

## 日立オートスライドプロジェクタ

Hitachi Auto Slide Projector

市村 信也\*  
Shinya Ichimura斎藤 一紀\*  
Kazunori Saitô谷添 利生\*  
Toshio Tanizoe

## 要 旨

音声とスライドフィルムを同期させ映写するオートスライドプロジェクタには、従来から国内外にわたり多種多様な方式があるが、それぞれ一長一短を有している。これらを検討、研究の結果、これからの時代に即応した新方式のオートスライドプロジェクタの商品化に成功した。本文ではこの方式の設計上の要点について述べ、従来方式との差異、特長などについて記している。

## 1. 緒 言

最近、情報産業の急速な発達に伴い、数多くの情報を的確に伝達、処理、制御しなければならなくなった。今までの情報の多くは、活字によるものであったが、テレビジョンが普及するに従って、視聴覚機器の重要性が欧米および日本などの先進国はもとより、東南アジアなどの開発途上の国々にも認識されはじめた。視聴覚による情報の提供は家庭教育にも社内活動にも営業活動にも積極的に利用されるようになり、国内各社ではかなり多くの会社がセールス活動、社内教育に視聴覚的手法を取り入れている。さらにこれら機器のいわゆるハードウェアに対し、ソフトウェア部門への大手出版社などの進出が最近めざましく行なわれつつある。このような背景下において従来の視聴覚機器の機能、性能などを調査検討し、それらから得た改良点を盛り込んだ新しいスライドプロジェクタを開発した。以下、本製品の開発の基本方針および設計の要点などについて述べる。

## 2. オートスライドプロジェクタの概要と設計の要点

オートスライドプロジェクタとは、従来のスライドフィルムによる静止画像に対し説明用音声を加し、自動的にスライドを交換し順次情報を提供するものである。この種製品については、アメリカにおいて古い歴史を有し特許報告などによれば第二次世界大戦中においても開発研究が進められていた。しかし、最近の音響機器、フィルム材の急速な発達、改良さらには利用範囲の拡大などにより新しい機能を有するハードウェアの出現が生じてきた。これらの新しいプロジェクタの条件を列挙すれば次のようになる。

(1) 移動が簡単で携帯に便利なこと。

情報の多様化、提供者、被提供者の増大で小形、軽量で移動の容易な機器が望まれる。

(2) 準備操作が簡単なこと。

生活テンポのスピードアップ、時間効率の向上などで情報提供時における準備操作を短少にする必要がある。

(3) 映写部、音声部、スクリーンがコンパクトにまとめられていること。

オートスライドプロジェクタの必要な最少機能が、従来のようにばらばらの状態でなく、一体にコンパクト化されたものが望まれる。

(4) 室内を暗くしないでも映写できること。

幻燈機というイメージからは、暗い室内で映写ということしか想起されない。新しい時代の製品としては、明るい室内でも見る人、操作する人が安心して映写できることが必要である。

(5) 画面と音声自動的に進行すること。

音声の内容に従って画面が自動的に進行することは、操作を容易にするだけでなく、見る人に機械を強く意識させないでスムーズに情報を受容させることとなる。これらのことから画面と音声は自動的に進行する必要がある。

(6) 製品は信頼性が高く、耐久性のあること。

投映時におけるトラブルは、教育時間のロス、営業活動への障害などに影響を与える。これら投映時に予想されるトラブルを取り除いた信頼性の高い製品であることは、利用率を高めることともなる。

図1はこれらの諸条件を考慮し開発されたSP-100形オートスライドプロジェクタの外観である。

図に見るように前面にディライトタイプのスクリーンをプリセット形に組み込み、カセットテーププレーヤを上面に有し、光学系、音響系およびフィルムチェンジメカニズムを内蔵しており、そのおもな仕様は表1のとおりである。

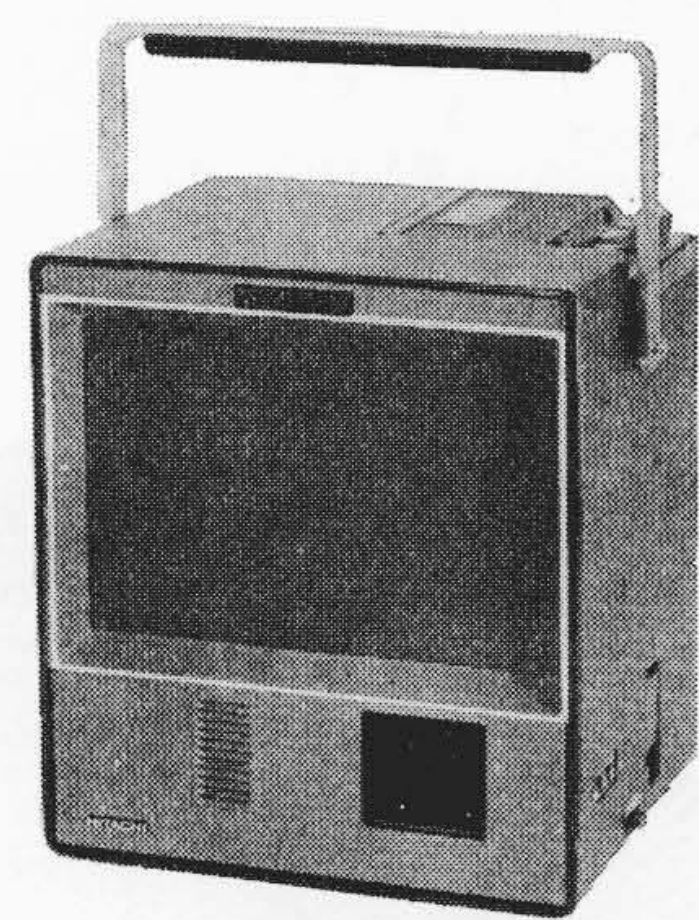


図1 SP-100形オートスライド  
プロジェクタ

表1 SP-100形オートスライドプロジェクタ仕様

|               |                        |
|---------------|------------------------|
| 定 格 電 圧       | 100 V                  |
| 定 格 周 波 数     | 50/60 Hz               |
| 消 費 電 力       | 180 W                  |
| 映 写 用 電 球     | 100 V 150 W            |
| 使用スライドフィルム    | 35 mm ライカ判ワンカット        |
| ス ラ イ ド ト レ ー | 直線形隔壁タイプ (最大容量: 50 こま) |
| ス ク リ ー ン 寸 法 | 250 mm×165 mm          |
| 使 用 テ ー プ     | コンパクト・カセットテープ          |
| テ ー プ 速 度     | 4.75 cm/s              |
| 同 期 信 号 周 波 数 | 50/60 Hz (商用電源周波数)     |
| 重 量           | 6.5 kg                 |
| 外 形 寸 法       | 幅 280 mm×高さ 312 mm     |

\* 日立製作所多賀工場

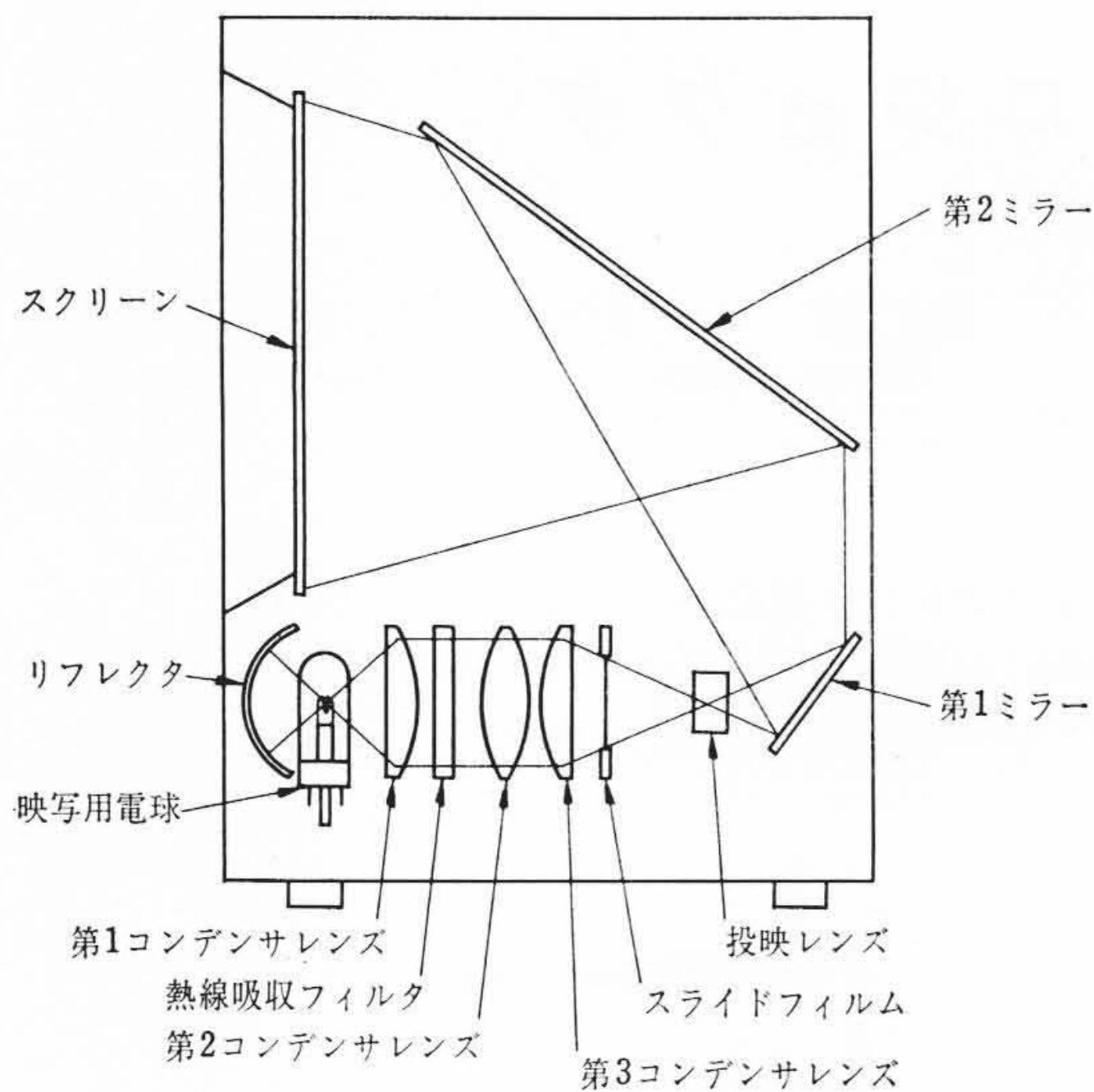


図2 光学系部品配置図

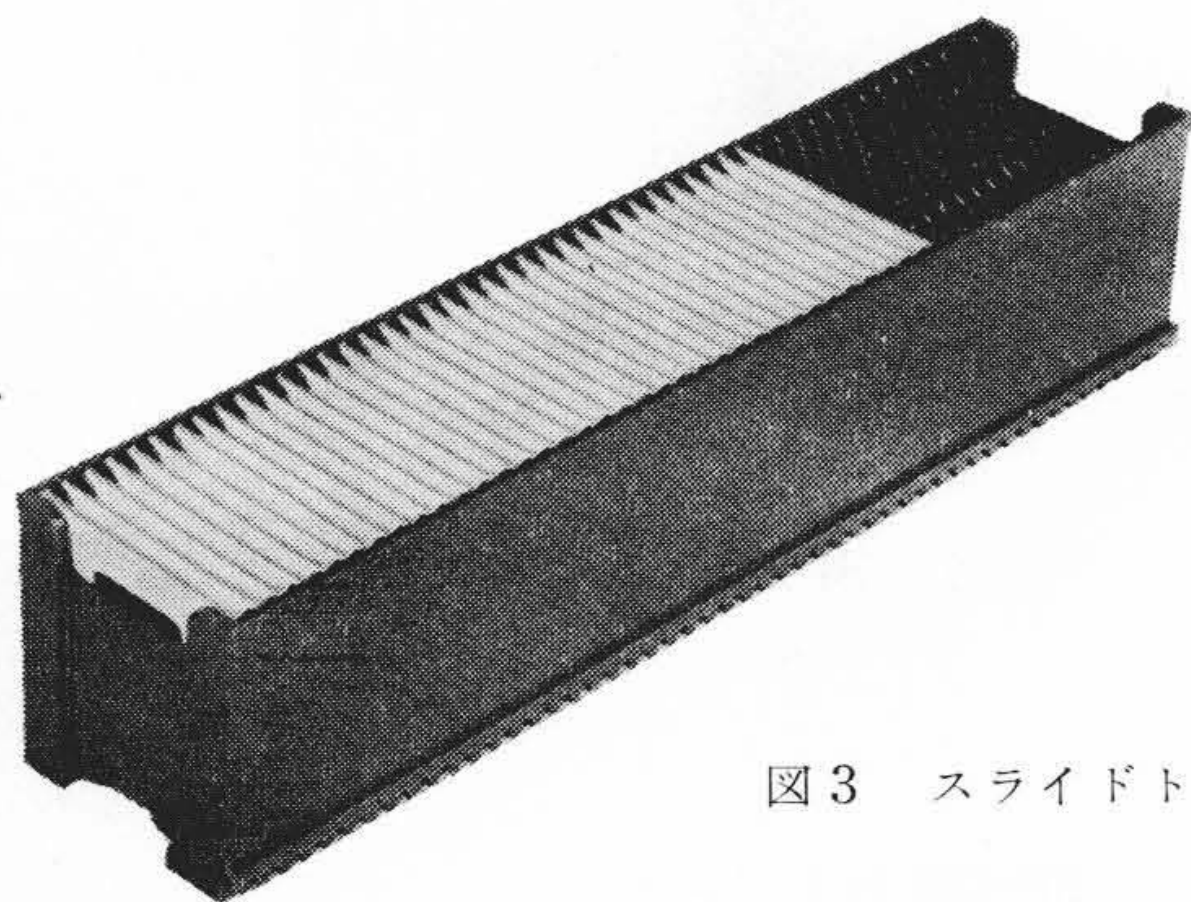


図3 スライドトレイ

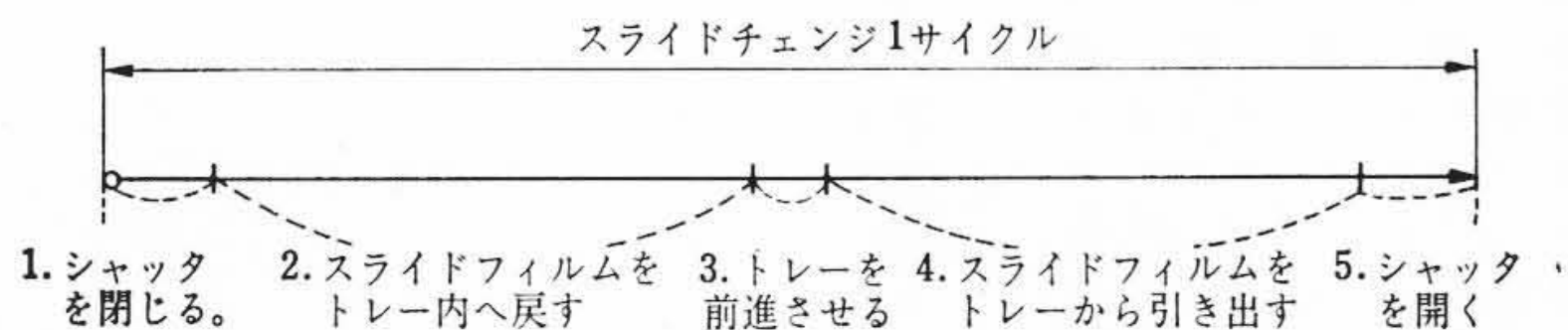


図4 スライドチェンジ1サイクル内容

### 3. 光学系とフィルムチェンジメカニズム

スライドフィルムにより映像を投射するためには、光学系とフィルムチェンジメカニズムを必要とする。以下、これらについて製品の概略を説明する。

#### 3.1 光学系

光学系部品はレンズ、熱線吸収フィルタ、反射鏡、スクリーン、映写用電球などでそれらは図2に示すように配置されている。

映写用電球からの光はリフレクタ(おう面鏡)により反射された光とともに3枚のコンデンサレンズにより、投射レンズの光心へ集光される。コンデンサレンズの過熱保護およびスライドフィルムの温度上昇保護のために第1コンデンサレンズと第2コンデンサレンズの間に熱線吸収フィルタを入れてある。スライドフィルムは第3コンデンサレンズと投射レンズの間にそう入され、その映像光線は投射レンズにより拡大され、第1ミラー、第2ミラーにより反射されスクリーン面に結像する。2枚の反射用ミラーは、ゴーストの発生を防ぐために表面反射鏡を使用している。スクリーンにはディライトタイプのリヤースクリーンを使用している。これはアクリル板の片面に拡散処理を施し結像面としたものである。投射レンズは製

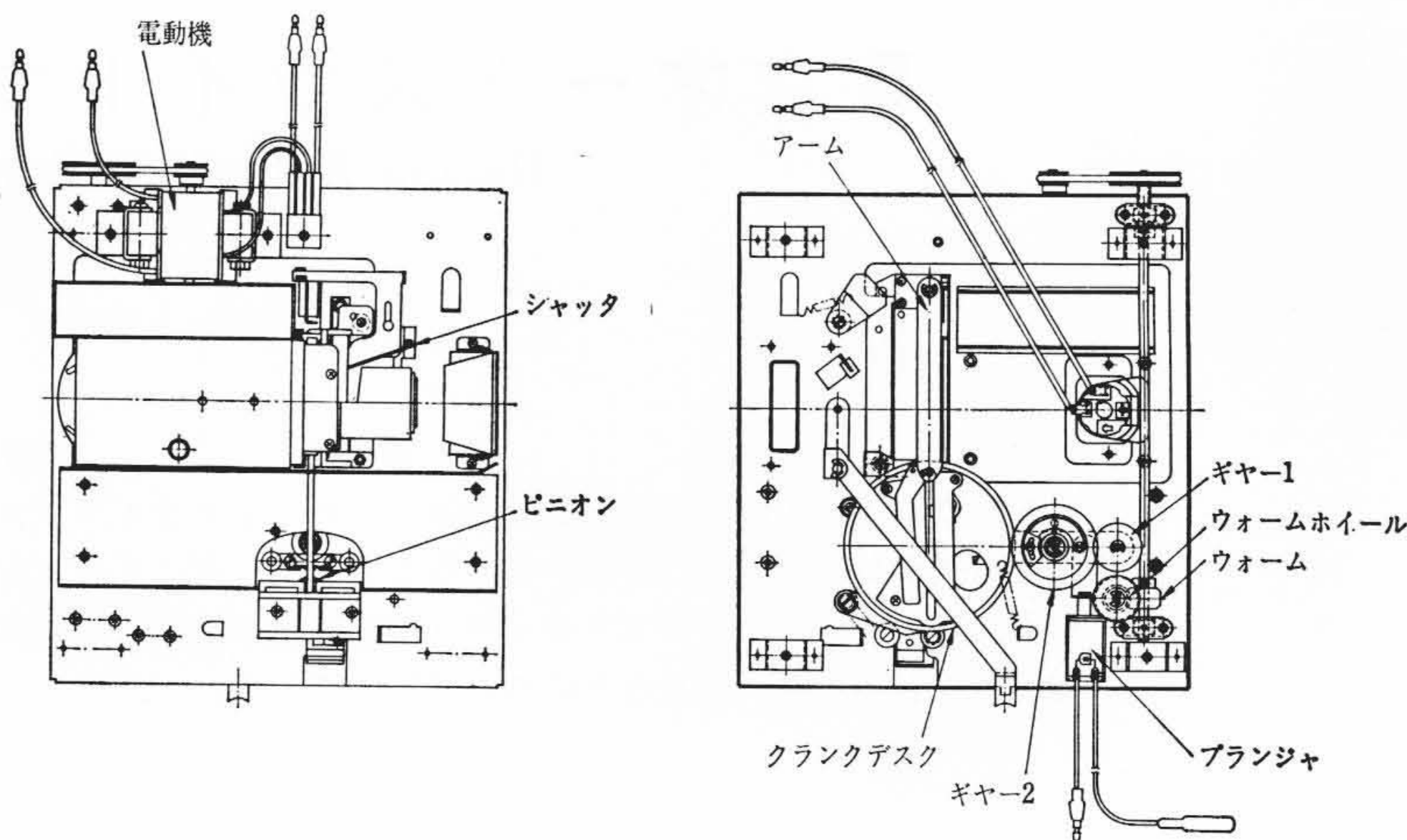


図5 スライドチェンジメカニズム

品の小形化のため、オプチカルパスを短くとれる短焦点レンズで焦点距離 36 mm のものを使用している。

#### 3.2 フィルムチェンジメカニズム

前述のようにスライドフィルムは第3コンデンサレンズと投射レンズの間にそう入される。このスライドは図3のように1枚1枚が隔壁により仕切られるスライドトレイにあらかじめ順番どおりに収納されている。このトレイには図のように全長にわたってラックが付けられていて、これに後述するピニオンがかみ合いトレイ全体を前進させる。このようなスライドトレイに収まっているスライドを順次交換するフィルムチェンジメカニズムはその1サイクルの間に図4のような運動を行なっている。1サイクルはスライドが投射状態にあることから始まり、スライドを動かす前にまずシャッタを閉じる。シャッタは図2において投射レンズと第1ミラーの間に置かれスクリーンへの全光量をさえぎる働きをする。シャッタが閉じたのちスライドはスライドトレイ内へ送り込まれる。次にスライドトレイを1こま前進させ、続いて新しいスライドをトレイから投射部へ送り込む。最後に閉じているシャッタを開放してフィルムチェンジの1サイクルが終了する。

このスライドチェンジメカニズムを示したのが図5である。ランプの冷却ファンを駆動する電動機からプーリによりウォームおよびウォームホイールが常時回転している。これに対し回転自在に取り付けられているギヤ1がブランジャの吸引によりウォームホイールにかみ合い、ギヤ2を経てクランクディスクを回転させる。このときギヤ1はブランジャの吸引時間が1サイクルより短くとも自己保持されサイクルが終了後自己保持が解除される構造となっている。スライドはクランクディスクに直結されたアームにより出し入れされ、アームおよびクランクディスクの動きに連動してシャッタ、スライドトレイを送るためのピニオンを動かすようプログラムされている。

### 4. テーププレーヤの方式とテープトラック方式

#### 4.1 テーププレーヤの方式

音声源としては、ディスク、トーキー、マグネチックテープなどが考えられるが、利用の容易なマグネチックテープを使用した。さらにマグネチックテープによるテープレコーダおよびプレーヤの方式には現在標準化されて使用している方式に三つのタイプがあり、それぞれの比較は表2のとおりである。これによりオートスライドプロジェクタに適するテーププレーヤはコンパクトカセットテープであることがわかる。

表2 テーププレーヤの方式

| タイプ                 | 小形軽量 | 操作性 | 録音の難易 | 価格 |
|---------------------|------|-----|-------|----|
| フィリップス形コンパクトカセットタイプ | ○    | ○   | ○     | ○  |
| オープンリールタイプ          | ×    | ×   | ○     | ×  |
| リアジェットタイプ           | △    | ○   | ×     | ×  |

## 4.2 テープトラック方式

オートスライドプロジェクタで再生するテープは、スライドチェンジを行なわせるための同期信号とナレーションさらに背景音楽などをそれぞれ録音する必要がある。この場合、特に同期信号と音声をおのおのどのトラックに録音するかが問題となる。そこでトラック方式を検討すると次のようになる。

## (1) 1チャンネルダブルトラック方式

この方式は図6(a)のようにテープをトラックに分け、再生チャンネルを1チャンネルにする方式でモノラル録音の方式である。この方式は同一トラック内へ音声と信号を多重録音し、同期信号は再生時に分離する。

## (2) 2チャンネルダブルトラック方式

図6(b)のようにトラックテープの上下をおのおの独立に使用した2チャンネル方式で、音声と同期信号はおのおの別トラックへ録音され、再生時には独立にヘッドを使用し再生する。

## (3) 2チャンネル4トラック方式

これはカセットテープにおけるステレオ録音方式で、図6(c)のようにテープを4トラックに分け、再生時2トラックから2チャンネルにピックアップする。この場合も2チャンネルダブルトラックの場合と同じように音声と同期信号は別トラックへ録音される。

これら3方式を総合的に検討の結果、コスト、テープ利用率、録音上の制約などから1チャンネルダブルトラック方式を採用した。

## 5. 同期信号回路

## 5.1 音声信号系ブロックダイアグラム

先に述べたようにテープトラック方式を1チャンネルダブルトラック方式にしたことにより、再生時同期信号の分離ということが必要になる。このことから音声信号系は図7のブロックダイアグラムのように構成される。

カセットテープ上に録音された信号(S)、背景音楽(M)、ナレーション(N)は同一の磁気ヘッドによりピックアップされる。音声はプリアンプ、メインアンプにより増幅されスピーカより出る。同期信号(S)はプリアンプにより増幅されたのち、信号分離回路により分離され信号のみが選択増幅回路により増幅されスイッチング回路を作動しスライドチェンジメカニズムのプランジャを吸引しスライドチェンジを行なう。一方、同期信号もメインアンプを通りスピーカに達するわけであるが、後述するように信号周波数を50~60Hzにすることにより、実際にはメインアンプの低域での増幅およびスピーカの低域再生がシャ断されているため気になるほどの雑音とはならない。

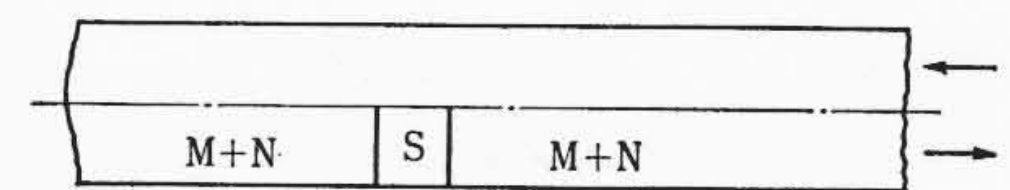
## 5.2 同期信号の仕様

1個の同期信号がフィルムを一こまだけ正確に送るためには、同期信号の時間幅、周波数、波形、録音レベルを規定する必要がある。以下これらについて述べる。

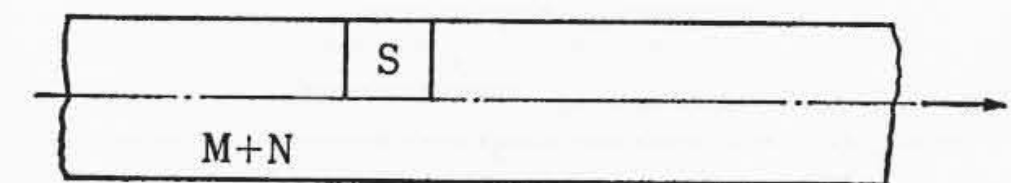
## (1) 時間幅について

同期信号の適切な時間を決めるためには図8のような諸量を考慮した。これらの諸量は次のような条件により決まる。

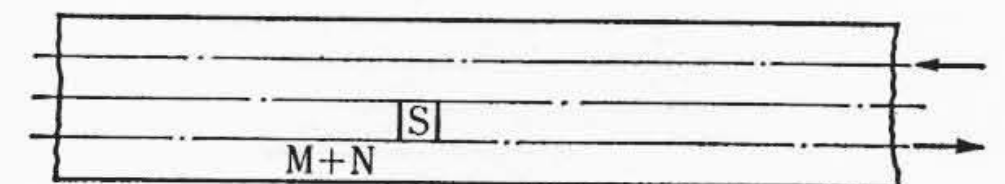
$T_r$ : 回路条件



(a) 1チャンネルダブルトラック



(b) 2チャンネルダブルトラック



(c) 2チャンネル4トラック

M: 背景音楽  
N: ナレーション  
S: 同期信号

図6 テープトラック方式

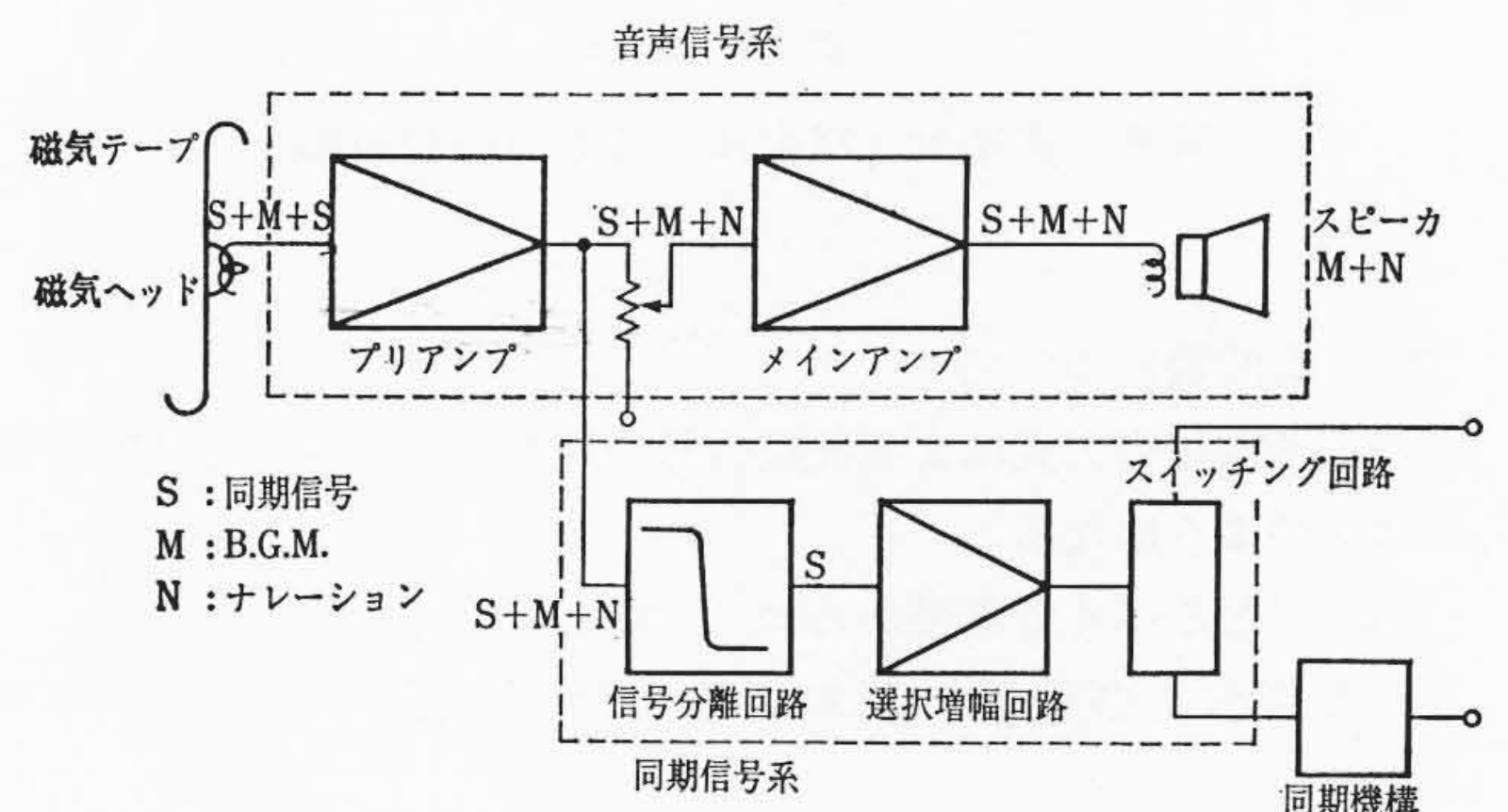


図7 音声信号系回路ブロックダイアグラム

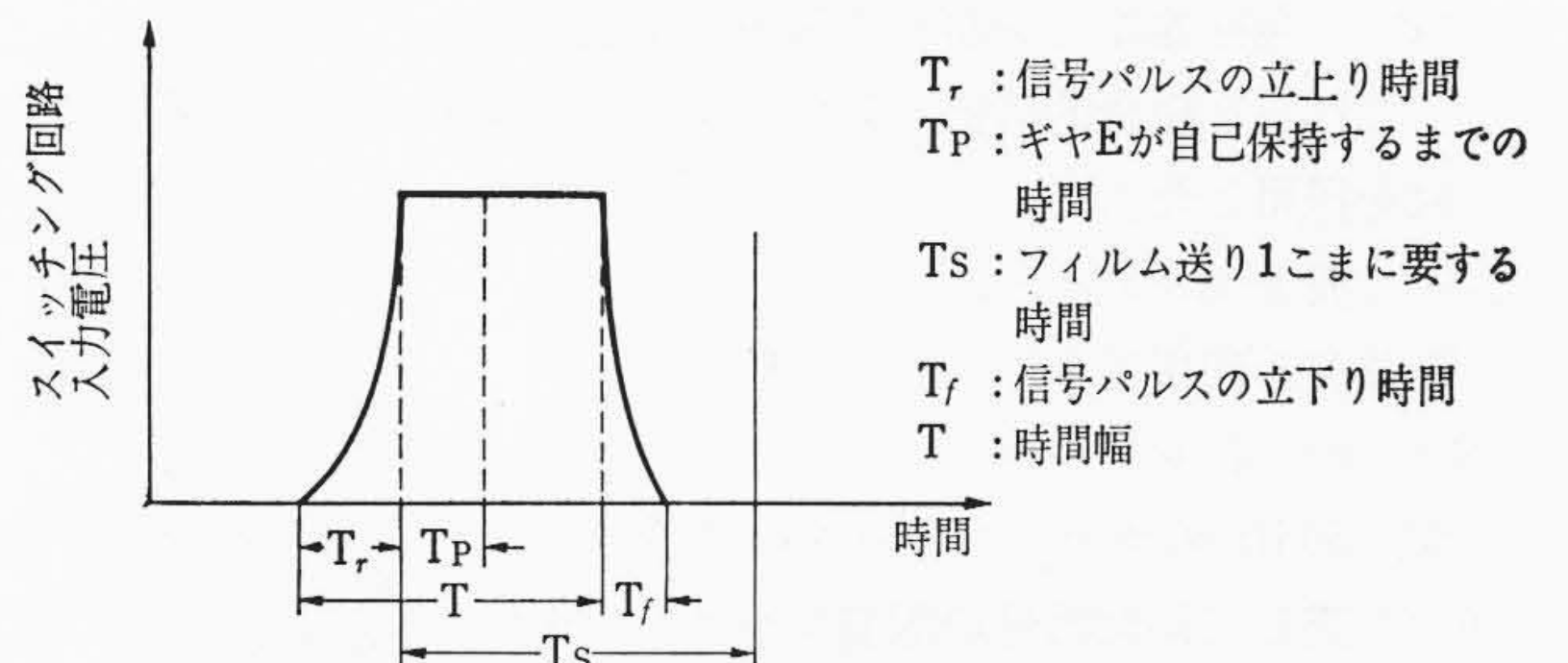


図8 信号パルス模型

$T_p$ : スライドチェンジメカニズム

$T_s$ : スライドチェンジメカニズム

$T_f$ : 回路条件

さらに図8から次の条件が得られる。

$T - T_r < T_s$ : 1個の信号で2こま送らない条件

$T > T_r + T_p$ : 1個の信号で1こま送る条件

よって  $T_r + T_p < T < T_s + T_r$

ここで  $T_r$ ,  $T_p$ ,  $T_s$  を実測の結果,

$T_r < 0.2 \text{ s}$

$T_p = 0.3 \text{ s}$

$T_s = 2.0 \text{ s}$

これから  $0.5 < T < 2.0$  を得る。

これにスイッチング回路の立上り時間を考慮して同期信号時間幅を、 $T = 0.8 \text{ s} \pm 0.2 \text{ s}$  とした。

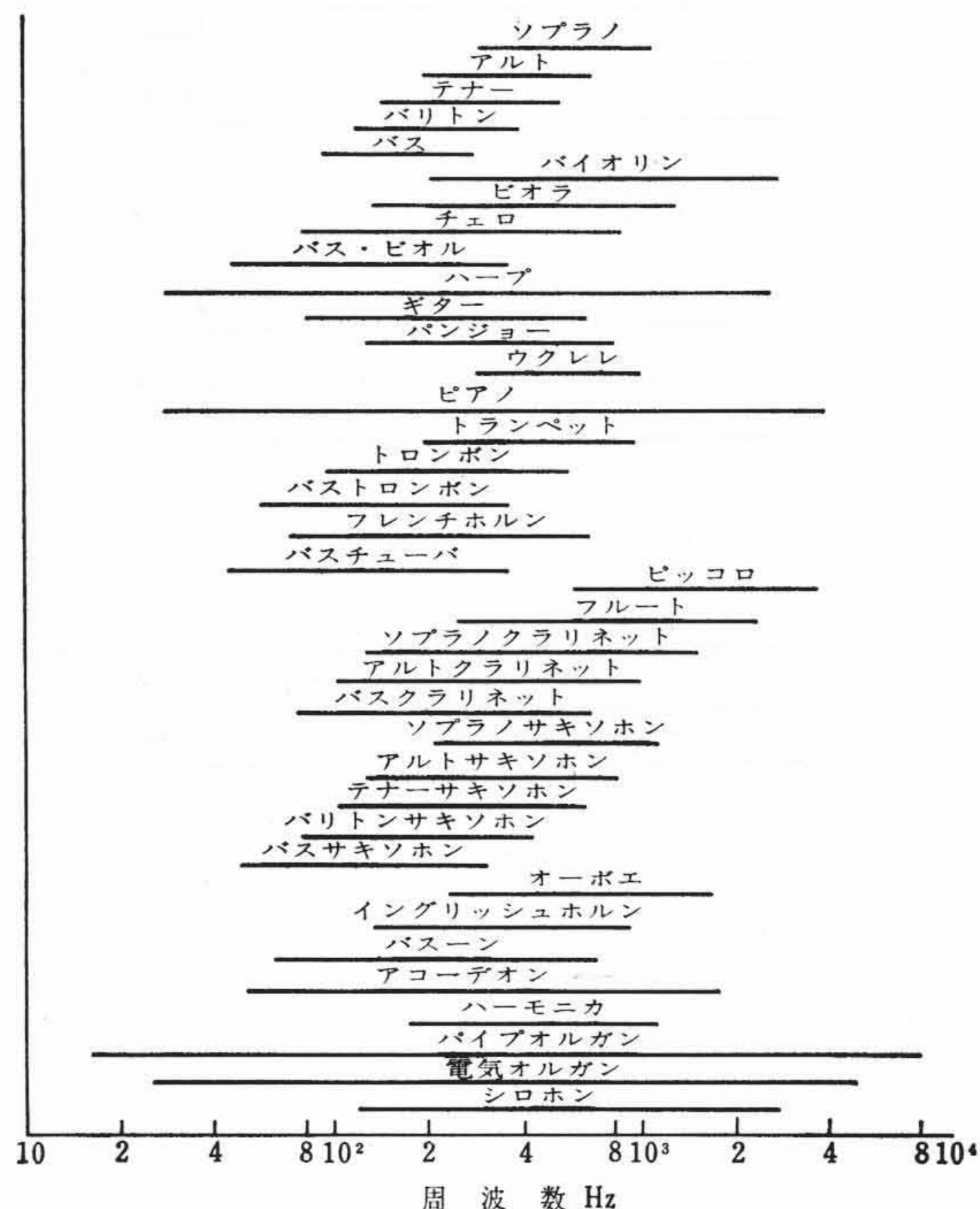


図9 声楽および楽器の基本周波数範囲

## (2) 周波数について

音声多重録音方式による同期信号の周波数を決定するための条件は次のようになる。

(a) なるべく音声帯からはずすこと

人声および楽器の基本周波数範囲は図9に示すとおりである。

(b) テーププレーヤの増幅周波数帯内であること

(c) カセットテープの録音周波数帯内であること

(d) 発振器などを要せず簡単に安価に得られること

これらを総合的に検討した結果、50、60 Hz の商用電源周波数を採用した。

## (3) 波形について

正弦波を使用した。

## (4) 録音レベル

50、60 Hz のカセットテープの録音特性、録音機の系全体の飽和を考慮して同期信号の録音レベルは、 $0\text{ dB } +2\text{ dB } -1\text{ dB}$  とした。ここで 0 dB はカセットテープに関する DIN 規格で、テープ上に録音された 333 Hz の正弦波信号で、250 pWb/mm の磁束密度である。

## 5.3 同期信号回路の設計

同期信号回路は図7に示すように、次の三つのブロックに分かれている。

(1) 信号分離回路

(2) 選択増幅回路

(3) スイッチング回路

また同期信号回路のインプットは、音声回路の途中からとるが、インプットの地点の条件は次のようになる。

(a) 音声ボリュームの制御から独立の点

(b) 音声系に雑音などの影響を与えない点

(c) できるだけ信号が大きい点

これらを考慮した結果、インプットは図7のように音声ボリュームの直前より取ることとした。

次に各ブロックの設計の手順を示す。ここで設計時の目標を次の

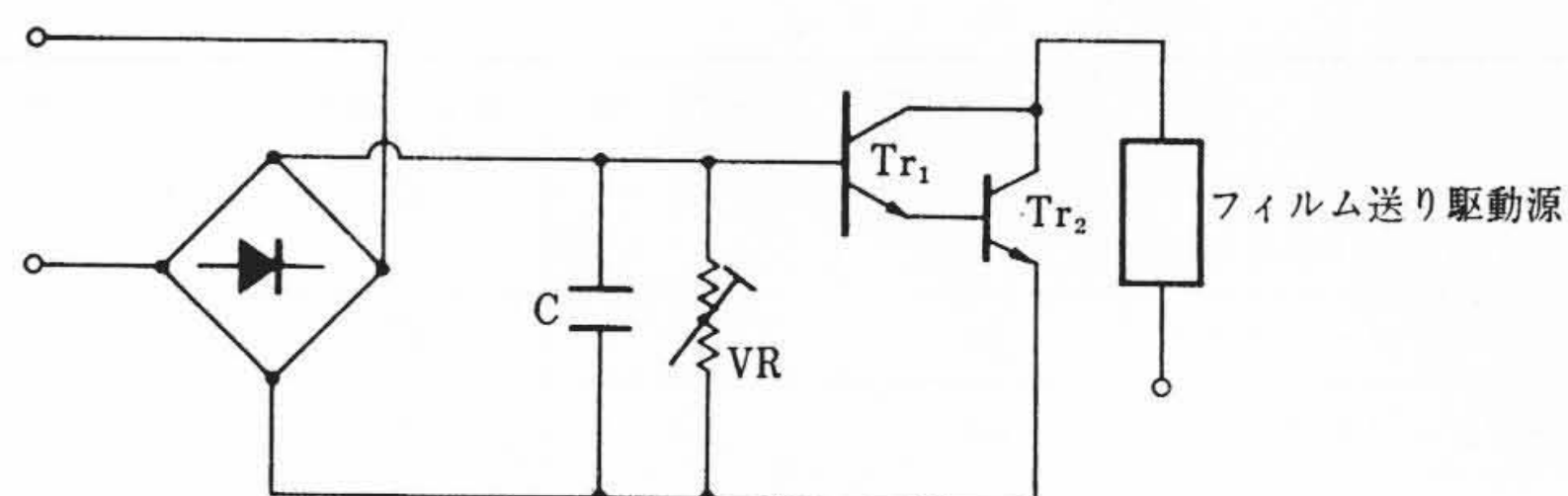


図10 スイッチング回路

ようにした。

(a) 信頼性が高いこと (温度、湿度、振動、外乱に対し誤動作せず、回路の系が安定であること。)

(b) 安価であること

(c) 簡単な構造であること

(d) 小形であること

(e) オートスライドプロジェクタ本体への取付けが容易であること

(f) 交換、補修が容易に行なえること

## 5.3.1 スイッチング回路の設計

スイッチング回路はフィルム1こま送りについて1回開閉させる。さらにプロジェクタを1回使用するとに、最大50こま使用するため15分ぐらいの間に50回開閉させることになり開閉ひん度は激しい。そのためスイッチング素子にはトランジスタを使用した。スイッチングの安定性を増し、増幅回路を安価にするため図10のようにダーリントン接続とした。

また同期信号は、正弦波でスイッチング回路に送り込まれてくるため、スイッチングトランジスタのトリガとして使うためには、方形パルスにしなければならぬ。そのためダイオードで整流して、コンデンサにより平滑した。

## 5.3.2 信号分離回路の設計条件

信号分離回路の入出力は次のものである。

入力： 音声と同期信号の混合されたもの。

出力： 同期信号のみ通過し、ほかの音声信号は減衰させる。次に信号分離回路の仕様を決定するために次の諸元を考慮し決定した。

(1) シャ断周波数  $\omega_c$  (分離回路の種類)

同期信号周波数が 50、60 Hz であることから、 $\omega_c = 65\text{ Hz}$  のローパスフィルタを使用した。

(2) 減衰量

次のことを考慮した結果 18 dB/oct とした。

(a) テープ上における録音レベル

音声録音に際しては 65 Hz 付近の周波数は録音の際、録音器入力端に 120 Hz をシャ断周波数として 20 dB/oct の減衰量を有するハイパスフィルタを接続して低周波の音声をカットする。

(b) カセットテーププレーヤのヘッドからプリアンプ出力端までの周波数特性

(c) フィルタ出力端における同期信号対音声のレベル比

(3) 負荷インピーダンス

150 k $\Omega$  とした。

(4) 許容振幅比

65 Hz において許容振幅比を 3 dB とした。

(5) 減衰極の有無

無極性とした。

(6) 段数

減衰量より 3 段とした。

表3 Active Filter の 利 点

| 項 目       | Active Filter              | Passive Filter (L.C.R) |
|-----------|----------------------------|------------------------|
| 選 択 度 (Q) | 高くとることが可能                  | 低 い                    |
| 他回路との結合   | ほとん ど ない                   | 大 き い                  |
| 部 品 調 達   | 市販の標準部品のみから構成されているため調達しやすい | 特殊部品があるため調達しにくい        |
| 部 品 の 価 格 | 安 価                        | 高 価                    |
| 寸 法       | 小形にすることが可能                 | 大 き い                  |

以上の条件を満足するローパスフィルタには、LCR 素子による Passive Filter とトランジスタ帰還形の Active Filter が考えられる。そこでこの両者を比較した結果 (表 3) 利点の多い Active Filter を採用した。以下この Active Filter の設計について述べる。

### 5.3.3 Active Filter の設計

Active Filter には次に示す種類がある。

#### (1) NIC+RC

(NIC=Negative Impedance Convertor)

#### (2) Gyrator+RC

#### (3) Transducer+RC

この 3 種の中で素子のばらつきおよび負荷インピーダンスに対し比較的安定でかつ安価につくれる (3) を採用した。

回路は素子数の少ない Butter Worth 形、無極性のものを使用した。そのほか前述のとおり段数を 3 段、減衰量を 18dB/oct 以上、しゃ断周波数  $\omega_c=65\text{ Hz}$  とする。

ローパスフィルタの伝送関数を  $G(S)$  とすると、無極性であることを考慮して次のようにおく。

$$G(S)=\frac{A_0}{(S^2+2\delta S+1)(S+1)}\cdots\cdots\cdots(1)$$

ここに、 $A_0$ : 定 数  
 $S=j\Omega$  ( $\Omega$ =正規化された角周波数)  
 $\delta$ : 制 動 係 数

$$G(S)=G'(S)\times\frac{1}{S+1}\cdots\cdots\cdots(2)$$

(2) 式の  $1/S+1$  の項は、CR1 段ラダーを  $G'(S)$  にカスケードに接続して実現する。  $1/S+1$  はほぼ 6 db/Oct となる。(1) 式の伝送関数をもっている典型的な回路は図 11 a, b である。図 11 a, b の回路の伝送関数は (3) 式に示すようになる。

$$\frac{A_0}{R_1R_2C_1C_2(j\omega)^2+\omega_c\left\{(1-A_0)C_1R_1+C_2R_2\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\right\}(j\omega)+1}\cdots\cdots\cdots(3)$$

$A_0$ : トランジスタの増幅率

(1) 式と (3) 式を比較して (4) (5) 式を得る。

$$\frac{1}{R_1R_2C_1C_2}=\omega_c^2\cdots\cdots\cdots(4)$$

$$\left\{(1-A_0)C_1R_1+C_2R_2\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\right\}\omega_c=2\delta\cdots\cdots\cdots(5)$$

図 11 a, b を比較すると、a では  $\delta$  が  $C, R$  のばらつきばかりでなく、非常に許容差の大きい  $A_0$  に依存する。しかし b では  $C, R$  にしか依存しない。このことから b の回路を採用した。(2) 式より  $G'(S)$  では 12 dB/oct 以上の特性を出せばよいため (6) 式が成立する。

$$12\text{ dB}\geq 20\log\left|\frac{G'(2j)}{G'(j)}\right|\cdots\cdots\cdots(6)$$

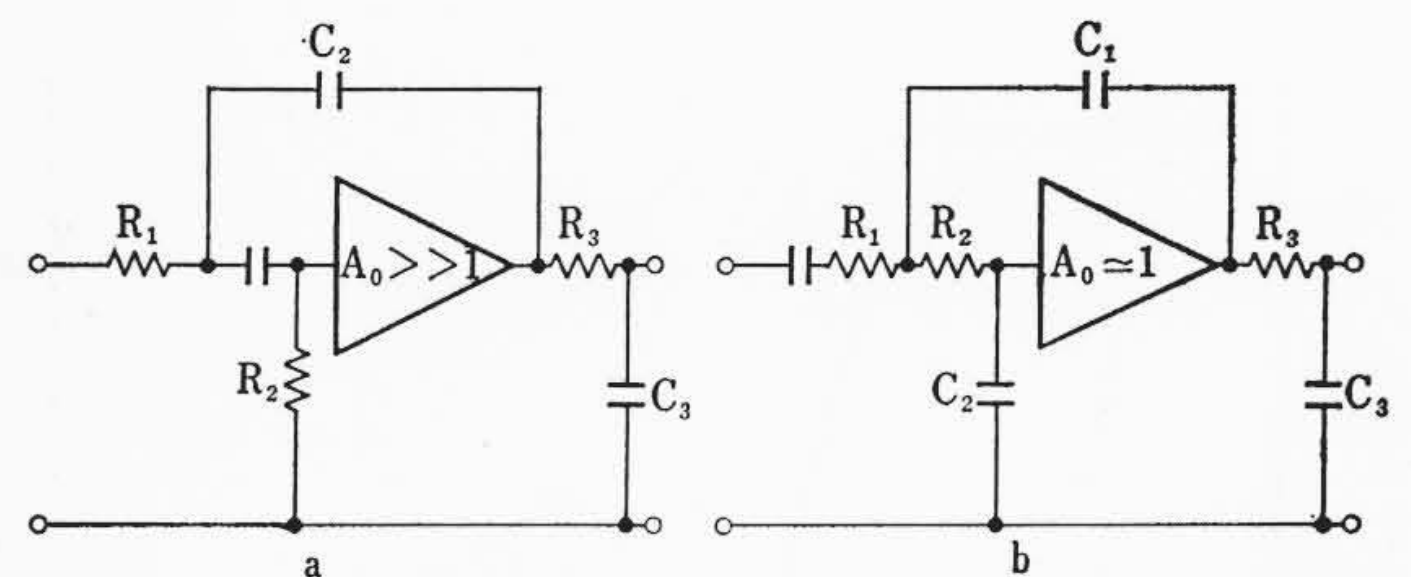


図 11 フィルタ回路

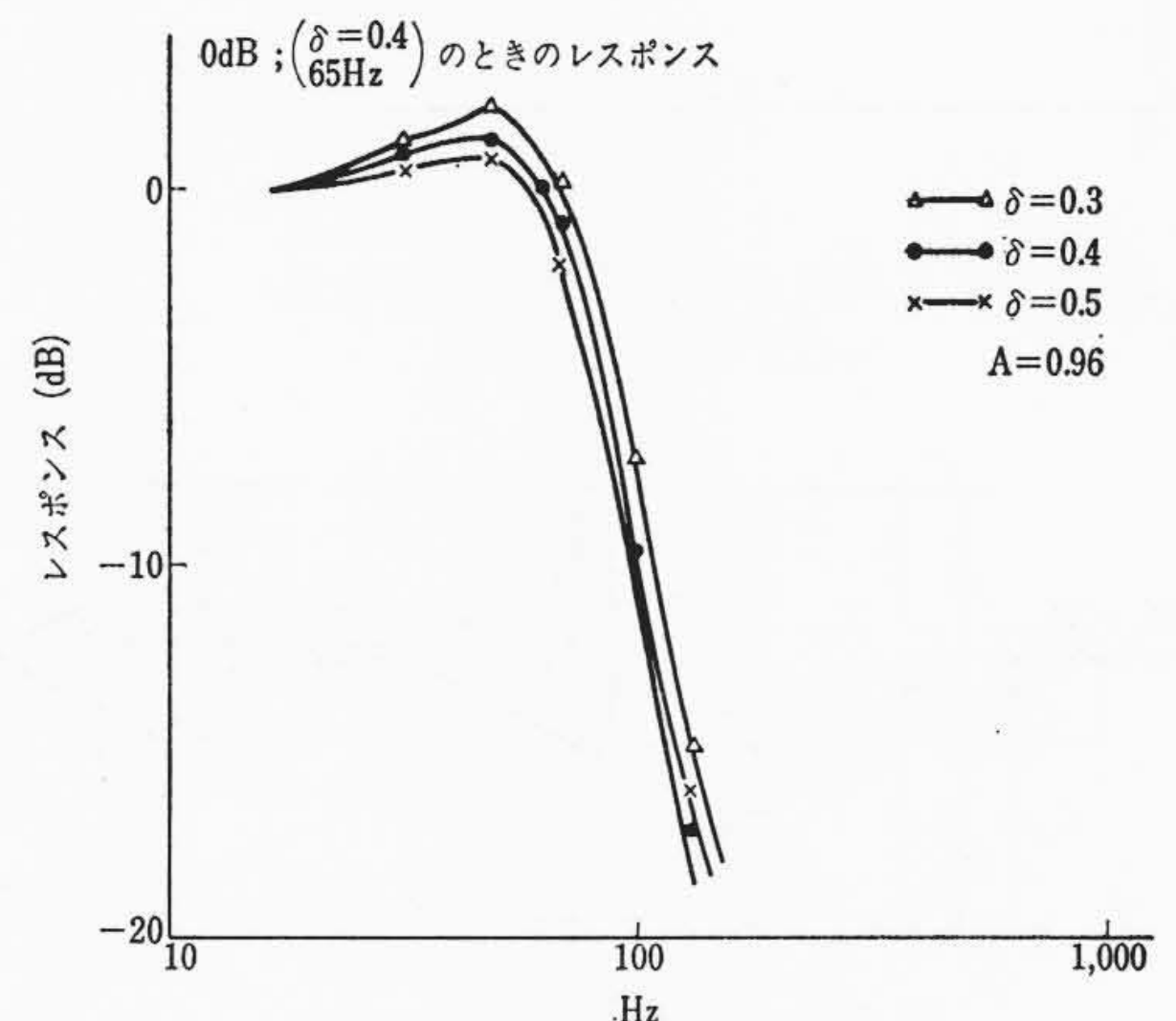


図 12 フィルタの周波数特性 (計算値)

これから  $A_0=0.96$  として  $\delta$  を求め、さらに (1) 式を計算機により求めた結果は図 12 に示すとおりである。

この結果  $\delta\leq 0.5$  となる。量産であるから、なるべく回路を安定にするように、制動係数を大きく  $\delta=0.5$  とした。

$A_0, \delta$  を (5) 式に代入して、

$$1\approx C_2R_2\left(1+\frac{R_1}{R_2}\right)\omega_c\text{ (ただし }A_0\approx 1\text{)}$$

$$\omega_c^2=C_1C_2R_1R_2\cdots\cdots\cdots(7)$$

部品の市販性を考慮して、次の項目に従い  $C_1, C_2, R_1, R_2$  を求めた。

(1) 部品の許容差に対する  $\omega_c$  のゆらぎを小さくする。 $C_1, C_2, R_1, R_2$  による  $\omega_c$  のゆらぎを (4) 式より導くと (8), (9) 式が成立する。図 11 b に示すとおり、フィルタは二つのカスケードに接続してある。第 1 の部分は、

$$\left|\frac{\Delta\omega_c}{\omega_c}\right|\leq\left|\frac{\Delta C_3}{C_3}\right|+\left|\frac{\Delta R_3}{R_3}\right|\cdots\cdots\cdots(8)$$

第 2 の部分は、

$$\left|\frac{\Delta\omega_c}{\omega_c}\right|\leq\frac{1}{2}\left|\frac{\Delta C_1}{C_1}\right|+\frac{1}{2}\left|\frac{\Delta C_2}{C_2}\right|+\frac{1}{2}\left|\frac{\Delta R_1}{R_1}\right|+\frac{1}{2}\left|\frac{\Delta R_2}{R_2}\right|\cdots\cdots\cdots(9)$$

となる。

$$\left|\frac{\Delta\omega_c}{\omega_c}\right|: \text{ 周波数変動率}$$

市販部品を考慮して  $C, R$  は、

$$-0.1\leq\frac{\Delta C_n}{C_n}\leq+0.1\cdots\cdots\cdots(10)$$

$$-0.05\leq\frac{\Delta R_n}{R_n}\leq+0.05\cdots\cdots\cdots(11)$$

のものを使用することとした。ただし  $n=1, 2, 3$  とする。

(2) 部品の許容差に対する  $\delta$  の安定性を大きくする。

(3) 式より、

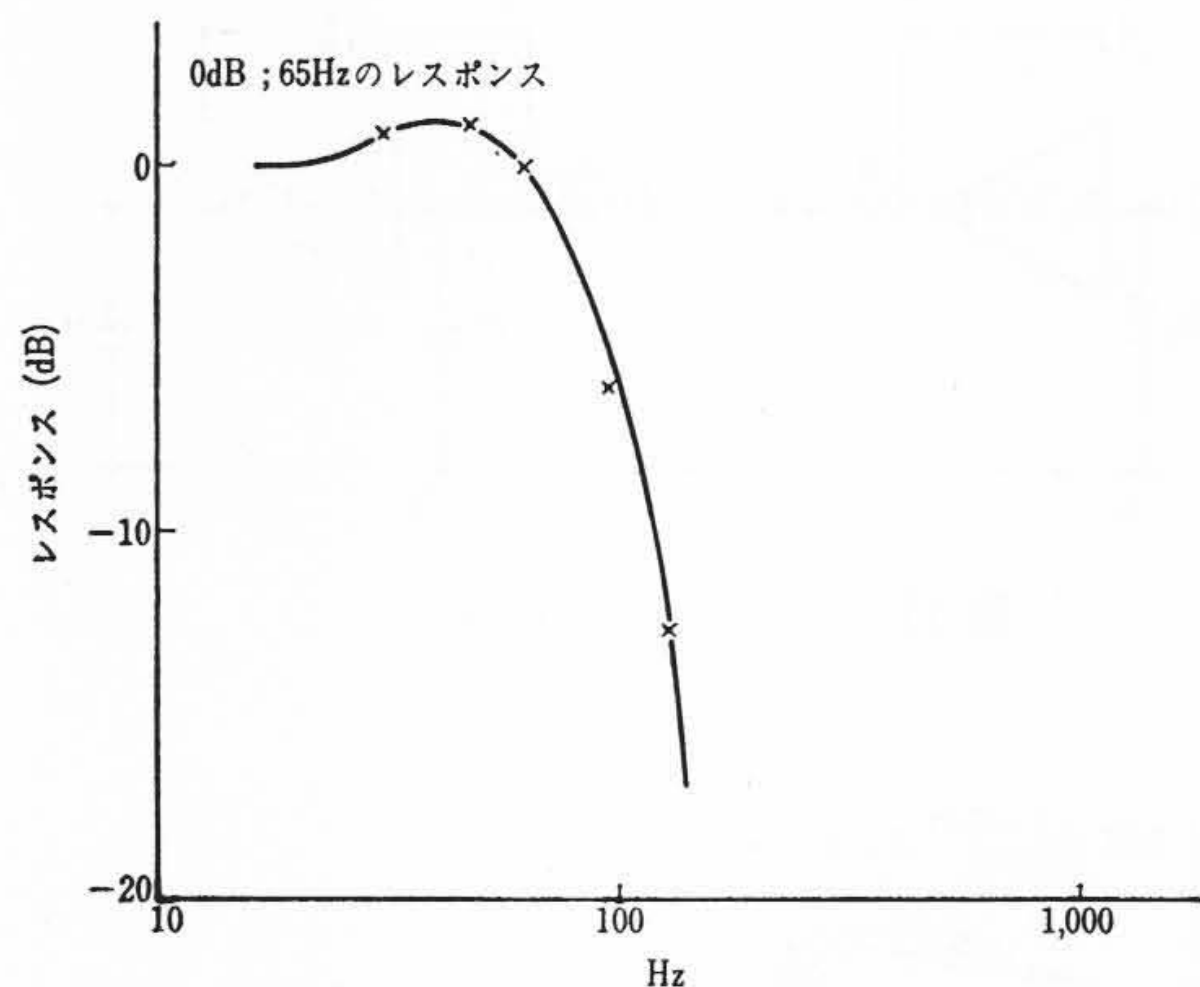


図13 フィルタの周波数特性(実験値)

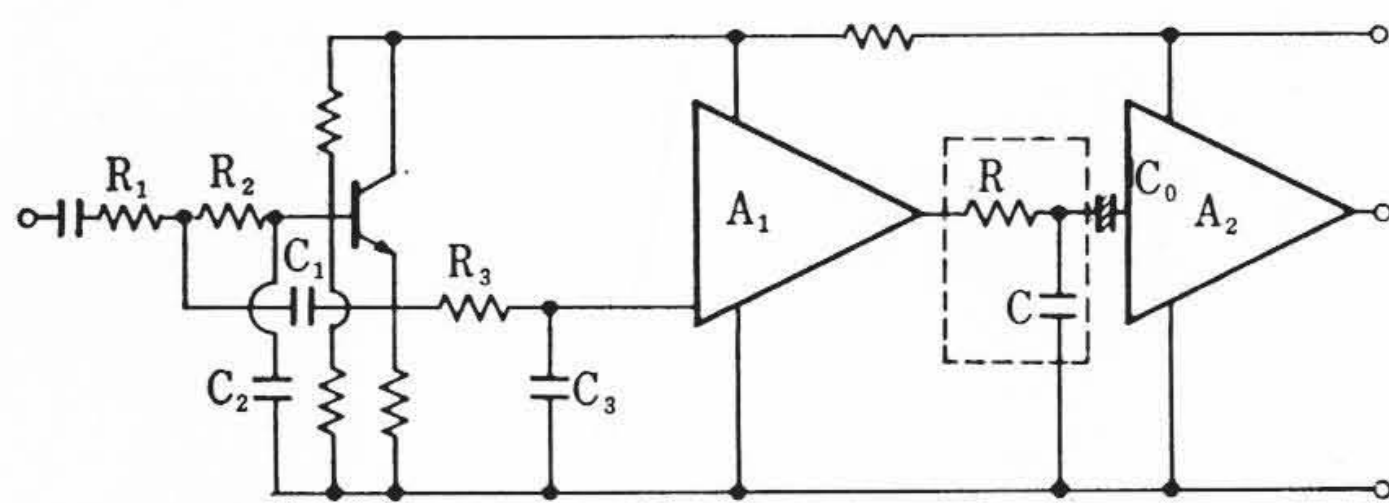


図14 増幅回路(ラダー付加)

$$2\delta \approx C_2 R_2 \left(1 + \frac{R_1}{R_2}\right) \omega_c = A \left(B + \frac{1}{B}\right) \quad (12)$$

ただし  $\sqrt{\frac{C_2}{C_1}} = A$   $\sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = B$  とおく。

$\Delta(2\delta)/2\delta$  を  $\delta$  の安定度と定義すると、

$$\begin{aligned} \frac{\Delta(2\delta)}{2\delta} &= \frac{1}{2\delta} \left\{ \frac{\partial(2\delta)}{\partial A} \Delta A + \frac{\partial(2\delta)}{\partial B} \Delta B \right\} \\ &= \frac{\Delta A}{A} + \left(1 - \frac{1}{B}\right) \Delta B \quad (13) \end{aligned}$$

ゆえに、 $B=1$  にとれば、安定度は  $B$  の許容差には無関係になる。

結果は  $R_1=R_2$  とおき、(12)式に代入して  $A=\frac{1}{2}$ 、したがって  $C_1=4C_2$  を得る。(7)式に  $\omega_c=2\pi \times 65 \text{ Hz}$  を代入して

$$\left. \begin{aligned} R_1=R_2 &= 12 \text{ k}\Omega \\ C_1 &= 0.4 \mu\text{F} \\ C_2 &= 0.1 \mu\text{F} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

と決めた。

この結果に基づいて回路を製作した結果の特性は図13に示すとおりである。

#### 5.3.4 選択増幅回路の設計

増幅回路は、フィルタの出力端を信号源として、スイッチング回路を負荷とする。増幅回路は図14に示すように直結2段の増幅器  $A_1$  と、 $A$  級増幅器  $A_2$  の組合せで、総合電圧利得 50 dB 程

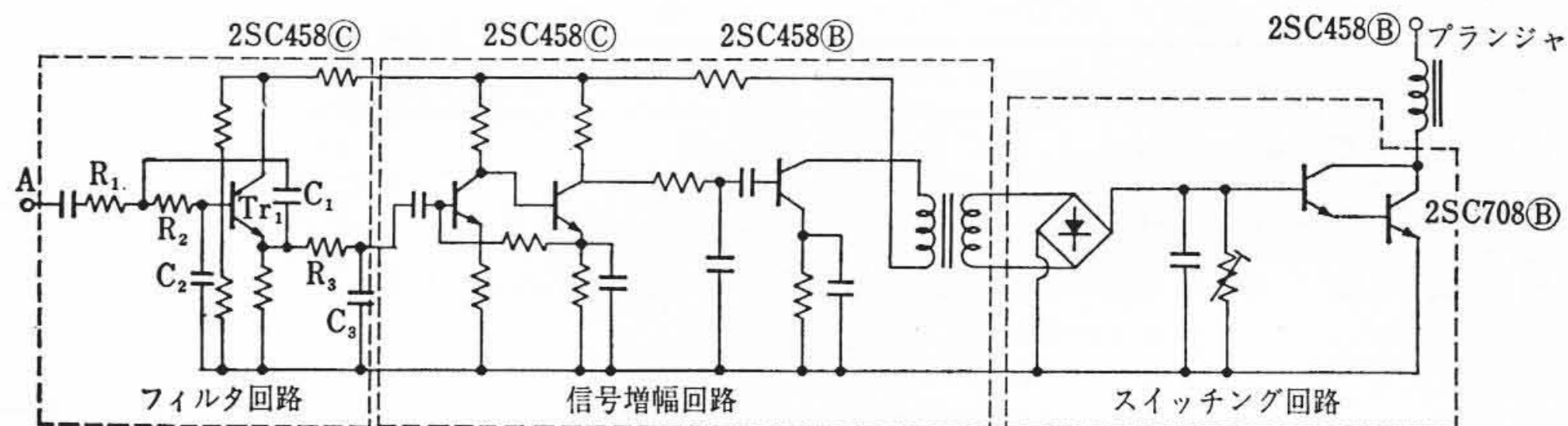


図15 信号回路

度である。

図14中、フィルタを通らず、 $A_1$  にはいり込む電源のリップル (50, 60 Hz の全波整流波による) を押えるために、 $A_1$  と  $A_2$  の間に、 $C, R, 1$  段のラダー回路をそう入した。リップルの周波数は、100 Hz, 120 Hz である。フィルタの通過域の周波数を減衰させないようにラダー回路のシャ断周波数を次のように決めた。

$$f_c = 77 \text{ Hz} \quad (15)$$

$$f_c = \frac{1}{2\pi CR} \quad (16)$$

よって、

$$\left. \begin{aligned} R &= 2.2 \text{ k}\Omega \\ C &= 1 \mu\text{F} \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

以上の結果の同期信号回路の全回路図を図15に示した。

## 6. 結 言

以上の設計理論に基づき、試作実験を行ない高品質のオートスライドプロジェクトを完成した。

技術的成果として、

(1) カセットテーププレーヤおよび電源周波数を使った同期信号を実現するための問題点を解決した。

(a) フィルタを使用することにより1ヘッド(モノラル)にすることができた。

(b) カセットテーププレーヤの保証外周波数 (50, 60 Hz) をピックアップしスイッチ動作をさせ、スライドチェンジをさせることができた。

(2) 回路部品中トランジスタ  $C, R$ , ダイオードに民生仕様のものを使用することができた。

などがあげられる。

オートスライドプロジェクトは、今後多種多様化してゆき、電気回路は複雑になることが予想される。さらにいろいろな負荷 (リレー、プラランジャ、モータなど) と接続して問題が起こらぬように改良してゆくことが今後の課題となる。

## 参 考 文 献

- (1) Louis de Pian: Electronics (昭43-6)
- (2) 柳沢健: 通信学会誌 (昭31-1)
- (3) M.A. Soderstrand ほか: IEEE (昭45-12)
- (4) Sallen, R.P ほか: IRE Trans. Circuit Theory (昭40-3)