

Рис. 3. Зависимость выходного напряжения с каждого датчика и их разности от перемещения

Данная дифференциальная схема включения двух датчиков Холла может быть применена для измерения виброперегрузок, градиента магнитного поля, угловых перемещений и многих других величин.

ЛИТЕРАТУРА

1. Щедровский С. С. Приборостроение и средства автоматизации, том 2, книга 1. «Машиностроение», 1964.
2. Волошин И., Дорошевич М. Полупроводники и их применение в технике. Изд. «Белорусь», 1963.
3. Маделунг О. Физика полупроводниковых соединений III и V группы. М., 1967.

А. А. КАМЫШНИКОВА

ДАТЧИКИ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ОСНОВЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТИПА А^{III}В^V

Термометры с проволочными термодатчиками мало отвечают современным требованиям в отношении инерционности, габаритов, простоты конструкции и измерительной аппаратуры. Это обусловило необходимость создания электрических термометров

с принципиально новыми термочувствительными элементами. К числу последних можно отнести полупроводниковые датчики температуры.

Наличие у полупроводников значительного отрицательного температурного коэффициента сопротивления является ценным свойством, на котором основана работа датчика температуры [1, 2].

В последние годы фронт исследований полупроводников, среди которых особо важное место занимают соединения A^mB^n , весьма расширился. Интересные физические свойства этих соединений стимулировали широкое развитие исследований [3] и создание на их основе различных полупроводниковых приборов. Как показало сопоставление физических свойств обычных термисторов из окиси титана, окиси железа со свойствами соединений A^mB^n [4], последние обладают рядом преимуществ: у них больший температурный коэффициент сопротивления, большая теплопроводность (у $InSb$ в 4 раза больше стандартных термисторов). Устройства из соединений типа A^mB^n показали хорошую стабильность при длительной работе.

В работе продолжено исследование свойств полупроводниковых материалов группы A^mB^n , и в частности, приведены результаты температурных исследований полупроводникового материала $InSb$ (сурьмянистый индий) р-типа.

За основу работы датчика температуры положено свойство изменения удельного сопротивления в зависимости от изменения температуры.

Технология изготовления его состояла из шлифовки, полировки и травления образца $InSb$ размером $2 \times 4 \times 0,2$ мм.

Травитель содержал следующие компоненты:



Затем образец промывался дистиллированной водой и к нему припаивались потенциальные и токовые зонды химически чистым оловом.

Предложенная мостиковая форма датчика, т. е. с токовыми контактами на концах и наличием боковых потенциальных зондов, позволяет проводить измерения потенциометрическим методом, при котором исключается влияние сопротивления контактов и на градуировочной кривой термометра не сказываются никакие изменения, происходящие в контактах со временем.

При весьма осторожном обращении такой термометр можно использовать без всякого корпуса, благодаря чему исключается влияние теплопроводности корпуса и уменьшается тепловая инерция прибора.

В процессе измерений исследуемый датчик помещался в азотнохолодильную камеру АХК-5, где поддерживается нужная температура в диапазоне от $+30$ до -190°C . Измерения проводились в течение нескольких циклов от отрицательной темпера-

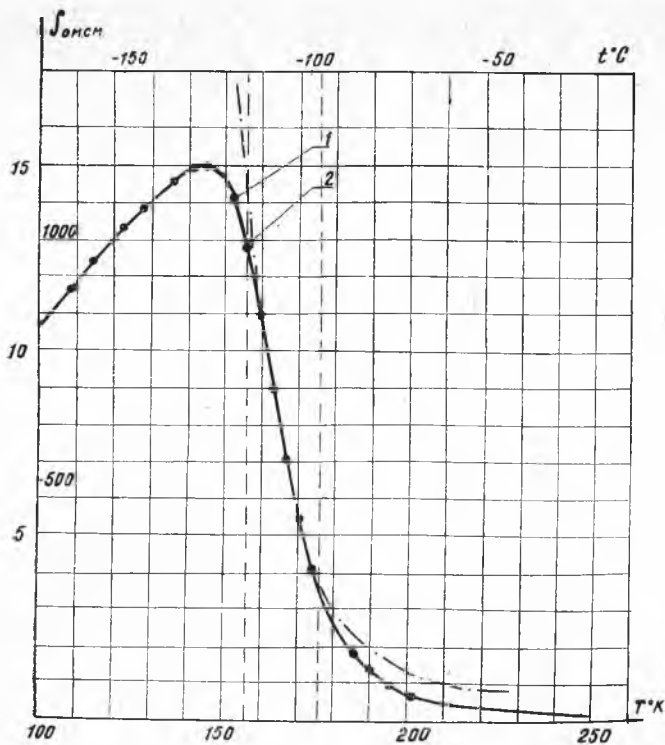


Рис. 1. График зависимости среднего значения удельного сопротивления датчика от температуры:
 1 — экспериментальная кривая; 2 — теоретическая кривая

туры к положительной. Падение напряжения на потенциальных зондах измерялось компенсационным методом с помощью низкоомной аппаратуры, а удельное сопротивление вычислялось по формуле

$$\rho = \frac{U}{I} \cdot \frac{s}{l}, \quad (2)$$

где U — измеренное падение напряжения, в ;

I — ток через образец, ма ;

S — поперечное сечение образца, см^2 ;

l — расстояние между потенциальными зондами, см .

По полученным данным строились графики зависимости удельного сопротивления образца от температуры.

На рис. 1 представлен график зависимости среднего (из восьми циклов) значения удельного сопротивления (или падения напряжения на потенциальных зондах) датчика от температуры.

Кривая имеет три наиболее выраженных участка: сравнительно медленное нарастание в диапазоне — $190 \div -130^\circ\text{C}$; быстрый спад в диапазоне — $130 \div -90^\circ\text{C}$ и пологий участок вплоть до 0°C .

Практическую ценность для получения наибольшей чувствительности представляет участок быстрого спада (на рисунке выделен пунктирными линиями), определяющий рабочий диапазон ($-97^\circ\text{C} \div -117^\circ\text{C}$) датчика. Для участка была проведена оценка случайной погрешности измерений, расчеты проводились для кривой изменения падения напряжения на зондах в зависимости от температуры.

Если за величину доверительного интервала принять значение наибольшей из погрешностей отдельных измерений ($\Delta U = 0,5$ мВ), то надежность данных измерений окажется равной $\alpha = 0,993$. Наибольшая относительная погрешность измерений в данном эксперименте составила $\epsilon = 4,6\%$.

Таким образом были получены следующие параметры, характеризующие температурный датчик:

чувствительность исследуемого датчика на рабочем участке

$$S_T = 0,45 \text{ мВ/град};$$

температурный коэффициент

$$\alpha_T = 5,6\% \text{ град}.$$

Основное ограничение применения таких термометров в интервале низких температур состоит в том, что в настоящее время нет простого математического выражения для кривой зависимости сопротивления от температуры. Но, если термометр предполагается использовать в узком температурном диапазоне, то задача подбора математического выражения для участка кривой упрощается. Если принять, что изменение сопротивления полупроводника от температуры подчиняется экспоненциальному закону

$$R_T = A \cdot e^{\frac{B}{T}}, \quad (3)$$

где A и B — постоянные данного образца; T — абсолютная температура, в $^\circ\text{K}$; R_T — сопротивление образца при данной температуре, то построенная расчетным путем кривая (рис. 1) в рабочем диапазоне температур хорошо аппроксимирует экспериментальную зависимость. Параметры выражения (3) рассчитываются по методике, изложенной в [5].

Следует также отметить, что имеется значительное расхождение между теоретической и экспериментальной кривыми на нижней границе температурного диапазона (-117°C). Это явление можно объяснить тем, что кривая начинает переход в зону слабой зависимости сопротивления от температуры, где изменение сопротивления определяется зависимостью от температуры подвижности носителей (μ).

Таким образом, проведенные исследования показали, что датчик, изготовленный из $InSb$ р-типа не уступает по основным показателям существующим полупроводниковым датчикам, но прост в изготовлении и конструктивном оформлении, благодаря чему может найти применение в измерительной технике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы. М.-Л., 1953.
2. Температура и ее измерение. Изд. «Иностранная литература», 1960.
3. Маделунг О. Физика полупроводниковых соединений элементов III и V групп. М., 1967.
4. Weiss H. «Solid State Phys. Electronand Telecommuns», vol2. 1960.
5. Церих Ф. А. Научные труды ВНИЭСХ, 1964, № 3.

В. А. ДЕНИСОВ, А. В. ПОЛУЛЕХ, В. А. ШАРКОВ

ПОГРЕШНОСТИ НЕЛИНЕЙНЫХ ВИХРЕТОКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

В последнее время в области электромагнитного контроля широкое распространение получили вихретоковые преобразователи (ВТП). В общем случае выходные характеристики ВТП имеют нелинейную зависимость от контролируемых параметров, что позволяет отнести их к классу нелинейных измерительных преобразователей.

Точность ВТП зависит от электрофизических параметров контролируемого объекта, геометрических размеров как самого объекта, так и ВТП, их относительного положения, частоты питания и т. д. Указанные факторы могут изменяться в широком диапазоне при контроле различных объектов. Анализ вопроса точности ВТП посвящен ряд работ [1, 2], в которых контролируемый объект представлялся в виде проводящего полупространства. На практике часто встречаются случаи, когда исследуемый объект имеет прерывистую или профилированную форму поверхности. Представляет интерес исследование погрешностей ВТП в этом случае. Применение оптимальных конструкций ВТП, а также использование некоторых принципов отстройки от мешающих воздействий позволяют обеспечить достаточную для практических задач точность контроля. Например, подавление воздействий низкочастотных вибраций можно произвести, используя в измерительных схемах фильтры с заданной полосой пропусканий. Измерение профиля тел прерывистой формы (ТПФ) независимо от биений и вибраций может осуществляться дифференциальными ВТП.

На основании проведенного обзора работ, посвященных расчету накладных ВТП, можно сделать вывод, что применительно