

ПРИБОРЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫЕ
В ЛАБОРАТОРИЯХ

УДК 621.315.592

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ
НЕРАВНОВЕСНЫХ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В КРЕМНИИ
БЕСКОНТАКТНЫМ С.В.Ч.-МЕТОДОМ

© 2011 г. В. М. Владимиров, В. В. Марков, М. Е. Сергей, В. Н. Шепов

Красноярский научный центр СО РАН
Россия, 660036, Красноярск, Академгородок, 50
Поступила в редакцию 01.10.2010 г.

Описан новый прибор для измерения времени жизни неравновесных носителей заряда в монокристаллическом и мульткристаллическом кремнии бесконтактным с.в.ч.-методом.

Развитие современных технологий получения мульткристаллического и монокристаллического кремния потребовало разработки универсального бесконтактного измерителя времени жизни неравновесных носителей заряда (в.ж.н.н.з.) с широким диапазоном измерения. Прибор должен надежно определять в.ж.н.н.з. в широком диапазоне удельных электрических сопротивлений кремниевых образцов, включая характерные значения удельных электрических сопротивлений для монокристаллического и мульткристаллического кремния, а также измерять распределение в.ж.н.н.з. по всей поверхности пластин кремния в автоматическом режиме.

Ниже описан разработанный нами автоматизированный прибор, измеряющий в.ж.н.н.з. бесконтактным с.в.ч.-методом по спаду фотопроводимости.

На рис. 1 приведена структурная схема измерителя. Для повышения точности измерений разработан оригинальный с.в.ч.-блок 2, обеспечивающий управляемую перестройку частоты с.в.ч.-генератора в диапазоне 4.8–5.3 ГГц с минимальной дискретностью 0.1 МГц и регулировку с.в.ч.-мощности в пределах 0.01–100 мВт. Блок позволяет контролировать не только изменение частоты и амплитуды резонансной линии, но и изменение добротности с.в.ч.-резонатора при нагружении его на образцы кремния [1]. Контроль осуществляется в специальном окне управляющей программы.

Для расширения диапазона удельных электрических сопротивлений измеряемых образцов кремния разработан с.в.ч.-резонатор 4 специальной конструкции, обеспечивающий связь с.в.ч.-блока с измеряемым образцом кремния [2]. С.в.ч.-резонатор работает в режиме “на отражение”. Резонатор имеет сквозное отверстие и расположен в отдельном корпусе вместе с лазерным диодом 3. Сквозь отверстие в резонаторе прохо-

дит излучение лазерного диода, закрепленного с другой стороны резонатора. В измерителе применен лазерный диод с длиной волны 1.06 мкм и предельной мощностью непрерывного излучения 500 мВт.

Для автоматизации измерений написана управляющая программа в системе Borland C++ Builder. Программа задает нижнюю и верхнюю границы диапазона перестройки частоты с.в.ч.-генератора, дискретность перестройки, длительность и мощность излучения лазерного диода. Управление измерениями осуществляется с персонального компьютера 5, соединенного через USB-порт с блоком управления 1. Контроллер блока управления координирует работу с.в.ч.-блока и схемы управления излучением лазерного диода. Другой контроллер управляет вертикальным перемещением с.в.ч.-резонатора, линейным перемещением и угловым вращением измерительного столика 7, на который помещается измеряемый полупроводник.

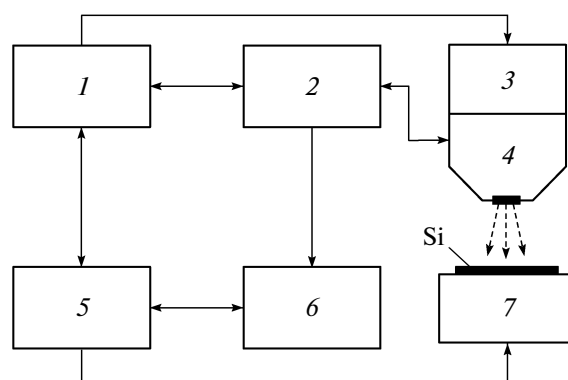


Рис. 1. Блок-схема измерителя. 1 – блок управления; 2 – с.в.ч.-блок; 3 – лазерный диод; 4 – с.в.ч.-резонатор; 5 – персональный компьютер; 6 – а.ц.п.; 7 – управляемый измерительный столик с измеряемым образцом кремния (Si).

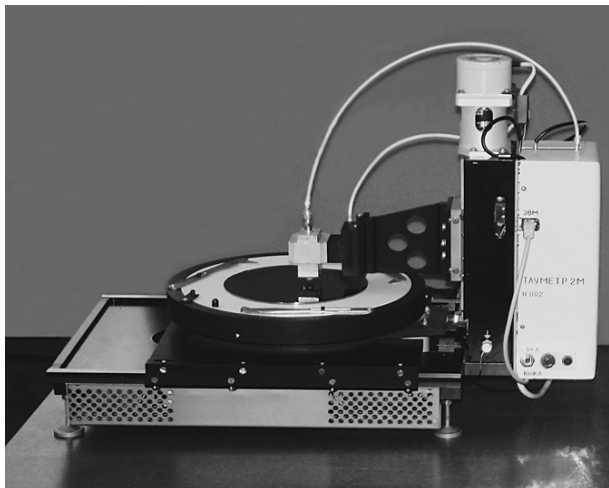


Рис. 2. Внешний вид измерителя.

После установления оптимальной связи между измеряемым образцом кремния и с.в.ч.-резонатором по команде управляющей программы импульс лазерного излучения заданной длительности и мощности проходит через сквозное отверстие с.в.ч.-резонатора и возбуждает н.н.з. в полупроводнике. Спад фотопроводимости фиксируется по зависимости изменения амплитуды резонансной линии с.в.ч.-резонатора от времени. Далее по спаду фотопроводимости определяется эффективное в.ж.н.н.з. и рассчитывается его объемное значение по международным стандартам SEMI MF1535 и MF28 (b).

На рис. 2 показан внешний вид измерительной части прибора.

Основные технические характеристики прибора. Диапазон измерений в.ж.н.н.з. составляет 0.1–10000 мкс. Разрешающая способность 0.1%, повторяемость результатов измерений 2%. Значения удельных электрических сопротивлений измеряемых образцов кремния могут варьироваться в диапазоне 0.1–10000 Ом·см. Измерения в.ж.н.н.з. во всем диапазоне удельных электрических сопротивлений проводятся в едином режиме отражения с.в.ч.-мощности.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы СО РАН “Импортозамещение”.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Владимиров В.М., Коннов В.Г., Марков В.В. и др. // Труды XX Международной Крымской конференции “СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии”. Севастополь: КрыМиКо, 2010. С. 967.*
2. *Владимиров В.М., Марков В.В., Мартыновский В.Н., Шепов В.Н. Патент РФ по заявке № 2010104582/07 от 03.02.2010.*

Адрес для справок: Россия, 660036, Красноярск, Академгородок, 50, Красноярский научный центр СО РАН. Тел. +7(391)2905494. Факс (391) 439765. E-mail: vlad@ksc.krasn.ru, shepov@ksc.krasn.ru