

КАК МИКРОСХЕМЫ ИЗМЕНИЛИ МИР: ПУТЬ ОТ НАЧАЛА ДО СОВРЕМЕННОСТИ

Е.С. Ильин, И.В. Мисько
igor.misyko2018@mail.ru

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет
имени Г.Ф. Морозова»

Аннотация. В данной работе был проведен анализ истории и развития микросхем. Были изучены разные статьи из свободных источников. Темы, которые будут обсуждаться в статье, были выбраны таким образом, чтобы быть знакомыми большой группе людей.

Ключевые слова: история развития микросхем, транзисторная миниатюризация, роль микросхем в разных отраслях, изменение образа жизни, современность и будущее микросхем.

HOW MICROCHIPS CHANGED THE WORLD: FROM THE BEGINNING TO THE PRESENT

E.S. Ilyin, I.V. Misko
igor.misyko2018@mail.ru

Voronezh State University of Forestry and Technology named after G.F. Morozov

Abstract. This paper analyzes the history and development of microchips. Various articles from open sources were studied. The topics discussed in the article were selected to be familiar to a wide audience.

Keywords: history of microchip development, transistor miniaturization, role of microchips in various industries, changing lifestyle, present and future of microchips.

Введение

Современный мир переполнен различными технологиями. Прошло менее чем 50 лет с того времени, когда электронные приборы начали пробираться в повседневную жизнь человека. За такое относительно малое время, наука сделала большой скачок в развитии технологий. Но мало кто задумывается о том, с чего всё началось, как развивалось и что является «сердцем» этих приборов. Поэтому цель этой статьи рассказать о микросхемах. О их развитии, достижениях, их роли в разных отраслях, влияние на жизнь и их будущее.

История развития микросхем

Изобретение полупроводникового транзистора американскими учеными Джоном Бардином, Уильямом Шокли и Уолтером Браттейном в 1947 году

открыло путь к созданию микрочипа. До этого большинство электронных устройств базировалось на громоздких электронных лампах, потреблявших большое количество энергии.

История интегральных микросхем началась 7 мая 1952 года с идеи, пришедшей в голову британскому радиоинженеру Джеффри Даммеру. Ему пришла в голову идея объединить множество стандартных электронных компонентов в монолитном полупроводниковом кристалле. Однако отсутствие технологического развития в то время делало эту идею нереализуемой.

Однако в 1958 году в США произошла следующая ситуация. Два совершенно разных человека изобрели идентичные модели интегральных схем; в 1959 году они получили патенты на свои изобретения. Затем, в 1961 году, началось производство этих микросхем, а позже и свободная продажа. Эти схемы использовались в калькуляторах и компьютерах вместо отдельных транзисторов и позволили добиться значительного уменьшения размеров.

В 1968 году была основана знаменитая корпорация Intel, а через три года был создан первый в мире микропроцессор на основе кремниевых полупроводников. Чуть позже, в 1981 году, появился первый персональный компьютер IBM PC на базе процессора Intel 8088. Впрочем, ранние персональные компьютеры существовали и до этого. Правда, их было очень мало - всего 200.

В последующие годы основными различиями между чипами были их размеры и количество шагов процессора.

Транзисторная миниатюризация

Важным моментом в развитии полупроводниковой промышленности стал процесс миниатюризации. С течением времени размер транзисторов уменьшался, а их количество увеличивалось, что привело к снижению энергопотребления.

Появление Intel 4004 (4-битный микропроцессор, представленный в 1971 году) в 1970 году сделало возможным производство более компактных вычислительных устройств. Это был первый шаг к увеличению количества транзисторов на чипе.

К 1980 году удалось уменьшить размер транзисторов до 1 мкм. Это значительно увеличило скорость работы микрочипов и снизило стоимость производства. Так появились и начали распространяться персональные компьютеры.

В 2000 году начался переход на технологию суб-100 нм. Это позволило не только улучшить процессорные технологии, но и сделать более сложными вычисления на мобильных платформах.

А сейчас, в эпоху современности, такие компании как TSMC и Samsung, уже производят процессоры по 5 нм технологии. Эти компании планируют внедрить 2 нм, что позволит увеличить производительность процессоров при сохранении их размеров.

Роль микросхем в разных отраслях

Компьютерные технологии

Основная причина использования микрочипов – их способность обрабатывать и хранить информацию. С помощью микрочипов устройства могут выполнять сложные вычисления и операции за короткое время, что делает их необходимыми для работы многих современных отраслей промышленности и технологий. Кроме того, они позволяют сделать устройства меньше и энергоэффективнее. Миниатюрные размеры позволяют производителям выпускать более компактные и легкие устройства, которые больше подходят для повседневного использования. Благодаря их компактности нетрудно заметить существенную разницу в размерах между современными компьютерами и ранними. Компактность также означает, что устройствам требуется меньше энергии.

Микрочипы играют различные роли в компьютерах. Например, они обеспечивают связь между различными компонентами компьютера. Микрочипы содержат микросхемы памяти для хранения данных.

И самое главное – транзисторы. Транзисторы похожи на переключатели, которые включаются и выключаются, позволяя электричеству поступать и выходить.

Роль в повседневной жизни

Для разных областей применения требуются разные характеристики чипов. Если для микросхем центральных процессоров важны вычислительная мощность и энергоэффективность, то для микросхем, используемых в промышленных технологиях, требуется термостойкость и жаропрочность. В настоящее время чипы с различными топологиями производятся в больших количествах по всему миру. Например, топологии 180 нанометров используются в подземных билетах (например, в московском метро), а топологии 90 нанометров – в оборудовании навигационных систем. Такие чипы, а точнее, чипы с топологическими нормами 180-90-65 нанометров, используются в навигационных системах, банковских картах, социальных картах, RFID-метках и чипах для документов. Рассмотрим подробнее: Топология 180, появившаяся в 2000-х годах, широко используется в микроконтроллерах, сетевых устройствах, аналоговых и смешанных сигналах и т.д. С другой стороны, 90 нм, конечно, превосходит предыдущее поколение. Эта топология используется в процессорах, микросхемах памяти, встраиваемых системах и чипах для мобильных устройств. Не говоря уже о 60 нм, эта топология используется для систем-на-кристалле (SoC) и беспроводных систем.

Также, если разобрать современный мобильный телефон или компьютер, то доля микросхем в его составе составляет около 30-60 %. Сюда входят процессоры, память, графические процессоры, коммуникационные модули, датчики и контроллеры.

Конечно, микрочипы уже используются во всех сферах деятельности. Например, в медицине. Интегральные схемы, используемые в этой отрасли, имеют особенности, которые отличают их от стандартных интегральных схем,

применяемых в других отраслях. Это связано с растущими требованиями к надежности интегральных схем и необходимостью работать в условиях жестких требований безопасности. Интегральные схемы, используемые в медицинских приложениях, требуют высокой точности, устойчивости к электромагнитным помехам, низкого энергопотребления и минимального тепловыделения. Такие микросхемы используются в терапевтических, диагностических, жизнеобеспечивающих и имплантируемых медицинских устройствах. И теперь с помощью этих технологий возможны процедуры, которые были невозможны 10-30 лет назад.

Изменение образа жизни

Появление микропроцессоров в 1970-х годах стало переломным моментом, открывшим эру персональных компьютеров и мобильной связи, кардинально изменивших образ жизни миллионов людей.

Первые ласточки персональной эры, компьютеры Altair 8800 (1975) и Apple II (1977), появились в США, предлагая невиданные ранее возможности для работы и творчества. Параллельно разворачивалась революция в сфере связи – Motorola представила первый сотовый телефон DynaTAC 8000х. Весом почти килограмм, этот аппарат был чудом миниатюризации, ставшим возможным благодаря передовым микросхемам в те времена.

Компания Analog Devices (ADI) сыграла значительную роль в развитии мобильной связи, начав выпуск специализированных микросхем для телефонов. ADI начала свой путь в этой области с приобретения Pastoriza Electronics в 1969 году, компании, специализирующейся на преобразовании данных. Уже в 1980-х годах ADI выпускала аналого-цифровые и цифро-аналоговые преобразователи (АЦП и ЦАП) не только для общего и промышленного применения, но и для телекоммуникационного оборудования.

Одним из примеров передовых разработок ADI стал быстродействующий 6-разрядный АЦП AD9000, выпущенный в 1984 году. Этот чип, способный преобразовывать сигналы в полосе частот до 100 МГц со скоростью до 77 миллионов отсчетов в секунду (MSPS), оставался востребованным на рынке почти два десятилетия.

В 1992 году ADI сделала еще один шаг вперед, выпустив первый в отрасли преобразователь группового сигнала для стандарта GSM (глобальная система связи), выполненный по технологии LC2MOS - AD7001. А уже в 1994 году компания представила чипсет AD20msp410, предназначенный для сотовых телефонов второго поколения стандарта GSM.

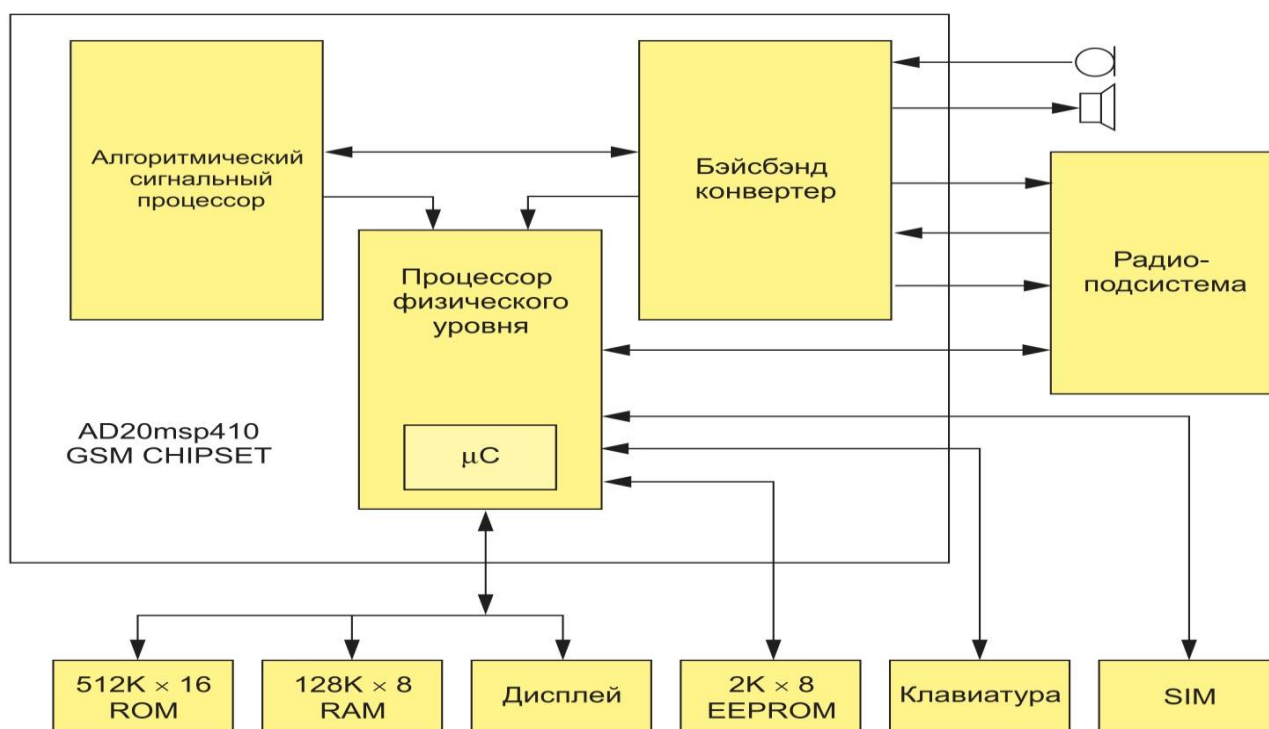


Рисунок 1 – Блок-схема сотового телефона на базе чипсета AD20msp40

Микросхемы не только сделали возможными персональные компьютеры и мобильные телефоны, но и произвели революцию в финансовой сфере. Начиная с 1960-х годов, банки начали активно внедрять крупные вычислительные системы, основанные на микросхемах, для автоматизации обработки данных, управления счетами и транзакциями.

Появление первых банкоматов в 1967 году ознаменовало новую эру банковского обслуживания. В 1974 году микросхемы нашли применение в терминалах для безналичных расчетов, а также позволили создать первые кредитные и дебетовые карты, изменив привычный уклад финансовых операций.

С каждым годом банки находили все новые способы применения микроэлектроники, расширяя спектр услуг и повышая эффективность своей работы. И со временем микросхемы стали неотъемлемой частью современной финансовой системы, обеспечивая не только безопасность, но и скорость, и доступность финансовых операций по всему миру.

Современность и будущее микросхем

Как известно, микрочипы используются повсеместно. Вы также знаете, что интегральные микросхемы управляются логикой и состоят из различных компонентов. И в настоящее время большинство интегральных схем проектируется с помощью специальных систем автоматизированного проектирования, что позволяет автоматизировать и значительно ускорить процесс производства. На сегодняшний день существует два типа проектирования интегральных микросхем: корпусной и бескорпусной.

Бескорпусные микросхемы – это полупроводниковые кристаллы, предназначенные для установки в гибридные микросхемы или микросборки

(или непосредственно на печатные платы). Корпус микросхемы - это часть структуры микросхемы, предназначенная для защиты микросхемы от внешних воздействий и подключения ее к внешним электрическим цепям с помощью выводов. Корпуса стандартизированы для упрощения технического процесса производства изделий из различных микросхем. Количество стандартизированных корпусов исчисляется сотнями. В современных импортных корпусах для поверхностного монтажа используются метрические размеры, такие как 0,8 мм и 0,65 мм.

Что же ждет микросхемы в будущем? Гордон Мур, один из основателей компании Intel, заявил, что количество электронных компонентов (транзисторов) в чипе устройства будет удваиваться каждый год, что приведет к снижению стоимости.

Однако со временем становится все очевиднее, что бесконечно уменьшать количество транзисторов невозможно. Физически невозможно, или возможно? В 2014 году авторы Международной программы полупроводниковых технологий опубликовали в научном журнале Nature планы по изменению подхода к проектированию чипов. А в 2020 году идея «транзисторов с круглыми затворами» начала набирать обороты: Выступая на Европейском технологическом симпозиуме в 2023 году, представитель TSMC заявил, что чипы с CFET и комплементарными FET (Complementary FETs) уже практически используются в лабораториях компании. Однако до выхода на рынок этой технологии еще далеко - CFET находятся на ранних стадиях разработки и появятся на рынке раньше, чем несколько поколений транзисторов других типов поступят в массовое производство. Однако TSMC подтвердила планы по переходу на новые процессы, транзисторы и технологии. В документе, распространенном компанией, говорится, что она начнет выпускать чипы по техпроцессу 2 нм в 2025 году. Однако стоит отметить, что некоторые компании уже начали выпускать 3-нм чипы. Это, конечно, не 2 нм, но близко к нему. Одной из таких компаний является китайская Xiaomi. Xiaomi разработала 3-нм чип системного уровня для мобильных телефонов. Утверждается, что это первая в Китае 3-нанометровая однокристалльная система для смартфонов. Но если обратиться к TSMC, то компания уже начала массовое производство 3-нм чипов в 2022 году. В том же году Samsung также объявила о планах вывести такие чипы на потребительский и серверный рынки.

Другими словами, транзисторы становятся все меньше и меньше, обходя закон Мура, и уже совсем скоро мы будем вместе.

Список литературы

1. Микросхема. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Микросхема> (дата обращения: 22.10.2024).
2. Микросхема – главное изобретение эпохи. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema_glavnoe_izobretenie_epohi (дата обращения: 22.10.2024).

3. Зачем нужны микросхемы. – URL: <https://electronicaplus.ru/blog/153-zachem-nuzhny-mikroskhemy> (дата обращения: 22.10.2024).
4. Интегральные микросхемы в медицинской технике: от диагностики до имплантатов. – URL: <https://integral.by/info/blog/integralnye-mikroskhemy-v-medsinskoj-tehnike-ot-dagnostiki-do-implantatov/> (дата обращения: 22.10.2024).
5. Motorola DynaTAC. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC (дата обращения: 22.10.2024).
6. Компоненты для беспроводных решений. – URL: <https://wireless-e.ru/components/mw-adi/> (дата обращения: 22.10.2024).
7. Банковская карта. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bank_card (дата обращения: 22.10.2024).
8. Микросхемы будущего: Скорость вместо миниатюрности. – URL: <https://dzen.ru/a/Y2K-3xtYxFzSPXpb> (дата обращения: 22.10.2024).
9. Транзисторы CFET. – URL: <https://3dnews.ru/1087371/tsmc-cfet-working> (дата обращения: 22.10.2024).
10. Обзор логических базисов и микросхем при построении комбинационного устройства с учетом надежности / Ф.В. Макаренко, А.С. Ягодкин, К.В. Зольников, О.А. Денисова, А.В. Полуэктов // Моделирование систем и процессов. – 2022. – Т. 15, № 1. – С. 115-124.
11. Определение структур в микросхемах, чувствительных к воздействию космических частиц / А.Л. Савченко, А.Ю. Кулай, И.И. Струков [и др.] // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 4. – С. 73-77.
12. Зольников, В.К. Практические методики выполнения верификации проектирования микросхем / В.К. Зольников, С.А. Евдокимова, Т.В. Скворцова // Моделирование систем и процессов. – 2019. – Т. 12, № 1. – С. 25-30.

References

1. Microchip. – URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Микросхема> (Accessed on: 22.10.2024).
2. Microchip: The Key Invention of the Era. – URL: https://www.cnews.ru/news/top/mikroshema_glavnoe_izobretenie_epohi (Accessed on: 22.10.2024).
3. Why Microchips are Needed. – URL: <https://electronicaplus.ru/blog/153-zachem-nuzhny-mikroskhemy> (Accessed on: 22.10.2024).
4. Integrated Microchips in Medical Devices: From Diagnostics to Implants. – URL: <https://integral.by/info/blog/integralnye-mikroskhemy-v-medsinskoj-tehnike-ot-dagnostiki-do-implantatov/> (Accessed on: 22.10.2024).
5. Motorola DynaTAC. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Motorola_DynaTAC (Accessed on: 22.10.2024).
6. Components for Wireless Solutions. – URL: <https://wireless-e.ru/components/mw-adi/> (Accessed on: 22.10.2024).

7. Bank Card. – URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Bank_card (Accessed on: 22.10.2024).
8. Microchips of the Future: Speed over Miniaturization. – URL: <https://dzen.ru/a/Y2K-3xtYxFzSPXpb>» (Accessed on: 22.10.2024).
9. CFET Transistors. – URL: <https://3dnews.ru/1087371/tsmc-cfet-working> (Accessed on: 22.10.2024).
10. Review of logical bases and microchips in the design of combinational devices considering reliability / F. V. Makarenko, A. S. Yagodkin, K. V. Zolnikov, O. A. Denisova, A. V. Poluektov. // Modeling of Systems and Processes. – 2022. – Vol. 15, No. 1. – pp. 115-124.
11. Definition of structures in microchips sensitive to cosmic particles / A.L. Savchenko, A.Yu. Kulai, I.I. Strukov et al. // Modeling of Systems and Processes. – 2019. – Vol. 12, No. 4. – pp. 73-77.
12. V.K. Zolnikov, Practical methods for verification of microchip design / V.K. Zolnikov, S.A. Evdokimova, T.V. Skvortsova // Modeling of Systems and Processes. – 2019. – Vol. 12, No. 1. – pp. 25-30.