

短尺同軸ケーブルの不均等性測定用パルス試験機

本 多 誠 一* 堀 口 二 三 男**

Pulse Tester for Measurement of Irregularity of Short Coaxial Cables

By Seiichi Honda, D.S.E.,

Ibaraki University

Fumio Horiguchi

Hitachi Electric Wire Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Hitherto the irregularity of the coaxial cables for wide band transmission has been estimated in a statistical method. But following the development of TV transmission such estimation has come to require more exacting criteria to be employed. The testing by means of pulse, as described by the writers, seems to fulfill this requirement best. This pulse method is unique in providing a practical method of detecting such points in a cable where the irregularity of impedance has been caused. However, in its application in the shop test, where cables could be tested only in small length, the width of pulse needs to be reduced by some means like a wide band amplifier. However, wide band amplifier is so difficult to manufacture that the writers have devised a method which enables amplification of pulse of minute width, using low frequency amplifier.

The testing device which was trially designed and manufactured by the writers used the pulse of $0.04 \mu\text{s}$, and the frequency band of amplifier was 50c/s — 50kc . These values would require the amplification up to about 25Mc if wide band amplifier were used.

In addition to facilitating the observation of irregularity of impedance in short coaxial cable, the writers' tester has also proved much higher accuracy in its function as a fault locator, as compared with conventional devices.

〔I〕 緒 言

パルスを用いて目的物までの距離の測定を行うことは、電波探知機、超音波探傷機などに早くから応用されている。線路関係においては送電線の故障点標定に我国でも数年前から用いられるようになったが、最近では電力ケーブルおよび通信ケーブルの事故点の検出にも利用されるようになってきている。^{(1)~(4)}

テレビジョンや多重電話伝送用に使用する広帯域同軸ケーブルは内部不均等性の小さいことが必要であるが、従来この不均等性の評価は特性インピーダンス偏差の二乗平均と相関互長の積の形で表わされているが、この方法は測定に時間を要し、しかもこの値が統計的量であるためこれよりケーブル内部の状態を判断することは相対困難である。

しかしこの目的にパルスを利用すれば、ケーブル内部不均等点からはその状態に応じたパルスの反射が起るから、ブラウン管オシロスコープ上にこの反射波形を観測

* 茨城大学工学部 工博

** 日立製作所日立電線工場

することができ、反射パルスのレベルおよび波形より不均等点の大きさおよび状態も推定できるので従来の測定法よりも実際的な方法といえる。しかもパルスによる障害点の測定は四囲の状況によつて影響されることが少なく、たとえば送電線の場合、天候、地形などに支配されない。さらにブラウン管上に直視できるので時間的にも非常に短時間内に測定できる利点がある。しかし現在我国で使用されているパルス試験機は長距離線路を対象としているため亘長の短い線路については使用できない。

そこでパルス試験機を応用するときには、ケーブル製造長内の事故点を検出することになるから従来のものより測定精度を向上させる必要がある。このためにはパルス幅を狭くすること、パルス受信増幅器の帯域幅を広げることが必要となり測定器製作上に種々の困難が生じてくる。

今回われわれが試作したパルス試験機は、パルス半値幅 $0.04 \mu s$ のパルス幅の非常に狭いもので、米国および英国で同軸ケーブルの不均等性観測に用いているものと同程度のものであるが、反射パルスの受信増幅には広帯域増幅器を用いなくて低周波増幅器で増幅が可能な特殊方式を採用し、十分パルス試験機としての成果をうることができたのでその概要を報告する。

〔II〕 測定法の原理

一般にパルス試験機は第 1 図に示すように、パルス送信部、受信増幅部、ブラウン管装置の三部分より成立っている。パルス送信部より線路に送り出されたパルス電圧は線路の減衰に応じて減衰しながら伝播していくが、線路に障害点すなわち特性インピーダンスの変化点があると、(1)式で示すその点の電圧反射係数 m で定まる大きさと極性をもつたパルスの反射波が送端側にもどってくる。

$$m = \frac{Z' - Z_0}{Z' + Z_0} \dots \dots \dots (1)$$

ただし Z_0 : 線路の特性インピーダンス
 Z' : 反射点のインピーダンス

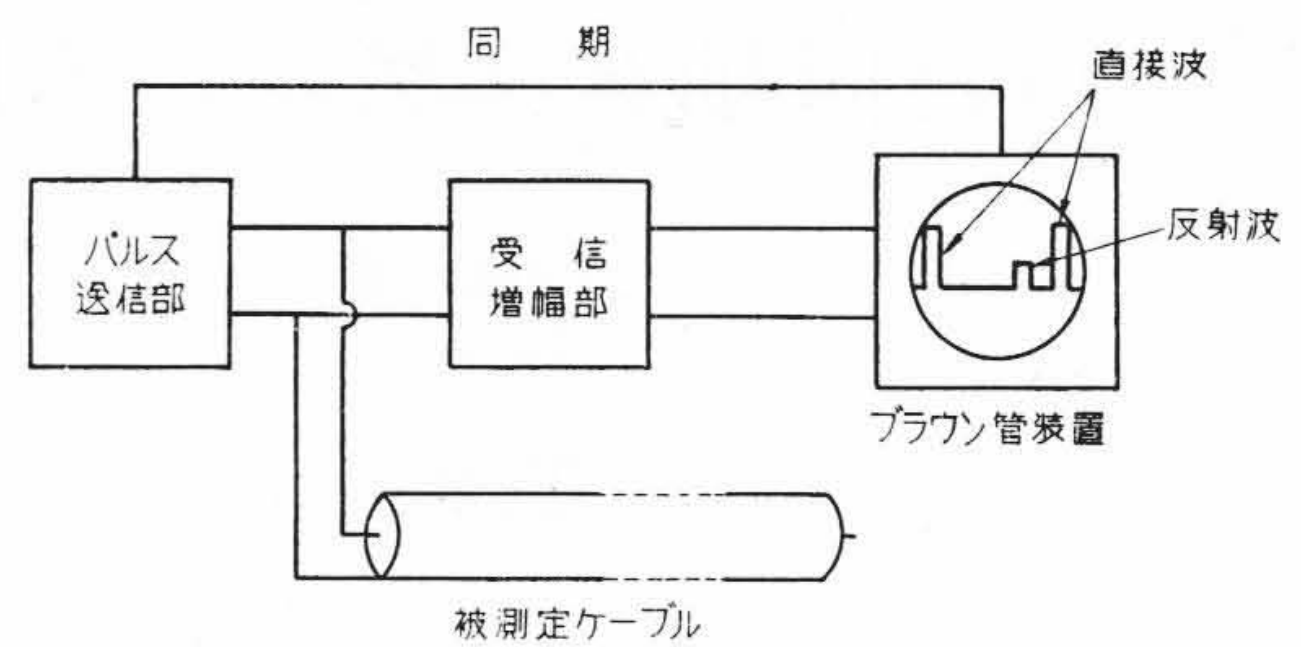
これを送端に接続した受信増幅器で増幅してブラウン管上で見ればケーブルの状態に応じた波形がえられる。

線路上のパルスの伝播速度 v が既知であれば、障害点までの反射時間 t を測定すると障害点までの距離 l は

$$l = \frac{vt}{2} \dots \dots \dots (2)$$

によつて求められる。

線路の障害が単純であればブラウン管上のパルス波形も単純なものとなり、障害点のインピーダンスが線路のインピーダンスより高いときには第 1 図のように送り出



第 1 図 パルス試験機の構成
 Fig.1. Basic Constitution of the Pulse Tester

しパルスと同符号のパルス波形が表われ、障害点のインピーダンスが小さいときには送り出しパルスの符号と反対の波形が表われる。これによつて障害点の状況までも判断できるわけである。

実際の線路においては単なる線路の断線、短絡故障以外に線路内の各部において構造または絶縁物の汚損などによる不均等がある。このような不均等もその不均等の程度に応じてパルスの反射があるから、受信増幅器の増幅度を上げてやればブラウン管上にケーブル内部不均等が見られるわけである。本報告に述べる装置はこのケーブル内部不均等を観測するためのものである。

〔III〕 パルス試験機製作上の問題

パルス試験機の製作上問題となるものにパルス幅とパルス受信増幅器の帯域幅とがあるので、以下これについて考えてみる。

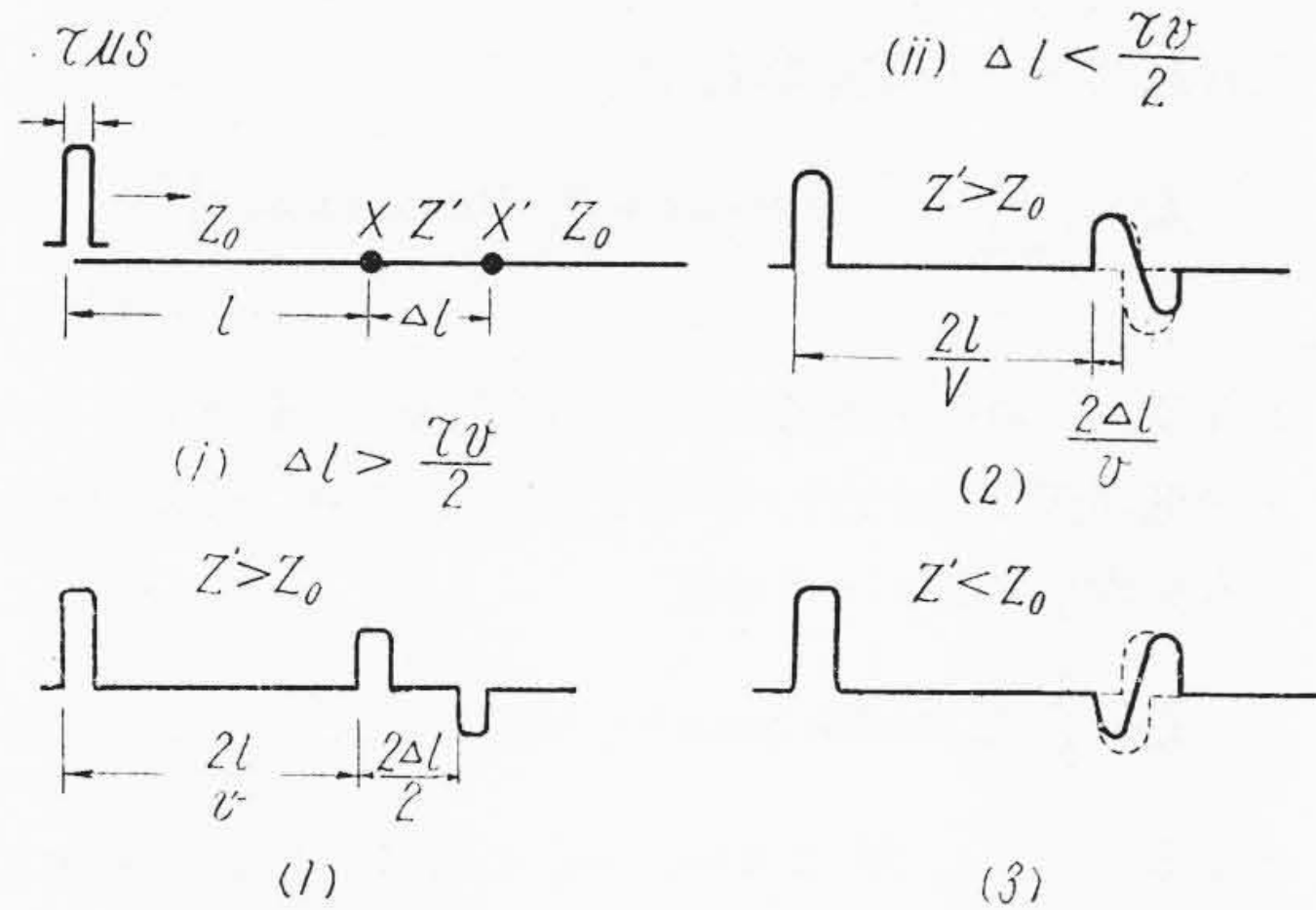
(1) パルス幅

一般にパルスの伝播速度 v は線路の実効誘電率 ϵ で定まり(3)式で与えられるような速度をもっている。

$$v = \frac{300}{\sqrt{\epsilon}} \text{ m}/\mu s \dots \dots \dots (3)$$

この速度をもつパルスが線路上を伝播していき、障害点があると(1)式で示した反射係数 m と線路の減衰量に応じた高さの反射パルスが送端にもどってくる。そのパルスの極性は(1)式より知ることができる。これは障害点が一箇所の場合であつて数多くある場合は反射パルスの波形も相当複雑なものとなる。

今第 2 図のように障害点が二箇所ある場合、たとえば Z_0 のインピーダンスをもつケーブルの途中に Z' のインピーダンスをもつケーブルを割込んだ場合を考える。パルス試験機のパルス幅を $\tau \mu s$ とし障害点間の距離 $4l$ が $\frac{\tau v}{2}$ より大きい場合、 $Z' > Z_0$ のときには X 点では送り出しと同符号の反射波形が表われ、X' 点においては送り出しと反対符号の波形が表われる。その模様は第 2 図(1)のようになる。しかし $4l$ が $\frac{\tau v}{2}$ より小さくなると



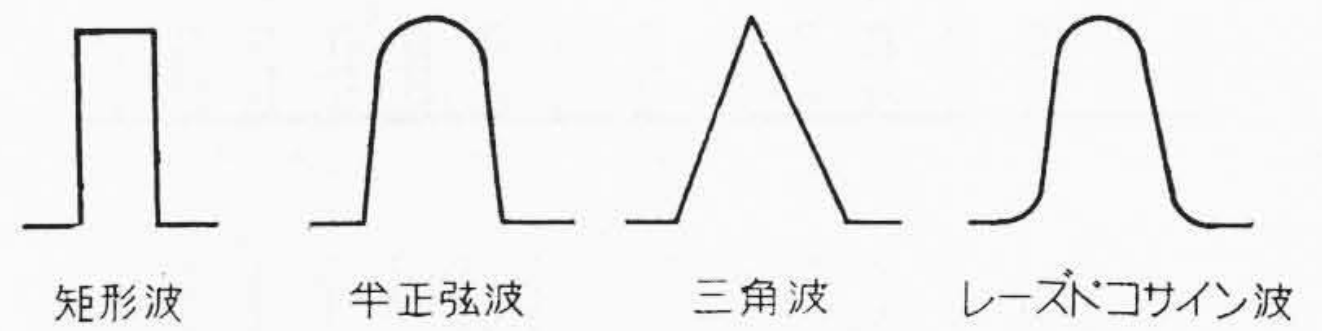
第2図 障害点2箇所の基本的反射波形
Fig.2. Basic Pulse Echo Responses of Cable with Two Fault Points

X および X' 点の反射波形は重なり合い、第2図の(2)(3)のように点線の波形の合成としてブラウン管上には実線のような波形が表われてくることになる。それ故障害点の数多くありしかもその間の距離 Δl が小さくなると、反射波形も非常に複雑になりブラウン管上の波形からケーブル内部の状態を解析することが困難になるから、ケーブル内部の不均等性を見るためにはパルス幅 τ をできるだけ小さくすることが必要となってくる。たとえば現在使用されているパルス試験機の最小パルス幅は $0.2 \mu s$ 程度であるが、このパルスで第2図(1)のような単純な反射波形をうるためには、パルスの伝播速度を光波の50%とすれば障害点相互の距離 Δl は15m以上であることが必要となる。そのためケーブル製造長内の不均等性を観測するには $0.2 \mu s$ よりさらに幅の狭いパルスがぜひ必要である。このような微小幅のパルスになるとパルスの発生自体が相当困難になるので、測定機製作上の障害になってくる。

(2) パルスの受信増幅

不均等点よりの反射は(1)式の反射係数が通常小さいのでその反射波電圧はきわめて小さいものとなる。したがって反射波をブラウン管上で見るためには、そのままでは見えないので増幅器で増幅する必要があるが、パルスの場合には正弦波のときと異りこの増幅器の周波数帯域に問題がある。

一定の繰返し周波数を有するパルスはフーリエ級数を用いて考えると、繰返し周波数を基本波とする高調波の集合とみなすことができるから、パルスの波形を忠実に増幅するためには増幅器の周波数特性を広帯域にする必要が生じてくる。このパルス増幅器の帯域幅とパルス幅との関係については種々の報告があるが、⁽⁵⁾⁽⁶⁾ Lebert, Maggio および Shott の研究結果によれば、増幅器の所要最高周波数は第3図に示すようなレーズドコサイン波形ではパルスの半値幅の逆数の0.9倍、半正弦波では



第3図 パルス波形と名称
Fig.3. Names of Miscellaneous Pulse Wave Forms

1.5倍、三角波では1.6倍、矩形波では10倍が必要であるといわれている。

今回われわれが試作したパルス試験機について計算してみると、繰返し周波数を100kc、パルスの半値幅を $0.04 \mu s$ 、パルス波形をレーズドコサインに近いものとして、パルス半値幅の逆数の1倍にとつて100kc~25Mcの増幅が必要となってくる。

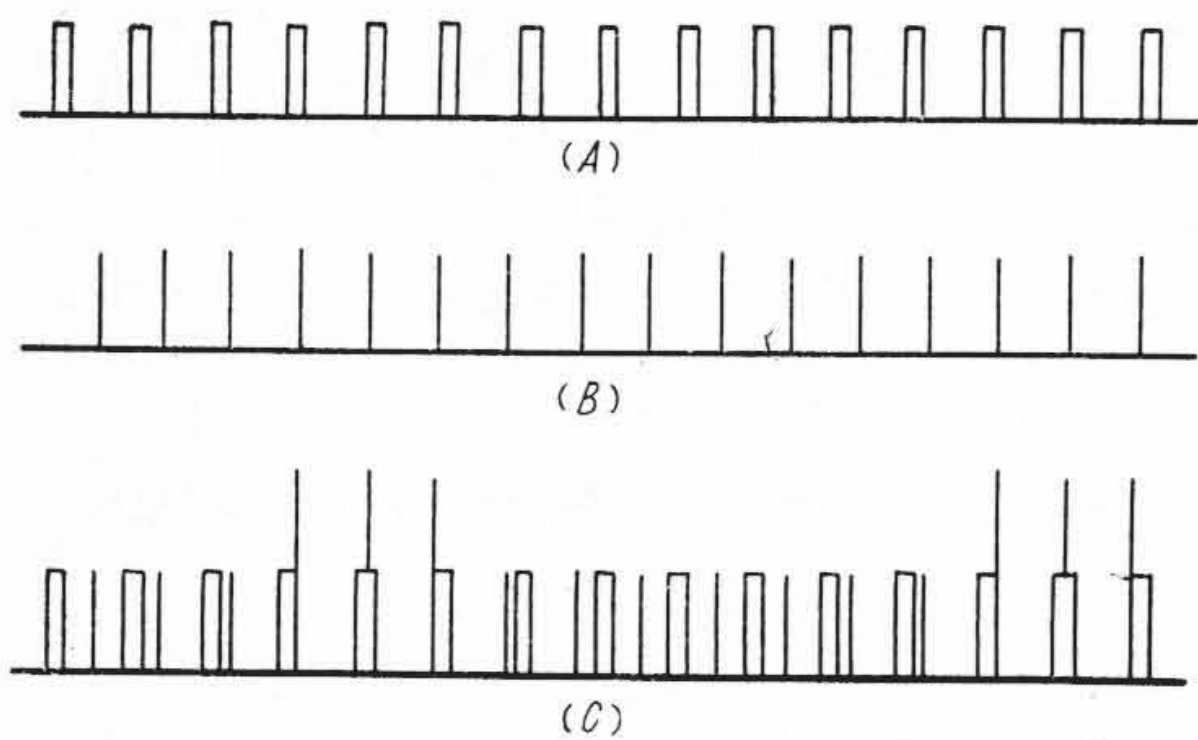
このように増幅器の周波数帯域を広くとると、波形増幅歪を少なくするための平坦な周波数特性をうることもさらに一段当りの増幅度を上げることも困難となってくるし、特にブラウン管上に十分観測できるような増幅器出力をうることがきわめて困難である。われわれもピーキングコイル増幅および負饋還増幅を用いた広帯域増幅器の試作実験を行つたが、十分な効果をうることはできなかった。

[IV] 周波数帯域縮小式パルス増幅法

[III]に述べたように、短い線路の反射をこまかく観察するためにはパルス幅を狭くすることが必須の条件であるから、今回試作したパルス試験機では半値幅 $0.04 \mu s$ のパルスを発生している。この微小幅のパルスを増幅するには繰返し周波数より最高約25Mcまでの帯域の増幅が必要である。このような広帯域増幅が困難であることは前述の通りである。

この問題を解決するために、試作パルス試験機に使用した増幅方法は100kc~25Mcの帯域のパルス波形を100c/s~25kcの帯域で同一波形を再現するもので、したがって周波数低降装置を必要とはするが、周波数低降後の増幅器としては通常の高周波増幅器を用いて十分な利得および出力をえることができるもので、この方法を周波数帯域縮小方式と名付けた。

パルスを通信を目的とするPTMなどに使用する場合にはそのパルス波形は通信の内容に応じて時々刻々に変化するが、われわれの当面の研究の目的としているパルスによる線路の反射の観察においては相当の時間の間は同一波形を繰返している。このような同一波形の繰返しは一例として前に述べたように繰返し周波数を100kcとする100kc~25Mcの帯域でなくても、繰返し周波



第 4 図 周 波 数 帯 域 縮 小 の 原 理
Fig. 4. Principle of Frequency Band Width Construction of Amplifiers

数を 100 c/s とする 100 c/s~25 kc であつても全く同じ波形が再現できなければならない。

この周波数帯域を縮小する方法としては、たとえばパルス発生器の繰返し周波数が 100 kc の場合には 100.1 kc または 99.9 kc の別のパルス発生器を設けてこれによつて被観測信号を変調し、その低周波成分 100 c/s~25 kc の帯域を取出して増幅すればよい。

この帯域縮小の模様を図示すれば第 4 図のようになる。すなわち第 4 図(A)のようなパルス電圧に(B)のように繰返し周波数が(A)より 10% 高いパルス電圧を重ねると(C)のような電圧となるから、この(C)の波形の低周波成分のみを取出せば(A)の波形を 10 倍に引伸ばしたものがえられる。(A)の波形を忠実に再現するためには(B)のパルスはパルス幅の狭いことが望ましい。また低周波のパルスをうるためには(A)と(B)を重ねてクリップしたのみでもあるいは変調してもよい。

この関係をフーリエ級数を用いて解析すればつぎのようになる。すなわち一般にパルス波形の電圧を e_1 とすれば

$$e_1 = \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos n \omega_0 t \dots \dots \dots (4)$$

にて示される。ここで ω_0 は繰返し角周波数である。パルス波形を忠実に再現するためには $n = \infty$ すなわち無限に高調波を再生しなければならないが、実際問題としてはパルスの波形はあまり厳密を要しない場合が多く、この場合にはおおよそ $N = T_0/\tau$ 程度まで再現すれば十分である。すなわち繰返し周波数 100 kc ($T_0 = 10 \mu s$), $\tau = 0.04 \mu s$ ならば $N = 250$ となり最高周波数は 25 Mc となる。

(4)式のパルス電圧 e_1 と繰返し角周波数が少しく異なる ω_1 のパルス電圧 e_2 は

$$e_2 = \sum_{n=0}^{\infty} B_n \cos n \omega_1 t \dots \dots \dots (5)$$

で示されるが、 e_1 と e_2 を重ねて二乗特性の変調器に

入れればその出力電流 i_m は

$$i_m \propto \left\{ \sum_{n=0}^{\infty} A_n \cos n \omega_0 t + \sum_{n=0}^{\infty} B_n \cos n \omega_1 t \right\}^2 \dots \dots \dots (6)$$

となる。この出力電流 i_m の中の直流分は除外し、またその低周波成分すなわち $\omega_1 > \omega_0$ として $\omega < \omega_0/2$ の範囲のみを取出すこととすれば

$$i_m \propto \frac{1}{2} \sum_{n=1}^M A_n B_n \cos n (\omega_1 - \omega_0) t \dots \dots \dots (7)$$

となる。ただし M は $n(\omega_1 - \omega_0) < \omega_0/2$ の範囲内の n の最大値である。(5)式において波形を矩形波とし、パルス幅を $\tau \mu s$ 、繰返し時間を $T_0 \mu s$ 、振幅を B とすれば

$$\left. \begin{aligned} B_0 &= \frac{\tau}{T_0} B \\ B_n &= \frac{2B}{\pi} \cdot \frac{\sin n\pi \frac{\tau}{T_0}}{n} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (8)$$

となる。ここで $n \frac{\tau}{T_0} \ll 1$ の範囲では

$$B_n \approx \frac{2B\tau}{T_0} \dots \dots \dots (9)$$

となつて基本波および各高調波の振幅がみな等しくなるので

$$i_m \propto \frac{B_n}{2} \sum_{n=1}^M A_n \cos n (\omega_1 - \omega_0) t \dots \dots \dots (10)$$

となり、(10)式の \sum 内の形は基本角周波数が $\omega_1 - \omega_0$ となり n の最大値が M となつたのみで他は(4)式の波形と全く同じである。したがつて M が N の値より大であれば(10)式は実用上(4)式と同じ波形を再現するとみて差支えない。

一例として $\omega_0 = 2\pi \times 100 \text{ kc}$, $\tau = 0.04 \mu s$, $\omega_1 = 2\pi \times 99.9 \text{ kc}$ とすれば、(10)式の繰返し周波数は 100c/s となり、また $N = 250$ で十分であるのに対して $M = 500$ まで採りうることになる。いま第 250 高調波までを採ることとすれば、(10)式による周波数帯域は 100 c/s~25 kc となり(4)式をそのまま実用上再現するための周波数帯域 100 kc~25 Mc に比べて帯域幅が 1/1,000 に縮小することが判る。

この主パルス発生器と局部パルス発生器の繰返し周波数を異にする方式は、繰返し周波数の安定度が十分でないとき差周波数の変動が甚だしく波形の観測が困難になるので、今回の試作試験機は主パルスおよび局部パルスの繰返し周波数を同一にし、50 c/s で局部パルス(ここでは走査パルスと呼んだ方がよいので以下走査パルスと呼ぶ)を位相変調する方法によつた。

この方法でも前に述べた原理にしたがつて周波数帯域の縮小変換が行われる。この説明は省略するが、周波数

帯域縮小変換後の増幅器に所要周波数帯域幅は $0.04 \mu\text{s}$ のパルスに対しておおよそ $50 \text{ c/s} \sim 25 \text{ kc}$ まで増幅すればよい。おこの方式では走査パルスの位相変調角を小さくすると帯域幅を縮小できる特長をもっている。

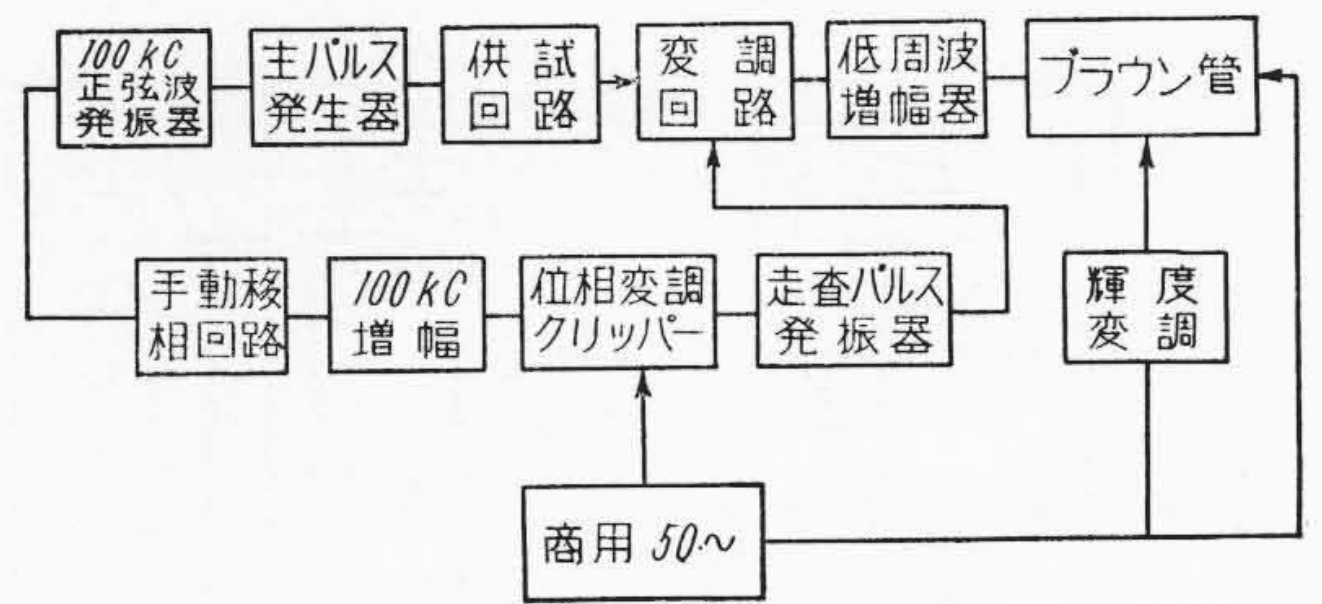
〔V〕 試作パルス試験機の回路構成

今回試作したパルス試験機は走査パルスを位相変調する方式を採用しており、その回路構成は第5図に示すようである。本装置においてはブラウン管横軸に商用 50 c/s を与えているのでこれが走査パルスを位相変調する 50 c/s の位相と同位相であることが必要であるが、実際にはこの間に若干の位相のずれがあるためにブラウン管上には二重像ができる。これを防止するために 50 c/s で輝度変調を行いその半周期は消えるようにしている。回路各部の詳細はつぎに記すようである。

(1) 主パルス発生器

主パルス発生器は第6図に示すようである。パルスの発生には種々の方法があるが(7)本装置においてはブロッキング・オシレータによる方法を用いている。第6図で $V_2(6J6)$ の回路が主ブロッキング・オシレータであつて、増幅陽極回路のインダクタンス L_1 を取除けばほぼ $0.06 \mu\text{s}$ 程度のパルスが発生する。ブロッキング・オシレータ用のトランス T_2 はそのインダクタンスが小さいためにその同期がきめて困難であるので、 $V_1(6J6)$ の $0.2 \mu\text{s}$ 幅のブロッキング・オシレータを別に設けこれを V_2 の同期用に使用している。このようにすると同期はきわめて容易となり V_2 の格子抵抗の広範囲にわたつて同期はくずれない。

$V_3(6V6)$ は微分増幅回路であるが、この $6V6$ による増幅回路はかならずしも必要でなく、これを用いない場合は終段出力電圧が約 $2/3$ に減少する程度である。これを $V_4(6J6)$ によるカソード・フロア回路に入れてパ



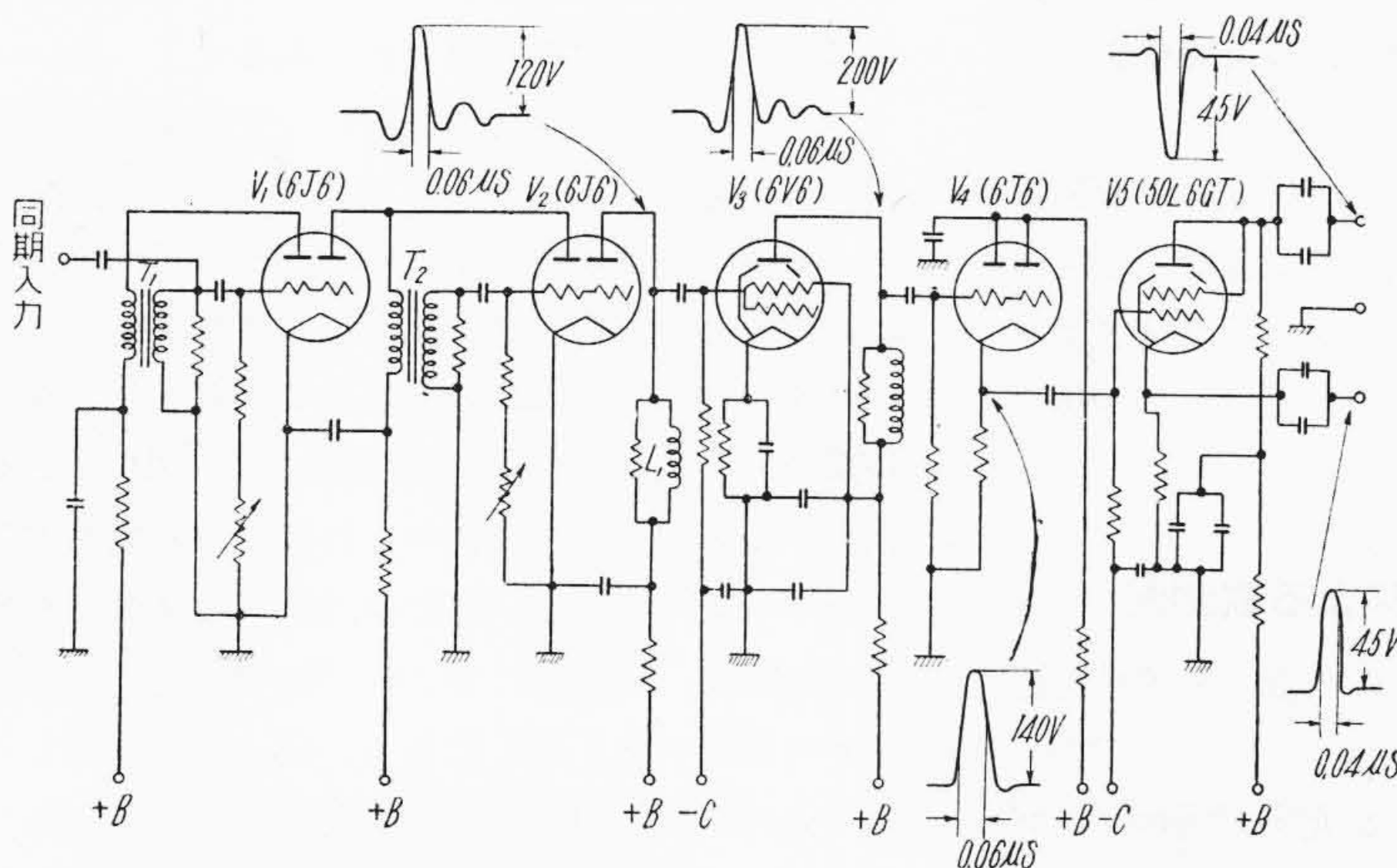
第5図 試作パルス試験機の回路構成
Fig.5. Block Diagram of the Pulse Tester

ルスをクリップ整形したのちに終段増幅管 $50L6GT$ に加えている。各部における波形は第6図に示す通りで、パルス出力としては正負のパルスがえられるようになっている。なおパルス出力端子のコンデンサは波形を整えるためのものである。

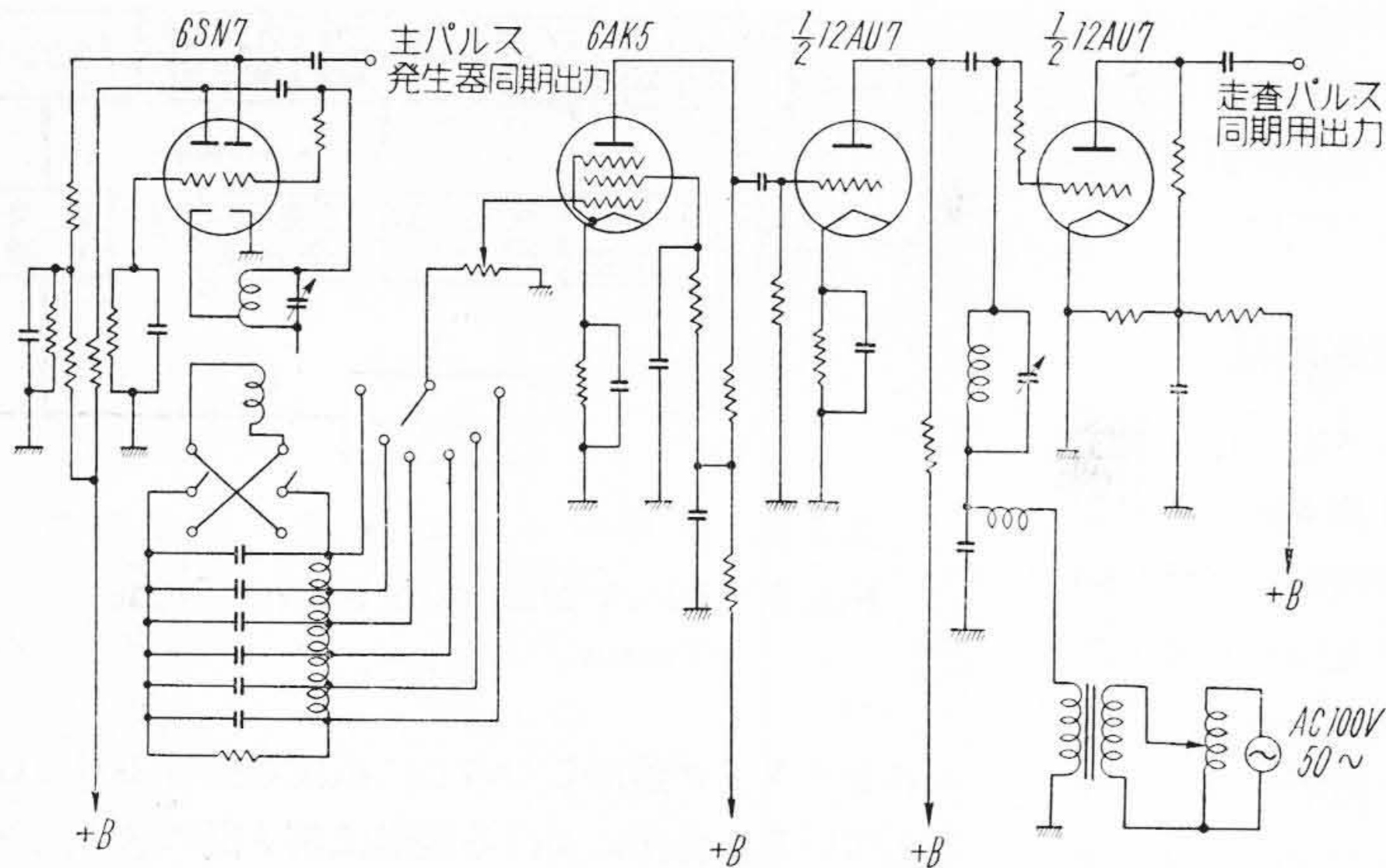
(2) 移相回路および位相変調回路

移相回路および位相変調回路は第7図(次頁参照)に示すようである。主パルス発生器同期用の 100 kc 正弦波発振器 ($6SN7$) の発振コイルに二次巻線を施し、その出力電圧を手動移相回路を通したのちに $6AK5$ および $\frac{1}{2} 12AU7$ で増幅する。 $\frac{1}{2} 12AU7$ の陽極回路でこの 100 kc の電圧と商用 50 c/s の電圧が加えられてクリッパー管 $\frac{1}{2} 12AU7$ に入る。商用 50 c/s の電圧に応じて 100 kc の電圧のクリップされる位相位置が変化されるので、クリッパー管の出力微分波形で走査パルスを同期させれば走査パルスは 50 c/s で位相変調を受けることになる。

走査パルスは主パルスと同様に $6J6$ のブロッキング・オシレータによつて電圧約 60 V 、半値幅 $0.03 \mu\text{s}$ のものを用いている。この走査パルスの幅は厳密には観測パルスの幅に比べて十分狭いことが必要であるが、発生が困難となるのでこの幅のものを用いた。実験によれば、



第6図
主パルス発生器回路図
Fig.6.
Main Pulse Generator
Circuit Diagram

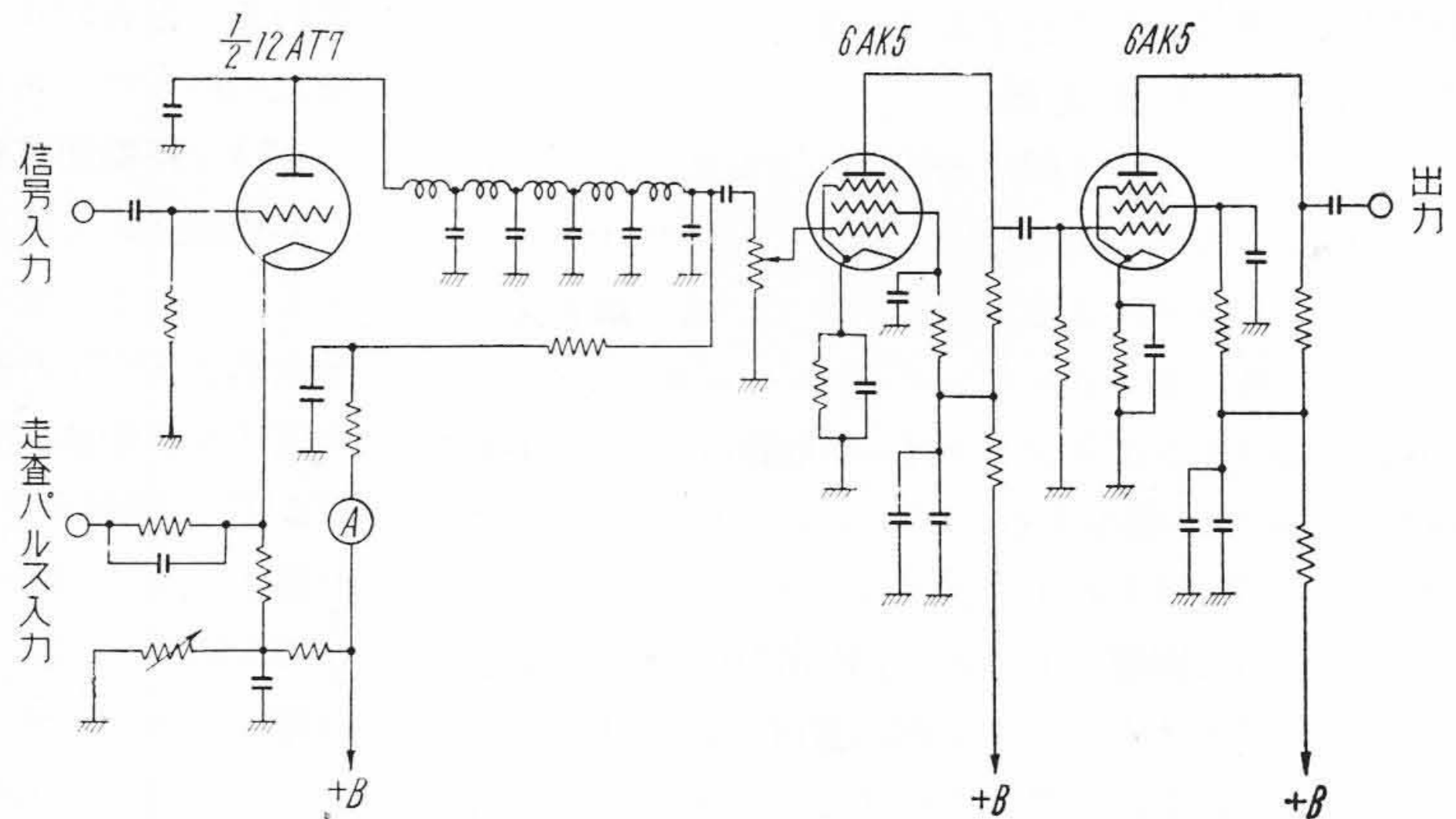


第 7 図
移相回路および位相
変調回路図

Fig. 7.
Pulse Shifter and
Pulse Modulation
Circuit Diagram

第 8 図
変調器および低周波増
幅器

Fig. 8.
Modulator and Low
Frequency Ampli-
fier Circuit Diagram



0.04 μ s 幅のパルスの観測にはこの程度のパルス幅でもさほど支障はないようである。

(3) 変調器および低周波増幅器

変調器は第 8 図のようである。すなわち真空管 $\frac{1}{2}$ 12A T7 は静的には十分高いカソード・バイアスが与えられていて陽極電流は流れない。走査パルス発生器よりの負パルスが与えられるとカソードが負になつて陽極電流が流れる。信号入力はグリッドに与えられる。

低域濾波器としては遮断周波数約 60 kc, 影像抵抗 500 Ω の 5 段の定 K 型を使用し, 低周波増幅器としては 6AK5 の 2 段増幅を行つている。この総合特性はブラウン管オシロスコープ内の増幅器を含めて利得約 70 db である。

[VI] 試作パルス試験機による観測例

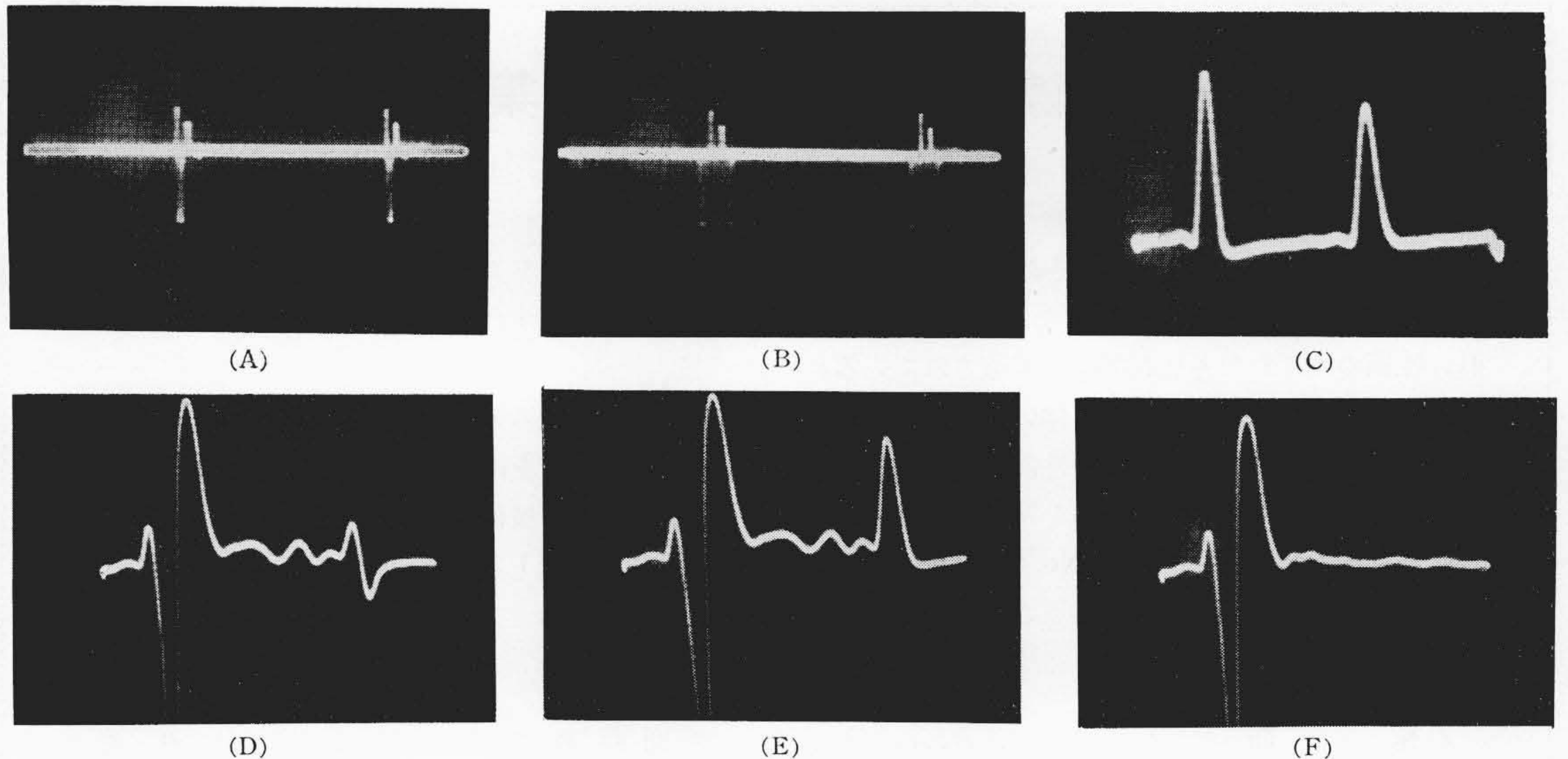
試作試験機によつて同軸ケーブルの内部不均等性を観測した例について述べる。

第 9 図に示した写真はポリエチレン充実型同軸ケーブル 50 m について観測した場合のものである。主パルス

発生器の出力は平衡出力であるから不均等性の測定には平衡回路を使用して送り出しパルスを消す必要がある。

第 9 図の (A) は平衡回路を用いないで受電端開放の同軸ケーブルに与えたパルスをそのままブラウン管上で観察したもので, 下方に出ているのが走査用パルス位相変調を行わないものである。(B) は (A) の走査パルスに位相変調を行つた場合の直接波形である。

(C) は平衡回路を使用しないで受電端開放の同軸ケーブルに与えた波形をパルス増幅器を通して観察したもので, パルス増幅器の増幅度は約 10 db 程度である。(D) は平衡回路を用いて送り出しパルスを平衡させ, 同軸ケーブルの終端に 75 Ω の純抵抗を接続したときの不均等波形である。この写真の増幅度は約 40 db である。送り出しパルスは完全に平衡がとれないため相当大的い波形になつている。なお 75 Ω 終端抵抗の反射パルス波形は Cheetham, Mather および Shott が行つた試験⁽⁸⁾ のパルス波形と全く同じである。(C) の送り出しと反射パルスとの間にも (D) と同じ不均等波形がえられるわけであるが, 増幅度を上げると増幅器が飽和するから (D) の



第9図 試作パルス試験機による観測波形

Fig. 9. Pulse-Trace Photographs Obtained from the Pulse Tester

ように送り出しと終端反射を平衡させて消してやる必要がある。

(E)は(D)の終端に接続した抵抗を 85Ω にした場合で、終端の反射が明瞭に表われている。しかしケーブル内部の不均等波形には変化はない。このパルス波形より測定ケーブル内には相当大的い不均等のあることがわかる。また測定ケーブルの平均インピーダンスと終端抵抗の値より、ケーブル内部各点のインピーダンス偏倚 S_p も、さらに図式計算によつて従来ケーブル内部不均等性の表現に用いられていた不均等量 $\overline{s^2} \cdot r$ も計算できる。これらについては改めて報告する予定である。

(F)は供試ケーブルの代りに 75Ω の純抵抗を接続した場合の波形でこの場合でている凹凸は雑音および不平衡分などである。

従来使用されている不均等性測定法では⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾、少なくとも測定に1時間以上を要したのがパルス試験機では数分で観測ができ、しかも実測写真よりわかるように内部の状態まで判断できることは非常に便利である。

[VII] 結 言

以上今回試作したパルス試験機の概要を報告したが、同軸ケーブルの内部不均等性測定にパルスを応用することは、直視できる点、ケーブル内部の状態の推定できる点、さらに短時間で測定できる点など従来の測定器とは比較にならないほどの利点がある。しかも短距離線路の観測に必要な微小パルス幅試験機においても従来のような広帯域増幅器の必要がなく、今回の装置に応用した周波数帯域縮小方法を用いれば装置の製作も容易であるか

ら、この方法は同軸ケーブルの性能試験および品質管理に大いに貢献できると考える。

なお本試験機はケーブル内部不均等性ばかりでなく、断線、短絡などの事故点の検出に使用できるのは勿論で、その精度も非常にすぐれている。

終りに本研究に関して終始御指導、御鞭撻を賜つた日立製作所日立電線工場斎藤工場長、内藤技術部長、久本試作課長および茨城大学安宅教授に深く感謝の意を表す。

参 考 文 献

- (1) 古賀, 飯島: 電気学会誌 72 258~263 (昭 27. 5)
- (2) E. Rarguley: Electrical Communication 30 186~216 (1953. 9)
- (3) A. W. Lebert: B.L.R. 29 153 (1951. 4)
- (4) E. Baguley, F.B. Cape: Post Office Elect. Eng. Jour. 44 164~168 (1952. 1)
- (5) 今井: 通信工学を理解するための数学 電気通信学会 (昭 27. 8)
- (6) A. W. Lebert, J. B. Maggio, J. T. Shott: A.I.E.E. Technical Paper 47~86 (1946. 12)
- (7) 森元, 山口, 黒岩: テレビジョン工学 コロナ社 (昭 28. 4)
- (8) R. J. Cheetham, E. L. Mather, W. W. H. Clarke: P.I.E.E. 101, Part IV 135~144 (1954. 2)
- (9) 木野, 斎藤: 第21回連合大会予稿 (昭 17. 10)
- (10) 本多, 堀口, 瀬成田: 日立評論 35 983~991 (昭 28. 11)

『日立評論』 電線ケーブル特集号 別冊 No. 9

最近の電線、ケーブルおよび伸銅品は、製品分野の拡張と性能の向上に実に目覚ましい発達を遂げている。すなわち、高電圧送電という時代の要請に即応して、ケーブルに送電線に飛躍的技術の向上が行われた。また一方においてはテレビ関係を始めとする高周波搬送通信の普及によりこれに必要なケーブルの製作がなされた。絶縁関係においても電力、通信を始め各分野にわたつてますます合成樹脂および合成ゴムが応用され、性能のすぐれた各種新製品が製造されている。

日立製作所においてはこれに伴い鋭意設備の拡充、改善、真剣なる技術の研鑽、社内各工場および研究所との協力と相まつて各種製品の性能向上を図り、いずれも噴々たる名声を博している。

今回日立製作所日立電線工場を始め関係研究所の精鋭を動員し、その技術の粋を集めて本文 140 頁、写真図版 500 版近くの大集成別冊 No. 9「電線ケーブル特集号」として明春 1 月末発行の予定で着々編集中であります。何卒その発行を御期待下さい。

◇ 内 容 ◇

◎巻 頭 言.....	通商産業省 鉱山局長	川 上 為 治
◎総 説.....	通商産業省 鉱山局 金属課長	中 山 章
◎テレビジョン搬送用アルミ被ケーブル.....	日立製作所・日立電線工場	堀口二三男 庄司一男 鈴木敏雄
◎ポリエチレン絶縁搬送水底ケーブル.....	日立製作所・日立電線工場	庄司一男 八田藤伸 佐藤伸雄
◎電力ケーブルの真空乾燥における理論的考察.....	日立製作所	中央研究所 河合麟次郎 日立電線工場 間瀬喜好 工藤大 二
◎OFケーブル用絶縁油の特性.....	日立製作所 日立研究所	高橋治男
◎分割導体ケーブルの実効抵抗.....	日立製作所・日立研究所	加子泰彦
◎発電所主幹ケーブルの配列における諸問題.....	日立製作所・日立電線工場	橋本博治
◎ビニル混和物中の可塑剤の拡散速度.....	日立製作所・日立電線工場	吉川充雄
◎電線用プラスチック材料の耐候性.....	日立製作所・日立電線工場	川和田七郎 吉川充雄
◎合成ゴムの高電圧ケーブルへの応用.....	日立製作所・日立電線工場	渡辺茂隆 吉川充雄 庄司博
◎エナメル線塗装上の基礎的考察 ——液の接触角と表面張力——	日立製作所・日立電線工場	間瀬喜好 神崎公男
◎ホルマール線の諸問題.....	日立製作所・日立電線工場	間瀬喜好 江尻田 義孝 矢野 孝
◎珪素樹脂のマグネットワイヤーへの応用.....	日立製作所・日立電線工場	間瀬喜好 萩野幸夫
◎240 mm ² ACSR (鋼心アルミ撚線) の低温特性.....	日立製作所・日立電線工場	山本三重郎 福田 穂
◎導電材料としての銀入銅とその応用.....	日立製作所	日立電線工場 栗本暢夫 日立研究所 飯塚富雄
◎トロリ線の間歇負荷による温度上昇と 機械的特性の変化	日立製作所・日立電線工場	久本博治 橋本 方
◎銅線の精製引抜条件に関する考察.....	日立製作所・日立電線工場	柿崎公男 久本 方

東京都千代田区丸の内 1ノ4
(新丸の内ビルディング 7階)

日 立 評 論 社

誌代特集号 1冊 ¥100 円 16
(振替口座 東京 71824 番)