



УКРАЇНА

(19) UA (11) 38175 (13) A

(51) 7 G01R27/26

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ РОЗБРАКУВАННЯ ВАРИКАПІВ ПО ЄМНІСНИХ ПАРАМЕТРАХ І ДОБРОТНОСТІ

(21) 2000063223

(22) 05.06.2000

(24) 15.05.2001

(33) UA

(46) 15.05.2001, Бюл. № 4, 2001 р.

(72) Голощапов Сергій Степанович, Голощапов
Олексій Сергійович

(73) Херсонський державний технічний університет

(57) Пристрій для розбракування варикапів по ємнісних параметрах і добротності, що містить вимірювальний контур, вхід якого з'єднаний із виходом першого блока завдання режиму, і через розділовий конденсатор із виходом першого генератора високої частоти, управляючий вхід з'єднаний із виходом джерела напруги, що змінюється, а вихід через послідовно з'єднані перший підсилювач високої частоти - з входами першого блока, що вичитає, і множно-ділильного пристрою, другий вхід якого з'єднаний із виходом першого блока, що вичитає, а вихід через перший граничний блок із рахунковим входом першого тригера, цифроаналоговий перетворювач, аналоговий вхід якого з'єднаний із входом другого граничного блока, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого тригера, цифровий вхід цифроаналогового перетворювача разом із цифровим входом регістра зсуву залучений до виходу першого лічильника імпульсів, а вихід - до входів третього і четвертого граничних блоків, вихід третього граничного блока залучений до інформаційного входу третього тригера, вихід регістра зсуву залучений до керуючих входів першого і другого керованих підсилювачів, аналоговий вхід першого керованого підсилювача залучений до першої шини опорної напруги, а вихід - до входу аналогового суматора, другий вхід якого з'єднаний із другою шиною для підключення опорної напруги, а вихід - із входом першого блока, що вичитає, і аналоговим входом другого керованого підсилювача, вихід якого сполучений із третім входом множно-ділильного блока, шину «Пуск», з'єднану з входами скиду першого лічильника імпульсів і першого тригера, генератор імпульсів, вихід якого з'єднаний із входом першого блока збігу, другий підсилювач високої частоти, вихід якого з'єднаний із входом другого детектора, четвертий і п'ятий тригера, другий блок збігу, два елементи затримки, другий генератор високочастотного сигналу, другий блок завдання режиму, клеми для підключення випробуваних варикапів, який відрізняється тим, що в нього додатково

введені ключ, конденсатор ємнісного дільника, третій керований підсилювач, другий блок, що вичитає, другий лічильник імпульсів, п'ятий граничний блок, тривходовий блок збігу, два елементи затримки, блок рівності, формувач імпульсів, блок АБО, три шини для підключення опорних напруг, при цьому вихід другого генератора високочастотного сигналу через паралельно з'єднані ключ і конденсатор ємнісного дільника з'єднаний із першою клемою ємнісної позиції виміру, виходом другого блока завдання режиму і входом другого підсилювача високочастотного сигналу, друга клема ємнісної позиції виміру з'єднана із загальною шиною, вихід другого детектора з'єднаний з аналоговим входом третього керованого підсилювача, вхід, що управляє, якого з'єднаний із виходом другого лічильника імпульсів, а вихід із входами п'ятого граничного блока і другого блока, що вичитає, Другий вхід якого з'єднаний із третьою шиною опорної напруги, а вихід з аналоговим входом цифроаналогового перетворювача, вихід п'ятого граничного блока з'єднаний із рахунковим входом четвертого тригера, інформаційний вхід якого залучений до загальної шини, і першим входом другого блока збігу, другий вхід якого з'єднаний із виходом блока рівності і входом другого блока завдання режиму, а вихід із входом скиду п'ятого тригера і входом першого елемента затримки, вихід якого з'єднаний із рахунковим входом третього тригера і тактового входу регістра зсуву, вихід четвертого граничного блока через формувач імпульсів з'єднаний із входом блока АБО, інший вхід якого залучений до шини «Пуск», а вихід - до входу скиду другого лічильника імпульсів і настановного входу четвертого тригера, прямий вихід якого з'єднаний із входом блока рівності і через другий елемент затримки з другим входом першого блока збігу, а інверсний вихід із керуючим входом ключа, рахунковим входом четвертого тригера і через третій елемент затримки з першим входом триходового блока збігу, другий вхід якого з'єднаний із виходом генератора імпульсів, третій вхід спільно з другим входом блока рівності і входом четвертого елемента затримки з'єднані з виходом п'ятого тригера, інформаційний вхід якого з'єднаний із четвертою шиною для підключення опорної напруги, рахунковий вхід другого лічильника імпульсів з'єднаний із виходом першого блока збігу, вихід четвертого елемента затримки з'єднаний із рахунковим входом другого тригера, вихід тривходового

(19) UA (11) 38175 (13) A

блока збігу з'єднаний із тактовим входом першого лічильника імпульсів, інформаційний вхід першого

тригера з'єднаний із п'ятою шиною для підключення опорної напруги.

Винахід відноситься до контрольно-вимірювальної техніки і може бути використаний для контролю параметрів напівпровідникових приладів.

Відомо пристрій для контролю варикапів по добротності, ємності і ідентичності вольт-фарадних характеристик (див.: А.с. СРСР № 1443584 G01R27/26), що містить вимірювальний контур із клемми для підключення варикапів, перший вхід вимірювального контуру з'єднаний із блоком задання режиму і через розділовий конденсатор із генератором високочастотного сигналу, другий вхід - із джерелом напруги, що змінюється, а вихід вимірювального контуру з'єднаний із першою клеммою для підключення варикапа і через послідовно з'єднані підсилювач високочастотного сигналу і детектор із першим входом аналого-обчислювального блока, друга клемма для підключення варикапа з'єднана з загальною шиною, мікро-ЕОМ, блок сполучення, аналого-цифровий перетворювач, перетворювач ємності в напругу, два блоки затримки, два приймальних реєстри, два цифро-аналогових перетворювачі, два суматори, що інвертують, граничний елемент, блок збігу, при цьому мікро-ЕОМ з'єднана через блок сполучення з виходом цифро-аналогового перетворювача, вхід якого з'єднаний із виходом перетворювача ємності в напругу, з інформаційним входами двох приймальних реєстрів і із С-входами приймальних реєстрів, С-вхід другого приймального реєстру з'єднаний із входом першого блоку затримки, вихід якого з'єднаний із керуючим входом аналого-цифрового перетворювача і через другий блок затримки з входом блока сполучення, другий вхід якого з'єднаний із шиною "Пуск", вихід другого приймального реєстру з'єднаний із інформаційним входом перетворювача ємності в напругу, перший вихід приймального реєстру з'єднаний з інформаційними входами двох цифроаналогових перетворювачів, другий вихід - із входом блока збігу, вихід якого є виходом пристрою, а другий вхід через граничний елемент з'єднаний із виходом аналого-обчислювального блоку, третій вхід якого з'єднаний із виходом другого цифроаналогового перетворювача, перший і другий вхід - із входом і виходом другого суматора, що інвертує, відповідно, інший вхід якого з'єднаний із керуючим входом другого цифроаналогового перетворювача і з виходом першого суматора, що інвертує, вхід якого з'єднаний із виходом першого цифроаналогового перетворювача.

До недоліків пристрою варто віднести складність (пристрій містить ЕОМ), а також щодо невисоку точність, оскільки ємнісні параметри вимірюються методом ємнісно-омічного дільника, що припускає зняття дуже малого вимірювального сигналу з резистора послідовного ланцюга вимірювальна ємність-резистор. Для роботи з цим сигналом його величину необхідно значно (біля 1000 разів) підсилити, що вносить значну шумову складову у вимірювальний сигнал і робить його не стабільним через наявність часового і температурного дрейфу підсилювача. Крім того, використовуваний метод

припускає ізолювання обох вимірювальних клем від загальної шини, що також є певним недоліком вимірювальної схеми

Найбільш близьким по своїй технічній суті до запропонованого пристрою є пристрій для розбравування варикапів по ємнісних параметрах і добротності (див.: А.с. СРСР № 1367700 G01R27/26 - прототип), що містить множно-ділительний блок, вимірювальний контур, вхід якого з'єднаний із виходом блока задання режиму і генератора високої частоти, управляючий вхід з'єднаний із виходом джерела напруги, що змінюється, а вихід через підсилювач високої частоти з входом детектора перетворювач ємності в напругу, цифроаналоговий перетворювач, лічильник імпульсів, реєстр зсуву, два керованих підсилювачі, аналоговий суматор, чотири граничних блоки, п'ять тригерів, блок віднімання, два елементи затримки, два елементи І, при цьому вихід перетворювача ємності в напругу з'єднаний з аналоговим входом цифроаналогового перетворювача і входом другого граничного блоку, цифровий вхід цифроаналогового перетворювача з'єднаний із виходом лічильника імпульсів і входом реєстра зсуву, вхід лічильника імпульсів через елемент І з'єднаний із виходом генератора імпульсів, а вихід реєстра зсуву з'єднаний із керуючими входами двох керованих підсилювачів, вхід першого керованого підсилювача з'єднаний із клеммою опорного сигналу, а його вихід з'єднаний з одним із входів аналогового суматора, інший вхід якого з'єднаний із клеммою другого опорного сигналу, а вихід суматора з'єднаний із входом блока віднімання і другого керованого підсилювача, вихід якого з'єднаний із входом множно-ділительного блока, інший вхід якого з'єднаний із виходом блока віднімання, а третій вхід - із виходом детектора і другим входом блока віднімання, вихід множно-ділительного блока через перший граничний блок з'єднаний із рахунковим входом першого тригера, вихід цифроаналогового перетворювача з'єднаний із входами третього і четвертого граничних блоків, виходи другого і третього граничних блоків з'єднані з інформаційними входами другого і третього тригерів відповідно, рахунковий вхід другого тригера з'єднаний з інформаційним входом першого тригера і виходом, що інвертує, четвертого тригера, і другим входом елемента І, прямий вихід четвертого тригера з'єднаний із входом другого елемента І, другий вхід якого з'єднаний із виходом п'ятого тригера і входом скидів четвертого тригера, а вихід другого елемента І з'єднаний із керуючим входом перетворювача ємності в напругу і з входом елемента затримки, вхід якого з'єднаний із входом п'ятого тригера, із тактовим входом реєстра зсуву і рахунковим входом третього тригера, інший вхід п'ятого тригера через другу схему затримки з'єднаний із шиною "Пуск", входами скиду лічильника імпульсів, першого, другого і третього тригерів, вихід четвертого граничного блока з'єднаний із настановним входом четвертого тригера.

До недоліків пристрою варто віднести невисоку точність у зв'язку з використанням методу ємнісно-омічного дільника, який припускає зняття дуже малого вимірювального сигналу з резистора, послідовного ланцюга вимірювальна ємність-резистор. Для роботи з цим сигналом його величину необхідно значно (біля 1000 разів) підсилити, що вносить значну шумову складову у вимірювальний сигнал і робить його нестабільним через наявність часового і температурного дрейфу підсилювача. Спроба збільшити значення сигналу, що знімається з дільника, призводить до збільшення методичної похибки виміру. Крім того, використовуваний метод припускає ізолювання обох вимірювальних клем від загальної шини, що також є певним недоліком вимірювальної схеми.

Задачею винаходу є створення пристрою для розбраковування варикапів по ємнісних параметрах і добротності, у якому за рахунок конструктивних особливостей можливо було б одержати збільшення точності при вимірі зазначених параметрів.

Поставлена задача досягається тим, що пристрій містить вимірювальний контур, вхід якого з'єднаний із виходом першого блока завдання режиму, і через розділовий конденсатор із виходом першого генератора високої частоти, управляючий вхід з'єднаний із виходом джерела напруги, що змінюється, а вихід через послідовно з'єднані перший підсилювач високої частоти - з входами першого блока, що вчитає, і множно-ділительного пристрою, другий вхід якого з'єднаний із виходом першого блока, що вчитає, а вихід через перший граничний блок із рахунковим входом першого тригера, цифроаналоговий перетворювач, аналоговий вхід якого з'єднаний із входом другого граничного блока, вихід якого з'єднаний із інформаційним входом другого тригера, цифровий вхід цифроаналогового перетворювача разом із цифровим входом регістра зсуву залучений до виходу першого лічильника імпульсів, а вихід - до входів третього і четвертого граничних блоків, вихід третього граничного блока залучений до інформаційного входу третього тригера, вихід регістра зсуву залучений до керуючих входів першого і другого керованих підсилювачів, аналоговий вхід першого керованого підсилювача залучений до першої шини опорної напруги, а вихід - до входу аналогового суматора, другий вхід якого з'єднаний із другою шиною для підключення опорної напруги, а вихід - із входом першого блока, що вчитає, і аналоговим входом другого керованого підсилювача, вихід якого сполучений із третім входом множно-ділительного блока, шину "Пуск", з'єднану з входами скиду першого лічильника імпульсів і першого тригера, генератор імпульсів, вихід якого з'єднаний із входом першого блока збігу, другий підсилювач високої частоти, вихід якого з'єднаний із входом другого детектора, четвертий і п'ятий тригера, другий блок збігу, два елементи затримки, другий генератор високочастотного сигналу, другий блок завдання режиму, клеми для підключення випробуваних варикапів, ключ, конденсатор ємнісного дільника, третій керований підсилювач, другий блок, що вчитає, другий лічильник імпульсів, п'ятий граничний блок, тривходовий блок збігу, два елементи затримки, блок рівності, формувач імпульсів, блок АБО, три шини для підключення опорних напруг, при цьому вихід другого генератора високочастотного сигналу через паралельно з'єднані ключ і конденсатор ємнісного дільника, з'єднаний із першою клемою ємнісної позиції виміру, виходом другого блока завдання режиму і входом другого підсилювача високочастотного сигналу, друга клема ємнісної позиції виміру з'єднана із загальною шиною, вихід другого детектора з'єднаний з аналоговим входом третього керованого підсилювача, вхід, що управляє, якого з'єднаний із виходом другого лічильника імпульсів, а вихід із входами п'ятого граничного блока і другого блока, що вчитає, другий вхід якого з'єднаний із третьою шиною опорної напруги, а вихід з аналоговим входом цифроаналогового перетворювача, вихід п'ятого граничного блока з'єднаний із рахунковим входом четвертого тригера, інформаційний вхід якого залучений до загальної шини, і першим входом другого блока збігу, другий вхід якого з'єднаний із виходом блока рівності і входом другого блока завдання режиму, а вихід із входом скиду п'ятого тригера і входом першого елемента затримки, вихід якого з'єднаний із рахунковим входом третього тригера і тактового входу регістра, зсуву, вихід четвертого граничного блока через формувач імпульсів з'єднаний із входом блока АБО, інший вхід якого залучений до шини "Пуск", а вихід - до входу скиду другого лічильника імпульсів і настановного входу четвертого тригера, прямий вихід якого з'єднаний із входом блока рівності і через другий елемент затримки з другим входом першого блока збігу, а інверсний вихід із керуючим входом ключа, рахунковим входом четвертого тригера і через третій елемент затримки з першим входом тривходового блока збігу, другий вхід якого з'єднаний із виходом генератора імпульсів, третій вхід спільно з другим входом блока рівності і входом четвертого елемента затримки з'єднані з виходом п'ятого тригера, інформаційний вхід якого з'єднаний із четвертою шиною для підключення опорної напруги, рахунковий вхід другого лічильника імпульсів з'єднаний із виходом першого блока збігу, вихід четвертого елемента затримки з'єднаний із рахунковим входом другого тригера, вихід тривходового блока збігу з'єднаний із тактовим входом першого лічильника імпульсів, інформаційний вхід першого тригера з'єднаний із п'ятою шиною для підключення опорної напруги.

На малюнку (фіг.) подана схема запропонованого пристрою. Вона містить вимірювальний контур 1, блоки завдання режиму 2 і 38, розділовий конденсатор 3, генератори 4 і 37 високої частоти, джерело 5 напруги, що змінюється, підсилювачі 6 і 28 високої частоти, детектори 7 і 29, що вчитають блоки 8 і 43, множно-ділительний пристрій 9, граничні блоки 10, 13, 17, 18 і 45, тригери 11, 14, 19, 30 і 31, цифроаналоговий перетворювач 12, 15, лічильники імпульсів 16 і 44, керовані підсилювачі 20, 21 і 42, аналоговий суматор 23, генератор 26 імпульсів, блоки 27 і 32 збігу, елементи 33, 34, 35 і 36 затримки, клеми 39 ємнісної позиції виміру, ключ 40, конденсатор 41 ємнісного дільника, тривходовий блок 46 збігу, блок 47 рівності, формувач 48 імпульсів, блок 49 АБО, шину 25 "Пуск", шини 22, 24, 50, 51 і 52 для підключення опорних напруг.

Вимірювальний контур 1 містить розділові конденсатори 53 і 54, варикап настроювання 55, котушку індуктивності 56, клеми 57 позиції виміру добротності випробуваного варикапа.

Як блоки 34 і 35 затримки можна використовувати інтегруючий ланцюг, резистор якого шунтований діодом (анодом до виходу). Такий ланцюг дає затримку тільки на появу сигналу на його виводі, режим зняття вихідного сигналу стосовно вхідного відбувається практично без затримки. У якості ключа К рекомендується застосувати герконове реле, затримку на спрацювання якого при створенні швидкодіючих пристроїв необхідно враховувати.

Вхід вимірювального контуру 1 з'єднаний із виходом першого блока 2 задання режиму, і через розділовий конденсатор 3 із виходом першого генератора 4 високої частоти. Керуючий вхід контуру 1 з'єднаний із виходом джерела 5 напруги, що змінюється, а вихід через послідовно з'єднані перший підсилювач 6 високої частоти і перший детектор 7 - із входами першого блока 8, що вчитає, і множно-ділильного пристрою 9, другий вхід якого з'єднаний із виходом блока 8, що вчитає, а вихід через перший граничний блок 10 із рахунковим входом першого блока 11. Аналоговий вхід цифроаналогового перетворювача 12 з'єднаний із входом другого граничного блока 13, вихід якого з'єднаний з інформаційним входом другого тригера 14. Цифровий вхід цифроаналогового перетворювача 12 разом із цифровим входом регістра 15 зсуву залучений до виходу першого лічильника 1 б імпульсів, а вихід - до входів третього 17 і четвертого 18 граничних блоків. Вихід третього граничного блока 17 залучений до інформаційного входу третього тригера 19, вихід регістра 15 зсуву залучений до керуючих входів першого 20 і другого 21 керованих підсилювачів. Аналоговий вхід зжованого підсилювача 20 залучений до першої шини 22 опорної напруги, а вихід - до входу аналогового суматора 2:3, другий вхід якого з'єднаний із другою шиною 24 для підключення опорної напруги. Вихід суматора 2:3 з'єднаний із входом першого блока, що вчитає, 8 і аналоговим входом другого керованого підсилювача 21, вихід якого з'єднаний із третім входом множно-ділильного блока 9. Шина "Пуск" сполучена з входами скиду першого лічильника 16 імпульсів і першого тригера 11. Вихід генератора 26 імпульсів з'єднаний із входом першого блока 27 збігу, вихід другого підсилювача 28 високої частоти з'єднаний із входом другого детектора 29. Вихід другого генератора 37 високочастотного сигналу через паралельно з'єднані ключ 40 і конденсатор 41 ємнісного дільника з'єднаний із першою клемою ємнісної позиції виміру 39, виходом другого блока 38 задання режиму і входом другого підсилювача 28 високочастотного сигналу. Друга клема ємнісної позиції виміру 39 з'єднана з загальною шиною, вихід другого детектора 29 з'єднаний з аналоговим входом третього керованого підсилювача 42, вхід, що управляє, якого з'єднаний із виходом другого лічильника 44 імпульсів, а вихід - із входами п'ятого граничного блока 45 і другого блока 43, що вчитає. Другий вхід блока 43 з'єднаний із третьою шиною 50 опорної напруги, а вихід з аналоговим входом цифроаналогового перетворювача 12. Вихід п'ятого гранич-

ного блока 45 з'єднаний із рахунковим входом четвертого тригера 30, інформаційний вхід якого залучений до загальної шини, і першим входом другого блока 32 збігу, другий вхід якого з'єднаний із виходом блока рівності 47 і входом другого блока 38 задання режиму. Вихід блока 3:2 з'єднаний із входом скиду п'ятого тригера 31 і входом першого елемента 33 затримки, вихід якого з'єднаний із рахунковим входом третього тригера 19 і тактовим входом регістра 15 зсуву. Вихід четвертого граничного блока 18 через формувач 48 імпульсів з'єднаний із входом блока 49 АБО, інший вхід якого залучений до шини 25 "Пуск", а вихід - до входу скиду другого лічильника 44 імпульсів і настановного входу четвертого тригера 30. Прямий вихід тригера 30 сполучений із входом блока 47 рівності і через другий елемент 34 затримки з другим входом першого блока 27 збігу, а інверсний вихід - із керуючим входом ключа 40, рахунковим входом четвертого тригера 30 і через третій елемент 35 затримки з першим входом тривходового блока 46 збігу. Другий вхід блока 46 з'єднаний із виходом генератора 26 імпульсів, третій вхід спільно з другим входом блока 47 рівності і входом четвертого елемента 36 затримки з'єднані з виходом п'ятого тригера 31. Інформаційний вхід тригера 31 з'єднаний із четвертою шиною 51 для підключення опорної напруги. Рахунковий вхід другого лічильника 44 імпульсів з'єднаний із виходом першого блока 27 збігу. Вихід четвертого елемента 36 затримки сполучений із рахунковим входом другого тригера 14. Вихід тривходового блока 46 збігу сполучений із тактовим входом першого лічильника 16 імпульсів, інформаційний вхід першого тригера 11 сполучений із п'ятою шиною 52 для підключення опорної напруги.

Клема 57 позиції виміру добротності вимірювального контуру 1 сполучена з загальною шиною пристрою і через послідовно з'єднані варикап 55 настроювання і розділовий конденсатор 53 з іншою клемою 60 і через послідовно з'єднані розділовий конденсатор 54 і котушку індуктивності 56 із розділовим конденсатором 53 і виходом вимірювального контуру 1, вхід якого з'єднаний із котушкою індуктивності 56 і розділовим конденсатором 54, а керуючий вхід з'єднаний із варикапом 55 настроювання і розділовим конденсатором 53.

Порівняльний аналіз із прототипом показує, що пристрій, який заявляється, відрізняється тим, що в схему додатково введені нові блоки: ключ, конденсатор ємнісного дільника, третій керований підсилювач, другий блок, що вчитає, другий лічильник імпульсів, п'ятий граничний блок, тривходовий блок збігу, два елементи затримки, блок рівності, формувач імпульсів, блок АБО, три шини для підключення опорних напруг і їх зв'язки між собою й іншими елементами схеми, підсилювача на метрологічні характеристики пристрою, поліпшити співвідношення сигнал-шум у вимірювальному сигналі, і виключити методичну похибку виміру ємності, тим самим підвищити точність пристрою.

У вихідному стані схеми тригера 30 і 31 знаходяться в нульовому стані. Ключ 40 замкнутий, випробуваний варикап на клемі 39 ємнісної позиції виміру відсутній, на виході блока рівності 47 формується сигнал, під дією якого блок 38 задання режиму видає напругу зсуву, що відповідає другій

точці вольт-фарадної характеристики (ВФХ) випробуваного варикапа. Генератор 37 виробляє напругу частоти, на якій вимірюється ємність варикапа. Через замкнутий контакт ключа 40 напруга високої частоти надходить на вхід підсилювача 28. Посилена напруга випрямляється детектором 29 і надходить на вхід керованого підсилювача 42, величина вихідної напруги якого визначається напругою на виході детектора 29 і кодом, що зберігається в лічильнику 44. З виходу підсилювача 42 вимірювальний сигнал надходить до входів цифроаналогового перетворювача 12 і граничного блока 13. Останній залежно від величини цього сигналу виробляє відповідний логічний рівень, що надходить на інформаційний: вхід тригера 14. З генератора 4 високочастотна напруга зі значенням частоти, на якій вимірюється добротність, надходить на вимірювальний контур 1. Також на вимірювальний контур із джерела 5 подається напруга, що змінюється періодично в часту. Випробуваний варикап на клеммах 57 відсутній. З блока 2 завдання режиму напруга зсуву через котушку індуктивності 56 вимірювального контуру 1 надходить на клему 57. На вході підсилювача 6 напруга відсутня, тому що вимірювальний контур 1 без випробуваного варикапа в резонанс настроїтися не може через малу ємність контуру.

Робота пристрою для розбраковування варикапів по ємнісних параметрах і добротності полягає в наступному.

З надходженням випробуваного варикапа на клему 39 на пристрій подається імпульс "Пуск", із приходом якого обнуляються лічильник 16 і тригер 11. Одночасно через блок 49 АБО встановлюється в одиничний стан тригер 30. На його інверсному виході формується нульовий потенціал, що переводить ключ 40 у розімкнений стан, на виході блока 47 рівності сигнал дорівнює нулю, блок завдання режиму виробляє напругу зсуву, необхідну для контролю ємності в першій точці ВФХ випробуваного варикапа. Тригер 30 із затримкою, яка забезпечується елементом 34 і необхідна для спрацювання ключа 40 і встановлення перехідних процесів у вимірювальному ланцюзі, дозволяє проходження тактових імпульсів від генератора 26 через блок 27 збігу на вхід лічильника 44.

Конденсатор 41 разом із ємністю випробуваного варикапа утворюють ємнісний дільник, сигнал із виходу якого посилюється і випрямляється відповідно підсилювачем 28 і детектором 29 і надходить до входу керованого підсилювача 42. На виході детектора 29 формується напруга

$$U_{д1} = U_r \cdot k_y \cdot \frac{C}{C + C_{x1}}, \quad (1)$$

де U_r - напруга генератора 37; k_y - коефіцієнт підсилення підсилювача 28 і детектора 29; C - значення ємності 41 дільника; C_{x1} - значення ємності варикапа в першій точці його ВФХ.

В міру збільшення коду лічильника 44 сигнал на виході підсилювача 42 зростає і при досягненні їм рівня, визначеним порогом спрацювання блока 45 обнуляється тригер 30, подача тактових імпульсів на вхід лічильника 44 припиняється. У цей момент буде справедлива, рівність

$$U_{д1} \cdot k_1 = U_{оп1}, \quad (2)$$

де k_1 - коефіцієнт підсилення підсилювача 42; $U_{оп1}$ - величина порога спрацювання блока 45.

При встановленні в нуль тригера 30 замикається ключ 40, закорочується ємність 41, на виході підсилювача 42 формується сигнал

$$U_{вих} = U_r \cdot k_y \cdot k_1,$$

Або, з урахуванням (1) і (2)

$$U_{вих} = U_r \cdot k_y \cdot \frac{U_{оп1}}{U_{д1}} = U_{оп1} + U_{оп1} \cdot \frac{C_{x1}}{C},$$

Якщо на вхід, що вчитає, блока 43 (шина 50 опорної напруги) подати сигнал, рівний порогові спрацювання блока 45, на виході блока 43 одержимо

$$U_{вих1} = U_{оп1} \cdot \frac{C_{x1}}{C}, \quad (3)$$

- напруга, пропорційна ємності C_{x1} , що вимірюється, яка надходить на граничний блок 13, реєструючи ступінь придатності випробуваного варикапа по ємності в першій точці ВФХ.

З встановленням в нуль тригера 30 на його інверсному плечі виникає позитивний перепад, який надходить на рахунковий вхід тригера 31, на інформаційний вхід котрого (шина 51 опорної напруги) поданий сигнал логічної одиниці. Тригер 31 встановлюється в одиничний стан. Сигнал з його виходу, пройшовши елемент 36 затримки, час якого визначається часом спрацювання ключа 40 і встановленням перехідних процесів, запам'ятовує стан граничного блока 13 у тригері 14.

Одночасно сигнал із інверсного виходу тригера 30, пройшовши елемент затримки 35, час якого також визначається часом спрацювання ключа, дає дозвіл на проходження тактових імпульсів від генератора 26 через блок 46 збігу з дозволу тригера 31 на рахунковий вхід лічильника 16. В міру надходження імпульсів на вхід лічильника 16 відбувається зрівнювання схеми по ланцюгу: вихід цифроаналогового перетворювача 12, граничний блок 18, формувач 48, тригер 30, лічильник 26 імпульсів, блок 46 збігу. У момент зрівнювання спрацює блок 18 і фіксується рівність

$$U_{вих1} \cdot k_2 = U_{оп2}, \quad (4)$$

де $U_{вих1}$ - напруга на виході цифроаналогового перетворювача 12; k_2 - коефіцієнт підсилення схеми перетворювача; $U_{оп2}$ - напруга спрацювання граничного блока 18.

Цифровий код, що відповідає значенню k_2 , зберігається в лічильнику 16. Напруга $U_{вих1}$ відповідає ємності варикапа в точці зміщення, при якій вимірюється його добротність.

Сигнал із виходу граничного блока 18 через формувач 48, який із перепаду формує одиничний імпульс, через блок 49 АБО обнуляє лічильник 44 і встановлює в одиничний стан тригер 30, припиняючи проходження тактових імпульсів від генератора на вхід лічильника 16. Згідно з цим станом розмикається ключ 40, на виході блока 47 рівності формується сигнал, який переводить блок 38 завдання режиму на формування напруги зміщення, значення якої відповідає другій точці ВФХ випробуваного варикапа. Сигнал від тригера 30 через елемент 34 затримки дозволяє проходження тактових імпульсів від генератора 26 на вхід лічильника 44. Аналогічно описаному раніше на виході детектора 29 формується напруга

$$U_{д2} = U_r \cdot k_y \cdot \frac{C}{C + C_{x2}},$$

де C_{x2} - значення ємності варикапа в другій точці його ВФХ.

Керований підсилювач 42 відпрацьовує такий коефіцієнт підсилення k_3 , при якому настає рівність

$$U_{д2} \cdot k_3 = U_{оп1},$$

З появою сигналу на виході граничного блока 45 обнуляється тригер 30, замикається ключ 40. На виході блока 43 одержимо

$$U_{вих2} = U_{оп1} \cdot \frac{C_{x2}}{C} \quad (5)$$

- напруга, пропорційна ємності C_{x2} у другій точці ВФХ.

На виході цифроаналогового перетворювача 12 формується напруга

$$U_{цал} = U_{вих2} \cdot k_2$$

Або з урахуванням (3), (4) і (5)

$$U_{цал} = U_{оп2} \cdot \frac{C_{x2}}{C_{x1}} \quad (6)$$

- величина, обернено пропорційна коефіцієнту перекриття по ємності випробуваного варикапа, ступінь придатності якого по зазначеному параметру визначається граничним блоком 17.

Одночасно з дозволу блока 47 рівності на виході блока 32 збігу формується імпульс, що обнуляє тригер 31 і через час, визначений елементом 33 затримки, необхідний для спрацювання ключа 40, формується сигнал, що фіксує стан граничного блока 17 у тригері 19 і виробляє запис інформації лічильника 16 у регістр 15 зсуву. Схема, виміру ємнісних параметрів приводиться у вихідний стан. Інформація про ємність і коефіцієнт перекриття по ємності знаходиться відповідно в тригерах 14 і 19.

Нижче наводиться таблиця, що фіксує стан основних елементів схеми керування вимірювача ємності в основних режимах роботи.

Таблиця

Стан тригерів		Стан ключа	Основний режим
30	31		
0	0	Замкнений	Вихідний стан
1	0	Розімкнений	Вихід на першу точку ВФХ, набір коду в лічильнику 44
0	1	Замкнений	Розбраковування по С, робота ЦАП 12
1	1	Розімкнений	Вихід на другу точку ВФХ, набір коду в лічильнику 44
0	0	Замкнений	Розбраковування по коефіцієнту перекриття

З рівнянь (3), (5) і (6) випливає, що вихідні сигнали схеми виміру ємності не залежать від розміру напруги генератора 37 і коефіцієнта підсилення підсилювача 28, а отже, і від їхньої стабільності, тобто фактично в результаті роботи керованого

підсилювача. 42 сталася самокалібровка вимірювального тракту. Крім того, метод ємнісного дільника, застосований в пристрої, не має методичної похибки, яка властива методу ємнісно-омічного дільника. Величина сигналу, що знімається з дільника, може бути значно збільшена й у границі доведена до напруги високочастотного генератора в методі ємнісно-омічного дільника, що знижує нестабільність вимірювального тракту через зменшення коефіцієнта підсилення і значно покращує співвідношення сигнал - шум вимірювального сигналу.

Після контролю ємнісних параметрів випробуваний варикап поступає на клеми 57 для виміру добротності, а на клеми 39 надходить новий досліджуваний варикап. Подачу варикапів на вимірювальні клеми можна забезпечити за допомогою автоматичного пристрою завантаження-розвантаження.

З надходженням варикапа на клеми 57 вимірювальний контур 1 періодично, із частотою імпульсів напруги джерела 5, що змінюється, настраюється в резонанс. На виході детектора 7 формується сигнал дзвіноподібної форми.

Імпульсом "Пуск" тригер 11 обнуляється. Код, який проходить із регістра 15 зсуву, пропорційний ємності, що вимірюється, в першій точці ВФХ випробуваного варикапа, тобто точці з напругою зміщений, при якій вимірюється його добротність. На виході керованого підсилювача 20 формується сигнал, пропорційний ємності, що вимірюється, а на виході аналогового сумматора 23 сигнал

$$U_y = A + B \cdot C_{x1},$$

де А і В - постійні величини, що залежать від опорних напруг, подаваних на клеми 22 і 24. На виході підсилювача 21 формується напруга

$$U_{y1} = U_y \cdot C_{x1} \cdot k_4,$$

де k_4 - постійна величина.

Напруга U_{y2} поступає на множний вхід множнодільного пристрою 9. На його ділильний вхід поступає напруга з блока 8, що вичитає,

$$U_B = U_y - U_d,$$

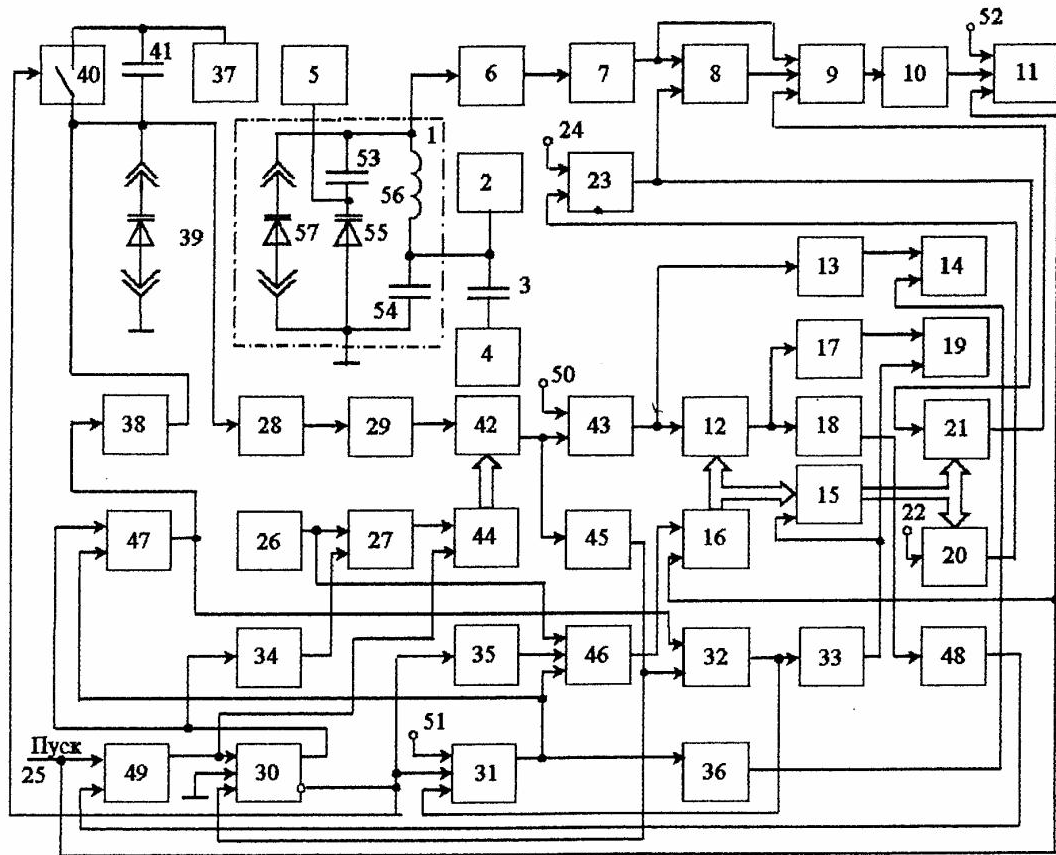
де U_d - вихідна напруга детектора 7.

На інший множний вхід поступає напруга з виходу детектора 7. В множнодільному пристрої 9 провадиться обчислення добротності U_Q варикапа по формулі:

$$U_Q = \frac{U_d}{U_y - U_d} \cdot U_y \cdot C_{x1} \cdot k_4,$$

Якщо отримана величина перевищує поріг спрацювання блока 10, на виході останнього формуються прямокутні імпульси і, оскільки на клеми 52 поданий сигнал логічної одиниці, тригер 11 встановлюється в одиничний стан.

Тому що при обчисленні добротності випробуваного варикапа використовується інформація про його ємність, що у запропонованому варіанті вимірюється з більш високою точністю, точність виміру добротності також підвищиться за рахунок збільшення точності визначення величин C_{x1} і U_y .



Фіг.

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