

テ レ メ ー タ 送 信 機

大井 克彦・福井 真一・梶谷 光男

1. ま え が き

1958 年 3 月 K-6-1 号機ロケットの飛ばしが行なわれるとき従来の K-4B 型送信機を改良し、生産研究 11 卷 8 号に報告した K-6 型送信機が搭載され、数次にわたる計測と観測に実用せられてきたが、高々度による気圧の低下、ロケット外板の高温の影響による高周波回路の放電、電池の電解液の蒸発や安定度の低下等の防止についていくたの試みがなされてきた。

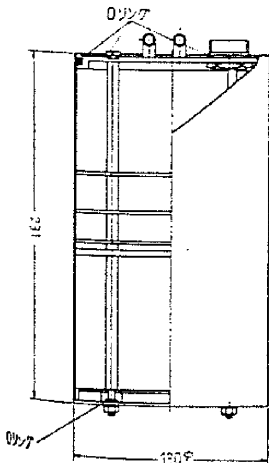
他方 K-8 型ロケットが観測用の一つの標準型とされてきた。これは到達高度、搭載量とも優れているためであり、したがって観測装置も多く搭載されることになり、データ伝送 4 チャンネルの増加が要求せられるに至った。そこで使用の利便と製作上の利点をあわせて考慮した RK-9/T 送信機が用いられるようになった。これは副搬送波ユニットを 1 チャンネルずつプラグイン型とし、長方形断面のものとした。そのため構成素子を容積的に効率よく収容できる上に気密対策も容易となった。

ロケットが大型化するに従い、従来のように送信機の電源投入をロケット外板に設けた孔から直接的に操作することが困難で、かつ危険を伴うため、遠隔操作の方法を種々検討した結果、電磁的なラッチングリレーを使用している。

2. K-6 型送信機の改良

カップ 6 型用として試作した K-6 型送信機も、信頼度の高いトランジスタが容易に得られるようになって、さらに小型軽量にすることが可能になった。

まず副搬送波発振器をトランジスタ化し、気密遮熱ケ



第1図 K-6 改良型送信機

ースの改良と電源の on, off にリモートコントロールのラッチングリレーを使用した改良型を K-8L 型 1 号機に搭載した。

(1) 気密遮熱ケース

従来の気密構造をより簡単にするため、第 1 図に示すような O リングを使用し、コネクタ類は気密構造のものを一方のパネルに集めて、全体を気密にする

構造とした。また外板の高温での送信機の性能に対する影響を緩和するため、銅箔と紙を用いたり、アスベストによる遮熱を試み好結果を得たが、製作、取扱いが面倒なため最終的には従来より直径を 10φ 小さくして空気層に頼ることとし、ケースの表面をバフ仕上げして熱反射の効果もねらった。

(2) リモートコントロール用スイッチ

遠隔操作によって on-off できるスイッチは、簡単かつ確実に動作し、しかも各種の環境条件に耐え得ることが必要条件である。種々検討試験の結果、シグマ、ラッチングリレーを使用し好成績を得た。

このリレーのおもな規格はつぎのとおりである。

回路	トランスフェ 2 回路
接点容量	2 A 28 VDC/120 VAC
巻線抵抗	3,100Ω
動作電圧	24~28 VDC
動作時間	2~20 ms
大きさ 重さ	0.8×0.9×0.4 in 18 g

3. RK-9/T 型送信機

ロケットの到達高度増大に伴い観測項目も多くなり、テレメータのチャンネル増加が要求されるようになった。RK-9/T 型は、カップ 8 型に搭載できるように設計した 10 チャンネルの送信機で、副搬送波周波数は IRIG 規格による 960 c/s~14.5 kc を中心周波数として周波数偏移 ±7.5% レスポンスを 14 c/s~220 c/s にとっている。主搬送波周波数は 225 Mc/s、その周波数偏移 ±100 kc/s、送信出力は約 0.5 W である。

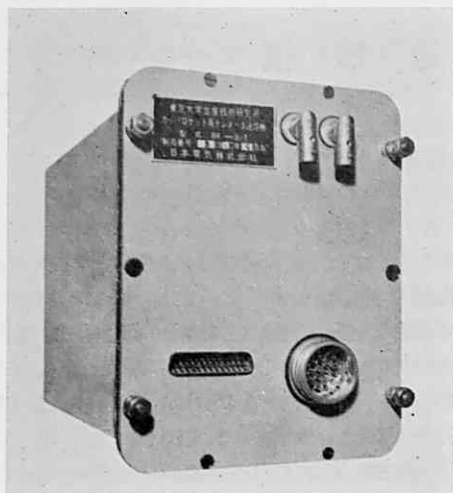
(1) 構造について

機体が 245φ となり直径方向の寸法と取付方法の変更に合わせて、内部ユニット配置が容易で、気密構造も簡単な第 2 図のような形態を採用した。

副搬送波発振器はトランジスタ化し、各チャンネルは第 3 図のようなプラグイン形式としてユニットごとに独立しているため、点検調整が容易にできるようになった。全ユニットを組み込んだ状態を第 4 図に示す。

(2) 性能について

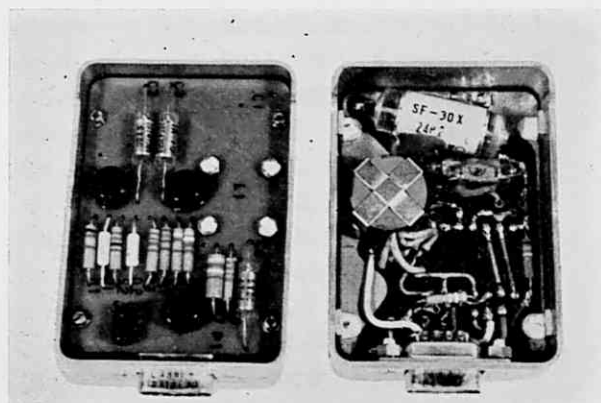
チャンネルの増加に伴い起こってくる問題として、クロストークと SN 比がある。前者に対しては副搬送波発振器の出力をバンドパスフィルタに通すことによってほぼ解決できた。また後者に対しては第 5 図に示すような 8 kc/s 以上に 6 dB/oct のプリエンファシス特性をもた



第2図 RK-9/T型送信機



第4図 副搬送波発振器の配置



第3図 副搬送波発振器ユニット

せることによって SN 比を改善した。

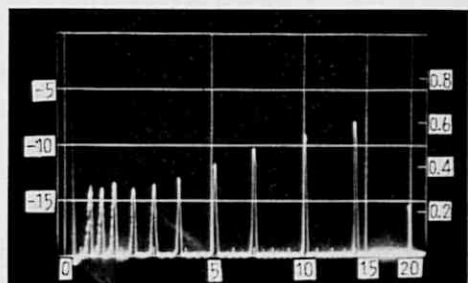
4. L-2 型搭載用水晶制御送信機

ロケットの到達高度の増大と、飛しょう時間の増加に伴って歩調を合わせた受信装置の狭帯域化による S/N 改善等により、従来用いられてきた自動発振型の送信機では実用上支障が生じてくるようになってきたため、L-2 ロケットに搭載するため設計したものである。

(1) 性能および回路構成

主要性能をつぎに示す。

変調方式	FM-FM
主搬送波部	
周波数	298.1 Mc
周波数偏差	$\pm 5 \times 10^{-5}$
最大偏移	約 ± 100 kc
出力電力	約 1.5W
出力形式	50Ω 同軸 (平衡)
副搬送波部	
チャンネル数	10
入力型式	電圧制御型



第5図 プリエンファシス特性

入力インピーダンス 250 kΩ 以上

入力電圧 0~+5V

中心周波数 0.96 1.3 1.7 2.3

3.0 3.9 5.4 7.35

10.5 14.5 kc

変調直線性 $\pm 2.5\%$ 以内

最大偏移 中心周波数の $\pm 7.5\%$

最大定格 30 分以上

環境条件

温度 0~40°C (30 分以上) およ
び 150°C (500 秒間)

衝撃 軸方向 40 g (5 ms 以上)

振動 軸方向 5~35 c/s 1 mm

35~2000 c/s 5 g

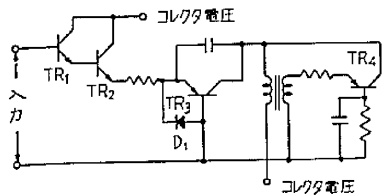
加速度 軸方向 +40 g -10 g

横方向 ± 10 g

気圧 1 mmHg 3 分間

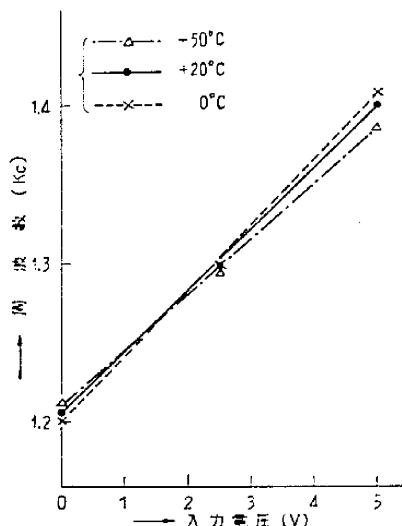
10チャンネルの副搬送波発振器出力を混合増幅器により混合信号波として変調器に送る。

副搬送波発振器は従来から用いている形式のものである。回路は第6図のように TR₁ および TR₂ はダーリ



第 6 図 副搬送波発振器の回路図

ントン接続による入力回路で、温度変化によるインピーダンスの変動が無視できるように十分高くしてあり、通常 $1\text{M}\Omega$ 以上ある。変調用トランジスタ TR_3 のベースバイアス回路にはサーミスタと抵抗器を組み合わせることにより、ベースバイアス電圧を温度により変化させて発振周波数の温度特性を向上させた。変調特性と温度特性の実験データの 1 例を第 7 図に示す。この温度補償ではやや変調感度が変化するようにである。また、サーミスタは温度特性の直線性がよくないので、広い温度範囲にわたって補償を行なうのは困難であるが、本装置のように $0^\circ\text{C}\sim 40^\circ\text{C}$ 程度についての補償を行なうのは比較的容易である。

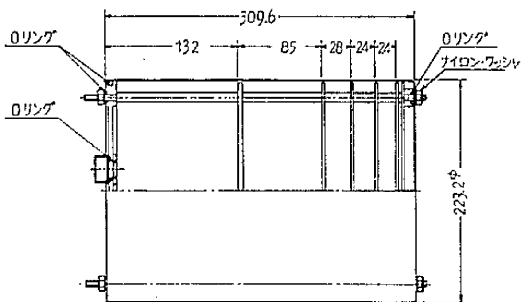


第 7 図 副搬送波発振器の変調特性と温度特性の 1 例



第 8 図 主搬送波部系統図

主搬送波部は第 8 図に示すような系統であり、変調回路は双 2 極管によるブリッジ型位相変調である。全通信数は 108 連倍となっている。本装置は気密構造のため通



第 9 図 送信機の構造図

風ができないので、真空管を使用したこの部分は使用中温度上昇はかなりあるが、従来この形式の送信機の実用例ではそのための支障はなかった。

(2) 構造について

第 9 図に示すような構造を採用した。強度・気密等について十分考慮してある。

気密方法は同図に示す場所に Oリング、ナイロンワッシャを使用し、パネル面のコネクタ類はハーメチックシール型を用い、その取付部はアラルダイトで接着したが、良好な結果が得られた。

内部構造は電源部、主搬送波部はユニット式で、副搬送波発振器 10 チャンネル分と混合増幅器は円形のプリント板 3 枚に配列し、それが積み重ねられている。電源や信号の接続はできる限りコネクタ類を使用した。

円筒形の装置では内部装置の構造や配列等により空間部分が多くなったり、点検のしにくいものになりがちであるが、これについては十分考慮して設計されているが、今後実際の使用を経て電気的にも構造的にも完全な装置にしてゆきたい。

5. むすび

K-6 型送信機は改善を重ねてはほぼ最終形態に達したものと考えられるが、RK-9/T 型送信機は K-8 型ロケットに実装するため、さらに一段の工夫を施して、標準型ロケットに最適な形態にするため一段の努力が必要であり、水晶制御送信機についても L-2、L-3 ロケットとの整合を他の搭載機器の担当部門と協力してさらに改善を加えることにより、観測ロケットシステムとしての完成に寄与したいと考える。

終わりにこれらの送信機の試作研究と設計についてご指導いただいた東京大学生産技術研究所高木教授・野村教授、ならびに当社田中事業部長初め上司同僚諸氏に謝意を表したい。

(1963 年 4 月 15 日受理)