

カラー用同期信号発生器

Synchronizing Generator for Color Television Systems

伊 藤 豊* 村 岡 紀 政**
Yutaka Itoh Michimasa Muraoka

要 旨

電波法に基づいて設定された同期信号規格について説明し、新しく開発された同期結合とバースト制御発振器について述べている。

同期結合のうち水平結合としては、VTRのジッタにより生ずる残留ジッタと垂直同期期間に生ずる水平同期の曲り(乱れ)との関係を実験的に求め、この相反する性質をもつ両者のもっとも良いと考えられる状態を見いだした。

垂直結合としてはSLOW LOCKの上下振り分け方式とFAST LOCK(瞬時結合)を開発した。

カラーのバースト制御発振器としては出力位相変動を0.5度以下に押え、ジッタも0.3°_{p-p}程度のすぐれた特性を得ることができた。

1. 緒 言

最近のTV放送局におけるカラー化および番組制作運行の複雑化に伴い、局内装置の心臓ともいべき同期信号発生器にも高規格、高信頼度が要求されるとともに、同期結合を中心とする機能および性能の向上が必要となってきた。すなわちカラー放送は白黒放送に比べて、電波法上の規定の許容値が狭いうえ、局内の系統も複雑になり、各単体機器の仕様もそれだけきびしいものが要求され、装置の規格に再検討を必要とするに至った。

さらに放送局の規模の増大に加うるに技術的レベルの向上により番組制作や運行が複雑になる一方、自動化などにより合理化が進み、装置の安定度、動作の確実性が、より必要となった。

従来の装置は必ずしもこれらの要求を満足しているとはいえないので、TV放送局全システムの中での同期信号発生器の役割を検討し、特に

- (1) 電波法に基づく標準規格の設定
- (2) 同期結合関係の新しい機能の開発と性能の向上
- (3) 高性能バースト制御発振器の開発
- (4) 局内での同期系の調整管理のための装置の開発
- (5) 安定度の向上

などを行なった。

本文はこれらのうち同期結合関係を中心に、標準規格についての説明とバースト制御発振器について述べる。

2. 装置の概要

本装置はモノクローム部とカラー部に分かれており、この両者を合わせてカラー用同期信号発生器を構成する。モノクローム部は単体でも同期信号発生器と呼ぶが、カラー部は単体で使用するときは一般に副搬送波発生器と呼んでいる。

モノクローム部の出力信号は基本4パルスすなわち

- (1) 複合同期信号(S)
- (2) 帰線消去信号(BL)
- (3) 水平駆動信号(HD)
- (4) 垂直駆動信号(VD)

のほかカメラやモニタなどの偏向の直線性やカラーモニタのコンバージェンスを調整するための格子信号がある。これらの信号は装置内に持つ水晶発振器あるいはカラー部からの基本周波数信号より作

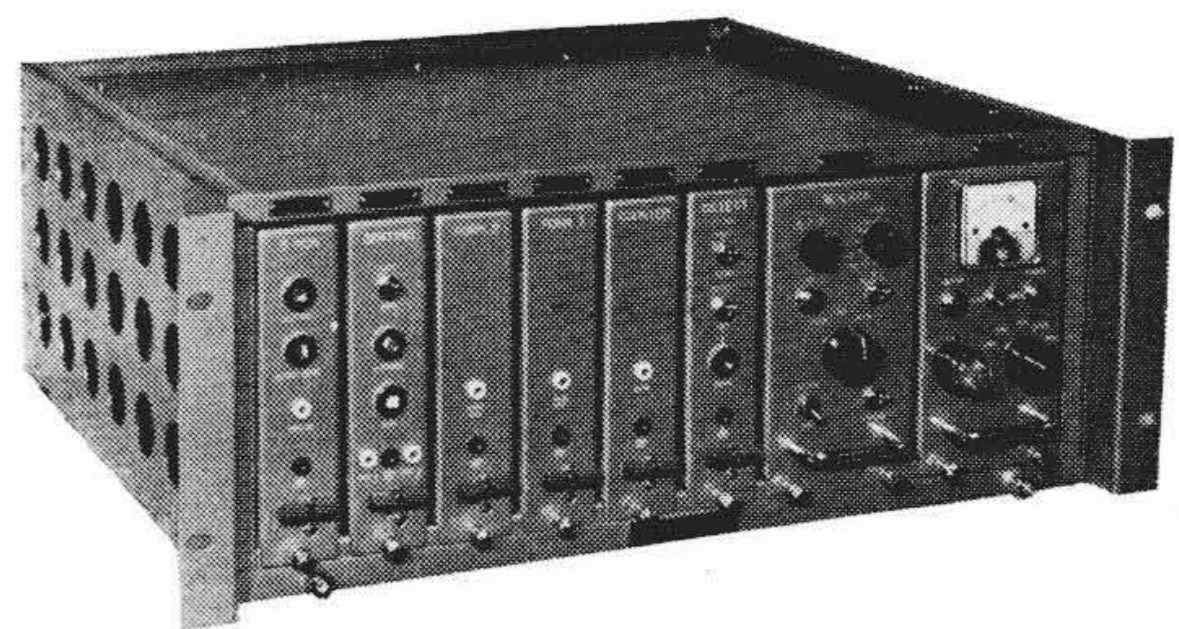


図1 モノクローム部

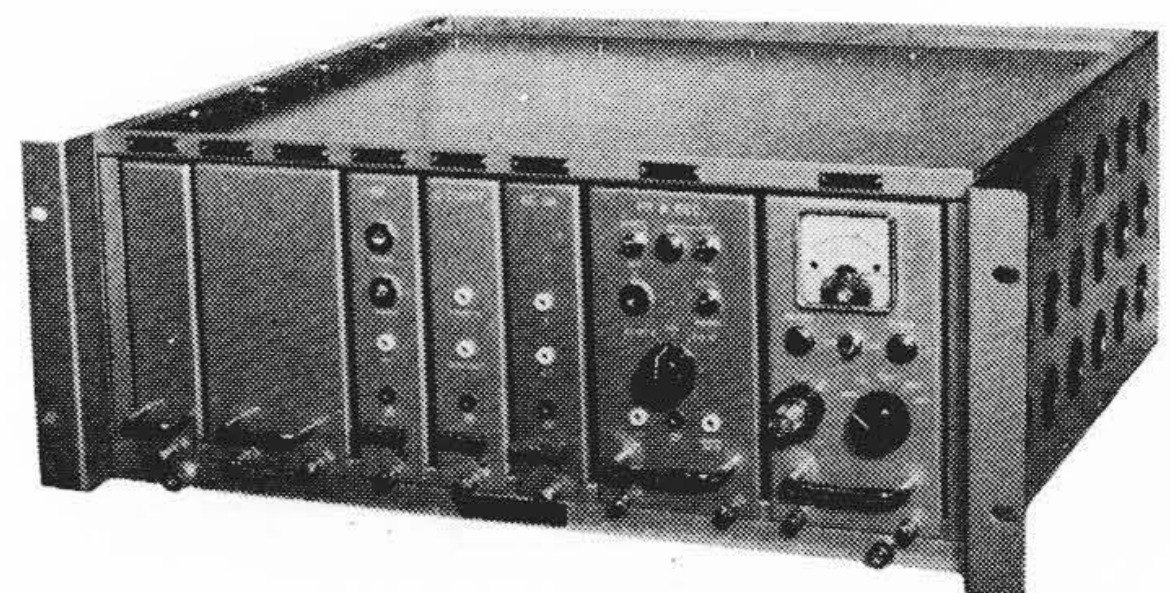


図2 カラー部

り出されるほか、他局すなわち別の同期信号発生器からの信号(S)に同期させることができる。この機能を同期結合(GEN LOCK ...GL)と呼んでいるが、われわれはこの同期結合に対し新しい方式と機能を開発した。

カラー部の出力信号は次のとおりである。

- (1) カラー副搬送波信号(SC)
- (2) 基本周波数信号.....31.5 kHz
- (3) バーストフラグ信号(BF)

SC信号は内部の精密な水晶発振器より得ているが、このSC信号もまた外部映像信号中のバースト信号に同期させることができる。これをカラー同期結合といい、このカラー同期結合を行なう装置をバースト制御発振器という。

本装置はこのほか、装置自体の動作状態の監視や局内での位相・パルス幅の調整および管理を容易にするための標準信号を出している。

図1および図2はそれぞれモノクローム部、カラー部の外観である。

3. 電波法に基づく標準規格の設定⁽¹⁾

図3に電波法のカラーTV信号に関する規定の一部を示す。図中

* 東京放送テレビ技術局

** 日立電子株式会社

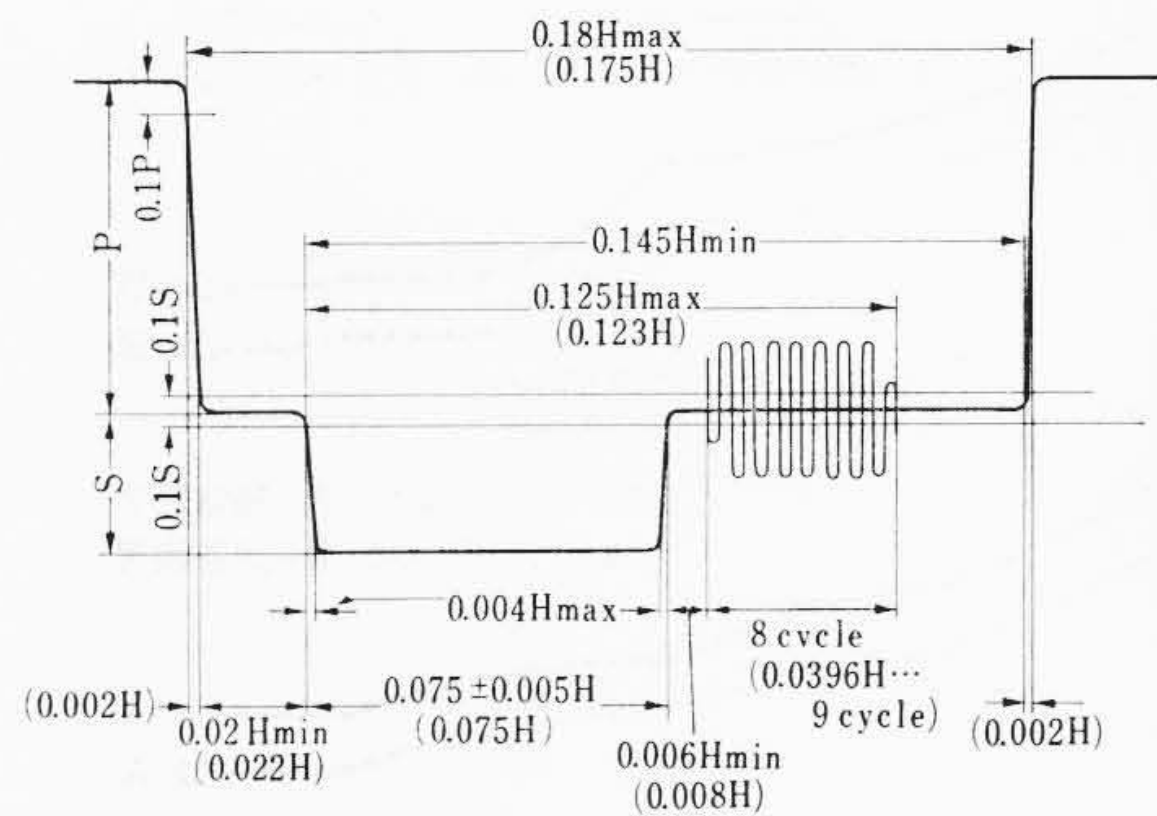


図3 水平帰線消去期間の電波法上の規定

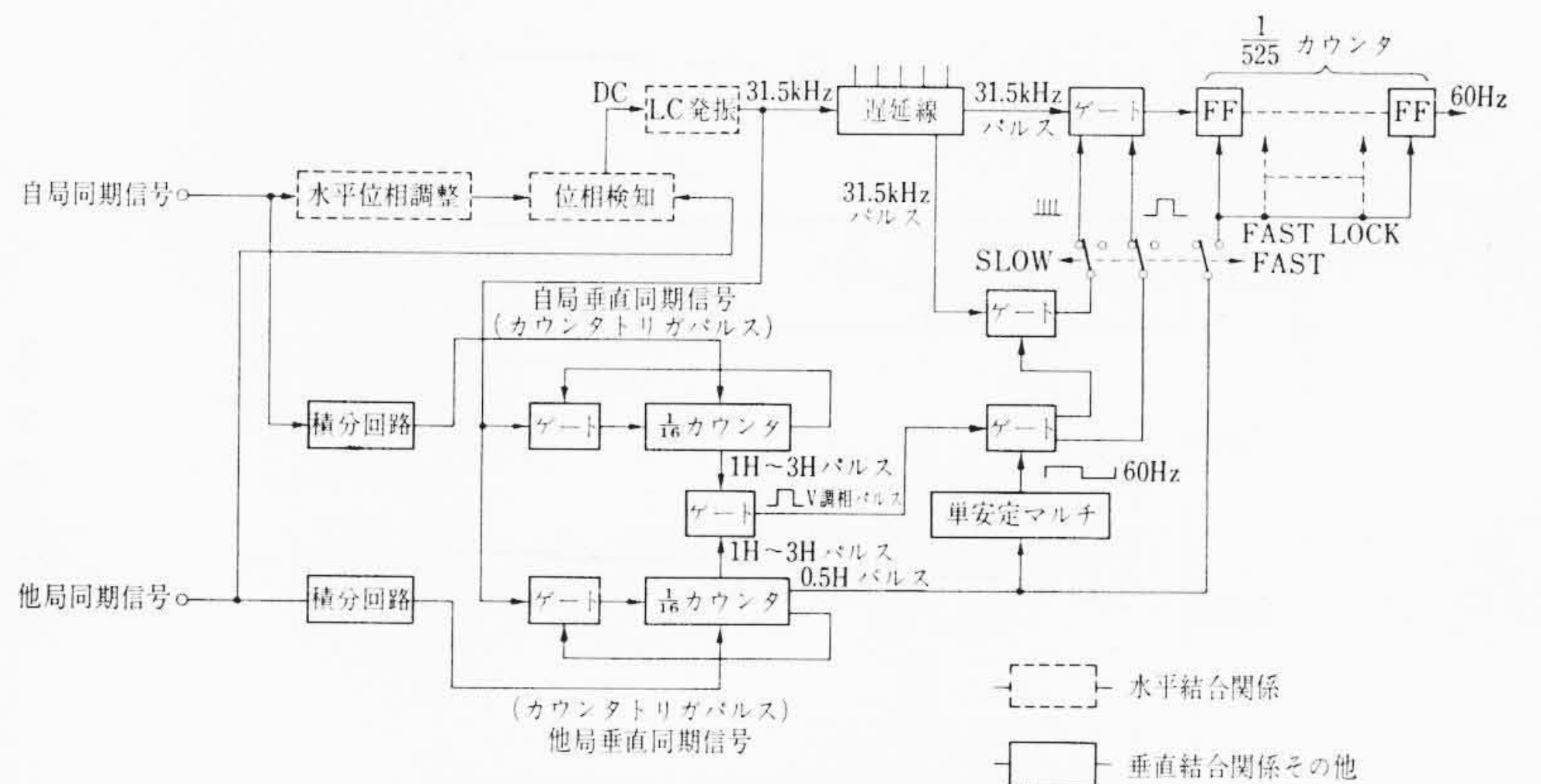


図4 同期結合回路系統図

表1 同期信号発生器出力波形規格表

	複合同期信号			帰線消去信号		駆動信号		格子信号		バーストフラグパルス
	水 平	垂 直	等 価	水 平	垂 直	水 平	垂 直	横 縞	縦 縞	
パルス幅	0.075 H	0.07 H	0.037 H	0.175 H	20.6 H	0.1 H	9 H	0.825 H	0.12 μ s	0.039H (2.48 μ s)
同許容値	± 0.002 H			± 0.1 H	± 0.004 H	$+0.005$ -0.05 H	± 0.01 H	± 0.05 -0.02 μ s	± 0.001 H	
同可変範囲	0									
前縁位相	0	—	0	0.022 H	3.522 H	0.022 H	3.022 H	—	—	-0.083 H (5.27 μ s)
同許容値	—	—	—	± 0.002 H		$+0.002$ -0.004 H		—	—	± 0.001 H
同可変範囲	0									
立上り時間	0.19 μ s 以下			0.4 μ s 以下	0.19 μ s 以下	0.4 μ s 以下	0.05 μ s 以下	0.17 μ s 以下		
立ち下り時間	2% 以下									
オーバーシュート	2% 以下									
サグ	2% 以下									
振 幅	4.0 V p-p			0.7 V p-p (セッタップ 7.5%)		4.0 V p-p				
同許容値	± 0.5 V p-p			— (セッタップ $\pm 2.5\%$)		± 0.5 V p-p				
同可変範囲	0			0.5~1.0 V p-p 以上		0				
極 性	負			正 (黒地白)		負				

()の値は以下述べる同期信号発生器の標準規格である。表1は同期信号発生器の出力信号の標準規格で、これら規格の単位のHは、水平同期信号の周期(約63.5 μ s)を1Hで表わしたものである。なお表中の許容値は、周囲温度 $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ の間の温度変化による変動も含めた値である。

電波法の規格はかなりきびしく、しかもその許容値は同期信号発生器ばかりでなく、同期信号がカメラに分配供給され、それによって作られた映像信号が放送されるまでに通るすべての装置に割りふらなければならない。したがって同期信号発生器の規格の許容値もいっそうきびしいものとなる。

次にこの標準規格のうち二、三について説明する。

(1) 水平帰線消去信号(H BL)の幅

H BLは電波法の規定値0.18Hmaxとの間に0.005Hの余裕をとり0.175Hとした。これは同期分配増幅器(PDA)やカメラ制御器(CCU)などでパルス幅が広がる場合の余裕である。

(2) フロントポーチ(FP)

H BLの前縁と後縁の立上り時間はCCUの特性によりほとんど決まり一般に0.002H(約0.13 μ s)前後である。FP変化の許容値を計算すると

$$\text{許容値} \leq 0.175 - (0.02 + 0.145 + 0.002 \times 2) = 0.006(\text{H}) \quad \dots \dots \dots (1)$$

となり、この数値からFPの基準値を0.022Hとした(電波法では0.02Hmax)。

(3) バーストフラグ信号(BF)

バースト信号の規定は最少8サイクルであるが、BF信号にて

抜き出すときの立上り、立下り時間を考えに入れ、BFの幅は9サイクル分を見込んだ。これが約0.04Hである。バーストの位相の規定は水平同期信号(H SYNC)の後縁より0.006Hminであり、この位相の許容値を計算すると

$$\text{許容値} \leq 0.125 - (0.075 + 0.006 + 0.04) = 0.004(\text{H}) \quad \dots (2)$$

となる。この数値からBFの基準位相をH SYNC後縁から0.008Hとした。これはH SYNC前縁より0.083H(=0.075+0.008)遅れた位相となる。BF基準位相を0.008Hにしたことにより、BFの位相の遅れと幅の広がりに対する余裕は両方合わせて0.002Hとなるので、これを配分してBFの許容差は位相幅とも ± 0.001 Hとした。

4. 同期結合

4.1 水平結合

同期結合(GL)は出力信号を他局(別の同期信号発生器)の同期信号に同期させるための機能であるが、これは単に周波数を一致させることばかりでなく、位相関係を一定にかつ安定に保つことが重要である。

図4に本装置の同期結合回路の系統を示す。

同期結合には水平結合(H LOCK)と垂直結合(V LOCK)があり、水平結合では次の点に改良を加えた。

- (1) 電波法に定められた水平同期周波数15.750 kHz $\pm 0.5\%$ の範囲で結合させ、周囲温度変化を安定にする。
- (2) 上期周波数範囲内での位相ずれを少なくする。

この位相ずれが大きいと入力信号の周波数が変わるたびに位

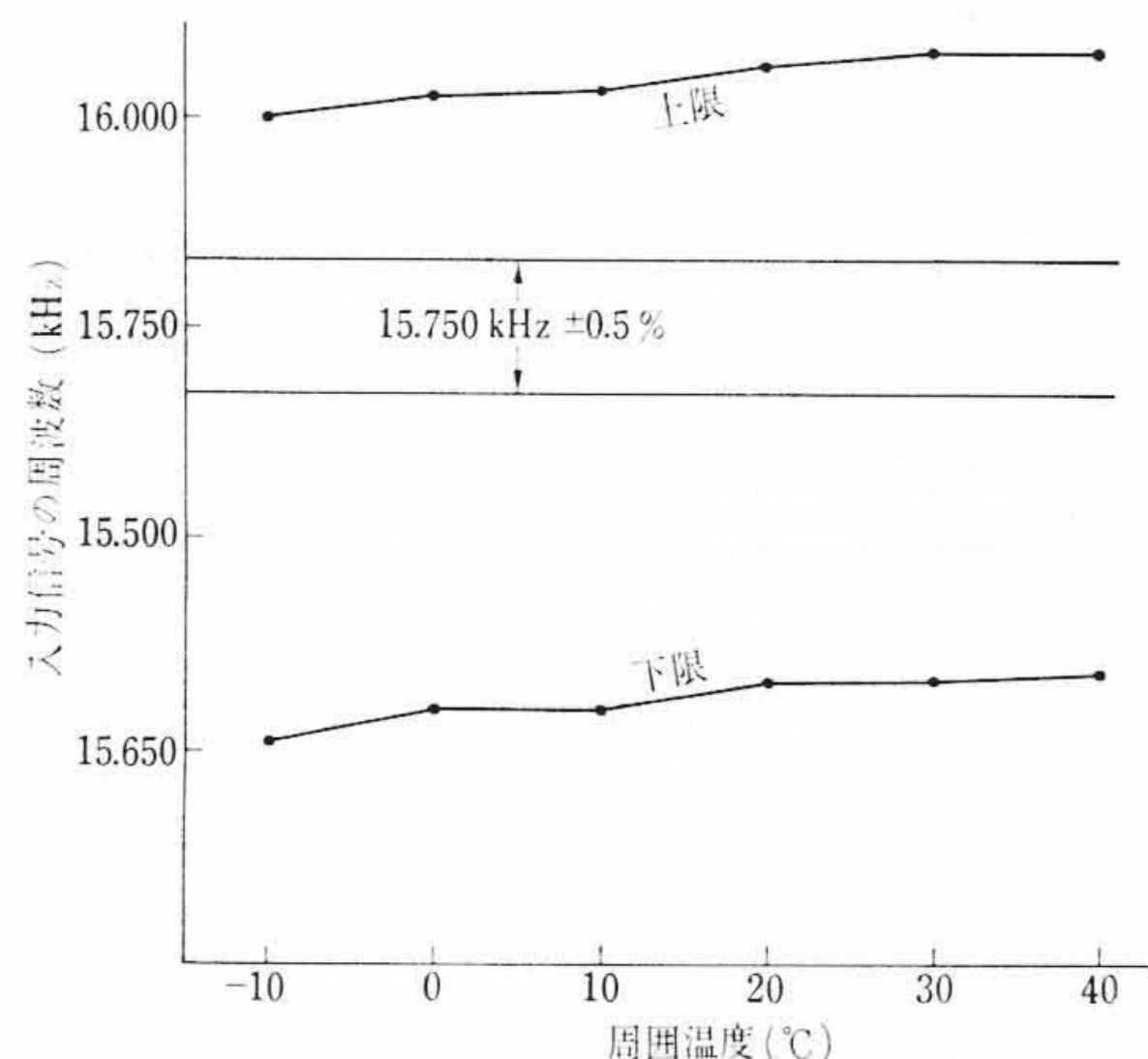


図 5 水平結合の結合周波数範囲の温度特性

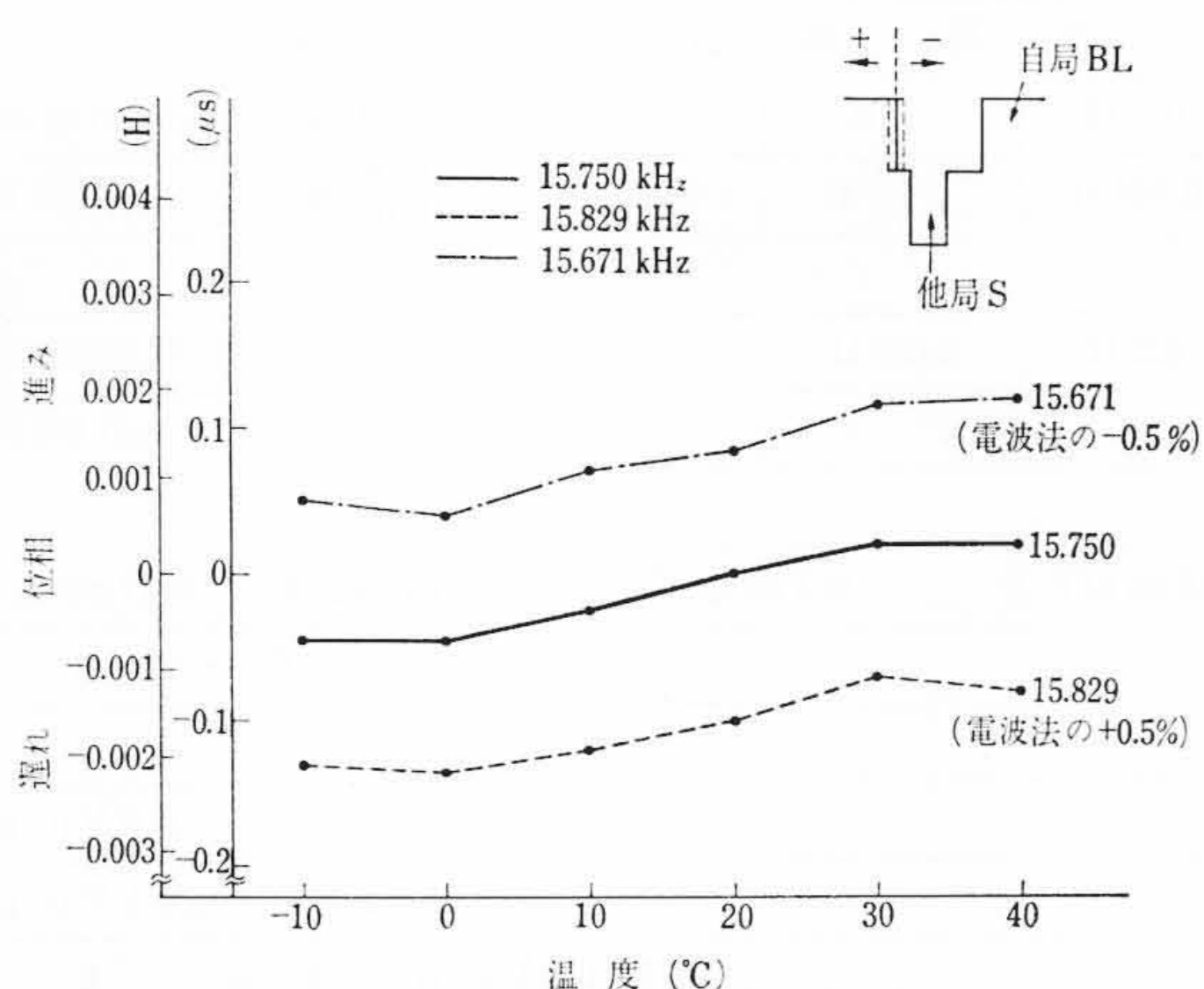


図 6 同期結合時の水平位相の温度特性

相調整を行わなければならない。

(3) 入力信号が簡易 VTR の再生信号のように位相変動(ジッタ)の多い信号にも十分追随し得るようにする。

この追随能力が悪いと入出力信号の間にジッタが生じ、スーパーした画と元の VTR 再生画像の間に左右のゆすれを生ずる。

(4) 入力信号の垂直同期期間での出力の水平同期信号の位相の乱れを防ぐ。

従来はこの乱れが生じ、垂直結合が完了するまでの間、画面に横方向の曲りが上下に流れていた。

以上の特性は、いずれも水平結合の AFC 回路の特性に関係しており、特に(2)位相ずれ、(3)残留ジッタ、(4)曲りは互いに深い関係にある。すなわち位相ずれと残留ジッタを少なくするためにはループ利得を高く、かつループの周波数特性を高域まで良くする必要があり、これに反し、曲りを良くするためには高域でのループ利得を下げなければならない。

図 5 は結合周波数範囲の温度特性を、図 6 は結合位相の温度特性と入力信号周波数を $\pm 0.5\%$ 変えたときの位相ずれを示したものである。この位相ずれの許容値はさきに述べたフロントポーチの許容値から $\pm 0.002H$ ($0.127 \mu s$) 以内を目標とした。

図 7⁽²⁾は受像機のラスト(画面)のゆすれ(ジッタ)が、どの程度まで許容できるかを表わしたもので、この図から残留ジッタの許容値を $0.05 \mu s_{p-p}$ とした。

図 8 の直線(a)は電波法の周波数変動率の規定(毎秒 $\pm 0.1\%$)から計算して得た映像信号の位相変動(ジッタ)の許容値である。

曲線(b)~(d)は 3 種類のループ特性について、出力信号の残留

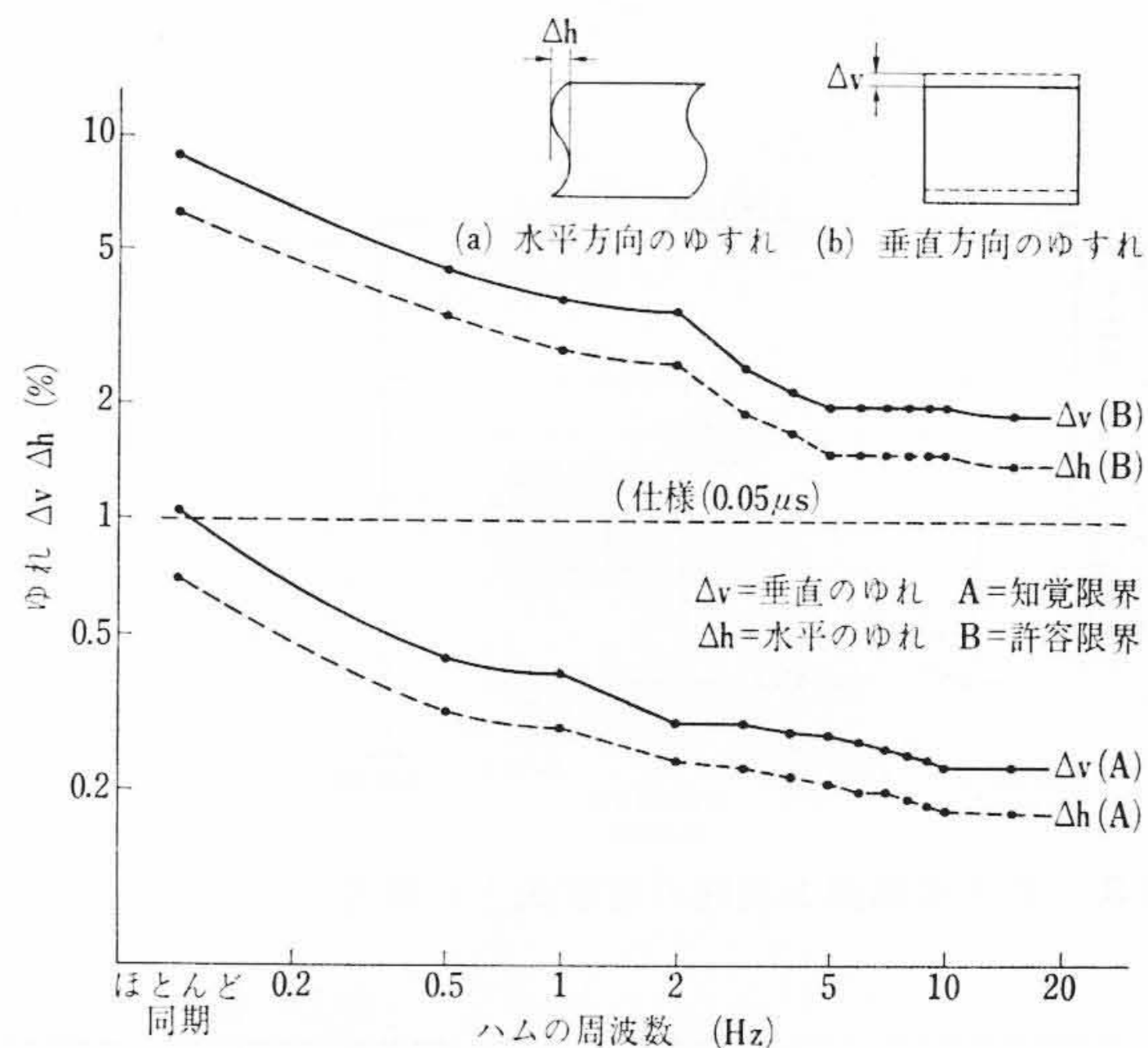


図 7 ラスタのゆすれの許容値

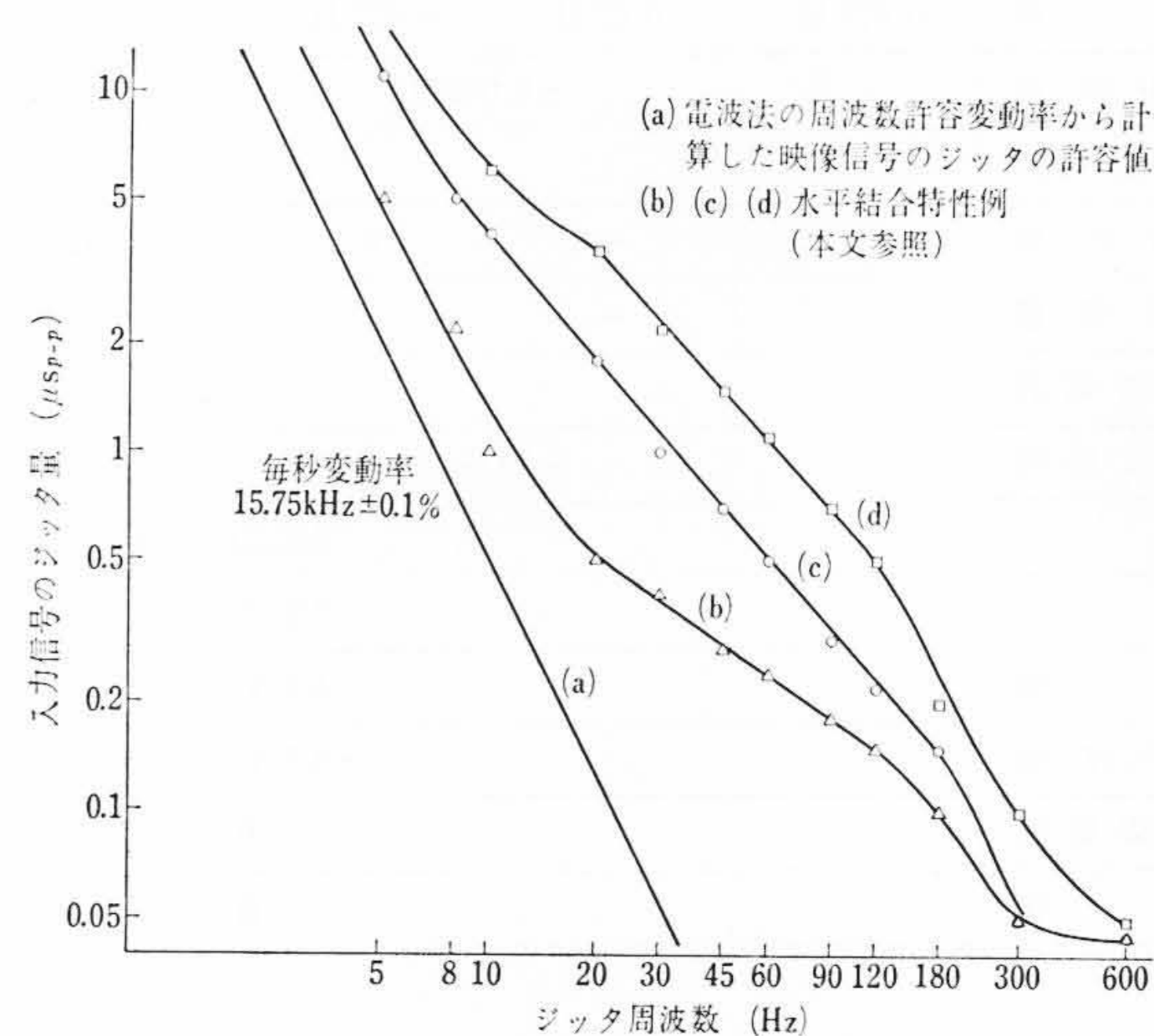


図 8 残留ジッタが $0.05 \mu s_{p-p}$ するときの入力信号のジッタ量

ジッタが $0.05 \mu s_{p-p}$ になる時の入力信号のジッタ量である。

さきにも述べたように残留ジッタと曲りとは互いに相反する条件のもとで良くなるため、この両者がともに良いと判断できる条件を見いだすことが問題であった。図 8 の曲線(b)の特性のものは残留ジッタも初期の仕様を満足し、曲りも非常に少ないものであったが、東京放送で実用したところ非常にまれではあるが、多少残留ジッタが目だつ場合があり、これをさらに改良して曲線(c)の特性を得た。これを残留ジッタ、曲り双方について、最も適当な特性と判断し、現装置の標準とした。その結果電波法の許容値の変動率[図 8 (a)]を持つ入力信号を加えたときの入出力信号間の残留ジッタは、図 9 の点線で示すように、ジッタの繰返し周波数が $1 Hz$ 以上では知覚限界をも下まわる良好な特性が得られた。

この特性の場合の曲りの(ない)写真は図 10 に示すとおりである。なお曲線(d)は図 11 の比較的曲りの多い場合の特性である。

これらの曲線(b)~(d)は周波数特性が異なるのみで直流付近でのループ利得に同じである。このループ利得は入力信号の周波数が $\pm 0.5\%$ 変動したときの位相ずれが許容値($\pm 0.002H$) 以内になるように決定されている。

4.2 垂直結合

垂直同期信号の繰返し周波数は水平同期信号の繰返し周波数から通降して得ているため、水平結合をすると自動的に垂直の周波数も合うのであとは位相合せを行えばよい。

この位相合せを垂直結合 (V LOCK) といい、この V LOCK に

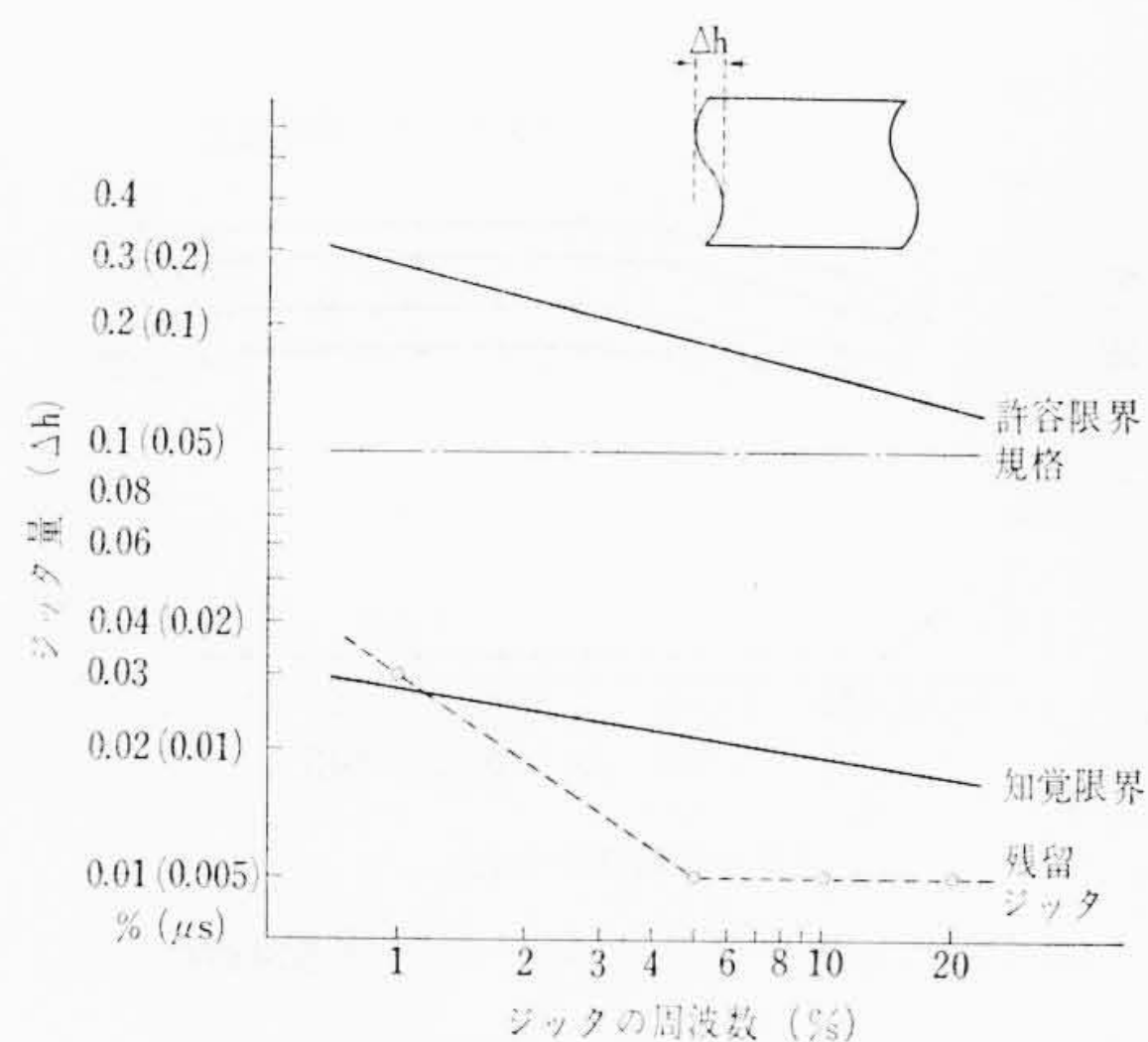


図9 水平同期結合の残留ジッタ

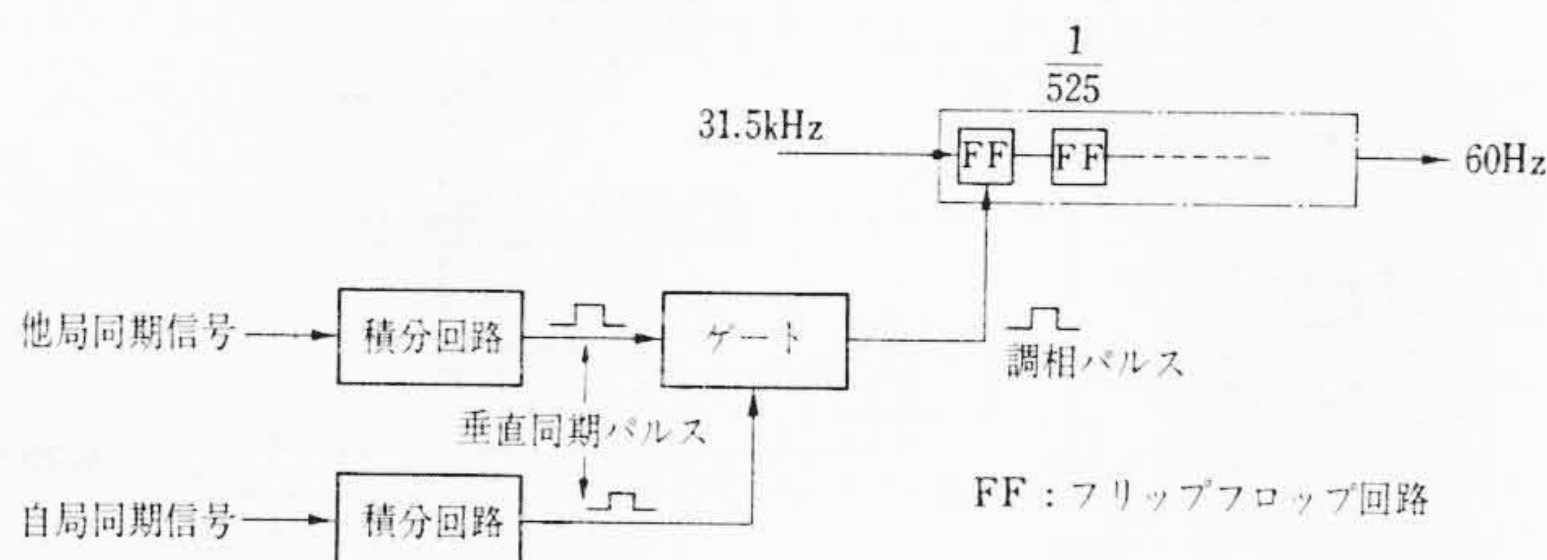


図12 従来の垂直結合回路

次の新しい方式を開発した。

4.2.1 SLOW LOCK の上下振り分け方式

図12に従来の方式の簡単な系統を示す。おのおのの積分回路により得られた垂直同期パルスはゲート回路で比較され、両者の位相が合っていないときは外部垂直同期パルスに相当した調相パルスを生ぜしめ、この調相パルスで自局の1/525カウンタを1フィールド当たり一定の数だけミスカウントさせることにより自局の垂直同期の繰返し周波数を変えて最終的に位相を合わせている。この垂直結合方式を **SLOW LOCK** と呼んでいる。この **SLOW LOCK** は一般には **LOCK** 期間中、すなわちミスカウント期間中は自局垂直同期を入力的外部垂直同期に対し単に一定方向にずらしている。この方式の欠点は、**GL** 時入力信号にはいった雑音や入力信号の瞬時断などにより **GL** 流れを生じやすいことにある。

この **GL** 流れは画面めくれあるいはロール現象とも呼ばれるもので、入出力間の垂直位相がわずかでもずれると画面1枚分のめくれを生じ、スーパーしたコマーシャルなどが垂直方向に流れる。この現象を避けるため、入出力信号の位相関係により、出力信号の位相を進めるか遅らせるかして、より近い位相に合わせる方式を開発し、「上下振り分け方式」と名づけた。この方式の開発により **GL** 流れは全くなり、かつ **LOCK** 完了に要する最大時間を従来の方式の半分にすることができた。

なお調相パルスの幅を1Hとすることにより、**V LOCK** 完了時にカメラなどの画像に与えるショックを少なくした。

4.2.2 FAST LOCK

前項の **SLOW LOCK** では **LOCK** 完了までに最大2.2秒の時間を必要とし、入力信号がいろいろと位相の違うものに切り換える場合、画面の1/2以下ではあるが、その都度画面めくれを生ずるのでこれを1/30秒以下で完了せしめる **FAST LOCK** を開発した。

この方式は **V LOCK** が瞬時に行なわれるので、移動中継そのほか **GL** のかけはずしの多い場合や、他局信号の切り換えがひんぱんに行なわれる場合に有効である。ただし **FAST LOCK** はカメラな

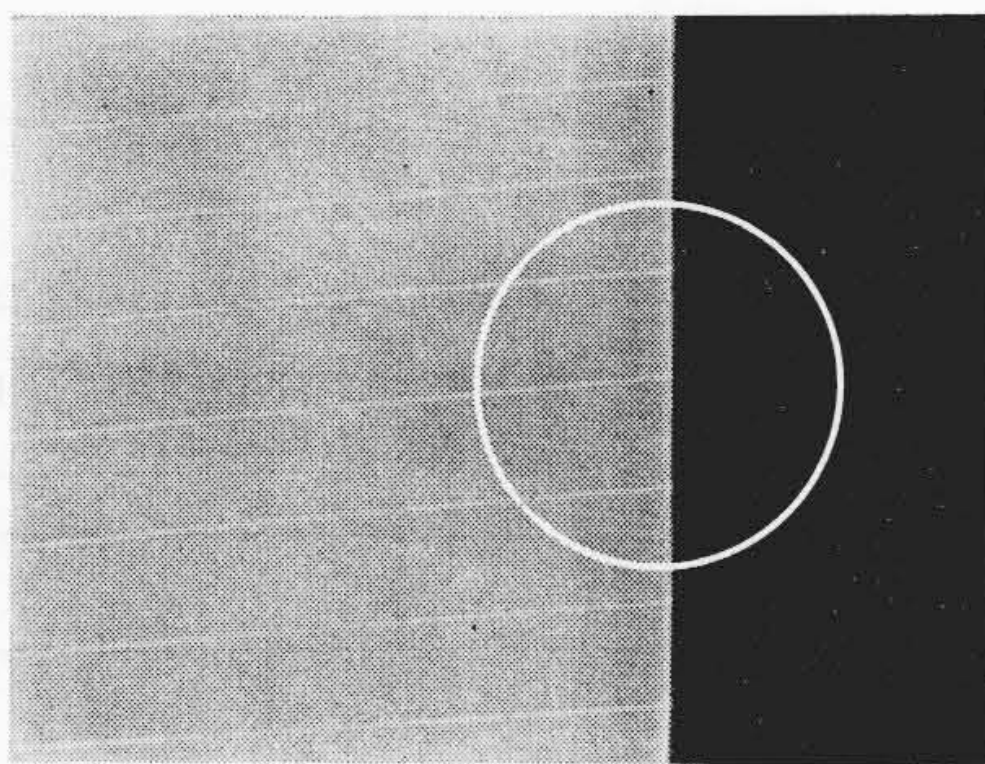


図10 同期結合時の水平同期信号の位相の曲り(例1)

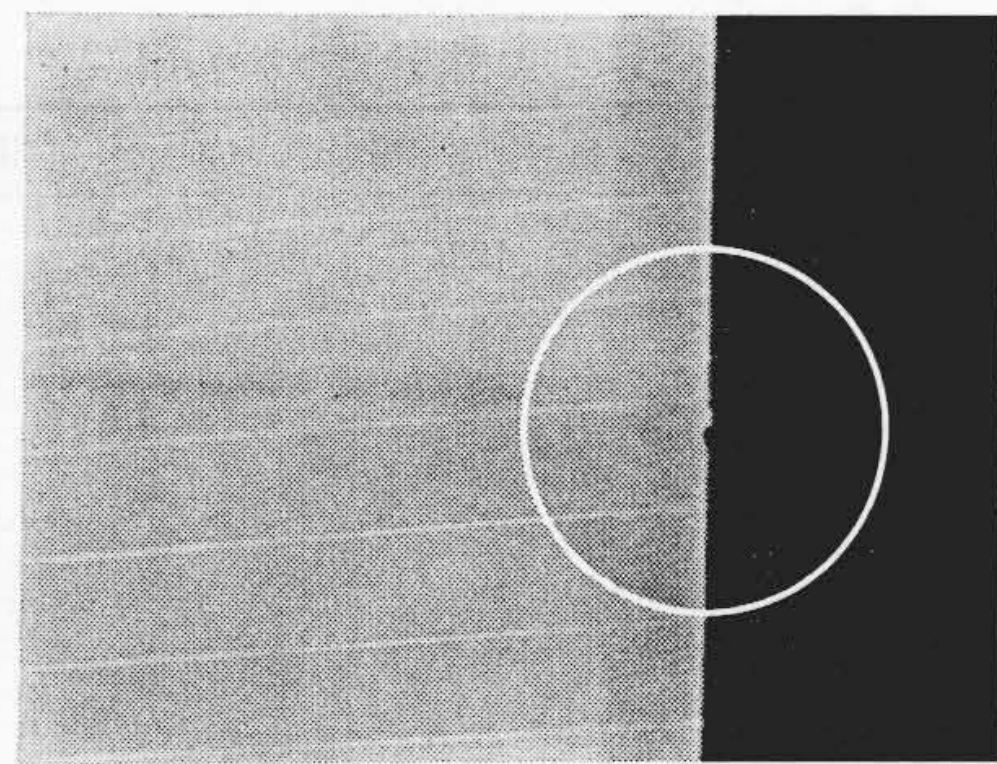


図11 同期結合時の水平同期信号の位相の曲り(例2)

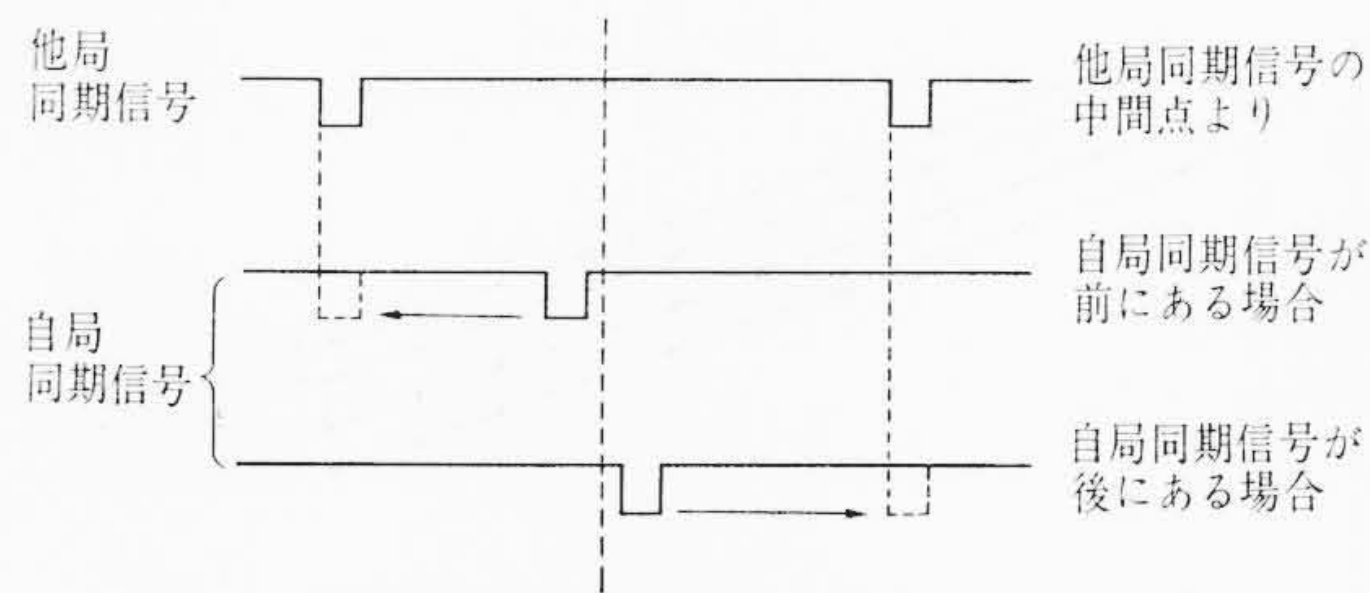


図13 SLOW LOCK 上下振り分け方式説明図

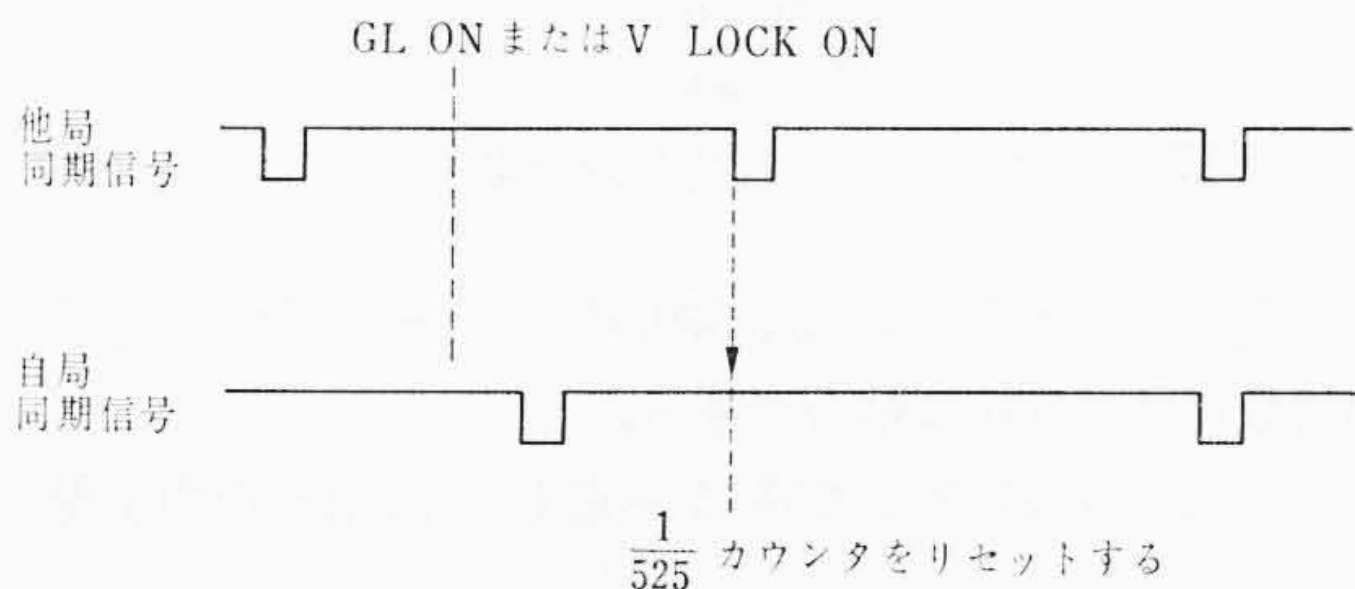


図14 FAST LOCK 説明図

どに異種の同期信号発生器と切り換えたのと同じくらいの画面上のショックを与えるため、放送中の同期信号発生器にあらかじめ **GL** をかける場合などには **SLOW LOCK** が望ましい。このように入力信号の状態や **GL** の使用目的により、この両者を使い分けることによって、これらの機能を十分に発揮させることができる。

図4の同期結合回路系統図に示すように、自局S、他局Sとも積分回路で垂直同期パルスをえたのち、そのパルスをそれぞれ1/16カウンタ回路により作り直すことにより、入力信号(他局S)の波形が悪く垂直同期信号の幅が変わっても、その数が4本以上あれば確実に **V LOCK** がかかるようにしてある。

SLOW LOCK は、1/525カウンタの前のゲート回路で入力31.5kHzパルスを調相パルス期間だけ抜き取るか、または位相の異なったパルスを加えるかして垂直同期信号の繰返し周波数を変えている。

FAST LOCK は他局垂直同期信号から作られたパルスで、1/525カウンタをリセットすることにより行なわれている。

図13と図14はそれぞれ **SLOW LOCK** 上下振り分け方式と **FAST LOCK** の動作説明図である。

5. バースト制御発振器

他局のカラー映像信号に自局のカラー映像信号をミキシングやワイプする場合には、両局の信号のバースト信号の周波数と位相は正確に一致していなければならない。バースト制御発振器 (**Burst Controled Oscillator...BCO**) は、この他局のバースト信号と同期したサブキャリア信号 (**Sub Carrier...SC**) を得る装置である。

BCO に要求されるおもな性能は、

表 2 カラーバーにおける各色に対する振幅および位相変化の検知限界

	振 幅	位 相
黄	12%	2
シ ア ン	8	1.5
緑	16	3.5
マゼンタ	5	5
赤	16	7
青	16	6

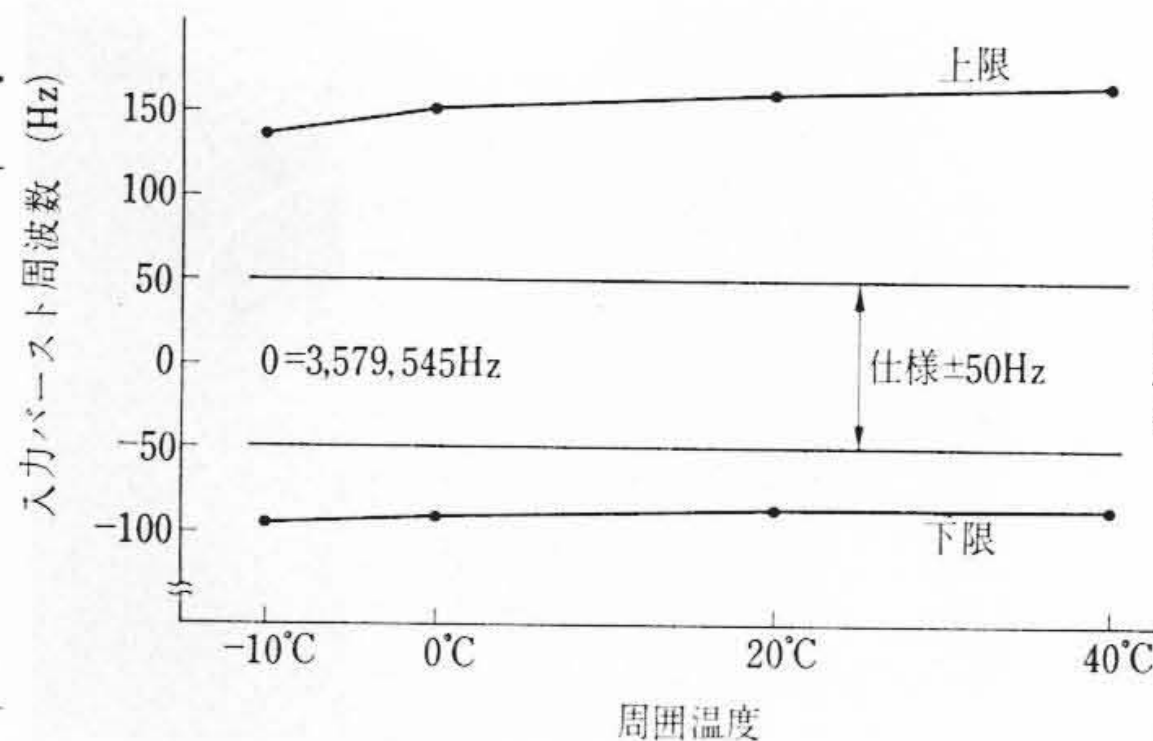


図 15 BCO の結合範囲の温度特性

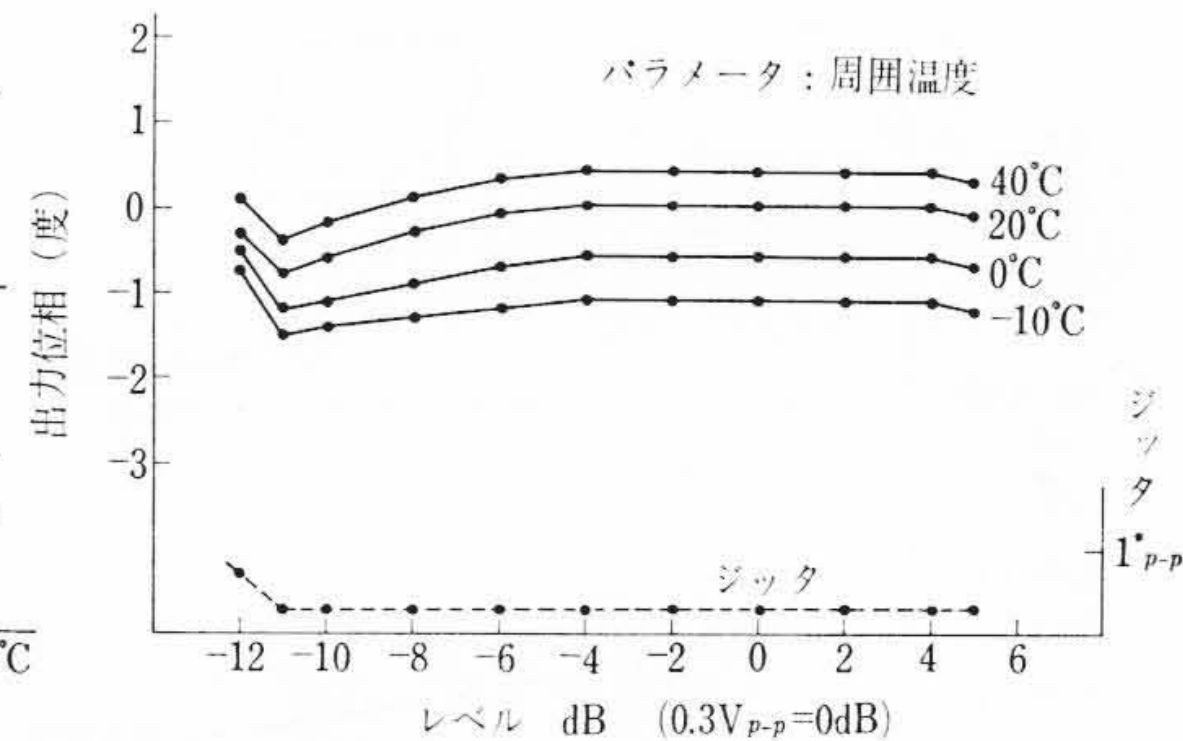


図 16 入力バーストレベル対位相特性 (ジッタ特性を含む)

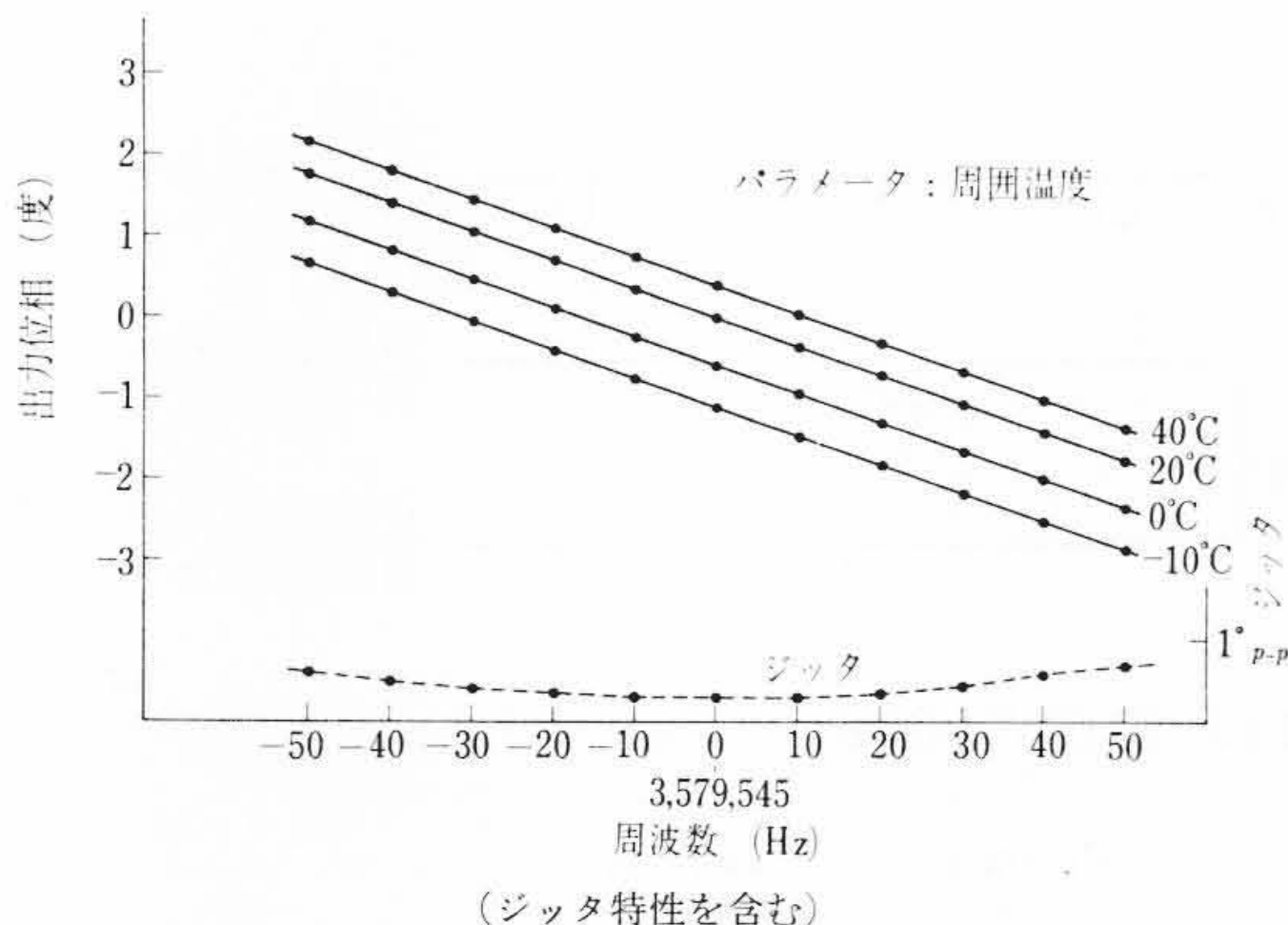


図 17 入力バースト周波数対位相特性 (ジッタ特性を含む)

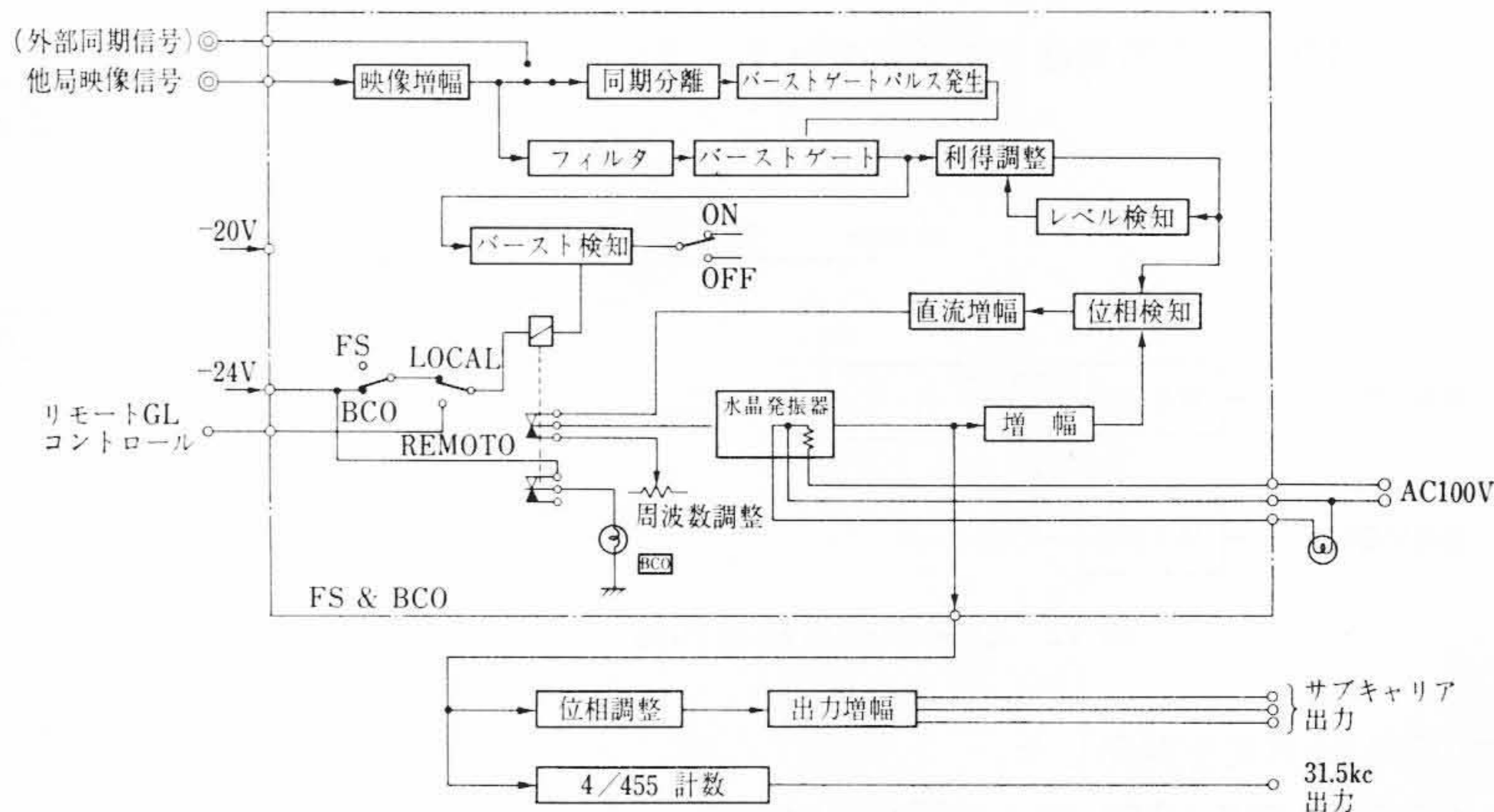


図 18 バースト制御発振器系統図

- (1) 電波法の SC 周波数 3,579.545 kHz $\pm$ 10 Hz の範囲より広い周波数範囲で安定に結合できること。
 - (2) 入力信号に対して常に一定した位相の出力が得られること。
 - (3) ジッタが少ないこと。
 - (4) 結合時のショックが少ないこと。
- などである。この BCO の設計に当たりこれらの性能についてまず入力信号の変動や温度変化などの使用条件を設定し、仕様の目標値を定めた。そのおもな条件および仕様は次のとおりである。

(1) 条 件

- (a) 入力信号：映 像 レ ベ ル 0 $\sim$ 1 V_{p-p} (APL 10 $\sim$ 90%)
バーストレベル 0.15 $\sim$ 0.5 V_{p-p}
同期信号レベル 0.15 $\sim$ 0.5 V_{p-p}
を組み合わせた信号

- (b) 入力バースト周波数：3,579.545 kHz $\pm$ 10 Hz

- (c) 周囲温度： $-10^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$

(2) 仕 様

- (i) 結合範囲：(a)(c)の組み合わされた条件のもとで
3,579.545 kHz $\pm$ 50 Hz 以上
- (ii) 位相変動：(a) $\sim$ (c)をそれぞれ単独に変えたとき、おのこの位相変動は ± 0.5 度以内
ただし(c)の周囲温度はこの場合設定温度 $\pm 10^{\circ}\text{C}$ とする。
- (iii) ジ ャ ャ : (a) $\sim$ (c)の組み合わされた条件のもとで
0.5 $^{\circ}$ p-p 以下

このうち位相変動に関する仕様は、表 2⁽³⁾に示す位相変化による色変化の検知限界の値から、最も検知されやすいシアン⁽³⁾の ± 1.5 度を、上記三条件に割り当てて定めた。

特性例として結合範囲の特性を図 15 に、バースト信号のレベル変化に対する位相特性を図 16 に、また周波数変動に対する位相特性を図 17 にそれぞれ周囲温度をパラメータにして示してある。

6. 結 言

同期信号発生器の出力信号の規格を電波法と局内のシステムより割り出して決定し、モノクロおよびカラー関係を中心として新しい機能ならびに各種の改良を加えた。本装置は東京放送における実用の結果、従来にないすぐれた性能を持ち、かつきわめて安定度が高いことが実証された。

本装置は TBE-35D 形をはじめとする一連の形式のカラー用同期信号発生器として製品化され、すでに多くの民間放送局においてすぐれた稼働実績をあげている。

以上説明したほかに、TV 放送局での複雑な同期系の調整管理に役だつシンクモニタや、バースト制御発振器と密接なつながりを持つ副搬送波移相器 (Phase Shifter) を新しく開発した。

今後の問題は IC 化にあり、われわれは現在の同期信号発生器の性能よりもさらに上まわるものを作ることを目的として、IC 化試作を進めている。

最後に、本装置の開発に当たりご支援くださった東京放送局のかたがた、ならびに関係各位に対し深く感謝する次第である。

参 考 文 献

- (1) 伊藤： 第 3 回民放技術報告会資料 32-34 (昭 41)
- (2) 石橋、白鳥： NHK 技術研究 第 29 号 1-7 (昭 31-12)
- (3) 井口： NHK 技術研究 第 44 号 49-53