

ルーカー・Kの電子回路と糸切れ探知性能

中 道 義 忠*・藤 井 博 知**

山 田 健 治**・波々伯部 圭佑*

Electronic Circuits in LOOKER・K and Monitoring Performance for broken yarns

Yoshitada NAKAMICHI・Hiroto FUKUJI
Takeharu YAMADA・Keisuke HOHKABE

We named the novel type apparatus to detect a broken line up yarns in a warp knitting machine, a loom and a warping machine, "LOOKER・K".

Monitoring method of broken yarns in LOOKER・K bases on comparison with threshold equal the number of yarns in a line up to the number of existing yarns counted by electronic counter.

Electronic circuits in LOOKER・K has played an important role for counting the number of yarns to prevent mistakes.

1. まえがき

「ルーカー・K」とは、本学産業工学研究所で開発してきた繊維機械用糸切れ検知装置の製品名である。すでに本装置に関して、国内特許⁽¹⁾，米国特許⁽²⁾，を取得している。

筆者らのルーカー・Kに関する報告^{(3) - (17)}では、基本的な技術試験，生産現場における実用試験，試験の評価法，計数性能に影響を及ぼす受光レベル変動などの基礎的問題などの検討を行ってきた。本報告においては、ルーカー・Kの計数・制御部の電子回路と糸本数の計数の関係を主に考察する。

本装置は、繊維機械稼動時の糸本数を常時計数し、計数値が設定値よりも少なければ「糸切れ」の判定を行う機能を有している。これを実現するため、本装置においては、光ファイバケーブルの一端に装着したセンサー（光学系）が光ファイバケーブルとともに、整列して移送される経糸によってつくられる糸面に対して一定の距離（10 mm 程度）を保ちながら走行し、糸本数を計数する。このとき、糸面の端から端までのセンサーの1回の走行で「糸切れ」の判定を行うとミスカウントの場合にも「糸切れ」と判定し、糸切れ探知の性能を低下させることになる。

このミスカウントによる影響を軽減させるため、本装置では数回の連続走行において常にマイナスの計数であれば、これを「糸切れ」と判定する方式を採用している。

*電気工学科 **機械工学科

これまでの種々の試験において、この判定に必要な連続走行回数は3回に設定すれば十分であることがわかった。すなわち、本当の「糸切れ」以外の現象によって3回連続して計数値がマイナスになることは殆どなかった。

このような観点から、本報告ではセンサーの1回の走行で生ずる「糸切れ」判定に対しての電子回路上の問題について考える。

一方、糸切れ検知装置に対する一般のユーザーの要求としては、“確実に、瞬時の糸切れ発見ができること”であり、これは本装置を製品化する上で十分考慮すべき点である。

2. 本装置の電子回路

2.1 本装置における計数の概要

本装置の性能を決定する要素の一つは如何に糸本数を正確に、迅速に計数するかである。本装置では、センサー（光学系）が糸面に沿って走行するとき、レーザ光は常時放射されていてセンサーが糸を横切るとき反射光（散乱光）を生じ（図1参照）、この散乱光が光ファイバを通して計数回路前段の受光回路に導かれる。各糸は整列して移送されているが、整列しているとは言え複雑な動きを伴っており、また、糸の形態は様々であるから糸へ集光されるレーザ光に対して糸は焦点からずれたり見かけ上細い糸のように振舞ったりする。さらに、糸と糸との間隔も不揃いになることもある。このような糸からの反射光（散乱光）を受光すると、その受光信号の大きさはランダムとなり、これに光ファイバケーブルの動きによって生ずる直流レベルの変動が加わり、

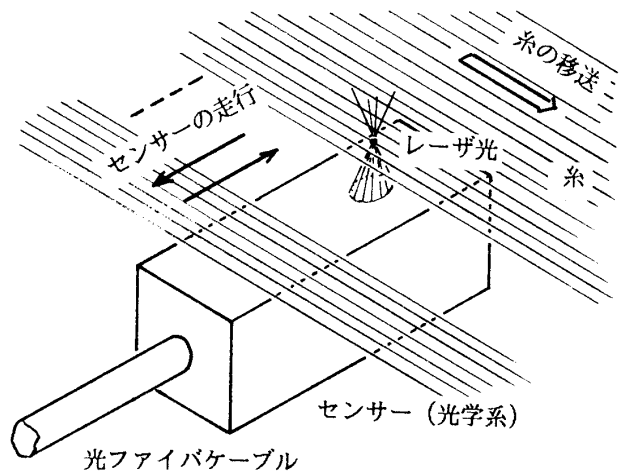


図1. 糸面に沿ってのセンサーの走行

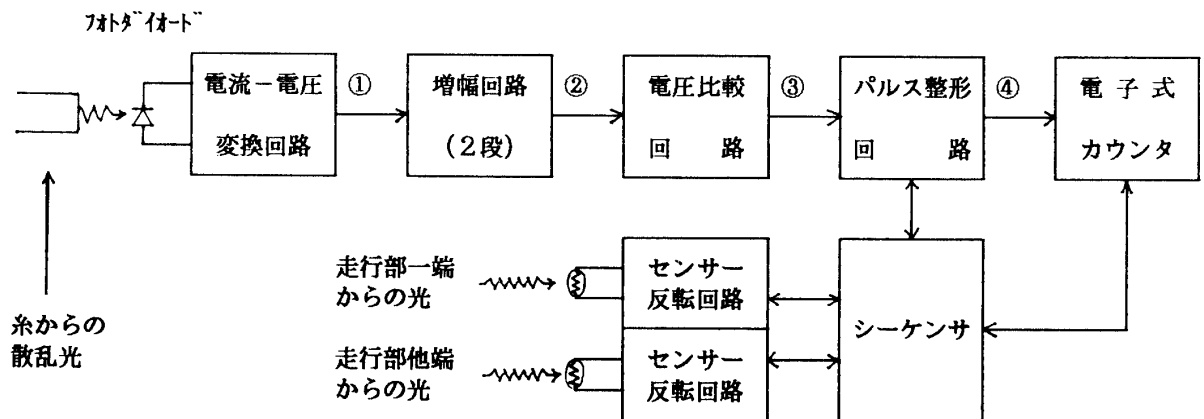
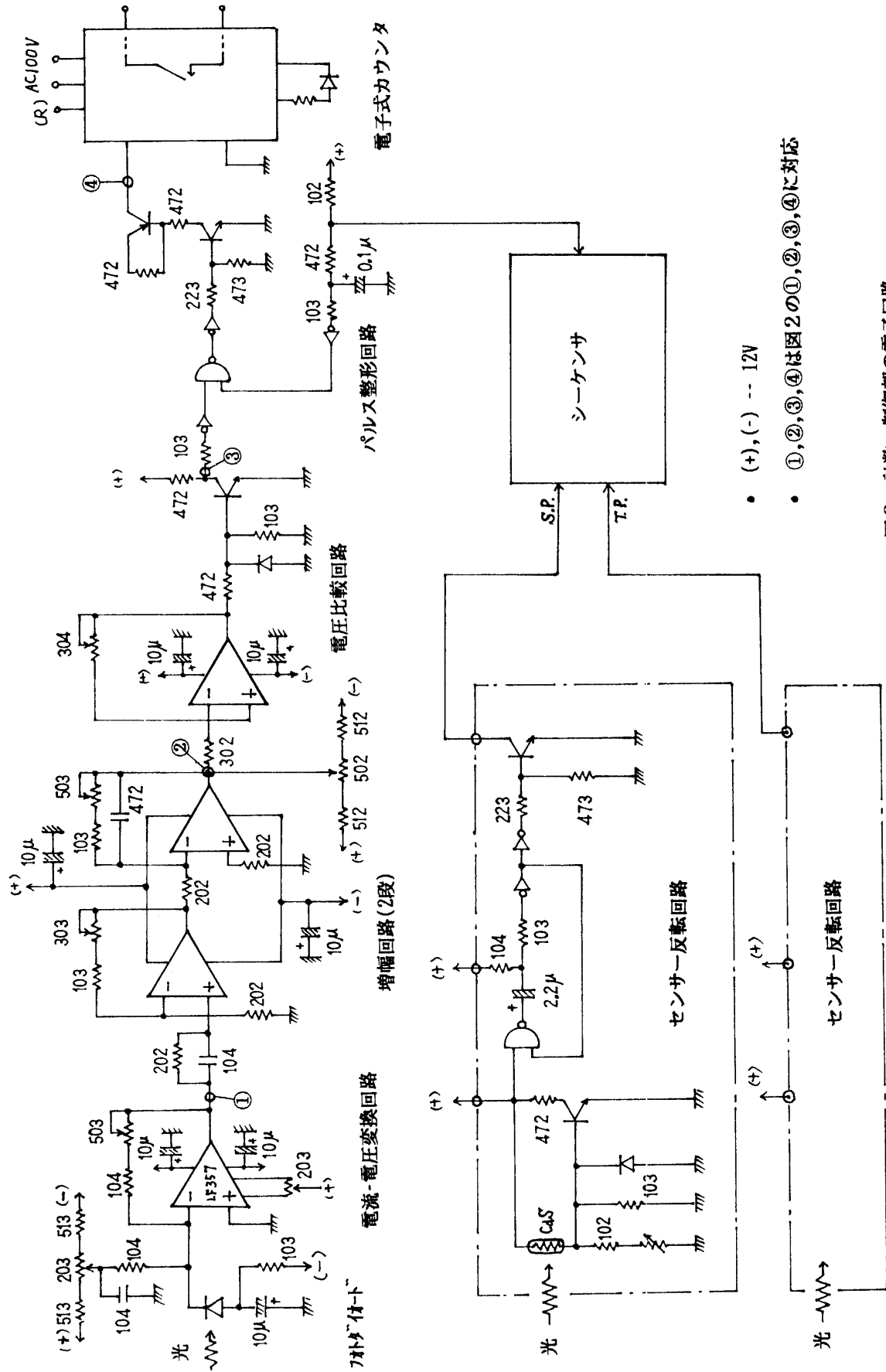


図2. 計数・制御部のブロックダイアグラム



糸の間隔の不揃いも影響して信号は不規則なパルス列となる。このパルス列から糸1本に対して1つのパルス信号となるようにして糸本数を計数することになる。

このとき、上述のような糸の複雑な動きはミスカウントを生じたり、1本の糸に対して2つのパルスをつくり出したりする。

このように糸の複雑な動きが糸本数の計数の精度を低下させることになる。

2.2 計数制御部の電子回路

本装置の全体構成、運転などについては文献(14),(16)に示される。本報告では計数・制御部の電子回路が主題であり、計数・制御部の構成を図2に、その電子回路を図3に示す。

この回路は本研究においてこれまでの試験を通じて改良してきたもので、最近のものは図3のシーケンサをマイクロコンピュータにしたものがある。

図3において、フォトダイオードには光ファイバケーブルによって導光された糸からの散乱光が入射し、電流-電圧変換回路で光の強度に比例した信号がつくられる(①の点)。

これを2段のオペアンプを使用して増幅し(②の点)、次に電圧比較回路で矩形状のパルス信号にする(③の点)。さらにこの信号を整形してカウンタへの入力信号とする(④の点)。

この一連の回路の働きにより糸が存在するときは糸1本につき1つのパルス信号をつくることになる。

図3におけるセンサー反転回路はセンサーが走行部内を糸面に沿って往復走行するときのセンサー駆動モータの正逆転の制御をするための信号をつくり出している。

本装置ではセンサーが常時レーザ光を放射しているので、センサーが走行部の端にきたときそこに設置された光ファイバには一瞬だけレーザ光が入射し、この光が図3のセンサー反転回路のCdSに導かれる。この信号を増幅してシーケンサに加え、センサーを駆動しているモータの回転方向を制御している。

このセンサー反転制御方式は走行部にリミットスイッチなどの機械的スイッチを使用しないのでセンサー走行に伴うスイッチ接点の摩耗などの問題点がなくなる。本装置のように連続運転の必要な機器には有用な方式である。

3. ミスカウントと電子回路の働き

図4には糸からの散乱光を受光した後の回路内の電気信号の変化を模式的に示す。

同図の電流-電圧変換回路の出力信号は糸からの散乱光の大きさに比例したもので、図中には実際の試験において現れたものを分類して示している。

図4において、【ケース1】は電流-電圧変換回路の出力信号 $a \sim g$ を図中の0Vを中心に飽和状態まで増幅し、増幅された信号の上で0Vのレベルより上にあるヒステリシス幅をもった電圧比較回路を通して後パルス整形回路からカウントパルスを得る様子を示している。

【ケース2】では増幅の0Vのレベルが高い場合と低い場合を示す。

信号 a, e は正常な信号で正確に計数できる。【ケース1】において、信号 d は糸のわかれな

どにより1つの信号の中にくぼみが生じているので増幅の0Vレベルの設定によっては増幅後の信号が2つのパルス状になる例である。これは電圧比較回路から2つのパルスを出力するので糸1本を2本とカウントすることになる。

信号 f は2本の糸が接近している場合で、増幅の0Vレベルをもっと高くしないと2つのカウントパルスをつくれなことを示している。すなわち、増幅後は殆ど1つのパルスとなっている。

【ケース2】は増幅の0Vレベルの高低によるカウントパルスを得る様子を示すが、1つの信号にくぼみがあると0Vレベルの設定を高くすると信号 c でも1つ多くカウントする。

一方、信号 d は【ケース1】ではプラスカウントであったものが、レベル設定を高くすると正常なカウントになる。

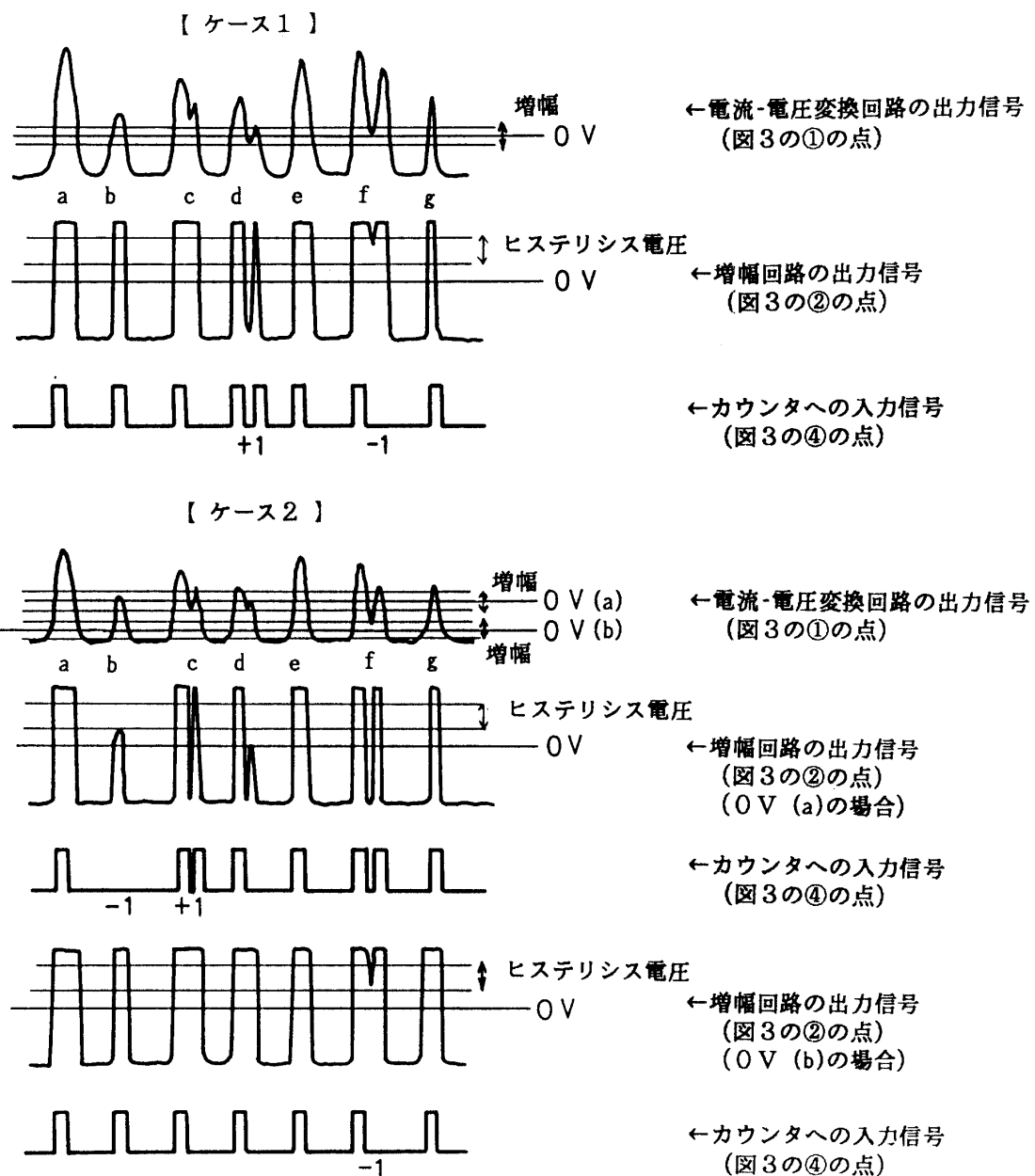


図4 計数回路各部の信号波形 (模式図)

また、信号 f も増幅の 0 V レベルを高くすると正確に 2 本の糸としてカウントする。しかし、この場合に小さい信号 b はカウントできなくなる。この小さい信号は増幅の 0 V レベルを下げると正常なカウントになるが、2 本の糸が接近している場合（信号 f ）はマイナスカウントになる。

図 4 だけを見ると、【ケース 2】の増幅の 0 V レベルを低くした場合がカウント状態が良いように見える。この場合のミスカウントする信号 f は 1 つのセパレータ（糸と糸とを分離するもの）の溝に 2 本の糸が挿入されたような特殊な場合のもので、繊維機械のオペレータが注意すれば避けられるもので、もし、このように糸がセットされていることが最初から分かっていたら設定値を 1 だけマイナスにすればよい。

一方、糸の分かれによって信号にくぼみを有するとき、くぼみが深いと 0 V レベルを低くしても 2 つのパルスをつくることがある。

また、電流-電圧変換回路の直流レベルは光ファイバケーブルの動きによって変動を生ずるので増幅の 0 V レベルが低いと糸のない部分でもカウントパルスをつくる可能性がある。

このように糸からの散乱光の受光信号にくぼみなどの乱れがあると、カウントが不正確になる。しかし、受光信号の乱れは糸の複雑な動きによって生ずるものであるから、信号波形の乱れによる不正確なカウントを防ぐには電子回路の構成に工夫をする必要がある。

図 3 の回路は複雑な信号波形でも正確なカウントができるように改良したものである。各観測点における観測波形の一例を図 5 に示す。

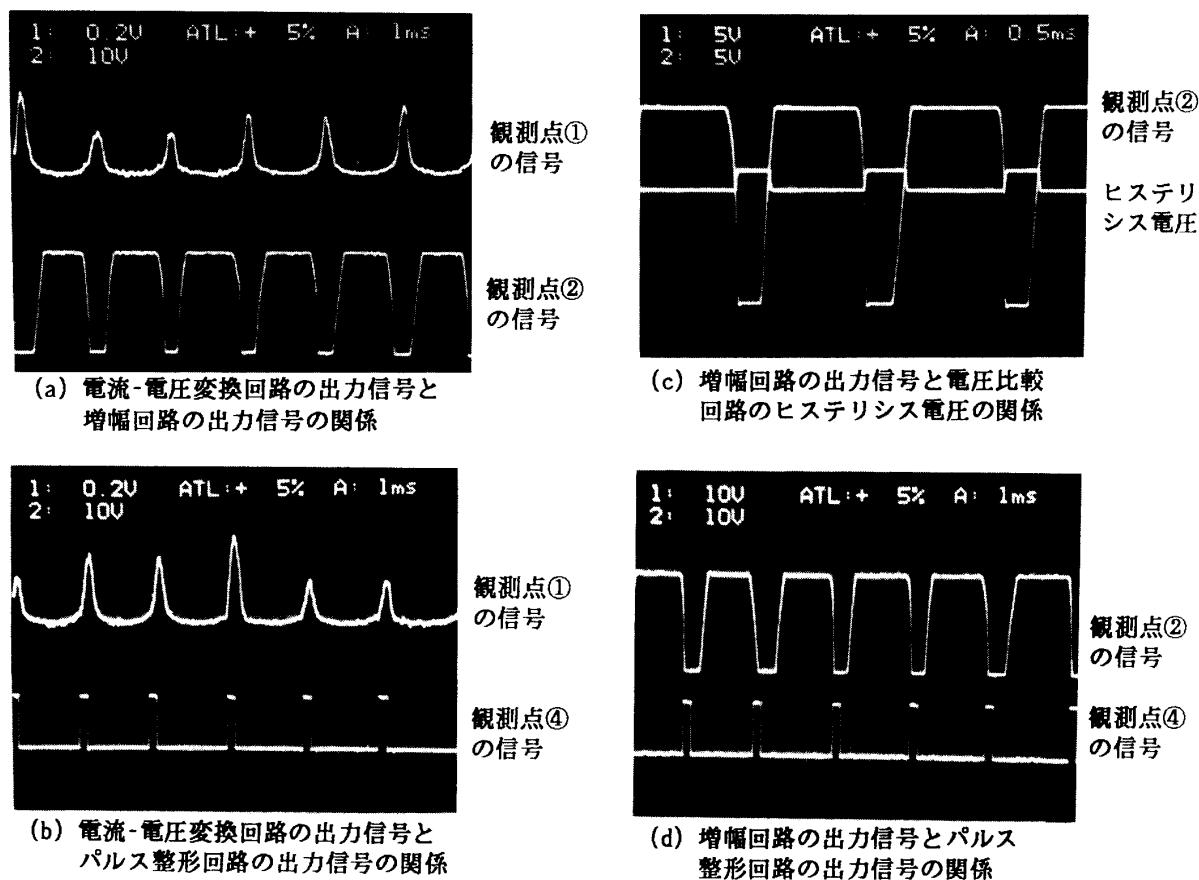


図5 計数回路各部の観測信号波形の一例

図3の回路で増幅回路にコンデンサを入れてあるが、これは積分効果によって信号波形を滑らかにするためのものである。また、増幅回路は小さい信号を上下に飽和状態まで増幅し、信号波形のくぼみの凹凸や直流レベルの変動を平らな状態にしている。

これらの効果は図5の観測波形にも現れている。

糸の太さによっても信号の乱れは異なってくる。図5は細い糸の場合であるから、波形に乱れが余り見られない。かえって糸が太い場合には糸の乱れが多く見られた。

ところで、図4に示した波形は実際に試験を行っているときに現れた代表的なものであるが、特に複雑な波形は不定期に出現するので再現性には乏しい。

ほとんどは正常な波形が観測され、信号に大小が見られる程度である。

このことはルーカー・Kを連続運転しているとき、不正確なカウントが観測されるのは平均して100回に1回程度であり、ルーカー・Kを実用するには支障はないと考えられる。

4. まとめ

本装置は実用に近い状態で試験を行い、波形観測、計数状態の観測を行っており、また、特異な現象が出現するのは不定期であるため定性的な考察になった。

しかし、上述したように、本装置では正確な糸本数の計数が最も重要であるから、このためには回路上の問題点を克服することは必要である。

本装置が糸切れ検知装置として完全なものになるためには、今後、新しい方式についても考える必要があると思われる。

最後に、本研究を行うにあたり絶大なるご指導を賜りました金井学園学園長・福井工業大学総長 金井兼造先生に深甚なる謝意を表します。また、ご支援とご協力頂きました本学産業工学研究所の関係諸先生方に謝意を表します。さらに、試験実施においてご協力頂きましたシルバーレース株式会社に謝意を表します。

参 考 文 献

- (1) 金井兼造, 波々伯部圭佑, 山田健治: “整列糸の糸切れ探知方法および同方法に用いるフィーラ”, 米国特許, 1988.
- (2) 金井兼造, 波々伯部圭佑, 山田健治: “整列糸の糸切れ探知方法および同方法に用いるフィーラ”, 国内特許, 1991.
- (3) 波々伯部圭佑, 中道義忠, 山田健治: “レーザ・光ファイバ計測システムを用いた糸状目標物の反射特性の測定”, 昭60北陸連大, C-23, 昭和60年10月.
- (4) 中道義忠, 波々伯部圭佑, 山田健治: “走行する光ファイバによる受光直流レベルの変動”, C-24, 昭和60年10月.

- (5) 波々伯部圭佑, 山田健治, 中道義忠: “光センシングによる整列した多数本の糸状目標物の計数実験”, 福井工業大学研究紀要, 第16号, pp 47-57, 1986.
- (6) 波々伯部圭佑, 中道義忠, 金井徳兼: “光センシング利用の「糸切れ検知装置」構成要素の特性”, 昭61北陸連大, C-41, 昭和61年10月.
- (7) 中道義忠, 波々伯部圭佑, 山田健治: “光センシング長時間計数の実験法”, 昭62北陸連大, C-21, 昭和62年10月.
- (8) 中道義忠, 波々伯部圭佑, 山田健治: “光ファイバセンシング計数装置の計数試験法”, 福井工業大学研究紀要, 第19号, pp 1-11, 1989.
- (9) 中道義忠, 波々伯部圭佑, 山田健治: “高速走行整列糸の計数実験”, 昭63北陸連大, C-16, 昭和63年9月.
- (10) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “光ファイバの動きに伴うスペckルパターンの変動”, 平成元北陸連大, C-21, 平成元年10月.
- (11) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “光ファイバーの動きに伴うスペckルパターンと受光レベルの変動”, 福井工業大学研究紀要, 第20号, pp 61-69, 1990.
- (12) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “光学式糸切れ検知装置の可動光ファイバによる受光量の変動”, 信学論, Vol.J73-C-I, No.6, pp 484-487, 1990.
- (13) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “スペckルパターンの動きに起因する受光量の変動”, 平2北陸連大, C-12, 平成2年10月.
- (14) 中道義忠, 藤井博知, 山田健治, 波々伯部圭佑: “ルーカー・Kの実用試験”, 福井工業大学研究紀要, 第21号, pp 49-55, 1991.
- (15) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “糸状目標物計数における信号波形の影響”, 平3北陸連大, D-49, 平成3年10月.
- (16) 中道義忠, 藤井博知, 山田健治, 波々伯部圭佑: “ルーカー・Kの実用試験(その2)”, 福井工業大学研究紀要, 第22号, pp 25-31, 1992.
- (17) 中道義忠, 波々伯部圭佑: “SMファイバによる光学式糸切れ検知装置の受光レベル変動の軽減”, 平4北陸連大, D-52, 平成4年10月.

(平成4年12月17日受理)