

Михаил Гундарцев, к. т. н.
Александр Романов
Игорь Кечко

Разработка смесителя частоты An4140 и двухканального RF-переключателя поглощающего типа An4259 на структурах ультратонкого кремния на сапфире

На базе АО «Ангстрем» разработаны отечественные СВЧ-микросхемы An4140 и An4259, выполненные по технологии ультратонкого кремния на сапфире (далее — UTSi). Данные разработки полностью реализованы на отечественных материалах.

Введение

Технология «кремний на сапфире» рассматривается как одна из перспективных для изготовления высокочастотных интегральных схем с повышенной плотностью элементов. Структуры, выполненные по данной технологии, более долговечны, имеют высокую стойкость к радиации и потребляют меньше энергии по сравнению со структурами, изготовленными на массивном кремнии.

Основным производителем СВЧ-микросхем на основе технологии UTSi долгое время являлась компания Peregrine Semiconductor (США), которая выпускала широкий спектр продукции и в дальнейшем была полностью выкуплена гигантом рынка микроэлектроники — компанией Murata (Япония).

Продукция, разработанная Peregrine Semiconductor, в настоящее время имеет высокий спрос на отечественном рынке ввиду особенностей и преимуществ UTSi по отношению к другим технологиям. Особенно высокий интерес представляет применение изделий в космической отрасли, средствах связи и передающих устройствах.

АО «Ангстрем» — единственное предприятие в РФ, которое смогло полностью воспроизвести выпуск микросхем по технологии UTSi на собственных производственных мощностях с применением отечественных комплектующих.

В статье приводится краткое описание разработок — смесителя частоты An4140 и двухканального RF-переключателя поглощающего типа An4259 на структурах ультратонкого кремния на сапфире.

Смеситель частоты An4140

An4140 — широкополосный 4-транзисторный смеситель частоты с широким динамическим диапазоном, способный работать на частоте до 6 ГГц. Типичные области применения варьируются от преобразования частоты до определения фазы для базовых станций сотовой

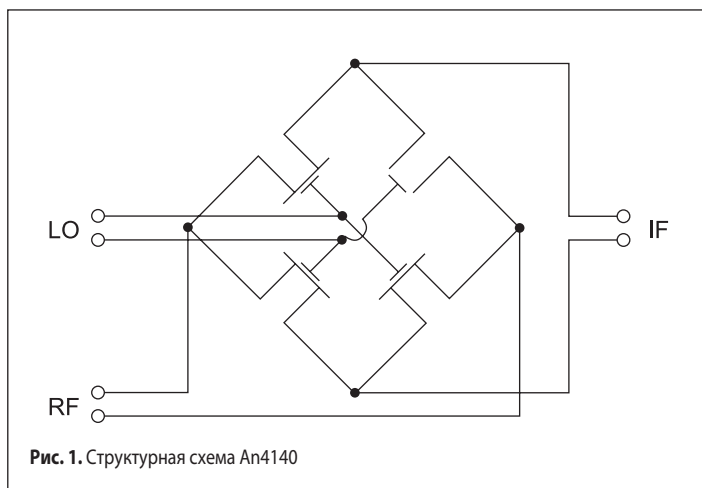


Рис. 1. Структурная схема An4140

связи, широкополосных беспроводных коммуникаций и STB/кабельных модемов.

An4140 изготовлен по технологии СВЧ КМОП ИС на структурах ультратонкого кремния на сапфире (аналог технологии UltraCMOS на подложках UtSi SOS Peregrine Semiconductor), обеспечивающей СВЧ-характеристики в процессе, близком к стандартному КМОП-процессу на кремнии.

An4140 является аналогом изделия PE4140 Peregrine Semiconductor/Murata. Структурная схема приведена на рис. 1. Изделие планируется к выпуску в корпусах SO-8 и DFN6.

Основные электрические параметры изделия приведены в таблице 1, а предельные условия эксплуатации — в таблице 2. В таблицах 3 и 4

Таблица 1. Основные электрические параметры An4140

| Обозначение | Наименование параметра | Мин. | Ном. | Макс. |
|------------------------|--|------|------|-------|
| $F_{\text{ТЧР}}$ | Диапазон рабочей частоты, ГГц | 0 | | 6 |
| V_{DS} | Напряжение исток-сток при $V_{\text{зи}} = 3 \text{ В}$, $I_{\text{СИ}} = 40 \text{ мА}$, мВ | 260 | 320 | 380 |
| ΔV_{DS} | Разброс напряжения исток-сток, мВ | | 12 | 40 |
| V_{T} | Пороговое напряжение при $V_{\text{СИ}} = 0,1 \text{ В}$, мВ | | -100 | |
| R_{DS} | Сопротивление исток-сток в состоянии ON при $V_{\text{з}} = 3 \text{ В}$, $I_{\text{с}} = 40 \text{ мА}$, Ом | 6,5 | 7,75 | 9,5 |

Таблица 2. Предельные условия эксплуатации An4140

| Наименование параметра | Мин. | Макс. |
|--|------|-------|
| Температура хранения, °C | -65 | +150 |
| Рабочий температурный диапазон, °C | -40 | +85 |
| Сумма максимального постоянного и амплитуды переменного падений напряжения сток-исток (СИ), В | | ±3,3 |
| Сумма максимального постоянного и амплитуды переменного падений напряжения затвор-сток или затвор-исток, В | | ±4,2 |
| Электростатическое напряжение (HBM), В | | 100 |

Таблица 3. Электромагнитные параметры микросхемы при включении для применения в диапазоне GSM при $T = +25 \text{ °C}$

| Наименование | Мин. | Ном. | Макс. |
|--|------|------|-------|
| Диапазон рабочей частоты, МГц | | | |
| LO | 1630 | - | 2130 |
| RF | 1700 | - | 2200 |
| IF | | 70 | |
| Потери преобразования, дБ | | 8,5 | |
| Изоляция выводов, дБ | | | |
| LO-RF | | 36 | |
| LO-IF | | 26 | |
| Точка пересечения интермодуляции третьего порядка по входу IIP3, дБм | 32 | | |
| Точка компрессии 1 дБ, дБм | | 22 | |

Таблица 4. Электромагнитные параметры при включении для применения в системах кабельного телевидения при $T = +25 \text{ °C}$

| Наименование | Мин. | Ном. | Макс. |
|--|------|------|-------|
| Диапазон рабочей частоты, МГц | | | |
| LO | 1116 | - | 1926 |
| RF | 54 | - | 864 |
| IF | | 1062 | |
| Потери преобразования, дБ | | 6,5 | |
| Изоляция выводов, дБ | | | |
| LO-RF | | 40 | |
| LO-IF | | 28 | |
| Точка пересечения интермодуляции третьего порядка по входу IIP3, дБм | | 23 | |
| Точка компрессии 1 дБ, дБм | | 13 | |

указаны электромагнитные параметры микросхемы при включении для применения в диапазоне GSM и в системах кабельного телевидения соответственно.

Двухканальный RF-переключатель поглощающего типа An4259

Двухканальный радиочастотный переключатель поглощающего типа An4259 предназначен для широкого спектра применений в диапазоне 10 МГц–3000 МГц. An4259 объединяет встроенную логику управления CMOS с низковольтным напряжением, может управляться с помощью одного контакта питания или дополнительных управляющих входов. Как и An4140, переключатель An4259 изготавливается по технологии UTSi и является аналогом микросхемы PE4259 фирмы Peregrine Semiconductor/Murata. Структурная схема приведена на рис. 2. Изделие планируется к выпуску в корпусах SO-8 и DFN6.

Основные параметры изделия приведены в таблице 5. В таблице 6 даны электромагнитные параметры микросхемы.

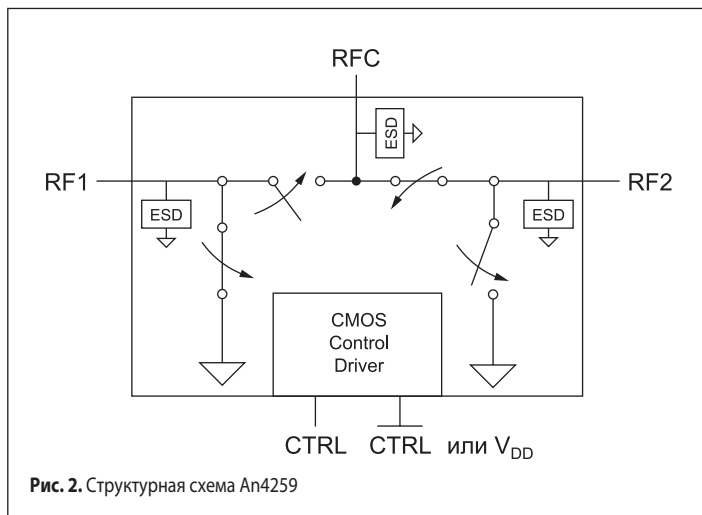


Рис. 2. Структурная схема An4259

Таблица 5. Основные параметры микросхемы An4259

| Обозначение | Наименование | Мин. | Ном. | Макс. |
|-----------------------|--|------|----------------------------|----------------------------|
| $F_{\text{ТЧР}}$ | Диапазон рабочей частоты, МГц | 10 | | 3000 |
| V_{DD} | Напряжение питания, В | 1,8 | 3 | 3,3 |
| I_{DD} | Потребляемый ток питания (при $V_{\text{DD}} = 3 \text{ В}$ и $V_{\text{CTRL}} = 3 \text{ В}$), мкА | | 9 | 20 |
| $V_{\text{CNTRL_H}}$ | Управляющее напряжение, верхний уровень, В | | $0,7 \times V_{\text{DD}}$ | |
| $V_{\text{CNTRL_L}}$ | Управляющее напряжение, нижний уровень, В | | | $0,3 \times V_{\text{DD}}$ |

Таблица 6. Электромагнитные параметры при $T = +25 \text{ °C}$, $V_{\text{DD}} = 3 \text{ В}$

| Наименование | Мин. | Ном. | Макс. |
|--|------|------|-------|
| Диапазон рабочей частоты, МГц | 10 | - | 3000 |
| Потери преобразования, дБ | | | |
| 1000 МГц | - | 0,35 | 0,45 |
| 2000 МГц | - | 0,5 | 0,6 |
| Изоляция выводов, дБ | | | |
| 1000 МГц | 29 | 30 | - |
| 2000 МГц | 19 | 20 | - |
| Возвратные потери, дБ | | | |
| 1000 МГц | 21 | 22 | - |
| 2000 МГц | 24 | 27 | - |
| Точка пересечения интермодуляции третьего порядка по входу IIP3 (1000 МГц, 20 дБм – уровень входного сигнала), дБм | - | 55 | - |
| Точка компрессии 1 дБ, дБм | | | |
| 1000 МГц; 2,3–3,3 В | 31,5 | 33,5 | |
| 1000 МГц; 1,8–2,3 В | 29,5 | 30,5 | |
| 2500 МГц; 2,3–3,3 В | 28,5 | 30,5 | |
| 2500 МГц; 1,8–2,3 В | 28 | 29 | |

Заключение

В условиях дефицита компонентной базы СВЧ-электроники, выполненной по технологии UTSi подтвержденного качества на российском рынке, АО «Ангстрем» ведет разработки новой линейки изделий — смесителя частоты An4140 и двухканального RF-переключателя поглощающего типа An4259. Полный цикл производства данных микросхем проводится на собственных промышленных мощностях предприятия, что обеспечивает полный контроль над качеством поставляемых изделий.

Отметим, что АО «Ангстрем» является единственным производителем СВЧ-электроники, выполненной по технологии UTSi в России, достигая тем самым уникальности разработки, гибкости на этапе проектирования.

Следует обратить внимание, что номенклатура разрабатываемой линейки микросхем может быть расширена в соответствии с задачами конкретного заказчика, заинтересованного в приобретении изделий подобного класса. Так, высокий интерес к продукции «Ангстрем» уже проявили холдинг «РКС», «Алмаз-Антей» и ряд других крупных государственных и частных предприятий.

АО «Ангстрем» приглашает заинтересованные компании к диалогу и сотрудничеству, с целью расширения сферы применений и возможностей российской микроэлектроники.