
GSM1900 기지국용 일체형 2-Way Isohybrid의 개발

박노준* · 정승우* · 강영진* · 최우성*

Development of Combinational 2-Way Isohybrid for GSM1900 Base Station

Noh-Joon Park* · Seung-Woo Jung* · Young-Jin Kang* · U-Sung Choi*

이 논문은 2005년도 원광대학교의 교비 지원에 의해서 수행됨

요 약

본 연구에서는 GSM1900 주파수 대역을 위한 이동통신 기지국용 Isohybrid를 개발함으로써 시스템의 효율을 증가시켰으며 제품의 소형화 및 안정된 특성을 구현하였다. 결과로서 각각 Chip coupler type과 Hybrid coupler type의 Isohybrid transmitter combiner를 설계 및 제작하였고 Insertion loss는 Chip coupler type Isohybrid의 경우에 3.29 dB~3.47 dB로 측정되었으며 Hybrid coupler type의 경우에는 3.17 dB~3.42 dB로 측정되어 3.5 dB 미만을 만족하였다. ANT단과 Port단 사이의 Isolation은 Chip coupler type Isohybrid의 경우에 24.23 dB~ 29.98 dB로 측정되었으며 Hybrid coupler type의 경우에는 26.28 dB~36.91 dB로 측정되어 23 dB 이상의 우수한 특성을 확인하였다.

ABSTRACT

Total efficiency of transmitter system was improved by developing combinational 2-Way Isohybrid for GSM1900 base station in this paper. The size of product was decreased and the characteristics were stabilized. The isohybrid transmitter combiner of chip coupler type and hybrid coupler type were designed and fabricated. Insertion loss for chip coupler type isohybrid was 3.29 dB~3.47 dB. On the other hand, insertion loss for hybrid coupler type was 3.17 dB~3.42 dB. Isolations between ANT and port were 24.23 dB~29.98 dB in case of chip coupler type Isohybrid and were 26.28 dB~36.91 dB in case of hybrid coupler type, respectively.

키워드

Isolator, Hybrid Coupler, Combiner, Base Station, Isohybrid

I. 서 론

일체형 Isohybrid는 3dB 하이브리드 커플러(Hybrid coupler)와 아이솔레이터(Isolator)를 일체화한 제품으로써 Iso-Hybrid 혹은 Hybrid-ferrite transmitter combiner로 명칭되기도 한다[1-3].

이러한 Isohybrid는 기지국 송신단의 신호 채널을 결

합(combination) 해주는 역할을 수행하는 부품이며 채널 간 격리도 및 삽입손실 특성이 우수하며 인접 채널간 간격이 비교적 좁을 때 적합한 제품인데, 현재 기지국(Base Station)의 다중 채널은 보편화 되었음에도 불구하고 송신기 결합기(Transmitter Combiner)는 아직도 아이솔레이터와 커플러 및 Termination등의 개별 단품을 조합하는 형태의 제품으로 구현되어 전송손실이 증가하고, 소

형화 및 안정화에 문제점이 발생된다[4-6].

본 연구에서는 수입에 의존하여 사용되는 통신기기 전송 line 필수 부품인 Isohybrid Transmitter Combiner를 개발함과 동시에 이러한 부품들을 일체형으로 구현하면서 부품간 접속에 의한 손실, 인접 부품과의 간섭 등으로 발생하는 전송 손실 등을 감소시켜 시스템의 효율을 증가시키며 소형화 및 안정된 특성을 구현하고자 한다 [7-9].

II. 3dB Hybrid coupler의 설계 및 제작

송신단에 위치하는 아이솔레이터와 안테나 사이에 위치하는 3dB 전력분배기를 결합하기 위하여, 먼저 Ansoft사의 고주파 회로해석 툴인 Serenade™를 이용하여 브랜치 라인 커플러(branch line coupler)의 circuit simulation을 수행하였고 제작한 아이솔레이터의 삽입 손실을 고려하여 전체 시스템 손실을 계산하였다. 그림 1은 회로해석을 위한 마이크로스트립 라인(microstrip line)이며 해석 결과는 그림 2와 같다.

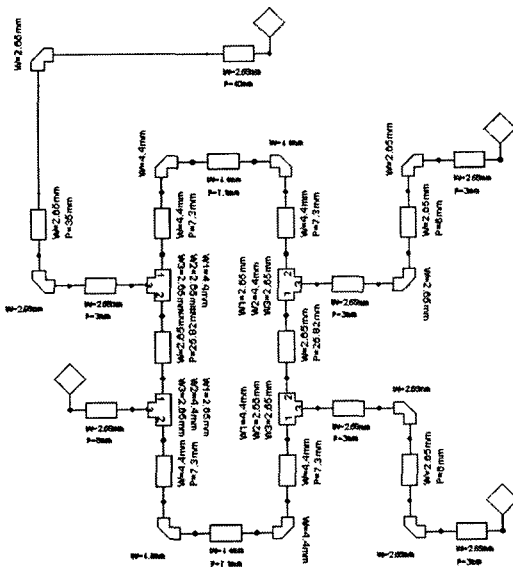


그림 1. 회로 시뮬레이션 구성도
Fig. 1. Configuration of circuit simulation

그림 2로부터 확인 할 수 있는 Insertion Loss는 Port 1

과 Ant 단의 경우에 -2.95dB이고 Port 2와 Ant 단 사이는 -3.20dB이다. 또한 Ant 단에서의 Return Loss는 -43.02dB이며 termination 단자와 Ant 단의 Isolation은 -47.06dB로서 설계목표가 만족되고 있음을 확인 할 수 있다.

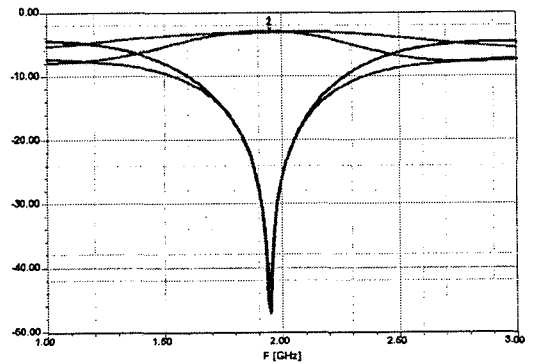


그림 2. 브랜치 라인 커플러의 회로 시뮬레이션 결과
Fig. 2. Circuit simulation result of branch line coupler

실제 제작 시에 발생할 수 있는 EM 커플링 효과를 고려하기 위하여 회로해석 툴의 결과를 기반으로 Ansoft사의 EM 해석 툴인 HFSS™를 이용하여 튜닝 설계한 3dB hybrid branch line coupler의 구성도와 시뮬레이션 결과를 각각 그림 3과 그림 4에 보였다.

시뮬레이션 결과 Port 1과 Ant 단 사이의 Insertion Loss는 -3.71dB이었고 Port 2와 Ant 단 사이 경우에는 -3.747로서 회로해석의 결과보다는 다소 떨어지는 값을 보였는데 이것은 시뮬레이션 상에서 wave port를 사용하였기 때문으로 판단된다. 또한 Ant 단에서의 Return Loss는 -32.4dB이며 이 값은 설계 목표 값을 만족하고 있다.

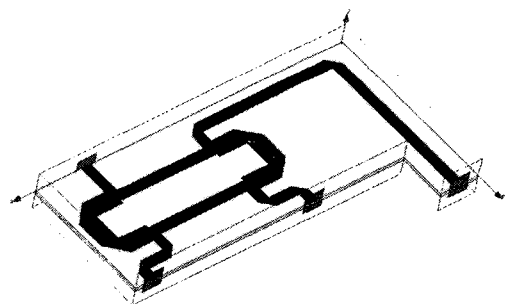


그림 3. EM 시뮬레이션 구성도
Fig. 3. Configuration of EM simulation

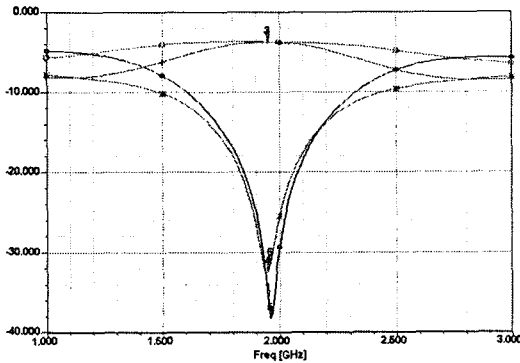


그림 4. 브랜치 라인 커플러의 EM 시뮬레이션 결과
Fig. 4. EM simulation result of branch line coupler

그림 5는 시뮬레이션 결과를 적용하여 설계한 branch line coupler의 Artwork Layout이며 negative film에 AutoCAD™를 이용하여 인쇄한 후 etching 하였고 그림 6과 같이 PCB를 제작하였다.

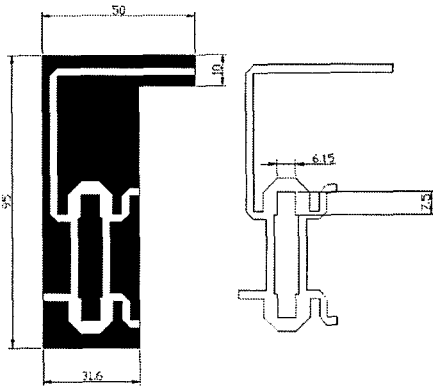


그림 5. 브랜치 라인 커플러의 레이아웃
Fig. 5. Artwork Layout of branch line coupler

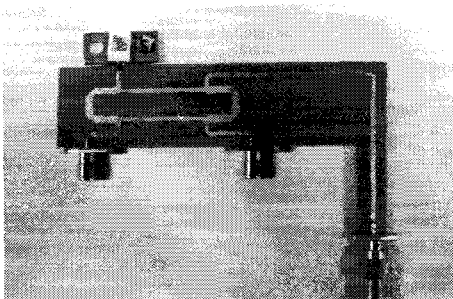


그림 6. 제작된 3dB 브랜치 라인 커플러
Fig. 6. Fabricated 3dB branch line coupler

측정결과 그림 7에 보인 바와 같이 Ant 단의 Return Loss는 -34.22dB로서 EM 시뮬레이션과 유사한 결과를 보였으며 또한 Port 1과 Ant 단 사이의 Insertion Loss 및 Port 2와 Ant 단 사이의 Insertion Loss는 각각 -3.37dB와 -3.31dB로서 개발목표 규격 이내를 만족하고 있음을 확인하였다.

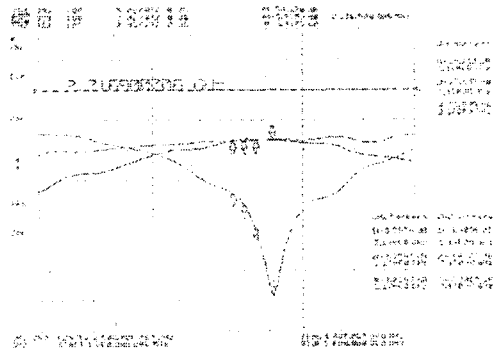


그림 7. 브랜치 라인 커플러의 측정결과
Fig. 8. Measured result of branch line coupler

III. Isohybrid의 설계 및 제작

지금까지 설계된 아이솔레이터와 커플러를 결합하여 Isohybrid를 설계하고 제작하였으며 구성도는 그림 8과 같다. 특성평가를 위한 설계 중심주파수는 1960MHz 이고 각각의 port에서 삽입손실(Insertion Loss)은 3.5dB, max.이며 output-input과 input-input의 격리도(Isolation)은 각각 23dB, min.과 48dB, min.이다. 이때 input은 그림 8에서 port 1 또는 port 2를 의미하며 output은 ANT 단이다.

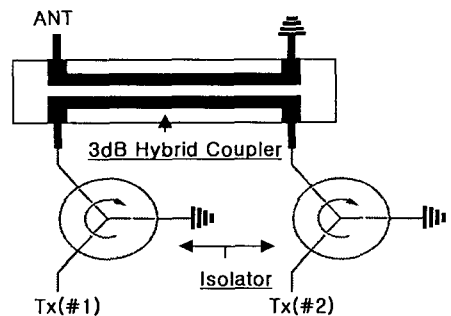


그림 8. 설계된 Isohybrid의 구성도
Fig. 8. Configuration of designed Isohybrid

port 1과 port 2를 지나는 신호는 각각 서로 다른 단자에 영향을 주지 않으면서 안테나 단을 통하여 공간으로 방사되며, 안테나 단을 통하거나 다른 단자를 통하여 유입되는 신호전력은 아이솔레이터의 100Watt 혹은 150Watt의 chip termination에서 열에너지가 되어 히트싱크 구조의 하우징으로 빠져나가게 된다.

Isohybrid는 시스템의 송신 단이나 수신 단 모두에 구성될 수 있다. 전력이 Forward 방향으로 회전하여 결합되는 CW(ClockWise) 아이솔레이터는 송신단 Isohybrid에서 사용되며 CCW(Counter-ClockWise) 아이솔레이터는 전력이 Reverse 방향으로 회전하여 결합되므로 수신단에서 사용된다.

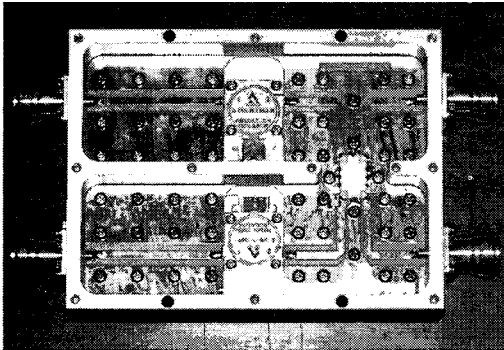


그림 9. 하이브리드 칩 커플러를 이용하여 제작된 GSM1900 기지국용 2-Way Isohybrid 내부 (송신단)
Fig. 9. Fabricated 2-Way Isohybrid with hybrid chip coupler for GSM1900 base station (transmitter)

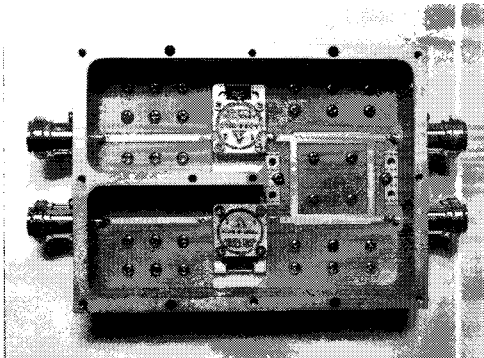


그림 10. 마이크로스트립 라인을 이용하여 제작된 GSM1900 기지국용 2-Way Isohybrid 내부 (수신단)
Fig. 10. Fabricated 2-Way Isohybrid with microstrip line hybrid coupler for GSM1900 base station (receiver)

따라서 본 연구에서는 CW 및 CCW 아이솔레이터를 동시에 적용하여 송신단과 수신단용 Isohybrid를 개발하였고 각각에 대하여 Hybrid chip coupler Type과 microstrip line hybrid coupler Type으로 나누어 제작하였으며 특성을 비교분석하였다.

그림 9와 그림 10는 각각 hybrid chip coupler를 이용한 송신단 Isohybrid와 microstrip line hybrid coupler를 이용한 수신단 Isohybrid이다.

hybrid chip coupler를 이용한 송신단 Isohybrid의 주파수 특성을 그림 11부터 그림 19에 보였으며, 그림 20부터 그림 28까지는 microstrip line hybrid coupler를 이용한 수신단 Isohybrid의 측정결과이다.

그림 11, 12, 13은 각각 Chip Coupler Type Isohybrid의 ANT단 Return Loss와 Port1의 Return Loss 그리고 Port2 Return Loss이며 GSM1900 중심주파수에서의 반사손실 값은 각각 -29.41dB와 -24.79dB 그리고 -23.91dB이었다. 또한 측정 span 내에서는 각각 -32.42dB에서 -26.51와 -24.16에서 -26.19dB 그리고 -23.18dB에서 -25.93dB의 범위를 보였다.

그림 14, 15는 각각 Chip Coupler Type Isohybrid의 Port1-ANT 사이의 Insertion Loss와 Port2-ANT 사이의 Insertion Loss이며 중심주파수인 1960MHz에서의 삽입손실 값은 각각 -3.4dB와 -3.35dB로서 개발 목표인 3.4dB를 만족하였다. 또한 측정 span 내에서는 각각 -3.38dB에서 -3.47dB와 -3.29dB에서 -3.38dB의 범위를 보였다.

그림 18과 그림 19는 각각 Port1-Port2와 Port2-Port1 사이의 Isolation이며 중심주파수에서의 격리도는 각각 -52.11dB와 -55.64dB이었다.

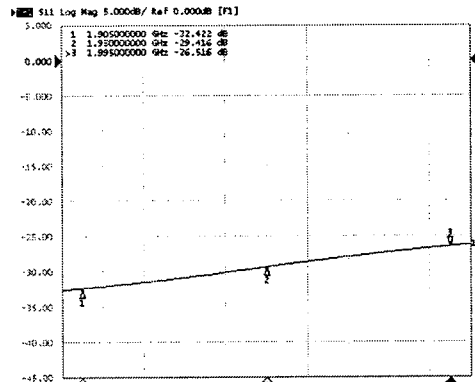


그림 11. ANT단에서 측정된 반사손실
Fig. 11. Measured return loss at ANT port

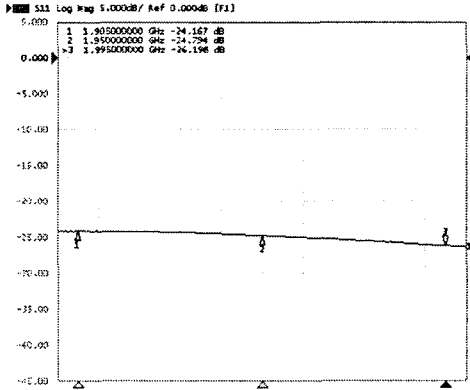


그림 12. Port 1에서 측정된 반사손실
Fig. 12. Measured return loss at port 1

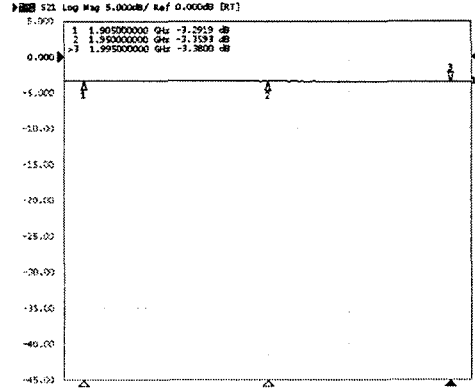


그림 15. Port2-ANT에서 측정된 삽입손실
Fig. 15. Measured insertion loss at port2-ANT

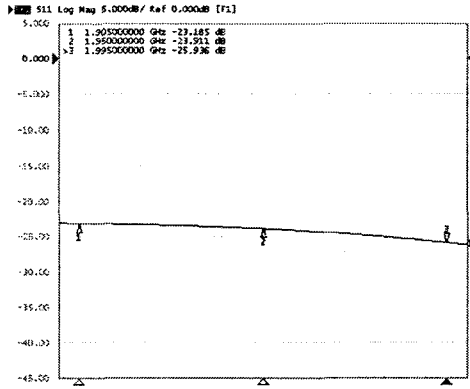


그림 13. Port 2에서 측정된 반사손실
Fig. 13. Measured return loss at port 2

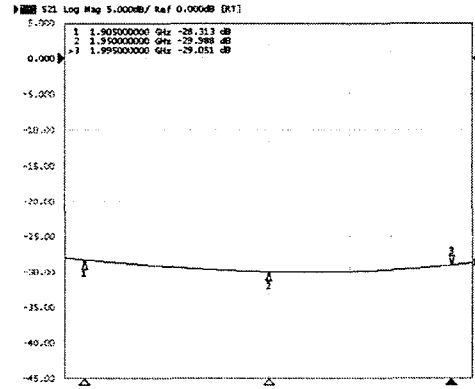


그림 16. ANT-Port1에서 측정된 격리도
Fig. 16. Measured isolation at ANT-Port1

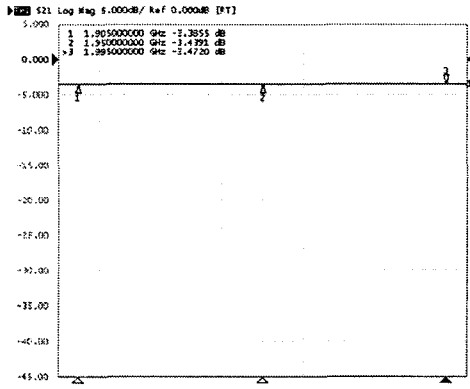


그림 14. Port1-ANT에서 측정된 삽입손실
Fig. 14. Measured insertion loss at port1-ANT

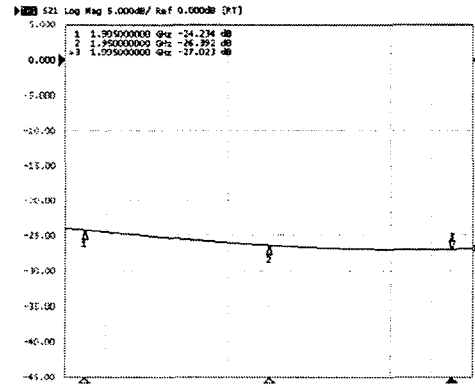


그림 17. ANT-Port2에서 측정된 격리도
Fig. 17. Measured isolation at ANT-Port2

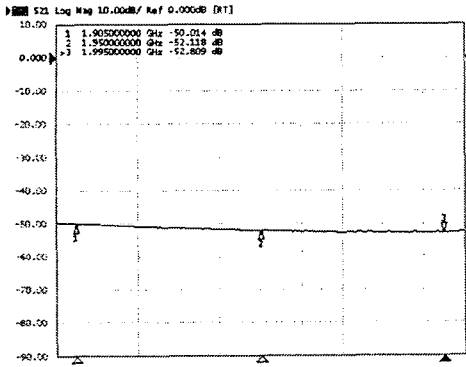


그림 18. Port1-Port2에서 측정된 격리도
Fig. 18. Measured isolation at Port1-Port2

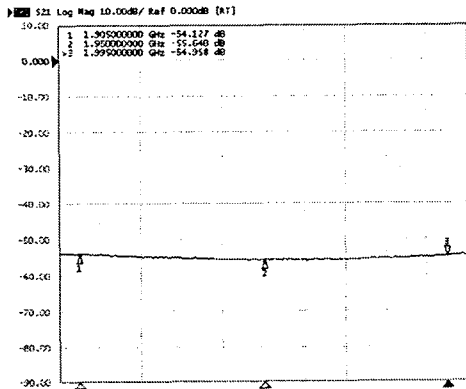


그림 19. Port2-Port1에서 측정된 격리도
Fig. 19. Measured isolation at Port2-Port1

그림 20, 21, 22는 각각 Hybrid Coupler Type Isohybrid의 ANT단과 Port1 그리고 Port2 Return Loss이며 GSM1900 중심주파수에서의 반사손실 값은 각각 -26.93dB와 -28.14dB 그리고 -31.20dB이었다. 또한 측정 span 내에서는 각각 -24.14dB에서 -23.27와 -28.25에서 -29.13dB 그리고 -30.51dB에서 -29.66dB의 범위를 보였다.

그림 23, 24는 각각 Hybrid Coupler Type Isohybrid의 Port1-ANT 사이의 Insertion Loss와 Port2-ANT 사이의 Insertion Loss이며 중심주파수인 1960MHz에서의 삽입 손실 값은 각각 -3.42dB와 -3.22dB로서 개발 목표인 3.4dB를 만족하였다. 또한 측정 span 내에서는 각각 -3.42dB에서 -3.39dB와 -3.17dB에서 -3.28dB의 범위를 보였다.

그림 27과 그림 28은 각각 Port1-Port2와 Port2-Port1 사이의 Isolation이며 중심주파수에서의 격리도는 각각

-57.13dB와 -61.25dB이었다.

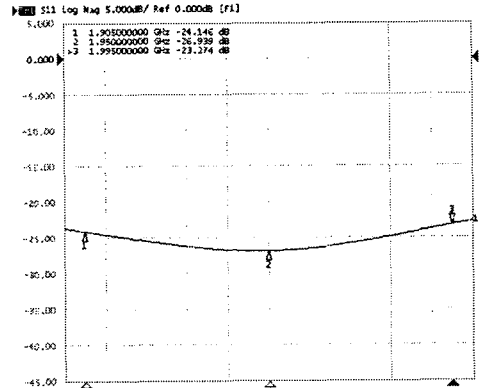


그림 20. ANT단에서 측정된 반사손실
Fig. 20. Measured return loss at ANT port

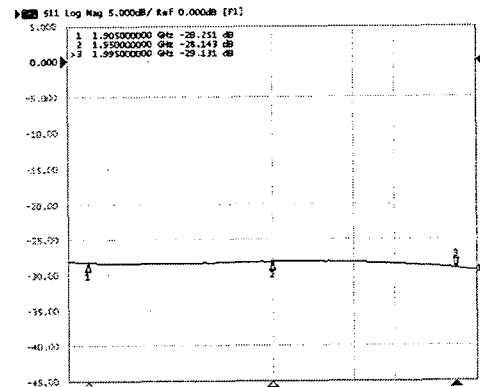


그림 21. Port 1에서 측정된 반사손실
Fig. 21. Measured return loss at port 1

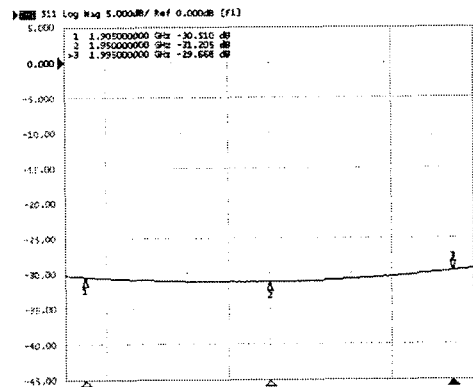


그림 22. Port 2에서 측정된 반사손실
Fig. 22. Measured return loss at port 2

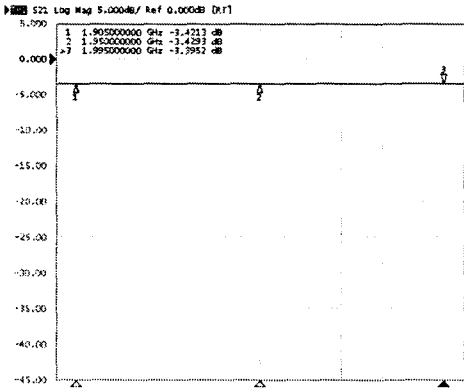


그림 23. Port1-ANT에서 측정된 삽입손실
Fig. 23. Measured insertion loss at port1-ANT

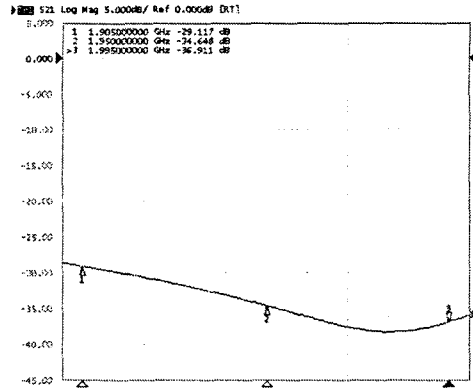


그림 26. ANT-Port2에서 측정된 격리도
Fig. 26. Measured isolation at ANT-Port2

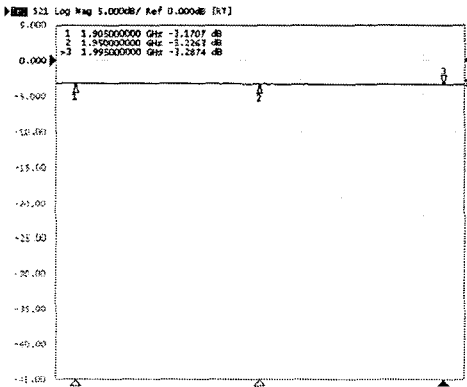


그림 24. Port2-ANT에서 측정된 삽입손실
Fig. 24. Measured insertion loss at port2-ANT

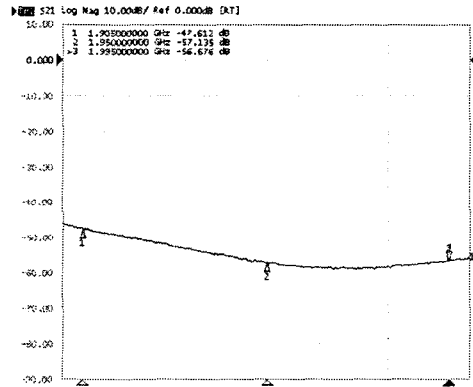


그림 27. Port1-Port2에서 측정된 격리도
Fig. 27. Measured isolation at Port1-Port2

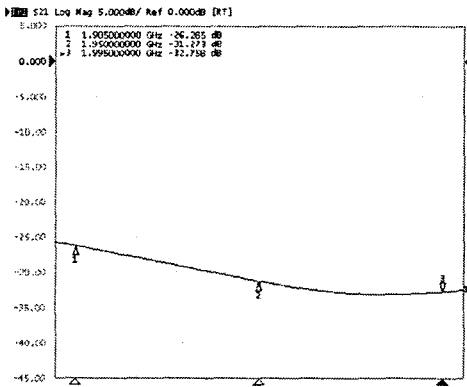


그림 25. ANT-Port1에서 측정된 격리도
Fig. 25. Measured isolation at ANT-Port1

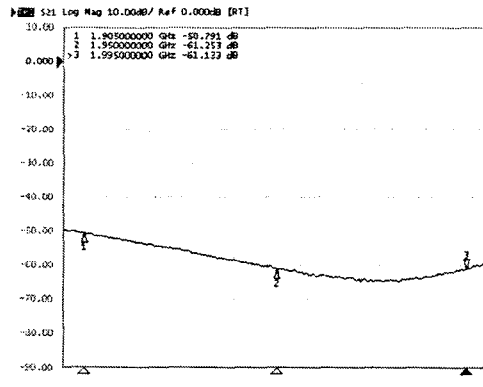


그림 28. Port2-Port1에서 측정된 격리도
Fig. 28. Measured isolation at Port2-Port1

IV. 결 론

참고문헌

본 연구에서는 GSM1900 주파수 대역을 위한 이동통신 기지국용 Isohybrid Transmitter Combiner를 개발함과 동시에 이러한 부품들을 일체형으로 구현하면서 부품 간 접속에 의한 손실, 인접 부품과의 간섭 등으로 발생하는 전송 손실 등을 감소시켜 시스템의 효율을 증가시켰으며 제품의 소형화 및 안정된 특성을 구현하였다.

결과로서 각각 chip coupler type과 hybrid coupler type의 Isohybrid transmitter combiner를 설계 및 제작하였고 insertion loss는 chip coupler type Isohybrid의 경우에 3.29dB~3.47dB로 측정되었으며 hybrid coupler type의 경우에는 3.17dB~3.42dB로 측정되어 3.5dB 미만을 만족하는 우수한 특성을 확인 하였다.

Ant 단과 Port 단 사이의 isolation은 chip coupler type Isohybrid의 경우에 24.23dB~29.98dB로 측정되었으며 hybrid coupler type의 경우에 26.28dB~36.91dB로 측정되어 23dB 이상을 만족하였다.

또한 입력 혹은 출력 Port 단 사이의 isolation은 Chip Coupler Type Isohybrid의 경우에 50.01dB~55.64dB로 측정되었으며 Hybrid Coupler Type Isohybrid의 경우에 48.61dB~61.25dB로 측정되어 48dB 이상의 우수한 특성을 얻었다.

따라서 본 연구를 통하여 GSM1900 기지국에 적용할 수 있는 Isohybrid를 설계 및 제작하였으며 이를 통하여 중계기의 소형화와 안정된 특성 구현에 적용이 가능할 것으로 사료된다.

- [1] R.C. Shapiro, "900 MHz trunked radio systems ferrite hybrid combining for closed space transmitters," IEEE 39th Vehicular Technology Conference, pp.349~352, May 1989
- [2] S. Kazaminejad, D. P. Howson, A. Baghai, G. Hamer, "Cellular radio transmitter combiners for narrow co-channel spacing," Fifth International Conference on Mobile Radio and Personal Communications, pp.57~59, Dec 1989
- [3] S. Gao, P. Gardner, "Integrated antenna/power combiner for LINC radio transmitters," IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol.53, pp.1083~1088, March 2005
- [4] Douglas K. Linkhart, *Microwave Circulator Design*, Artech House, 1989
- [5] David M. Pozar, *Microwave Engineering*, Addison-Wesley, 1996
- [6] D. C. Cox, "Linear amplification with nonlinear components," IEEE Trans. Commun., vol. COM-22, no. 12, pp. 1942-1945, Dec. 1974
- [7] S. Gao, P. Gardner, and S. T. Chiw, "Integrated antenna for LINC systems," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 33, no. 2, pp. 93-95, Apr. 2002
- [8] S. T. Chiw, P. Gardner, and S. Gao, "Compact power combining patch antenna," *Electron. Lett.*, vol. 38, no. 23, pp. 1413-1414, Nov. 2002
- [9] A. K. Johnson and R. Myer, "Linear amplifier combiner," in *Proc. 37th IEEE Veh. Technol. Conf. Tampa, FL*, pp. 421-423, Jun. 1987

저자소개



정 승 우(Seung-Woo Jung)

1998년 2월 원광대학교 전자재료공학과 졸업

2000년 2월 원광대학교 전자재료공학과 공학석사

2006년 8월 원광대학교 전자재료공학과 공학박사

※ 관심분야 : Microwave material, RF passive device



최 우 성(U-Sung Choi)

1985년 2월 전북대학교 화학과 졸업

1987년 2월 전북대학교 화학과 이학석사

2005년 2월 Kyushu Univ. (Japan) 무기재료 공학박사

1993년 3월 ~ 현재 원광대학교 전기전자 및 정보공학부 교수

※ 관심분야 : Gas Sensor, Microwave material, RF passive device

박 노 준(Noh-Joon Park)

※ 한국해양정보통신학회 논문지 제10권 2호 참조

강 영 진(Young-Jin Kang)

※ 한국해양정보통신학회 논문지 제8권 2호 참조