

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИНХРОНИЗИРОВАННЫХ ИМПУЛЬСНЫХ КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ С ЗАДЕРЖАННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ДЛЯ ЕМКОСТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

И.А.Малевич, С.И.Чубаров

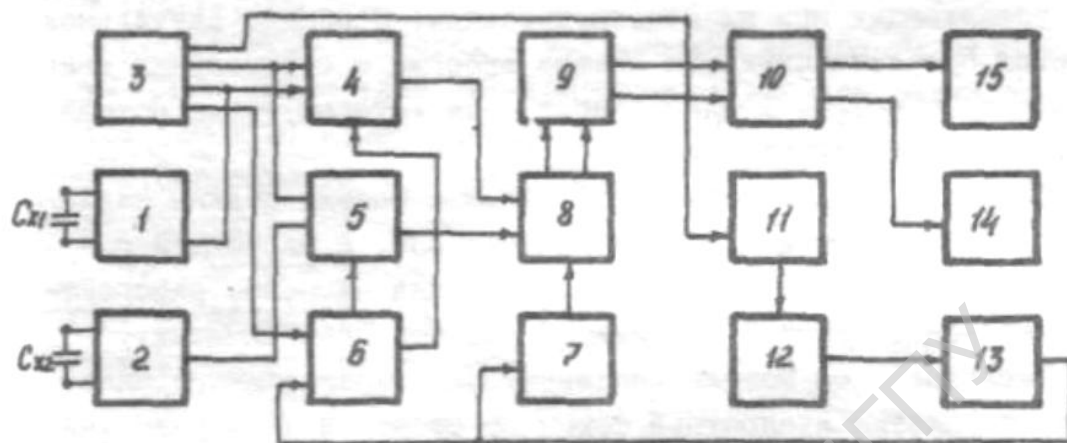
Методы емкостной спектроскопии, как предсказано в ряде работ, являются наиболее перспективными для анализа процессов в физике твердого тела и технологии полупроводниковых схем. Целью сообщения является описание разработанного метода и электронной аппаратуры для измерений малых емкостей, основанных на анализе величин временного сдвига измерительного и опорного генераторов, в которых в качестве измерительных генераторов используются синхронизированные по фазе СВЧ сигнала импульсные колебательные системы с задержанной обратной связью (ИКСЗОС).

Использование сверхвысокочастотной фазовой синхронизации позволяет, во-первых, обеспечить однозначную фазовую когерентность формируемых измерительных потоков информации относительно первичного эталона частоты и, во-вторых, позволяет стабилизировать шаг дискретности измерительных преобразователей, что особенно существенно при измерении малых величин входных воздействий.

Структурная схема разработанного двухканального измерителя представлена на рисунке. Измеритель состоит из балансно-скомпенсированного параметрического датчика (БСПД) (1,2), таймерного устройства управления (3), измерительных ИКСЗОС (4,5), управляемого аттенюатора (6), опорного ИКСЗОС (7), коммутатора (8), схемы селекции временного сдвига (9), интерполяционного преобразователя время-код (10), первичного эталона частоты (11), умножителя частоты (12), полоскового синхронизатора (13) и устройств вывода ЦПУ - (14), цифрового индикатора (15).

В исходном состоянии периоды опорного  $T_0$  и измерительного генераторов  $T_u$  равны  $T_0 = T_u$  и синхронизированы с первичным эталоном частоты. По началу измерения управляемый аттенюатор отключает сигнал синхронизации от измерительного ИКСЗОС, а с БСПД на него подается сигнал разбаланса, который деформирует период измерительного ИКСЗОС  $T_u = T_0 + \Delta T$ . Вслед за этим измерительный ИКСЗОС с новым индексом синхронизации вновь стабилизируется по фазе образцового СВЧ сигнала, жестко фиксируя тем самым шаг

дискретности изменения периода ИКСЗОС, пропорциональный входному воздействию. Схема селекции временного сдвига определяет разность периодов опорного и измерительного ИКСЗОС  $\Delta T$ , которая пропорциональна измеряемой входной величине. Полученный временной интервал  $\Delta T$  измеряется интерполяционным преобразователем время-код с разрешающей способностью  $2 \cdot 10^{-11}$  с.



Для обеспечения высокой точности измерения малых возмущений входных воздействий необходимо использовать измерительные генераторы с высокой потенциальной чувствительностью к изменению входных воздействий. Данному требованию удовлетворяют ИКСЗОС генерирующие в стационарном режиме импульсные последовательности на частотах от 50 до 125 МГц. Однако увеличение частоты ИКСЗОС выше 50 МГц ведет к снижению параметров кратковременной и долгосрочной стабильности, что сказывается на росте погрешности фиксации временного сдвига, который несет информацию о значении измеряемой величины входного воздействия. Полная компенсация эффектов ухудшения стабильности измерительных и опорного ИКСЗОС достигается использованием привязки периодов генераторов к фазе образцового СВЧ сигнала, т.е. путем переноса исходной стабильности сигнала первичного эталона частоты на генерируемые измерительные последовательности.

Разработанное устройство используется для измерения малых емкостей  $GaP$   $p-n$  переходов с  $ZnO$  и  $O$  центрами и контроля параметров быстродействующих  $n/n$  приборов. Разрешающая способность устройства на частоте опорного и измерительного ИКСЗОС 125 МГц составляет  $\sim 0,01$  пФ.