

3. Отчет по теме 16-Р. Гос. регистр. № 71059128<sup>о</sup>. Исследование метода и разработка прибора для измерения запыленности воздуха и других газов твердыми частицами. Куйбышев, 1972.

4. Дж. Кэй, Т. Лэби. Таблицы физических и химических постоянных. М., Физматгиз, 1962.

5. Подольский А.А., Логвинов Л.М., Калакутский Л.И. Способ измерения постоянной времени зарядки малогабаритных камер короткого разряда. Авторское свидетельство № 377722, Бюллетень изобретений № 18, 1973.

6. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. М., "Наука", 1970.

В.В. Пахомов, В.Д. Кукуш, В.А. Морозов

#### О НЕКОТОРЫХ ПУТЯХ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ДАТЧИКОВ ХОЛЛА НА СВЧ

Использование эффекта Холла в полупроводниках является перспективным для измерения проходящей мощности на СВЧ, так как не содержит погрешности, обусловленной несогласованной нагрузкой. Однако создание приборов с применением датчиков Холла на СВЧ осложняется возникновением между выводами датчика наряду с ЭДС Холла напряжения выпрямления и термоЭДС. Эти напряжения существенно искажают ЭДС Холла, пропорциональную проходящей мощности.

Напряжение выпрямления на выходе датчика Холла возникает в результате нелинейности вольт-амперной характеристики контактов "металл - полупроводник" в местах присоединения выводов к датчику.

С учетом нагрузки  $R_n$  в измерительной цепи это напряжение определяется

$$U_s = \frac{1}{2} \frac{f''(U)}{f'(U)} \frac{R_n}{f'(U) + R_n} U_m^2,$$

1/1

где  $f'(U)$  и  $f''(U)$  - соответственно крутизна и производная крутизны характеристики нелинейного элемента;

$U_m$  - амплитуда напряжения, воздействующего на нелинейный элемент.

Для уменьшения напряжения выпрямления изготавливают невыпрямляющий контакт, металл - полупроводник  $[f''(U) = 0]$ . Но несмотря на это получение омических контактов металла с полупроводником затруднено /особенно при использовании германия и кремния/.

Неточность измерения мощности связана с термоЭДС, которая обусловлена возникновением в датчике Холла поперечного градиента температуры. В том случае, когда теплообмен датчика с внешней средой осуществляется только конвекцией и излучением, значение термоЭДС может быть определено из выражения

$$U_T = \frac{2\alpha_T \sigma |E^+|^2 |\Gamma_H|^2 |Z_0|^2}{(Nu+2) \lambda_T \beta |Z_H|^2} \left\{ \sin \beta S \left[ \frac{1}{\beta} \sin 2\beta z_0 - S \cos 2\beta z_0 \right] - S \sin 2\beta \left( z_0 - \frac{S}{2} \right) \right\},$$

где  $Nu$  - критерий Нусельта;

$\lambda_T$  - коэффициент теплопроводности полупроводникового материала датчика;

$\alpha_T$  - коэффициент термоЭДС;

$\sigma$  - проводимость полупроводникового материала датчика Холла;

$E^+$  - электрическая составляющая падающей электромагнитной волны;

$|\Gamma_H|$  - модуль коэффициента отражения нагрузки;

$|Z_0|$  - модуль волнового сопротивления датчика, Ом;

$|Z_H|$  - модуль волнового сопротивления нагрузки, Ом;

$\beta$  - фазовая постоянная;

$S$  - ширина датчика.

Эти мешающие факторы существенно зависят от степени согласования нагрузки.

Результаты расчетов и экспериментов для датчика из антиминында индия, имеющего размеры  $4 \times 2 \times 0,25$ , приведены в табл. 1.

Таблица 1

КСВН	1,15	1,32	1,56	2,16	2,03
$U_x$ , мкВ	812	793	775	703	810
$U_T$ , мкВ /теор./	34	83	136	274	585
$U_T$ , мкВ /эксп./	-	145	193	320	472
$U_B$ , мкВ	-	212	220	245	276
$\delta$ , %	-	18,3	25,2	45,2	77,4
$\delta'$ , %	-	26,8	28,4	34,5	45,4

Необходимо отметить, что погрешности, обусловленные термо-ЭДС и напряжением выпрямления на частоте 9 ГГц, уже при КСВН тракта, равном 1,3, ограничивают применение датчиков Холла обычной конструкции для измерения проходящей мощности СВЧ.

Рассмотрим возможность уменьшения погрешностей. Анализ формулы /1/ показывает, что для уменьшения напряжения выпрямления наряду с изготовлением омических контактов необходимо наличие напряжения, воздействующего на нелинейный элемент. На этом основывается конструирование измерительной головки с датчиком Холла /рис. 1/.

Особенностью измерительной головки является то, что датчик Холла и его выводы изготовлены из полупроводникового материала. Выводы датчика с обкладками полосковой линии образуют фильтры нижних частот /ФНЧ/, которые уменьшают напряжения, воздействующие на нелинейные элементы.

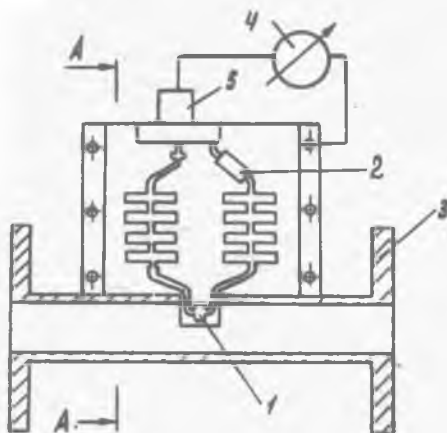


Рис. 1. Схема конструкции и основных элементов измерительной головки: 1 - датчик Холла; 2 - согласованная нагрузка; 3 - отрезок волновода; 4 - измерительный прибор; 5 - высокочастотный разъем

Эквивалентная схема показана на рис. 2. Датчик изготовлен напылением антимида индия на слюдяную подложку толщиной 50 мкм.

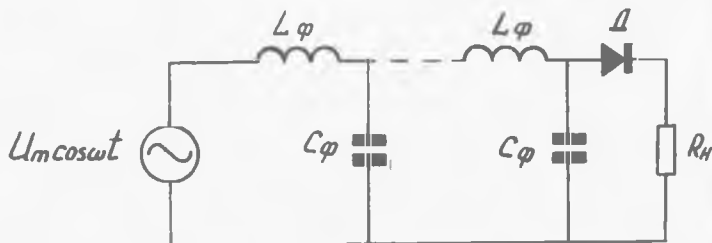


Рис. 2. Схема замещения фильтра низких частот

Значина ослабления ФНЧ, составляющая 30 дБ, снижает погрешность от напряжения выпрямления до 0,3%. Кроме того, хороший тепловой контакт между элементами датчика Холла и подлож-

кой значительно уменьшает градиент температуры между выводами датчика в местах подпайки металлических проводников, а следовательно, уменьшает погрешность, обусловленную термоЭДС.

Результаты экспериментов представлены в табл. 2. При проведении испытаний отмечено отсутствие термоЭДС, а напряжение выпрямления, при КСВН равное трем, составляло 0,43%.

Таблица 2

КСВН	1,18	1,27	1,51	2,08	2,84
$U_x, \text{мкВ}$	348	345	336	304	272
$U_T, \text{мкВ}$	-	-	-	-	-
$U_B, \text{мкВ}$	1,18	1,27	1,51	2,08	2,84
$\delta', \%$	-	-	-	-	-
$\delta'', \%$	-	-	-	0,23	0,48

Проведенные исследования позволяют сделать вывод о целесообразности разработки устройств для измерения проходящей мощности СВЧ с датчиком Холла, имеющим сложную конфигурацию выводов и позволяющим значительно уменьшить погрешности, связанные с напряжением выпрямления и термоЭДС.

### Л и т е р а т у р а

1. Тишер Ф. Техника измерений на сверхвысоких частотах. М., 1963.

2. Пахомов В.В., Федорова И.П., Морозов В.А. Исследования по акустике, электрофизике и радиоэлектронике. Труды Куйбышевского авиационного института, вып. 61, 1972.