



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

## К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(21) 3987089/24-21

(22) 11.12.85

(46) 15.05.87. Бюл. № 18

(71) Белорусский политехнический институт

(72) О.С. Васьков, Д.С. Доманевский и Ю.В. Зинкевич

(53) 621,317.331(088.8)

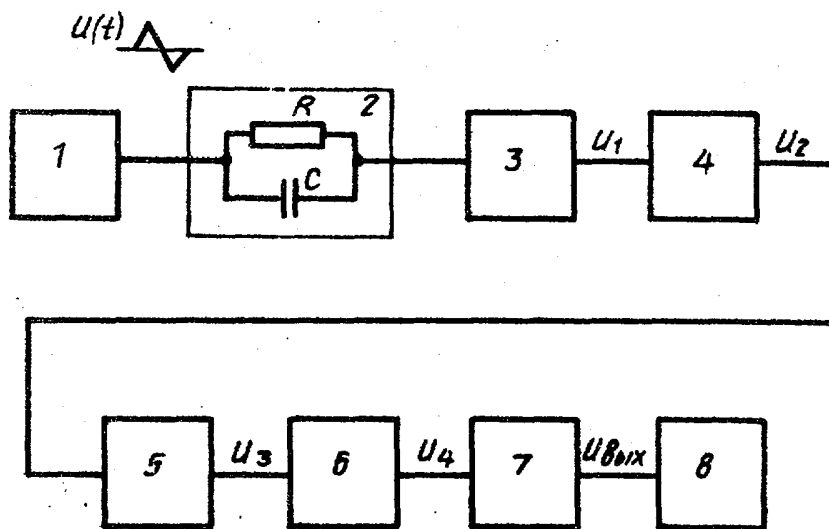
(56) Патент США № 4426616, кл. G 01 R 27/00, 1984.

Патент США № 4404517, кл. G 01 R 27/00, 1983.

(54) ИЗМЕРИТЕЛЬ АКТИВНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

(57) Изобретение относится к электроизмерительной технике и может быть использовано для измерения активных сопротивлений с паразитной емкостью, в частности для измерения электрофи-

зических параметров полупроводниковых материалов. Целью изобретения является расширение функциональных возможностей, заключающееся в измерении активных сопротивлений с паразитными емкостями. Для достижения поставленной цели в устройство дополнительно введены первый выпрямитель 4, блок 5 выделения переменной составляющей, второй выпрямитель 6 и фильтр 7. Кроме того, устройство содержит генератор 1 периодических сигналов треугольной формы, измеряемый объект 2, эквивалентная схема которого представляет параллельное соединение активного сопротивления и емкости, преобразователь 3 ток-напряжение, вольтметр 8 для измерения постоянного напряжения. 2 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к электро-измерительной технике и может быть использовано для измерения активного сопротивления с паразитной емкостью, в частности для измерения электрофизических параметров полупроводниковых материалов.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей измерителя путем измерения активных сопротивлений с паразитными емкостями.

На фиг. 1 представлена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - эпюры напряжений в различных точках схемы.

Измеритель активного сопротивления содержит последовательно соединенные генератор 1 периодических сигналов треугольной формы, измеряемый объект 2, эквивалентная схема которого представляет собой параллельно соединенные активное сопротивление и емкость, преобразователь 3 ток-напряжение, первый выпрямитель 4, блок 5 выделения переменной составляющей, второй выпрямитель 6, фильтр 7 и вольтметр 8 для измерения постоянного напряжения.

Устройство работает следующим образом.

Сигнал треугольной формы  $U(t)$  амплитудой  $A$  и периодом  $T$  (фиг. 2, 2.1) от генератора 1 поступает на вход преобразователя 3 ток-напряжение через измеряемый объект 2, эквивалентная схема которого представлена в виде параллельно соединенных активного сопротивления  $R$  и паразитной емкости  $C$ . Уравнение треугольного сигнала имеет вид

$$U(t) = \begin{cases} \alpha(t - T/4) & 0 \leq t \leq T/2 \\ -\alpha(t - 3T/4) & T/2 \leq t \leq T \end{cases} \quad (1)$$

где  $\alpha = 4A/T$ .

Функция  $U(t)$  - кусочно-гладкая, непрерывная и продолжается на всю временную ось с периодом  $T$ .

Преобразователь представляет собой последовательно соединенные инвертирующий усилитель с резистором  $R_{oc}$  в цепи обратной связи и инвертор. Полный входной ток преобразователя равен сумме активной  $I_R$  и реактивной  $I_C$  составляющих:

$$I_{вх} = I_R + I_C = \frac{U(t)}{R} + C \frac{dU(t)}{dt} \quad (2)$$

Входной ток преобразователя

$$I_{вх} = \frac{U(t)}{R} + C \frac{dU}{dt} \quad (3)$$

Ток преобразуется в пропорциональное напряжение (фиг. 2, 2.2 и 2.3), и на выходе преобразователя появляется изменяющийся с периодом  $T$  сигнал  $U_1$  (фиг. 2, 2.4), определяемый следующим соотношением:

$$U_1 = \begin{cases} \frac{\alpha R_{oc}}{R}(t - T/4) + \alpha R_{oc}C & 0 \leq t \leq T/2 \\ -\frac{\alpha R_{oc}}{R}(t - 3T/4) - \alpha R_{oc}C & T/2 \leq t \leq T \end{cases} \quad (4)$$

Первый выпрямитель, выполненный по двухполупериодной схеме, формирует сигнал  $U_2$  с периодом  $T/2$  (фиг. 2, 2.5). Величина этого сигнала определяется модулем  $U_1$  при условии, что величина амплитудного значения  $I_C \gg I_R$ , которое выполняется при

$$RC \leq T/4 \quad (5)$$

$$U_2 = |U_1| = \frac{\alpha R_{oc}}{R}(t - T/4) + \alpha R_{oc}C$$

$$0 \leq t \leq T/2, \quad (6)$$

где  $\alpha R_{oc}C$  - величина постоянная, не зависящая от  $t$ .

На выходе блока 5 выделения переменной составляющей, который может быть выполнен, например, в виде конденсатора, не передающего постоянную составляющую входного сигнала, появляется напряжение (фиг. 2, 2.6), которое описывается следующим выражением:

$$U_3 = \frac{\alpha R_{oc}}{2R}(t - T/4) \quad 0 \leq t \leq T/2$$

Функция  $U_3(t)$  - кусочно-гладкая, непрерывная и продолжается периодически с периодом  $T/2$ .

Значение  $U_3$  пропорционально измеряемому сопротивлению и не зависит от емкости. Это напряжение подается на второй выпрямитель. Напряжение на выходе выпрямителя  $U_4$  (фиг. 2, 2.7), повторяющееся с периодом  $T/2$ , равно

$$U_4 = |U_3| = \begin{cases} \frac{\alpha R_{oc}}{R}(t - T/4) & 0 \leq t \leq T/4 \\ -\frac{\alpha R_{oc}}{R}(t - T/4) & T/4 \leq t \leq T/2 \end{cases} \quad (8)$$

С помощью последовательно включенного фильтра 7 нижних частот формируется среднее арифметическое значение  $U_{\text{вых}} = \bar{U}_4$  (фиг. 2, 2.8), которое определяется следующим образом:

$$U_{\text{вых}} = \bar{U}_4 = \frac{2}{T} \int_0^{T/4} -\frac{\alpha R_{0c}}{R} (t-T/4) dt + \frac{4}{T} \int_{T/2}^{3T/4} \frac{\alpha}{2} \frac{R_{0c}}{R} (t-T/4) dt \quad (9)$$

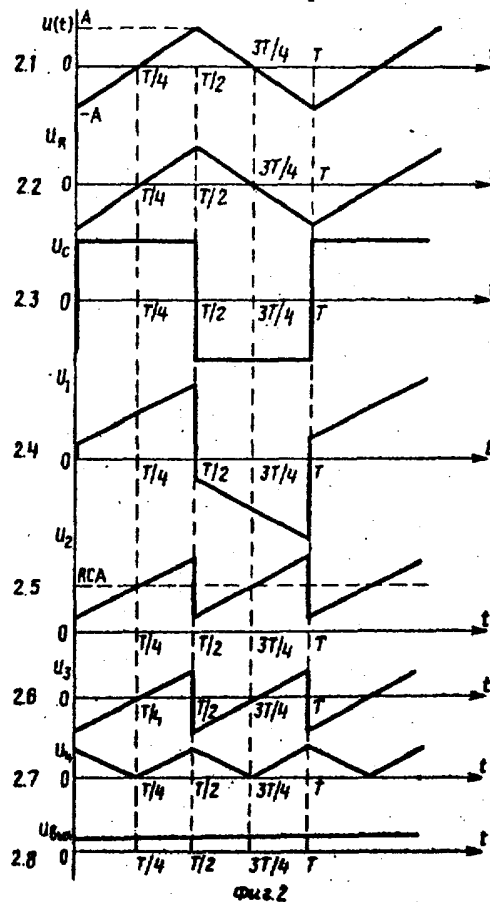
После преобразований, с учетом (1) и (9) получают

$$U_{\text{вых}} = \frac{A \cdot R_{0c}}{2R}$$

Это напряжение, пропорциональное измеряемому сопротивлению, есть величина постоянная. Его можно измерить любым вольтметром 8 постоянного тока.

### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Измеритель активного сопротивления, содержащий источник периодического сигнала треугольной формы, выход которого соединен с первой клеммой для подключения измеряемого объекта, вторая клемма соединена с входом преобразователя ток-напряжение, а также вольтметр, отличающийся тем, что, с целью расширения функциональных возможностей, в него введены последовательно соединенные первый выпрямитель, блок выделения переменной составляющей, второй выпрямитель и фильтр, при этом вход первого выпрямителя подключен к выходу преобразователя ток-напряжение, а выход фильтра подключен к входу вольтметра.



Фиг. 2

Составитель Н. Михалев

Редактор А. Огар

Техред Н. Глушенко

Корректор О. Тигор

Заказ 1886/41

Тираж 731

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4