

이 보고서는 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해 발간한 보고서입니다.

혁신성장품목분석보고서

 YouTube 요약 영상 보러가기

밀리미터파

5G 이동통신 시스템의 성능향상을 위해
순차적인 적용 확대가 예상

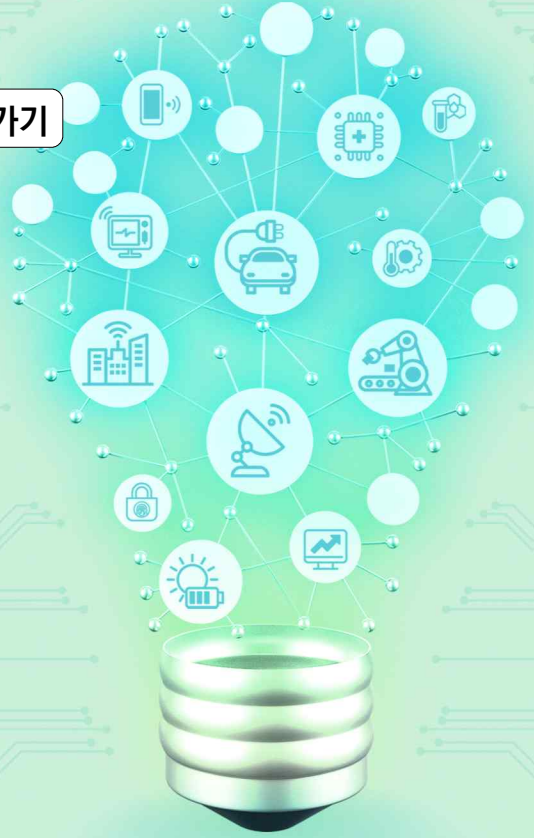
요약

배경기술분석

심층기술분석

산업동향분석

주요기업분석



작성기관

(주)NICE디앤비

작성자

김영재 전문위원

- 본 보고서는 「코스닥 시장 활성화를 통한 자본시장 혁신방안」의 일환으로 코스닥 기업에 대한 투자정보 확충을 위해, 한국거래소와 한국예탁결제원의 후원을 받아 한국IR협의회가 기술신용평가기관에 발주하여 작성한 것입니다.
- 본 보고서는 투자 의사결정을 위한 참고용으로만 제공되는 것이므로, 투자자 자신의 판단과 책임하에 종목선택이나 투자시기에 대한 최종 결정을 하시기 바랍니다. 따라서 본 보고서를 활용한 어떠한 의사결정에 대해서도 본회와 작성기관은 일체의 책임을 지지 않습니다.
- 본 보고서의 요약영상은 유튜브로도 시청 가능하며, 영상편집 일정에 따라 현재 시점에서 미게재 상태일 수 있습니다.
- 카카오톡에서 “한국IR협의회” 채널을 추가하시면 매주 보고서 발간 소식을 안내 받으실 수 있습니다.
- 본 보고서에 대한 자세한 문의는 작성기관(TEL.02-2122-1300)로 연락하여 주시기 바랍니다.

밀리미터파

5G 이동통신 시스템의 성능 향상이 필요하나 투자 비용은 부담

■ 3.5GHz 주파수 대역 사용 한계로 기대에 미치지 못한 5G 이동통신 서비스

2019년 4월을 기하여 세계최초로 국내에 5G 이동통신 서비스가 개시되었으나, 현재 서비스 중인 3.5GHz의 주파수 대역은 망이 불안정하고 커버리지가 작아 5G 이동통신 서비스 사용자가 4G 이동통신 서비스 사용 대비 큰 폭의 성능 향상을 체감할 수 없다. 이는, 5G 이동통신 네트워크가 코어 네트워크의 일부를 4G 이동통신 시스템과 공유하고 있으며, 4G 이동통신 서비스와 크게 다르지 않은 주파수 대역을 이용하고 있기 때문이다.

■ 밀리미터파 주파수 대역을 이용하여 5G 이동통신 서비스를 업그레이드

5G 이동통신 서비스의 성능을 획기적으로 개선하기 위해 종래의 주파수 대역보다 훨씬 더 높은 주파수 대역(28GHz 등)을 이용하는 밀리미터 기술이 개발되고 있다. 높은 주파수 대역을 이용할 경우 상대적으로 넓은 주파수 대역폭을 이용할 수 있어 데이터 전송 속도를 높일 수 있다. 밀리미터파 주파수 대역의 경우 경로 감쇄가 크고, 직진성이 강해 이동통신에는 적합하지 않은 것으로 생각되어 왔으나, RF 소자, 빔포밍 기술, 스몰셀 기술 등이 개발되어 이동통신에 적용할 수 있게 되었다.

■ 투자 비용의 부담으로 인해 B2B 서비스를 위주로 순차적으로 보급

밀리미터파 기술에 대응하기 위해서는 단말기 및 기지국(스몰셀 포함)의 RF 부품을 추가/변경하고, 빔포밍 기술, 스몰셀 기술 등에 대응하기 위해 일부 프로토콜의 업그레이드도 필요하다. 따라서, 단순히 중계기나 기지국을 추가적으로 설치하는 것으로는 충분하지 않으며, 천문학적 규모의 설비 투자가 필요하다. 이동통신 서비스 업체들의 경우 이러한 설비 투자에 소요되는 비용에 대해 다소 부담을 느끼고 있으며, B2C 서비스 보다는 B2B 서비스를 위주로 밀리미터파 기술을 적용할 것으로 예상된다.

I. 배경기술분석

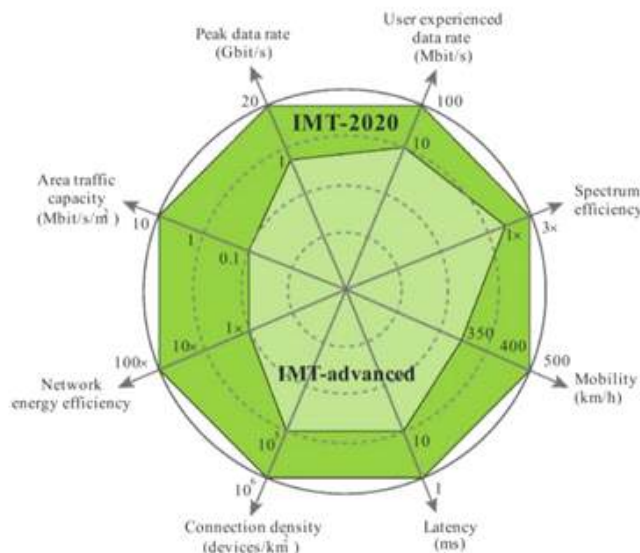
이동통신 시스템의 성능 향상을 위해 새로운 주파수 대역을 이용하는 밀리미터파 기술

밀리미터파 기술은 고속 데이터 전송 등 기존 5G 이동통신 시스템의 성능 향상을 위해 28GHz 등 새로운 주파수 대역을 이용하는 기술로, 이동통신 사업자와 관련 장비 업체는 2021년부터 순차적으로 서비스를 제공하기 위해 준비하고 있다.

■ 기대수준에 미치지 못하는 5G 이동통신 기술

이동통신 산업은 고정된 지점에 설치되어 통신서비스를 제공하는 유선전화, 유선인터넷 등과는 달리, 이동통신 시스템을 이용하여 사용자가 자동차 등을 탈것을 이용하거나, 도보로 이동하면서 통신할 수 있는 서비스를 제공하는 산업이다.

[그림1] 5G 성능 요구사항

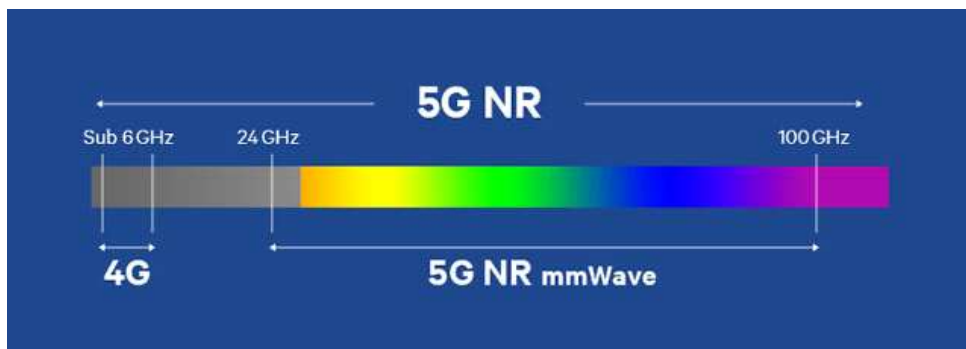


*출처: ITU

2011년경 상용화된 4G 이동통신 시스템의 경우, 데이터 전송률, 주파수 효율 등의 측면에서 사용자 및 이동통신 사업자의 요구에 미치지 못해 2019년부터는 5G 이동통신 시스템이 상용화되었다.

ITU(국제전기통신연합)는 최대 전송률(Peak data rate), 최대 주파수 효율(Peak spectral efficiency), 체감전송률(User experienced data rate) 등 12가지 항목에서 5G 이동통신 시스템이 구비해야할 성능을 규정하였다. 이에 따르면, 5G 이동통신 시스템은 20Gbps의 최대 전송 속도를 보장해야 하고, 평균 지연은 1ms미만이어야 하며, 단위 km² 당 10⁶개의 무선 연결을 지원해야 한다. 그러나, 5G 가입자들은 현재 상용화된 5G 이동통신 시스템의 성능을 체감하지 못하고 있다.

[그림 2] 밀리미터파 주파수 대역



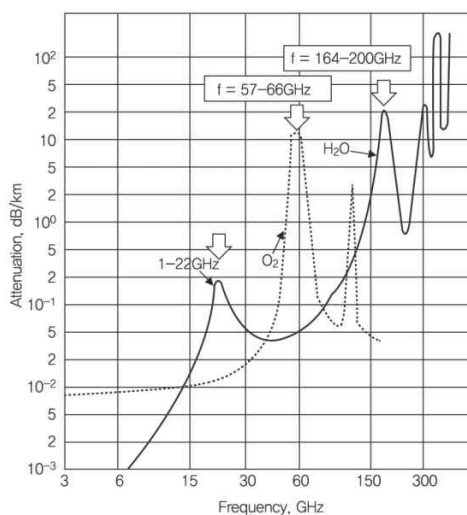
*출처: 퀄컴

■ 더 높은 주파수 대역을 이용하는 밀리미터파 기술

이동통신 사업자들은 5G 이동통신 시스템의 성능을 향상시키기 위해 밀리미터파 기술을 도입하고 있다. 기존의 4G 이동통신 시스템의 경우 3GHz 이하의 낮은 주파수 대역을 이용한다. 현재의 5G 이동통신 시스템은 4G 이동통신 시스템과 유사한 3.5GHz 주파수 대역을 이용하여 데이터를 전송한다. 현재의 5G 이동통신 시스템은 주파수 특성이 종래의 4G 이동통신과 유사해 시스템 구축이 쉽지만 대략 100MHz 정도의 대역폭 만을 이용할 수 있는 한계점도 있다.

반면, 밀리미터파 기술은 밀리미터(mm) 단위의 파장을 갖는 고주파 대역(30~300GHz)의 주파수 대역을 이용하여 데이터를 전송하는 통신방식으로 약 800MHz 이상의 대역폭을 이용할 수 있다. 밀리미터파 기술을 이용하면 넓은 대역폭을 이용할 수 있어 전송속도가 향상되나, 밀리미터파 대역의 주파수는 회절성이 낮고, 경로 손실이 높아 하나의 기지국이 커버할 수 있는 영역이 좁아 무선통신을 위해 사용되지는 못하였다.

[그림 3] 밀리미터 주파수 대역의 감쇄율



*출처: 한국전자통신연구원(2013)

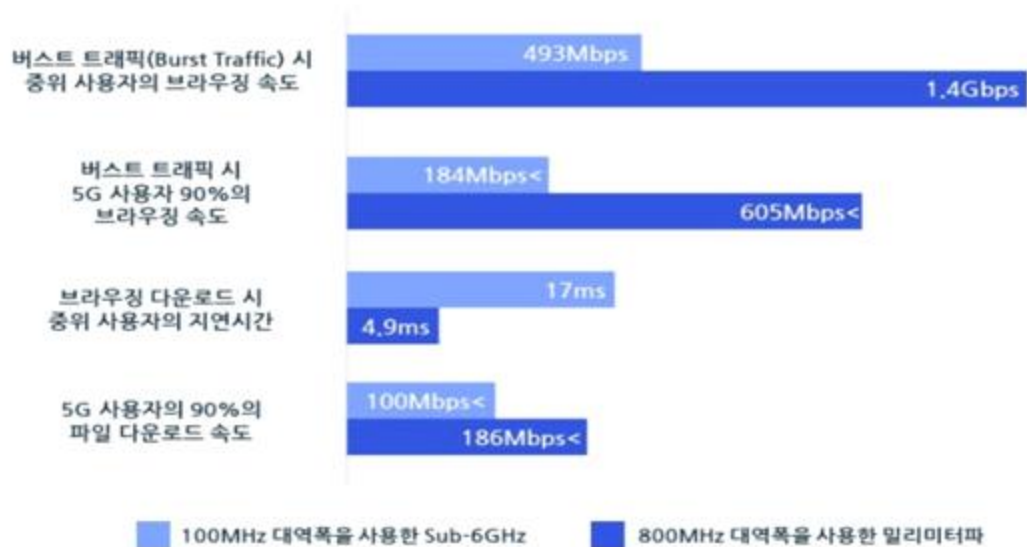
밀리미터파를 무선 통신에 사용하기 위해 ITU-R의 표준화 그룹은 2017년에 밀리미터파 대역에서의 전파전달 특성 표준 모델을 결정하는 등 상용화를 위한 연구를 계속하였고, 이에 기초하여 2021년에는 상대적으로 경로 손실이 낮은 28GHz 대역을 중심으로 밀리미터파 기술의 상용화가 예상된다.

■ 순차적으로 적용되는 밀리미터파 기술

최근, 노키아는 밀리미터파 기술을 이용하여 최대 4.7Gbps의 통신 속도를 달성했다고 밝혔으며, 퀄컴은 밀리미터파 기술이 적용된 단말기용 모뎀칩을 발표한 바 있다.

삼성전자는 밀리미터파 기술이 적용된 갤럭시 S20 단말기를 미국에 출시하였으며, AT&T의 경우 39GHz의 밀리미터파 대역을 활용한 5G 플러스 서비스를 상용화하였다.

[그림 4] 5G Sub-6Ghz와 밀리미터파 대역폭에 따른 성능 차이



*출처: 퀄컴 코리아

그러나, 국내에 출시된 단말기들은 대부분 밀리미터파 기술을 이용할 수 있는 부품을 탑재하지 않고 있으며, 기지국도 밀리미터파 기술을 지원하지 않아 현재 밀리미터파 기술을 사용할 수는 없다. 이동통신 사업자들과 장비 제조업체들은 2021년에는 스마트팩토리, 스마트시티, 자율주행, 원격의료, 재난안전분야 등을 중심으로 밀리미터파 기술이 상용화될 것으로 예상하고 있다. 이와 관련하여 과학기술정보통신부에서는 밀리미터파 기술이 전면적으로 상용화되기보다는 B2B나 스몰셀 등을 이용해 특정 영역을 중심으로 하여 상용화될 것으로 예상하고 있다.

II. 심층기술분석

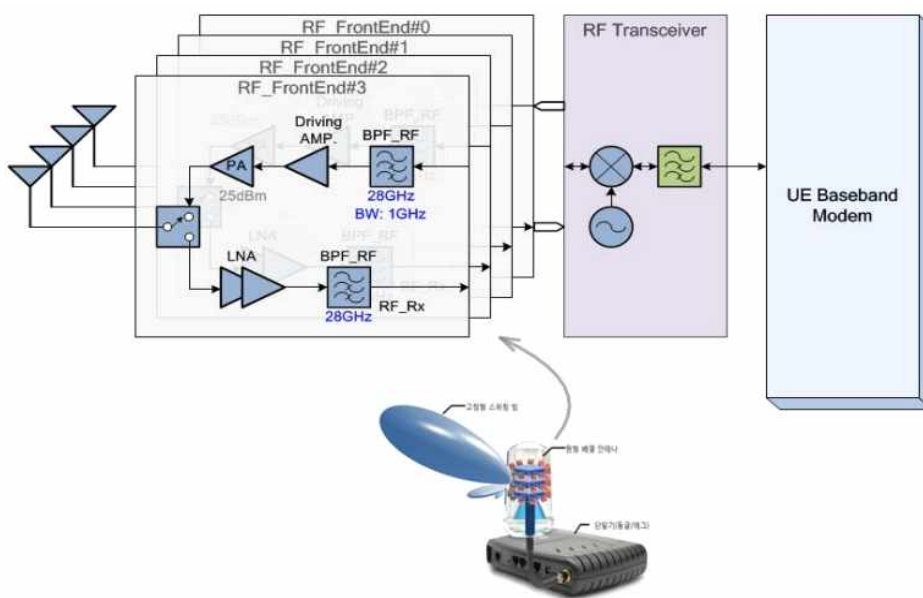
밀리미터파 대역 주파수의 특성을 고려한 새로운 소자 및 시스템의 개발

이동통신을 위해 사용하지 않던 주파수 대역을 사용하기 위해 안테나, 필터 등 새로운 RF 소자를 개발하고 있으며, 경로 감쇄가 큰 단점을 극복하기 위해 빔포밍 기술, 스몰셀 기술 등이 적용되고 있다.

■ 밀리미터파용 프론트엔드 기술

밀리미터파 대역의 RF 프론트엔드는 전력증폭기(Power Amplifier, 이하 PA), 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier, 이하 LNA), Tx/Rx 스위치, 필터 등으로 구성된다. 종래에는 밀리미터파 대역을 고정 무선/위성 통신용으로 사용하였기에 종래의 밀리미터파용 RF 프론트엔드는 이동통신에 사용하기에는 전력소모와 크기 등의 측면에서 적합하지 않다.

[그림 5] 스위칭 빔형성 방식 단말기의 밀리미터파 대역 프론트엔드 구조도



*출처: (주)에프씨아이(2018)

PA 칩은 단말 RF 전력 소모량의 상당부분과 기지국 전체 전력소모의 80% 이상을 차지하고 있어, RF 프론트엔드에서 PA 고효율화는 필수적이다.

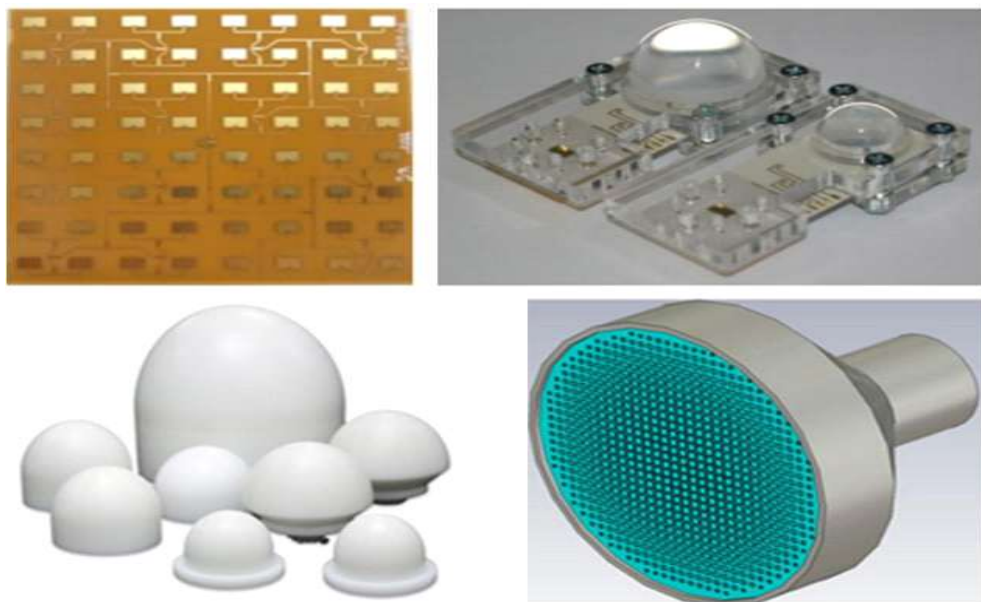
밀리미터파 LNA는 수신단의 첫 번째 증폭 회로로 동작하여 수신단 전체의 잡음 특성을 개선시킨다. 이때 LNA는 저잡음 정합을 통하여 자체적인 잡음의 증가를 억제하는데, 밀리미터 대역에서는 기생성분의 영향을 최소화하는 기술이 중요하다.

밀리미터파 스위치는 TDD (Time Division Duplexing) 동작을 하는 시스템에서 안테나를 수신단과 송신단으로 구분하여 연결시켜주는 기능을 하며, 특히 밀리미터 대역에서는 통과 신호의 감소와 누설 신호의 증가를 해결하기 위한 기술이 필요하다.

■ 밀리미터파용 안테나기술

밀리미터파 5G 기지국 및 중계용 안테나는 20dBi 이상의 고이득을 가지는 안테나 형상을 요구한다. 고이득 안테나의 경우 통상 10도 이내의 반전력(3dB) 빔폭을 가지는 것이 특징이며, 특히 수평축(azimuth)과 수직축(elevation)의 빔폭에 대한 정밀한 설계, 관리 및 성능의 검증이 필수적이다.

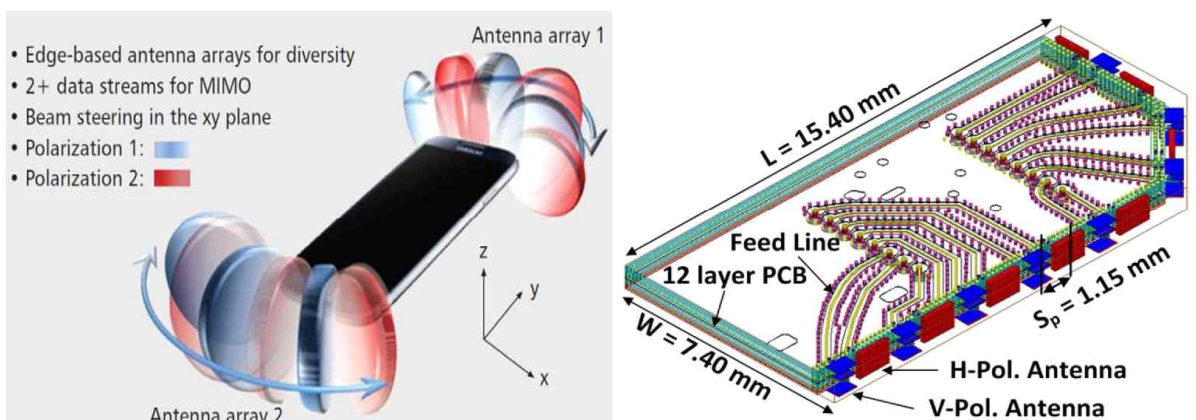
[그림 6] 기지국용 밀리미터파 안테나의 예



*출처: 이재영, 5G 통신 RF 소자 기술(2020)

[그림 6]의 예시와 같이, 기지국 및 중계기용 안테나 형상은 패치 안테나를 배열한 PCB 기반 평면 배열 안테나, 렌즈 안테나, 유전율 기반 레이돔 안테나, 반사체 안테나 등이 활용된다. 현재 삼성전자, 화웨이, 에릭슨, 노키아, 퀄컴 등 국내외 우수 대기업들이 밀리미터파 5G 기지국 및 중계기용 안테나를 개발하기 위해 주도적으로 참여하고 있다.

[그림 7] 단말기용 밀리미터파 안테나의 예

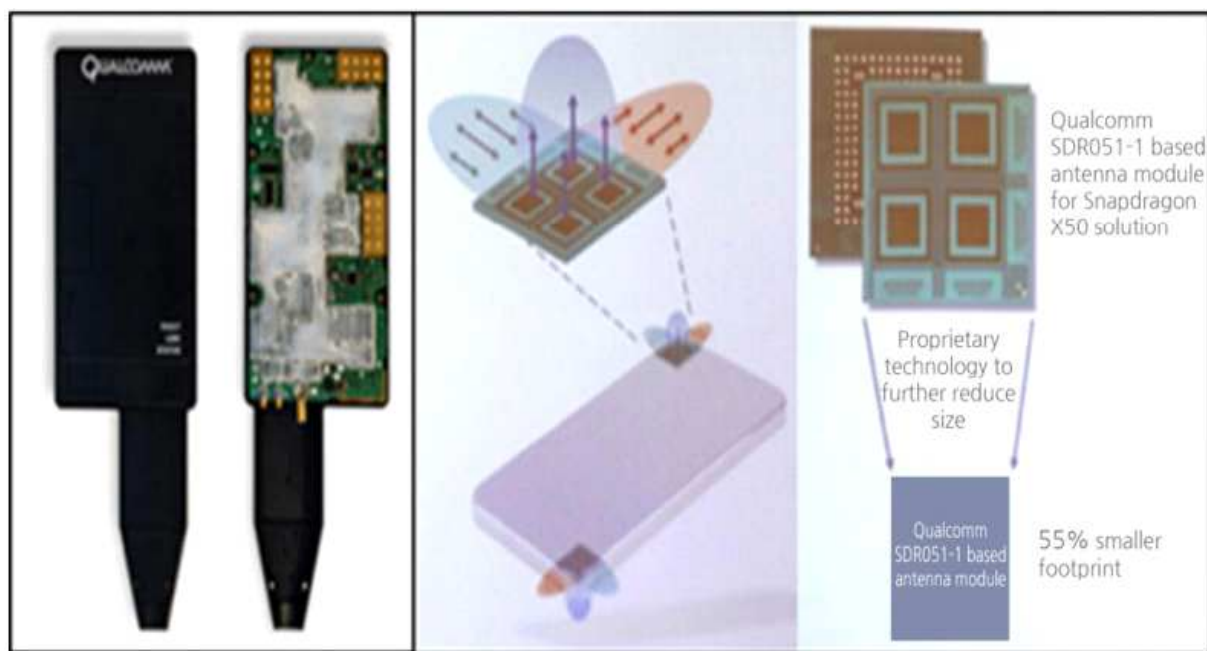


*출처: 이재영, 5G 통신 RF 소자 기술(2020)

밀리미터파 5G 단말기용 안테나는 삼성전자가 세계 최초로 제안하여 [그림 7]과 같이 밀리미터파 5G 상용화를 위한 표준 안테나 형상을 제시하였다. 삼성전자의 안테나는 좌표가 수시로 변하는 단말의 특성상 편파 부정합에 의한 수신 감도 저하를 방지하기 위해 고이득의 편 빔을 2차원 공간에서 실시간으로 조향하고 이중편파 특성의 다중 안테나를 활용하여 데이터 채널을 2배 늘리는 안테나 형상을 제안하였다. 제안된 안테나는 [그림 7]과 같이 단말의 단축 외곽 상단에 이중편파 안테나가 각각 2개씩 위치하며 상호 간섭이 억제되도록 직교하는 2개의 편파 특성을 포함한 중방향의 빔조향 방사가 이뤄지도록 하였다.

퀄컴의 경우 밀리미터파 5G용 RF 칩셋과 안테나 모듈을 모두 개발하여 해당 솔루션을 전 세계 단말 업체에 제공하며 밀리미터파 5G용 RF 소자 기술을 선도하고 있다. 퀄컴은 그림 8과 같이 스마트폰 실장을 위한 2×2 배열 빔형성 및 이중 편파 안테나 모듈을 개발하였고, 이를 통해 밀리미터파용 모뎀칩, RF 전치단 회로 구성과 패키지 기반 안테나 모듈까지 모두 제조하여 인체의 전파 차단에 취약한 밀리미터파 특성 개선에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 또한 적응형 아날로그 빔포밍과 빔추적/조향 기술을 접목하여 전파 음영 환경에서도 통신이 끊기지 않고 자유자재로 연결되는 기술도 제공하고 있다.

[그림 8] 퀄컴의 단말기용 밀리미터파 안테나



*출처: 이재영, 5G 통신 RF 소자 기술(2020)

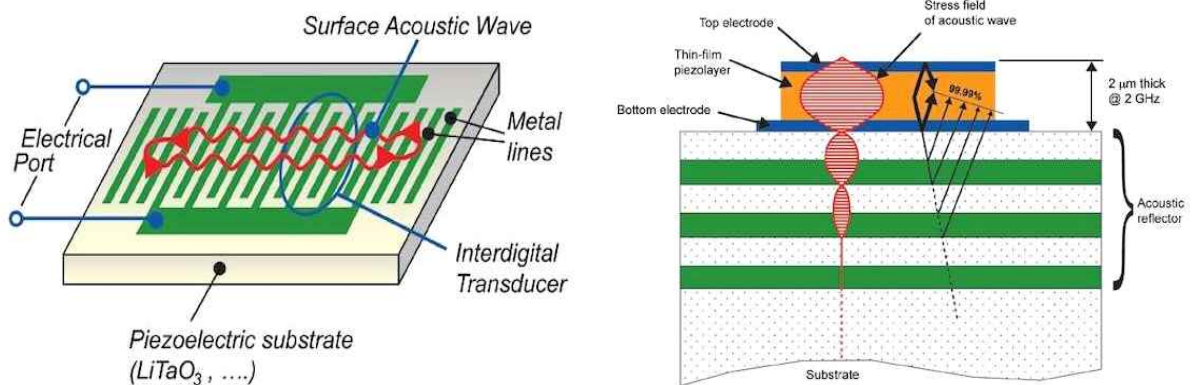
■ 밀리미터파용 RF 필터 기술

스마트폰에 쓰이는 필터의 종류는 크게 BAW (Bulk Acoustic Wave) 계열 필터와 SAW (Surface Acoustic Wave) 계열 필터로 구분된다. 현재 LTE 스마트폰에 주력으로 쓰이는 필터는 SAW 필터이며, BAW 필터는 일부 플래그십 스마트폰에만 채택되어 왔다. BAW 필터는 ASP가 SAW 필터 대비 5배 이상 높아, 중저가 스마트폰에 탑재하기에는 원가 측면에서 부담스럽기 때문이다.

그러나, 밀리미터파 주파수 대역에서는 BAW 필터가 SAW 필터 대비 넓은 대역폭에 대응 (필터링)할 수 있어 BAW 필터의 사용이 증가할 것으로 예상된다.

일반적인 SAW 필터가 대응 가능한 주파수 대역폭은 최대 2GHz 수준에 그치는 것으로 알려져 있다. 5G의 Sub-6GHz 혹은 밀리미터 주파수(24GHz ~ 100GHz) 대역은 LTE 보다 훨씬 더 넓은 대역폭을 이용하기 때문에 BAW 필터 탑재가 필수적이다.

[그림 9] SAW 필터(좌)와 BAW 필터(우)의 구조



*출처: SAW, BAW and the future of wireless, <https://www.edn.com/> (2013)

SAW 필터는 압전물질 표면에 빗살모양의 전극을 어긋나게 배치하여 표면탄성파를 발생시키고, 그 탄성과 주파수와 동조되는 특정한 주파수만을 통과시키고 다른 주파수는 감쇄시킨다. SAW 필터는 전극을 압전체 표면에 형성하기에 소형화에 한계가 있었고, 1.9GHz 이상의 고주파수 대역에서는 성능이 제한적이다.

반면, BAW 필터는 전극이 압전체의 상하부에 형성되어 신호를 수직으로 필터링하기에 소형화, 고주파수 대응, 전력저감, 수신감도 등 다양한 측면에서 SAW 필터보다 우수하다.

■ 빔포밍 기술

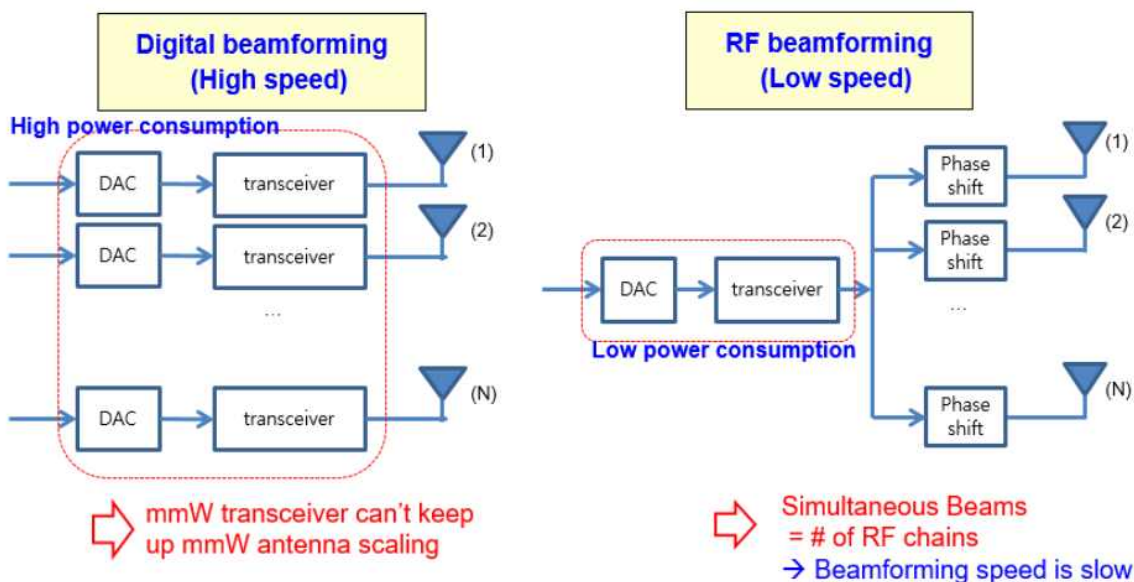
빔 포밍 기술은 여러개의 안테나를 이용하여 특정 방향으로 큰 이득을 가지고, 다른 방향으로 작은 이득을 가지는 빔을 형성(Beam forming)하여 간섭의 영향을 줄이고, 통신 품질을 향상시키는 기술이다.

밀리미터파 대역에서는 경로 감쇄가 심해 전파가 멀리 전파되지 않는다. 따라서, 빔포밍 기술을 이용하여 전파를 특정한 방향으로 집중하여 전송함으로써, 통신을 가능하게 할 수 있다.

빔포밍 기술은 기저대역(baseband) 신호에 복소수 가중치를 곱하여 신호의 진폭과 위상을 변화시키는 디지털 빔포밍과 RF 회로의 위상 천이기를 이용하는 RF 빔포밍 기법으로 구분될 수 있다. 디지털 빔포밍은 보다 정교하게 빔포밍이 가능하다는 장점이 있으나 안테나 별로 송수신기가 필요하여 하드웨어 구현이 어려워진다.

과거 이동통신의 경우 성능을 높이는 방향으로 진화되었기 때문에 디지털 빔포밍 기반의 MIMO 기술을 사용하는 것이 당연시되었다.

[그림 10] 디지털 빔포밍과 아날로그 빔포밍의 차이

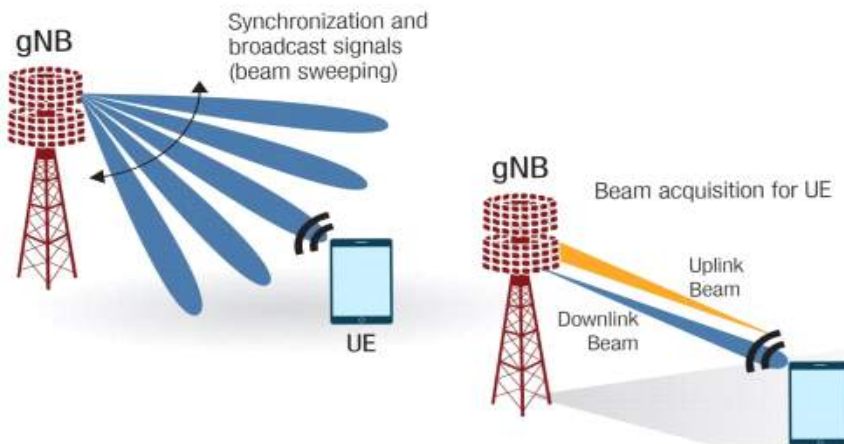


*출처: 단일 송수신기를 갖는 MIMO 기술 동향, 정보통신기획평가원(2020)

하지만, 5G NR(New Radio)에서 밀리미터파 대역의 주파수 사용을 시도함에 따라 디지털 빔포밍을 사용하기에는 송수신부의 물리적인 크기 및 전력소모가 크기 때문에 이러한 단점을 극복할 수 있는 단일 송수신기를 갖는 RF 빔포밍 방식이 새롭게 부활하고 있다.

RF 빔포밍의 경우 동시에 만들어지는 빔이 1개이므로 단말기와 빔을 일치시키는 시간이 오래 걸린다는 단점이 있으나, 밀리미터파 5G의 서비스 대상이 핫 스팟 위주로 단말기의 수가 많지 않은 환경을 가정할 수 있으므로 NR phase 1에서는 RF 빔포밍을 이용하는 것이 가능하다. 이에 5G NR phase 1 표준에서는 RF 빔포밍 기술을 채용한 빔 운영 (beam management) 기술을 정의하고 있다.

[그림 11] 5G에서의 빔 형성 과정



*출처: Keysight(2020)

5G NR에서는 빔운영을 위해서 동기신호(Synchronization Signal: SS) 블록이 정의된다. LTE의 경우 동기과정에서 하향 링크에서 무지향성으로 방송되는 2개의 물리계층 신호인 PSS(Primary Synchronization Signal)와 SSS(Secundary Synchronization Signal)가 사용된 것처럼 5G NR에서는 SS 블록이 이 역할을 수행한다. SS 블록은 4개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼(주파수축에서는 240개의 부반송파)로 구성되며, 최적의 빔포밍을 위해 PSS, SSS, PBCH(Physical Broadcast Channel)로 구성된다.

LTE 표준에서는 PSS, SSS, PBCH를 5msec마다 한번 전송한 것과 비교하여 5G NR표준에서는 5msec 동안 SS블록을 최대 64번 전송할 수 있다. 다수의 SSB는 5msec 시간 내에 서로 다른 전송 빔으로 전송되며, 단말은 전송에 사용되는 특정 하나의 빔을 기준으로 볼 때 20msec의 주기마다 SSB가 전송된다고 가정하고 빔을 검출한다. 5msec 시간 내에서 SS블록을 사용하는 빔의 개수는 주파수 대역이 높을수록 큰 값을 사용할 수 있다. 3GHz 이하에서는 최대 4개의 SSB 전송이 가능하며, 3~6GHz까지의 주파수 대역에서는 최대 8개, 6GHz 이상에서는 최대 64개의 서로 다른 빔을 사용하여 SS블록을 전송한다.

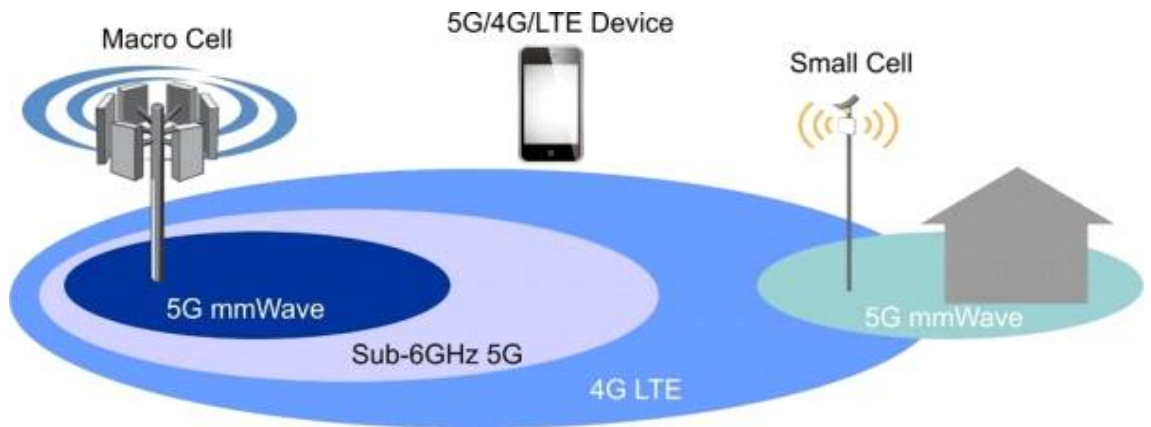
5G NR 기지국인 gNB와 단말UE 간의 초기 접속 과정은 [그림 11]과 같다. 기지국은 SS블록을 각 빔별로 전송하는 ① 빔스위핑 (beam sweeping) 과정을 진행한다. UE는 수신된 신호의 수신 전력을 측정하는 ② beam measurement 과정을 거치는데 이 때 RSRP(Reference Signal Received Power), RSSI(Received Signal Strength Indicator), SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio) 등을 이용한다. ③ 단말기는 beam termination 과정을 통해 최적의 빔 방향을 가지는 SS 블록을 찾아낸다. 마지막으로 ④ beam reporting 과정을 통해 UE는 검출된 SSB와 연결된 랜덤접속채널 자원을 통해 프리앰블을 전송함으로써 어떤 빔을 통해 송수신을 수행할지에 대한 정보를 간접적으로 기지국과 주고받게 된다.

■ 스몰셀 기술

스몰셀 기지국은 통상 수 km의 광대역 커버리지를 지원하는 매크로 셀과는 달리 10~수백m 정도의 소출력 커버리지를 갖는 기지국을 말한다. 5G에서 스몰셀은 실내에서 네트워크 용량, 밀집지역의 지원, 커버리지를 증대할 수 있다는 점에서 매우 중요한 의미를 갖는다. [그림 12]에서는 5G에서 스몰셀이 중요한 이유를 보여준다. 먼저 5G에서는 보다 많은 용량을 지원하기 위하여 보다 촘촘한 네트워크를 구성해야 하며 이때 스몰셀이 유용하게 사용된다.

스몰셀을 이용하면 기지국으로부터 가깝거나 가지거리 내에 있는 단말기들로 데이터를 전송할 수 있으며, 해당 주파수는 단말기들과 간섭을 일으키지 않는 다른 스몰셀에서 재사용될 수 있다. 단말기가 스몰셀의 영역을 이탈하면 일반적인 5G 이동통신 서비스를 이용하거나 4G 이동통신 서비스를 이용할 수도 있다.

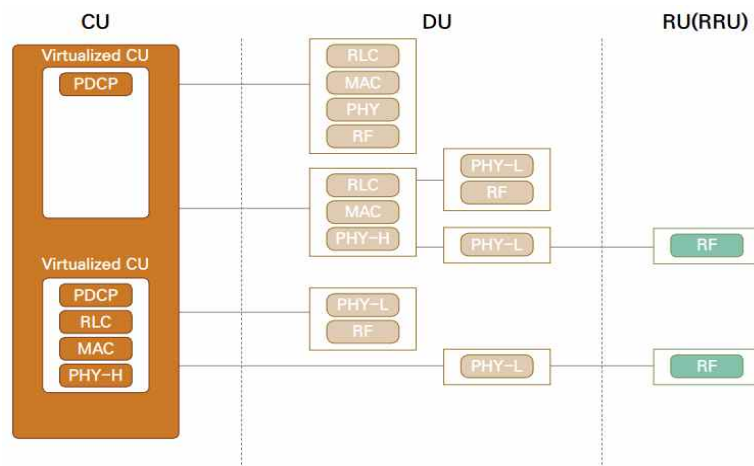
[그림 12] 스몰셀을 이용한 5G 네트워크



*출처: Accon Technology(2020)

또한 스몰셀은 매크로셀에 비하여 설치가 용이하여 짧은 시간에 보다 넓은 커버리지를 구축할 수 있는 장점이 있다. 5G에서는 6GHz 이상의 주파수를 지원하기 위하여 셀의 크기를 줄여야 하며, 스몰셀의 특성상 낮은 출력의 공유 주파수를 활용할 수 있어서 보다 많은 대역폭을 지원할 수 있는 장점을 갖는다.

[그림 13] 스몰셀의 기능 분할 구성예



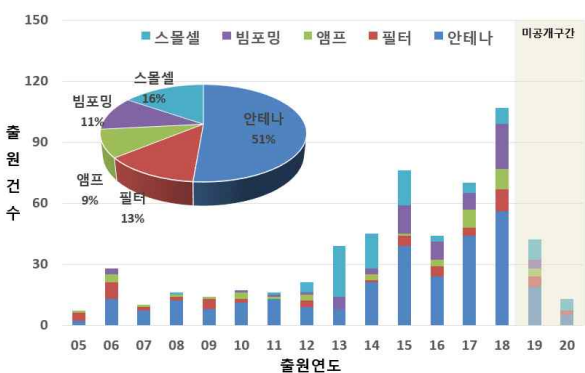
*출처: 5G 스몰셀 기술 시장 로드맵, 5G 포럼(2019)

스몰셀은 5G RAN의 모든 기능을 수행하는 단독 기지국 구조 외에 [그림 13]의 구성예와 같이 기능 분할(functional split)을 적용해서 다양한 형태로 구성이 가능하다. 한 가지 예로 CU는 제어 기능과 사용자 평면의 PDCP의 기능을 수행하고 DU는 하위 계층을 구성하거나 두 개의 유닛으로 분리해 RLC에서 PHY-H 까지 기능을 수행하는 유닛과 PHY-L과 RF를 구성하는 유닛으로 분리하여 구성할 수 있다.

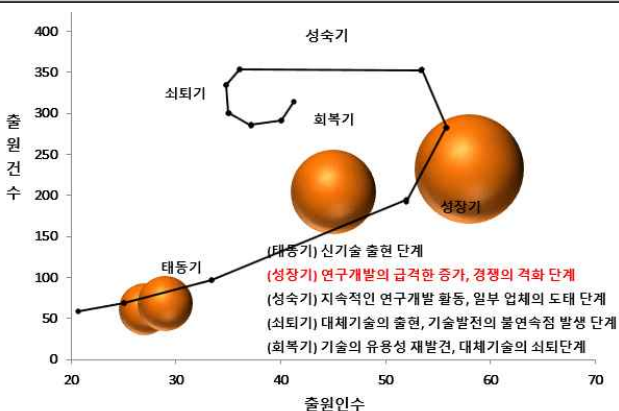
■ 밀리미터파 기술관련 특허동향

[그림 14]는 밀리미터파 관련 특허 출원동향을 연도별, 기술별로 나타내었다. 전체 조사 특허 건수는 총 637건으로, 기술분야별 비중은 안테나 51%, 필터 13%, 앰프 9%, 빔포밍 11%, 스몰셀 16%로 확인되었으며, 최근 급격히 증가하는 추세이다. 2019년과 2020년의 출원은 아직 미공개 특허들이 존재하여, 향후 추가적인 관찰이 필요한 것으로 판단된다. [그림 15]는 밀리미터파와 관련 특허를 분석하여 기술시장 성장단계를 조사하였다. 그래프의 가로축은 출원인수, 세로축은 출원건수를 나타낸다. 1구간('05~08)은 신기술 출현단계인 태동기로 보이며, 이후 구간('09~20)에서는 출원인수와 출원건수가 꾸준히 증가하고있어 성장기에 있는 것으로 판단된다.

[그림 14] 연도별 특허출원 동향 (단위: 건, %)



[그림 15] 기술시장 성장단계 (단위: 건, 인)



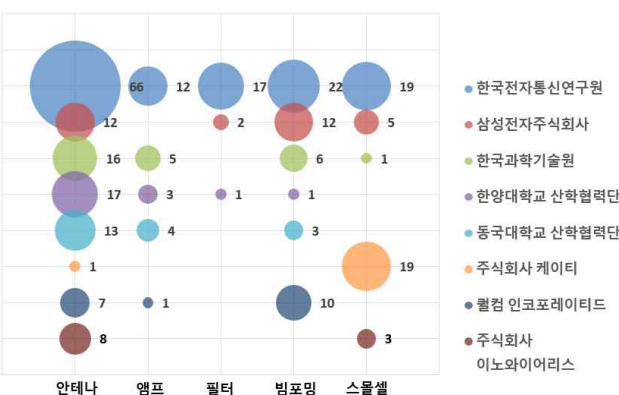
*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

[그림 16]은 밀리미터파 관련된 출원특허를 검색하여 확인된 주요출원인을 나타내었다. 주요출원인은 한국전자통신연구원, 삼성전자(주), 한국과학기술원 등의 순이었으며, 코스닥 기업으로 (주)이노와이어리스가 주요출원인으로 조사 되었으나, 전체 출원 중에서 코스닥 기업의 출원은 많지 않은 것으로 확인되었다. [그림 17]은 주요출원인별 주요기술 동향을 나타내었다. 한국전자통신 연구원, 삼성전자(주), 한국과학기술원의 경우 빔포밍, 스몰셀 기술 등도 보유하고 있으나, 대부분의 출원인은 안테나, 앰프 기술을 중심으로 권리를 확보하였다.

[그림 16] 주요출원인 및 출원건수 (단위: 건)



[그림 17] 주요출원인별 주요기술 동향 (단위: 건)



*출처: 윈텔립스 DB, NICE디앤비 재구성

Ⅲ. 산업동향분석

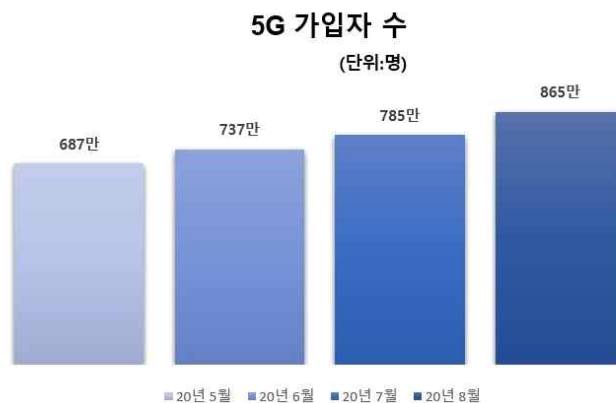
5G 세계최초 상용화 및 밀리미터파 기술 선도로 관련 시장 성장 기대

한국은 세계최초로 5G 이동통신 시스템을 상용화했을 뿐만 아니라, 밀리미터파 기술도 조기에 상용화할 수 있을 것으로 예상된다. 이에 따라 이동통신 서비스, 장비 제조 산업 뿐만 아니라, VR, 자율주행, IoT 기술도 급속히 확대될 것으로 기대된다.

■ 5G 가입자수는 증가하고 있으나, 대부분은 품질을 실감하지 못함

한국은 ‘세상에서 가장 앞선 5G 강국’ 실현을 목표로 5G MASTER 전략을 조기에 수립하고, 민관협력을 통해 2019년 5G 세계최초 상용화를 달성하였다. 2014년 ‘미래 이동통신 산업발전전략(5G MASTER)’을 통해 5G 글로벌 선도, 기술경쟁력 강화, 생태계 조성을 위한 선도전략을 제시하였다. 또한, 평창 동계올림픽(2018년 2월) 기간에 5G 시험망을 구축하고, 서울과 평창에서 필드테스트를 진행하는 등 다양한 5G 시범서비스를 시연하였으며, 2018년 12월에는 서울을 포함한 수도권, 6대 광역시 주요 거점에서 B2B 중심의 동글 단말을 통해 5G 서비스를 개시하였다.

[그림 18] 5G 가입자 수



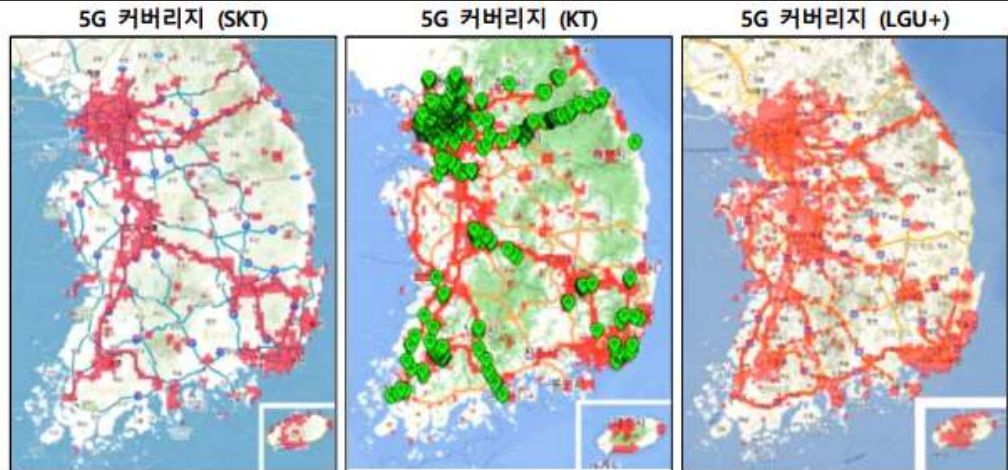
*출처: 한국금융신문(2020)

한국은 '19.4월 3.5GHz 저주파 대역에서 세계 최초로 5G 상용화하였으나, 현재 서비스 중인 3.5GHz 대역은 망이 불안정하고 커버리지가 작다. 또한, 4G와 5G가 주파수를 공유하는 상태(Non-Standalone, 비단독모드)로, 5G 이용중 주파수 자원이 부족해지면 4G로 전환된다. 따라서, 5G 시스템에서 기대했던 성능을 발휘하지 못하고 있다.

현재 5G 평균속도는 0.2Gbps 안팎으로 4G의 4.2배 정도이 5G의 이론적 최고 속도인 20Gbps와는 여전히 큰 차이를 보이고 있다. 또한, 2020년 8월을 기준으로 이동통신 사업자의 5G 가입자 수는 865만에 육박하나, 5G 사용자 만족도는 상당히 낮은 편(5G 만족도는 30% 안팎으로 4G 만족도 53% 대비 상당히 저조)이고 '19.11월부터 가입자 증가세가 둔화되고 있다.

5G 기지국은 2020년 2월말 기준 약 11만개로 2019년 4월 상용화 당시 3.6만개 대비 3배 가량 증가하였으나 4G 기지국 87만개 대비 여전히 부족한 것으로 보인다. 다만, 5G 기지국의 커버리지는 꾸준히 확대되고 있다.

[그림 19] 5G 가입자 수



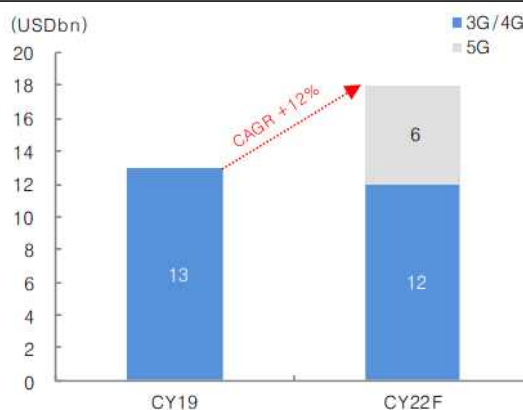
*출처: KDB산업은행(2020)

■ 밀리미터파 기술이 적용된 본격적인 5G 시장의 성장

밀리미터파 기술이 적용된 단말기는 이용가능한 주파수 대역이 증가하는 것 뿐만 아니라, 주파수 대역들간의 간섭을 제거하기 위해 4G 단말기보다 약 50% 증가한 개수의 RF 칩을 사용할 것으로 예상된다.

이에 따라 단말기의 부품 가격의 총합에서, RF 칩의 가격이 차지하는 비중도 높아지고 있다.

[그림 20] RF 부품 중 5G 부품의 비중



*출처: 대신증권(2019)

밀리미터파 주파수 대역은 종래의 이동통신 부품 업체들의 경험이 축적되지 않은 주파수 대역이며, 대부분의 RF 부품 업체들은 새로운 주파수 대역에서 동작하는 RF 부품을 개발하기에는 투자 여력이 충분하지 않다. 따라서, 밀리미터파 대역에서 군사용, 위성통신용 RF 부품을 제작하던 코보(Qorvo)나, 충분한 투자 여력을 갖춘 퀄컴 등과 다른 기업들과의 기술격차가 점차 커질 것으로 예상된다.

IV. 주요기업분석

밀리미터파 기술에 대한 기술 개발 가속화

밀리미터파 기술의 적용이 현실화 됨에 따라 RF 부품 업체뿐만 아니라, 중계기, 스몰셀, 단말기 제조사 등 관련 업계의 연구개발 경쟁이 치열해 지고 있으며, 기술 개발에 대한 투자도 가속화 되고 있다.

■ 밀리미터파 기술 관련 글로벌 기업 동향

미국 최대 이동통신업체 버라이즌(Verizon)은 2017년 5월 업계 최초로 서로 다른 제조사가 제작한 이동통신 시스템을 이용한 5G 통신 시험을 성공리에 수행하였다. 또한, 2018년 10월부터 5G 기반의 고정형 무선접속(FWA, Fixed Wireless Access) 서비스인 '5G Home'을 제공하고 있다.

버라이즌은 밀리미터파 기술이 적용된 기지국을 설치하려 하고 있으나, 비용 문제로 5년 이상의 시간이 필요할 것으로 예상하고 있다. 최근 출시된 아이폰 12의 경우 밀리미터파 주파수를 이용할 수 있는 RF 부품 등을 탑재하고는 있으나, 밀리미터파 기술이 적용된 기지국이 없어 해당 기능을 이용하지 못하고 있다.

퀄컴은 미국의 이동통신용 반도체 제조 기업으로, 기저대역 신호를 처리하는 모뎀에서 절대적인 경쟁력을 가지고 있으나, 고주파 신호를 처리하는 RF칩의 경쟁력은 상대적으로 낮은 수준에 머물렀다.

그러나, 퀄컴은 밀리미터파 기술의 상용화에 맞춰 RF 칩의 경쟁력을 크게 강화하였으며, 2020년내 상용화를 목표로 여러 이동통신 사업자 등과 협력하여 테스트를 진행하고 있다. 퀄컴은 최근 미국 정부로부터 중국의 화웨이에 대해 5G 통신용 반도체를 판매하지 못한다는 내용의 행정 명령을 받았으나, 화웨이의 수요는 다른 경쟁기업들이 충분히 대신할 수 있을 것으로 판단되어 큰 영향은 없을 것으로 예상된다.

코보(Qorbo)는 지난 1991년 RF마이크로디바이스(RF Micro Devices)에서 시작해 트리퀀트·텍트로닉스·데카웨이브 등을 인수하면서 RF 설계 능력과 제조 능력 모두를 확보한 종합반도체(IDM) 업체이다. 불과 10년 전까지만 해도 코보는 우주·방산 등 수백 GHz의 초고주파에 쓰이던 RF 부품에만 주력했었고, 이동통신 시장에 뛰어든 건 지난 2013년이다. RF는 신호 대역별로 특성이 상이하고, 반복 실험을 거듭하면서 조건을 다시 설정하고 설계를 진행하기 때문에 노하우를 보유한 엔지니어들이 필요하며, 밀리미터파 기술에 있어 오랜 노하우를 가진 엔지니어들을 보유한 코보가 두각을 나타낼 수 있을 것으로 예상된다.

■ 밀리미터파 기술 선도기업: 삼성전자, SKT

1. 삼성전자, 단말기와 시스템의 리더십 확보

삼성전자는 이동통신 단말기, 이동통신 시스템을 제조하는 통신장비 제조업체이며, 이동통신 단말기의 경우 출시 대수를 기준으로 1위(2019년)를 기록하고 있다. 삼성전자는 이동통신 시스템의 경우도 세계적인 경쟁력을 확보하고 있으며, 강력한 경쟁자였던 화웨이가 미국의 제재로 인해 주춤하자 시장점유율을 높여 가고 있다.

삼성전자는 밀리미터파 기술이 적용된 기지국용 RF 칩을 자체개발하였으며 실험실에서는 이미 28GHz 대역에서 8.5Gbps의 다운로드 속도를 구현하였다. 뿐만 아니라, 미국에는 밀리미터파 기술이 적용된 단말기(갤럭시 S20)을 출시하기도 하였다.

삼성전자는 밀리미터파 기술이 적용된 기지국 장비 등도 개발 완료 하였으며, 버라이즌 등 해외 이동통신 사업자와 함께 해당 기지국을 테스트하고 있다.

2. SK텔레콤, 밀리미터파 서비스의 선두주자

SK텔레콤은 한국의 이동통신 사업자이며, 2019년에는 세계 최초로 5G 이동통신 서비스를 상용화한 바 있다. SK 텔레콤은 현재 5G 이동통신 서비스를 개선하기 위해 밀리미터파 기술을 적극 도입하고 있으며, 삼성전자와 함께 밀리미터파 기술의 활용 가능성을 검증하고, 밀리미터파 기술을 활용한 새로운 서비스를 개발하고 있다.

SK텔레콤은 밀리미터파 기술을 이용하여 핫스팟이나, 스몰셀을 커버하는 계획을 수립하였으며, 초기에는 B2C 서비스 보다는 B2B 서비스를 위주로 사업을 진행하려고 하고 있다.

■ 코스닥 기업분석: 케이엠더블유, 와이솔, 이노와이어리스

[케이엠더블유] 케이엠더블유의 주요 제품군은 RF 시스템류, RF 안테나류(Site Solution에 속함), RF 필터류로 구성되어 있다. RF 시스템류는 무선통신 기지국의 무선 신호 처리 부분으로 디지털 신호를 주파수 대역에 따라 RF 신호로 변환하여 송수신하는 장비류이다. 접속망과 Handset을 무선으로 연결 및 제어하는 RRH, RRH와 안테나가 결합된 RRA 등 이동통신 기지국용 송수신 장비가 여기에 속하며, 안테나와 인접하게 설치되어 수신성능 향상이 가능하다. RF 안테나류는 멀티 포트 안테나, MMR 안테나 등 송수신 전송 속도가 향상된 다중 안테나 제품이다. 동사의 대표적인 RF 안테나류 장비로 AAS(Active Antenna System, 이하 AAS)이 있으며, 이는 안테나 소자마다 송수신 모듈을 장착한 기지국 송수신 장비이다.

단말에서 안테나 개수가 제한되는 문제점을 해결하기 위해 기지국에서 단말로 방사되는 안테나 빔 스트림의 패턴을 조정하고 간섭이 없도록 신호를 조정하는 빔형성 기술이 적용되며, 자유로운 빔 성형 및 셀 분할 기능으로 이동통신 네트워크를 최적화할 수 있는 제품이다.

안테나 소자마다 장착된 송수신 모듈의 위상 및 파워를 조절할 수 있어 자유로운 빔 성형이 가능하기 때문에 다양한 환경에 적합한 안테나 빔 성형을 통한 망 최적화가 가능하다.

RF 필터류는 주파수 영역에 따라 신호를 필터링하는 필터와 증폭하는 증폭기가 여기 속한다. 동사는 1개의 공진기를 이용하여 3차원 축 방향으로 상호 독립적인 3개의 공진을 만드는 ‘Triple-Mode’ 기술을 상용화했으며, 이를 통해 고성능의 필터를 제조하고 있다. 동사는 지속적인 연구 개발을 통해 타사 대비 소형 및 경량화를 추진하고 있으며, 장기간 축적된 필터 및 증폭기 기술 노하우를 보유하고 있다.

[표 1] 케이엠더블유 추가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
	매출액(억 원)	2,037.2	2,962.7	6,828.8
	증감률 YoY(%)	-3.2	45.4	130.5
	영업이익(억 원)	-30.5	-262.3	1,366.8
	영업이익률(%)	-1.5	-8.9	20.0
	순이익(억 원)	-86.9	-312.9	1,026.6
	EPS(원)	-259	-927	2,652
	EPS 증감률(%)	적전	적지	흑전
	P/E (x)	-	-	19.3
	EV/EBITDA(x)	68.4	-26.9	14.3
	ROE(%)	-17.9	-45.5	67.8
	P/B(x)	8.1	4.8	9.4

(포트폴리오 분석기준)
 (1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
 (3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[와이솔] 와이솔은 휴대폰에 사용되는 RF 모듈부품의 하나인 SAW Filter와 Duplexer를 생산하고 있으며, 특히, 반도체 소자에 집적하는 RF(Radio Frequency) 모듈부품의 개발에 주력하고 있다. 아울러 사업다각화를 시도하면서 기존 2G/3G/4G용 휴대폰 단말기용 부품 위주에서 5G용 SAW 제품 및 RF 모듈부품으로 전환하고, 스몰셀 등의 소형 중계기와 전장용 제품도 개발 중에 있다. 동사가 진행하고 있는 RF 모듈부품 사업은 초기에는 단순 제조중심에 그쳤으나, 최근에는 휴대폰 개발단계에서부터 참여하여 수요처 요구사항에 맞춰 스마트폰 크기별 맞춤형 모듈부품 개발도 수년 전부터 진행해 오고 있다. 동사는 중국을 비롯한 아시아권 시장확보를 위해 관련 보유특허 및 기술기반의 기술마케팅을 진행하고 있으며, 글로벌 스마트폰 제조/부품 전문업체인 MTK와 스마트폰 회로 및 관련 부품에 대한 긴밀한 기술교류 및 협력을 진행하고 있다.

동사는 고정밀 기술이 요구되는 RF 핵심기술을 자체개발에 의해 보유하고 있으며, 보유기술을 바탕으로 다양한 RF 부품류를 신규개발, 적용하고 있다. 또한, 동사는 공정개선을 통한 소형화 모듈개발에도 집중하고 있다. 일례로 동사의 주요 단일부품으로써 Saw Filter 중 하나인 Single Filter는 입력된 여러 주파수 성분 중 원하는 주파수 대역만을 통과시키고 나머지 대역은 감쇄시켜주는 RF 모듈부품이고, Multiplexer Filter는 주파수 대역을 동시에 2가지 이상 사용하여 지원하는 RF 부품으로 집적화된 부품이다.

[표 2] 와이슬 추가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
<p>(단위: %)</p>	매출액(억 원)	4,461.2	3,662.5	3,703.2
	증감률 YoY(%)	2.4	-17.9	1.1
	영업이익(억 원)	525.6	548.0	399.7
	영업이익률(%)	11.8	15.0	10.8
	순이익(억 원)	445.4	453.7	303.9
	EPS(원)	1,928	1,878	1,202
	EPS 증감률(%)	33.6	-2.6	-36.0
	P/E (x)	7.3	8.2	12.6
	EV/EBITDA(x)	3.7	3.7	4.1
	ROE(%)	23.6	18.9	10.2
	P/B(x)	1.5	1.4	1.2

(포트폴리오 분석기준)

- (1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
- (3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공

[이노와이어리스] 이노와이어리스의 주요 제품군 중 무선망 최적화 제품군은 무선망에서 전파 불량지역 및 음영지역을 찾아내고, 음성 및 데이터 서비스 품질을 실시간으로 측정하고 분석하는 솔루션이며, 빅데이터 제품군은 통신망에서 발생하는 모든 데이터를 동시에 수집 및 분석하고 사용자가 원하는 다양한 형태로 자료를 통계화하여 통신망 운용 및 관리의 효율성을 높일 수 있는 제품이다. 또한, 통신 T&M 제품군은 기지국의 효율적인 관리를 위해 기지국의 품질 상태를 감시하거나 통신망의 유지보수를 위해 사용하고, 이동통신 서비스 성능과 운용 효율성 향상을 위한 네트워크 시험에 사용되며, 스몰셀 제품군은 인접 통신망의 트래픽 부하를 감소시켜 통신 품질 향상을 위해 활용되고 있다.

[표 3] 이노와이어리스 추가추이 및 기본 재무현황(K-IFRS 연결기준)

Performance	Fiscal Year	2017년	2018년	2019년
<p>(단위: %)</p>	매출액(억 원)	606.7	640.3	968.5
	증감률 YoY(%)	15.1	5.5	51.2
	영업이익(억 원)	6.2	2.5	153.5
	영업이익률(%)	1.0	0.4	15.9
	순이익(억 원)	-2.1	2.2	131.5
	EPS(원)	-36	36	2,190
	EPS 증감률(%)	적지	흑전	5,983.3
	P/E (x)	-	694.7	15.2
	EV/EBITDA(x)	49.1	56.2	9.1
	ROE(%)	-0.3	0.3	17.8
	P/B(x)	2.0	2.3	2.5

(포트폴리오 분석기준)

- (1) 분석기간: 3년, (2) 구성방법: 동일비중,
- (3) 리밸런싱: 없음, (4) 거래비용: 없음

*출처: 네이버금융, NICE디앤비 재가공