

©2011 г. Лукашенко А.Г., Лукашенко Д.А., Лукашенко В.А.,
Лукашенко В.М.

Институт электросварки им. Е.О. Патона, Киев
Черкасский государственный технологический университет, Черкассы

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЯ СИГНАЛОВ ДЛЯ ПЯТИКООРДИНАТНОГО ЛАЗЕРНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

На основании системного анализа определено, что базовым компонентом распределителей сигналов есть коммутатор. Для микропроцессорной системы управления пятикоординатного лазерного технологического комплекса предложена модель распределителя сигналов, которая имеет в качестве базового компонента ИС B1110KN1-2. Она построена по МДП-технологии, которая характеризуется малой мощностью потребления 0,1 мВт на канал при температуре окружающей среды 293 К. Преимущество этого коммутатора в том, что схемотехническое решение расположено на кристалле размерами $(6 \times 3 \times 0,4)$ мм³ имеет 32 входа/выхода с возможностью наращивания.

Ключевые слова: коммутатор сигналов, лазерный технологический комплекс, ток утечки.

На підставі системного аналізу визначено, що базовим компонентом розподільників сигналів є комутатор. Для мікропроцесорної системи керування пятикоординатного лазерного технологічного комплексу запропонована модель розподільника сигналів, яка має в якості базового компонента ІС B1110KN1-2. Вона побудована по МДП-технології, що характеризується малою потужністю споживання 0,1 мВт на канал при температурі оточуючого середовища 293 К. Перевага цього комутатора в тому, що схемотехнічне рішення розповсюджено на кристалі розмірами $(6 \times 3 \times 0,4)$ мм³ має 32 входи/виходи з можливістю нарощування.

Ключові слова: комутатор сигналів, лазерний технологічний комплекс, струм витоку.

Based on system analysis determined that the basic component distributors signals are switching. For microprocessor control system five-axis laser technological complex proposed model signal distributor, which has as a ba-establish a base component of IS B1110KN1 2. It is based on TIR-technology that binds the characters-low power consumption of 0.1 MW per channel at a temperature of environment surrounding the 293 K. The advantage of this switchboard is that the circuit engineering solutions distributed on the crystal size $(6 \times 3 \times 0,4)$ mm³ has 32 inputs/outputs with the possibility of extension.

Keywords: switch signals, laser processing facility, leakage current.

Постановка задачи

Распределители сигналов являются неотъемлемой частью микропроцессорной системы обработки информации в лазерных технологических комплексах (ЛТК). Схемы распределителей в микропроцессорных системах управления пронизывают всю их структуру. Они широко используются для управления цифровыми устройствами:

- в процессе выполнения соответствующих операций;
- при обмене информацией между памятью и процессорами определенных групп;

- при изменении структуры многопроцессорных систем;
- при реконфигурации системы при отказах и подключении резерва;
- при передаче прецизионной информации в блок ее обработки и т.п.

Распределители строятся на базе современных коммутаторов с различным числом переключающих входов, каналов и формирователей сигналов, распределенных во времени и по уровню. От реализации коммутационных функций распределителя зависит оперативность и гибкость многопро-

цессорной системы управления ЛТК [1-3].

Существующие [2] малогабаритные коммутаторы - мультиплексоры, выполненные по ТТЛ – технологии, обладают высоким быстродействием, способностью наращивать большое число подключаемых элементов (например, на элементной базе ИС 555КП15 до 1024), но при этом ток потребления определяется единицами ампер, что неприемлемо для ЛТК.

Микромощные 16 канальные коммутаторы К1104КН-1, выполненные по КМОП – технологии, при предельных значениях допустимых электрических режимов эксплуатации имеют мощность потребления не более 500 мВт. Однако значение тока утечки на входных/выходных шинах велико и составляет 200 нА [3].

Большинство коммутаторов содержат блоки управления и ключи, выполненные на основе МДП – транзисторов. Основным преимуществом последних является следующее: во-первых, в открытом состоянии они могут пропускать ток как в прямом, так и обратном направлениях, обеспечивая многофункциональность коммутатора (*multiplexer, demultiplexer*); во-вторых, цепь управления МДП - транзистора электрически изолирована от сигнальной цепи [2, 4]. Одним из представителей таких коммутаторов является Б1110КН1-2 [4-9] с 32 каналами переключения информации, размерами ($6 \times 3 \times 0,4$) мм³, который способен работать в широком диапазоне температур (от 77 К до 293 К). Кроме того, коммутатор имеет регулярную однородную структуру последовательно переключаемых двухпозиционных ключей, которые управляются сдвиговым регистром с 32 динамическими ячейками памяти [7]. При этом схема коммутатора предусматривает возможность для наращивания числа каналов переключения с кратностью 32, сохраняя мощность потребления не более 0,1 мВт на канал. Фрагмент многоканального коммутатора представлен на рис.1. Однако информации по корреляционным зависимостям параметров для этого коммутатора недостаточно опубликовано.

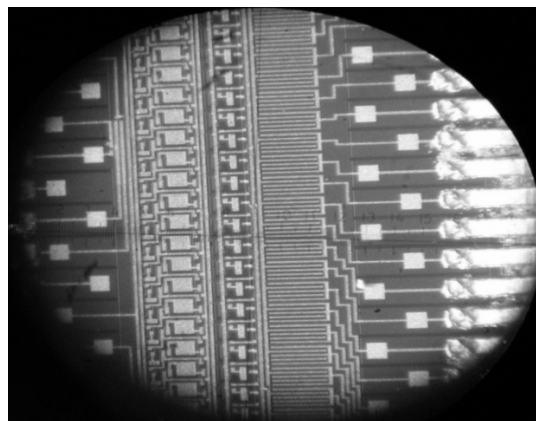


Рис. 1. Топология многоканального коммутатора Б1110КН1-2.

Целью работы является исследования зависимостей следующих основных параметров:

- $I_{ут}(T)$ – тока утечки входов и выходов от температуры;
- $R_{отк}(T)$ – сопротивление открытого ключа от температуры;
- $R_{отк}(I_{ком})$ – сопротивление открытого ключа от коммутируемого тока;
- $I_{ут}(U_{ком1})$ – тока утечки выходов от коммутируемого напряжения.

Кроме того, по результатам исследования определить возможности использования компонентов при построении микроэлектронных изделий (МЭИ) для микропроцессорной системы ЛТК.

Фотография топологии (рис.1) подтверждает однородность структур МДП – ключей, каскадов управления каналами, а также дополнительные контактные площадки для применения технологии поверхностного монтажа, контроля на функционирование и параметров МЭИ на основных этапах его изготовления.

Решение задачи

В процессе проектирования МЭИ проверка на функционирование разработанных новых моделей компонентов или изделия и параметров, которые существенно влияют на их работу, как правило, осуществляется либо на базе компьютерного моделирования, либо на базе физического моделирования (исследуемая модель строится на дискретных элементах) в лабораторных условиях. Результатом физического моделирования

установлено, что динамические помехи, возникающие в моменты переключения, значительно меньше при напряжениях коммутации от -5В до -10В .

Экспериментальные исследования изготовленных физических моделей в интегральном исполнении проводятся в три этапа:

1 – предварительный этап включает обследование на работоспособность кристаллов на пластине по эвристически принятым критериям;

2 – промежуточный этап включает обследование ИС в условном корпусе на функционирование и определение параметров и характеристик согласно ТУ;

3 – окончательный этап проводится в соответствующем корпусе или в шлейфовом соединении кристалла для бескорпусных интегральных микросхем.

Контроль на работоспособность кристаллов ИС на пластине является одной из сложнейших операций технологического процесса по изготовлению МЭИ в интегральном исполнении из-за того, что контрольная аппаратура работает совместно с зондовой установкой. Этот контроль проводится при температуре $T=293\text{К}$ и позволяет выделить из множества кристаллов на пластине только годные. Характерным требованием контроля и измерения параметров на пластине является получение максимум информации о статических и динамических параметрах МЭИ.

Ограничивающим фактором при большом числе контактных площадок является сложность установки зондов с большим числом игл. Отсюда формируются требования к выбору контролирующих параметров на пластине, которые должны содержать высокую информативность о нескольких параметрах за один контакт игл с соответствующими контактными площадками.

В соответствии с поставленной задачей экспериментальные исследования ИС Б1110КН1-2 проводились на частоте переключения 1МГц , при импульсном фазовом напряжении управления с амплитудой -15В и коммутируемых напряжениях $U_{\text{вх}1}=-5\text{В}$, $U_{\text{вх}2}=-10\text{В}$. Временные диаграммы управ-

ления ключами приведены и подробно описаны в работах [4-6].

Причем при обследовании на первом и втором этапах и принятии решения о годности кристалла ИС проводились по результатам информации снятых с 1, 8, 12, 16, 24, 32 выходов. Это ограничение обусловлено техническими возможностями стенда исследования.

Предварительный этап включал исследования работоспособности кристаллов ИС на пластине, при этом критериями на функционирование являлись следующие:

- наличие на выборочных выходах ИС переключения потенциалов от -5В до -10В ;
- наличие соответствующего импульса, амплитудное значение которого составляет порядка 15В и совпадающего по частоте следования с импульсом $U_{\text{з зап}}$;
- наличие импульса, смещенного во времени от 1 до 8; до 16; до 24; до 32 выходов ИС.

Промежуточный этап включает обследование ИС в условном корпусе на функционирование, определение параметров и снятие характеристик по всем 32 выходам.

Окончательный этап проводился в шлейфовом соединении кристалла ИС, прошедших первый этап, по ТУ и приведенным критериям для всех 32 каналов ИС при $T=293\text{К}$ и $T=77\text{К}$.

Для проведения экспериментальных исследований на перечисленных этапах использовались стандартные приборы:

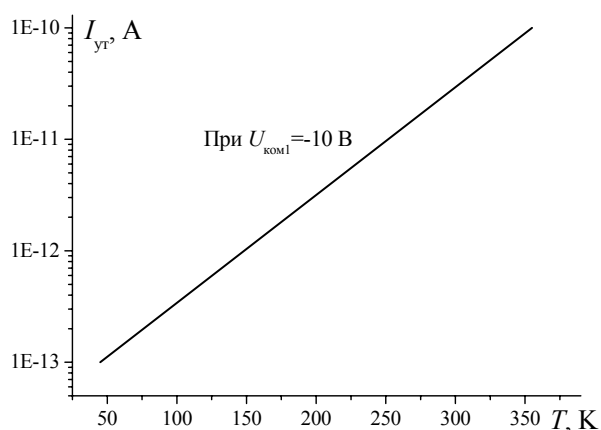


Рис. 2. Усредненная зависимость тока утечки на входах/выходах от температуры окружающей среды.

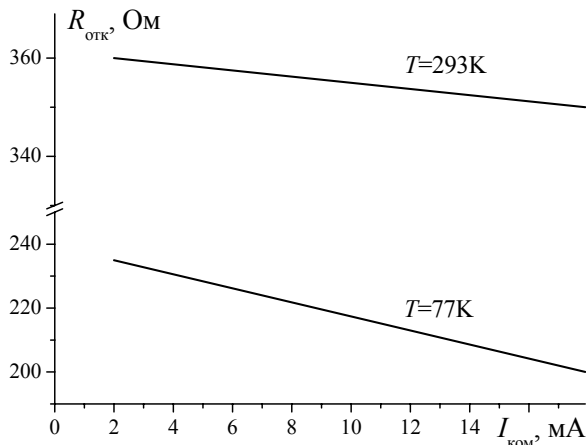


Рис. 3. Усредненная зависимость сопротивления открытого ключа от коммутируемого тока.

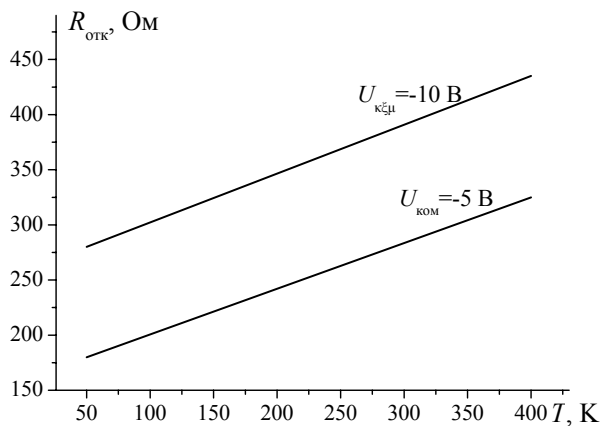


Рис. 4. Усредненная зависимость сопротивления открытого ключа $R_{отк}$ от температуры окружающей среды.

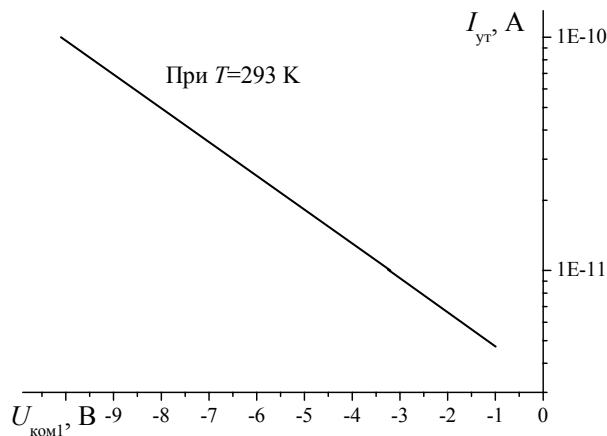


Рис. 5. Усредненная зависимость тока утечки выходов от коммутируемого напряжения.

Зонд А-4М; Осциллограф С1-64; источники питания Б5-8, Б5-11, Б5-12, БСП-50; ЦУИП, а также термостат специальной конструкции.

Результаты проведенных эксперименталь-

ных исследований представлены в виде усредненных соответствующих зависимостей и представлены на рис.2-5.

Усредненная зависимость тока утечки на входах/выходах от температуры окружающей среды (рис.2) показывает линейный характер и возрастающий с повышением температуры окружающей среды.

Экспериментальные зависимости $R_{отк}(I_{ком})$, приведенные на рис. 3. показывают, что значение сопротивления открытого ключа $R_{отк}$ от коммутируемого тока практически не изменяется при постоянных температурах.

Однако сопротивления открытого ключа $R_{отк}$ значительно отличается по величине при разных температурах ($T=293$ К и $T=77$ К) окружающей среды.

Поскольку практический интерес представляет изменение значения $R_{отк}$ в широком диапазоне температур (от $T=293$ К до $T=77$ К) окружающей среды, то такие исследования были проведены, и на рис.4 представлены два графика зависимостей $R_{отк}(T)$: первая – при напряжении коммутации $U_{ком} = -5$ В, вторая – при напряжении коммутации $U_{ком} = -10$ В.

Из графика (рис.4) видно, что сопротивление открытого ключа растет с увеличением температуры и с увеличением напряжения коммутации $|U_{ком}|$.

На рис.5 приведен результат эксперимента по исследованию характера изменения тока утечки от напряжения коммутации при температуре окружающей среды $T=293$ К.

Зависимость $I_{ут}(U_{ком})$, представленная на рис.5 подтверждает теоретические выкладки, что с увеличением напряжения коммутации ток утечки растет. Кроме того, при проведении эксперимента выявлено, что коммутационные помехи уменьшаются при выполнении условий: $U_{вх1} > U_{вх2}$.

Выводы

Научная и практическая значимость проведенного исследования заключается в следующем.

1. На основе системного анализа базовых компонентов распределителя сигналов предложен коммутатор Б1110КН1-2, а приведен-

ные экспериментальные зависимости подтвердили его преимущества. Кроме того, сравнительный анализ показал, что температурный диапазон превышает современные коммутаторы более чем в 2 раза, ток утечки меньше почти в 10 раз, количество переключающих выходов/входов увеличено в 2 и более раз, на кристалле размерами $(6 \times 3 \times 0,4)$ мм³. При этом схемотехнически предусмотрена возможность наращивать число выходов/входов с кратностью 32. Это позволит расширить рынок сбыта и снизить стоимость.

2. Целесообразность использования Б1110КН1-2 как базового компонента распределителя сигналов в микропроцессорной системе управления ЛТК подтверждается еще и тем, что его можно использовать как: коммутатор, мультиплексор, селектор, распределитель по времени и по уровню напряжения. При этом, однородная структура каскадов управления МДП – ключами повышает процент выхода годных кристаллов с пластины и, как следствие, снижает стоимость. Кроме того, морфоструктура каскада управления МДП – ключами позволяют использовать ее в качестве базовой при проектировании ЦАП, АЦП, что значительно сократит время на этом этапе, поскольку отсутствует необходимость в проведении экспериментальной проверки коммутатора

Дальнейшее исследование направлено на построение модели ЦАП и АЦП с использованием предложенного и исследованного базового компонента Б1110КН1-2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Букреев И.Н., Мансуров Б.М., Горячев В.И. Микроэлектронные схемы цифровых устройств. – М.: Сов.радио, 1975. – 368 с.
2. Гальперин М.В. Введение в схемотехнику. – М.: Энергоиздат, 1982. – 120 с.
3. Ланцов А.Л., Зворыкин Л.Н., Осипов И.Ф. Цифровые устройства на комплементарных МДП интегральных микросхемах. – М.: Радио и связь, 1983. – 272 с.
4. Лукашенко В.М. Криогенный многоканальный мультиплексор // Радиотехника и информатика. – 1999. – №12. – С. 69-71.
5. Лукашенко В.М. Многофункциональное устройство по распределению информации в криогенных условиях // Радиотехника и информатика. – 1999. – №4. – С.24-26.
6. Лукашенко В.М., Быков В.И., Лукашенко А.Г., Шевченко А.П. Селектор – мультиплексор // Вибрации в технике и технологиях. – 1997. – Спец. вып. Ч.2. – С.264.
7. Лукашенко В.М., Понаморева О.Л., Юликов М.В. Двухпозиционный МДП- коммутатор на 32 канала // XXIII НТК. "Электронная техника для обработки изображений", Тр. Новосибирск: НТО РЭС им. А.С. Попова, 1980. – С.80.
8. Лукашенко В.М., Скуратов Е.Г, Суслов В.В. Мало мощный многоканальный ком. Б1110КН1-2 // Электронная промышленность . – 1983. – №4. – С.23.
9. Лукашенко В.М. Швидкодіючий пристрій для комутації сигналів // Вибрации в технике и технологиях. – 1997. – Спец. вып. Ч.2. – С.248-251.