

ENGLISH TEXT (SOURCE)**60 GHz Integrated Waveguide Transceivers**

In most countries, the 60 GHz band is allocated for unlicensed use with up to 7 GHz of bandwidth (57 to 64 GHz in the U.S. and Korea, and 57 to 66 GHz in Japan and Europe, as examples). This is 7 to 9 GHz of spectrum for use in unlicensed applications. As a point of comparison, the 2.4 GHz unlicensed band in the U.S. is 83.5 MHz wide (on the order of 1 percent of the bandwidth available at 60 GHz). The applications that can be supported by such wide bandwidths are multi-gigabit communications for backhaul links, high definition uncompressed video transmission and high resolution radar systems, to name a few.

Integrated circuits (IC) are now available that can operate up through the 60 GHz millimeterwave spectrum. Typical RF ICs that operate at the lower frequencies can be built into standard IC packaging such as SOIC, QFN and TSSOP. As the frequency of operation increases and into the realm of millimeter waves above 30 GHz, the problems of bond wire self and mutual inductance, parasitic capacitance and PCB trace parasitics start to dominate and limit performance. In order to provide useable components at millimeter waves, some vendors provide a built-in antenna, such as a patch antenna, that is directly connected with very short traces to the IC die pads in order to reduce the parasitic effects. In order to reduce the parasitic lead effects, flip-chip mounting technology is also used.

The problem of getting 60 GHz energy on and off the die is not trivial, and special consideration must be given to creating efficient designs that can facilitate easy development at the component level. Since the antennas that are typically used in fully packaged solutions are small and fairly low-gain with associated wide beam patterns, the resulting operating distance that can be achieved is quite short (on the order of 10 m or less). These compact, short range antennas work fine for applications such as indoor wireless links, small radar sensors or even as high-bandwidth versions of near-field communications. But many applications require longer range requiring highly directional, larger aperture antennas. High-gain antennas significantly increase operating range while reducing multipath and interference.

The most efficient method for interconnecting or coupling a variety of different millimeterwave antennas is to use industry standard waveguide flange couplings. For the 60 GHz band, the EIA designated waveguide size is WR15 (which covers 50 to 75 GHz), and the standard flange is designated as the UG-385/U. 60 GHz researchers and developers need to connect external antennas, of any arbitrary size and gain, to the RF front end of the system. Efficiently coupling the signals at these frequencies

RUSSIAN TEXT (TARGET)**Интегральные волноводные трансиверы диапазона 60 ГГц**

В диапазоне 60 ГГц большинство стран выделяет для нелицензируемого использования полосу частот шириной до 7 ГГц (например, от 57 до 64 ГГц в США и Корее, и от 57 до 66 ГГц в Японии и Европе). Т.е. для нелицензируемых вариантов использования выделен спектр шириной от 7 до 9 ГГц. Для сравнения, в диапазоне 2,4 ГГц в США выделена нелицензируемая полоса частот 83,5 МГц (т.е. порядка 1 % от полосы пропускания, доступной в диапазоне 60 ГГц). Вариантами использования такой широкой полосы пропускания могут быть, например, мультигигабитные соединения транспортных сетей связи, передача несжатого видеоконтента высокой четкости и радиолокационные системы высокого разрешения.

Сегодня доступны интегральные схемы (ИС), работающие в миллиметровом диапазоне от 60 ГГц и выше. Типичные ВЧ ИС, работающие на более низких частотах, могут упаковываться в стандартные корпуса, такие как SOIC, QFN и TSSOP. Поскольку рабочие частоты растут, попадая в миллиметровый диапазон выше 30 ГГц, растет и влияние паразитной индуктивности, паразитной индуктивной связи, паразитной ёмкости и паразитных параметров печатных плат. Они начинают преобладать и ограничивать производительность систем. Чтобы дать возможность использовать свои компоненты на миллиметровых волнах, некоторые производители встраивают в них антенны, например, непосредственно соединяемые с очень короткими выводами кристалла ИС, что позволяет снизить влияние паразитных эффектов. Для этого так же используется технология монтажа по методу перевернутого кристалла (т.н. флип-чип).

Проблема снятия излучения на частоте 60 ГГц и охлаждения кристалла не является тривиальной, поэтому особое внимание должно быть уделено созданию эффективных конструкций, упрощающих процесс разработки на уровне отдельных компонентов. Антенны, обычно используемые в полностью корпусированных решениях, имеют малые размеры и довольно низкий коэффициент усиления при соответствующей ширине диаграммы направленности, в результате может быть получено лишь небольшое рабочее расстояние (порядка 10 м и менее). Подобные компактные антенны с малым радиусом действия нормально работают в таких приложениях, как беспроводная связь в помещениях, небольшие радарные датчики и даже системы связи ближнего поля с высокой пропускной способностью. Но для многих приложений требуется большая дальность, для чего необходимы остронаправленные антенны с большей апертурой. Антенны с большим коэффициентом усиления значительно увеличивают дальность работы при одновременном снижении помех и излучений в боковых лепестках диаграммы направленности.

Наиболее эффективным способом соединения (или объединения) множества различных антенн миллиметрового диапазона являются стандартные промышленные волноводно-фланцевые соединения. EIA отводит для использования в полосе 60 ГГц волноводы размера WR15 (перекрывает полосу от 50 до 75 ГГц) и стандартный фланец UG-385/U. Исследователям и разработчикам, работающим с диапазоном 60 ГГц,

into and out of the waveguide port from an integrated circuit is a challenge. There are vendors that have successfully built MMIC type amplifiers, mixers and other separate millimeter-wave functions using ceramic substrates packaged in precision machined waveguide block type assemblies. These blocks are good for basic research in a laboratory environment, but not for an integrated and lowcost solution intended for commercial product development.

необходима возможность подключения внешних антенн, имеющих любые размеры и коэффициенты усиления, к выходному ВЧ-каскаду системы. Эффективный ввод сигналов таких частот в волноводный порт из интегральной схемы (и их вывод обратно) является непростой задачей. Есть производители, успешно создавшие СВЧ МИС усилители (англ. MMIC), смесители и другие компоненты миллиметрового диапазона с использованием керамических подложек, упакованных в волноводные сборки высокой точности обработки. Они хорошо подходят для фундаментальных лабораторных исследований, но не для недорогих интегрируемых решений, используемых при разработке коммерческой продукции.