

Китай демонстрирует заметный рост в отрасли СВЧ GaN

Copyright © 2021, Knowmade, перевод В. Кубарев¹

Аналитическая компания Knowmade (Patent and Technology Intelligence), занимающаяся исследованием выданных патентов, опубликовала отчет о рынке GaN СВЧ, включающий производство всего спектра продукции: пластин, эпитаксии, транзисторов, СВЧ МИС, корпусированных изделий, модулей и систем на их основе. Компанией были проанализированы более 6 300 патентов, входящих в состав около 3 000 семейств патентов, предоставленных более 500 фирмами. В их числе в 2020 году по сравнению с предыдущим годом появилось около 100 новых игроков.

Данный отчет включает в себя развернутый анализ конкурирующих IP (Intellectual Property – интеллектуальная собственность, ИС) в области технологий разработки и производства нитрид-галлиевых СВЧ-изделий с позиции патентов. В результате данного анализа были получены ответы на следующие вопросы.

- Какова динамика IP в данной области и каковы ключевые тренды в разрезе получения патентов, компаний, стран и технологий?
- Кто является лидером в IP, кто наиболее активен, а кто новичок в этой области?
- Что из себя представляют новые игроки этого рынка?
- Каковы предложения ключевых участников и в чем их приоритеты в разрезе технологий и применений?
- Каков статус запатентованных GaN-технологий и каковы тренды в дальнейшем развитии каждой?
- Каковы стратегические и технологические пути у лидирующих на GaN СВЧ рынке компаний и новичков?

Первое заявление на патент в области GaN СВЧ было подано еще в 1990-х годах. Затем вплоть до 2004 года был заметен спад в активности подачи заявлений в этой области, а, начиная с 2015 года, наблюдался ее значительный рост. В настоящее время динамика IP определяется двумя основными факторами:

- разработками в Китае;
- смещением ИС далее по цепочке создания добавленной стоимости.

Получение патентов Китаем в области GaN СВЧ возросло начиная с 2015 года (рис. 1). За последние пару лет наблюдается заметное увеличение числа патентов из Китая, получаемых новыми компаниями. В 2019–2020-х годах

китайские компании уже представляли более 40% от общего числа подающих на патенты (при этом у компаний США – 23%, Японии – 10%, Европы – 3%).

Рост числа GaN-патентов из Китая отражает более общую тенденцию: страна постепенно переходит от производственной к инновационной экономике. Эта тенденция также отражает текущую ситуацию в радиочастотной отрасли: на китайском рынке наблюдается взрывной рост спроса на коммерческие приложения для беспроводной связи, а китайские компании уже разрабатывают телекоммуникационные сети следующего поколения. Более того, как следствие торговой войны между США и Китаем, многие китайские компании занимаются разработками СВЧ GaN для инфраструктуры 5G внутри страны.

В общем количестве накопленных патентов СВЧ GaN в настоящее время доминируют американские и японские компании: Wolfspeed, Fujitsu, Sumitomo Electric, Mitsubishi Electric, Intel, MACOM, Toshiba, Qorvo и Raytheon (рис. 2). Конкуренция в сфере интеллектуальной собственности была сильнее в США, о чем свидетельствует гораздо большее количество выданных патентов (1200+) по сравнению с Китаем (640+), Японией (440+) и Европой (250+). Однако в настоящее время патентная деятельность сосредоточена в Китае.

Wolfspeed имеет более сильную позицию в области интеллектуальной собственности, благодаря многочисленным фундаментальным патентам, особенно для технологии GaN-on-SiC. За последние пять лет патентная деятельность компаний Cree, Sumitomo Electric и Toshiba снизилась. Эти лидеры в области интеллектуальной собственности разработали обширные портфолио патентов, охватывающих широкий спектр узлов СВЧ GaN-изделий. Снижение активности IP может быть признаком их уверенности в надежном накопленном портфеле патентов СВЧ GaN.

¹ Компания Макро Групп, продакт-менеджер СВЧ-направления, rf@macrogroup.ru.

Количество опубликованных семейств патентов

До 2019 г.	После 2019 г.	Всего	🇺🇸 - промышленное производство 🇨🇳 - исследовательские центры и институты	
128	27	155	🇨🇳	Fujitsu
78	51	129	🇺🇸	Intel
97	29	126	🇨🇳	CETC
112	6	118	🇺🇸	Cree/Wolfspeed
99	12	111	🇨🇳	Sumitomo Electric
103	4	107	🇨🇳	Toshiba
65	33	98	🇨🇳	Xidian University
74	15	89	🇨🇳	Mitsubishi Electric
51	19	70	🇺🇸	MACOM/Nitronex
68	0	68	🇨🇳	Panasonic
52	7	59	🇺🇸	Qorvo
49	0	49	🇨🇳	HiWafer
32	11	43	🇨🇳	UESTC (University of Electronic Science & Technology of China)
22	20	42	🇺🇸	NXP/Freescale
30	10	40	🇨🇳	Institute of Semiconductors (Chinese Academy of Sciences)
32	7	39	🇨🇳	IMECAS (Institute of Microelectronics of Chinese Academy of Sciences)
35	3	38	🇨🇳	NTT (Nippon Telegraph & Telephone)
31	5	36	🇺🇸	Raytheon
27	3	30	🇨🇳	Dynax Semiconductor
23	5	28	🇺🇸	HRL Laboratories
14	13	27	🇨🇳	SCUT (South China University of Technology)
23	3	26	🇺🇸	Northrop Grumman
14	11	25	🇺🇸	Akoustis
20	5	25	🇰🇷	ETRI (Electronics & Telecommunications Research Institute)
24	0	24	🇨🇳	NGK Insulators
7	15	22	🇨🇳	Hanhua Semiconductor
13	7	20	🇨🇳	Jiangsu Broadwave Electronics Technology
19	0	19	🇰🇷	Samsung Electronics
17	1	18	🇺🇸	Avago Technologies
14	4	18	🇨🇳	Beijing Huajin Chuangwei Electronics
15	3	18	🇨🇳	SINANO (Suzhou Institute of Nano Technology & Nano Bionics - Chinese Academy of Sciences)
9	7	16	🇨🇳	Comba Telecom Systems
12	4	16	🇨🇳	Hangzhou Dianzi University
16	0	16	🇨🇳	NEC
15	1	16	🇨🇳	Taiyo Yuden
14	1	15	🇰🇷	RFHIC
12	3	15	🇨🇳	WIN Semiconductors
12	2	14	🇺🇸	BAE Systems
11	3	14	🇨🇳	Fudan University
14	0	14	🇨🇳	Hitachi
11	3	14	🇨🇳	Peking University
13	1	14	🇺🇸	Thales
12	2	14	🇺🇸	University of California

Рис. 1. Распределение заявок на патенты по организациям до и после 2019 года

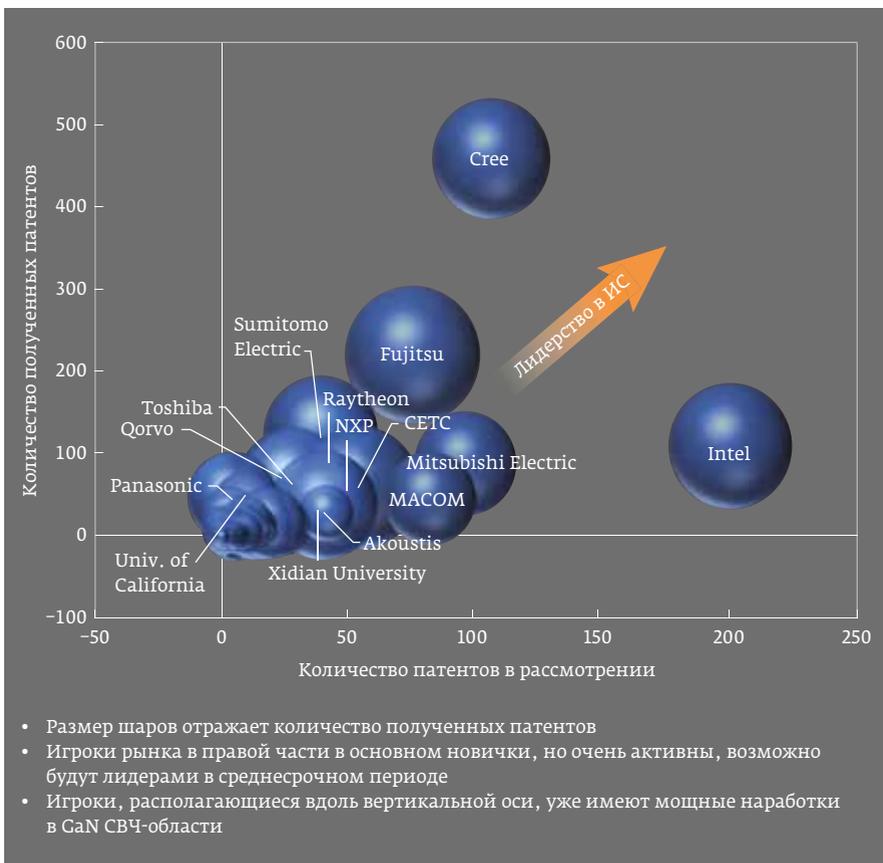


Рис. 2. Лидерство в приобретении патентов по фирмам-производителям

Intel и MACOM значительно увеличили свою активность в области интеллектуальной собственности с 2017 года, особенно в отношении технологии GaN-on-Silicon. В настоящее время Intel является самым активным патентным заявителем в области СВЧ GaN с рекордно высоким уровнем активности патентования новых изобретений за последние пару лет, что может в будущем опередить Sumitomo Electric, Fujitsu или Wolfspeed в области ИС.

В Китае CETC и Сидяньский университет ведут самую плодотворную изобретательскую деятельность. Другие игроки, такие как HiWafer, Dynax, Hanhua и ведущие государственные исследовательские организации Китая UEST, IMECAS, SCUT и Институт полупроводников, создали значительные портфолио патентов в области СВЧ GaN, при этом на рынок IP выходит много новых участников: Boxin, Reactor Microelectronics, TUS – Semiconductor, Hatchip, Nexgo, Bosemi, HC Semitek, A-INFO, RDW, Chippacking, China Mobile, Gaxtrem и др. «Рост интеллектуальной собственности в Китае следует воспринимать серьезно, поскольку он меняет ландшафт, в котором работают международные компании», – говорит Николас Барон, генеральный директор и соучредитель компании Knowmade.

В то время как Китай уделяет больше внимание количеству, а не качеству, многие патенты СВЧ GaN от ведущих китайских организаций соответствуют международным стандартам качества (CETC, Xidian University, HiWafer, Dynax и т.д.). Кроме того, некоторые китайские компании с глобальными амбициями подают или приобретают патенты в странах за пределами Китая (Dynax, Hanhua, Zhuhai Crystal Resonance, ZTE, Huawei, CCT, Nexgo). Иностранные компании также все чаще обращаются за патентной защитой в Китае (Mitsubishi Electric, NXP). Для местных или иностранных предприятий, работающих в Китае, это увеличивает риск нарушения патентных прав, которыми также становится трудно управлять.

Европейские игроки в СВЧ-области Thales, BAE Systems, Infineon, Ampleon, Ericsson и др. играют незначительную роль в текущей динамике СВЧ GaN IP. На Тайване ведущие фаундри предприятия (Foundry Service) Win Semiconductors, TSMC и GlobalWafers первыми появились

на рынке СВЧ GaN IP в середине 2010-х годов, за ними к 2018 году последовали другие, такие как VIS и Wavetek. Южнокорейские компании не очень активны с точки зрения подачи патентных заявок. В последнее десятилетие Корейский научно-исследовательский институт электроники и коммуникаций ETRI ежегодно подавал по несколько новых патентов. В 2016 году RFHIC приобрела у Element Six патенты, связанные с техпроцессом GaN-на-алмазе, а совсем недавно наблюдалось появление патентов у компаний Wavice, U-Tel и Waveria.

За последние несколько лет уровень развития обхода всех технологических и производственных ограничений для устройств СВЧ GaN был впечатляющим. «В последнее время активизируются разработки в области IP по темам, находящимся далее по цепочке создания стоимости, для решения производственных и технологических проблем, связанных с разработкой СВЧ МИС, корпусированием, радиочастотными схемами и модулями/системами. Ожидается, что эта тенденция будет усиливаться по мере того, как более зрелые СВЧ-изделия будут использовать технологию GaN», – утверждает Николас Барон. Текущая патентная деятельность предполагает, что проблемы производства и технологии все еще нуждаются в новых решениях для монолитной

интеграции различных полупроводниковых радиочастотных устройств, для управления температурным режимом на уровне взаимодействия эпитаксиальных слоев, для монтажа полупроводниковых устройств в корпусе, для решения вопросов линейности на уровне полупроводниковых устройств и схем, обеспечения защиты, согласования и компенсации искажений на схемотехническом уровне.

В этом выпуске аналитики Knowmade подробно описывают рынок IP СВЧ GaN и последние известные патенты, связанные с техпроцессами GaN-на-SiC, GaN-на-кремнии, GaN-на-алмазе и GaN-на-сапфире. Они анализируют и описывают развитие IP, связанное с ВЧ-транзисторами (HEMT, HBT, E-mode и т. д.), ВЧ-диодами (варакторы, RTD, IMPATT и т. д.) и радиочастотными акустическими волновыми устройствами (SAW, TC-SAW, FBAR, BAW-SMR). Кроме того, отчет включает раздел, посвященный патентам, связанным с СВЧ МИС на основе GaN. В целом, аналитики в области интеллектуальной собственности выделяют патенты, связанные с производственными

и технологическими проблемами, которые по-прежнему представляют интерес для игроков в области интеллектуальной собственности (тепловыделение, монолитная интеграция, линейность, согласование импеданса и т. д.) и/или нацелены на частотные диапазоны миллиметровых волн и телекоммуникационные приложения 5G (рис. 3).

Рынок СВЧ GaN переживает впечатляющий подъем, в основном, благодаря телекоммуникационным и оборонным применениям. Маркетинговая компания Yole Développement прогнозирует рост рынка СВЧ GaN с 740 млн долл. в 2019 году до более чем 2 млрд долл. к 2025 году при среднегодовом темпе роста 12%. По мнению рыночных аналитиков, и пандемия COVID-19, и нарастающий конфликт между США и Китаем начали менять ландшафт мировой полупроводниковой промышленности. Однако вспышка вируса, вероятно, будет иметь меньшие последствия для развертывания изделий на основе GaN. Цели ведущих китайских операторов связи в области строительства 5G остаются неизменными, и разработки

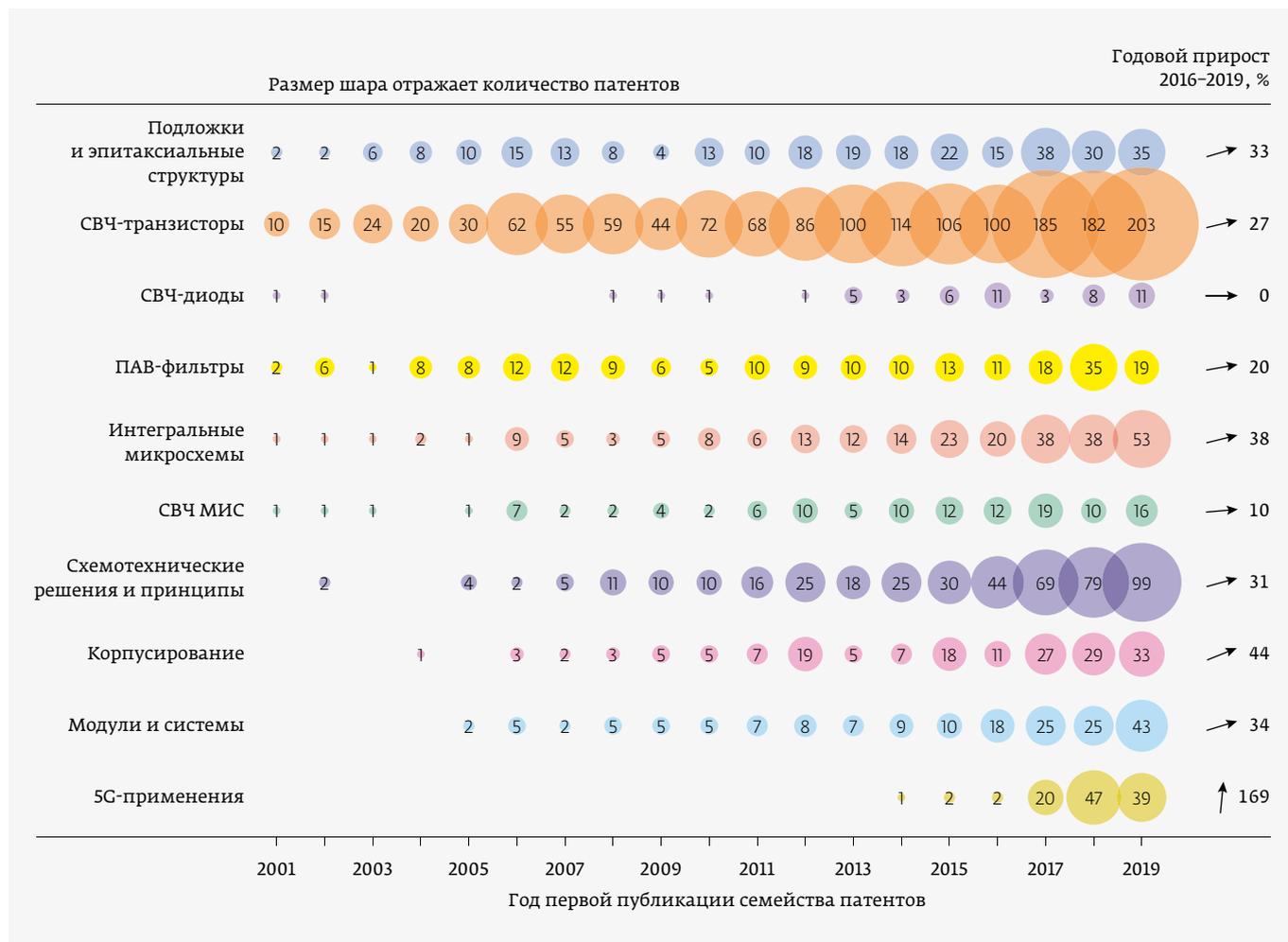


Рис. 3. Развитие патентов в GaN СВЧ-области по сегментам изделий

в этой области продолжают. Кроме того, американо-китайский конфликт, вероятно, окажет положительное влияние на развитие как азиатских производств и фаундри-фабрик, так и европейских игроков.

Патентная деятельность, связанная с GaN, плодотворна; все больше участников выходят на арену, и ландшафт GaN IP развивается. С одной стороны, некоторые стартапы и компании, специализировавшиеся исключительно на GaN, продолжают искать многообещающие возможности для бизнеса и развивают смежные направления GaN IP, предназначенные не только для радиочастотных приложений, но и для силовой электроники. С другой стороны, СВЧ-компании, не работавшие с GaN, и OEM-производители стремятся занять лидирующие позиции в области СВЧ GaN, разрабатывая патенты, заявляющие об использовании технологии GaN в ВЧ-модулях / системах.

В настоящее время существует множество компаний с пересекающимися портфелями патентов как по области применения, так и по территории, достаточно выданных патентов по всему миру, которые решают большинство технологических проблем во всей цепочке производства. Таким образом, свобода действий участников рынка сокращается, и можно ожидать сложные лицензионные и юридические баталии вскоре после того, как СВЧ GaN устройства поступят на массовые коммерческие рынки.

Теперь возникают вопросы: будет ли китайская интеллектуальная собственность определять будущее индустрии СВЧ GaN? И кто из держателей патентов станет лидерами в СВЧ GaN-мире 5G после COVID-19?

Knowmade выпускает этот новый отчет о патентной среде СВЧ GaN, чтобы предложить дополнительный обзор конкурентной среды СВЧ GaN и ее эволюции посредством патентной деятельности. В этом отчете аналитики Knowmade дают глубокое представление о портфелях интеллектуальной собственности и стратегиях ключевых игроков СВЧ GaN и новичков, а также освещают стратегические и технологические пути развития для технологий СВЧ GaN. В течение всего года команда Knowmade исследовала патентную деятельность, связанную как с GaN, так и с СВЧ, чтобы получить глубокое представление об эволюции технологии и интеллектуальной собственности, а также об их потенциальном влиянии на бизнес. Это издание 2020 года является частью сборника анализов GaN и СВЧ, включая патентный ландшафт GaN-on-Silicon 2020, патентный ландшафт по силовым решениям GaN 2019 и патентный ландшафт по ПАВ-фильтрам 2019. Патенты и технологии СВЧ GaN также отслеживаются и анализируются в общем сборнике по силовым и СВЧ GaN-изделиям, обзоре по СВЧ ПАВ-фильтрам, и анализе СВЧ-усилителей мощности для мобильных устройств. ●

Гофрированные рупорные антенны

Компактный размер, равномерная по углам апертура излучения, низкий уровень перекрёстной поляризации

Серия LB-ACH:

- диапазон частот: 0,75...220 ГГц
- КСВН: 1,3 (типовой)
- коэффициент усиления (Ku): 10 дБ
- ширина апертуры на уровне -3 дБ: 55°
- одиночная- и двойная линейные, круговая и двойная круговая поляризации
- уровень перекрёстной поляризации: -45 дБ

ПРЕИМУЩЕСТВА:

- антенны представлены в коаксиальном и волноводном исполнении
- доступны поглощающие панели для лучшего Ku и оптимальной ДН
- дополнительные аксессуары: треноги, крепежные элементы, внешние кожухи, кабели, кейсы для переноски

A-INFO



**МАКРО
ГРУПП**

www.macrogrou.ru

Официальный дистрибьютор A-INFO в России

e-mail: rf@macrogrou.ru

8 (800) 333 06 05

Санкт-Петербург (812) 370 60 70

Москва (495) 988 02 72

Екатеринбург (343) 385 95 10

Чебоксары

(8352) 23 79 55

Новосибирск

(383) 233 34 87

Ростов-на-Дону

(863) 227 03 93

interlight

RUSSIA

intelligent building

RUSSIA

19 – 22.09.2022

ЦВК «ЭКСПОЦЕНТР», МОСКВА

**Умная.
Светлая.
Стильная.**

Международная выставка
освещения, автоматизации зданий,
электротехники и систем
безопасности

