

# 유리와 물을 통과하는 전자파 무선링크의 형성

조정현, 서성부, 장지연, 이예진, 서예준, 고재원, 권형욱, 강승택

인천대학교

s-kahng@inu.ac.kr, elsa@inu.ac.kr, castlerich@inu.ac.kr

## Wireless Link An Antenna Makes for Glass and Water-Contained Medium That Baffles Electromagnetic Wave Transmission

J. Cho, S. Seo, J. Jang, Y. Lee, Y. Seo, J. Koh, H. Kwon and S. Kahng

Incheon National University

### 요약

본 논문에서는 무선통신분야에서 흔하게 일어나는 전자파의 전파에 매우 큰 장애물로 알려진 유리창과 같은 안경 구조와 젖은 중계기 안테나와 같은 물이 있는 구조의 문제점을 해결하는 방안의 목적으로 플렉스의 집속성을 가진 전자파 구조와 그것을 이용한 실질적인 관찰이 이뤄진다. 웰컴 칩과 같은 고가의 반도체 전력 증폭기나 6G THz 대역 근거리 통신을 위해 진공관 증폭기를 쓰는 매우 큰 비용의 투입이 아닌 수동 RF 부품과 안테나를 쓰는 경제적인 방법이 제시된다.

### I. 서론

5G 이동통신은 여러모로 매우 비싸다. 6G 이동통신의 개념이 세워지고 기초 연구들에 엄청난 국가 예산이 투입되는 상황에서, 5G 이동통신보다 더 비쌀 것이라는 전망이 있다. LTE-A까지는 단말기 제조사나 중계기 제조사는 필요한 RF 부품들을 전문기업과 중소기업으로부터 공급받으며, 칩 개발과 RF 개발의 영역이 나뉘어 있었고 분업이 되는 생태계가 형성되어 있었다. 5G부터는 칩 메이커들이 RF 부품이나 안테나를 칩으로 만들 때, 한번에 해 제작이 가능하기 때문에 생태계라는 말이 무색해졌다. 칩에는 전력 증폭기가 다수 들어가 있으며 반도체 공법으로 만들어지므로, 제작비, 운용비가 매우 많이 든다. 5G는 물론 6G 이동통신의 통신거리는 LTE-A에 비해 짧다. 따라서 더 많은 중계기들을 곳곳에 세워야 하는데, 더 많은 고가의 전력 증폭기들이 필요하다. 전력 증폭기는 DC 전력을 사용한다. 그 많은 전력을 사용하면서, THz의 기초 과제들의 수행결과를 보면, 출자가 아닌 산수시간에 쓰는 차로 켤 수 있다. 이동통신은 그 거리의 1000배 이상의 셀을 커버해야 한다. 5G, 6G에서 또 하나의 걱정거리는 환경 영향을 어떻게 극복하느냐이다. 안테나로부터 나온 전자파가 유리창을 관통해야 하고, 강수량이 높은 날이나 장비 표면이 젖은 경우, 수분을 이겨내는 것은 거의 불가능하다.

본 논문에서는 안경 구조는 물론 물이 있는 체적을 전자파가 작은 감쇄율로 통과할 수 있는 구조를 제시한다. 고가의 반도체 공정 전력 증폭기나 진공 증폭기, 이온 빔 가이드를 쓰지 않고, 수동 RF 적으로, 전기자기 플렉스를 증가시켜 물이 담긴 유리를 통과하는 구조를 만들어, 실험을 통해 타당성을 보인다.

### II. 본론

전자파는 안테나의 내부에서나 안테나의 개구면을 나온 뒤에도 매질의 영향을 받는다. 전기자기학 책에 나오듯이, 매질에 의해 전자파의 속도와 감쇄가 결정되며, 다른 매질들 사이의 경계를 지날 때, 반사 뿐만 아니라, 투과되는데, 굴절각과 감쇄율 역시 매질특성과 관련이 있다[1,2].

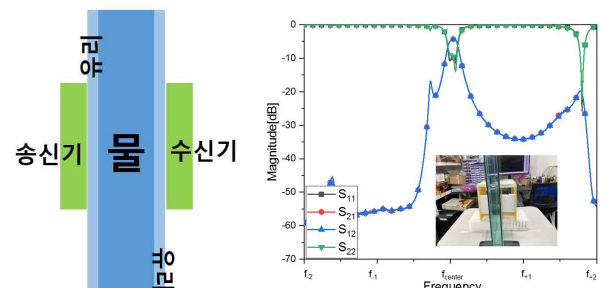


그림 1. 물이 든 유리 용기의 좌우에 송수신기들이 있을 때, 제안구조와 RF신호의 투과특성

전력 증폭기 없이 무선 에너지의 전송률을 높이기 위해서일 뿐만 아니라, RF대역 전자파의 투과를 방해하는 안경과 물을 통과해야 하므로, 플렉스를 집중시키는 구조를 쓴다. 그림 1에서 보듯이, 송신기, 수신기가 안경에 붙어 있는 동시에 물을 사이에 두고 있음에도 불구하고  $S_{21}$  곡선은 -20dB보다 훨씬 크다. 수중통신의 품질향상 가능성을 높인 것이다.

### ACKNOWLEDGMENT

This work was carried out with the support of "Cooperative Research Program for Agriculture Science & Technology Development (Project No.PJ014762)" Rural Development Administration, Republic of Korea.

### 참고문헌

- [1] D. K. Cheng, Field and Wave Electromagnetics, Addison-Wesley, 1989
- [2] Y. Seo et al, "An On-Film AMC Antenna Insert-Molded in Earbuds with Enhancement in In-Ear and In Situ Received-Signal Sensing" Sensors 2022, 22, 4523