

# Hyperpolar 변환 Sierpinski Carpet

## 모노폴 평판 안테나 설계

이갑수\*, 이성춘

KT 인프라연구소

e-mail : [lucky@kt.com](mailto:lucky@kt.com), [lsc@kt.com](mailto:lsc@kt.com)

### Hyperpolar Sierpinski Carpet Monopole Planar Antenna Design

Gab-Soo Lee, Seong-Choon Lee

Network Infra Lab.

Korea Telecom R&D Center

#### Abstract

*This paper presents a novel design of the printed hyperpolar-transformed Sierpinski Carpet (HSC) antenna. By hyperpolar transforming the Sierpinski carpet geometry, from isotropic scaling symmetry to equiangular scaling symmetry, we get improved performance rather than that of the general Sierpinski Carpet antenna. The design parameter and performance of the proposed monopole antenna are investigated by simulation. And we showed that proposed HSC geometry gives more freedom for wideband antenna design such as flare angle, (angular)scale factor.*

특히, 고전적인 Sierpinski gasket은 다른 프랙탈 구조에 비해 멀티밴드 공진주파수 제어가 용이하여 많은 연구에서 채용되었고 또한 변형된 형태의 안테나 구조와 특성이 많이 연구되었다[2].

반면, 기존 Sierpinski carpet구조는 구현하기 용이한 장점이 있지만 전기적 특성이 현저히 떨어지는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 간극을 두고 스택킹하거나 큰 접지면에 수직으로 급전하는 모노폴 안테나를 제안하고 있으나 안테나가 복잡해지고 부피가 커지는 문제가 안고 있었다[3].

본 고에서는 이와 같은 단점을 극복하기 위해 hyperpolar등가변환 Sierpinski 프랙탈 구조를 제안하고 안테나 특성 변수에 따른 안테나의 전기적 특성을 시뮬레이션을 통해 고찰한다.

#### I. 서론

자기 유사(self-similar) 프랙탈 형상의 안테나는 다중공진 또는 소형으로 구현이 유리하다는 장점이 있어 Sierpinski gasket, Sierpinski carpet, ternary tree, Hilbert curve 등의 프랙탈 구조와 이를 변형한 새로운 구조의 안테나가 널리 연구되어 왔다[1].

#### II. 본론

##### 2.1 안테나 구조

지금까지 Sierpinski 프랙탈 안테나 설계에 있어 응용된 대부분의 구조는 자기 유사구조로서  $\pm x$ ,  $\pm y$ 방향으로 등방 축척 대칭성을 가지고 있었다.

본 논문에서 제시된 안테나는 기존 등방 대칭적 구조의 Sierpinski carpet구조를 hyperpolar 변환함으로 자기 유사성을 유지하는 새로운 형태의 프랙탈 구조를

생성하였다[4].

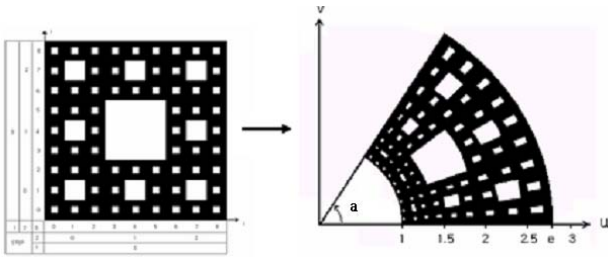


그림 1. Hyperpolar 변환 Sierpinski Carpet 구조

특히, 기존 Sierpinski carpet 구조와 달리 안테나 설계에 있어 방사체 개구면의 각도(a)의 추가적인 자유도를 확보함으로써 안테나 특성제어를 유연하게 할 수 있다. 또한 부채꼴 방사체 정점에 마이크로스트립 급전 포인트를 둠으로서 간단한 구조의 평판 안테나를 제작할 수 있도록 설계하였다.

2.2 시뮬레이션 결과

축척계수를 1/3로 고정하고 HSC 방사체 개구면이 이루는 각(flare angle, a)을 60, 90, 120도로 변화시킴에 따른 안테나의 특성을 살펴보았다.

그림 2는 따른 안테나 반사손실[dB]을 보여주고 있다. 100MHz~8GHz까지의 시뮬레이션 결과 HSC-60, 90, 120 모두 주파수 반복적인 유사한 특성을 보이며, 특히 HSC-120도 안테나의 경우 1.8GHz이상의 주파수대역에서 약 -10dB 이상의 임피던스 정합특성을 보임을 알 수 있다.

이는 부채꼴 스텔라 모양의 방사체 형태와 부분 접지면을 갖는 마이크로스트립 급전기법이 광대역에 걸쳐 급격한 임피던스 변화를 최소화하는 것으로 보인다.

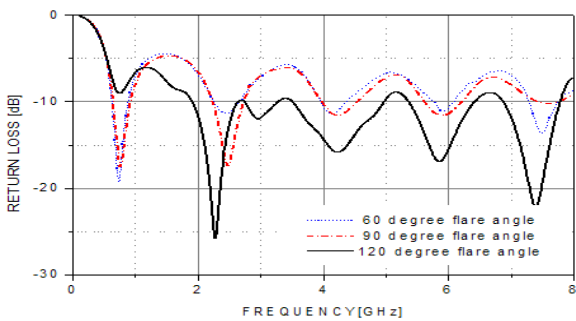


그림 2. 방사체 개구면각에 따른 반사손실 비교

그림 3은 프랙탈 반복계수(0, 3)에 따른 방사패턴의 변화를 나타내며 반복계수의 증가에 따라 패턴을 유지하면서도 방사효율이 개선됨을 알 수 있다. 이는 프랙탈

기하구조의 급전점 및 설계 파라미터에 따라 HSC 패턴으로 분포된 서로 다른 슬롯의 영향으로 보인다.

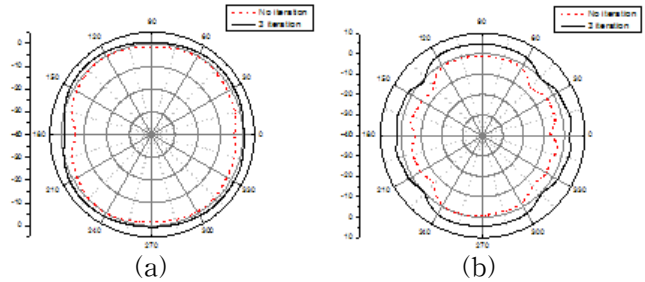


그림 3. 반복차수에 따른 HSC 프랙탈 안테나의 패턴 (a) 2.47 GHz and (b) 4.25 GHz (solid line: pattern for 3-iterated antenna, and dash dot line: pattern for no iterated antenna)

III. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 등방성 Sierpinski Carpet 구조를 hyperpolar 등각 변환된 Sierpinski carpet(HSC)을 적용하고 반복계수와 개구면각에 따른 안테나의 전기적 특성을 살펴보았으므로 안테나 설계에 있어 유연성을 높일 수 있음을 보였다.

즉, Sierpinski carpet 구조의 안테나의 단점인 임피던스 정합특성을 hyperpolar 변환된 HSC 방사체와 개구각 정점에 급전 포인트를 통해 임피던스 정합특성을 개선할 수 있음을 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] D.H. Werner, "Frequency independent features of self-similar fractal antennas," Radio Science, vol. 31, pp. 1331-1343, 1996.  
 [2] C.T.P. Song, "Perturbed Sierpinski multiband fractal antenna with improved feeding technique," IEEE Trans. Ant. Propagat., vol. 51, no. 5, pp. 1011-1017, May 2003.  
 [3] C.T.P. Song, "Fractal stacked monopole with very wide bandwidth," Electron. Lett., vol. 35, pp. 945-946, 1999.  
 [4] F. Glaser, "The Universality of the Hyperpolar Images of the Sierpinski Carpet and the Menger Sponge," The Journal of Interdisciplinary Studies, vol. 10, 1997.