

Д. т. н. А. А. АЩЕУЛОВ, к. ф.-м. н. И. В. ГУЦУЛ,
к. ф.-м. н. А. И. РАРЕНКО

Дата поступления в редакцию
10.07 1998 г.
Оппонент д. ф.-м. н. С. Ю. ПАРАНЧИЧ

Украина, г. Черновцы, Гос. ун-т им. Ю. Федьковича

КООРДИНАТНО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ АНИЗОТРОПНЫЙ ДАТЧИК ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Представлены конструкция и характеристики координатно-чувствительного датчика лазерного излучения, основанного на эффекте поперечной термоэдс.

Design and characteristics of laser radiation coordinate-sensitive detector based on the transverse thermo-emf effect have been represented.

В настоящее время испытывается значительная необходимость в различных координатно-чувствительных приборах [1, с. 10–21]. Работа чувствительных элементов этих приборов основана на применении фото- или пироэффекта и требует наличия модуляции регистрируемого излучения [2, с. 7]. Конструкции безмодуляционных фотоприемников квадратного типа на основе отражающих пирамид или призм [3, с. 12–18], а также устройств, основанных на продольном фотоэффекте, обладают общим недостатком — селективностью своих спектральных характеристик, что не позволяет использовать их в случае многоцветных лазеров. Вопрос создания координатно-чувствительного приемника решен только для случая больших площадей лучистых потоков [4, с. 667–696; 5, с. 111], что не всегда удовлетворяет требованиям лазерной техники.

Вместе с тем исследования термоэлектрического поля в анизотропной пластине для случая, когда сечение лазерного луча значительно меньше площади рабочей грани анизотропного термоэлемента (АТ), показывают, что величина и знак поперечной составляющей его термоэдс характеризуется как геометрическим местом нахождения теплового пятна, вызванного излучением, так и координатами расположения токосъемных контактов [6]. Полученные результаты позволяют однозначно утверждать, что АТ может служить реальной основой для создания координатно-чувствительных датчиков неселективного излучения [7,8], работающих в режимах как поверхностного поглощения, так и оптического пропускания. В настоящей работе рассмотрена возможность создания таких датчиков.

На **рис. 1** приведена одна из конструкций анизотропного безмодуляционного датчика лазерного излучения, работающего в режиме поверхностного

поглощения. Он состоит из оптического заменяемого интерференционного фильтра на основе монокристаллического кварца (прозрачного в необходимой области спектра), прикрепленного к корпусу, содержащему диафрагмирующее квадратное отверстие со стороной $a/2$. Поглощающий слой на основе цинковой черни находится на верхней рабочей грани АТ размерами $a=c \gg b$ и выполнен из закристилизованной эвтектики CdSb — MnSb [9,10]. Нижняя рабочая грань АТ через прокладку из керамики ВК 96 находится в тепловом контакте с металлическим основанием, в котором диаметрально зак-

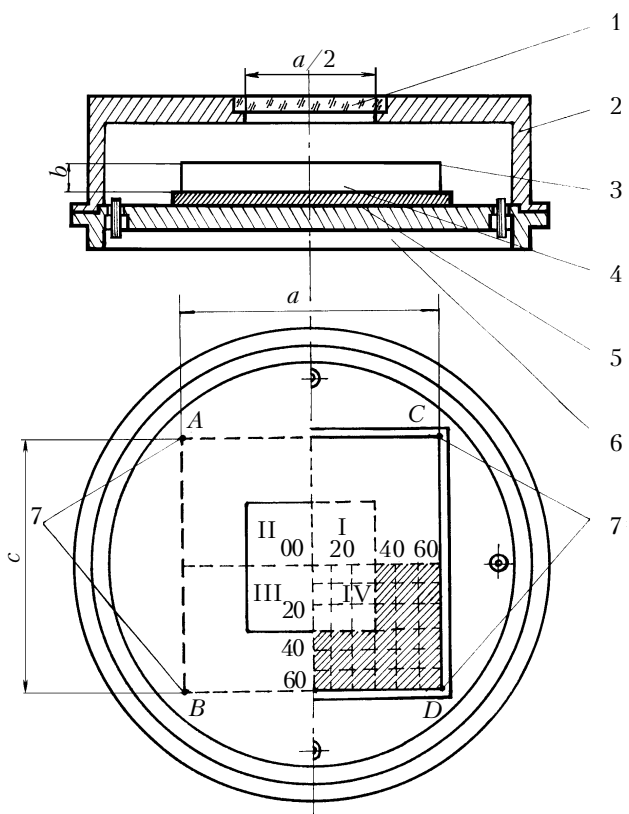


Рис. 1. Конструкция координатно-чувствительного анизотропного датчика лазерного излучения:
1 — оптический фильтр; 2 — корпус; 3 — поглощающий слой; 4 — АТ; 5 — прокладка из керамики ВК 96;
6 — основание; 7 — точечные электроды

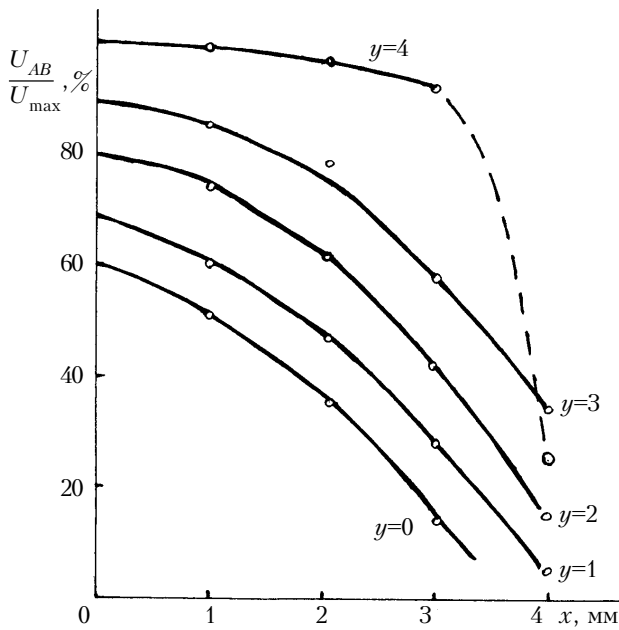


Рис. 2. Зависимость напряжения U_{AB} от координаты x

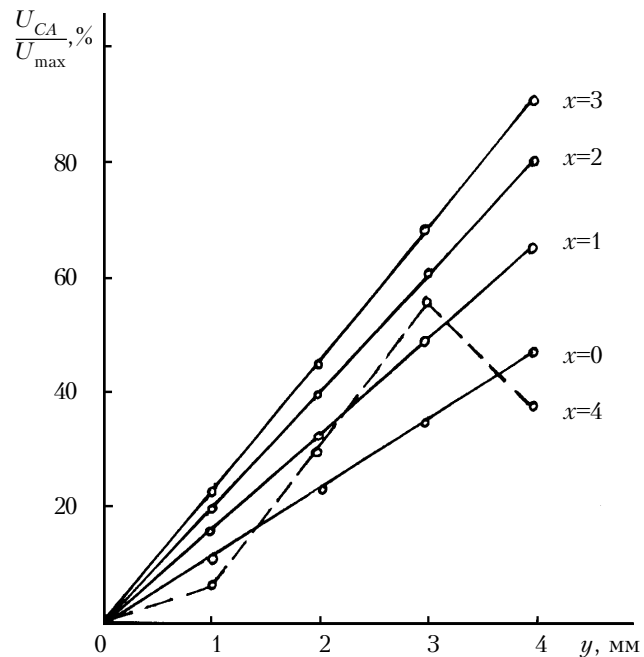


Рис. 3. Зависимость напряжения U_{CA} от координаты y

реплены четыре электровывода (на рисунке не показаны). Электрическая коммутация этих выводов с токосъемными контактами 7, расположенными в точках A, B, C, D , находящихся в углах верхней грани АТ, осуществляется распайкой проводников.

Верхняя поверхность рабочей грани АТ условно разделена на четыре одинаковых квадранта I—IV, располагаемых аналогично сторонам квадратной диафрагмы — параллельно соответствующим осям лабораторной системы координат XOY . При этом центр АТ совпадает с центром диафрагмы. Для уменьшения конвективной составляющей теплообмена и “разрытия” теплового пятна внутренний объем датчика вакуумируется.

Датчик работает следующим образом. Сфокусированное внешней оптической системой излучение проходит через фильтр 1, поглощается покрытием 3, вызывая при этом локальный разогрев верхней грани АТ. Точечный градиент температуры, возникающий в объеме термоэлемента, ограниченного площадью теплового пятна, приводит к появлению локального поперечного термоэлектрического поля, создающего соответствующую разность потенциалов на контактах 7. При этом величина и полярность разности потенциалов при неизменной плотности лазерного излучения определяется геометрическим местом расположения теплового пятна на верхней грани.

Экспериментальные исследования датчиков проводились с помощью трехцветного лазера ЛГ-126, излучающего на длинах волн 0,56, 1,12 и 3,36 мкм, соответственно. Интегральное значение излучаемой энергии составляет 1 мВт. Фокусировка излучения в пятно диаметром 0,03—0,05 см проводилась в видимой части спектра на основной частоте с

помощью системы кварцевых линз. Перемещение приемника относительно лазерного пучка проводилось с помощью двухкоординатного столика с точностью ± 10 мкм. Геометрические размеры АТ выбирались в пределах $0,3 \cdot 0,3 \leq a \times c \leq 2,5 \cdot 2,5$ см при высоте b в пределах 0,05...0,25 см. Результаты исследований представлены в таблице, а также на рис. 2, 3.

Разность потенциалов	Квадрант I	Квадрант II	Квадрант III	Квадрант IV	$x=0, y=0$
U_{AB}	+	+	-	-	U_{max}
U_{BD}	+	-	+	-	0
U_{CD}	-	-	+	+	U_{max}
U_{CA}	-	+	-	+	0

Анализ результатов, приведенных в таблице, показывает возможность однозначного определения квадранта, в котором находится тепловое пятно, по полярности разности потенциалов на контактах 7. В случае если тепловое пятно находится в точке с координатами $x=0, y=0$, то разность потенциалов на соответствующих контактах

$$U_{AC}=U_{BD}=0; U_{AB}=U_{CD}=U_{max}. \quad (1)$$

Экспериментальные зависимости $U_{AB}(x)$ и $U_{CA}(y)$, полученные для четвертого квадранта (рис. 2, 3), удовлетворяют следующим аналитическим выражениям [6]:

$$U_{AB}(x)=(60+y)\exp(-0,03x^2); \quad (2)$$

$$U_{CA}(y)=(0,9+0,23x)y, \quad (2)$$

решаемым с помощью соотношения

$$[(0,9+0,23x)U_{AB}] \cdot [54+13,8x+10U_{CA}]^{-1} = \exp(-0,03x^2). \quad (3)$$

Результаты проведенных измерений показывают, что эти зависимости для четвертого квадранта аналогичны кривым, полученным для I—III квадрантов. Экспериментально также показано, что наибольшая точность в определении координат излучающего пятна (без дополнительной электронной коррекции сигнала с АТ) достигается для области его поверхности с координатами $-0,25a \leq x \leq 0,25a$, $-0,25c \leq y \leq 0,25c$. Это необходимо учитывать при конструировании АТ для конкретного применения.

Полученные результаты качественно не зависят от величины b АТ и справедливы для всех термоэлементов с $a=c$ при условии, что $axc = 30S$, где S — площадь теплового пятна.

Таким образом, область однозначного определения координат теплового пятна, вызванного лазерным излучением, расположена в центральной части АТ, а ее плотность составляет $0,25(axc)$ и обеспечивается квадратным отверстием диафрагмы со стороной $0,5a$.

В случае необходимости создания координатно-чувствительного датчика для лазерного потока большой плотности необходимо использовать АТ, работающие в режиме оптического пропускания [8]. При этом в качестве материала АТ и теплоотвода следует использовать кристаллы, прозрачные в области длин волн лазерного излучения.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Криксунов Л. З. Справочник по ИК-технике. — Киев : Техника, 1980.
2. Катус Г. П. Автоматическое сканирование. — М. : Машиностроение, 1969.

3. Кривцов М. В., Стрельников Ю. В. Координатно-чувствительные датчики оптических систем. — М. : Наука, 1963.

4. Анатычук Л. И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства. — К. : Наук. думка, 1979.

5. Ащеулов А. А., Адылшин О. Г., Воронка Н. К., Раренко И. М. Некоторые вопросы использования соединений A_2B_5 // В кн.: Материаловедение полупроводниковых соединений группы A_2B_5 . — Черновцы : ЧГУ, 1990. — С. 111.

6. Ащеулов А. А., Березовский Н. И., Кондратенко В. М. ЭДС анизотропного термоэлемента в случае кругового градиента температуры // В кн.: Материаловедение полупроводниковых соединений группы A_2B_5 . — М. : Изд-во АН СССР, 1984. — С. 115.

7. А. с. СССР 1141954. Анизотропный термоэлектрический приемник неселективного излучения / А. А. Ащеулов, В. И. Ильин, В. М. Кондратенко, И. М. Раренко. — Оpubл. в Б. И., 1985, № 18.

8. Ащеулов А. А. Анизотропный радиационный термоэлемент для измерения проходной мощности // Опико-механическая промышленность. — 1989. — № 12. — С. 48—49.

9. Ashcheulov A. A., Rarenko I. M., Voronka N. K. Optimized materials based on cadmium antimonide and their application // J. of thermoelectricity. — 1995. — N 3. — P. 73—88.

10. Ащеулов А. А., Воронка Н. К., Маренкин С. Ф., Раренко И. М. Получение и использование оптимизированных материалов из антимонида кадмия // Изв. РАН . Неорганические материалы. — 1996. — Т. 32, № 9. — С. 1049—1060.

НОВЫЕ КНИГИ

Вайнер А. Л. **Термоэлектрические параметры и их измерение.** — Одесса: Студия «Негоциант», 1998.—68 с.

Книга посвящена систематизации вопросов измерений и выработке единой метрологии в термоэлектрическом охлаждении.

Физическая суть тех или иных параметров учтена в особенностях их измерений, а теоретические обоснования различных методов соединены с практическим пособием по измерениям характеристик термоэлектрических компонентов в условиях лаборатории, цеха, технического контроля.

Описаны оригинальные и наиболее точные методы измерения параметров термоэлектрических полупроводников, термоэлементов и термобатарей-модулей, используемые в производстве термоэлектрических охладителей.

Метод четырех приборов (при измерении термоэлектрической эффективности), определение коэффициентов теплопроводности и теплоотдачи тел сложной конфигурации сугубо термоэлектрическими методами, оригинальный метод измерения термоэлектрической эффективности и др. предложены автором и вводятся в термоэлектрическую практику впервые.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, занятых на всех этапах исследований, разработок, изготовления и использования термоэлектрических приборов и будет полезной также учащимся, студентам и научно-техническому персоналу смежных теплофизических специальностей.