

〈論 文〉

側葉抑制裝置附拋物形 空中線의 輻射패턴 比較

正會員 李大寧* 正會員 孫 鉉**

A Comparison for Radiation Pattern of Parabolic Antennas with Sidelobe Suppressor

Dai Young LEE* and Hyun Son,**Regular Members

要 約 周邊端裝荷 拋物形 空中線과 水兵帽形 테두리附着 拋物形 空中線 및 후드附着形 拋物形 空中線等 세 가지 形態의 拋物形 空中線을 同一條件下에 製作하여 側葉 및 後葉特性을 比較하였다. 側葉 및 後葉의 抑制效果가 가장 優秀한것은 후드 内部에 炭素粉末 混入 폴리우레탄 스폰지를 内裝한 것을 附着한 것으로 E面上에서 側葉에 5 내지 10dB, 그리고 後葉에 15dB 抑制 效果를 얻었다.

ABSTRACT Three types of parabolic antenna to reduce the sidelobes and backlobe are compared to determine the best suppressive effect under same conditions which are side rim loading parabolic antenna, flanged parabolic antenna. The hooded parabolic antenna adhered polyurethan form impregnated carbon powder in shows the best shape of suppressed the side back lobes that is 5 to 10 dB suppression of sidelobe and 15 dB suppression of backlobe for E-plane.

1. 序 論

拋物形空中線의 反射板周邊에 電波吸收材를 附着하여 輻射電力의 側葉 (sidelobe)을 抑制하는 方式에 對한 研究은 일찍부터 많이 있었다. 1971 年에 Yokoi⁽¹⁾는 拋物形空中線의 가장자리에 고무 웨라이트로 된 電波吸收材를 周邊先端 으로 부터 0.8波長 突出시켜서 約 10dB의 側葉 抑制效果를 얻었다. 그러나 고무 웨라이트材는 周波數가 높 아짐에 따라 損失이 減小하므로 超高周波 吸收材 로서는 그 效果가 低下됨이 알려져 있다⁽²⁾. 또 1976年 鄭世謨⁽³⁾氏는 拋物形空中線의 周邊에 直徑 0.6λ의 카아본고무로 圓形裝荷(Rim loading) 시켜 輻射電力의 前後方比를 10~13dB 改善시킨

큰 效果를 얻었다. 1982年 Bucci⁽⁴⁾等은 拋物形空中線의 反射板周邊에 幅과 直徑의 比가 0.2의 테두리(Flange)를 反射板後面端에 90°角이되게 附着하여 後葉에서 約 10dB程度의 抑制效果를 얻었으나 側葉抑制效果는 없었다. 1983年 本人은 拋物形 空中線에 후드形態로 周邊裝荷를 하고 후드内面에 重量比 50:50의 炭素粉末混入 폴리우레탄 스폰지를 두께 1cm가 되게 平滑附着하여 側葉 및 後葉에서 最大 8~15dB의 抑制效果를 얻었다⁽⁵⁾.

本 論文은 上記 3가지 方法을 同一한 파라메터를 주어 같은 條件下에서 實驗을 하여 그 特性을 測定 하므로써 長短點을 比較하고자 한다. 使用된 拋物形 空中線의 反射板直徑은 100cm 이며 周波數는 12GHz로 하였다.

2. 吸收材裝荷 空中線의 製作

實驗을 爲하여 알루미늄材質의 拋物形 空中線을 製作하였다. 이 反射板의 直徑 D는 1m 이며 中心點에서 開口面까지의 깊이 W는 25cm이고,

*慶熙大學校工科大學電子工學科
Dept. of Electronic Engineering, Kyunghee University
Seoul, 132 Korea

**慶北大學校工科大學電子工學科
Dept. of Electronic Engineering, Kyungbuk National
University, Daegu, 635 Korea
論文番號: 84-06 (接受 1984. 3. 17)

中心點에서 信號源까지의 距離 f_0 는 32.5cm로서 圓形空中線 形式이다. 이는 照度分布의 均一度가 높기 때문에 開口效率은 좋으나 側葉이 큰 空中線으로 電波吸收材를 附着하였을 때 그 效果를 確實히 測定할 수가 있다. 測定된 空中線의 利得은 約 40dB로서 開口效率이 65%때의 理論値와 거의 一致된다.

한편 點波源에 依한 半無限導體板의 廻折波는 호이겐스의 理論에 따라 다음式에서 大體的인 見解을 可能하다.

즉,

$$V_p = -\frac{1}{4\pi} \int_{S_0} \bar{J} \cdot \bar{ds}$$

$$= \frac{1}{4\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \bar{A} \cdot \bar{dx}$$

$$\bar{J} = G \nabla \left(\frac{1}{\rho} e^{-ik\rho} \right) - \frac{1}{\rho} e^{-ik\rho} \cdot \nabla G$$

$$G = G_1 - G_2$$

$$= \frac{1}{r_1} e^{-ikr_1} - \frac{1}{r_2} e^{-ikr_2}$$

이다. 여기서 V_p 는 半無限遮蔽面 $S_0 (z > 0)$, 인 (x, z) 면에 있는 觀測點 P에서 波源 Q로부터 오는 波의 에너지量이다. 또 P'는 P의 (x, z) 면에 對한 影像點이고, r_1, r_2 는 P, P'로부터 S_0 上的 點까지의 距離이며, ∇ 는 라플라시안 記號이다 (S_0 上에서 $G = 0$). 또 \bar{A} 는 $\nabla \cdot G = 0$ 에서 導入된 軸性 벡터이다. 그러나 上記式은 한 點으로부터 半無限遮蔽面을 넘어서 한 點까지의 波나 한 點에서 나오는 波의 廻折에너지를 表示하는 것으로서, 拋物形空中線과 같이 有限圓形反射板面을 넘어오는 複雜한 廻折波의 패턴을 알아내기에는 매우 複雜한 일이다. 또 給電點이 焦點에 正照準되어 있지 않다면, 反射板의 曲率이나 周邊端製作이 正確하지 못하다든지 하면 그 패턴은 意外로 變하기 때문에 設計는 試行錯誤法 또는 經驗的 實驗法에 依하고 있다.¹⁰⁾

製作한 拋物形空中線에 電波吸收材를 그림 1과 같이 各各 附着하였다. 그림 1의 (b)는 鄭世謨氏가 提案한 周邊端圓形裝荷方式으로 $d_1/\lambda = 0.6$ 즉 1.5cm가 되도록 한 것이다.¹¹⁾

D = 100cm
f₀ = 32.5cm
W = 25cm

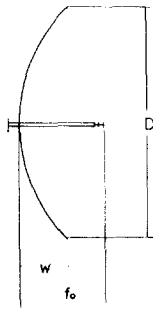


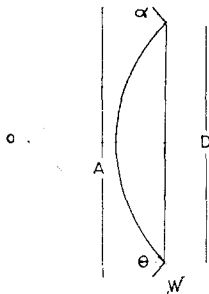
그림 1 (a) 拋物形空中線의 諸元
Geometry of the parabolic antenna

$d_1 = 1.5\text{cm}$
 $\lambda = 2.5\text{cm}$
 $d/\lambda = 0.6$



(b) 吸收材內形周邊裝荷 拋物形空中線
Rim loading on parabolic antenna with absorber.

W = 20cm
D = 100cm
 $\theta = 90^\circ$
W/D = 0.2



(c) 木兵衛形喇叭附 拋物形空中線
Flanged parabolic antenna with no absorber

$d_2 = 3.3\text{cm}$
D = 100cm
 $d_2 = \frac{4}{3}\lambda$



(d) 吸收材內徑傘形附 拋物形空中線
Hooded parabolic antenna with absorber.

흡수材로는 50 : 50으로 炭素粉表混入 폴리우레탄스폰지를 使用하였으며 이의 誘電率은 $\epsilon r = 20 - j3.2$ 이다. 그림 3의 C는 Bucci氏가 提案한 方法으로 吸收材는 附着하지 않고 水兵帽子和 같이 反射板後面으로 90°角 제껴져 있으므로 反射板의 周邊端에서 나이프에즈效果 (knife edge effect)로 일어나는 廻折波를 遮斷하는 것이다. 그림 3의 d는 幅 $d_2 = \frac{4}{3}\lambda$ 가 되게 한 후드의 内面에 두께 1cm 인 炭素粉表混入 폴리우레탄스폰지를 平滑附着하여 側葉 및 後葉을 抑制한 것이다.

3. 實驗方法

實驗은 13.5m × 6m × 6m의 電波無反射室에서 하였다. 電波無反射室은 外部의 電波遮蔽 100dB以下, 그리고 X-帶域에서 -70dB 程度의 吸收能力을 가지고 있다. 無反射室內에 8m間隔으로 送信裝置와 受信裝置를 그림 2와 같이 設置하고 送信部를 固定台에, 또 受信部를 回轉台에 두어 右側回轉180°角 동안에 各 側葉波의 值를 X-Y 記錄計에 記錄하였다. 電波는 送信部의 超高周波發振器에서 12GHz를 出力 -10dBm으로 發振시켜 TWT 增幅시킨후 나팔형 空中線에 0dBm으로 送出되게 하였으며 나팔형 空中線 自体에서 輻射되는 側葉을 抑制하기위해서 나팔 周邊을 電波吸收材로 充分히 裝荷 시켰다. 受信部에는 本實驗을하기 위하여, 製作된 吸收材周邊裝荷 空中線과 水兵帽形테두리空中線 및 吸收材內粧 후드附着空中線을 各各 레벨미터와 X-Y 記錄計에 연결하여 그 側葉 및 後葉을 比較하였다.

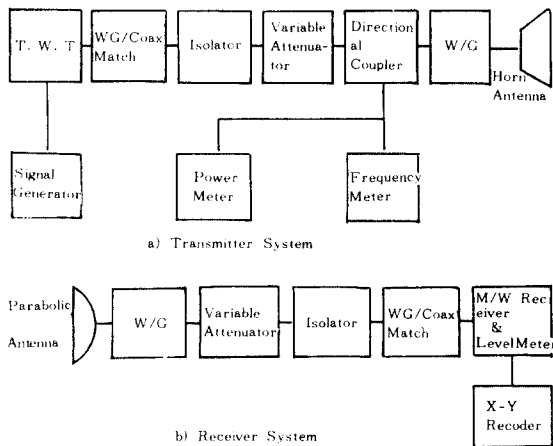


그림 2 송수신장치계통도
Block diagram of transmitter and receiver system.

4. 測定 및 結果考察

그림 1 (b)의 吸收材周邊裝荷 空中線의 測定結果를 그림 3 (a) 및 (b)에 그렸다. (a)의 그림은 E면 패턴으로 第4 및 第5의 側葉域에서 平均的 2dB 程度의 抑制效果가 있으며 150°以後의 後葉域에서 約 10dB 程度의 뚜렷한 效果를 보이고 있다. 또한 (b)圖의 H면 패턴은 175°以後의 正後葉域에서만 約 5dB가량의 抑制效果를 보여준다. 다음 그림 1 (c)의 水兵帽形테두리附 物形 空中線의 測定結果는 그림 4 (a) 및 (b)에서 보는 바와 같다. 그림 4 (a)는 E면 패턴으로 第4 및 第5의 側葉域에서는 약간의 抑制效果만 있다. 이는 테두리의 제껴진角 θ 가 90°일때 最大로 後葉 抑制效果가 있는것으로 알려져 있으나⁴⁾ 테두리의 면에서 反射되는 電波때문에 側葉抑制效果는 없는것으로 보인다. 125°角以後의 後葉域에서는 그 抑制效果가 뚜렷하여 平均 約 8dB 程度는 되고있다. 그러나 그림 4 (b)의 H면에서는 效果가 거의 없는것으로 나타나고 175°角以後의 正後葉域에서만 5dB 程度 效果가 있다. 그림 5의

(a) 및 (b)는 그림 1 (d)와 같이만든 吸收材內粧 후드附 拋物形空中線의 E면 및 H면 그림이다. 그림 4 (a)의 그래프에서볼때 후드를 附着하지 않을 때에 比하여 후드를 附着하였을때, 현저히 側葉 및 後葉이 減少됨을 보여준다. 第4 및 第5 側葉域인 50°에서 100°角사이에서 平均 約 5dB의 抑制效果를 보여 주며 後葉域인 125에서 175°角 사이에서 5dB 내지 10dB의 抑制效果가 있으며 正後葉域인 175°角以後에서 約 15dB程度의 抑制效果를 보여준다. 또 그림 5 (b)의 H면 패턴 또한 상당히 양호한 抑制效果를 보여주고 있다. 實驗한 3個 方式의 測定한 結果를 分析하여 表 1에서 比較檢計하여본다.

側葉은 實質的으로 混信이나 大地雜音의 影響이 미치는 第4 側葉以後부터 檢計하는 것이 뜻이 있다. 表 1에서 보는 바와같이 50° ~ 100°角 사이에서 吸收材內粧 후드附 空中線이 E면에서 平均 約 5dB 程度이며 H면에서 1 ~ 5dB의 抑制效果를 얻으므로 가장 優秀하며 125° ~ 175°角 사이에서도 E면에서 5 ~ 10dB의 抑制效果로서 이는 吸收材周邊裝荷 空中線의 E면과 同一하나 H면에서 후드形이 周邊裝荷形보다 平均 5dB程度 더

表 1 各拋物形 空中線의 側葉抑制效果比較

Comparison for side lobe suppressive effect of various parabolic antenna.

拋物形 空中線名	面 角	第1,2,3側葉域	第4,5側葉域	後葉域	正後葉域	備 考
		20° ~ 50° 角	50° ~ 100° 角	125° ~ 175°	175° 以後	
吸收材周邊 裝荷空中線	E	抑制效果無	平均 2 dB抑制	5 ~ 10dB抑制	10dB抑制	正後葉效果良好
	H	1 ~ 2 dB抑制	抑制效果無	抑制逆效果	5 dB抑制	正後葉域外 抑制效果別無
水兵帽形테두리 附空中線	E	抑制效果無	約 1 dB抑制	平均約 8 dB 抑制	8 dB抑制	後葉 및 正後葉域 에 시效果良好
	H	抑制效果無	約 1 dB抑制	抑制逆效果	5 dB抑制	抑制效果別無
吸收材內粧 후드附空中線	E	抑制效果無	平均約 5 dB 抑制	5 ~ 10dB抑制	約 15dB抑制	側葉 및 後葉抑制 效果良好
	H	약간의抑制 효과	1 dB ~ 5 dB 抑制	平均約 5 dB 抑制	約 8 dB抑制	側葉 및 後葉抑制 效果있음

抑制效果가 있음을 보여준다. 또한 正後葉域인 175° 以後에서도 E面 15dB와 H面 8 dB의 抑制効

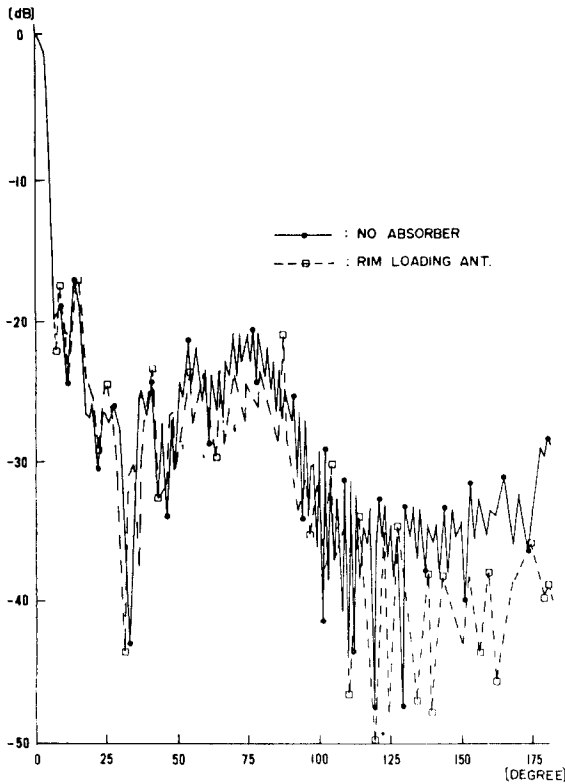


그림 3 (a) 周邊裝荷拋物形空中線의 E面패턴
E-plane pattern of side rim loading
parabolic antenna.

果를 보이는 후드形 空中線이 가장良好한 方式임을 알 수 있다.

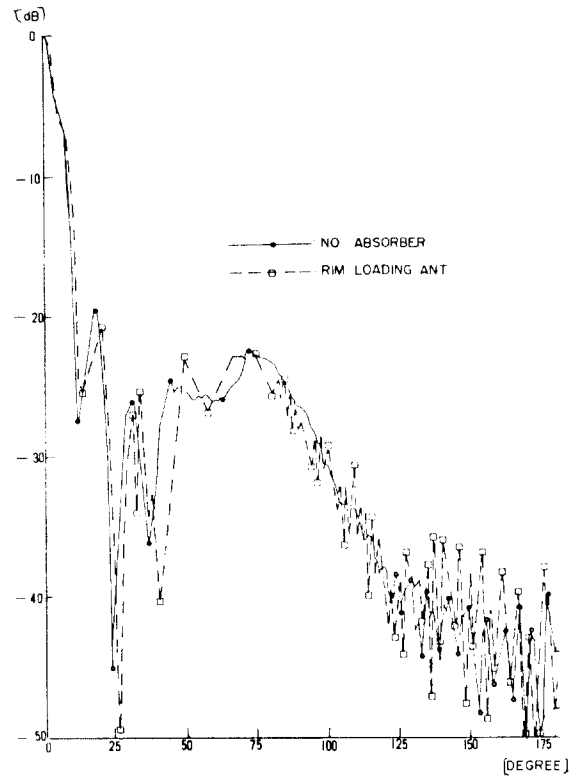


그림 3 (b) 周邊裝荷拋物形空中線의 H面패턴
H-plane pattern of side rim loading
parabolic antenna.

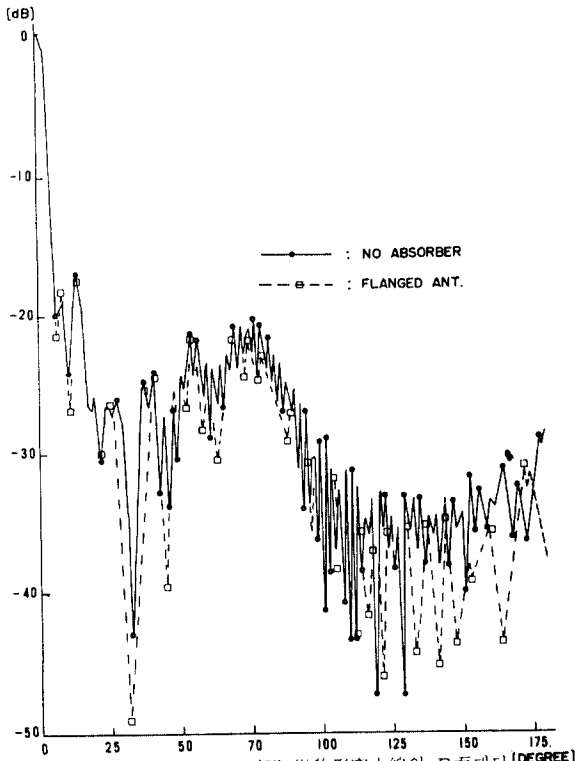


그림 4 (a) 水兵帽形테드리附 拋物形空中線의 E面패턴
E-plane pattern of flanged parabolic antenna.

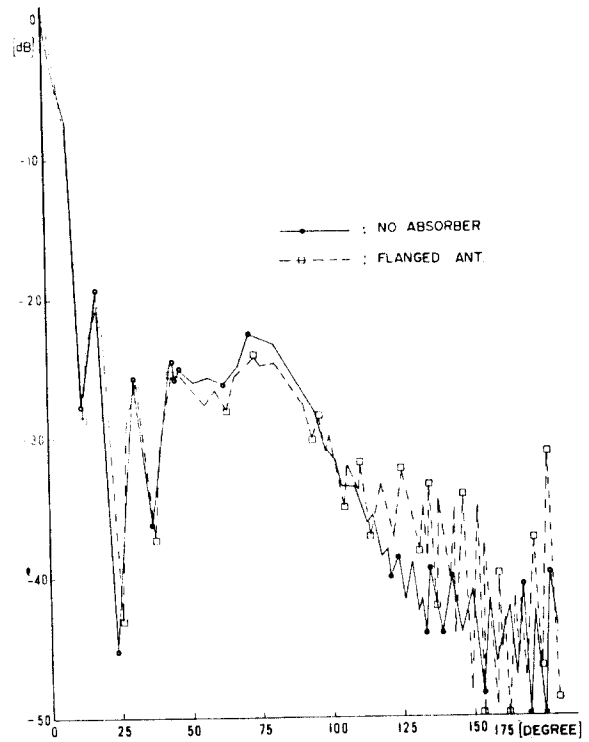


그림 4 (b) 水兵帽形테드리附 拋物形空中線의 H面패턴
H-plane pattern of flanged parabolic antenna.

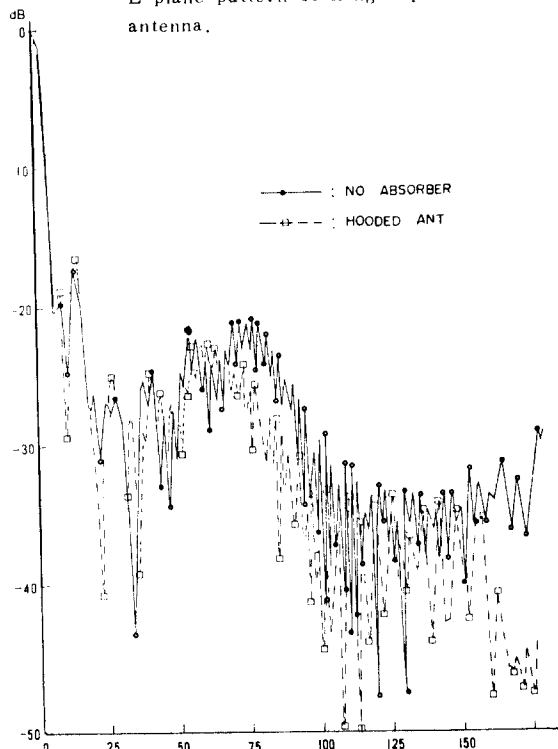


그림 5 (a) 후드附拋物形空中線의 E面패턴
E-plane pattern of Hooded parabolic antenna.

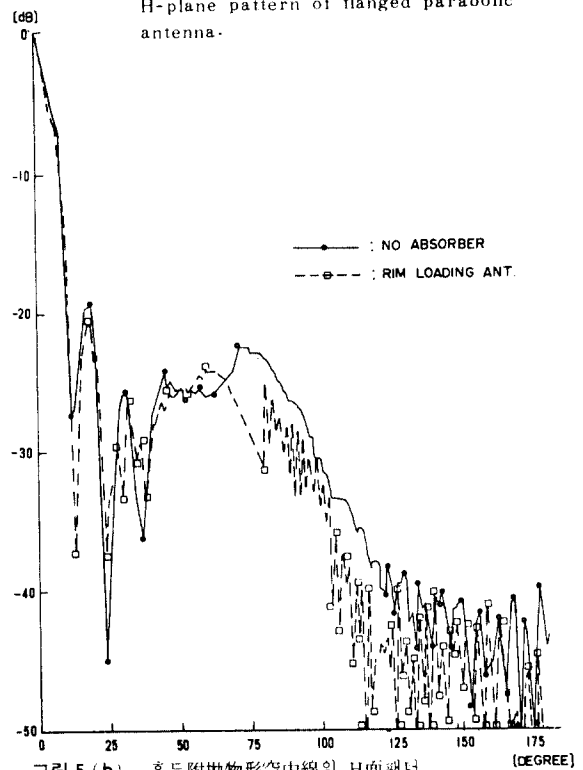


그림 5 (b) 후드附拋物形空中線의 H面패턴
H-plane pattern of Hooded parabolic antenna.

5. 結 論

現在 提案되고 있는 拋物形空中線의 側葉 및 後葉抑制 方式中 代表的인 것과 本人이 提案한바 있는 炭素分末混入 폴리우레탄 吸收制를 內粧하여 만든 후드附 拋物形空中線의 側葉 및 後葉의 抑制效果를 比較하였다. 拋物形空中線을 同一條件, 同一 파라메타를 주어 製作하여 測定한 結果, 吸收材內粧 후드附 拋物形空中線이 가장 優秀하다는 것을 알수 있었다. 이 方式으로 第4 및 第5 側葉域인 50°에서 100°角 사이에서 E面에 5~10dB, H面에 約 5dB의 抑制效果를 얻었으며 正後葉域인 175°角以後에서 E面에 15dB H面에 8dB의 抑制效果를 얻었다. 그러나 實驗에 使用된 條件들, 즉 周波數, 空中線의 直徑, 吸收材의 材質 및 出力等의 變化에 따른 側葉 및 後葉의 패턴과 抑制效果는 아직 確認하지 못하였으며 이는 繼續的으로 實驗補完되어야 할 일이다.

參 考 文 獻

- (1) Yokoi外, "Low sidelobe parabolic antenna with microwave absorber,"
日本電子通信學會誌, vol. 54-B, no. 10, pp. 620, 1971.
- (2) Naito外, "Ferrite 吸收体の 整合周波數에 對하여,"
日本電子通信學會誌, vol. 52-B, no. 7, pp. 398, 1969.
- (3) Semo Chung, "Improvement of the front to back ratio a paraboloidal antenna by lossy dielectric rim loading,"
日本電子通信學會誌, vol. J29-B, no. 8, pp. 414, 1976.
- (4) Bucci外, "Flanged parabolic antenna,"
IEEE, Transactions on antennas and propagation, vol. AP-30, no. 6, pp. 1081, 1982.
- (5) 孫 鉉, "후드周邊裝荷 拋物形空中線의 側葉特性,"
Journal of the Kyungpook Engineering vol 12, pp. 19, 1983.
- (6) Rubin外, "Sidelobe levels attainable in small-aperture antennas,"
IEEE, Transactions on broadcasting, vol. BC-23, no. 1, pp. 1, 1977.



李大寧(Dai Young LEE) 正會員
1940年 3月18日生
1968年 9月~1970年 3月: 캘리포니아州
立大學院 (工
學碩士)
1976年 9月~1979年 9月: 延世大學校大
學院電子工學
科(工學博士)

1971年 9月: 慶熙大學校工科大学電子工學科助教授
1977年 3月: 慶熙大學校工科大学電子工學科副教授
1982年 3月: 慶熙大學校工科大学電子工學科教授
1982年 9月: 慶熙大學校工科大学長, 韓國情報科學會理事



孫 鉉(Hyon Son) 正會員
1935年 5月27日生
1960年 9月: 延世大學校電氣科卒業
1972年 8月: 漢陽大學校大學院卒業
1960年 9月~1977年 4月: 駐韓美陸軍戰
略通信隊勤務
1977年 4月~現在: 慶北大學校工科大学
電子科勤務