

Kシリーズ自動平衡記録計

鴫 沢 巳 代 治* 竹 内 弘 典*
Miyoji Tokizawa Hironori Takeuchi

K-SERIES Self-balancing Recorder

Synopsis

K-SERIES self-balancing recorder, pet-named "KERS", was developed by new techniques based on our rich experiences. The main parts of this recorder, such as servo-mechanism, servo-amplifier, measuring circuit components, are used in common with that of S-SERIES self-balancing recorder "S-ERS".

KERS has two case sizes, medium (150 mm scale length) and large (250 mm scale length) and there are 1-pen, 2-pen, 6-point and 12-point printing recorders in each.

The outstanding features of these recorders are as follows.

1. Compact construction and light weight.
2. Abundance in attachments, such as upper or/and lower limiters, integrator, retransmitting potentiometer and multi-chart speed changer.
3. Stable operation in a longtime running.
4. Easy maintenance and easy reformation of its function due to the unit parts system.

I. ま え が き

Kシリーズ電子管式自動平衡計（KERS II）は、昭和30年に発表以来、鉄鋼、浄水、窯業、化学、製糖、紙、パルプ、など各方面での計装に多く使用され多大の成果を収めてきた。

今回過去数年間にわたる経験を基礎として、最近の電子技術を全面的に活用し、新しい時代の要求を充分折り込んで装いも新しく、新Kシリーズ自動平衡記録計“ケルス”が完成された。

この記録計は温度、圧力、流量、ガス分析など、あらゆるプロセスの指示記録に使用され、中形（記録紙有効幅 150mm）大形（記録紙有効幅 250mm）の2種類あり、おのおのに1点ペン書、2点ペン書、6打点、12打点の4種類がある。上下限警報装置、積算計、抵抗発信

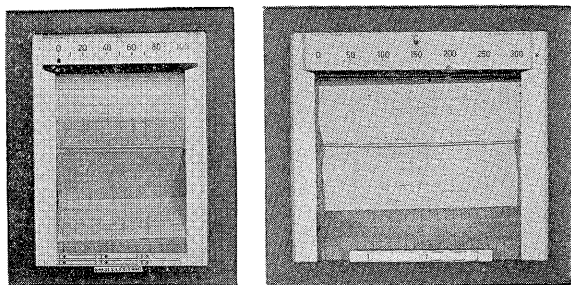
器、熱電対基準接点温度補償装置、記録紙速度切換装置など多くの付属装置をつけることができる。

自動平衡計器としての主要部分、すなわち測定回路、測定電源、サーボ機構、増幅器などはすべて先に発表した、Sシリーズ自動平衡計器と同一のものを使用している。本稿ではこの計器の特長である付属装置について主に紹介する。測定原理、自動平衡計としての主要部分については（富士時報第37巻、第11号）を参照されたい。

第1図にこれら計器の外観を示す。

II. 特 長

- 1) 小形、軽量でパネル占有面積が少ない。
- 2) 主要機構はすべてユニット化されているので交換および追加が簡単である。
- 3) 増幅器はトランジスタ化し、チョップ部分にはマージャーまたはトランジスタチョップを採用しているので寿命は半永久的である。
- 4) 測定回路用電源には定電圧ダイオードを使用しているので、保守の必要がなく寿命は半永久的である。
- 5) レンジユニットの交換により各種入力を容易に接続することができる。
- 6) I-Vユニット、デバイダユニット、ブリッジユニットの併用により同一計器で最高12種類の違った入力を測定することができる（多点測定の場合）。
- 7) 記録紙繰出機構は前方に倒すことができるので記録紙の交換が容易である。記録紙は折りたたみ式を用いているので、記録紙の点検、記録紙の保存が簡単である。



(a) 中形 (形式 K-ERS-615) (b) 大形 (形式 K-ERS-225)

第1図 “ケルス” 外観図

Fig. 1. K-SERIES self-balancing recorders "KERS"

* 東京工場

$$E_{AD} = 2bB\bar{V} \cdot \frac{2a^2}{(a^2 + b^2) + (K/\sigma)(1 + \sigma z/a)(b^2 - a^2)} \dots\dots\dots (18)$$

ここで b : 導管の半径 a : 異物付着後の半径
 σ : 流体の導電率 K : 付着物の導電率
 z : 接触抵抗

この式によるまでもなく付着物と流体の導電率が同じならば、軸対称流速分布であるから正しい流量を示す。実用上はほとんどこのケースであると考えてさしつかえない。沈着物の導電率の方が高いときは指示が小さく、低いときは指示が大きくなる。たとえば沈着物と液の導電率の比が 0.9 で半径が 10% 狭くなったときの誤差は 0.5% である。

VI. 特長と仕様

テレパーム電磁流量計には測定原理に固有なものも含めてつぎのような特長がある。

- (1) 液体の温度、圧力、粘度、密度、レイノルズ数、流れの状態などの影響を受けない。
- (2) 絞り機構がないので圧力損失がない。
- (3) 従来測定不能であった腐食性液、高粘性の液、砂や固形物の混入したもの、スラリー液も測定できる。
- (4) 流量と出力信号とが直線関係にあり、可動部分が全くないので高精度の測定ができる。
- (5) 発信器の励磁電力がすくなく、それに基づく誤差が少ない。
- (6) 増幅器は初段以外はすべてトランジスタ化され、増幅器の各部はプラグインになっていて、高い信頼性を有している。
- (7) ホール乗算器を用いた独特の電源変動補償回路を具備しており、この回路のみ単独でチェックできる。
- (8) 測定範囲は連続可変である。
- (9) 出力信号としてテレパーム統一信号を採用しているので、計装に有利である。

標準仕様を下に示す。

口 径 : 25A, 50A, 80A, 100A, 150A, 200A

測定範囲 : 各口径とも流速で 0~1 ないし 10 m/sec

(第 23 図参照)

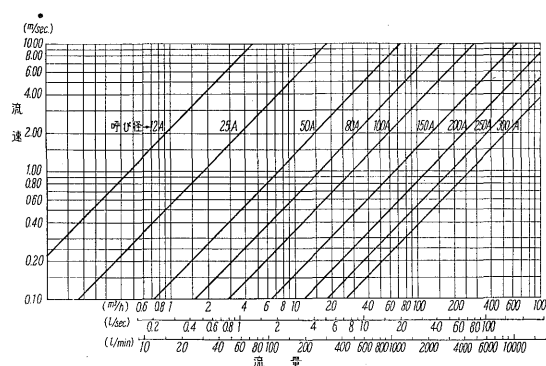
測定液体の最小導電率 : 40 $\mu\text{S}/\text{cm}$

最高使用圧力 : 10 kg/cm^2

最高使用温度 : 測定液の特殊性によるが一般にはつぎのとおりである。

ネオプレンゴムライニング……………65℃

三弗化エチレン樹脂ライニング……………90℃



第 23 図 測定範囲

Fig. 23. Measuring range of electromagnetic flowmeter

テフロンスリーブライニング……………120℃

電極材料 : SUS 32, チタン, 白金

接続フランジ : JIS 10 kg/cm^2 フランジ

外形寸法 : 発信器……………第 8 図

増幅器……………390×280×146

電 源 : 100V 50/60%

消費電力 : 450VA 以下 (発信器消費電力 350VA を含む)

増幅器周囲温度 : -10~45℃

出力電流 : DC 10~50mA (テレパーム統一信号)

精 度 : $\pm 1\%$

電源変動特性 : 100V $\pm 10V$ / $-15V$ $\pm 1\%$ に対してフルスケールの $\pm 1\%$

応答時間 : 時定数 0.3 秒

付属専用ケーブル : 標準 5m シャヘイ付ポリエチレン絶縁ケーブル

VII. む す び

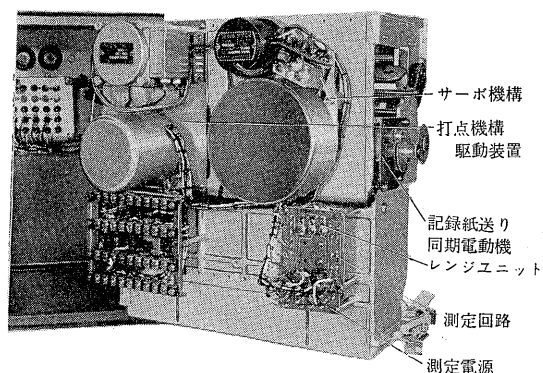
以上テレパーム電磁流量発信器について紹介した。紙面の都合で測定精度に関する検討など割愛せざるをえなかった。電磁流量計が国内において使用されはじめてからほぼ 10 年を経過した。しかしながら電磁流量計に関してその適用性など、なお多数の検討されるべき点を残していると考えられる。とくに電磁流量計は電磁誘導の法則という旧知の事実を測定原理とするものであるにもかかわらず、最近におけるエレクトロニクスの著しい成果によってのみ完成された工業計器である。今後ともこの分野における技術的進歩は不断にこの電磁流量計のうちに反映されそのようすをかえていくであろう。

これまでの貴重な製作経験を生かし、新しい技術を積極的に採り入れてより完全なものをめざして努力する所存である。ますます広く需要家各位のご支援を得たい。

- る。
- 8) ペンは金属製そう入式であり、インクは袋入インクを使用しているので、保守のさい手をよごすことがない。
- 9) 電源周波数 50 % と、60 % の変更は、ペン書式では 1 組、打点式では 2 組の歯車を交換するだけでできる。
- 10) 応答時間および打点間隔の変更ができる。
- 11) 警報装置、流量積算、発信抵抗、熱電対基準接点、温度補償装置、記録紙変速装置など、たくさんの付属装置をつけることができる。
- 12) すべり抵抗は特殊金属の使用と特殊二重接点構造および、クリーナの併用により摩耗および接触不良がない（実用新案申請中）。

III. 構 造

サーボ機構、測定回路、測定電源、増幅器（以上本誌第 37 巻第 11 号 S シリーズ自動平衡記録計 III. 4. 項参照）記録紙繰り出し機構、記録機構、打点機構、測定点切換器、などで構成する。これらの機構はアルミダイカストフレームに取り付けられ、ケースより開き出すことができる。第 2 図に記録計の内部機構を示す。



第 2 図 自動平衡記録計内部
Fig. 2. Inner view of multi-point recorder

1. 記 録 機 構

すべり抵抗の接点の動きは鋼線製ワイヤにより直線運動になおして指針に伝達される。指針はアクリル製で細い線が入っており正確な読み取りが可能である。

1) ペン書き（1 ペンおよび 2 ペン）

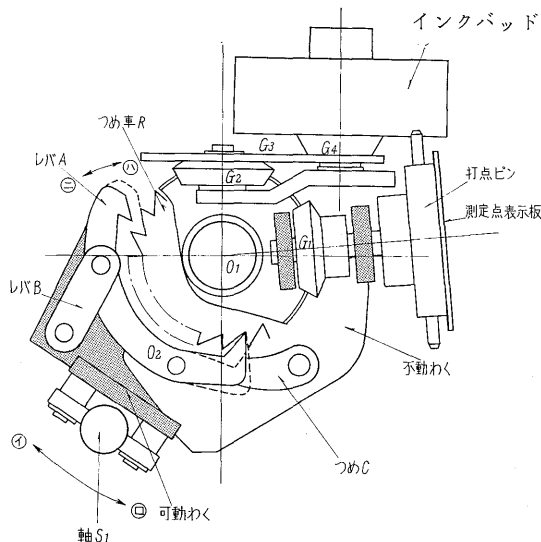
インクはらせん状にまかれたビニルチューブで、インク袋からサイフォンの作用により自動的に供給される。記録ペンは金属のそう入式である。

2. 打 点 機 構

打点ピンの切換えは打点部の上下運動を利用してラチ

ェットにより切り換えられる。打点ピンと測定点表示板は一体となっており回転軸は目盛板と直角方向である。したがって測定点の表示は見やすくなっている。

プラスチック製のインクパッドホルダは水平に回転するのでインクの補給は運転中でもできる。第 3 図の動作原理図により切換動作を説明する。

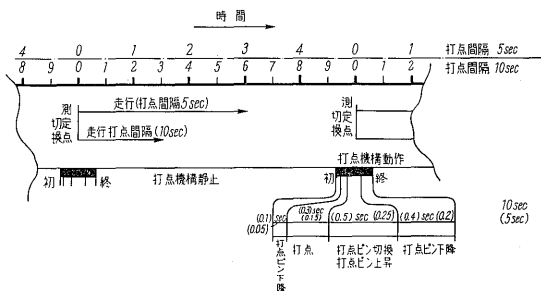


第 3 図 打点機構内部構造図
Fig. 3. Construction of printer

軸 S_1 （打点ピンを上下に動かして打点をする軸）が④→⑤の方向に動くことによりレバ A はレバ B により⑤→⑥の方向に軸 O_2 を中心に動く。この動作 1 回でつめ車 R は 1/24 回転する。この回転をかき歯車 G_1 により打点ピンおよび測定点表示車に、かき歯車 G_2 と平歯車 G_3, G_4 によりインクパッドホルダに伝達しそれぞれ 1/12 回転、1/6 回転に変換される（実用新案申請中）。

打点は 6 点記録計が 6 色の実円、12 点記録計は 6 色の実円と中空円である。

打点機構および切換開閉器はシンクロナスマータで駆動される。この駆動装置は打点機構打点部の上下と切換開閉器を動かすだけで良く、そのトルクも小さいので非常に簡素化された。また打点ピンが記録紙に接している



第 4 図 打点動作図
Fig. 4. Time chart of printing

時間を短縮したためわずかな指示の変動があっても記録紙が破れるようなことはない。第4図にそのタイムチャートを示す。

3. 測定点切換開閉器

接点は特殊合金で作られており、測定入力に影響をおよぼさず、接点寿命を長くする高速切換である。電子管式自動平衡記録計（形式KESⅡ）および可動コイル式打点記録計（形式VDS）などで充分実績のある安定したものである。

4. 記録紙繰出機構

記録紙は折りたたみ式で1本1か月分（20 mm/h）である。標準記録紙速度の他に第1表にある各種の速度および速度切換装置機構を取りつけることができる。

周波数のちがいによる仕様変更は従来のようにモータを取り換えず2枚の歯車の交換による。

記録紙の交換を容易にするため記録紙繰出機構は前面にでてくる。この際記録ペンは自動的に記録紙面よりはなれ記録を汚すようなことはない。

記録紙の残量が少なくなったことが明らかにわかるように最後の1mに斜めの線が入っている（特許申請中）。

5. 測定回路

測定回路には電圧を測定する電位差計回路と抵抗を測定するブリッジ回路がある。測定回路はブリッジユニット、レンジユニット、測定電源から構成されている。ブリッジユニットはブリッジ抵抗と入力フィルタ回路からなり、ブリッジ抵抗、 R_2 、 R_3 、 R_4 は全回路とも同一の抵抗が使用できるよう考えられている。入力フィルタは測定入力の持つリップルや、途中の配線から拾うノイズが測定に支障をきたすことを防ぐためと、サーボ回路に制動をきかせるために設けてある。入力フィルタは電位差計回路とブリッジ回路では違った接続がなされている。なお入力フィルタには、測定入力に大きなリップルが入っている場合や、変動のはげしい入力を平滑して記録するために大きなフィルタも用意されている。

多点記録計にて1台の計器で種々の入力を測定するため種々のユニットが用意されている。

電流入力の場合はI-Vユニットにより電圧に変換される。テレパームおよびテレメータ入力の場合は変化範囲が250 mVに変換され、それ以外の電流入力の場合は10 mVの変化幅に変換される。

電圧入力で種々の入力が入る場合は測定回路は0~10 mVに調整しておき、各入力はデバイダユニットなどにより0~10 mVに変換して測定する。

なお電圧、抵抗入力を1台で記録する場合のために抵抗を電圧に変えるブリッジユニットも考慮されている。

6. 部品の共通化について

大形、中形、ペン書き、多点はもとより、Sシリーズ計器とも部品の共通化をはかり、部品の精度、管理などが著しく向上した。詳細についてはすでに本誌に発表されたSシリーズ可動コイル記録計および自動平衡計器（第37巻第11号IV項）Sシリーズ共通部品の項を参照されたい。

IV. 付 属 装 置

1. 発 信 抵 抗

S-ERSと同じものであり、直線性0.5%の高精度のものである。積算計用発信抵抗器または警報用発信抵抗器（多点記録計のとき）を含み各素子に2個まで取り付けることができる。

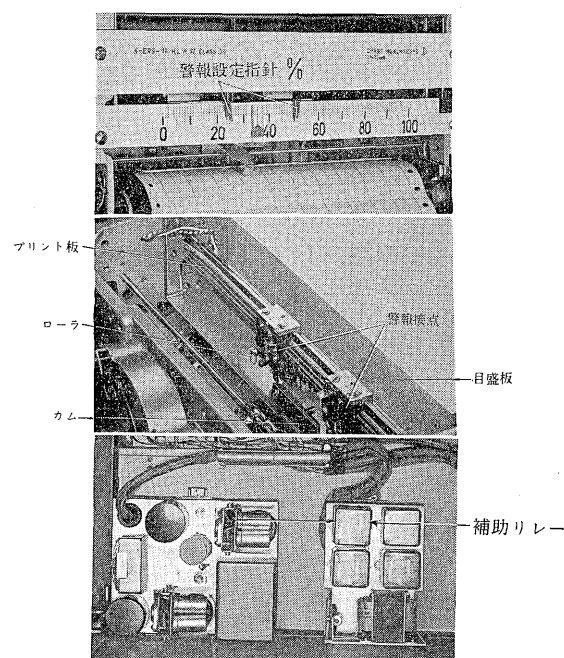
2. 警 報 装 置

多点記録計では警報設定点の多いものの要求が最近増加してきたため今回開発した。ペン書き用と多点用の2種類がある。

1) ペン書き用警報装置

リード線をかねたプリント板上の任意の位置に接点を接触させておき指針が警報点に達したらその接点を離す方法を採用している。従来の警報装置ではさけられなかった動作点のずれをなくすことも考慮した。

目盛板のうしろにこの装置を取りつけ、設定値が前か



第5図 ペン書用警報装置の構成

Fig. 5. Alarming mechanism of pen recorder

ら見え、設定は手で容易にできる。

この装置の構成を第 5 図に示す。

プリント板をガイドとする可動接点部を動かして設定する。指示が警報範囲外のときはプリント板に接点は接触している。指示が設定点に達すると指示機構に取りつけられたカムによりローラを押し、接点がはなれ警報を出す。指示が設定点を大きく越えたときには接点をはなしてからその状態を保持する機構が働く。接点の開閉は必ずカムにより行なわれるため、カムの形状により接点の動作点のずれを少なくすることができる。実験の結果このずれは 0.2% 以内である。

接点容量を大きくするため補助リレーを内蔵している (実用新案申請中)。

2) 多点用警報装置

すべり抵抗発信器と設定抵抗器群で構成する交流ブリッジ部、トランジスタ回路と制御リレーで構成する警報発信部、上下限選択リレー、測定点切換開閉器、警報信号発信リレー群で構成している。第 6 図にこれらを示す。

(1) 動作原理

指示値と設定値の偏差はブリッジにより交流電流に変

換され、トランジスタ回路により制御リレーを動作させる。制御リレーの信号は測定点と上下限の分類をして警報発信リレーを動作させ警報を発する。第 7 図にこの原理図を示す。

測定点を選ばずどの測定点でも警報範囲に入った場合警報を出すにはこの回路から測定点切換開閉器をはずして回路を構成する。

(2) すべり抵抗発信器

VI-1. 項、発信抵抗器の項参照。

(3) 設定抵抗部

計器の本体下部に取りつけられ、上下限おのの 6 点計 12 点まで設定できる。計器を小形化するために 1 本のすべり抵抗に上下限おのの 2 点ずつの接点を接触させたものをユニットとし、これを最高 3 個まで取りつける。設定指針は接点と同一線上にある。設定は目盛板上の設定指針を動かして行なう。

(4) トランジスタ回路と制御継電器

ブリッジ回路で交流電流に変換された後、トランジスタ回路により増幅される。この交流電流は同期整流回路により直流電圧に変換され、さらに、その直流電圧はシュミット回路に導かれる。制御リレーはシュミット回路および出力トランジスタの作用により駆動する。

(5) 警報信号継電器部

測定点および上下限別々に信号を出すために、12 測定点、上下限の計 24 点までの継電器を計器に外付している。この継電器は信号を 1 周期保持するようにしてある。動作接点が 1 組外部端子に出されている。

(6) 上下限および測定点選択回路

概略接続図第 8 図により説明する。

(a) 警報点接続板

設定と測定点の組合せは無数にあるがこれを任意に組み合わせる接続板である。適当な線をはんだ付けによって接続できる。

(b) 上下限選択継電器回路

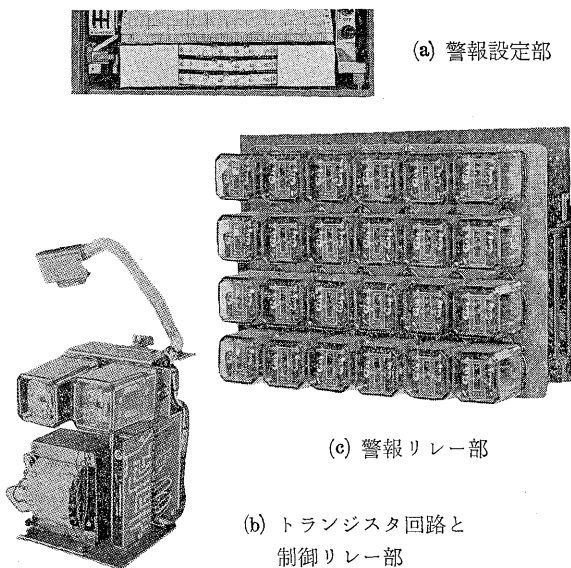
指示が警報範囲内か否かを指示が安定してから上限、下限の順に時間をずらしてしらべる。これは打点機構および切換開閉器駆動装置に取りつけられたカムとマイク

ロスイッチ (M_1) より打点周期と同期して行なう。

リレー (A)

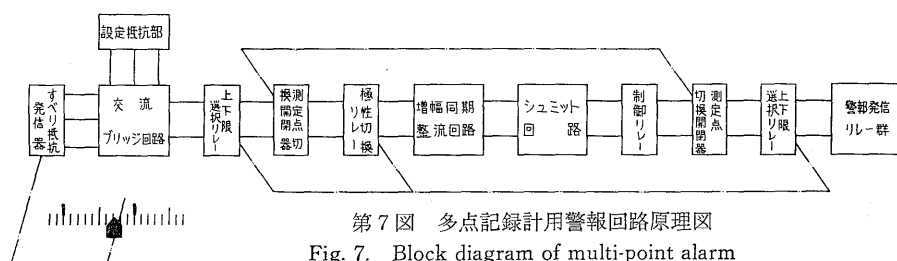
設定点の上下限をしらべる。12 切換接点のワイヤスプリングリレー使用。

リレー (B)



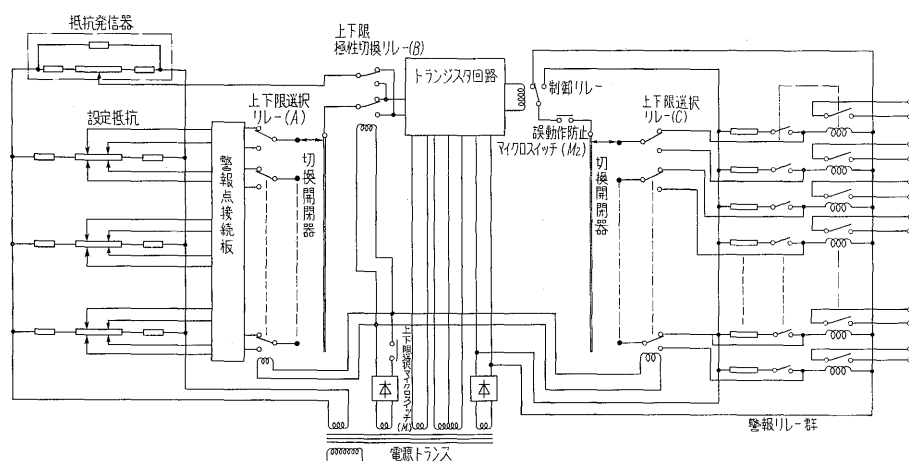
第 6 図 多点用警報装置の構成

Fig. 6. Alarming mechanism of multi-point recorder



第 7 図 多点記録計用警報回路原理図

Fig. 7. Block diagram of multi-point alarm



第 8 図 多点記録計用警報装置接続図

Fig. 8. Connection diagram of multi-point alarm

トランジスタ回路の入力極性の切り換えをする。

制御リレー

警報範囲内にあるときは上下限とも復帰，警報範囲外
のときは励磁する。

リレー (C)

制御リレーの信号を警報発信リレーの上下限分類して
行なうため，リレー (A) と同一のものを使用。

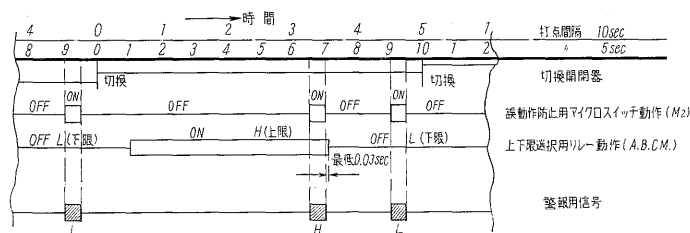
(e) 誤動作防止スイッチ (M_2)

指示が安定してから警報の信号を出すため，および切
換開閉器の接点を保護するためのスイッチである。

(d) 測定点切換回路

V-3 項切換開閉器に 2 回路追加したものである。設
定側および警報信号側の切り換えに 1 回路ずつ使用して
いる。

この項の動作について第 9 図にタイムチャートを示
す。



第 9 図 多点記録計監視装置動作原理図

Fig. 9. Time chart of multi-point alarm

3. 記録紙速度切換装置

実験室などで記録紙の速さを変える必要のあるとき使
用する。3 段切換え (5 種) 6 段切換え (3 種) が標準で
ある。速さの切換えは 3 枚の歯車を軸方向にすべらせて
3 段の切換えをする。6 段の切換えはさらに別の歯車列

をつくりその歯車列に切換
える。歯車の切換えは前面
に出ているレバにより任意
の速さを選べば良い。取り
つけは本体の左側面であと
からの追加も容易にでき
る。第 10 図にその外観を
示す。

4. 基準接点温度補償装置

熱電対入力の場合に付属
することができる。回路そ
の他については本誌 第 37
巻 第 11 号 S シリーズ自動
平衡計器 IV. 4. 項を参照

されたい。

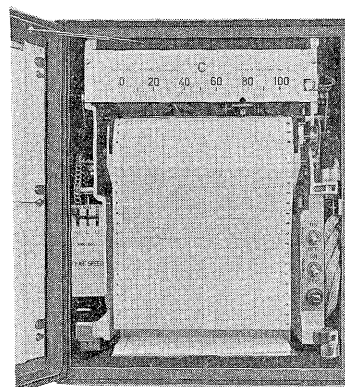
第 10 図
記録紙速度切換装置

Fig. 10.

Multi-chart speed
changer

5. 積算装置

サーボ機構に取りつけられた積算計用抵抗発信器また
はテレパーム電流を入力とする連続積算装置である。S
シリーズ連続積算計 (形式 S-ESM) の内部機構をその
まま用い，K-ERS 用に配置しなおしたものである。仕
様，回路，性能は全く同じである。本誌 第 38 巻 第
4 号 S シリーズ連続積算計に詳細が発表されてい
るから参照されたい。第 11 図にその外観を示す。



第 11 図 積 算 装 置

Fig. 11. Integrator attachment

V. 仕 様

第 1 表に各種計器の共通仕様，第 2 表に付属品の仕様
を示す。

第 1 表 K-ERS の 仕 様
Table 1. Specifications of K-ERS

形 式	仕 様
K-ERS	精 度: $\pm 0.5\%$
	入 力: 電位差形 (-P) DC 10 mV 幅以上
	ブリッジ形 (-B) Pt 100 Ω
	50 deg 幅以上
	増 幅 器 仕 様: 中利得用 (形式: M) マーキュリーチョップ使用 トランジスタ増幅器
	低利得用 (形式: L) トランジスタチョップ使用 トランジスタ増幅器
	感 度: 0.1%
	応 答 時 間: 約 3.5 sec
	使 用 電 源: AC 100V 50 または 60%
	消 費 電 力: 1 ペン約 18 VA 2 ペン約 25 VA 打点約 23 VA
	取付周囲温度: 0~50°C
	取付周囲湿度: 10~90% RH
	記 録 紙 速 度: 標準 20mm/h (歯車を入れ換えれば 180mm/h になる) 非標準 30, 60, 120, 180, 400, 600, 1200, 2400, 3600 mm/h
	記録紙駆動方式: 同期電動機式
	記録紙保存方式: 折りたたみ式
	塗 装 色: マンセル 7.5 BG 4/1.5
	前 面 ガ ラ ス: 無反射ガラス
	エ ア パ ー ジ: 電線貫通金物取付可

VI. む す び

以上Kシリーズ自動平衡記録計についてのべた。性能および取扱上多くの利点を有するこれら計器は各方面に広く用いられ、充分にその機能を発揮するものと確信しているが、なお今後とも各方面の要望、意見を充分とり入れ改良を重ねていくつもりである。

第 2 表 付 属 装 置 仕 様
Table 2. Specifications of attachment

付属装置名	形 式	仕 様
基準接点補償装置	/J	・ CA, CC, IC, PR 用
警 報 装 置	/H	・ 上 限 警報接点
	/L	・ 下 限 警報接点
	/HL	・ 上 下 限 警報接点
発 信 抵 抗	/W	・ 抵抗値: 100 Ω 変化幅 (電圧取り出し, 3 線式)
	/WS	・ 精 度: $\pm 0.5\%$ ・ 積算計用発信抵抗 (電圧取り出し, 3 線式)
積 算 計	/SI	・ 入 力: テレバーム統一信号電流 DC 10~50 mA ・ 精 度: $\pm 1\%$ (10% 以下 Cut) ・ 指 示: 現数字 5 けた ・ 積算値: 100% 入力 1 時間積算で 100 と出る
	/SR	・ 入 力: テレバーム統一信号電流以外の入力 (DC 10 mV 幅以上または Pt 100 Ω 50 deg 幅以上) ・ 精 度: 1% (10% 以下 Cut) ・ 他仕様は SI に同じ
	/C	・ 積算装置にはパルス発信器を取り付けることができる ・ 出 力: 100パルス/h (非標準 200, 250, 300, 500, 600, 800, 1000 パルス/h) ・ 接 点: 1 接点, AC 100 V, 0.3 A
	/LC・31	・ 20, 60, 120
記 録 紙 速 度 切 換 装 置	/LC・32	・ 120, 360, 720
	/LC・33	・ 200, 600, 1200
	/LC・34	・ 1200, 3600, 7200
	/LC・35	・ 2400, 7200, 14400
	/LC・61	・ 20, 60, 120, 200, 600, 1200
	/LC・62	・ 120, 360, 720, 1200, 3600, 7200
	/LC・63	・ 240, 720, 1440, 2400, 7200, 14400



＊本誌に記載されている会社名および製品名は，それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。