

다중 선로가 로딩된 T-DMB 수신용 차량 글래스 안테나 설계

Design of a Multi-Stripline Loaded On-Glass Antenna for T-DMB Applications

강우준 · 계영철 · 박슬기* · 오정훈** · 추호성

Woojoon Kang · Youngchul Kay · Seulgi Park* · Junghun Oh** · Hosung Choo

요 약

본 논문에서는 다중 선로를 로딩시킨 새로운 구조의 글래스 안테나를 설계하였다. 제안된 안테나는 광대역 주파수 특성을 얻기 위하여 중심 선로에 다중 선로를 로딩하였으며, 수직 편파 복사 이득을 개선하기 위하여 이중 중심 선로 구조를 채택하였다. 세부적인 설계 변수는 Pareto 유전자 알고리즘을 이용하여 최적화하였으며, 이러한 설계 변수를 바탕으로 글래스 안테나를 실제 차량 유리에 인쇄한 후 측정하였다. 측정 결과, T-DMB 중심 주파수를 기준으로 49%의 반전력 대역폭과 -3 dBi 이상의 전면 방향(bore-sight direction) 수직 편파 복사 이득, azimuth 방향에서 평균 -10 dBi 이상의 수직 편파 복사 이득을 보였다.

Abstract

In this paper we propose an on-glass antenna which consists of conducting dual center striplines and multi-loaded striplines. Multi-loaded striplines and dual center lines were employed for achieving a broad matching bandwidth and improving a vertical radiation gain, respectively. The detail design parameters were determined using the Pareto genetic algorithm with an full wave EM simulator. The optimized design was built and installed on a commercial vehicle, and the antenna performances such as the return loss and the radiation gain were measured in a semi-anechoic chamber. The measurement results showed the matching bandwidth($S_{11} < -3$ dB) of about 49% in the T-DMB frequency band, the vertical gain of about -3 dBi along the bore-sight direction, and the average gain of about -10 dBi along the azimuth direction.

Key words : T-DMB, Glass Antenna, Loaded Wires

I. 서 론

현대인에게 있어서 자동차는 실질적인 이동 수단으로 이동 중 정보 습득 및 편리성 증대를 위해 다양한 무선 통신 기술을 필요로 한다^[1]. 과거 차량에 유일하게 장착되었던 무선 통신 기술인 FM 라디오는 음향 서비스만을 제공하기 때문에 탑승자의 정보 습

득 및 편리성 증대에 한계가 있어 시청각이 가능한 T-DMB 시스템 도입이 상용화되고 있다. 차량에 장착되는 T-DMB 수신용 안테나는 내구성 및 차량 외관까지 고려하여 설계되어야 하며, 약전계 수신 성능 확보를 위해 안테나가 설치된 전면 방향(bore-sight direction)에서 최소 -6 dBi 이상의 복사 이득과 무지향성에 가까운 복사 패턴을 유지하여야 한다.

「본 연구는 (주)현대·기아 자동차와 지식경제부에 의해 지원받았습니다(2009-F-042-01, 내장형 안테나 어레이 기반의 차세대 차량용 이동통신 시스템 기술연구).」

홍익대학교 전자전기공학부(School of Electronic and Electrical Engineering, Hongik University)

*LIG넥스원(주) 연구개발본부 전자전연구센터(Electronic Warfare R&D Center, LIG Nex1 Co. Ltd.)

** (주)현대기아자동차 연구개발총괄본부(Corporate Research & Development Division, Hyundai Kia Motors)

· 논문 번호 : 20090701-058

· 수정완료일자 : 2009년 7월 24일

최근 많이 사용되고 있는 T-DMB 수신용 안테나로는 $\lambda/4$ 폴 안테나, 마이크로 안테나, 샤크테일 안테나, 글래스 안테나 등이 있다. 그 중 $\lambda/4$ 폴 안테나, 마이크로 안테나는 무지향성, 광대역 특성을 보이나, 차량 지붕에 부착될 경우 내구성이 떨어지고 외관 디자인이 좋지 않은 단점을 가지며, 샤크테일 안테나는 소형화에 의한 협대역 특성과 낮은 복사 이득으로 인하여 추가적인 증폭기를 필요로 한다^{[2][3]}. 이러한 외장 안테나의 내구성, 차량 외관 문제점을 해결하기 위해 1970년대부터 개발되기 시작한 글래스 안테나는 약 1 mm 폭의 동박 패턴을 유리에 인쇄하여 제작하므로 제조 원가가 저렴하고 외관상 외부에 돌출되는 단점을 해결할 수 있으며 반영구적인 수명을 갖는 장점이 있다. 그러나 전도성 동박 패턴이 높은 유전율과 손실 탄젠트를 갖는 차량 유리에 직접 인쇄되어 안테나의 복사효율이 낮고 대역폭이 좁으며 차체의 음영 효과에 영향을 많이 받는 단점을 갖는다^{[4]~[6]}.

본 논문에서는 상용 RV(Recreational Vehicle: 레저용 차량)의 측면 유리에 장착이 가능한 글래스 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나에서는 중심 선로에 다중 선로가 로딩되어 글래스 안테나의 협대역 특성이 개선되었으며, 중심 선로가 이중으로 설계되어 수직 편파 수신 성능이 향상되었다. 안테나의 급전부는 무한 접지 면과 가장 유사한 차체 지붕과 인접한 곳에 배치하였으며, 차체의 음영 효과를 최소화하기 위해 안테나 본체를 측면 글래스 중앙에 위치하도록 하였다. 제안된 안테나의 성능을 검증하기 위해 설계된 안테나를 상용 RV 차량에 실제 인쇄하여 성능을 측정한 결과, T-DMB 동작 주파수를 기준으로 49%의 반전력 대역폭($S_{11} < -3$ dB)과 안테나가 위치한 전면 방향에서 -3 dBi 이상의 수직 편파 복사 이득을 보여 T-DMB 수신용 글래스 안테나로 적합함을 확인하였다.

II. 안테나 설계 및 최적화

그림 1(a)는 본 논문에서 제안한 다중 선로가 로딩된 글래스 안테나 구조이다. 제안된 안테나에는 대역폭 특성을 개선하기 위해 디스크 로딩 개념^[7]을 이용하여 중심 수직 선로에 다중 선로를 로딩하였고,

수직 편파 수신 성능을 향상시키기 위해 다중 수직 선로를 삽입하였다. 설계 과정에서 안테나의 정확한 성능 예측을 위해 FEKO EM 시뮬레이터를 사용하였으며, 유리에 stripline으로 인쇄되는 안테나 패턴을 와이어 코팅으로 등가화하여 EM 시뮬레이터의 정확도를 높였다^{[8]~[10]}. 그림 1(b)는 제안된 안테나가 적용될 차량 모델로 EM 해석 시 사용될 mesh 형태를 보여주고 있다. 동일한 형상의 안테나도 차량에 장착되는 위치에 따라 안테나의 임피던스와 복사 패턴이 변화하며, 특히 안테나와 급전부를 연결하는 선로 길이, 급전부 위치에 따라 안테나의 입력 임피던스가 변화하므로 차량 구조체를 제외하고는 안테나의 정확한 성능을 예측할 수 없다. 차체를 조밀한 mesh 구조로 EM 해석에 포함시키면 성능 예측의 정확도는 향상되나 해석 시간이 늘어 최적화 시간이 크게 증가하는 단점이 있다. 따라서 전류가 많이 유기되는 측면 글래스와 인접한 구조체(좌 측면 차체, 지붕, 급전부 부근)는 차량 mesh를 조밀하게 나누어 해석하였으며(약 $\lambda/100 \sim \lambda/20$), 바닥 프레임, 타이어, 휠, 엔진 룸 내부 등 안테나의 임피던스 및 복사 패턴에 영향을 적게 미치는 부분은 해석 시간 단축

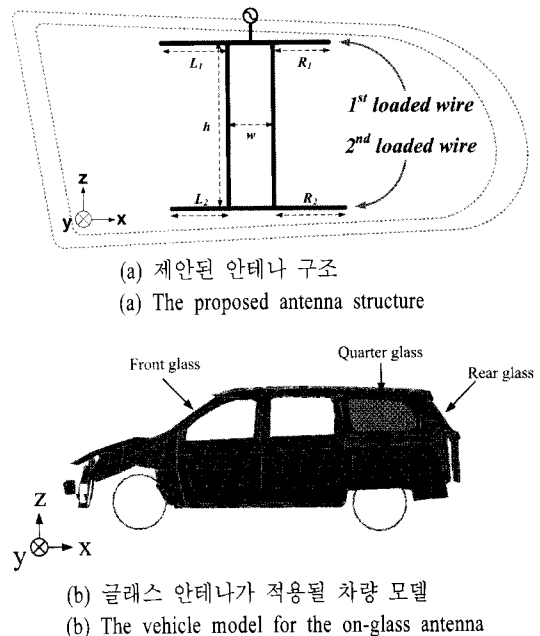


그림 1. 차량 모델 및 제안된 안테나 구조
Fig. 1. The vehicle model and the proposed antenna structure.

을 위해 삭제하였다.

제한된 안테나의 설계 변수를 바탕으로 대역폭 특성을 개선시키고 전면 방향 -6 dBi 이상의 수직 편파 복사 이득을 갖는 안테나를 설계하기 위해 Pareto 유전자 알고리즘과 FEKO EM 시뮬레이터를 결합하여 세부적인 최적화를 수행하였다. 최적화에 사용된 비용 평가 함수를 식 (1), (2)와 같이 정의하였다^{[11][12]}.

$$Cost1 = 1 - \frac{BW_{ANT}}{BW_{T-DMB}} \quad (1)$$

$$Cost2 = \left| \min [Gain(f, \theta = 90^\circ, \phi = 270^\circ)] \right| \quad (2)$$

$175 \text{ MHz} \leq f \leq 215 \text{ MHz}$

첫 번째 비용 평가 함수는 T-DMB 주파수 대역에서 반전력 대역폭을 개선시키기 위해 사용된 함수이며, BW_{T-DMB} 는 전체 T-DMB 대역폭인 40 MHz($175 \text{ MHz} \leq f \leq 215 \text{ MHz}$)를 의미하고 BW_{Ant} 는 설계된 안테나의 반전력 대역폭을 의미한다. 두 번째 비용 평가 함수는 안테나가 설치된 차량 좌측 글래스의 전면 방향에서 최저 수직 편파 복사 이득을 향상시키기 위해 사용되었으며, 주파수 대역 내에서 최저 이득을 비용 평가 함수로 사용하였다.

그림 2는 두 비용 평가 함수를 사용하여 최적화된 글래스 안테나의 결과를 반전력 대역폭과 전면 방향 최저 수직 편파 복사 이득 축으로 투영한 결과이다. 설계 목표인 전면 방향 수직 편파 복사 이득 -6 dBi 이상을 만족하면서 가장 넓은 대역폭을 갖는 표본을 추출하였다. 최적화된 표본 안테나는 약 44%의 반전력 대역폭을 보이며 T-DMB 주파수 대역에서 전면 방향 -3 dBi 이상의 수직 편파 복사 이득을 보인다. 최적화된 안테나 성능을 검증하기 위해 표본 안테나를 제작하여 예측 값과 비교하였고, 제작된 표본 안테나의 설계 변수들은 표 1에 정리하였다.

III. 성능 측정 및 분석

최적화된 설계 변수를 바탕으로 차량 유리에 안테

표 1. 제안된 안테나의 수치

Table 1. The parameters of the proposed antenna.

Parameters	h	w	L_1	R_1	L_2	R_2
Length(mm)	311	86	132	114	112	140

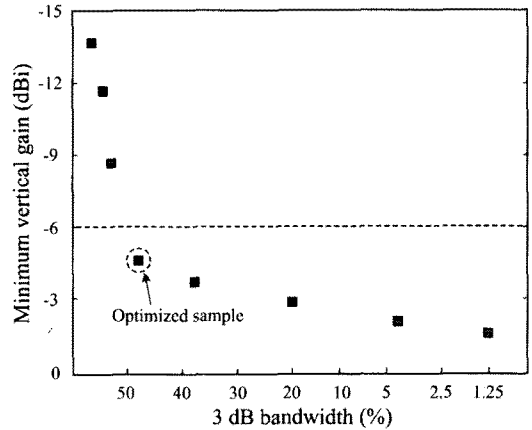


그림 2. 제안된 안테나의 최적화 결과

Fig. 2. Optimized antenna performance.

나를 제작하였으며, 실제 RV 차량의 좌측(운전석 뒤 측면 유리)에 장착한 후 반사 손실, 전면 방향(bore-sight direction, $\theta=90^\circ$, $\phi=270^\circ$) 수직 편파 복사 이득, azimuth 방향 복사 패턴을 측정하였다. 그림 3은 다중 선로가 로딩된 글래스 안테나의 반사 손실 예측 값과 측정 값을 비교한 것이다. 시뮬레이션 대역폭과 측정 대역폭은 각각 87 MHz($S_{11} < -3 \text{ dB}$, 156~243 MHz)와 98 MHz($S_{11} < -3 \text{ dB}$, 152~250 MHz)로 반전력 반사 손실 기준으로 T-DMB 전 주파수 대역을 만족하는 것을 확인하였다. 그림 4는 제안된 안테나의 전면 방향 수직 편파 복사 이득의 예측 값과 측정 값을 비교한 것으로 각각 점선과 실선으로 나타내었으며, 두 결과 모두 T-DMB 주파수 대역에서 최저 -3 dBi, 평균 0.6 dBi의 수직 편파 수신 성능을 확인하였다. 그림 5는 차량용 안테나의 설계 요구 조건인 차체에 의한 음영 효과를 확인하기 위해 azimuth 방향 복사 패턴을 상용 T-DMB 채널이 존재하는 185, 200, 215 MHz에서 측정된 것으로 측정 주파수 azimuth 방향에서 -10 dBi 이상의 평균 수직 편파 수신 성능을 갖는다. 평균 수직 편파 수신 성능은 측정 주파수에서 azimuth 방향 0도에서 360도를 72개 구간으로 나누어 각 방위각에서 측정된 수직 편파 복사 이득

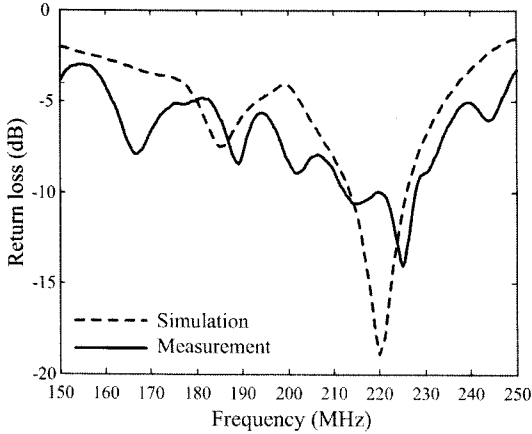


그림 3. 안테나 반사 손실
Fig. 3. Return loss of the antenna.

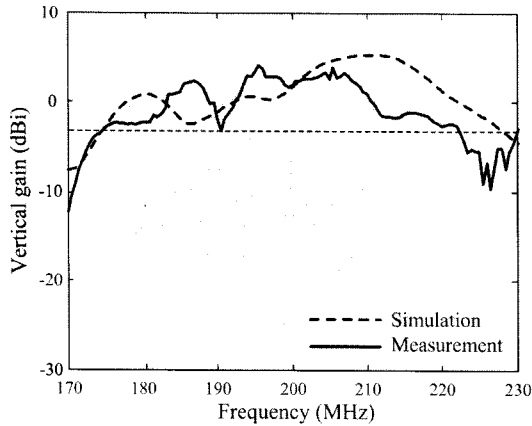


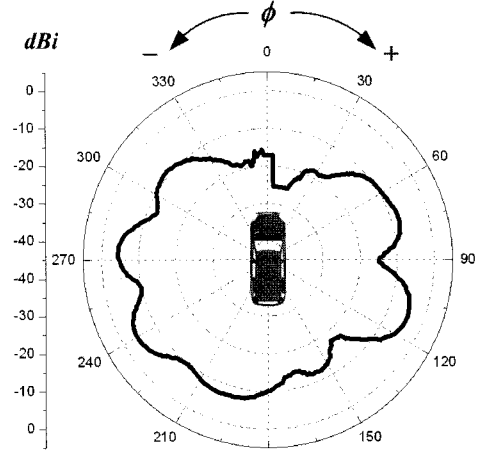
그림 4. 안테나의 주 빔 방향($\theta=90^\circ$, $\phi=270^\circ$) 수직 편파 복사 이득
Fig. 4. Bore-sight vertical gain($\theta=90^\circ$, $\phi=270^\circ$) of the antenna.

을 평균한 값으로 식 (3)에 정리하였다.

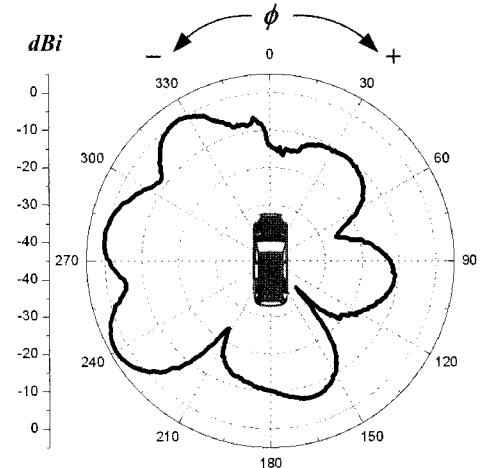
$$G_{v,ave}(f) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N G_v(f, \theta=90^\circ, \phi_i) \quad (3)$$

$$0^\circ \leq \phi_i \leq 360^\circ$$

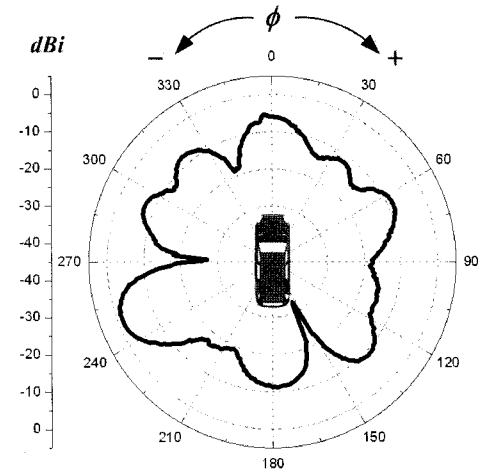
다중 선로가 로딩된 글래스 안테나의 동작 원리를 분석하기 위해서 등가회로 모델을 이용하여 안테나의 임피던스 특성을 도출하였으며, 등가회로의 각 소자 값은 EM 시뮬레이션으로 계산한 입력 임피던스와 등가회로의 임피던스를 비교하면서 data fitting 방법을 사용하여 구하였다. 등가회로 모델은 그림 6에서와 같이 RLC 값을 통해 입력 저항과 입력 리액



(a) 185 MHz



(b) 200 MHz



(c) 215 MHz

그림 5. 측정된 안테나 복사 패턴
Fig. 5. Measured radiation patterns for the antenna.

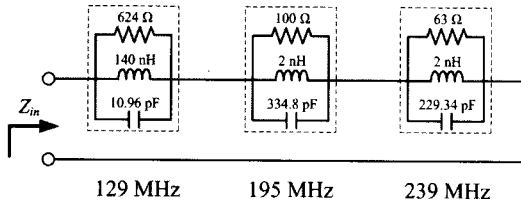
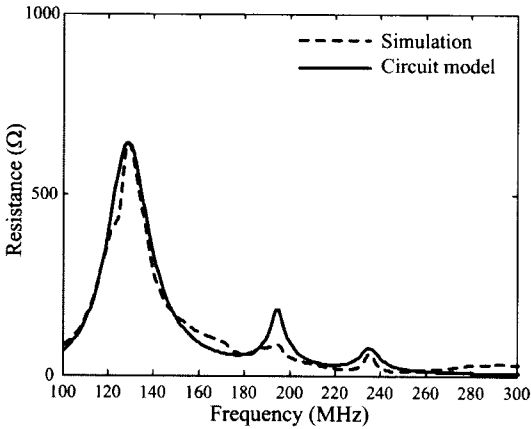
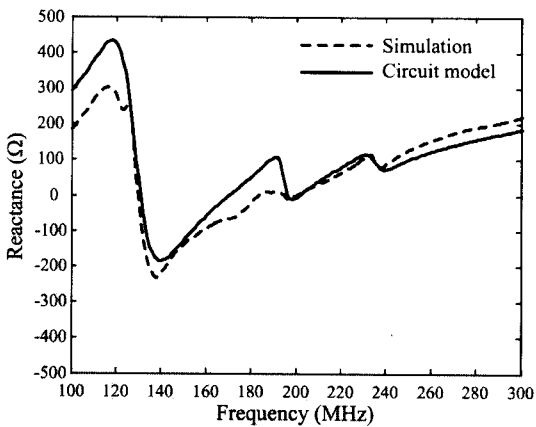


그림 6. 안테나의 등가 회로
Fig. 6. Equivalent circuit model of the antenna.



(a) 입력 저항
(a) Input resistance



(b) 입력 리액턴스
(b) Input reactance

그림 7. 입력 임피던스 비교
Fig. 7. Input impedance comparisons.

턴스를 만족하는 개별 소자로 표현될 수 있으며, 각 RLC 소자 값을 그림에 표기하였다. 그림 7에서는 제안된 안테나의 등가회로 모델을 검증하기 위해 시뮬레이터와 등가회로 모델을 이용하여 계산된 임피던스를 보여준다. 등가회로 모델과 시뮬레이션이 유사

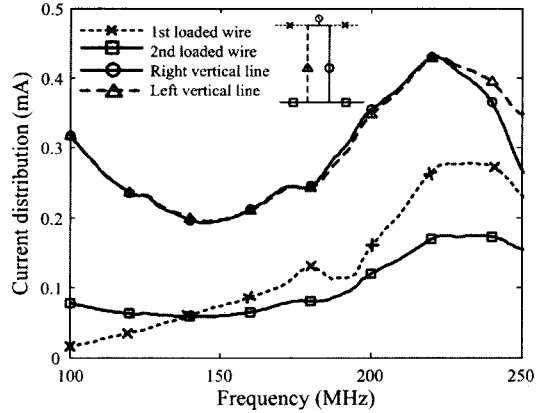


그림 8. 주파수에 따른 전류 분포
Fig. 8. Current distribution vs. frequency.

한 결과를 보이며, 150~250 MHz 대역에서 입력 저항이 100 Ω 이하의 일정한 값을 가지고 입력 리액턴스 또한 0 Ω에 근접한 값을 갖고 129, 195, 239 MHz에서 삼중 공진을 보여 광대역 임피던스 정합에 유리함을 확인하였다.

이중 중심 수직 선로에 의한 효과를 확인하기 위해 제안된 안테나의 전류 분포를 그림 8에 나타내었다. 급전부에서 1 V의 전압을 인가했을 때, 제안된 안테나의 각 로딩 선로와 중심 선로에 흐르는 전류 분포를 확인한 결과 두 번째 로딩 선로와 중심 선로를 따라 전류가 주로 유기되어 첫 번째 공진 주파수 (129 MHz)가 결정되고 130 MHz보다 높은 주파수에서는 수직 선로와 첫 번째 로딩 선로에 전류가 주로 유기된다. T-DMB 주파수 대역에서 가장 많은 전류가 중심 수직 선로에 유기되어 수직 편파 수신에 유리한 것을 확인하였다.

중심 수직 선로와 로딩된 선로가 각각 대역폭과 수직 편파 복사 이득 수신에 미치는 영향을 확인하기 위해 각 선로의 길이 변화에 따른 반전력 대역폭 및 수직 편파 복사 이득 민감도를 계산하였다. 최적화된 모델을 바탕으로 중심 수직 선로는 상하로 1 cm씩 변화시키고 로딩된 각 선로의 양 끝점은 좌우로 1 cm씩 변화시켰을 때 안테나 반전력 대역폭의 변화와 복사 이득 변화를 식 (4), (5)에 대입하여 안테나의 구조 변화에 따른 성능 민감도를 구하였다.

$$BW \text{ sensitivity } (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{BW_{original}(f_i) - BW_{shifted}(f_i)}{BW_{original}(f_i)} \right| \times 100 \quad (4)$$

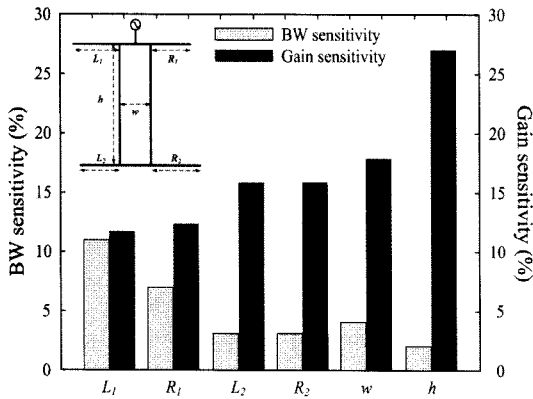


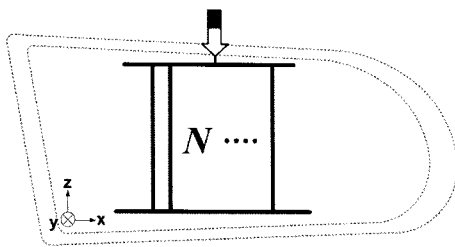
그림 9. 안테나 민감도
Fig. 9. Antenna sensitivity.

$$Gain\ sensitivity\ (\%) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{G_{original}(f_i) - G_{stuffed}(f_i)}{G_{original}(f_i)} \times 100$$

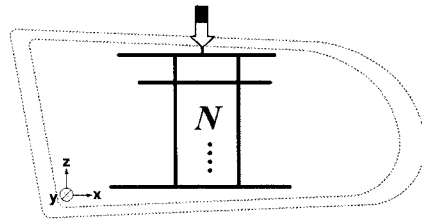
$$150MHz \leq f \leq 250MHz \quad (5)$$

그림 9는 각 선로의 민감도 결과이며, 중심 선로의 길이 변화는 수직 편파 이득 수신에 가장 큰 영향을 미치지만 반전력 대역폭에는 거의 영향을 주지 않기 때문에 중심 수직 선로는 수직 편파 복사 이득 수신에 가장 중요한 설계 요소인 것을 확인할 수 있었다. 반면 반전력 대역폭은 급전부가 위치한 차체 지붕과 근접한 첫 번째 로딩 선로의 길이 변화에 따라 가장 민감하게 변화하는 것을 확인할 수 있었다.

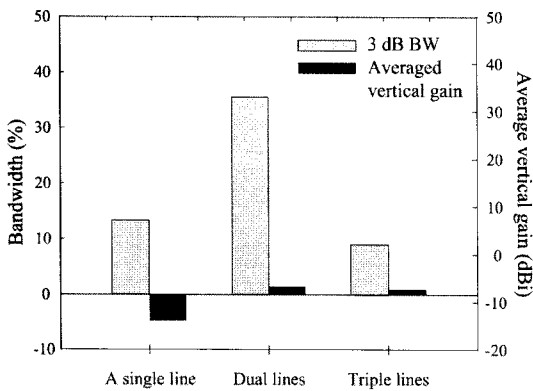
또한, 안테나 설계 시 중요한 설계 요소인 로딩된 선로 개수, 수직 선로 개수에 따른 안테나의 반전력 대역폭과 수직 편파 복사 이득을 비교하여 그림 10과 그림 11에 나타내었다. 차량 미관 디자인을 고려하여 로딩된 선로의 개수와 수직 선로의 개수는 3개로 제한하였으며, 수직 선로의 개수는 안테나 본체 중앙으로부터 대칭이 되도록 하였다. 수직 선로의 개수가 증가할수록 안테나의 평균 수직 편파 복사 이득은 증가하지만 안테나의 수직 선로의 개수가 2개



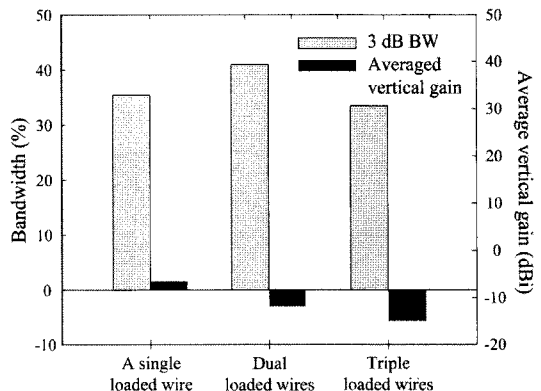
(a) 다수 수직 선로 모델
(a) Design with multiple vertical lines



(a) 다중 로딩 선로 모델
(a) Design with multiple loaded wires



(b) 성능 비교
(b) Performance comparisons



(b) 성능 비교
(b) Performance comparisons

그림 10. 중심 수직 선로의 개수에 따른 안테나 성능 비교
Fig. 10. The antenna performance vs. the number of vertical lines.

그림 11. 로딩된 선로의 개수에 따른 안테나 성능 비교
Fig. 11. The antenna performance vs. the number of loaded wires.

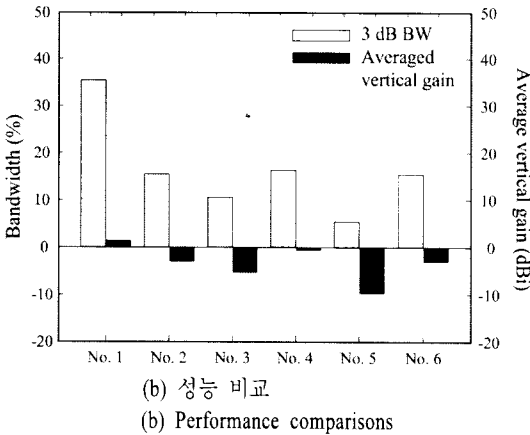
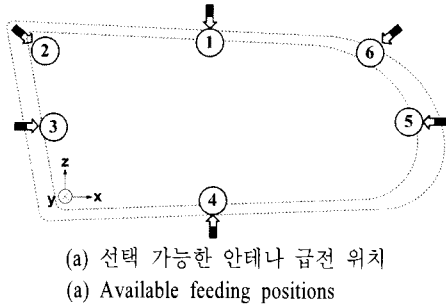


그림 12. 급전 위치에 따른 안테나 성능 비교
Fig. 12. Antenna performance vs. antenna feed positions.

에서 3개로 증가함에 따라 반전력 대역폭은 감소하는 것을 알 수 있다. 로딩된 선로의 개수가 증가할수록 반전력 대역폭은 증가하나 로딩된 선로와 수직 선로가 접하는 점점의 개수가 증가하게 되어 수직 선로에 유기되는 전류가 로딩된 선로로 분산되므로 수직 편파 복사 이득이 저하된다.

일반적으로 안테나가 차량에 장착될 경우 차체에 급전되는 위치에 따라 성능이 크게 변할 수 있다. 그림 12(a)는 글래스 안테나가 설계될 RV의 좌측 유리에 급전 가능한 지점을 표시하였으며, 그림 12(b)는 각 급전 지점에서 제안된 안테나를 최적화하여 안테나 성능을 비교한 것이다. 차체 지붕과 가장 인접한 1번 위치가 가장 넓은 반전력 대역폭을 보여 최적 급전 위치임을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 광대역 반전력 대역폭 특성과 높은

수직 편파 특성을 갖는 선로가 다중 로딩된 글래스 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나 형상에서 다중 선로는 대역폭 특성을 향상시키기 위해 사용되었으며, 다중 수직 선로는 수직 편파 이득을 증가시키기 위해 삽입되었다.

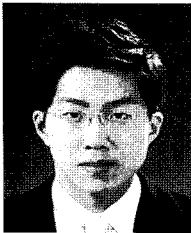
안테나 구조는 Pareto 유전자 알고리즘을 이용하여 최적화하였으며, 최적화된 안테나의 성능을 상용 RV 차량에 장착한 후 측정하였다. 측정 결과 제안된 안테나는 T-DMB 중심 주파수를 기준으로 49%(152~250 MHz)의 반전력 대역폭을 가지며, 안테나의 전면 방향에서 -3 dBi 이상의 수직 편파 복사 이득을 보이고, azimuth 방향에서 -10 dBi 이상의 평균 이득을 보여 T-DMB 수신용 차량 글래스 안테나로 사용 가능성을 확인하였다.

참 고 문 헌

- [1] B. Bae, Y. Jeong, Y. Hahm, S. Lee, and K. Sohng, "Development of T-DMB system for mobile multimedia broadcasting service", *Consumer Electronics*, vol. 17, no. 4, pp. 401-402, Jan. 2005.
- [2] D. Bolle, M. Morganstern, "Monopole and conic antennas on spherical vehicle", *IEEE Trans Vehic. Technol.*, vol. 17, no. 4, pp. 477-484, Jul. 1969.
- [3] M. Cerretelli, G. B. Gentili, "Progress in compact multifunction automotive antennas", *Int. Conf. Electromagnetics in Advanced Applications*, vol. 1, pp. 93-96, Sep. 2007.
- [4] 심재륜, 이준호, 이성신, 김효채, "차량용 FM 라디오 수신을 위한 유리창에 프린트된 안테나의 개발", *대한전자공학회논문지*, 35(5), pp. 436-441, 1998년 5월.
- [5] R. Abou-Jaoude, E. K. Walton, "Numerical modeling of on-glass conformal automobile antennas", *IEEE Transaction Antennas Propag.*, vol. 46, no. 6, pp. 845-852, Jun. 1998.
- [6] Y. Noh, Y. Kim, and H. Ling, "Broadband on-glass antenna with mesh-grid structure for automobiles", *Electron. Lett.*, vol. 41, no. 21, pp. 1148-1149, Oct. 2005.
- [7] C. H. Friedman, "Wide-band matching of a small

- disk-loaded monopole", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 33, no. 10, pp. 1142-1148, Oct. 1985.
- [8] J. Moore, "Simplified analysis of coated wire antennas and scatterers", *IEE Proc., Microw. Antennas Propag.*, vol. 142, no. 1, pp. 14-18, Feb. 1995.
- [9] Arindam Chatterjee, John L. Volakis, and William J. Kent, "Scattering by a perfectly conducting and coated thin wires using a physical basis model", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 40, no. 7, pp. 761-769, Jul. 1992.
- [10] U. Pekel, N. Wang, and L. Peters, "An equivalent model for the analysis of electromagnetic scattering from a long, lossy tether structure", *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 40, no. 12, pp. 1555-1561, Dec. 1992.
- [11] J. Horn, N. Nafpliotis, and D. E. Goldberg, "A niched Pareto genetic algorithm for multiobjective optimization", in *Proc. 1st IEEE Conf. Evolutionary Computation*, vol. 1, pp. 82-87, Jun. 1994.
- [12] <http://www.feko.info>, EM Software & Systems, "FEKO Suite 5.3."

강 우 준



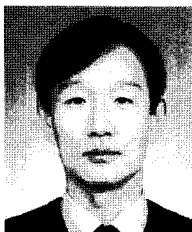
2008년 2월: 홍익대학교 전자전기공학과 (공학사)
 2008년 3월~현재: 홍익대학교 전자정보통신대학원 석사과정
 [주 관심분야] 최적화 알고리즘을 이용한 안테나 설계, 차량용 글래스 안테나 설계

박 슬 기



2006년 2월: 홍익대학교 전자전기공학부 (공학사)
 2008년 2월: 홍익대학교 전자정보통신대학원 (공학석사)
 2008년 7월~현재: LIG넥스원(주) 전자전연구센터 연구원
 [주 관심분야] 통신대역 전자전장비 안테나 및 수신기, 고출력 안테나 시스템

계 영 철



1980년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)
 1982년 2월: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
 1991년 5월: University of Southern California, Electrical Engineering (공학박사)
 1991년 8월~현재: 홍익대학교 전자전기공학부 교수
 [주 관심분야] 음성 신호 처리, 인식 알고리즘의 최적화, RFID용 태그 및 리더 안테나

오 정 훈



1996년 2월: 한국과학기술원 항공우주공학과 (공학사)
 1998년 2월: 한국과학기술원 항공우주공학과 (공학석사)
 2003년 2월: 한국과학기술원 기계공학과 항공우주공학전공 (공학박사)
 2003년 2월~현재: 현대자동차 연구개발총괄본부 멀티미디어평가팀 선임연구원
 [주 관심분야] 차량용 안테나 설계

추 호 성



1998년 2월: 한양대학교 전파공학과 (공학사)

2000년 8월: 미국 University of Texas at Austin 전자전기공학부 (공학석사)

2003년 5월: 미국 University of Texas at Austin 전자전기공학부 (공학박사)

2003년 6월~2003년 8월: 미국 University of Texas at Austin 전자전기공학부 (Post Doctor)

2003년 9월~현재: 홍익대학교 전자전기공학부 조교수
[주 관심분야] 초소형 안테나, 최적화 알고리즘을 이용한 안테나 설계, RFID용 태그 및 리더 안테나