

UHF サテライト放送用進行波管

Traveling Wave Tube for UHF Television Translator

佐藤 敦* 鈴木 彪**
Atsushi Satô Takaki Suzuka

要 旨

テレビ難視地域解消のため、小出力の UHF テレビ局の建設が行なわれているが、この局に使用される送信管は保守が簡便なことから最近では進行波管が多く使用されるようになった。
日立製作所においては、10 W UHF テレビサテライト局用として好適な全金属セラミック封止形の進行波管 1 W 65 を開発し、それらが NHK はじめ民放において使用されている。

1. 緒 言

UHF サテライト放送用送信管として最近進行波管が広く使用されはじめている。従来の極管を使用したサテライト装置においては、増幅管として2~4本を使用し、チャンネルごとに調整されたキャビティを必要とし、調整、保守が複雑であったが、進行波管は利得が高いため電力増幅管として1本ですみ、また帯域が広いためほとんど全チャンネルに無調整で利用できるの、装置が簡易化され、信頼度が向上し、保守が容易で、無人局用に適している。今後設置される3 W以上のUHFサテライト局の多くは進行波管を使用することになるものと思われる。

一方、現在建設を進めているUHFサテライト局の設置地域はしだいにサービスエリアの小さい町村を対象としてきているので、放送出力10 W以下の局が多くなっている。このため装置の経済性が重視され、予備機の不設置、制御回路系の簡易化、局舎の小規模化が行なわれている。したがって進行波管に対して、従来以上に電源電圧変動、入出力レベル変動、機械的熱的周囲条件の変動に対する高い安定度と長寿命が要求される。

日立1 W 65はこのような要求を考慮して開発された10 W放送用全金属セラミック進行波管である。この管球はNHKの認定を得て、現在NHK豊橋、有田、鹿島局などの10 W UHFサテライト局に数十本納入されており、今後その使用数は急速に増加するものと思われる。

以下、日立1 W 65の特性その他についてその概要を述べる。

2. 設計の要点

サテライト装置は特に高信頼度と長寿命が要求されるため、全金属セラミック管を採用した。

サテライト放送では振幅変調波の映像信号と、周波数変調波の音声信号との複合信号の増幅が必要である。10 W放送の場合、映像ピーク出力10 W、音声出力2.5 Wが進行波管の出力となる。したがって合成のピーク出力は22.5 Wとなる。フェーシングや親局出力の増大などを考慮して30 Wまではほぼ直線増幅が必要である。また、カラー放送の場合、進行波管の非直線性により生ずる映像搬送周波数+920 kcのビート成分の映像搬送波に対するレベル比をビデオ方式に換算した値、すなわち混変調量として-25 dB以下が必要である。これらの点を考慮して、飽和出力を50 W以上、利得を28 dB以上とした。設計の概要は次のとおりである。

同期電圧 1,700 V
ビーム電流 0.18 A
パービアンス 2.8×10^{-6} A/V^{3/2}

* 日立製作所茂原工場 工博
** 日立製作所茂原工場

r_a	1.28
C	0.14
QC	0.28
集束磁界装置	周期永久磁界 (P. P. M.)
入出力結合	同軸直接結合

表1 日立1 W 65の定格

電 気 的 特 性		660 Mc 770 Mc 6.3 Vdc 2.0 Adc 240 s	
機 械 的 特 性		全 長 550 max 任 意 N 形 接 せ ん N 形 接 せ ん 磁 界 内 蔵 強 制 空 冷 約 7 kg 傍 熱 形 酸 化 物	
最 大 定 格	ヒータ電圧	5.7 Vdc	6.9 Vdc
	陰極予熱時間	180 sec	—
	陰極電流	—	280 mAdc
	コレクタ電圧	1,400 Vdc	2,500 Vdc
	コレクタ電流	—	270 mAdc
	コレクタ入力	—	450 W
	ヘリックス電圧	1,400 Vdc	2,500 Vdc
	ヘリックス電流	—	20 mAdc
	ヘリックス損失	—	30 W
	集束電極電圧	-100 Vdc	0 Vdc
	加速電極電圧	—	2,500 Vdc
	加速電極電流	—	3 mAdc
	コレクタ温度	—	180 °C
動 作 例		700 Mc 1,800 Vdc 180 mAdc 1,800 Vdc 2 mAdc -40 Vdc 0 mAdc 1,600 Vdc 0.1 mAdc 15 mW 12.5 W 29 dB 60 W -26 dB 1.3 m ³ /min	

陰極電流密度 150 mA/cm²

3. 定 格

日立1 W 65の定格を表1に示す。周波数660~770 Mcで、ヘリ

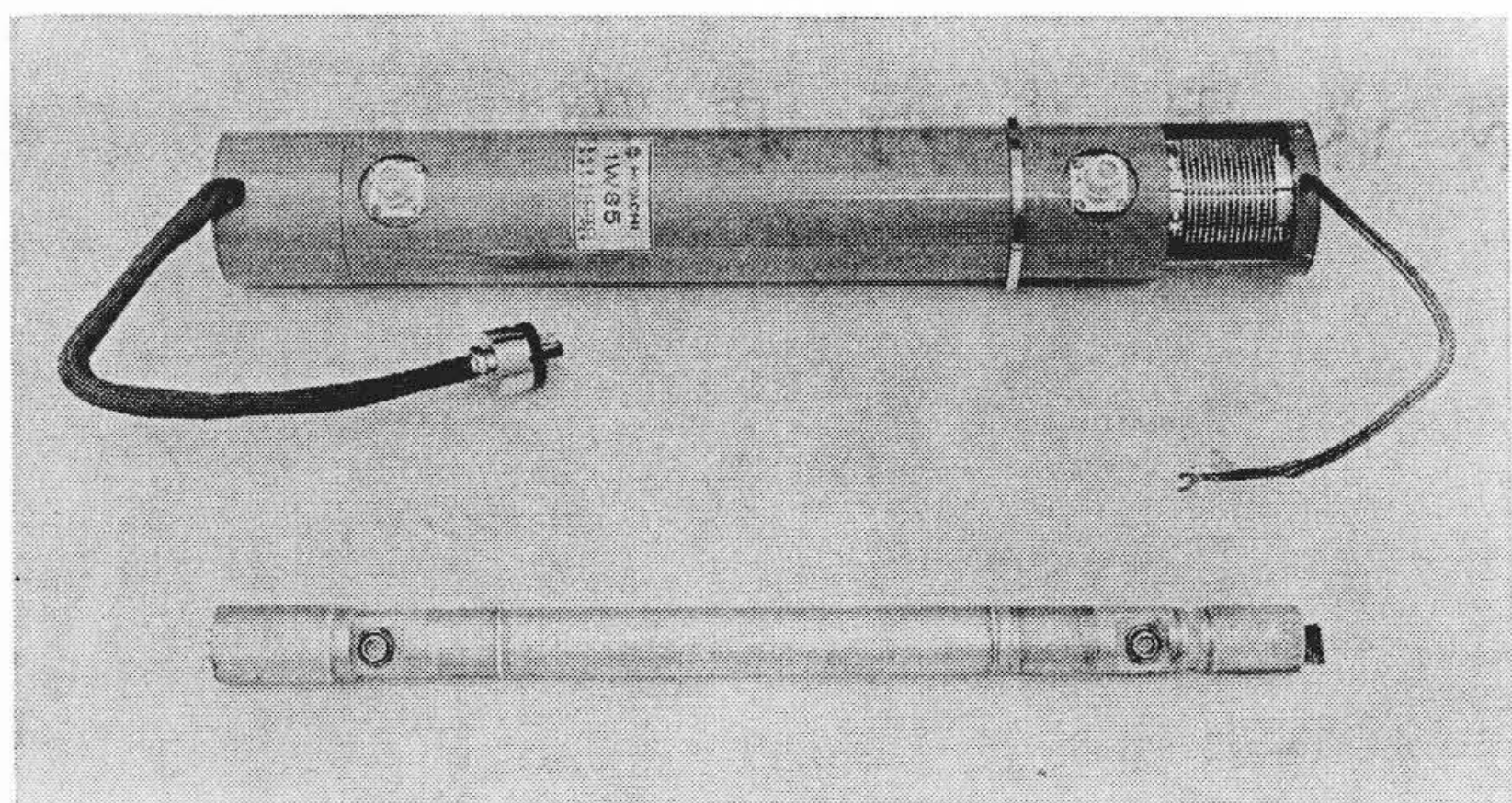


図1 1W65 外観および管球本体部

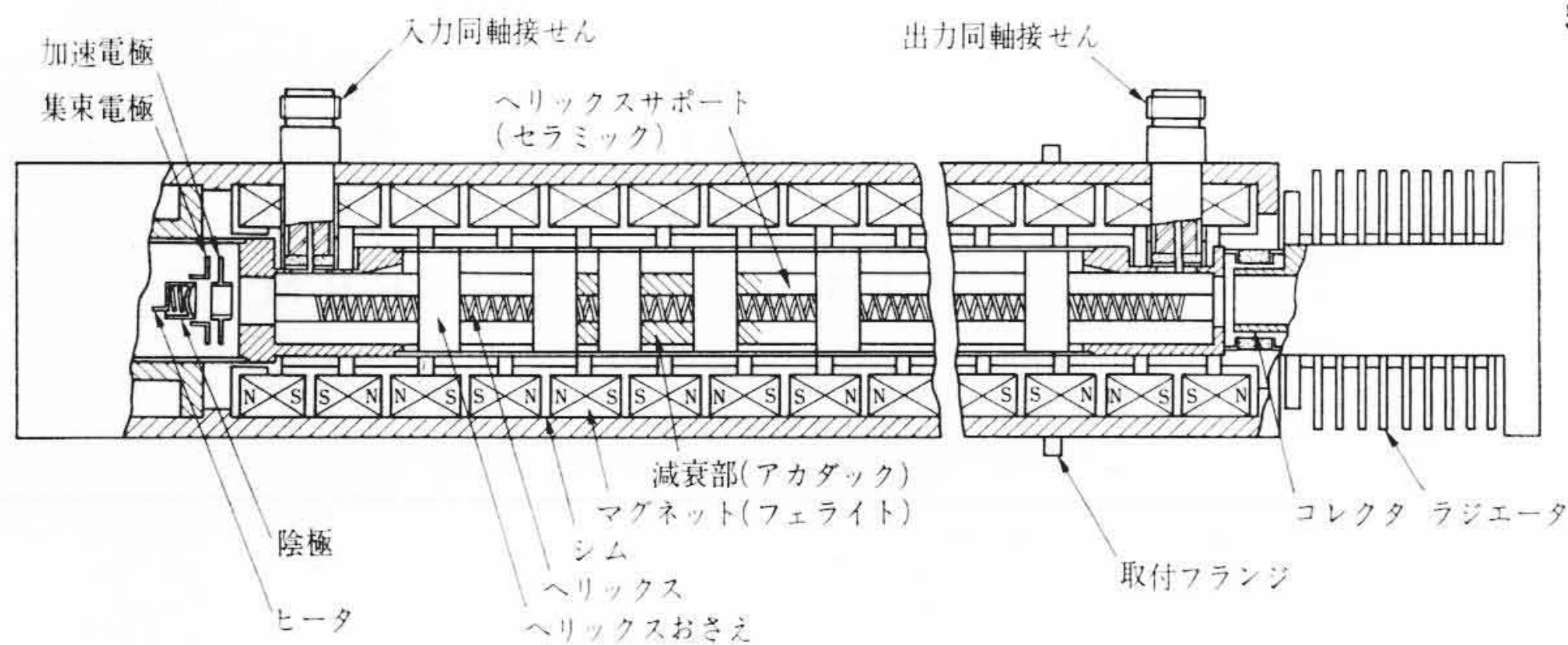
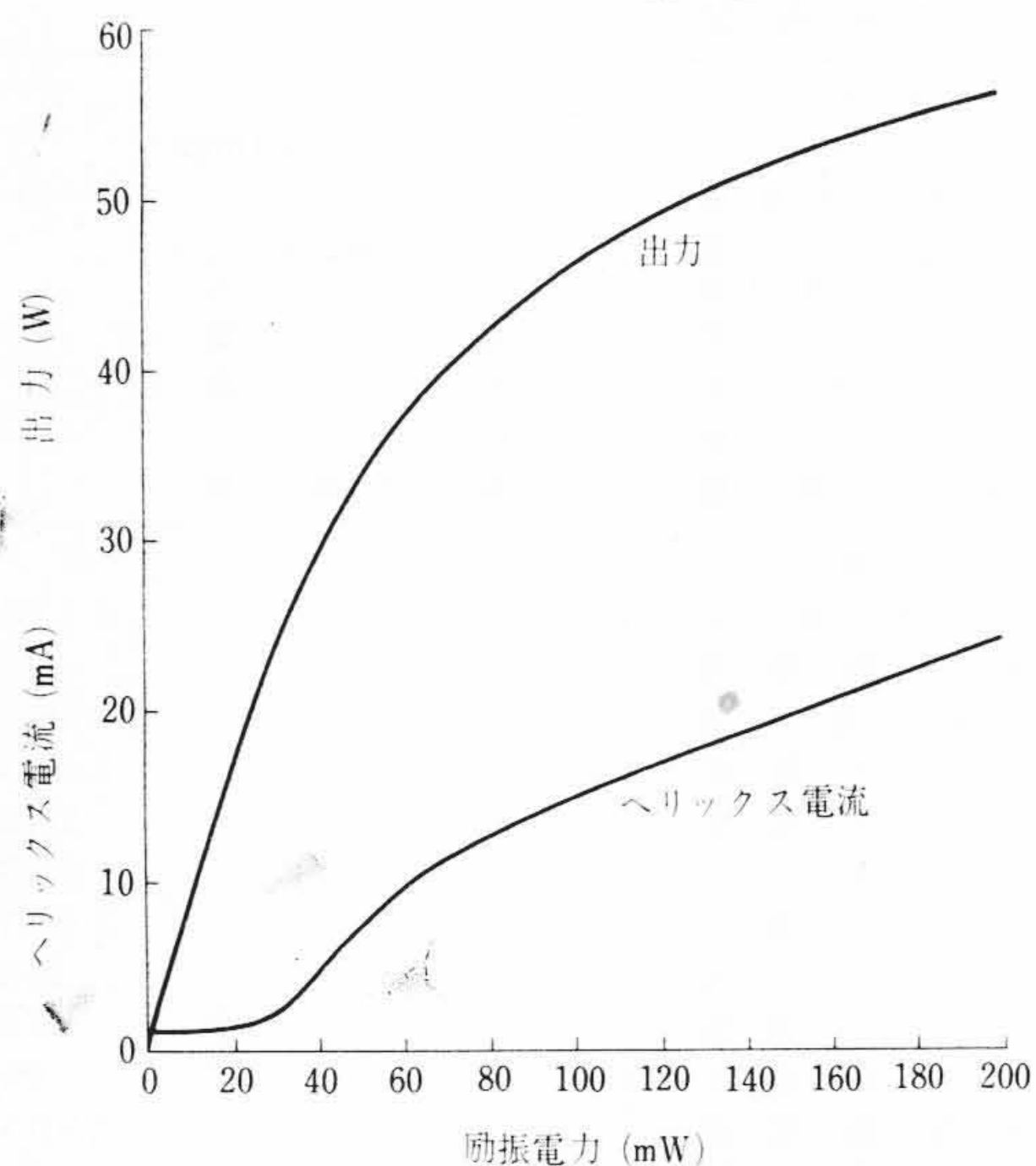
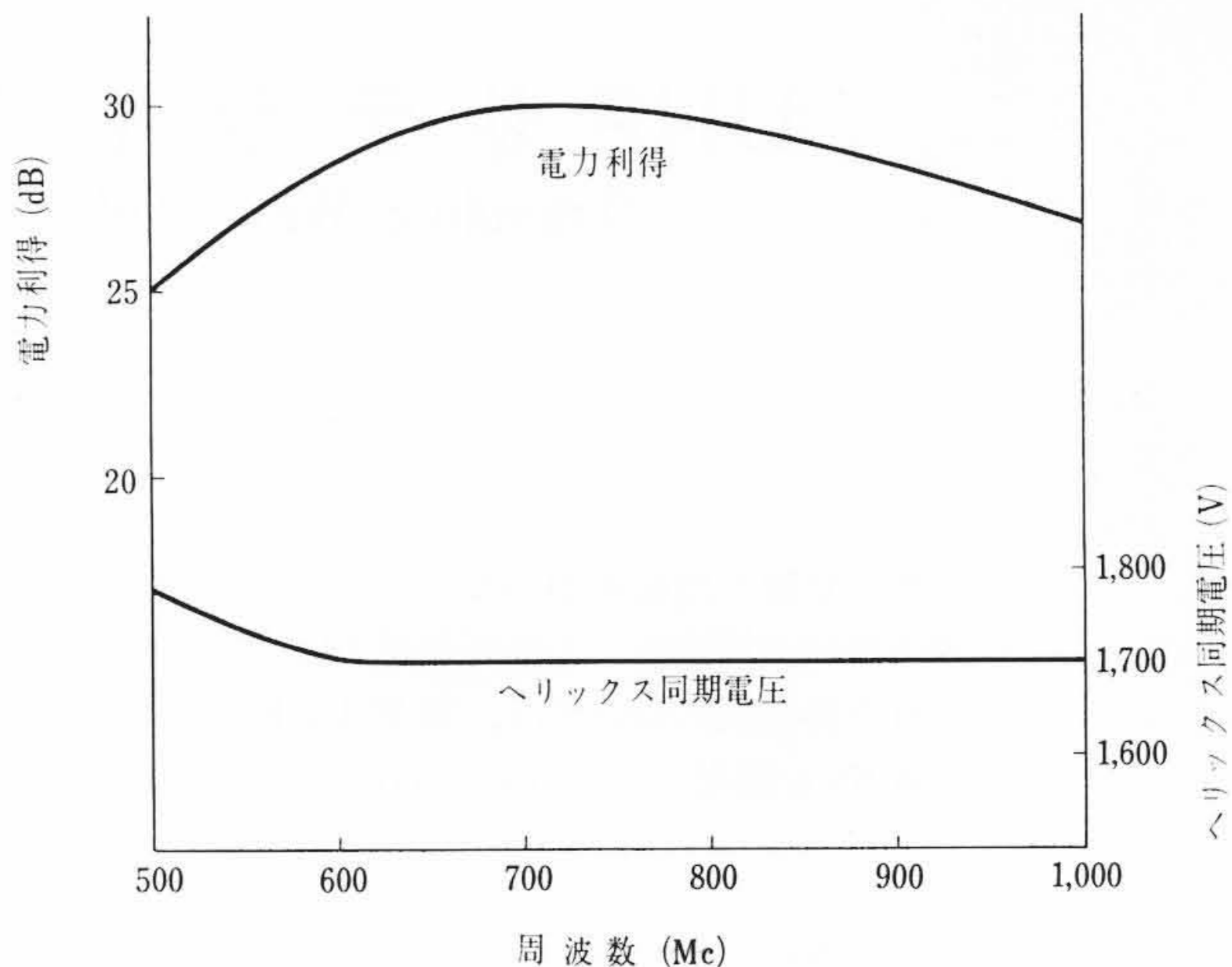


図2 1W65 構造断面図



動作条件：周波数 700 Mc, 集束電極電圧 -40V , 加速電極電圧 $1,600\text{V}$
コレクタ電圧=ヘリックス電圧 $1,800\text{V}$, コレクタ電流 180mA

図3 入力—出力, ヘリックス電流特性



動作条件：集束電極電圧 -40V , 加速電極電圧 $1,600\text{V}$,
コレクタ電圧=ヘリックス電圧, コレクタ電流
 180mA , 励振電力 15mW

図4 周波数—利得特性

(2) ヘリックス

ヘリックスは進行波管の増幅作用を行なうもっとも重要な部分であり、機械的振動、衝撃によって、ピッチ変動が起こらないように、また耐熱性をもたせるためモリブデンテープを用い、3本のセラミック棒で十分強固に保持する構造をとっている。動作中のフェーシングによる過励振、電源電圧の大きな変動によりヘリックス電流の異状増加にも十分耐えられる。またこのような状態でのヘリックスからのガス放出がないように、部品の処理と排気時のガス出しを十分に行なっている。

ヘリックスを支持しているセラミック棒の途中にある発振防止用の減衰材(アカダック)は負荷の短絡、開放を行なっても発振しないように適当な分布で塗布され、十分に高い温度で焼付けられているので、周囲条件による変化、経時変化がない。

(3) 周期永久磁界装置

電子ビームをヘリックスの内径に沿って通すためには集束用の磁界装置が必要である。1W65では円板状の磁石を交互に極性を違えて並べたいわゆる周期磁界を使用している。永久磁石を用いた一様磁界集束の磁界装置に比べ、磁石の重量が格段と軽量化され、また外部への磁界のもれもきわめて小さくなっている。

マグネットの材質としてはフェライトを使用しているため、保磁力が非常に強く、磁氣的安定度が高く、機械的衝撃温度変化などに対する性能の低下がほとんどなく、きわめて長時間にわたって安定に球を動作させることができる。

5. 特 性

日立1W65の諸特性は次のとおりである。

(1) 増幅特性

各電極電圧を固定し、入力レベルを変えたときの出力レベルとヘリックス電流の変化を示したのが図3である。出力30Wまで良好な直線性が確保されており、飽和出力60Wが得られている。ヘリックス電流は出力30Wにおいて10mA以下である。

以上の点より、過励振状態においても十分安定に動作する。

(2) 周波数特性

ヘリックス以外の各電極電圧を固定し、励振電力を一定に保ち、入力信号の周波数を500~1,000 Mcまで変えたときの利得とヘリックス同期電圧の変化は図4に示すとおりである。動作帯域幅がきわめて広く、広い周波数範囲で利用できる。図5は動作時にお

ックス電圧 $1,800\text{V}$, コレクタ電流 180mA で、出力 12.5W における利得 29dB , 飽和出力 60W である。

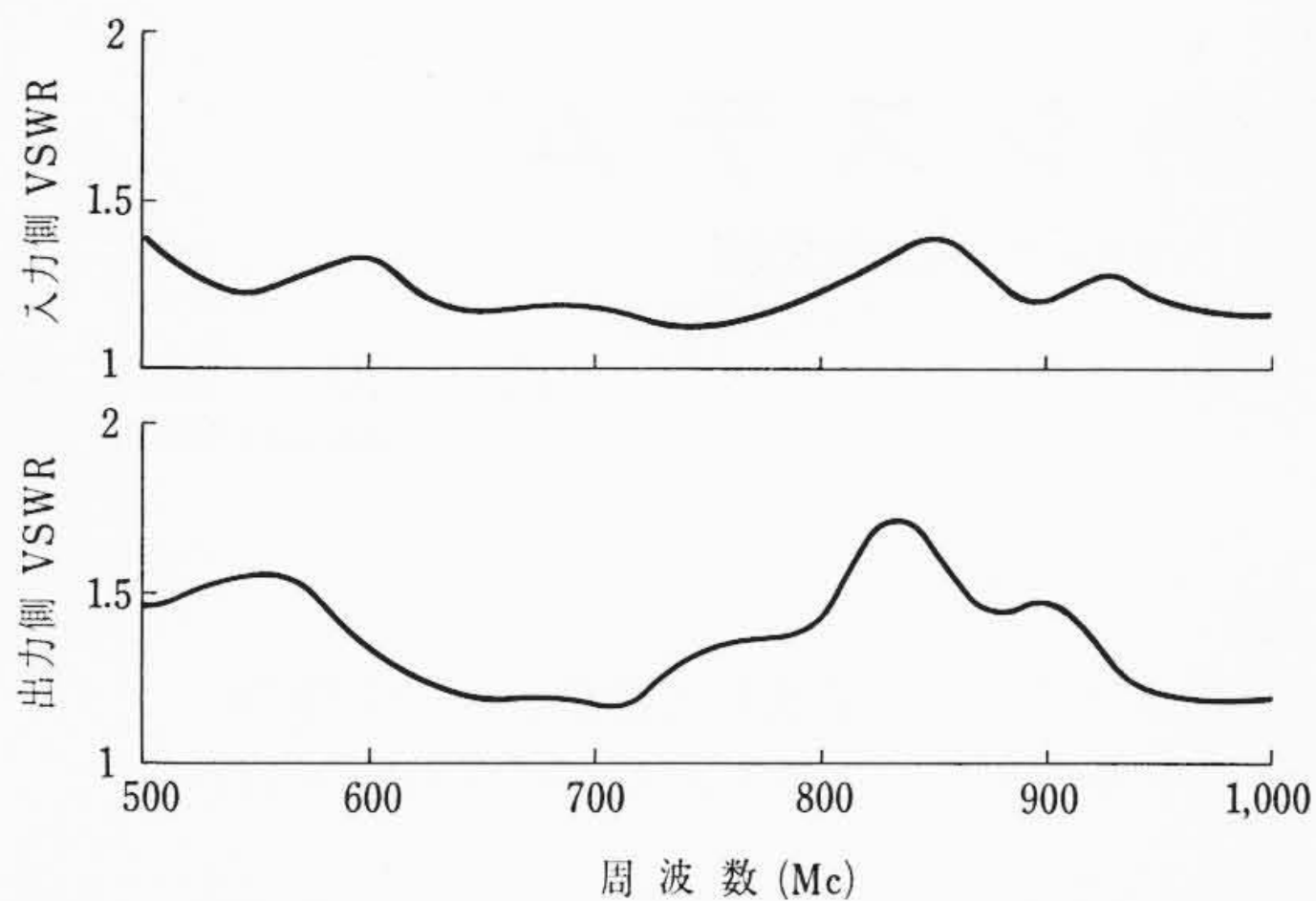
4. 構 造

日立1W65の外観および球本体部を図1に、また断面図を図2に示す。球は球本体(真空気密部)と集束磁界装置とからなり、球本体は電子銃、ヘリックス、入出力結合回路、コレクタからなり、すべて金属とセラミックが用いられている。

(1) 電子銃

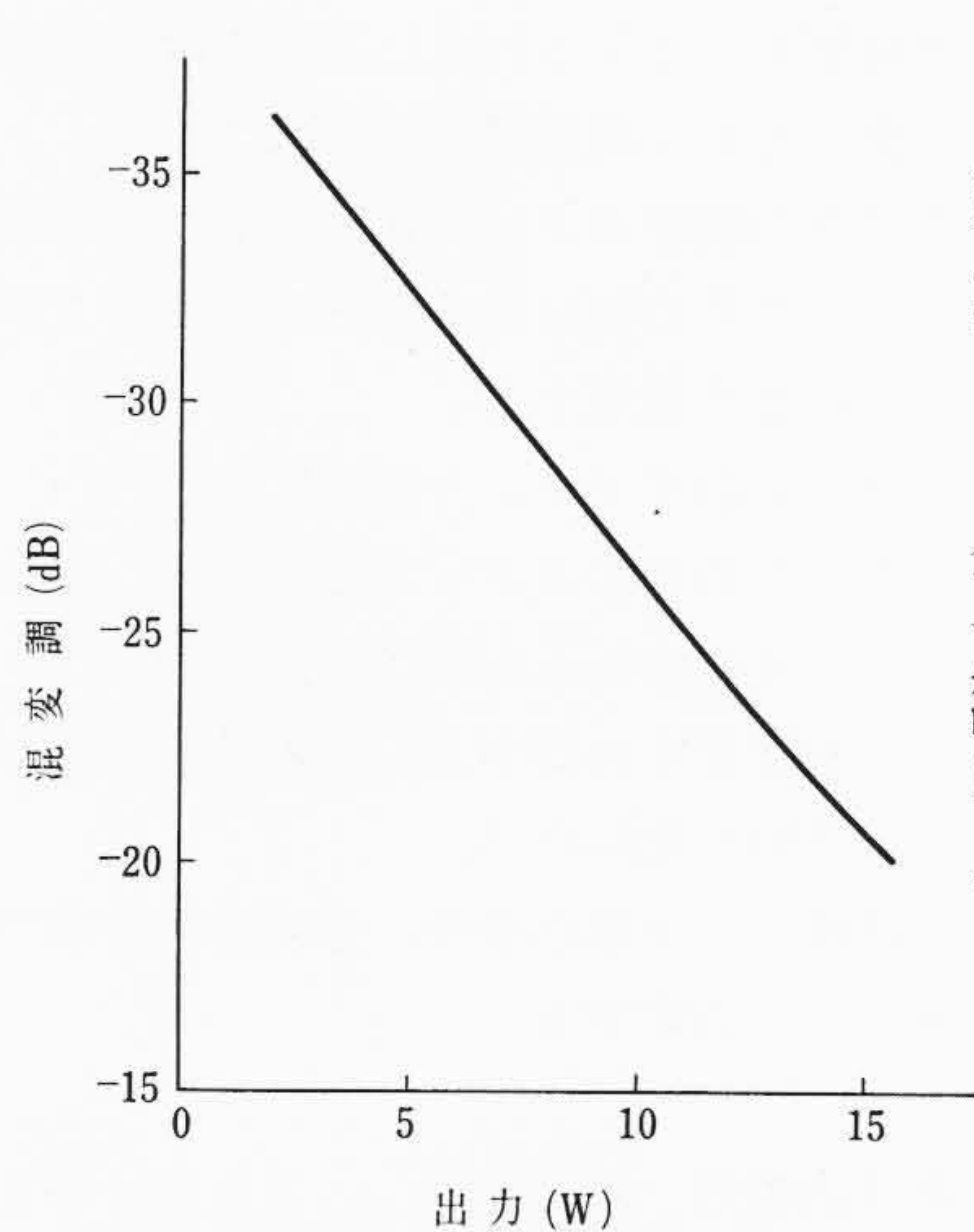
電子銃としてピアス形集束電子銃を用い、パービアンスは $2.8 \times 10^{-6}\text{A/V}^{3/2}$ で、集束電極電圧が 0V でも加速電極でのビーム透過は100%に近い値を示し、安定な電子ビームを得ている。

陰極は電流密度に余裕をもっており、イオン衝撃によるオキサイド面の損傷を緩和する形がとられている。



動作条件：集束電極電圧 -40V ，加速電極電圧 $1,600\text{V}$ ，コレクタ電圧＝ヘリックス電圧 $1,800\text{V}$ ，コレクタ電流 180mA ，励振電力 15mW

図5 入出力整合特性（動作時）



動作条件：周波数 700Mc ，集束電極電圧 -40V ，加速電極電圧 $1,600\text{V}$ ，コレクタ電圧＝ヘリックス電圧 $1,800\text{V}$ ，コレクタ電流 180mA

図7 混変調特性

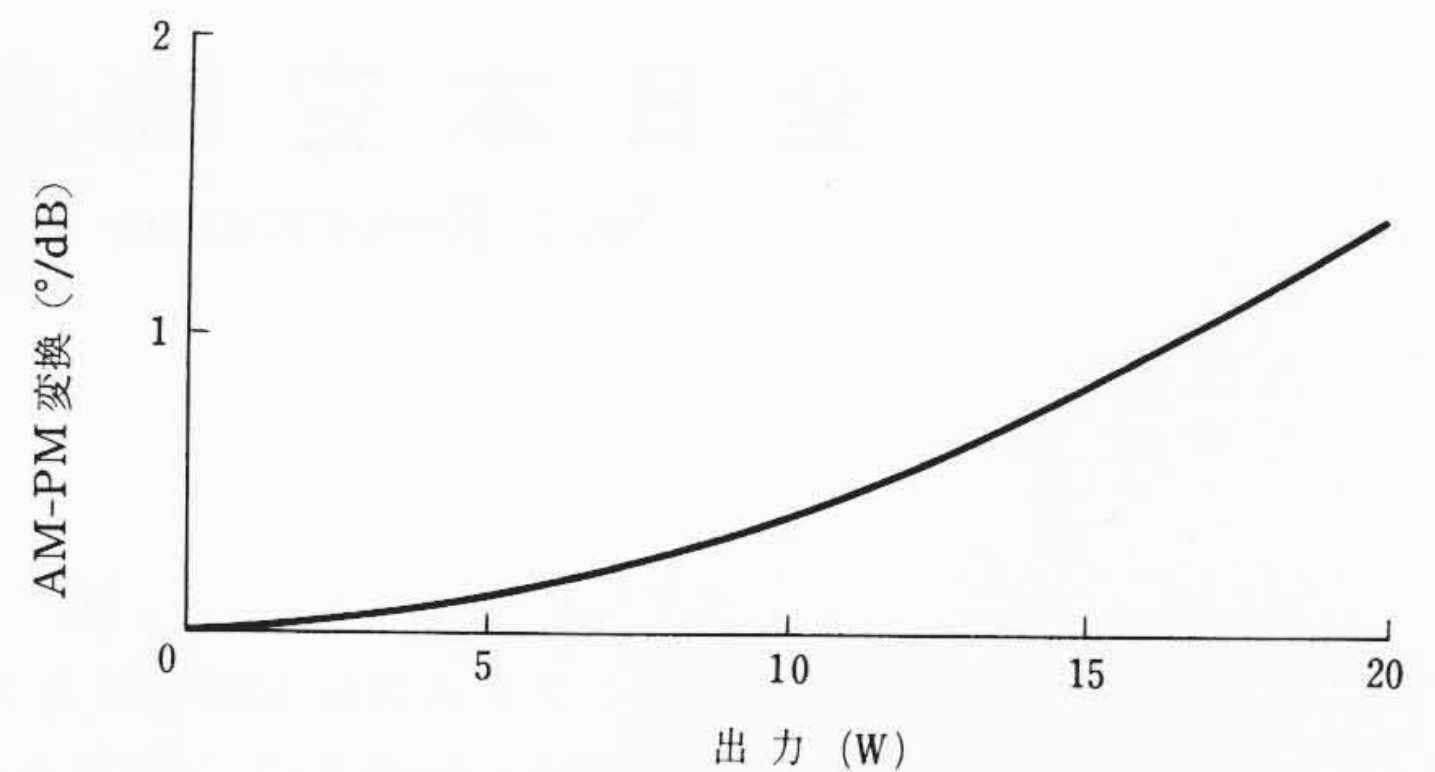
ける入出力部の電圧定在波比を示したものである。

(3) 混変調

混変調量を支配する重要な特性である AM-PM 変換特性を図6に、また、UHF サテライト放送出力に対する混変調特性を図7に示す。10 W 出力における混変調量は -26dB で、カラー放送の場合、混変調による画質の劣化は認められない。

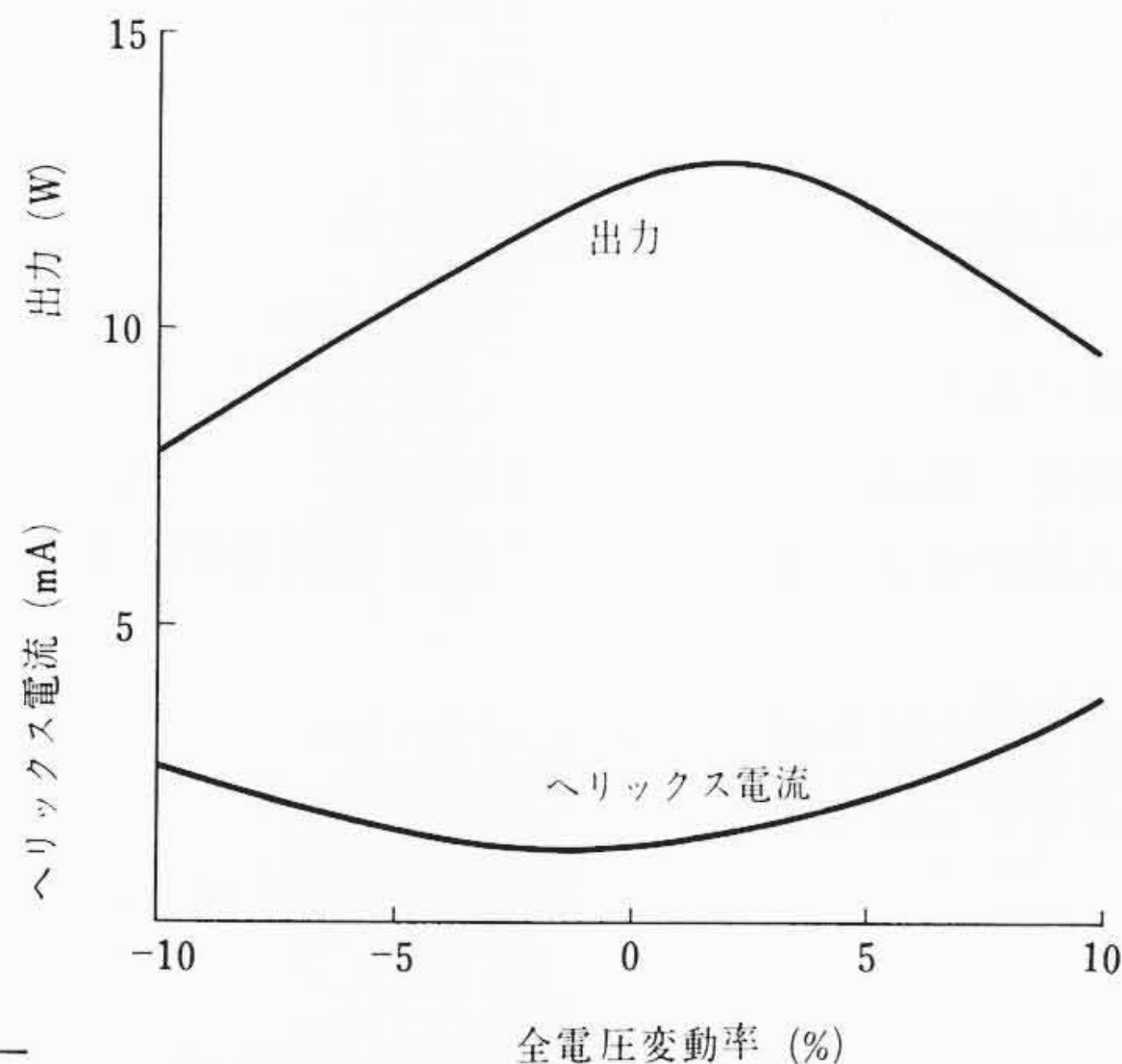
(4) 全電圧変動特性

すべての電極電圧を標準動作状態より一定比率だけ変化させたときの出力、ヘリックス電流、S/N の変化を図8 (a), (b) に示す。全電圧変動率 $\pm 10\%$ にわたり、出力、ヘリックス電流の変化



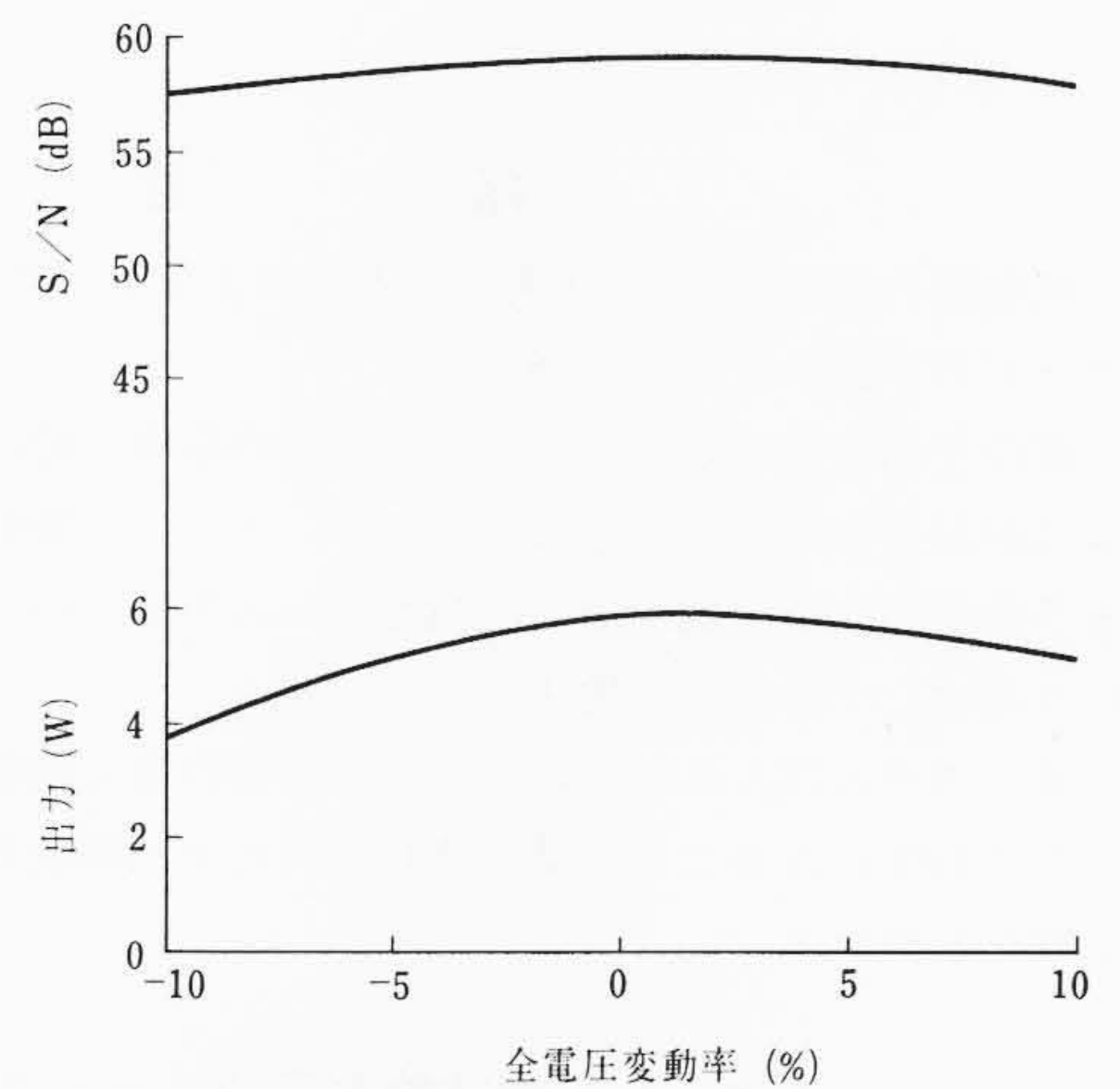
動作条件：周波数 700Mc ，集束電極電圧 -40V ，加速電極電圧 $1,600\text{V}$ ，コレクタ電圧＝ヘリックス電圧 $1,800\text{V}$ ，コレクタ電流 180mA

図6 AM-PM 変換特性



(a)

動作条件(中心)：周波数 700Mc ，ヒータ電圧 6.3V ，集束電極電圧 -40V ，加速電極電圧 $1,600\text{V}$ ，コレクタ電圧＝ヘリックス電圧 $1,800\text{V}$ ，コレクタ電流 180mA



(b)

図8 全電圧変動—出力，S/Nヘリックス電流特性

が少なく、また S/N は 55dB 以上できわめて安定している。したがって、電源電圧変動がかなり大きい場合でも十分安定に動作する。

6. 結 言

以上 UHF サテライト放送用進行波管、日立 $1\text{W}65$ の特長、特性の概要について述べたが、信頼性と性能向上については今後さらにいっそう進展させたいと考えている。

終わりにこの進行波管の開発にあたり多大のご指導とご便宜を与えられた NHK 技術研究所電子管研究部、開発部ならびに技術管理局保全部の関係各位に厚く感謝の意を表する。