



УКРАЇНА

(19) UA (11) 36152 (13) A

(51) 6 G01R31/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ АКТИВНОЇ ОБЛАСТІ СВІТЛОВИПРОМІНЮЮЧИХ ПРИЛАДІВ

(21) 99116099

(22) 05.11.1999

(24) 16.04.2001

(33) UA

(46) 16.04.2001, Бюл. № 3, 2001 р.

(72) Сукач Георгій Олексійович, Олексенко Павло
Феофанович, Білоусов Сергій Михайлович(73) Інститут фізики напівпровідників Національної
академії наук України

(57) Пристрій для визначення температури активної області світловиpromінюючих приладів, що містить генератор струму, до першого входу якого підключений випромінюючий прилад, що контролюється, а до другого - еталонний, розташований по ходу променя вузькосмуговий оптичний фільтр і приймально-перетворювальний блок, комутатор, вхід якого з'єднаний з виходом приймально-перетворювального блока, блок управління, один вхід якого зв'язаний з управляючим входом генератора, а другий - з керуючим входом комутатора, мережа схем порівняння, три суматора і чотири функціональних перетворювачі, перші входи яких зв'язані, відповідно, з першим, другим, третім і четвертим виходами комутатора, причому вихід першого функціонального перетворювача підключений до перших входів першої і другої схем порівняння, вихід другого - до другого входу першої схеми порівняння, вихід третього - до першого входу першого суматора, а вихід четвертого - до першого входу четвертої схеми порівняння, два масштабних перетворювачі, вхід першого з яких зв'язаний

із виходом другої схеми порівняння, а вихід - із першим входом третьої схеми порівняння, вхід другого - із виходом четвертої схеми порівняння, а вихід - із першим входом п'ятої схеми порівняння, перше і друге джерела опорної напруги, із яких вихід першого підключений до других входів другої і четвертої схем порівняння і до перших, входів другого і третього суматорів, а вихід другого - до других входів третьої і п'ятої схем порівняння, при цьому вихід третьої схеми порівняння підключений до другого входу другого суматора, а вихід п'ятої - до другого входу третього суматора, причому вихід другого суматора з'єднаний з другим входом першого суматора і з першим входом шостої схеми порівняння, а вихід третього - зв'язаний із другим входом шостої схеми порівняння, вихід якої підключений до першого входу сьомої схеми порівняння, другий вхід якої з'єднаний із виходом першого суматора, а вихід є виходом пристрою у цілому, який відрізняється тим, що в нього додатково введені четвертий суматор і третій масштабний перетворювач, вхід якого зв'язаний із виходом шостої схеми порівняння, а вихід - із першим входом четвертого суматора, третє джерело опорної напруги, вихід якого підключений до другого входу четвертого суматора, і схема множення, перший вхід якої зв'язаний із виходом першої схеми порівняння, другий - із виходом четвертого суматора, а вихід - із другим входом третього функціонального перетворювача.

Винахід відноситься до області електронної техніки і може бути використаний для вимірювання температури активної області напівпровідникових приладів, випромінюючих світло, як на етапах розробки та виробництва приладів, так і на вхідному контролі споживача або при виборі режимів експлуатації.

Відомі пристрої для визначення температури активної області напівпровідникових приладів (Рабинерсон А.А., Ашкинази Г.А. Режимы нагрузки силовых полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1976) шляхом безпосереднього виміру температури термопарою, що контактує зі структурою приладу. Вони мають високу точність, але мають

істотний недолік - необхідно мати відкритий доступ до структури напівпровідникового елемента, що для загерметизованого виробу є не переборною перешкодою.

Відомі також пристрої для визначення температури активної області приладів непрямым шляхом (Давыдов П.Д. Анализ и расчет тепловых режимов полупроводниковых приборов. М.: Энергия, 1967; а.с. СССР № 391503; а.с. СССР № 600481; а.с. СССР № 1041968; патент Англії № 1468161). Ці пристрої засновані на вимірі електрофізичних параметрів приладу, величина яких залежить від температури (пряме падіння напруги, прямий та зворотний струм, бар'єрна ємність, статичний і

(11) 36152 (13) A
(19) UA

диференціальний опір р-п-переходу та ін.). Такі пристрої містять генератор струму, комутатор, який перемикає прилад, що контролюється, у ланцюзі генератора струму з нагрівальним на вимірювальний режим, систему обробки сигналів. Градування у даному пристрої роблять шляхом вимірювання залежності температурно-залежного параметра від температури при ступінчатій зміні температури. Вимір температурно-залежного параметра після нагрівання приладу нагрівальним струмом і наступної комутації на вимірювальний (ненагрівальний) режим дозволяє по градувальній кривій визначити температуру.

Ці пристрої, незважаючи на їхнє широке застосування, мають багато недоліків.

1. Як правило, у таких пристроях має місце нелінійна і недостатньо різка залежність між температурою та електрофізичним параметром, що вимірюється, у широких межах робочих температур, а також залежність (звичайно теж нелінійна) параметра, який вимірюється, від величини струму, що призводить до необхідності знімати градуаційні криві при ступінчатій зміні температур джерел струмів і струмів.

2. Вплив температури навколишнього середовища на результати вимірів.

3. Похибка вимірів, пов'язана із підігрівом приладу вимірювальним струмом.

4. Істотний недолік усіх аналогів - необхідність комутації режимів роботи приладу з нагрівального на вимірювальний і неможливість визначення температури безпосередньо під час проходження нагрівального струму або хоча б відразу після його закінчення (через необхідність затримки на час не менше 1 мс для закінчення всіх перехідних електричних процесів), що обумовлює основну частину похибки вимірів температури, особливо в нестаціонарних (імпульсних) режимах.

Відомий також пристрій для визначення температури випромінюючого р-п-переходу, де як термочутливий параметр використовують енергію квантів $h\nu_1$ у максимумі спектра випромінювання р-п-переходу. У цьому пристрої (Носов Ю.Р., Сидоров А.С. Оптроны и их применение. - М.: Радио и связь, 1986. - С.53) для визначення температури активної області приладів, випромінюючих світло, для заданих величин амплітуди I , тривалості t_i і скважності Q імпульсного струму необхідно визначити $h\nu_1$ і шляхом порівняння її з градуаційною кривою визначити температуру. У цьому пристрої усунути недоліки 3) і 4). Проте, при зміні будь-якого з параметрів I , t_i і Q необхідно робити повторний вимір $h\nu_1$. Крім того, при градуванні залежності $h\nu(T)$ необхідно зробити n -вимірів для n -температур при пропусканні через прилад нагрівального струму. Таким чином, недоліки, пов'язані зі складністю, тривалістю і громіздкістю процесів градування і вимірів, складністю пристрою, впливом температури навколишнього середовища, залишаються.

Крім того, істотним недоліком відомих аналогів, що призводить до значного зниження точності визначення температури р-п-переходу T_{AO} , є те, що в них враховувалася залежність T_{AO} тільки від амплітуди нагрівального й імпульсного струмів, а залежність від t_i і Q зовсім не бралася до уваги (а якщо і враховувалася, то шляхом введення серед-

нього струму $I_{сер} = I_{имп} / Q$, що обумовлювало значну похибку вимірів).

Відомий також пристрій для визначення температури активної області світловипромінюючих приладів (а.с. СРСР № 1389454, М.кл. G 01 R 31/26), до складу якого входять: генератор струму, до виходу якого підключений прилад, що контролюється, приймально-перетворювальний блок і система обробки сигналів, сполучені послідовно. У даному пристрої врахована залежність T_{AO} від параметрів імпульсу t_i і Q . У цьому пристрої визначають величини енергій квантів, що відповідають двом (T_1 і T_2) температурам навколишнього середовища ($h\nu_1$ і $h\nu_2$) і двом величинам струмів (I_1 і I_2), що протікають через прилад ($h\nu_3$ і $h\nu_4$), а температуру активної області випромінюючого р-п-переходу визначають по поданій авторами формулі

$$T_{AO} = \left(\frac{h\nu_1 - h\nu_2}{I_1 - I_2} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{h\nu_3 - h\nu_4}{I_1 - I_2} \right) I + T_{навк}.$$

У цьому випадку має місце спрощення процесу вимірів за рахунок проведення усього двох вимірювальних операцій: визначення $h\nu_3$ і $h\nu_4$, а $h\nu_1$ і $h\nu_2$ визначаються при градуванні. Проте істотним недоліком цього пристрою є той факт, що для визначення величин $h\nu$ необхідно провести запис повного контуру спектра випромінювання (або хоча б його частини до максимуму), що подовжує процес виміру температури. До недоліків відносяться також складність процесу визначення й обробки $h\nu$ у максимумі спектра випромінювання і складність апаратного оформлення пристрою (громіздкість, наявність частин, що механічно переміщуються, унікальні оптичні прилади). Похибка, пов'язана з коливаннями температури навколишнього середовища, також залишається.

Відомий також пристрій для реалізації способу визначення температури активної області світловипромінюючих приладів (а.с. СРСР № 1473554 М.кл. G 01 R 31/26), до складу якого входять: генератор струму, до виходу якого підключений прилад, що контролюється, розташовані в напрямку розповсюдження променя вузькосмуговий оптичний фільтр і приймально-перетворювальний блок, зв'язаний із системою обробки сигналів. У даному пристрої температурно-залежним параметром є інтенсивність випромінювання, яка виміряна на довгохвильовому крилі спектра випромінювання напівпровідникового випромінювача в енергетичному діапазоні, обраному з умови

$$h\nu < h\nu_1 - \alpha(\Delta T_{max}),$$

де $h\nu$ - енергія з фіксованої смуги випромінювання; $h\nu_1$ - енергія, що відповідає максимуму смуги випромінювання світловипромінюючого приладу при температурі активної області; α - температурний коефіцієнт ширини забороненої зони активної області напівпровідникового матеріалу світловипромінюючого приладу; ΔT_{max} - максимально допустима температура перегріву активної області світловипромінюючого приладу; а температуру активної

області світловипромінюючого приладу при пропусканні робочого струму I визначають по формулі:

$$T_{A.O.} = \left(\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{T_1 - T_2} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{\Phi_3 - \Phi_4}{I_1 - I_2} \right) \cdot I + T_{навк}$$

де Φ_1 і Φ_2 - значення інтенсивностей випромінювання у фіксованій смузі енергій, що відповідають двом значенням температур навколишнього середовища T_1 і T_2 відповідно, а Φ_3 і Φ_4 - значення інтенсивностей у тієї ж смузі енергій, що відповідають двом значенням амплітуд імпульсного струму I_1 і I_2 , відповідно, заданих тривалості і скважності імпульсів, обмірюванні при кімнатній температурі $T_{навк}$.

Проте істотним недоліком даного пристрою є факт залежності $T_{A.O.}$ від температури навколишнього середовища. При цьому коливання температури навколишнього середовища необхідно або візуально реєструвати термометром і враховувати при розрахунку $T_{A.O.}$, або вводити якесь усереднене значення $T_{навк}$. Все це призводить до ускладнення процесу вимірювання.

Також відомий пристрій для реалізації способу визначення температури активної області світловипромінюючих приладів (СРСР а.с. 1586401, 1990 г.), що включає генератор струму, до виходу якого підключений прилад, що контролюється, розташований в напрямку розповсюдження променя вузькосмуговий оптичний фільтр і приймально-перетворювальний блок, зв'язаний із системою обробки сигналів. У даному пристрої температурно-залежним параметром являється інтенсивність випромінювання, виміряна на довгохвильовому крилі спектра випромінювання напівпровідникового випромінювача в енергетичному діапазоні, обраному з умови

$$h\nu < h\nu_1 - \alpha(\Delta T_{max}),$$

де $h\nu$ - енергія з фіксованої смуги випромінювання; $h\nu_1$ - енергія, що відповідає максимуму смуги випромінювання світловипромінюючого приладу при температурі активної області; α - температурний коефіцієнт ширини забороненої зони активної області напівпровідникового матеріалу світловипромінюючого приладу; ΔT_{max} - максимально припустима температура перегріву активної області світловипромінюючого приладу; а температуру активної області світловипромінюючого приладу при пропусканні робочого струму I визначають по формулі:

$$T_{A.O.} = \left(\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{T_1 - T_2} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{\Phi_3 - \Phi_4}{I_1 - I_2} \right) \cdot I + T_{навк} + \Delta_{кор},$$

де $\Delta_{кор}$ - сигнал корекції.

Проте, істотним недоліком даного пристрою, особливо для три- і чотирикомпонентних сполучень (напр. $Ga_{1-x}Al_xAs$, $GaAs_{1-x}P_x$ та ін.), що знайшли широке застосування в оптоелектроніці, є той факт, що в сигнал $\Delta_{кор}$ робить внесок не тільки

складова, пов'язана з коливаннями температури (реальна частина сигналу $\Delta_{кор}$), але й складова, пов'язана зі зміною композиційного складу матеріалу x . Так, наприклад, для трикомпонентної сполуки $Ga_{1-x}Al_xAs$ зміна x на 0,01 (наприклад від 0,39 до 0,40) еквівалентна збільшенню температури $T_{навк}$ на ~ 40 К. Це істотна складова похибки, особливо якщо врахувати факт неконтрольованого або випадкового розкиду по x від партії до партії при виробстві таких матеріалів у межах $x = 0,001 \div 0,01$. Така ситуація призводить до підвищення похибки вимірів, особливо світлодіодів, одержаних із різних партій (із різних матеріалів).

Найбільш близьким за технічною сутністю до пристрою, що пропонується, є пристрій для визначення температури активної області світловипромінюючих діодів (а. с. СССР № 1777105, 1988 г.), до складу якого входять генератор струму, до першого входу якого підключено випромінюючий прилад, що контролюється, а до другого - еталонний, розташований в напрямку розповсюдження променя вузькосмуговий оптичний фільтр і приймально-перетворювальний блок, комутатор, вхід якого зв'язаний з виходом приймально-перетворювального блоку, блок управління, один вихід якого зв'язаний із управляючим входом генератора, а другий - з керуючим входом комутатора, мережа схем порівняння, три суматори і чотири функціональних перетворювачі, перші входи яких зв'язані, відповідно, з першим, другим, третім і четвертим виходами комутатора, причому вихід першого функціонального перетворювача підключений до перших входів першої і другої схем порівняння, вихід другого - до другого входу першої схеми порівняння, вихід третього - до першого входу першого суматора, а вихід четвертого - до першого входу четвертої схеми порівняння, два масштабних перетворювачі, вхід першого з яких зв'язаний із виходом другої схеми порівняння, а вихід - із першим входом третьої схеми порівняння, вхід другого - із виходом четвертої схеми порівняння, а вихід - із першим входом п'ятої схеми порівняння, перше і друге джерела опорної напруги, із яких вихід першого підключений до других входів другої і четвертої схем порівняння і до перших входів другого і третього суматорів, а вихід другого - до других входів третьої і п'ятої схем порівняння, при цьому вихід третьої схеми порівняння підключений до другого входу другого суматора, а вихід п'ятої - до другого входу третього суматора, причому вихід другого суматора з'єднаний з другим входом першого суматора і з першим входом шостої схеми порівняння, а вихід третього - зв'язаний із другим входом шостої схеми порівняння, вихід якої підключений до першого входу сьомої схеми порівняння, другий вхід якої з'єднаний із виходом першого суматора, а вихід є виходом пристрою в цілому.

У даному пристрої як температурно-залежний параметр використовують інтенсивність випромінювання, виміряну на довгохвильовому крилі спектру випромінювання напівпровідникового випромінювача. Температура активної області світловипромінюючих приладів визначалася по формулі:

$$T_{A.O.} = \left(\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{T_1 - T_2} \right)^{-1} \left(\frac{\Phi_3 - \Phi_4}{I_1 - I_2} \right) I + T_{навк.} + \Delta_{кор.} + \Delta_{кор. \Delta x},$$

де $\Delta_{кор.} = \Delta_{кор. \Delta T} + \Delta_{кор. \Delta x}$ - сигнал корекції;

$\Delta_{кор. \Delta T}$, $\Delta_{кор. \Delta x}$ - складові похибки, пов'язані тільки зі зміною температури оточуючого прилад середовища і зі зміною складу матеріалу світлодіода, відповідно, або

$$T_{A.O.} = \left(\frac{\Phi_1 - \Phi_2}{T_1 - T_2} \right)^{-1} \cdot \left(\frac{\Phi_3 - \Phi_4}{I_1 - I_2} \right) \cdot I + T_{навк.} + \Delta_{кор. \Delta T}$$

У прототипі усунуто факт залежності вимірюваної температури активної області світлодіода від зміни складу матеріалу світлодіода за рахунок введення в канал корекції четвертого функціонального перетворювача, четвертої, п'ятої, шостої і сьомої схем порівняння, третього суматора і третього масштабного перетворювача, за допомогою яких утворюється сигнал корекції, що залежить тільки від зміни температури навколишнього середовища $\Delta_{кор. \Delta T}$.

Проте істотним недоліком прототипу є те, що при визначенні температури не враховується факт залежності величини температурного коефіцієнта ширини забороненої зони активної області напівпровідникового матеріалу α від відсоткового співвідношення компонент матеріалу світлодіода. Це призводить до того, що знижується точність виміру температури активної області напівпровідникового світловипромінюючого приладу, а для будь-якої істотної зміни відсоткового співвідношення компонент напівпровідникового з'єднання необхідно підбирати еталонний прилад із точно відомими характеристиками і заново калібрувати вимірювальну систему, що призводить до подовження й ускладнення процесу виміру.

В основу винаходу покладено задачу підвищення точності виміру температури активної області світловипромінюючого напівпровідникового приладу та спрощення процесу вимірювання шляхом врахування впливу залежності температурного коефіцієнта ширини забороненої зони напівпровідникового матеріалу від відсоткового співвідношення компонент цього матеріалу.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій містить генератор струму, до першого входу якого підключений випромінюючий прилад, що контролюється, а до другого - еталонний, розташовані по ходу променя вузькосмуговий оптичний фільтр і приймально-перетворювальний блок, комутатор, вхід якого з'єднаний з виходом приймально-перетворювального блоку, блок управління, один вихід якого зв'язаний з управляючим входом генератора, а другий - з керуючим входом комутатора, мережа схем порівняння, чотири суматора і чотири функціональних перетворювачі, перші входи яких зв'язані, відповідно, з першим, другим, третім і четвертим виходами комутатора, причому вихід першого функціонального перетворювача

підключений до перших входів першої і другої схем порівняння, вихід другого - до другого входу першої схеми порівняння, вихід третього - до першого входу першого суматора, а вихід четвертого - до першого входу четвертої схеми порівняння, схему множення, перший вхід якої зв'язаний із виходом першої схеми порівняння, другий - із виходом четвертого суматора, а вихід - із другим входом третього функціонального перетворювача, три масштабних перетворювачі, вхід першого з яких зв'язаний із виходом другої схеми порівняння, а вихід - із першим входом третьої схеми порівняння, вхід другого - із виходом четвертої схеми порівняння, а вихід - із першим входом п'ятої схеми порівняння, вхід третього - з виходом шостої схеми порівняння, а вихід - із першим входом четвертого суматора, перше, друге і третє джерела опорної напруги, із яких вихід першого підключений до других входів другої і четвертої схем порівняння і до перших входів другого і третього суматорів, вихід другого - до других входів третьої і п'ятої схем порівняння, а вихід третього - до другого входу четвертого суматора, при цьому вихід третьої схеми порівняння підключений до другого входу другого суматора, а вихід п'ятої - до другого входу третього суматора, причому вихід другого суматора з'єднаний з другим входом першого суматора і з першим входом шостої схеми порівняння, а вихід третього - зв'язаний із другим входом шостої схеми порівняння, вихід якої підключений до першого входу сьомої схеми порівняння, другий вхід якої з'єднаний із виходом першого суматора, а вихід є виходом пристрою у цілому.

На фіг 1 подана схема запропонованого пристрою. Пристрій містить генератор струму 1 до виходів якого підключені світловипромінюючий прилад, що контролюється 2, і еталонний - 3, вузькосмуговий оптичний фільтр 4, приймально-перетворювальний блок 5, комутатор 6, блок керування 7, перший суматор 8, перший функціональний перетворювач 9. Вимірювальний канал 10 містить другий 11 і третій 12 функціональні перетворювачі, перший пристрій порівняння 13, схему множення 14. Канал корекції 15 містить четвертий функціональний перетворювач 16, перше 17, друге 18 джерела опорної напруги, другий 19, третій 20, четвертий 21, п'ятий 22 і шостий 23 елементи порівняння, перший 24, другий 25 масштабні перетворювачі, а також другий 26, третій 27 суматори, сьомий пристрій порівняння 28, третє джерело опорної напруги 29, третій масштабний перетворювач 30, четвертий суматор 31.

Робота пристрою здійснюється таким чином. До першого виходу генератора струму 1, керування параметрами імпульсів (амплітуди імпульсів I_1 , I_2 , I_3 , I_4 , тривалості t_i , й шквастності Q) якого здійснюється від пристрою керування 7, підключається світловипромінюючий прилад 2, що контролюється, спектральна характеристика якого попередньо відома, а до другого - еталонний світловипромінюючий прилад 3 із відомими значеннями компонент x і $(1-x)$ трикомпонентної сполуки AB_xC_{1-x} . Випромінювання світлодіодів 2 і 3 спрямовуються на вузькосмуговий оптичний фільтр 4, параметри якого обрані таким чином, щоб він пропускав випромінювання приладів 2 і 3 на довгохвильовому крилі спектра випромінювання у фіксованому спе-

кترальному діапазоні Δ . Енергетична відстань будь-якої з енергій у фіксованій смузі частот випромінювання обрана з умови, щоб при максимальній температурі перегріву приладів 2 і 3 максимум спектра випромінювання при цій температурі (через його температурний зсув) не потрапив у смугу фіксованих енергій, вибір якої здійснюється при температурі активної області, рівній кімнатній (при негріючих струмах). Наприклад, для світлодіода АЛ307, енергія квантів якого в максимумі смуги випромінювання при кімнатній температурі ($T_{\text{набк}} = 20^\circ\text{C}$) і негріючих струмах ($I \rightarrow 0$) дорівнює 1,8195 eВ ($\lambda_{\text{max}} = 681 \text{ нм}$) і максимально допустима температура перегріву активної області котрого $\Delta T_{\text{max}} = 100^\circ\text{C}$, величину Δ обирають рівною або більшою $\alpha \cdot \Delta T_{\text{max}} = 4,8 \cdot 10^{-2} \text{ eВ}$ (де α - температурний коефіцієнт ширини забороненої зони; для червоних випромінювачів на основі $\text{Ga}_{0,6}\text{Al}_{0,4}\text{As}$ $\alpha = 4,8 \cdot 10^{-4} \text{ eВ/К}$), тобто меншу 1,8195 eВ на величину більшу, ніж $4,8 \cdot 10^{-2} \text{ eВ}$.

Випромінювання, що пройшло через фільтр 4, потрапляє на приймально-перетворювальний блок 5, де відбувається перетворення оптичного сигналу в електричний, а з виходу блоку 5 через комутатор 6, керований синфазно з генератором 1 від пристрою керування 7 (переключення амплітудних значень струму I_1 , I_2 і т.д.) електричний сигнал надходить у вимірювальний канал 10 (блоки 11-14) і канал корекції (блоки 16-27, 29-31), де відбувається формування сигналів, наступна обробка яких у блоках 8 і 28 дозволяє визначити температуру перегріву активної області $T_{\text{АО}}$ приладів 2 і 3 з урахуванням впливу коливань температури навколишнього середовища і впливу змін концентрації однієї з компонент твердого розчину світловипромінюючої структури на результати вимірів.

Розглянемо дані, приведені на фіг. 2, що ілюструють зміну температурного коефіцієнту ширини забороненої зони α у трикомпонентному твердому розчині $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$ від складу x .

З фіг. 2 видно, що зміна α із зміною x вносить вклад у сигнал, що вимірюється. Причому, якщо в процесі виміру треба визначити температуру активної області напівпровідникових приладів із різних партій, то похибка виміру температури може досягти $\sim 10^\circ\text{C}$. Цей сигнал дає внесок у похибку виміру $T_{\text{АО}}$. Для підвищення точності вимірів $T_{\text{АО}}$ за рахунок урахування і наступного вираження сигналу похибки, пов'язаної зі зміною складу ($\Delta x = x - x_0$), і служать додаткові блоки каналу корекції (блоки 29-31), у котрих шляхом порівняння виділяється сигнал $\Delta\alpha$, пропорційний Δx .

Пристрій для визначення температури активної області світлодіода, описаний в прототипі, як вже вказувалося, має істотний недолік, що полягає в тому, що канал корекції (блоки 16-27) формує сигнали корекції, пропорційні коливанням температури навколишнього середовища і коливанням величини x однієї з компонент у багатокомпонентному твердому розчині, з яких виготовлена світловипромінююча структура (наприклад, $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$). Проте в похибку виміру температури вносить свій внесок залежність величини α від параметру x . Таким чином, величина α визначається за формулою:

$$\alpha = \alpha_{\text{ет}} + \Delta\alpha_{\text{кор}}, \quad (1)$$

де $\alpha_{\text{ет}}$ - температурний коефіцієнт ширини забороненої зони еталонного приладу;

$\Delta\alpha_{\text{кор}}$ - відхилення розміру α від значення $\alpha_{\text{ет}}$, при якому проводилося калібрування вимірювального пристрою.

Заявлений пристрій працює наступним чином. Налаштування джерел опорної напруги 17, 18 і 29 здійснюються таким чином, щоб на їхніх виходах були сформовані електричні сигнали, що відповідають обміряним величинам $T_{\text{набк}}$, $V_3 - T_{\text{набк}}/I_1$ і $\alpha_{\text{ет}}$, відповідно.

При $T = T_{\text{набк1}}$ (кімнатна температура) і при t_i , $Q = \text{const}$ послідовно за допомогою пристрою 7 установлюють значення амплітуди імпульсного струму I_1 і I_2 (це можуть бути будь-які, що не призводять до катастрофічних відмов, величини струмів).

Блоки (17, 19, 24, 20, 18, 26) каналу корекції використовуються для формування сигналу, що характеризує поточне значення (що змінюється в часі) температури оточуючого прилад 2 середовища. При настройці пристрою вимірюється температура $T_{\text{набк}}$ (температура навколишнього середовища в момент виміру) і величина сигналу фотовідповіді V_3 при пропусканні через прилад 2 струму I_1 (заданих t_i і Q) при заданій $T_{\text{набк}}$.

Здійснювана з визначеною періодичністю, що задається пристроєм керування 7, корекція сигналу, особливо необхідна при вимірюванні температури навколишнього середовища, по ланцюгу перший вихід комутатора 6 - ФП9 - другий елемент порівняння 19, на другий вхід якого надходить сигнал $\sim T_{\text{набк}}$, масштабний перетворювач 24, формує сигнал такого виду:

$$\frac{V_{36}^i - T_{\text{набк.}}}{I_1}, \quad (2)$$

де V_{36}^i - поточне значення корисного сигналу, що відповідає струмові I_1 . Цей сигнал містить у собі складову, пов'язану як із зміною $T_{\text{набк}}$, так і зі зміною x .

Аналогічну величину сигналу ми одержуємо і по каналу: четвертий вихід комутатора 6 - функціональний перетворювач 16 - елемент порівняння 21 - масштабний перетворювач 25. Тільки уже від еталонного приладу 3, тому що комутатор, який керується пристроєм 7, послідовно перемикається з першого виходу на четвертий вихід і, відповідно, генератор 1 підключає або прилад, що контролюється, 2, або еталонний 3. Таким чином, на виході масштабного перетворювача 25 ми одержуємо сигнал від еталонного приладу з відомим значенням x_0 . Цей сигнал за умови різних значень x в еталонному 3 і контролюваному 2 приладі відізняється від сигналу, що описується виразом (2), оскільки величина x в еталонному приладі відома і не змінюється в часі, тому сигнал на виході блока 25 описується виразом:

$$\frac{V_{36}^i - T_{\text{набк.}}}{I_1}. \quad (3)$$

Порівняння опорного сигналу з виходу другого джерела опорної напруги 18 і поточного значення

сигналу, що описується виразом (2), дозволяє виробити сигнал корекції

$$\Delta_{кор} = K \frac{V_{3в}^i - V_3}{I_1}, \quad (4)$$

а порівняння того ж опорного сигналу з виходу 18 і значення сигналу, що описується виразом (3), дає сигнал корекції

$$\Delta'_{кор} = K \cdot \frac{V_{3в}^i - V_3}{I_1} \quad (5)$$

При виборі коефіцієнтів передачі блоків 24 і 25 таким чином, щоб виконувалася рівність

$$K = I_1 \quad (6)$$

сигнали корекції будуть визначатися виразами:

$$\Delta_{кор} = V_{3в}^i - V_3 = \Delta_{кор} \Delta T + \Delta_{кор} \Delta x \quad (7)$$

$$\Delta'_{кор} = V_{3в}^i - V_3 = \Delta_{кор} \Delta T \quad (8)$$

Додавання цих сигналів до каліброваного значення $T_{навк}$, що задається за допомогою блоку 17, дозволяє на виході суматора 26 отримати сигнал

$$T_{навк} + \Delta_{кор} = T_{навк} + \Delta_{кор} \Delta T + \Delta_{кор} \Delta x, \quad (9)$$

а на виході суматора 27:

$$T_{навк} + \Delta'_{кор} = T_{навк} + \Delta_{кор} \Delta T. \quad (10)$$

Тоді, порівнюючи сигнали з виходів суматорів 26 і 27 на елементі порівняння 23, одержимо складову $\Delta_{кор\Delta x}$, пов'язану тільки зі зміною складу матеріалу світлодіоду. Масштабний перетворювач 30 перетворює сигнал, що надходить на його вхід, $\Delta'_{кор\Delta x}$ (відповідно до залежності $\alpha(x)$) таким чином, що на його виході з'являється сигнал відповідний $\Delta\alpha_{кор}$. Суматор 31, шляхом додавання сигналів $\Delta\alpha_{кор}$ і $\Delta\alpha_{ет}$, що надходить від джерела опорної напруги 29, здійснює формування сигналу, що відповідає величині α приладу, що контролюється (відповідно до виразу 1). Далі цей сигнал подається на один із входів схеми множення 14. На другий вхід цієї схеми подається сигнал $(V_3 - V_4)$, отриманий за допомогою першого пристрою порівняння 13 із сигналів постійних напруг, що відповідають

струмам I_1 і I_2 , отриманих за допомогою функціональних перетворювачів 9 (V_3) і 11 (V_4).

Після 14, з урахуванням виразу (1) і значень струмів I_1 і I_2 , одержуємо сигнал:

$$(\alpha_{ет} + \Delta\alpha_{кор}) \frac{V_3 - V_4}{I_1 - I_2}, \quad (11)$$

який поступає на один із входів третього функціонального перетворювача 12, що виконує операцію множення виразу (11) на величину будь-якого значення робочого струму I (його значення подається на другий вхід ФП 12 через третій вихід комутатора 6). Сформований на виході 12 добуток

$$(\alpha_{ет} + \Delta\alpha_{кор}) \cdot \frac{V_3 - V_4}{I_1 - I_2} \cdot I \quad (12)$$

дорівнює температурі перегріву активної області приладу 2 відповідно до температури навколишнього середовища - $\Delta T_{АО}$, з урахуванням залежності α від значення коефіцієнта x трикомпонентного напівпровідникового матеріалу.

На виході суматора 8 формується сигнал, рівний сумі складових, що описуються виразами (12) і (9).

$$T_{АО} = (\alpha_{ет} + \Delta\alpha_{кор}) \frac{V_3 - V_4}{I_1 - I_2} \cdot I + T_{навк} + \Delta_{кор} \Delta T + \Delta_{кор} \Delta x, \quad (13)$$

Порівнюючи сигнали з виходу суматора 8 та з виходу елемента порівняння 23, одержимо сигнал, рівний різниці сигналу що описується виразом (13), і сигналу, що описується виразом (8):

$$T_{АО} = (\alpha_{ет} + \Delta\alpha_{кор}) \frac{V_3 - V_4}{I_1 - I_2} \cdot I + T_{навк} + \Delta_{кор} - \Delta'_{кор} \quad (14)$$

Оскільки

$$\Delta_{кор} = \Delta_{кор} \Delta T + \Delta'_{кор} \Delta x, \quad (15)$$

то вираз (14) можна переписати у такому вигляді:

$$T_{АО} = (\alpha_{ет} + \Delta\alpha_{кор}) \frac{V_3 - V_4}{I_1 - I_2} \cdot I + T_{навк} + \Delta_{кор} \Delta T. \quad (16)$$

Таким чином, на виході вимірювального пристрою в цілому формується сигнал, що характеризує температуру активної області випромінювача 2, яка відповідає заданим параметрам імпульсного струму ($i = \text{const}$; $Q = \text{const}$), поточним значенням струму I і температури навколишнього середовища з урахуванням її коливань ($T_{навк} + \Delta_{кор\Delta T}$), з урахуванням впливу зміни величини x , що призводить до підвищення точності виміру температури і спрощенню процесу вимірювань.

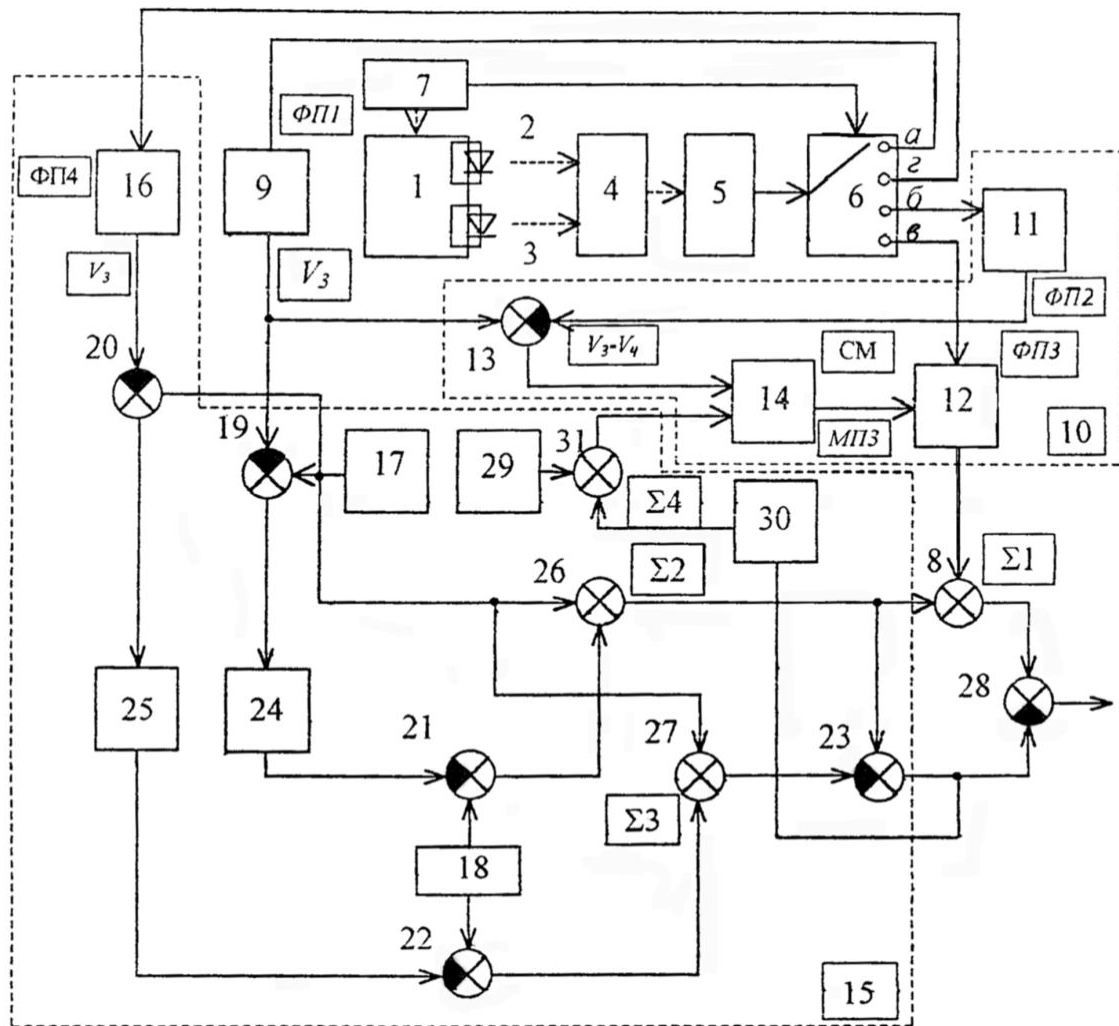
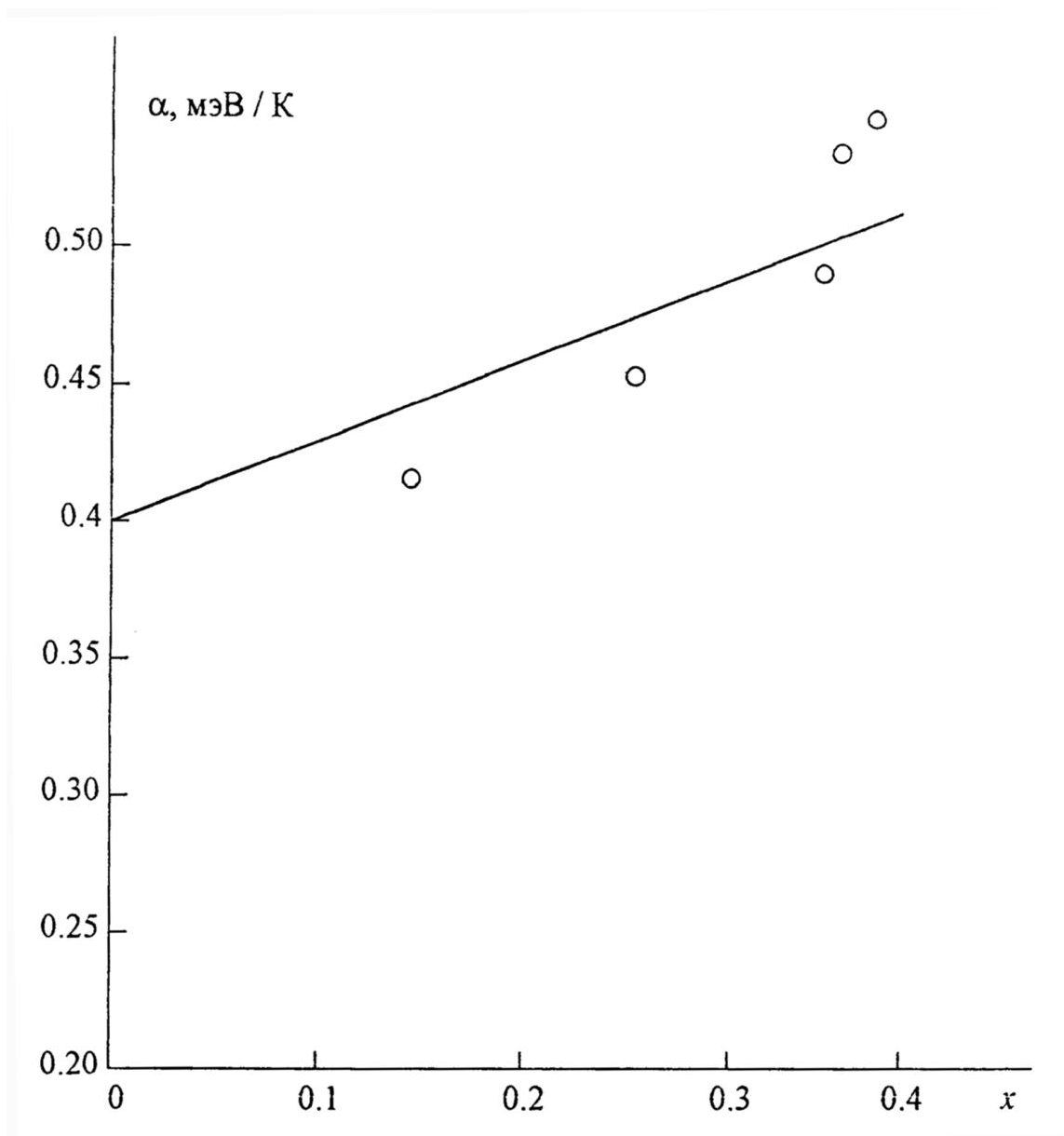


Fig. 1.



Фіг. 2.

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
