

И²Л-схемы: современное состояние и перспективы¹

Проанализированы результаты трехлетних исследований и разработок интегральных инжекционных логических (И²Л) схем и области их применения. Показано, что эти приборы не являются конкурентами быстро совершенствующихся МОП БИС, а находят собственные области применения, где их свойства делают эти схемы «незаменимыми». Описан ряд высококачественных И²Л БИС для разнообразной электронной аппаратуры, в том числе ЗУ и микропроцессоры, а также ряд аналого-цифровых приборов.

После двух лет интенсивных опытных разработок специалисты полупроводниковой промыш-

ленности начинают правильно понимать роль и значение интегральных инжекционных логических схем. На более ранних этапах некоторые из

¹ I²L getting a second look, pp. 80, 82.

них рассматривали эти схемы как универсальное решение всех проблем, тогда как другие практически считали их бесполезными. В настоящее время оценка И²Л-схем занимает промежуточное положение между этими двумя крайностями. Действительно, целый ряд американских полупроводниковых фирм—в число которых, в частности, входят фирмы Texas Instruments, Fairchild Camera & Instrument и Signetics—вступил в стадию серьезной инженерной проработки этих схем, результаты которой должны определить как возможности, так и области применения этого класса ИС.

Перспективы И²Л-схем выглядят в настоящее время следующим образом:

□ В области потребительских изделий И²Л-схемы представляют собой путь к созданию монолитных БИС для часов, телевизионных схем, электроорганов и устройств синхронизации—для всех устройств, где оптимальным является сочетание на одном схемном кристалле дешевых цифровых функций с линейными. Уже осуществляется серийный выпуск часовых БИС, пересчетных схем, схем для отклоняющих блоков, синтезаторов частоты, тональных делителей для органов, схем для частных радиостанций, связанных тональных шифраторов и схем фазовой синхронизации.

□ В области заказных схем И²Л-схемы также находят широкое применение—от процессорной БИС бытовой системы обработки данных Teletext фирмы Texas Instruments до систем синхронизации и управления, выпускаемых для автомобильной промышленности.

□ В системах военной электроники И²Л-схемы представляют собой превосходную элементную основу цифровых БИС, так как они потребляют малую мощность и, в отличие от других типов БИС, могут работать во всем температурном диапазоне для устройств военного назначения.

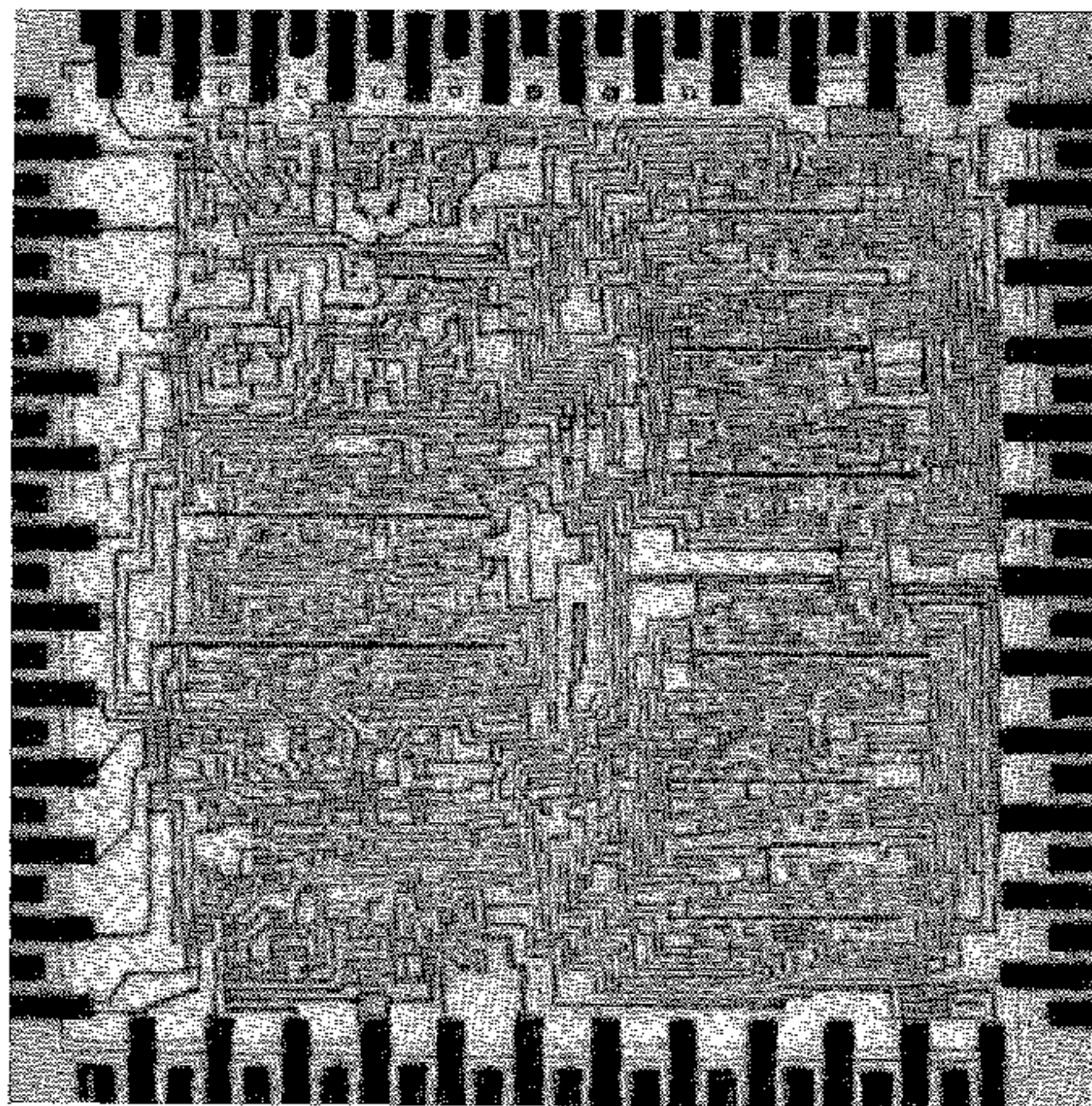
□ В области разработок схем для внутреннего потребления И²Л-схемы обеспечивают получение специализированных логических БИС и БИС ЗУ. Примером являются схемы с произвольной логической структурой, создаваемые фирмой Bell Laboratories для аппаратуры цифровых телефонных систем и быстродействующие статические ЗУ, разрабатываемые фирмой International Business Machines Corp.

□ В области чисто аналоговых схем И²Л-схемы представляют собой неплохую альтернативу новым преобразовательным приборам на комплементарных МОП-схемах.

Несомненно, что всего за три года своего развития И²Л-техника добилась внушительных успехов. Однако по-прежнему не ясно, станет ли И²Л-технология ведущей технологией изготовления микропроцессоров и ЗУ, основная масса ко-

торых разрабатывается в настоящее время на МОП-приборах. По этому поводу все еще имеются существенные разногласия между специалистами, связанные прежде всего с тем, что по своим основным параметрам МОП-приборы по-прежнему не отстают от стандартных биполярных приборов. В качестве примеров можно назвать новую МОП технологию с двухслойными поликремниевыми межсоединениями, позволившую реализовать 16-кбит динамическое ОЗУ, и новые логические МОП-приборы с обедненными нагрузками, на основе которых созданы усовершенствованные 8- и 16-битовые микропроцессоры.

Однако разработчики И²Л-схем охотно уступают МОП-приборам эти области применения. «Мы никогда и не утверждали, что И²Л-схемы заменяют МОП-схемы,—заявил помощник вице-президента фирмы Texas Instruments Тумбс, занимающий должность управляющего разработками в Группе полупроводниковых приборов фирмы.—Однако они вполне в состоянии составить конкуренцию К/МОП-приборам. В области биполярных схем И²Л-схемы имеют вполне реальные возможности найти применение в сочетании с обычными биполярными ИС при реализации функций, которые нельзя выполнить любыми другими способами».



Ведущие изготовители полупроводниковых приборов считают, что И²Л БИС, примером которой является показанная на фотографии матрица с произвольной логикой фирмы Bell, должны иметь свои собственные области применения, а не заменять МОП БИС.

Вот почему большинство разрабатываемых и выпускаемых фирмой TI И²Л-приборов представляют собой либо заказные БИС, либо специализированные БИС с большим объемом сбыта (например, телевизионные схемы).

Уже более года фирма выпускает, например, несколько управляющих схем для электронных фотоаппаратов нескольких изготовителей. Часовая И²Л БИС, использованная отделением Tim Products фирмы TI в выпущенных им наручных полупроводниковых часах, поставляется сейчас и другим часовым фирмам.

Важным для И²Л-схем сектором рынка потребительской электроники являются, по словам Тумбса, компоненты для телевизионных приемников. «Изготовители телевизоров охотно использовали бы монолитные схемы, содержащие непосредственно на кристалле некоторые высококачественные линейные приборы, например операционные усилители и схемы выборки и хранения аналогового сигнала», — заявил он. Он добавил, что уже с прошлого года фирма TI поставляет крупной телевизионной фирме комплект компонентов для цифрового блока настройки телевизора, в состав которого входят заказные И²Л и TTL ИС. Фирма разрабатывает также стандартные телевизионные И²Л-схемы¹, в том числе схему расчета горизонтального отклонения и масштабирования вертикального отклонения, заменяющую многокристальные и дискретные варианты этих функциональных блоков отклонения луча, и однокристалльную схему дистанционного управления, непосредственно конкурирующую с аналогичными К/МОП-схемами. «В устройствах дистанционного управления эта И²Л-схема позволяет снизить требования к источнику питания, — подчеркнул Тумбс. — Она может работать от батареи с напряжением 1,5 В, тогда как для работы К/МОП-схемы требуется напряжение от 6 до 9 В».

Фирма разрабатывает также стандартные линейные И²Л ИС, «большинство которых представляет собой аналого-цифровые преобразователи», а также универсальный И²Л-контроллер для ЭЛТ, который заменит используемые в настоящее время для этой цели 100—150 корпусов TTL ИС.

В области массовых цифровых приборов фирма TI планирует выпустить серию стандартных логических БИС и БИС ЗУ. Действительно, фирмой уже созданы опытные образцы статического 4096-битового И²Л ЗУ с произвольной выборкой (ОЗУ), имеющего типовое время выборки 70 нс, и ведется разработка высококачественной модификации выпускаемого фирмой 16-битового микропроцессора типа 9900. И хотя срок начала выпуска этих приборов еще не определен,

вполне возможно, что их производство начнется уже в текущем году.

Фирма TI разрабатывает также усовершенствованную модель своей 4-битовой И²Л микропроцессорной секции. Эта секция представляет собой единственный выпускаемый в настоящее время стандартный И²Л-микропроцессор.

Совсем недавно в фирме освоена технология производства И²Л-схем «второго поколения». Однако выпуск таких схем фирмой не планируется (за исключением, быть может, нескольких приборов военного назначения). «Оптимистично настроенные поставщики назвали бы эту технологию технологией 10-наносекундных И²Л-схем, — заявил Тумбс, — однако в реальных схемах, где коэффициент разветвления по выходу составляет 4 или 5, правильнее говорить о 20-нс быстродействии».

Вместо этого фирма TI ведет разработку технологии И²Л-схем третьего поколения, которые Тумбс определил как «усовершенствованные И²Л-схемы». Их производство должно начаться еще в текущем году.

«Судя по лабораторным образцам новых приборов, — заявил Тумбс, — их средняя реальная задержка будет составлять от 5 до 10 нс. — Мы собираемся выпустить с помощью этой усовершенствованной технологии модификацию нашей 4-битовой микропроцессорной секции 0400», — добавил он.

В отличие от фирмы TI основное направление фирмы Fairchild в области И²Л-схем, разработку которых возглавляет вице-президент и главный специалист фирмы Лонго, — это создание исключительно высококачественных БИС. «Я считаю, — заявил Лонго, — что И²Л-технология является единственной по-настоящему качественной технологией биполярных БИС. А так как И²Л-схемы представляют собой биполярные приборы, то их и следует применять только там, где необходимы биполярные приборы с высокими характеристиками. Это означает создание ЗУ с временами выборки менее 100 нс и логических БИС с задержками, вносимыми вентилями, 10 нс и менее. Самой большой ошибкой является попытка упростить инжекционную логику до уровня, на котором она могла бы конкурировать по стоимости с МОП-схемами. Полученные таким образом И²Л-схемы уступают по своим характеристикам МОП-схемам, возможности которых в настоящее время чрезвычайно широки».

В качестве подтверждения своего мнения о высоком качестве технологии И²Л БИС фирма Fairchild разработала 4096-битовое динамическое ЗУ, начало производства которого запланировано уже на этот год. Время выборки для этого ЗУ составляет менее 100 нс, благодаря чему оно будет самым быстродействующим 4-Кбитовым динамическим ОЗУ среди всех выпускае-

¹ Электроника, № 26, 1975, стр. 104.

мых приборов данного типа. Предполагаемая область его применения — расширяемые и весьма быстродействующие основные ЗУ ЭВМ.

И хотя этот прибор будет стоить несколько дороже 4-Кбитовых МОП ОЗУ, Лонго считает, что «потребители, нуждающиеся в столь высоких характеристиках, охотно заплатят эту небольшую разницу». В число других высококачественных И²Л-приборов, подготавливаемых фирмой Fairchild к выпуску, входят несколько БИС ее новой серии Macrologic, в частности И²Л программный формирователь управляющих последовательностей. Этот прибор был представлен фирмой на состоявшейся в феврале Международной конференции по интегральным схемам.

С другой стороны, фирма Signetics рассчитывает на то, что с помощью И²Л-технологии ей удастся улучшить характеристики ряда выпускаемых ею в настоящее время изделий. В число этих изделий входят как 8-битовый МОП микропроцессор 2650, так и ряд высококачественных МОП ОЗУ и ПЗУ. Разработчики этой фирмы

уже закончили проработку И²Л варианта процессора 2650.

Помимо этого фирма Signetics уже начала выпуск первых приборов своей новой серии, которая в дальнейшем должна вырасти в полную серию цифровых БИС, содержащую как И²Л-приборы, так и ТТЛ-приборы с диодами Шоттки. Уже начато производство генератора символов со встроенной схемой проверки сдвигового регистра магазинного типа, умножителя двух 16-битовых чисел и нескольких последовательных ЗУ для микропроцессорных систем¹.

Последним прибором, выпущенным в составе новой многофункциональной серии БИС фирмы Signetics, является БИС синтезатора частоты для связной аппаратуры, работающая в 10-МГц частотном диапазоне.

Материал данной статьи подготовили сотрудники редакции журнала Армстронг и Альбман.

¹ *Электроника*, № 26, 1975, стр. 14.