

『RoF 시스템』 특허동향보고서



» 조사분석3팀 김 선 희

보고서 작성 목적 및 배경

우리 생활에서 휴대 전화를 들고 길을 오고 가며 통화하는 모습은 그리 낯설지 않은 모습이 되어 있다. 이는 모두 무선 통신 기술의 발달에 인한 것으로 우리로 하여금 유선에서 오는 공간의 제약에서 탈피할 수 있게 해주었다.

한편, 최근 해외토픽에 따르면 미국 10대 청소년의 75%가 매일 2시간 이상 인터넷에 접속하여 필요한 정보도 얻고 대화도 나눈다고 한다. 우리나라도 세계 1위의 인터넷 보급률을 자랑할 만큼 많은 이들이 인터넷을 일상화하여 사용하고 있는 상황이다. 광통신 시스템의 급속한 발달로 구축된 방대한 양의 정보를 초고속으로 전송하는 정보통신 인프라가 이러한 인터넷 사용을 가속화 시키는 데 큰 몫을 해 왔다.

최근 들어서는 정보통신 서비스의 다양화와 급속한 증가로 인해 무선통신 기술과 광통신 기술이 결합되어 초고속 무선 멀티미디어 통신 서비스를 제공해야 할 필요성이 증대하고 있다.

이에 유선과 무선통신 기술이 결합하여 여러 종류의 대용량 멀티미디어 정보통신 서비스를 가능하게 하도록 초고주파를 초고속 광통신 망에 연동시킨 광-무선 통신 기술에 관심이 집중되고 있으며, 두 기술의 융합에 따른 통합 기술 즉, 고속 전송을 위해 광통신 기술과 이동성을 위한 무선 기술을 동시에 사용하는 RoF(Radio over Fiber) 기술이 활발히 연구되고 있다.

RoF 시스템은 채널 용량의 광대역화, 저가, 저전력, 용이한 설치 및 운용관리 등의 많은 이점을 갖고 있어 공항 터미널이나 쇼펜터 및 대형 사무실과 같은 In-door에서의 응용뿐만 아니라 지하 터널, 좁은 거리 및 고속도로와 같은 Out-door 응용에서도 초고속의 무선 멀티미디어

서비스를 위한 적절한 해결책을 제시하고 있다. 또한 한계를 드러내고 있는 무선 자원의 문제점을 해결하고, 효과적인 광대역 무선 멀티미디어 통신환경을 제공할 수 있다.

본 보고서에서는 상기 RoF 시스템의 기술내용 및 국내외의 특허 출원동향과 기술에 따른 동향 등을 알아보도록 하겠다.

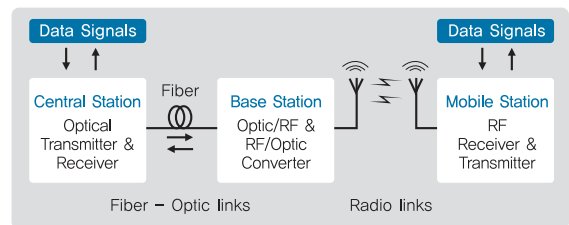
제 2 장

제 1 절 RoF 기술의 정의(배경)

1. RoF 기술

■ RoF 기술이란

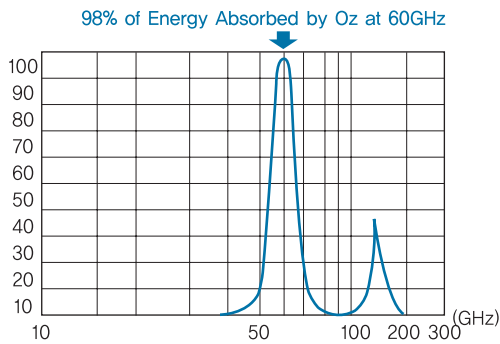
RoF 기술을 광대역 저손실 광통신 기술과 이동성의 장점을 지닌 무선통신 기술을 결합한 기술로서, <그림 1>과 같이 전송 데이터를 마이크로파 대역으로 변조하여 이를 광신호로 변환하여 광섬유를 통해 정보를 전송하는 광링크 분야와 광섬유를 통해 수신된 신호를 무선으로 전달하는 무선 링크 분야로 구성되어 진다.



<그림 1> RoF 기술의 기본 개념도

■ RoF 시스템의 대역 특성

광무선 융합 기술에서 더 많은 대역폭을 가입자에게 전달하기 위한 요구에 부응하기 위한 광전/전광 및 무선 링크 분야에서 밀리미터파 대역, 특히 주파수 대역이 60GHz 대역에 크게 관심이 집중되고 있다. 이 대역 주파수는 광대역 특성과 대기중 산소 분자에 의한 흡수현상(98% 정도 흡수, <그림 2> 참조) 때문에 동일채널 간섭확률이 작아 주파수 재사용이 가능하므로 경제적인 시스템 구성이 가능하고, 파장이 밀리미터 단위로 아주 작기 때문에 안테나 및 RF 송수신기의 소형 경량화가 가능하다.



<그림 2> 60GHz 대역 전파(Propagation)특성

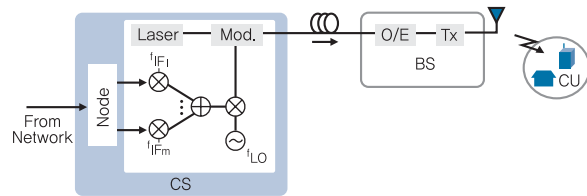
현재 이동통신 주파수 대역에서는 무선신호에 대한 인체의 영향이 큰 사회적 문제가 되고 있다. 하지만 60GHz 대역의 신호는 기본적으로 저전력(수십 mW 단위)을 사용하게 되어 있으므로 인체에 미치는 영향이 적으며, 비록 인체에 전자파 조사가 된다고 하더라도 피부 바깥에서 상쇄되어 우수한 저전력 특성을 갖고 있다. 그러나 밀리미터 대역 무선 신호는 직진성으로 말미암아 LoS(Line of Signal) 환경이 확보되어야 하는 단점이 있어 벽을 투과하지 못하거나 반사 등의 특성을 가지고 있다.

2. RoF 시스템의 종류

RoF 시스템의 구조적인 측면에서, 중앙처리국(Central Station; CS)과 무선기지국(Base Station; BS) 사이의 신호처리전달 방식에 따라 다음과 같이 RF over Fiber, IF over Fiber 및 Baseband over Fiber 등의 3가지로 나눌 수 있다.

■ RF over Fiber 전송 방식

밀리미터파 광 무선 액세스 시스템에서 원격지의 안테나 기지국과 가장 간단하게 전송할 수 있는 방법으로서 기지국에서는 주파수 업-다운의 변환 없이 밀리미터파의 RF 신호를 직접 광섬유를 통해 전송하는 구조로 가장 이상적인 방법이라 할 수 있다. <그림 3>에서는 RF over Fiber 전송방식의 기능 구조를 다운스트림에 대해서 나타내고 있다.



<그림 3> RF over Fiber 전송 방식

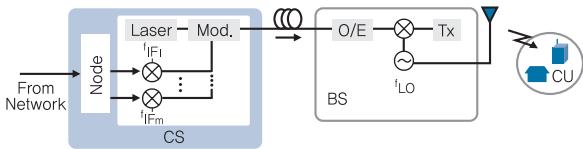
RF over Fiber 기반의 밀리미터파 광 무선 시스템에서 우선적으로 고려할 사항은 수신측에서 높은 효율의 고속 PD(Photodetector)가 요구되며, 송신측에서는 밀리미터 파에 의해 변조되는 고속의 광 변조기가 요구되는 것이다. RF over Fiber 기반의 전송 방안은 BS의 구조를 간단히 할 수 있고, 밀리미터파 무선 신호처리를 CS에서 집중 처리할 수 있는 장점을 갖는다. 그러나 단점으로 수신된 RF 광신호의 분산이 크므로 이 같은 분산의 영향을 감소할 수 있는 효과적인 밀리미터파 변조 방식을 위해 캐리어 변조 광 SSB(optical single sideband with carrier modulation) 또는 chirped fiber Bragg grating 기반의 분산에 대한 영향이 적은 RF over Fiber 전송 방식에 대한 연구가 진행되고 있다.

■ IF over Fiber 전송 방식

광섬유상에 밀리미터파의 RF 신호를 전송하는 것과 대비하여 IF 신호를 전송하는 것은 광신호의 분산 영향이 훨씬 줄어든다. 예로써 표준 광섬유상에서 2GHz 신호를 7km 전송 시 수신단에서 SNR은 0.1dB 이하 감소하지만 동일한 전송거리에 대해 38GHz의 신호를 전송 시에는 수신단에서 CNR(Carrier-to-Noise Ratio)이 10dB 이

상의 감소를 갖는다.

IF over Fiber 전송 방식에서는 RF over Fiber 전송 방식과 같이 밀리미터파 주파수 대역에서 동작되는 고속의 광소자가 필요하지 않으므로 저가의 광전소자를 사용할 수 있는 이점을 갖고 있다. 또한 Rf 신호에 비해 상대적으로 낮은 주파수를 사용함으로써 링크의 효율성이 높다. 그러나 IF over Fiber 전송 방식은 <그림 4>에서 보는 바와 같이 주파수 업-변환을 위해 밀리미터파의 로컬 오실레이터와 믹서가 요구되므로 BS의 하드웨어는 복잡하게 되며 RF 주파수의 변환이나 밀리미터파의 무선 채널 추가와 같은 무선 네트워크의 재구성 및 개선은 용이하지 않다.



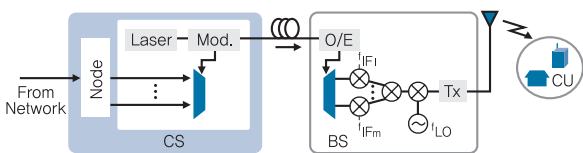
<그림 4> IF over Fiber 전송 방식

IF over Fiber 전송 방식에 의한 밀리미터파 광 무선 액세스 시스템에서 BS의 로컬 오실레이터에 대한 요구는 CS에서 로컬 오실레이터 신호를 원격 공급함으로써 해소할 수 있으며 CS에서 집중제어되어 원격으로 공급되는 로컬 오실레이터 신호의 복원에 관해서는 광이나 전기적인 필터링 기술에 의한 여러 가지 방안들이 연구되고 있다.

■ Base over Fiber

이 방식에서는 Baseband 신호를 전달하고 BS에서 밀리미터파 무선 주파수로 업변환한다. 업스트림 신호는 역으로 BS에서 수신된 밀리미터파 무선 주파수로 다운 변환하여 CS로 전달한다.

IF over Fiber 전송 방식과 같이 Baseband over



<그림 5> Baseband over Fiber 전송 방식

Fiber 방식에서 baseband의 무선 신호를 분배함으로써 광신호 분산의 영향이 크게 줄어든다. 그리고 Baseband over Fiber 기반의 광 무선시스템의 구조는 BS에서 신호 처리를 위해 전기적 회로를 사용할 수 있으나 <그림 5>에서 보는 바와 같이 RF over Fiber 방식과 같이 BS는 주파수 변환을 위해 밀리미터파의 로컬 오실레이터와 믹서가 요구되므로 구조가 복잡하게 되며 신호처리를 위한 하드웨어와 로컬 오실레이터로 인해 구조 개선이 용이하지 않다. Baseband over Fiber 전송 방식에서도 BS의 로컬 오실레이터에 대한 요구는 CS에서 로컬 오실레이션 신호를 원격 공급함으로써 해소할 수 있으며 여러 가지 방안들이 연구되고 있다.

제 2 절 분석 기준

1. 분석 대상

출원된 특허의 공개시점을 감안하여, 2003년 12월 31일까지 출원된 특허를 조사하였다. 한국의 경우 공개특허 및 공개실용을 모두 포함하였고, 일본은 공개특허만을, 미국은 등록특허만을 조사하였다.

2. 기술 분야

RoF 기술분야에서 핵심적으로 다루는 통신시스템(H04B), 데이터전송(H04L, H04J), 교환기(H04Q), 결합기를 비롯한 광학장치(G02B, G02F) 및 응용분야인 컨텐츠산업(G06F) 등에 대한 주된 분석을 행하고, 이 밖에서 무선 통신과 광학기술에 대한 내부회로, 응용기술 등도 분석 범위에 포함하였다.

2. 분석 방법

■ 한국

• 검색 키워드

무선*, 알에프*, RF, radio, wireless, 와이어리스*, 와이아레스, 라디오, 밀리미터파, 마이크로웨이브,

microwave, millimeter, “광”, 광신호*, 광선로*, 광학*, 옵틱*, 옵티*, 화이버*, 화이버*, fiber, optic*, ROF, 알오에프, FTTH, fiber to the home, FRANS, OBANET

• 분석건수

상기의 검색식을 이용하여 조사한 한국 공개 특허, 실용 검색 결과에서 상기의 기술분야의 범위에 해당하는 건 334건을 본 보고서의 조사 대상으로 선정하였다.

■ 미국

• 검색 키워드

FTTH, fiber to the home, ROF, IOF, BOF, FRANS, OBANET, radio, RF, wireless, millimeter, antenna, fiber, optical, transmi*, communication, network, mobile, portable, handy, internet, intranet, LAN, WLAN

• 분석건수

상기의 검색식을 이용하여 조사한 미국등록특허 검색 결과에서 상기의 기술분야의 범위에 해당하는 건 723건을 본 보고서의 조사 대상으로 선정하였다.

■ 일본

• 검색 키워드

FTTH, fiber to the home, ROF, IOF, BOF, FRANS, OBANET, radio, RF, wireless, millimeter, antenna, fiber, optical, transmi*, communication, network, mobile, portable, handy, internet, intranet, LAN, WLAN

• 분석건수

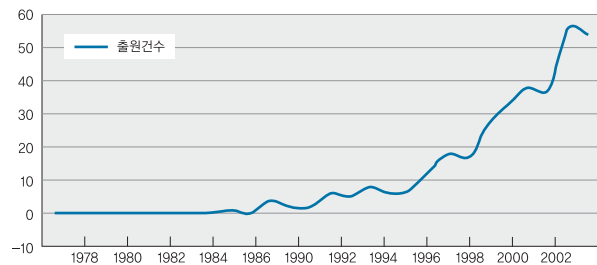
상기의 검색식을 이용하여 조사한 일본공개특허 검색 결과에서 상기의 기술분야의 범위에 해당하는 건 488건을 본 보고서의 조사 대상으로 선정하였다.

제3 장

제 1 절 한국 특허동향

1. 연도별/국가별 특허동향

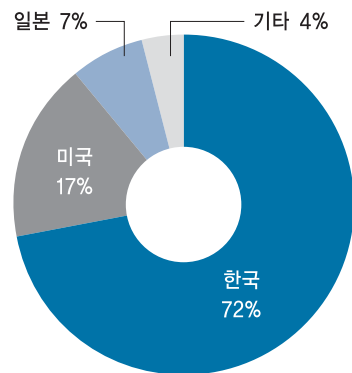
■ 한국내 연도별 출원현황



〈그림6〉 한국내 연도별 출원현황

한국의 연도별 출원현황을 살펴보면, 최근 들어 그 출원수가 급증하는 것을 볼 수 있다. 1990년 이전의 경우는 출원이 거의 미미하였던 시기고, 1990년대의 후반기에 이르러 이동통신과 PC통신의 기초 모델들이 출시되면서 동시에 광학 전송 시스템 및 무선 시스템에 관한 연구들이 진행된 시기로 보인다.

■ 한국내 국가별 특허 점유율

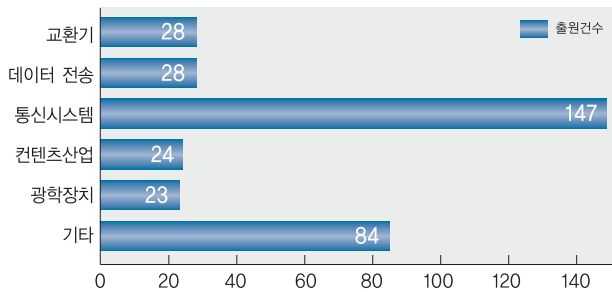


〈그림 7〉 한국내 국가별 출원 분포

한국내 국가별 출원 분포를 살펴보면 내국인 출원이 72%로 가장 큰 비율을 차지하고 그 다음 순으로 미국, 일

본이 차지하고 있다. 상기의 기타 국가로는 영국, 스위스 등으로 분포 비율이 극히 미미한 편이다.

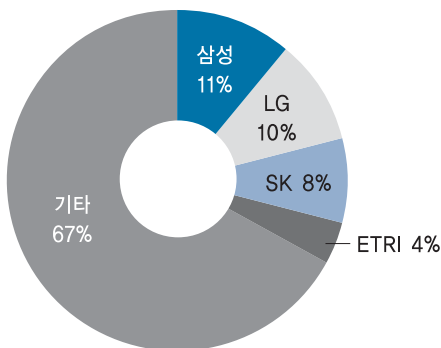
2. 기술분야별 특허동향



〈그림 8〉 한국내 기술분야별 출원현황

한국내 기술분야별 출원현황을 살펴보면, IPC로는 H04B에 해당하는 통신시스템 분야의 출원이 147건으로 타분야에 비해 월등히 많은 것을 확인할 수 있다. 본 보고서의 분석 대상으로 삼은 출원건수가 334건인 것을 감안하면 그 비율 또한 상당히 높은 것을 알 수 있다.

3. 연구주체별 특허동향



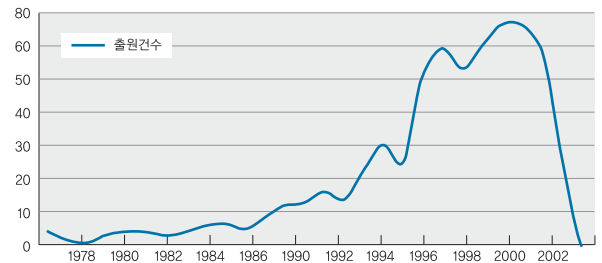
〈그림 9〉 한국내 연구주체별 출원현황

한국내의 연구주체 즉 출원인별 출원분포 현황을 살펴보면 삼성, LG, SK 그리고 ETRI(한국전자통신연구원)에서 각기 11%, 10%, 8%, 4%를 차지하고 있음을 알 수 있다. 그러나 절반이 훨씬 넘는 비율을 기타의 출원인들이 차지하고 있어 아직도 RoF 연구분야에 독점적 선두기

업이 없는 것을 확인할 수 있다.

제 2 절 미국 특허동향

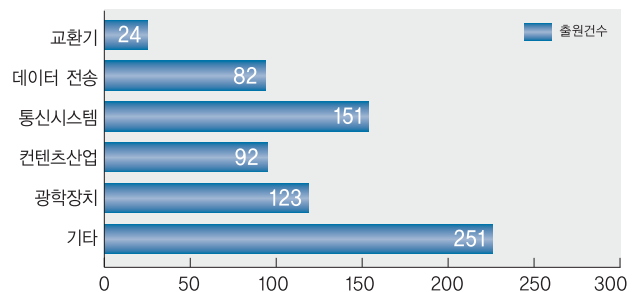
1. 연도별 특허동향



〈그림 10〉 미국내 연도별 출원현황

RoF 관련기술의 미국내 연도별 출원현황을 살펴보면, 1980년대 후반을 그 시작으로 하여 꾸준히 증가세를 보이다가 1990년대 후반에 이르러 급격히 증가한 것을 알 수 있다. 2002년 이후의 출원 건수의 급격한 감소 구간은 미국의 심사제도의 특징에 의한 것으로 실제의 출원건수가 줄어든 것은 아니므로 미국의 경우도 RoF에 관한 기술이 점차 활발히 이뤄지고 있는 것을 확인할 수 있다.

2. 기술분야별 특허동향

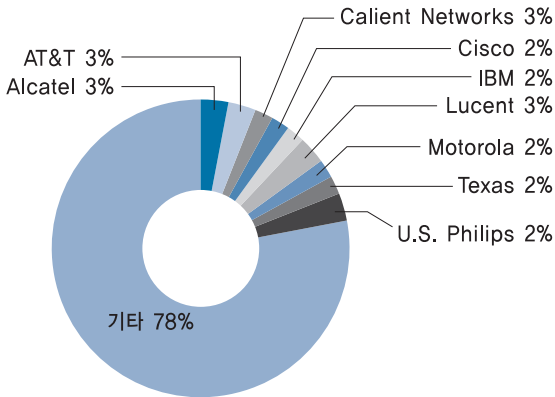


〈그림 11〉 미국내 기술분야별 출원현황

미국내의 기술분야별 출원현황을 살펴보면, 통신시스템 분야의 출원수가 가장 많고 그 다음으로 광학장치, 콘텐츠 산업, 데이터 전송 분야의 순으로 출원이 이뤄지고 있는 것을 알 수 있다. 비교적 고른 분포로 출원이 이뤄지

고 있고, 기타에 해당하는 출원수가 높은 편으로, 다른 응용분야에 대한 출원도 활발히 이뤄지고 있음을 확인할 수 있다.

3. 연구주체별 특허동향

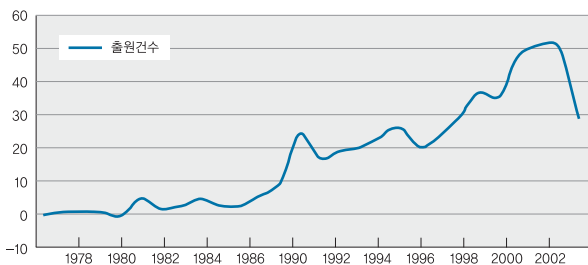


〈그림 12〉 미국내 연구주체별 출원현황

미국내 연구주체별 출원현황을 살펴보면, Alcatel, Lucent, AT&T, U.S. Philips 등이 비슷한 비율로 출원하고 있음을 알 수 있다. 미국내의 출원인 분포현황도 기타의 비율이 월등히 높은 것을 보아 아직 선두그룹이 형성되지 않은 기술분야임을 알 수 있다.

제 3 절 일본 특허동향

1. 연도별 특허동향

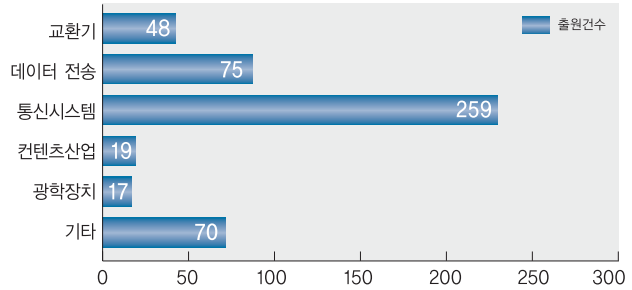


〈그림 13〉 일본내 연도별 출원현황

일본내 연도별 출원현황을 살펴보면, 1980년대 후반부터 그 출원수가 꾸준히 증가하고 있음을 확인할 수 있다.

최근 들어 그 연구가 더욱 활발히 진행되고 있다.

2. 기술분야별 특허동향

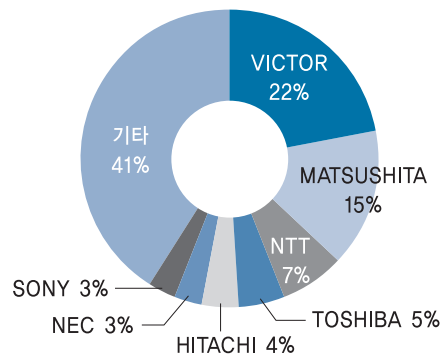


〈그림 14〉 일본내 기술분야별 출원현황

일본내 기술분야별 출원현황을 살펴보면, 통신시스템 분야의 출원이 259건으로 타분야에 비해 월등히 앞섬을 확인할 수 있다.

3. 연구주체별 특허동향

일본내 연구주체별 출원현황을 살펴보면, VICTOR 사가 출원에서 비교적 높은 분포를 차지하고 있음을 알 수 있다. 그 다음으로 MATSUSHITA 사가 15%를 차지하고 그 밖의 기업들은 비슷한 비율로 출원하고 있다.



〈그림 15〉 일본내 연구주체별 출원현황

제 4 절 전체 특허동향 및 분석

1. 전체 특허동향

전체적인 연도별 출원동향을 보면, 출원 건이 꾸준히 늘고 있고 최근에 들어 그 증가폭이 상승하고 있음을 알 수 있다.

기술분야별 출원현황을 살펴보면, 한국과 일본은 출원이 통신시스템 분야에 집중되고 있는 데 반해, 미국은 출원이 통신시스템을 비롯하여, 광학장치, 콘텐츠 응용분야 등 다양한 분야에 비교적 골고루 출원이 이뤄지고 있음을 확인할 수 있다.

연구주체별 출원현황을 살펴보면, 세 국가 모두에서 기타의 비율이 높은 편으로 이는 다양한 기업에서 출원을 하고 있고 아직 다들 적은 수로 출원을 하고 있음을 알 수 있다.

2. 분석

전체의 특허동향을 분석해 볼 때, RoF 분야의 출원현황에서 가장 두드러지는 점은 연구주체의 분포가 골고루 분산되어 있는 것으로, 이는 본 기술이 아직 상용화 초기 단계임을 알려주는 지표이다. 또한, 본 기술이 본격적인 개발에 착수한 단계로, 발전되는 통신시스템의 요구에 맞춰 더 나은 기술에 대한 연구들이 곳곳에서 행해지고 있음을 알 수 있다. 본 기술에 있어서의 뚜렷한 선두 연구주체가 없는 상황이므로 연구에 대한 투자와 지원을 아끼지 않는다면 주도적인 연구주체가 될 확률도 높은 분야라 하겠다.

결어

PSP, PMP, DMB 폰 등 최신의 무선 멀티미디어 기구가 등장하면서 무선 데이터 통신에서의 초고속, 대용량의 문제는 반드시 해결해야 할 문제로 떠올랐다. 그러나 한정된 무선 자원으로는 상기의 문제들을 해결하기가 쉽지 않았다. 이런 무선 환경에서의 한계에 부딪힌 시점에 등장한 것이 바로 유선의 광통신과 무선이 결합한 RoF 기술인 것이다.

RoF 기술을 이용한 대용량급 무선 데이터 통신 시스템은 많은 수의 기지국을 세워 각 기지국간을 유선 광통신 기술을 이용해 데이터를 주고 받고, 기지국이 관리하는 셀의 무선 단말기로 상기의 데이터를 전송할 수 있도록 한 시스템이다. 이런 기술을 상용화하기 위해선 전송 매체인 전파와 광의 효율적인 접속용 변환 기술인 유무선 통합용 RF/광 통신 기술의 개발이 매우 중요하다. 그 핵심기술로서 밀리미터파/광 변환을 위한 초고주파 아날로그 광소자기술, 유무선 통합용 밀리미터파/광 링크 기술, 밀리미터파 신호원 기술과 고주파수 신호처리 소자 기술 등이 있다.

RoF 기술의 특허동향을 살펴보면, 지금까지는 다수의 연구들이 행해지고 있고 그 개발의 초기 단계임을 알 수 있다. 상기의 핵심기술에 대한 연구에 집중적인 투자가 행해진다면 멀지 않은 기간에 기술을 선도할 수 있을 것으로 보인다. @

■ 인용자료

- <http://www.agfranz.com>
- <http://www.hfrnet.com>
- <http://it.dsu.ac.kr>
- <http://forum.itrc.or.kr>
- <http://www.nt.hs-bremen.de>
- <http://www.itu.int>
- <http://www.eetchina.com>
- <http://www.plextek.com>