

УДК 621.317.799:621.382

## СПОСОБ ОПЕРАТИВНОГО ПОДКЛЮЧЕНИЯ СИЛЬНОТОЧНЫХ ОБЪЕКТОВ ТЕСТИРОВАНИЯ

Лисенков Б.Н., Кравчук А.С., Голод Л.И., Грицев Н.В.

ОАО «МНИПИ»

Минск, Республика Беларусь

При измерении электрических параметров компонентов возникает погрешность, связанная с падением напряжения на проводниках измерительной схемы, которую устраняют путем подключения к электродам этих компонентов двух проводников измерительной схемы (Кельвиновское подключение). Один из проводников является токовым (силовым) и служит для передачи тока, а другой используется для измерения потенциала, возникающего на электроде, и является потенциальным (измерительным).

При стационарном включении в измерительную цепь чувствительного компонента, каждый из его электродов изготавливают с отдельными выводами для подключения токового и потенциального проводников. Это обеспечивает высокую точность измерения потенциала каждого электрода. Однако этот способ практически непригоден для подключения объектов тестирования (ОТ) у которых каждому электроду соответствует один вывод.

Для оперативного Кельвиновского подключения к измерительной схеме таких объектов применяют способ противоположного контактирования. Согласно этому способу токовый и потенциальный проводники измерительной схемы снабжают контактами, которые с силой прижимают к противоположным сторонам соответствующего вывода ОТ с помощью пружины на время тестирования.

Одна из реализаций данного способа основана на применении двухпроводных зажимов типа «крокодил». Однако оперативность их подключения невелика, поскольку при подключении очередного зажима к соответствующему выводу ОТ необходимо сжать и отпустить его пружину, не нарушая контакта с другими выводами ОТ остальных зажимов.

Существенное повышение оперативности двухпроводного подключения ОТ обеспечивает другая реализация способа противоположного контактирования, согласно которой противоположные контакты (токовый и потенциальный) выполняют в виде одинаковых, предварительно сжатых пружин.

Для иллюстрации данной реализации способа противоположного контактирования, на рисунке 1 представлен трехэлектродный ОТ в корпусе типа ТО-220, каждый из выводов которого находится между двух одинаковых, сжимающих его пружинных контактов. Предварительное сжатие противоположных контактов обеспечивается

кон-струкцией из непроводящего материала (на рисунке не показана).

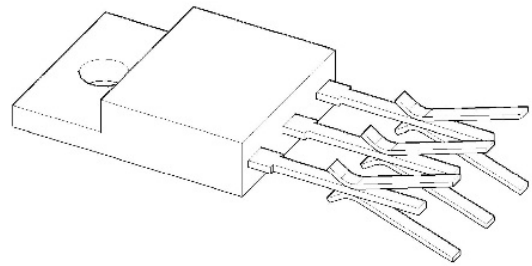


Рисунок 1 – Кельвиновское подключение ОТ в корпусе типа ТО-220 по способу противоположного контактирования с помощью одинаковых пружинных контактов

Благодаря сдиранию слоя окиси с контактирующих поверхностей при установке ОТ, эта реализация способа противоположного контактирования обеспечивает малое контактное сопротивление и широко применяется в диапазоне токов до 20 А [1].

Однако, при испытаниях образца анализатора ВАХ с диапазоном тока до 100 А, установлено, что погрешность измерения ВАХ резко возрастает при увеличении тока сверх 20 А и изменяется случайным образом при каждом новом подключении ОТ или при небольшом изменении точек соприкосновения его выводов с пружинными контактами [2]. Причем, на результат измерения большое влияние оказывает сила сжатия контактов.

Увеличение погрешности измерения с помощью способа противоположного контактирования при больших значениях тока, объясняется тем, что плотность тока в трехмерном выводе ОТ, при подключении токового проводника к его поверхности, как показано на рисунке 1, крайне неравномерна в окрестности точки подключения этого проводника.

Из-за неравномерной плотности тока, возникает соответствующая неравномерность потенциала на поверхности вывода ОТ в окрестности точки подключения токового проводника. Это приводит к появлению погрешности измерения потенциала с помощью потенциального проводника, поскольку точка его контактирования с выводом ОТ находится вблизи от точки подключения токового проводника.

С увеличением силы тока, область поверхно-

сти трехмерного проводника, на которой неравномерность его потенциала оказывает влияние на показания измерителя, расширяется.

Из-за шероховатости поверхностей, контактирование токового и потенциального пружинных контактов происходит лишь в отдельных точках, положение которых при механическом смещении ОТ относительно пружинных контактов изменяется. Очевидно, что с изменением взаимного расположения точек токового и потенциального контактирования, изменяется потенциал поверхности в точке его измерения, при этом изменяются и показания измерителя ВАХ.

Сила сжатия противоположных пружинных контактов, между которыми вдвигают луженый медный вывод, ограничена прочностью этого вывода к сминанию и прочностью пленки припоя к сдиранию.

Для оперативного Кельвиновского подключения сильноточных ОТ при минимальной погрешности измерения, нами разработан способ разнесенного контактирования, который позволяет исключить перечисленные недостатки.

Согласно новому способу, точки контактирования токового и потенциального проводников с поверхностью трехмерного вывода смещены (разнесены) друг относительно друга по длине вывода и могут быть расположены на любой из его сторон.

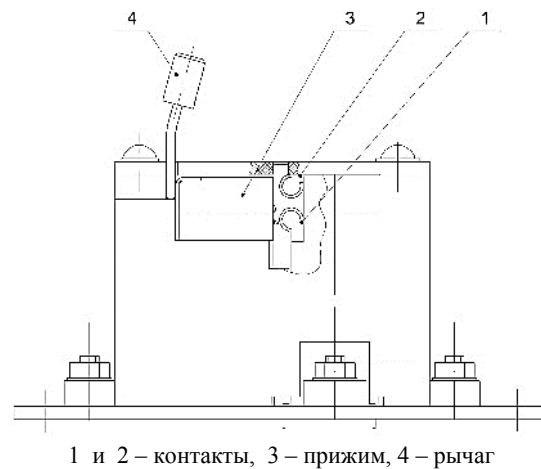
Расстояние между точками контактирования токового и потенциального проводников с поверхностью трехмерного вывода выбирают таким, чтобы плотность тока в сечении трехмерного вывода, проходящем через точку контактирования потенциального проводника, была практически равномерной при протекании по выводу максимально возможного тока в диапазоне измерения.

На рисунке 2 представлен узел контактирования выполненный в соответствии с новым способом, который входит в состав соединителя, обеспечивающего подключение двух- и трехэлектродных ОТ в корпусах типа ТО-220, ТО-247 и др. С помощью разреза, проходящего через один из каналов контактирования предназначенный для установки вывода ОТ, показано расположение контактов 1 и 2, реализующих двухпроводное подключение.

Расстояние между контактами выбрано экспериментально в соответствии с новым способом двухпроводного подключения. Прижим 3 служит для прижатия вывода ОТ к контактам 1 и 2, путем перемещения по горизонтали под действием рычага 4. Рычаг 4 имеет два фиксированных положения, одно из которых предназначено для установки ОТ, практически без усилия, а другое – для прижатия его выводов к контактам с достаточно большим усилием.

На рисунке 3 показан внешний вид соединителя

для подключения двух- и трехэлектродных компонентов, на верхней панели которого расположен рассмотренный выше узел контактирования с каналами 1, 2, 3.



1 и 2 – контакты, 3 – прижим, 4 – рычаг

Рисунок 2 – Узел контактирования выполненный в соответствии с новым способом подключения сильноточных ОТ

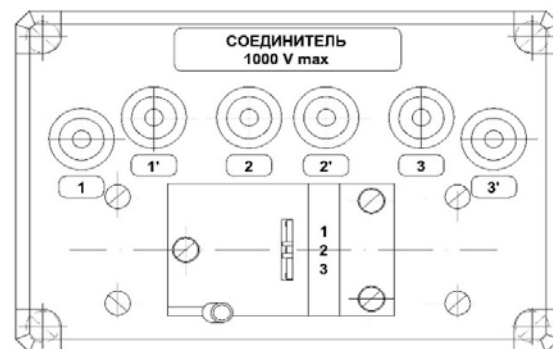


Рисунок 3 – Соединитель для двухпроводного подключения сильноточных ОТ согласно новому способу

Гнезда 1 и 1', 2 и 2', 3 и 3' служат для подключения к соответствующим гнездам анализатора С и С', В и В', Е и Е' с помощью двухпроводных тоководов сечением  $2,5 \text{ мм}^2$ , что позволяет использовать соединитель для подключения компонентов с любой цоколевкой.

1. Лисенков Б.Н. Измеритель параметров полупроводниковых приборов ИППП-3 / Б.Н. Лисенков, А.А. Бруек, А.Г. Петрович // Материалы 3-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2010». – Минск. – 2010. – С. 83-84.
2. Лисенков Б.Н. Анализатор вольтамперных характеристик силовых полупроводниковых приборов / Б.Н. Лисенков, Н.В. Грицев, А.А. Бруек // Материалы 7-й Международной научно-технической конференции «Приборостроение-2010». – Минск. – 2010. – С. 90-92.