

차량용 텔레매틱스 안테나

Telematics Antenna for Vehicles

김해연(Hae-Yeon Kim)¹⁾ 이병제(Byung-je Lee)²⁾ 양성현(Sung-Hyun Yang)³⁾

요 약

본 논문은 GPS/GSM 이중대역으로 차량 내부 장착용 텔레매틱스 안테나를 제안하였다. 고유 전율을 가지는 유전체를 사용하지 않으며 두 안테나를 같은 평면에 1mm의 두께를 가지는 FR4기판 위에 설계를 하였다. 이러한 방법으로 제작비용의 절감과 제작공정의 간소화를 추구하였다. GSM 대역은 평면 역 F형 안테나(PIFA)로 구현하였고 GPS대역의 안테나를 마이크로스트립 안테나(MSA)로 설계한 PIFA-MSA를 제안하였다. PIFA-MSA는 포트간 격리도 특성을 고려하여 상용 안테나보다 낮게 구현하면서 두 안테나간 편파를 수직으로 배열하여 격리도 특성을 극대화했으며 설계규격 또한 만족 시켰다.

Abstract

In this paper, an antenna for telematics is proposed. It operates at GPS/GSM frequency bands and it can be installed inside of a vehicle. There is a great difference between the proposed antenna and commonly used antennas. It needs not to use a dielectric with a high permittivity since it is formed on a sheet of FR4 with only 1mm thickness. Thus, it is possible to cut costs and make process of manufacture simple. Planar inverted-F antenna(PIFA) for GSM and microstrip antenna(MSA) for GPS is designed and PIFA-MSA antenna is proposed. The height is lower than that of commonly used antennas. And polarization of the PIFA and MSA is arranged perpendicularly for isolation improvement of each port, thus isolation of these two antennas is improved. Also, it is sufficient for the all specifications.

Key Word : telematics, GPS, GSM, Microstrip Antenna, PIFA-MSA

논문접수 : 2004. 2. 13.

심사완료 : 2004. 2. 23.

-
- 1) 정회원 : 광운대학교 전자공학과 (공학석사)
 - 2) 정회원 : 광운대학교 전자공학과 조교수
 - 3) 정회원

* 본 논문은 2002년도 광운대학교 교내 연구비에 의해서 수행되었음

I. 서론

최근의 정보통신 기술의 발전은 자동차에도 새로운 개념을 부과하고 있다. 과거에는 자동차가 소비자에게 단순히 이동성만을 제공하는 것이었으나 현재는 안전하고 효율적인 운송수단 제공의 개념으로 발전해 고부가가치 산업으로 변모하고 있다. 또한 최근에는 정보화의 중요성이 부각되면서 이동통신과 유·무선 통합기술 등 IT 산업과 전통산업의 대표적인 자동차 산업이 결합된 텔레매틱스(Telematics) 산업이 부각을 나타내고 있는 추세이다.

텔레매틱스는 통신(Telecommunication)과 정보과학(Informatics)이 합쳐진 용어로서 이동통신 기술과 인공위성을 이용한 위치정보시스템(GPS)을 기반으로 차량과 정보센터를 연결하여 차량운행 중 요구되는 각종정보와 서비스를 실시간으로 제공하는 시스템을 의미한다. 현재 서비스되고 있는 카네비게이션(Car Navigation)은 위성 GPS신호를 이용해 도로상의 차량위치와 운전자가 원하는 목적지까지 운전경로를 찾아주는 차량항법장치를 총칭하는 것으로 최적경로 탐색 및 위치정보에 초점을 맞춘 서비스를 말한다. 이와는 달리 텔레매틱스는 차량항법 시스템뿐만 아니라 자동차에 장착된 서비스 단말기를 통해 텔레매틱스 서비스센터와 연결되어 각종 정보를 제공받을 수 있으며, 인터넷 접속, 위치추적(GPS), 원격차량진단, 사고감지, 교통정보, 제공 등의 복합기능을 갖춘 최첨단 차량 종합 서비스 시스템인 것이다. 이를 위해서 GPS와 이동통신 시스템이 모두 차량 안에 장착이 되어야 하고 이에 따른 안테나의 필요성도 증대되고 있다. 본 논문에서는 현재 유럽에서 상용화되고 있는 텔레매틱스 안테나를 기준으로 새로운 타입으로 안테나를 구현하였다. 현재 개발되고 있는 상용화되어 있는 텔레매틱스 안테나는 크게 두 가지로 나누어지는데 차량의 외부에 설치할 수 있는 외부 설치형과 내부에 설치할 수 있는 내부 설치형으로 구분되어 진다. 외부 설치형인 경우 GSM대역 안테나는 모노폴이나 헬리컬 안테나를 주로 사용한다. 그 이유는 외부에 설치함으로써 높이에 제한을 받지 않고 쉽게 구현이 가능하기 때문이며 또한 모노폴은 0.6λ ,

헬리컬 안테나는 2λ 이상의 접지면이 요구되어 진다[1][2]. 안테나 구현에 요구되어 지는 접지면을 차량의 차체를 이용하여 쉽게 구현이 가능하다. 이와는 달리 내부장착형의 경우 안테나의 높이를 낮게 구현하면서 크기를 줄이기 위해 PIFA(Planar Inverted-F Antenna)를 사용하여 구현되어져 있는 것이 일반적인 사례이다. PIFA 안테나는 소형화 기법 중에 하나로 알려진 구조로서 전류의 힘을 분산시킬 목적으로 안테나 구조를 구부리는 것이다. 따라서 이러한 안테나는 물리적인 크기에 비해 전기적으로 크게 보이는 역할을 한다. GPS안테나는 외부 설치형과 내부 설치형이 공통적으로 고유전율을 가지는 세라믹 유전체를 사용하여 물리적인 크기를 줄인 마이크로스트립 패치 안테나로 구현되어 진다. 크기 면에서 외부 설치형이 내부 설치형에 비해 크며 설치 시 차량의 외관을 고려하여 내부 설치형이 선호되어 지고 있는 추세이다. 본 논문에서는 이런 점을 고려하여 내부 설치형의 안테나를 제안하였으며 GPS안테나를 고유전율을 가진 유전체를 사용하지 않고 구현함으로써 재료비용을 절감시킬 수 있고 두 대역의 안테나를 동일한 평면에 구현함으로써 제작공정의 간소화를 추구하였다. GSM대역의 안테나를 동일한 PIFA로 구현하고 GPS 안테나를 마이크로스트립 안테나(MSA)로 구현한 PIFA-MSA 안테나를 제안하였다.

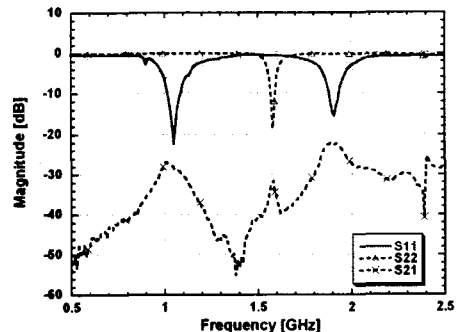


그림 1. 상용 텔레매틱스 안테나의 S-파라미터
 Fig 1. S-parameter of commercialized Telematics antenna

II. 설계규격

안테나의 설계규격을 정하기 위해서 현재 상용화되고 있는 제품의 특성을 분석하였다. 그림 1에 실제 안테나의 S-파라미터를 측정된 결과이다. GPS 안테나는 세라믹을 사용한 마이크로 스트립 패치 안테나를 사용하였고, GSM대역 안테나는 모노폴 구조를 응용한 패치 안테나로 구현하였다. 각각의 안테나는 각 시스템 사양에 적합한 성능을 나타내었고 두 안테나의 격리도 특성인 S_{21} 은 20dB이하로 측정이 되었다. 정재파비(VSWR) 2:1인 대역폭이 1020MHz부터 1080MHz로서 60MHz, 본 설계 사양의 주파수 대역폭은 890MHz부터 960MHz인 70MHz이나 레이돔을 제거한 상태로 측정하였으므로 주파수가 실제보다 약간 높게 측정되었다. GPS 대역 또한 1582MHz에서 1584MHz 까지 대역폭은 정재파비 1.5:1인 조건에서 만족했으나 주파수가 위쪽으로 이동된 것을 확인 할 수 있다.

표 1은 텔레매틱스 안테나 설계사양으로서 기존의 상용화된 내부 설치형 안테나를 기준으로 설정하였으며 특이한 점은 GPS안테나의 경우 기존의 원형편파를 통해 구현되어 졌으나 본 논문에 제안한 안테나는 선형편파로 구현하였다. 그 이유는 도심지역의 경우 높은 빌딩과 밀집된 건물에 의해서 위성으로부터 송신되는 GPS신호의 편파 특성의 왜곡이 심하고 음영지역이 증가되어 지고 있기 때문에 텔레매틱스에서는 이동통신망이 GPS의 음영지역을 보상하는 형태로 발전하고 있다[3]. 그러므로 본 논문에서는 GPS의 원

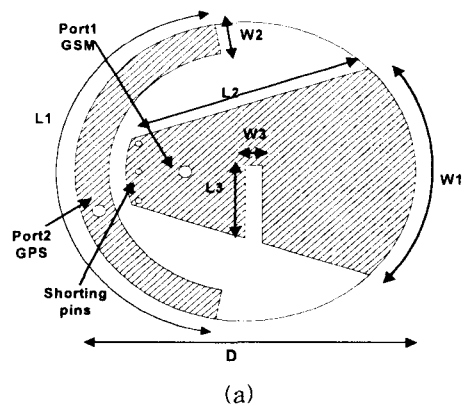
표 1. 텔레매틱스 안테나의 설계규격
Table 1. Specification of a telematics antenna

	GSM	GPS
Frequency	925MHz±35M Hz	1.575MHz±2M Hz
Polarization	Linear	Linear
VSWR	2:1	1.5:1
Gain	0dBi	3dBi

형편파를 선형편파로 수신하였을 경우에 편파손실 3dB를 고려하여 선형편파로 구현하되 이득이 3dBi 이상으로 설정하였다[4].

III. PIFA — MSA

본 논문에서 제안한 안테나인 PIFA-MSA의 기본적인 구조는 그림 1과 같다. 실제 상용화되고 있는 제품이 원형인 것을 참고하여 본 논문에서도 원형 구조를 바탕으로 하였다. 직경(R)이 60mm인 2개의 원형 판에 가장 아래층에 접지면이 존재하며 접지면의 재료로는 은을 사용하였다. 그 위에 공기층 그리고 fr4층이 있는 구조로서 fr4는 두께가 1mm이며 유전율(ϵ_r)이 4.7인 기판을 사용하였으며 공기층은 3mm의 두께(H)를 가진다. GSM대역의 안테나는 마이크로 스트립 안테나(MSA)로 GPS대역 안테나는 PIFA로 구현하였다. 그림 1의 (a)에서 GSM대역 안테나는 $L1=44.6\text{mm}$, $W1=40.6\text{mm}$ 의 길이를 가지며 방사되는 부분의 표면적을 넓히고 공간을 효율적으로 활용하기 위하여 부채꼴 모양으로 제작하였으며 $\lambda_g/4$ 공진 길이를 맞추어 주었다. 여기서 λ_g 는 유전율 4.7을 가지는 fr4기판 안에서의 파장을 말한다. 그래서 $L3=16.3\text{mm}$, $W3=4\text{mm}$ 길이의 슬롯을 이용하여 전기적 길이를 길게 만들어 주었다. GPS 안테나는 $W2=7\text{mm}$, $L1=93.2\text{mm}$ 의 $\lambda_0/2$ 보다 조금 짧은 길이를 가진다. 여기서 λ_0 는 공기층에서 파장의 길이를 나타낸다. 안테나의 전체적인 길이에서 보는 것처럼 PIFA의 경우 fr4층의 삽입으로 안테나의 크기를 줄이는 역할을 했으나 MSA의 경우 fr4층으로 인한 안테나의 크기에 그다지 큰 영향을 주지 못하였다.



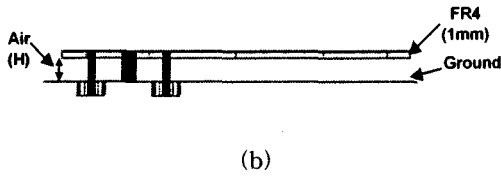


그림 1. PIFA-MSA의 구조
(a)정면도, (b)측면도
Fig 1. Geometry of PIFA-MSA
(a)Top view, (b)Side view

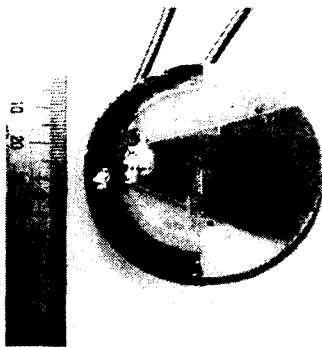


그림 2. PIFA-MSA의 실물도
Fig. 2. Picture of PIFA-MSA

그림 2는 실제 제작된 PIFA -MSA의 모습이다. 급전을 위해서 coaxial 케이블이 연결된 SMA 컨넥터를 연결하였다.

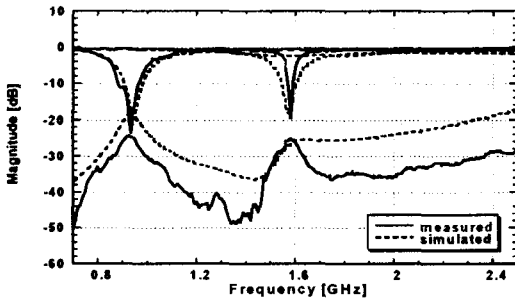


그림 3. PIFA-MSA의 S 파라미터
Fig. 3. S parameter of PIFA-MSA

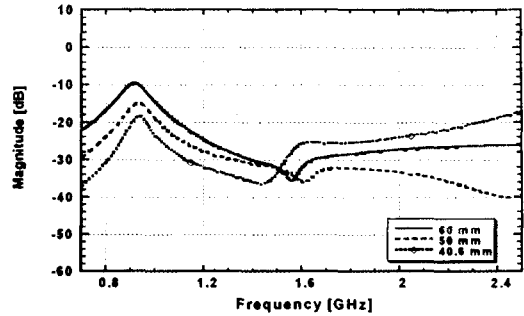
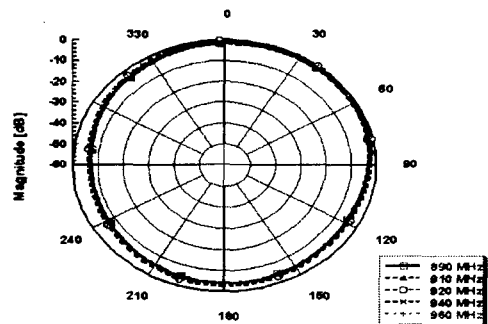


그림 4. W1의 변화에 따른 S₂₁의 변화
Fig. 4. Simulated S₂₁ variation as function of W1

그림 3은 제작된 PIFA-MSA의 S 파라미터 특성으로 시뮬레이션 값과 측정된 값을 비교하였다. 두 값은 거의 동일하게 나타났으며 정재파비 2:1에서 임피던스 대역폭은 GSM안테나의 경우 885MHz~970MHz로 85MHz의 비교적 넓은 대역폭을 가지면서 설계규격을 만족하였다. GPS안테나는 정재파비 1.5:1인 조건에서 1572MHz~1585MHz로 13MHz의 대역폭으로 설계규격을 만족시켰다. 포트간 격리도 특성은 Wire less Products社의 내부 장착형 안테나를 측정한 결과 전 대역에서 20dB이하의 값을 가졌다. 그래서 본 논문에서 제안한 안테나 또한 20dB이하의 값을 가지도록 설계하였다. 이는 PIFA-MSA의 구조에서 편파간 격리를 최대화하며 하나의 안테나를 MSA로 구현함으로써 두 안테나의 격리도 특성 즉 S₂₁의 향상을 추구하였다. 그림 4는 GSM대역 안테나의 W1의



(a)

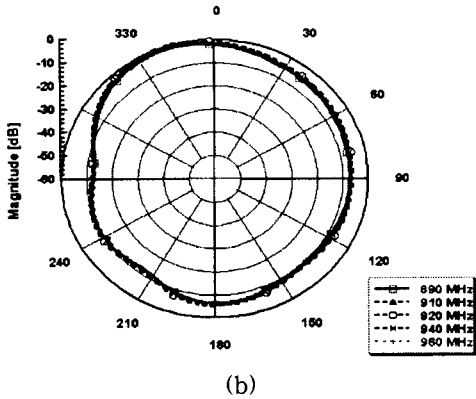


그림 5. GSM안테나의 방사패턴 (a)xz-평면, (b)yz-평면
 Fig. 5. Radiation pattern of a GSM antenna (a)xz-plane, (b)yz-plane

크기를 변화시키면서 S_{21} 의 변화를 시뮬레이션을 통하여 확인해 보았다. W1의 크기를 최대 60mm에서 최적화된 40.6mm까지 시뮬레이션을 수행하였다. W1이 60mm일 경우 S_{21} 은 가장 좋지 못했으며 40.6일 때 가장 우수한 특성을 보였다. 이는 W1이 커짐에 따라 MSA의 전계가 최대가 되는 부분인 방사소자의 끝 부분과 가까워짐으로 서로간의 영향 또한 커지는 것이며 W1이 작아지면 전계 최대 점과 멀어지게되어 서로의 영향이 줄어들게 된다. 그러나 계속해서 작게 한다면 GSM대역의 공진 주파수 보다 방사소자의 크기가 줄어들게 되고 L3, W3로 이루어진 슬롯의 크기를 크게 설계하여야한다. 그렇게 되면 안테나의 방사소자의 면적이 줄어들고 또 다른 고차모드를 생성하게 되어 S_{21} 이 나빠지게 된다.

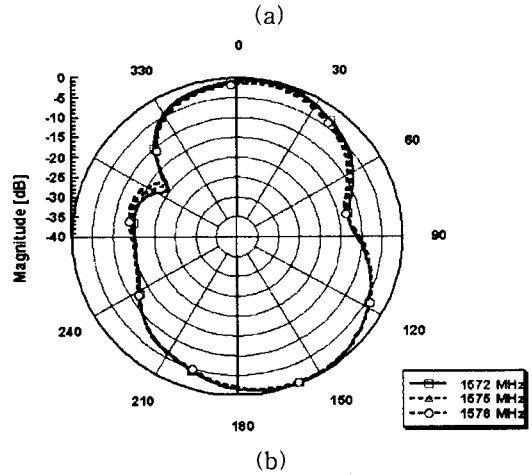
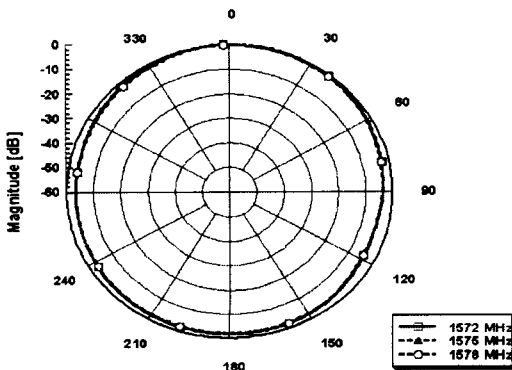


그림 6. GPS안테나의 방사패턴 (a)xz-평면, (b)yz-평면
 Fig. 6. Radiation pattern of a GPS antenna (a)xz-plane, (b)yz-plane

그림 5와 6에서 GSM대역과 GPS 대역 각각의 주파수에서 측정되어진 안테나의 방사패턴을 나타내었다.

그림 5에서 보면 GSM 대역에서 전방향성에 가까운 방사패턴을 보여주고 있으며 안테나의 이득은 0.02~1.04dBi로 측정되어 설계 사양을 만족시킴을 볼 수 있다. 그림 6에서는 GPS 대역에서 양호한 방사패턴 특성이 나왔고 2.98~3.33dBi의 이득이 측정되었다.

표2에 측정된 안테나의 방사패턴에서 이득의 최고값을 가지는 각과 그때의 최고 이득, 그리고 안테나의 HPBW(Half Power Beam Width)를 정리하였다.

표 2. GSM과 GPS대역 안테나의 성능
 Table 2. Performances of a GSM and GPS band antenna

Frequency [MHz]	xz-plane			yz-plane			
	Peak [deg]	Gain [dBi]	HPBW [deg]	Peak [deg]	Gain [dBi]	HPBW [deg]	
G	880	44	0.02	140	-18	0.06	67
	910	48	0.34	135	-18	0.40	67
	920	48	1.04	141	-18	0.67	66
M	840	48	0.29	142	-20	0.44	65
	860	48	0.01	138	-21	0.10	66
G	1572	14	3.00	95	138	2.98	-
F	1575	12	3.13	98	138	3.33	-
S	1578	14	3.05	97	158	3.15	-

IV. 결론

본 논문에서는 GSM과 GPS 두 대역을 사용하면서 차량의 내부에 설치할 수 있는 형태의 텔레메틱스 안테나를 제안하였다. GPS대역의 안테나를 기존의 고유전율의 유전체를 가지는 마이크로스트립 안테나로 구현하지 않고 공기층과 fr4층이 적층된 형태로 구현하면서 기존 안테나에 비해 제작비용의 절감이 기대되며 또한 GSM안테나와 동일평면에 구현함으로써 제작공정의 간소화를 추구하였다. 두 개의 안테나가 한 공간에 집적되도록 구현하면서 대역간 격리도 특성을 우선적으로 고려하였다. 그래서 두 개의 안테나를PIFA-MSA 형태로 제안하여 격리도 특성도 확보하면서 GSM대역의 이득의 최소 값은 0.01dBi를 GPS대역은 2.98dBi가 각각 측정되어 만족할 만한 특성을 얻었다.

참고 문헌

[1] K. H. Awadalla and T. S. M. Maclean, "Monopole Antenna at Center of Circular Ground Plane : Input Impedance and Radiation Pattern" *IEEE Trans. Antenna and Propagation*, Vol. AP-27, No.2, pp.151-153. March 1979.

[2] S. H. Zainud-Deen, K. H. Awadalla, and H. A. Sharshar, "Analysis of Normal Mode Helical Antenna on Finite Ground Plane", *IEEE Antenna Propagat. Soc. Int. Symp. Dig.*, Vol 4, pp.18-23, June 1995.

[3] K. K. H. Kan, S. K. C. Chan, and J. K.-Y. Ng, "A Dual-Channel Location

Estimation System for Providing Location Services Based on the GPS and GSM Networks", *Advanced Information Networking and Application*, 2003. AINA 2003, 17th International Conference on, pp.7-12, 27-29 March 2003.

[4] Constantine A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, New York, John Wiley and Sons, pp.69-73, 1997cs *Letters*, vol. 38, no. 11, May 2002.

[5] A. Henderson, K. Hirasawa and J.R.James, *Small Antennas*, New York, John Wiley and Sons, Research Studies Press, pp. 37-107, 1987.

김 해 연



2002년 2월: 광운대학교 전자공학부 (공학사)
2002년 3월~2004년 2월: 광운대학교 전파공학과 (공학석사)

[주 관심분야] 안테나 및 RF 능동소자

이 병 제



1988년 2월: 경북대학교 전자공학과 (공학사)

1993년 12월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학석사)

1997년 5월: 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)

1997년 6월 ~ 1998년 2월: 삼성전자 정보통신연구원 선임연구원
1998년 4월 ~ 현재: 광운대학교 전파공학과 조교수
[주 관심분야] 초고주파 및 밀리미터파 안테나해석 및 설계, 전자기파 해석, 레이더 및 위성통신, 초고주파 응용

양 성 현



[주 관심분야] 근거리 무선통신, UWB, Bluetooth, 텔레메틱스 시스템