

УДК 621.396.181.5

О ПОВЫШЕНИИ ТОЧНОСТИ ТОКОВОЙ КОРРЕКТИРОВКИ РЕЗИСТОРОВ

В.П. Северденко, В.А. Лабунев, В.А. Сокол

При производстве тонкопленочных интегральных схем трудно точно выдержать заданные допуски на номинал тонкопленочных резисторов (ТПР). В связи с этим применяется специальная технологическая операция - корректировка номинала ТПР, которую можно осуществить за счет изменения их геометрических размеров или удельного сопротивления материалов. Чаще всего на практике идут по первому пути, причем в основном изменяют ширину резистора или его толщину, поскольку размер резистора по длине ограничен контактными площадками. Для изменения ширины резистора применяют следующие методы: нанесение царапин, электроэрозия, химическое и электролитическое травление, испарение пленок с помощью теплового воздействия пучка электронов, ионов или когерентного света (лазера).

Изменение толщины резистора осуществляется в основном электролитическим травлением и окислением его поверхности при нагревании в среде кислорода.

Указанные методы имеют ряд существенных недостатков; сопротивление резистора можно изменять лишь в сторону увеличения его номинала, при удалении части резистивного материала уменьшается поперечное сечение резистора, что приводит к уменьшению надежности при его эксплуатации, необходимо иметь доступ к ре-

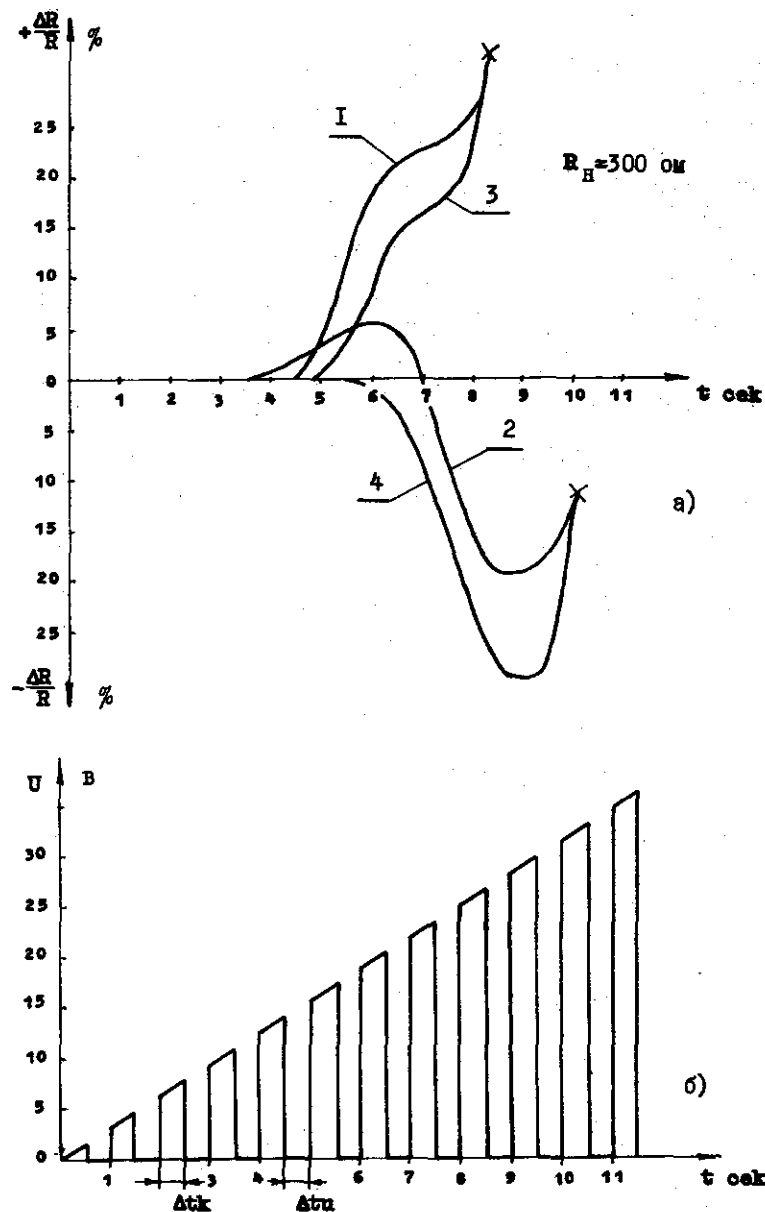


Рис. I

зистивному материалу, а это невозможно при наличии защиты и многослойной конструкции микросхемы.

Изменение удельного сопротивления материала ТПР можно осуществить и термообработкой при нагревании в термической печи.

Однако этот способ корректировки номиналов ТПР не представляется целесообразным, поскольку невозможно избирательное изменение номиналов отдельных резисторов. В работе [1] показана принципиальная возможность осуществления корректировки номиналов ТПР за счет пропускания через них электрического тока выше номинального. На использовании этого явления уже построены специальные установки [2,3], принцип работы которых заключается в корректировке номинала тонкопленочного резистора с помощью электрического тока, пропускаемого через него, и одновременного непрерывного измерения величины сопротивления.

Однако точность корректировки номинала ТПР при использовании таких установок в автоматическом режиме не превышает $\pm 5\%$.

Целью настоящей работы является выявление причин, определяющих низкую точность метода и исследование путей повышения точности. Исследования проводились на тонкопленочных резисторах из никрома, полученных по стандартной технологии с наличием и без наличия защитного покрытия и имеющих номиналы в диапазоне 100 ом - 80 ком.

Первый этап экспериментов проводился на установке, работающей по принципу известных установок, т.е. линейно возрастающее напряжение подавалось на корректируемый резистор, включенный в мостовую схему, с помощью которой осуществлялось измерение номинала ТПР непосредственно в процессе его корректировки. При этом были приняты меры для исключения влияния сигнала корректировки на измерительный сигнал. Кинетика изменения номинала резистора в процессе корректировки непрерывно регистрировалась.

Вид кинетических кривых токов корректировки исследуемых резисторов описанным методом приведен на рис. I, а. Кривая I относится к резисторам без защиты, кривая 2 - к резисторам с защитой. Характер изменения номинала ТПР был идентичным для всех номиналов резисторов. Как видно из рис. I, а, сопротивление ТПР, не имеющих защитного покрытия, в результате токовой корректировки изменяется в сторону увеличения, а сопротивление резисто-

ров, имеющих защитное покрытие, изменяется сложным образом: вначале несколько увеличивается, а затем в сильной степени уменьшается.

Точность корректировки номиналов резисторов определялась сравнением величины сопротивления, измеренного в процессе корректировки при определенном напряжении, с сопротивлением этого же резистора, измеренным после снятия напряжения корректировки. Эти величины отличались на 5 - 10%, что и определяет точность данного метода. Основной причиной низкой точности второй корректировки, осуществляемой с помощью описанной установки, является тот факт, что измерение номинала резистора производится в процессе пропускания через него тока корректировки. В таком состоянии физические свойства разогретого током резистора значительно отличаются от его свойств при исходной температуре.

Второй этап экспериментов проводился на установке, в которой операции корректировки номинала резистора и его измерение были разделены и осуществлялись циклически согласно графику, приведенному на рис. 1,б.

Подаваемое на резистор линейно-возрастающее напряжение периодически отключается, в результате чего в течение времени Δt_c осуществлялась корректировка номинала резистора, а в течение времени Δt_u происходило снижение температуры резистора и последующее измерение его номинала.

Точность корректировки определялась значениями Δt_c и Δt_u и составляла $\pm 0,5\%$.

Кривые изменения номинала резистора, снятые при использовании описанной установки, приведены на рис. 1,а (кривые 3 и 4). Как видно из рисунка, эти кривые существенно отличаются от кривых, полученных при использовании известной установки, причем разница в ординатах соответствующих кривых определяет различие в точности двух методов.

Л и т е р а т у р а

1. ГРАММ С.А., МОНТВИЛЛО Б.К. Об одном способе корректировки пленочных резисторов. - "Электронная техника", сер. 6, вып. 6, 1968.
2. Подгонка номиналов резисторов контролируемым токовым перегрузкам. - "Электроника", 1967, № 23.
3. Термическая подгонка пленочных резисторов. - "Solid State Technology", 1970, vol. 13, № 4.

Поступила в ред.-изд.отд.

1 ноября 1971 г.