テレビジョン共同聴視用 UHF コンバータ

日本コロムビア株式会社 赤坂 極

ニュービスタ式のテレビジョン共同聴視用 UHF コンバータを試作した。UHF 増幅に 8058 を用いてノイズ指数 12 dB, 総合利得 4 dB を得た。設計の概略と得られた性能を述べ、今後さらに性能を改善するための手段にふれている。

1. ま え が き

わが国において UHF 帯をテレビジョン放送に本格的に利用することは、昭和36年12月の NHK 日立実験局の開局に始まり、続く大津、高萩の両実験局を加えた実験データに基づく、昭和38年5月の第2次チャンネルプラン修正によって、UHF 帯がテレビジョン難聴視地域の解消のために使用されることになった。

現在、第45チャンネル(662~668 Mc) から第62チャンネル(764~770 Mc) までの 18 チャンネルが 96 地区に割当てられており、昭和 39 年末までに 35 地区において UHF サテライト局の開局を見るに至り、UHF コンバータも全国普及 10 万台を突破したと報じられている。

一方、テレビジョン難聴視地域においては、すでに共同聴視施設を有する地区が相当数あり、当社においても昭和31年以来、全国各地に共同聴視施設的设计・施工を行ってきたが、UHF サテライト局の開局によって、少なからぬ地区がそのサービスエリアに包含されるようになる。このような地区にあっては、聴視者各自が UHF アンテナ、コンバータを用意することは相当の出費となり、UHF を VHF に変換して既設の共同聴視施設を活用することが得策と考えられ、テレビジョン共同聴視用 UHF コンバータを試作したので、以下その概要を紹介する。

2. 装置の概要

一般に、テレビジョン共同聴視施設は、図1に示すよ

筆者紹介

あかさか いたる
赤坂 極 昭和28年、九州大学工学部通信工学科卒業。同年、日本コロムビア(株)に入社、以来、テレビジョン受信機、共同聴視用機器、UHF テレビ送信機・受信機等、主として RF 関係の研究開発に従事、昭和39年、研究部第4研究室から技術部ラジオ設計課に転じ現在に至る。正会員。

“UHF Converter for Community Television System” by Itaru Akasaka (Nippon Columbia Co. Ltd., Kawasaki), テレビジョン回路研究委員会発表 (昭39. 11)

図1 テレビジョン共同聴視施設系統図

うに各チャンネル専用のアンテナと増幅器を備え、各増幅器の出力を1本の伝送線路に給電し、末端の聴視者に分配する方式をとっている。共同聴視用 UHF コンバータは各チャンネル専用とし、それぞれ対応する VHF チャンネルに変換するものとした。すなわち、既設共同聴視用 VHF アンテナを除去し、UHF 用アンテナとコンバータを設置して VHF 増幅器に設置すればよい。

本コンバータは、図2に示すように、UHF 増幅および混合部と局部発振部とから成っており、ヒータおよび直流高圧電力は別に電源部から供給されることは、従来の共同聴視施設と同様である。

UHF 増幅には後に述べるような理由から、最近開発されたダブルエンド形ニュービスタ 8058 を採用して好結果を得ている。局部発振部は、周波数安定度をよくするために原発振器を水晶制御とし、通倍・増幅して UHF 混合ダイオードを励振している。

本コンバータは、その諸性能の中でノイズ指数を重視し、12 dB を設計目標とした。

コンバータの外観を写真1に、回路図を図3に示す。

3. 各 論

3.1 UHF 受信管の選択

一般に電子装置の小形化および低電力化には、能動素子にトランジスタを使用することが効果的であることは

図 2 コンバータ系統図

写真 1 UHF コンバータ外観
(UHF 増幅管はシャシー内部に装置
されている)

図 3(a) UHF 増幅・混合部回路図

図 3(b) コンバータ局部発振部回路図

表 1 UHF 受信管の特性例

	E_b (V)	I_b (mA)	E_c (V) R_k (Ω)	g_m (m Ω)	C_{in}^{in} (pF)	C_{out}^{out} (pF)	C_{pk}^{pk} (pF)	μ	f_{max} (Mc)	
6 CM 4	175	12	— 1.5	14	3.6	2.0	0.2	68	800	ミニアチュア
6 DL 4	160	12.5	100	13.5	3.2	1.2	0.05	65	1000	"
5 8 7 6	250	18	75	6.5	2.5	1.5	0.035	56	1500	ペンシル
7 0 7 7	250	6.5	82	10	1.7	1.0	0.01	70	3000	メタルセラミック
8 0 5 8	110	10	47	12.4	6.0	1.3	0.046	70	1200	ニュービスタ
6 DV 4	75	10.5	100	11.5	4.4	1.9	0.25	35 ⁹⁵⁰ (発振)	"	"

表 2 UHF 受信管動作特性例 (増幅管)

管 名	形式	電力利得 dB (実 測)		ノイズ指数 dB (実 測)		等 ノイズ 抵 抗 (Ω)	VHF 特性 (200 Mc) 電力利得 ノイズ指 数		備 考
		500 Mc	900 Mc	500 Mc	900 Mc		電力利得	ノイズ指 数	
6 CM 4	3 極管	9.0	7.5	12.0	14.0	230	—	—	電力整合
6 DL 4	"	14.0	12.0	7.5	10.5	230	14.0	4.0	"
5 8 7 6	"	11.7	14.0	9.4	12.5	500	—	—	"
7 0 7 7	"	14.5	14.5	5.5	7.5	250	15.0	2.7	"
8 0 5 8	"	14.5	12.5	7.0	10.0	200	15.0	5.5	

(注) 測定時の帯域幅は 10 Mc (3 dB 低下点)

論をまたない。UHF コンバータも例外ではあり得ないが、本コンバータを企画した当時は、国産 UHF トランジスタのノイズ指数は 10 dB 程度で、増幅用としては真空管に多少劣ること、共同聴視装置が苛酷な周囲条件下におかれることなどを考えて、今回はあえて真空管を使用して安定な動作を期待することとした。

UHF コンバータの性能は、利得よりもノイズ指数のほうが問題となり、UHF 増幅段を有するものでは、その利得が大きいときは、総合ノイズ指数はほとんど UHF 増幅段のノイズ指数で決定されるので、UHF 増幅管は慎重に選択しなければならない。

UHF 増幅用受信管の能力は、その使用周波数、ノイズ特性、利得で定まり、電子走行時間等の関係から電極間の距離を最短にできる3極管が主力となる。

ノイズ指数は真空管自体の等価ノイズ抵抗，電子走行時間による入力コンダクタンスの変化，および引出線インダクタンスによる入力アドミタンスの抵抗分とによって定まり，周波数が高くなるほどノイズ指数は大きくなる。

代表的な UHF 増幅用受信管の特性例を表 1, 表 2 に示すが, これからわかるように, 平行平面 3 極管 (スタックトロン) 7077 が最もすぐれており, ニュービスタ 8058 がこれに続いている. また, MT 管 6DL4 がほぼ 8058 に匹敵する性能を有することは注目に値しよう.

回路構成の観点からすれば、MT 管は引出線インダクタンスおよび電極間容量が大きいので、共振回路は $\lambda/2$ 同調としなければならず、負荷抵抗が低下する。

また、ペンシル管や平行平面3極管（スタックトロン）は、引出線インダクタンス、電極間容量はともに小さく $\lambda/4$ 同調が可能であるが、その機械的構造から共振器への装着はややめんどうとなる。ニュービスタ 8058 はダブルエンド形であって、上記双方の中間的構造となっており、さらには、直流高圧も110V でよく、前記品種の真空管の160~250V にくらべて相当に低いこともあって、今回はこれを使用することにした。

3.2 UHF 増幅段および混合段

UHF 帯において3極管による増幅の場合、格子接地方式増幅回路が使用されることが多いが、これは増幅器の安定度を左右する出力から入力へのフィードバック容量が C_{pk} となり、格子のシールド効果によって、陰極接地方式のときの C_{pg} にくらべて1桁は小さくなり、加えて入力インピーダンスがほぼ $1/gm$ （通常200 Ω 以下）と小さくなるので、すぐれた安定性が期待できることと陰極引出線インダクタンスが入力回路の一部となって、陰極接地の場合の入力回路構成の問題が解決されることによるものである。

本コンバータにおいても、UHF 増幅段は8058を格子接地方式として使用している。

UHF 信号は、アンテナ入力端子から π 型整合回路を通して8058の陰極に加えられる。陽極回路は図3に示すように $\lambda/4$ 同軸同調回路であって、内部導体は一端で直接に陽極と接続され、他端は高周波的に接地されており直流高圧が給電されている。混合段同調回路は、同軸内部導体の一端が直接接地され、他端は容量終端されているが、UHF 増幅段と同様な構造であって、結合ループにより増幅段同調回路と結合して、所定の通過帯域幅を有する複同調回路を形成し、選択度、イメージ抑圧比等の向上をはかった。

局部発振電力は、混合段のもう一つの結合ループによって混合ダイオード1S543に加えられる。混合器のノイズ指数と注入される局部発振電力との間には、密接な関係があり、最適条件となるように結合を加減した。局発励振の目安となるダイオード電流は、この場合約1.5mAである。

変換されたVHF出力は、結合同調回路を通してVHF出力端子に結合される。

3.3 局部発振部

局部発振部の真空管は、直流高圧や大きさなどの関係からUHF増幅部と同様にニュービスタを使用した。

局部発振の原発振器は、前にも述べたように周波数安定度を良好にするために、6CW4を2本使用した変形バトラー回路として、水晶発振子の周波数の4倍である約150Mcの出力を V_3 の陽極同調回路から得ている。

これを V_4 6CW4、 V_5 6DV4のそれぞれダブルにより約600Mcに周波数通信し、 V_6 6DV4のバッファを経て混合ダイオードを励振している。

V_4 6CW4の陽極回路は、次段が格子接地でその入力インピーダンスが低いので、 π 形同調回路として負荷インピーダンスを低下させず、 V_5 を充分励振できるようにした。

V_5 の出力回路、 V_6 の入力および出力回路は $\lambda/2$ 同軸同調回路であって、内部導体の一端はそれぞれ真空管の陽極または陰極に接続され、他端は容量接地となっている。 V_5 の陽極回路と V_6 の陰極回路はC結合複同調回路を構成し、多通信によるスプリアス成分の抑圧をはかっている。また、 V_5 および V_6 の陽極同調回路は、実験的に高周波電圧の節点を求めて直流高圧の給電点とし、無用の損失を避けている。

V_5 および V_6 はともに格子接地方式で用いているが、6DV4は元来UHFチューナの局部発振管として開発されたものであって、 C_{pk} が比較的大きく、バッファのみならずダブルにおいても、コルピッツ形発振回路を形成して、励振周波数に近い周波数で発振する可能性があるので、図3に示してあるようにダブル、バッファともに、陽極・陰極間に C_{pk} と共振するようなインダクタンス L_n を接続して中和をとり、安定な通信、増幅を行なわせている。

3.4 UHF 同調回路

UHF 同調回路は前に述べたように、UHF 増幅および混合部が $\lambda/4$ 同調回路、局部発振部が $\lambda/2$ 同調回路であって、図4に示すような角形同軸線路を用いた。特性インピーダンスは増幅・混合部用が約80 Ω 、局発用が約100 Ω となる。

線路長 l は一般的に次式から求められる。

$$X_c = Z_0 \tan^{-1} \frac{2\pi l}{\lambda}$$

$$\therefore l = \frac{\lambda}{2\pi} \tan^{-1} \frac{X_c}{Z_0}$$

(A) 増幅器用

(B) オシレータ用

図4
UHF 同軸
同調回路

ここに λ : 波長

X_0 : 同調容量のリアクタンス

Z_0 : 線路の特性インピーダンス

UHF テレビジョン帯の中心で線路長を求めてみると増幅・混合段は同調容量を $C = 2 \text{ pF}$ として

720 Mc において $l = 65.5 \text{ mm}$ となる

局発部の V_5 および V_6 の陽極回路は、陽極側同調容量をふくめて $C_1 = 5 \text{ pF}$, 終端容量を $C_2 = 5 \text{ pF}$ とすると、

620 Mc において $l = l_1 + l_2 = 73.1 \text{ mm}$ となる

V_6 の入力回路は、一端に真空管の低入力インピーダンスが負荷されるので、所要の Q を得るために陰極側に適当な容量を付加してあるが、終端容量を $C_2 = 2 \text{ pF}$ と小さくして陽極回路と同じ線路長となるようにした。

3.5 局部発振不要輻射

本コンバータのように単一チャンネル専用のものを、多くの UHF チャンネルが割当てられている地区で使用するときは、あるチャンネルのコンバータの局発が他チャンネルに妨害を与える可能性が考えられるので、局部発振の原発振周波数を適当に選ぶとともに、不要輻射の防止には十分に注意しなければならない。

不要輻射を押えるためには、一般に次のような方策がとられており、本コンバータも当然このような注意を払ってある。

- (1) 発振強度および混合器の励振を必要最少限にとどめる。
- (2) 入力回路、段間回路の選択度をよくする。
- (3) シールドをよくする。
- (4) 電源リードがシャーシを貫通する個所にフィルタを入れる。フィルタコンデンサとして、本機では UHF 用の円板貫通形を使用した。

以上のような対策の結果、局発不要輻射は 10m 法で 34 dB とかなり良い値が得られた。

4. 性能と評価

試作した UHF コンバータの性能は、おおむね次に示すようなものである。

受信チャンネル 46チャンネル (668~674 Mc)

変換チャンネル 2チャンネル (96~102 Mc)

入力および出力

インピーダンス 50Ω 不平衡

入力 VSWR 1.5 以下 (帯域内)

出力 VSWR 2 以下 (帯域内)

ノイズ指数 12 dB ($NF_{if} = 6 \text{ dB}$, $B_{if} = 8 \text{ Mc}$)

利 得 4 dB

イメージ抑圧比 45 dB

振幅周波数特性 図5に示す。

図5 コンバータの利得対周波数特性

局発周波数安定度 $\pm 3 \times 10^{-5}$

局発不要輻射 34 dB (10m 法)

入力対出力特性 後続 VHF 増幅器に支配される

消費電力 6.3 V 0.8 A, 100 V 50 mA

当社から約 15 Km の距離にある NHK 技術研究所内の UHF-TV 実験局から、定期的に 46 チャンネルの試験電波 (映像 3 kW) が発射されているので、試作コンバータの受信試験を行ない、また、市販されているダイオード直接変換形のコンバータとも比較してみたが、両者の受像品位には明らかに差異が認められた。本コンバータによる受像画面を写真 2 に示す。

受信試験の系統図を図 6 に示すが、実際の共同聴視施設における使用状態とはほぼ同一結果が得られるようになっている。なお、第 1, 第 3 チャンネルの放送電波による隣接チャンネル妨害や、試験信号による同一チャンネル妨害を避けるため、受信試験はコンバータ以降をシールドルーム内に置いて行なった。

写真 2 受像画面

8素子八木アンテナ

図 6 受信試験系統図

上記諸特性のうちで、ノイズ指数について考えてみると、表 2 の UHF 増幅管の動作例では、8058 は 900 Mc において 10dB であり、700 Mc において帯域幅 12Mc で 9.5 dB という値も発表されていて、本コンバータの性能とはかなりの差がある。

ノイズ指数を劣化させる原因としては、入力非整合混合ダイオードのノイズ指数とともに、UHF 増幅段の出力から入力へのフィードバックがあるので、増幅段はシールドを厳重にし、8058 の格子接地間に適当なインダクタンスを挿入して中和をとらなければならない。この場合、構造が簡単で真空管の装着が容易にしかも確実にできる、同軸共振器の設計が問題となる。

利得は周波数変換後に 6 CW 4 の低ノイズ VHF 増幅段を設けて総合利得 20 dB 程度とすれば、コンバータを既設の VHF 増幅器からある程度離れた場所に設置することも可能となり、実際面から便利である。

局発不要輻射については、コンバータのアンテナ入力端子に現われる各成分を測定したところ、正規の局発周波数 f_0 を基準として、 $2f_0$ 、 $f_0 \pm f_0/4$ が -20 dB 程度と意外に高レベルで検出された。このようなスプリアス

成分はスプリアス感度の原因となり、また、他チャンネルに対して妨害信号ともなるので極力抑圧すべきである。

$2f_0$ に対しては UHF 増幅段同調回路の Q を大きくして選択度を高め、また $f_0 \pm f_0/4$ に対してはダブル V_4 の出力回路を複同調にして、 $f_0/4$ に対する減衰を大きくするように回路を変更しなければならない。

5. む す び

以上、今回試作した共同聴視用 UHF コンバータについて簡単に紹介した。本機の性能は、むしろ充分実用に供しうるものであるが、UHF 増幅管の中和、局発部の構成再検討による性能改善の余地が残されている。

また、最近の UHF 用トランジスタ開発の進展に伴い、全面的な半導体化による装置の小形化、低電力化も可能となってきたが、前の事項とあわせて今後の課題としたい。

終わりに、日頃ご指導ご鞭撻いただき、今回試作と発表の機会を与えられた山崎技術研究本部長、高木第 4 研究室長、また、UHF 増幅管について種々便宜をはかっていただいた日立製作所の関係各位に謝意を表します。

(昭和 40 年 1 月 29 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 久保: UHF コンバータ (1), テレビ誌, 16, 1 (1962) 30-33
- 2) 副島他: UHF サテライト装置, NHK 技術研究, 14, 6 (1962) 386-409
- 3) 本間: グリッド接地前置増幅器の設計, 電子技術, 4, 12 (1962) 57-62
- 4) 吉田, 沢辺: ヘリコプターによるテレビ中継, NHK 技研月報, 6, 6 (1963) 266-273
- 5) 有賀: UHF 用ニュービスタの 4 端子アドミタンス測定および動作特性の検討, 日立評論, 45, 8 (1963) 1287-1294
- 6) 湯沢: UHF 受信管, 電子機械工業会技術大会資料 (1963.10)
- 7) 山根: UHF テレビ受信機, NHK 技研月報, 7, 4 (1964) 179-185

今月の表紙

東芝 T.W.T. 方式 UHF 100 W

テレビサテライト放送装置

当社は、VHF 帯サテライト放送装置では業界第一の実績を有しておりますが、この度 UHF テレビサテライト放送装置では世界最初の UHF 帯放送用進行波管 1 W 50 を装備した従来の概念を破る画期的な新形サテライト放送装置を完成致しました。

東芝が世界に先駆けて開発した UHF テレビ用高出力 T.W.T. (1 W 50) を使用することによって

- キャパティ全廃
- 高利得長寿命
- セット小形化
- 保守・運用の簡易化

が画期的に向上しました。従って無人局 UHF サテライト装置に最適です。

御納入先: NHK, NTV, TBS, フジTV, NET,
東京 12 ch, RCC, NBC 合計 29 台
他に NHK, 民放各社, 納入予定多数
—提供 東京芝浦電気株式会社—