, котрі мають електричний та механічний контакти з дратами електроживлення. Весь цей нагрівальний елемент герметизують з обох сторін електроізолюючими плівками.

Подібний спосіб одержання електрообігрівального елемента має в результаті той же суттєвий недолік, що і описаний вище пристрій [патент №9707652 WO] і полягає в тому, що половина теплового потоку витрачається на обігрів стін. Крім того, використання непрозорого електродного матеріалу в обох технічних рішеннях погіршує естетичне сприйняття у зв'язку з тим, що завдяки прозорості плівки помітні всі резистивні шари, шини, струмопровідні дроти, контакти і т.д. Основним типом передавання тепла в металічних обігрівачах є конвекція, що можна віднести до недоліків. [Multiheat panel, Energy products / 25-9-2006, versie 6.0].

Були розглянуті технічні рішення, що близькі до запропонованого нами. Це конструкції пристроїв описані в наступних патентах: № 0897879 EP, №0668709 EP, № 4824730 US, № 3640764EP. У цих патентах в якості нагрівального ІЧ-елемента використані тонкоплівкові шари, складовими яких є органічна зв'язуюча, порошки, що проводять електричний струм, в тому числі порошки широкозонних матеріалів у вигляді оксидів металів та металоїдів. Значним недоліком подібних шарів є неможливість їх нанесення на гнучкі плівкові підкладки (нанесення проводять методом трафаретного друку на склі), а також значна конвекційна складова (до 50% і більше). І це не дивлячись на значний вибір і корегування складу порошків широкозонних матеріалів.

Найбільш близьким по суті до винаходу, що заявляється є технічне рішення описане в патенті №2045822 RU. Сутність винаходу складається в наступному. Електрообігрівальна панель виконана із зміцненого силікатного скла, на одне з яких нанесено напівпровідникове оксидне покриття з питомою міцністю не більше $0,2 \text{ Вт/см}^2$, на другому склі - покриття з оксинітрида титану. Поверхні пла-

стин з покриттям звернуті одна до одної та склеєні пластифікованою полівінілбутиральною плівкою. Торці панелі електроізолювані по контуру герметиком.

В якості домішок використаних в даній напівпровідниковій плівці вказують на донорну та акцепторну домішки приблизно в рівних концентраціях (не перевищуючих 10% вагових). Використання рівновагових донорних та акцепторних домішок значної концентрації вказує на те, що головним механізмом випромінювання є випромінювальна рекомбінація (шляхом взаємодії донорно-акцепторної пари).

Основним недоліком такого технічного рішення є створення механічно твердої конструкції теплових обігрівачів з використанням скляної підкладки, що приводить до кількох негативних проявів.

По-перше, значна маса конструктивних елементів завдяки використанню скла, металевих рамок, герметики, дротів і т.д.

Пристрій гріється в стаціонарному режимі до температури шару, що гріється. При тому, що він має значну площу зовнішньої поверхні відбувається відтік тепла назовні, тобто забезпечується не інфрачервоний а конвекційний обігрів. При цьому в залежності від різниці температур приміщення та обігрівача ця частина може досягти 50% від загального теплового випромінювання.

По-друге, при контакті оксидний шар (що випромінює тепло) та скляна підкладка, через різницю показників заломлення, утворюють напівпрозоре дзеркало здатне значну частину ІЧ випромінювання відбити від внутрішньої поверхні скла та не випустити його в якості обігрівачого випромінювання. Для прикладу візьмемо прозорий шар SnO_2 товщиною 0,2-0,3 мкм та направимо на нього ІЧ випромінювання, такий шар ослаблює це випромінювання приблизно на 90%. Таким чином, вихід випромінювання з такої нагрівальної системи зі скляною підкладкою буде зовсім незначним.

В основу винаходу поставлено завдання створення такого плоского гнучкого електрообігрівального елемента, в якому завдяки використанню в якості підкладки прозорої для ІЧ випромінювання органічної плівки та використанню вузькозонних або широкозонних вроджених напівпровідників забезпечується збільшення виходу ІЧ випромінювання, зменшення частки конвекційної складової обігріву, з'являється можливість керування спектром, за рахунок чого ІЧ випромінювання зрушується в бік спектра, що найбільше підходить для людського організму. Крім того, в результаті значно зменшуються маса та габарити пристрою.

Поставлене завдання вирішується тим, що в плоскому гнучкому електрообігрівальному елементі, який містить дві прозорі підкладки, на першу з яких нанесена плівка оксидного напівпровідникового резистивного матеріалу та струмопровідні шини і контакти, на другу підкладку нанесений шар, який відбиває інфрачервоне випромінювання, підкладки щільно з'єднані між собою шаром полімерного матеріалу, що склеює підкладки, причому нанесені шари звернені один до одного та загерметизовані по периметру, згідно винаходу, в якості резистивної плівки використовують вузько-

зонні (з шириною забороненої зони 0,25-0,6 еВ), або широкозонні вироджені напівпровідники з концентрацією домішок 5×10^{20} – 5×10^{21} 1/см³, товщину напівпровідникової плівки вибирають у межах 0,2-2,0 мкм, в якості матеріалу для підкладки використовують органічну плівку, прозору в інфрачервоному спектрі випромінювання, завтовшки 30-500 мкм.

Крім того, цей пристрій відрізняється від обраного нами прототипу тим, що товщину резистивної плівки обирають виходячи з умови, що питома розсіювана потужність повинна складати 5-25 Вт/дм².

Приклад реалізації.

На гнучку органічну плівкову підкладку (полістирол) наносять методом вакуумного напилювання вузькозонний напівпровідник InSb завтовшки 1,0-2,0 мкм. З обох торців до напівпровідникового шару методом трафаретного друку кріпляться контактні шини з низькотемпературної пасти, яка має в своєму складі силікатно-срібляну пасту, та виводи з мідної фольги. На другу аналогічну органічну плівкову підкладку наносять плівку оксиду олова, товщина якої 0,3-0,6 мкм. Вона має коефіцієнт відбиття ІЧ випромінювання 92%. Обидві ці підкладки клеюють між собою методом ламінування

за допомогою полібутиральної плівки. Торці плівок додатково герметизують. Така структура припускає нагрів до 120°C та має питому потужність 10-20 Вт/дм², при цьому за рахунок малої маси та значного теплового опору органічної плівки поверхня електрообігрівального елемента гріється до температури 60-70°C, а доля теплового ІЧ випромінювання складає близько 80% від усієї розсіюваної потужності.

Другий приклад реалізації відрізняється тільки матеріалом напівпровідникового шару, в якості якого використали оксид індію (In₂O₃), легований оловом (Sn). Лігатура дорівнює 5-15% вагових. При цьому зміна концентрації домішки олова з 5×10^{20} до 5×10^{21} 1/см³ приводить до зміщення спектру ІЧ випромінювання від 0,3-1,0 мкм до 5-7 мкм. Плівка оксиду індію варіюється від 0,3 до 1,0 мкм від усієї розсіюваної потужності.

У зв'язку з достатньо значною провідністю обох матеріалів плівки напівпровідникових електрообігрівальних елементів виконані смугастими, а їх ширина та з'єднання шинами виконано таким чином, щоби забезпечити виділення необхідної потужності і в той же час вибрати напругу і струм, які дозволять надійно працювати електрообігрівачу такої конструкції.