UHF アンテナ 共用装置

住友電気工業株式会社 芝 野 儀 三

1. ま え が き

UHF テレビ技術においては、共用装置を用いてアンテナを2つ以上の波で共用することが多い。共用装置の代表的な例としては、大電力放送における映像信号と音声信号の共用装置（映像-音声 CIN）と、小電力放送における多チャンネル共用装置をあげることができる。これらの共用装置には、原理的な面あるいは実用構成の面で、多くの形式が存在する。

本文では、これらについて、筆者らが検討を行ってきた事柄を主体に説明し、さらに外国の例を紹介する。

2. 映像-音声 CIN

2.1 映像-音声 CIN の原理

映像-音声 CIN の原理的な構成は、図1に示すようである。同図において、空洞共振器は、音声搬送周波数において共振している。このため、右側のハイブリッド回路の端子より入った音声信号は、共振器により反射され、他の共役端子に接続されたアンテナに出て行く。左側のハイブリッド回路の端子より入った映像信号に対しては、共振器はできるだけ影響を与えないように設計されており、映像信号は、ほとんどそのままアンテナ端子に出て行く。音声端子および映像端子からアンテナへの伝送特性はそれぞれ共振器の反射特性および透過特性に相当する。

CIN の特性を左右するものは、共振器の Q_0 および Q_L であって、UHF 大電力用 CIN としては、 $Q_L =$

図1 映像-音声 CIN 原理図

“UHF Diplexer for Television Broadcast” by Yoshizo Shibano
(Sumitomo Electric Industries, Tokyo)

1,200~1,600, $Q_0 > 28,400$ にする必要がある¹⁾。これらの値をどのような構造で実現させるかが、実用上、大切な点である。また、共振器の温度上昇および共振周波数変動、ハイブリッド回路の電力容量も設計上の重要事項である。

2.2 NHK 徳島実験放送局用 CIN²⁾

NHK 徳島実験放送局は、映像搬送周波数 621.25MHz、音声搬送周波数 625.75 MHz、映像尖頭電力 30 kW、音声電力 7.5 kW の実験放送局である。ここで用いられた CIN は、導波管形のもので、外観は、写真1に示すとおりである。

導波管は、WR-1500 相当寸度 (381 mm×190.5 mm) のアルミニウム製のものである。ハイブリッド回路は、図2に示したように、平行した2本の主導波管を、3本の副導波管でE面連結した3素子形ハイブリッドリングである。空洞共振器は、TE₁₀₄ 方形共振器で、インバー

写真1 NHK 徳島実験放送局用 CIN

図2 ハイブリッド回路の構成

表 1 NHK 徳島実験放送局用映像-音声 CIN 特性実測結果

項 目	特 性
1. 映像搬送波減衰量	0.2 dB 以下
2. 映像搬送周波数 +4.2 MHz での減衰量	1.6 dB
3. 音声搬送波減衰量	0.3 dB
4. 映像-音声端子間漏洩結合量	-39 dB 以下
5. 入力 VSWR	
映像端子	1.06 以下
音声端子	1.03 以下
6. 空洞共振器温度上昇(最大値)	15°C

ルに銅メッキを施したものである。さらに、この共振器は、直交モード共振をさけるために、断面寸度は、正方形より高さを若干小にしてある。導波管と共振器の結合は、実効分岐長 $1/2 \lambda_g$ の E 面 T 分岐を用いて行なっている。すなわち、共振器の先端に円形結合孔によって、共振器を結合している。共振器の Q_L は 1,330 で Q_0 は 47,500 が実現している。共振器をインバル製にしたのは共振周波数の温度変動を極力押えるためであって、共振周波数変動より逆算した膨張係数 0.587×10^{-6} を実現することができた。徳島局のアンテナ系的主給電線は、WX-152 D であるので、WR-1500~WX-152 D 同軸導波管変換器を用いて同軸系との接続を行なっている。

CIN の総合特性は、表 1 に示すとおりである。

3. 多チャネル共用装置

3.1 微電力用小形化 2 波共用装置

微電力中継放送局においては、アンテナ系統の簡易化、小形化が強力に進められている。これに伴い、共用装置もなるべく小形で簡便なものが要求される。この目的に沿ったものとして、共用装置のストリップライン化の検討が二、三の方面で進められている³⁾。本章では、放送機と同一のラックに組込めることを目的として筆者らが検討を進めてきた小形化共用装置を紹介する。

装置の回路図および伝送特性は図 3 に、外観は写真 2 に示すとおりである。ハイブリッド回路には、ストリップライン形 3 dB カップラーを用いており、出力端子が同一の面に並ぶように 180° ひねりの工夫が行なわれている。戸波器は、直列共振部と並列共振部を有する共振素子 2 個を線路に $1/4$ 波長間隔で結合したもので、197 mm×210 mm×39 mm の寸度の金属外箱内にいっしょに収められている。調整の容易さを考慮して、共振素子はすべて等しくし、通過域、遮断域ともにワグナー特性にしている。

これらを組合せて、写真 2 のように構成し、パネル寸度 480 mm×100 mm、シャシー奥行 300 mm 以内に收容し、中継放送用放送機のパネル面に組込めるようにしている。特性の実測例は、図 4 に示すとおりである。な

写真 2 微電力用小形化 2 波共用装置の外観

$$y = j\sqrt{2} \frac{\Delta\omega - \Delta\omega_p}{\Delta\omega - \Delta\omega_0} \quad (\text{狭帯域近似})$$

$$L_{14} = 10 \log_{10} \left\{ 1 + \left(\frac{\Delta\omega - \Delta\omega_p}{\Delta\omega - \Delta\omega_0} \right)^4 \right\} + 4.35 \frac{\omega\tau}{Q_0} \quad (\text{dB})$$

$$L_{24} = 10 \log_{10} \left\{ 1 + \left(\frac{\Delta\omega - \Delta\omega_0}{\Delta\omega - \Delta\omega_p} \right)^4 \right\} + 4.35 \frac{\omega\tau}{Q_0} \quad (\text{dB})$$

$$\tau = \sqrt{2} \frac{(\Delta\omega_p - \Delta\omega_0)(\Delta\omega - \Delta\omega_p)^2 + (\Delta\omega - \Delta\omega_0)^2}{(\Delta\omega - \Delta\omega_p)^4 + (\Delta\omega - \Delta\omega_0)^4}$$

図 3 微電力用小形化 2 波共用装置回路と伝送特性

図 4 微電力用小形化 2 波共用装置特性実測例

お本装置は、若干の調整を行なうことによって、中継放送用全周波数帯域をカバーすることができる。

3.2 ノートン分波器形共用装置

前節までにのべた形式の共用回路は、ハイブリッド回路と汙波器を組合せたものであった。一方、2組の汉波器、たとえば、低域汉波器と高域汉波器の一端を並列に接続することによって、分波器を得ることもできる。このような分波器には、回路設計の立場からは、無数の形式が考えられるが、設計を動作特性理論の立場から容易に行なうことができ、かつ、定入力抵抗特性を有するノートン式分波器⁴⁾が、共用装置として最も適しているように思われる。

ノートン分波器の原理を UHF 共用装置に適用した場合の設計法を、ワグナー特性の場合について、図5に示す。同図(a)で、端子1は、chBの入力端であり、端

(a) 回路図

$$y_i = -jZ^{2n} \sqrt{h^2} a_i K \frac{\omega - \omega_0}{\omega - \omega_p}$$

$$z_i = -jZ^{2n} \sqrt{h^2} \frac{1}{a_i} K \frac{\omega - \omega_0}{\omega - \omega_p}$$

$$K = \frac{\omega_p - \omega_2}{\omega_2 - \omega_0} = \frac{\omega_p - \omega_1}{\omega_0 - \omega_1}$$

$$h^2 = \frac{1}{Q_1^2} \quad Q_1 = K \frac{\omega_3 - \omega_0}{\omega_p - \omega_3}$$

$$\omega_0 = \frac{(\omega_3 \omega_4 - \omega_1 \omega_2) - \sqrt{(\omega_4 - \omega_1)(\omega_4 - \omega_2)(\omega_3 - \omega_2)(\omega_3 - \omega_1)}}{(\omega_4 - \omega_2) + (\omega_3 - \omega_1)}$$

$$\omega_p = \frac{(\omega_3 \omega_4 - \omega_1 \omega_2) + \sqrt{(\omega_4 - \omega_1)(\omega_4 - \omega_2)(\omega_3 - \omega_2)(\omega_3 - \omega_1)}}{(\omega_4 - \omega_2) + (\omega_3 - \omega_1)}$$

n	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
1	1.000			
2	1.412	0.707		
3	1.500	1.333	0.500	
4	1.531	1.582	0.632	0.383

(b) 回路定数

$$L_{13} = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{1}{h^2 Q_1^{2n}} \right) \quad (\text{dB})$$

$$L_{23} = 10 \log_{10} (1 + h^2 Q_1^{2n}) \quad (\text{dB})$$

$$L_{12} = 10 \log_{10} \left\{ \frac{(1 + h^2 Q_1^{2n})^2}{h^2 Q_1^{2n}} \right\} \quad (\text{dB})$$

$$Q = -K \frac{\omega - \omega_0}{\omega - \omega_p}$$

(c) 伝送特性

図5 ワグナー形ノートン分波器設計法

写真3 3次ノートン分波器共用装置外観

図6 3次ノートン分波器特性実測例

子2はchAの入力端である。ここでは、一般の場合を考えて、それぞれのチャンネルの帯域幅 $\omega_1 \sim \omega_2$ および $\omega_3 \sim \omega_4$ が異なる場合を示している。設計は、両チャンネルの帯域内の最大減衰量 ($\omega_1, \omega_2, \omega_3$ および ω_4 における減衰量) が等しくなるように行なわれている。同図には、4次 ($n=4$) の場合まで a_i の値が示されているが、これは文献4)の a_i と同じものなので、5次以上の場合はそれを参照されたい。このようにして設計した3次ノートン分波器形共用装置の外観と特性実測例を写真3および図6に示す。

3.3 3波以上の共用装置

3波以上の共用の場合は、前節までにのべたような2波共用装置を基準にして、それを図7のように組合せて

(a) カスケード接続形

(b) トーナメント式接続形

図7 3波以上の共用方式

図8 サークキュレーターを用いた共用装置

用いる。図7(a)の方式については、5波共用の例が報告されている⁵⁾。これは、濾波器の通過域、遮断域ともにチェビシェフ特性を実現して、総合の伝送損失を減少せしめたものである。

図8に示すように、サーキュレーターを用いて多波共用をする方式も報告されている⁶⁾。これは、サーキュレーターによって、各送信機間の分離が行なえるのを利用して、濾波器の簡易化をはかったものである。サーキュレーターの利用は、その温度特性、長期的な安定度、サ

写真4 UHF 50 kW 用導波管形フィルタープレクサー (RCA)

写真5 UHF 10 kW 用フィルタープレクサー (RCA)

ークキュレーター自体の進歩に待たれる面が多分に存在する。

4. 外国の例

欧米諸国で用いられている共用装置も、原理的には、以上にのべたものと大差はない。英国のBBCでは、クリスタル・パレスで導波管形のフィルタープレクサーを用いている。これは、すでに紹介されているので、それを参照されたい⁷⁾。写真4は、ニューヨークでの実験放送に用いられたRCA社製のフィルタープレクサーである⁸⁾。ハイブリッド回路には、マジック Tee が用いられ、他の部分も導波管系で構成されている。写真5は同じくRCA社の10 kW 用フィルタープレクサーである⁹⁾。系統は同軸部品であるが、音声反射用の共振器は、球共振器で構成されている。その他、二、三の例も紹介されているが、文献¹⁰⁾¹¹⁾を参照されたい。

5. むすび

最近のUHFテレビ用アンテナ共用装置について一通りのべた。受信系においても共用装置が使用されているが、別にのべられる予定なので、本文では、送信系に限ってのべた。UHF技術の進歩とともに、今後ますます共用装置の利用が増加すると思われる、本文が何らかの参考になれば幸いである。

本文の発表にあたり、各種データの公表を許していただいたNHKおよび住友電工の関係者に感謝の意を表したい。特に、NHK技研の遠藤無線研究部長、遠藤主任研究員には、特別な指導をいただいた。記して感謝の意を表したい。

〔参考文献〕

- 1) 近藤, 水洗, 高橋, 芝野: UHF 大電力テレビのアンテナ, 給電線および共用回路, 放送技術, 20, 3(1967)177-189
- 2) 同上
- 3) たとえば, 近藤, 斎藤: UHF 小型空中線共用装置, 昭42年電気四学会連大予, 1474
- 4) 宮田: 回路網合成, 共立出版(1956)286-290
- 5) 今野: UHF 多重共用装置, テレビ誌, 19, 4(1965)280-286
- 6) 伊藤, 上田: サークキュレーターのテレビ放送装置への応用, テレビ誌, 19, 10(1965)706-710
- 7) 安田: ヨーロッパのテレビ送信技術を見る, NHK 月報, 1, 11(1958) 1-6
- 8) Megawatt UHF Test Station, Broadcast News, 116(1963) 21-25
- 9) Television Equipment Theory and Operation; Manual for Television Technical Training, RCA N. Y. (1953) D-45-48
- 10) V. F. Kiinemund and H. Lanb: Mehrfachausnutzung von Sendeantennen in Fernsehbereich IV/V, Rundfunktechn. Mitt., 7(1963)253-261
- 11) G. P. Pacini: Filtro Separatore Audio-Video Per Riptitore Televisivo, Electronica, 13, 3(1964)77-81