

水力発電所に於ける指示電気計器

宗 像 晋 介*

Electrical Indicating Instruments for Hydraulic Power Station

By Shinsuke Munakata
Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The hydraulic power station employs a variety of special type indicating instruments for indication of water level, position of guide valve, etc., let alone ordinary indicating meters, including voltmeters, ammeters, wattmeters, and the like.

And it is a dominant note of the time that the requirements on those indicating meters are becoming increasingly complicated and severe with the overall advancement of power planning.

This has accelerated a marked improvement of those meters both in construction and performance, side by side with the recent progress in machining technique and industrial materials.

As introduced occasionally in previous issues, Hitachi's indicating meters have been manufactured in Type S₂₄, 140 mm sq. semi-flush type as standard, and D.C. meters are of interior magnet movable coil type while A.C. meters employ inclined coil movable iron piece type or electro-dynamometer type.

This article is devoted to, among them, a group of such meters used for special indicating meter service in hydraulic power plants.

〔I〕 緒 言

水力発電所に於ける各種指示計器には電圧計、電流計、電力計等の一般計器の外に水位、案内弁の位置の指示等の多種多様の特殊計器が必要である。これ等計器類は発電所設計技術の進歩に伴い新しい要求事項が加えられ、工業材料の発達、工作法の進歩と相俟つて構造的にも性能的にも改良向上されている。

日立製作所に於て配電盤用一般計器として S₂₄ 型 140 mm 角半埋込型の構造を標準とし、直流計器には内部磁石可動コイル型、交流計器には傾斜コイル可動鉄片型或は電流力計型計器を採用している。これ等の計器に就いては兼て報告されているので、今回は水力発電所用の特殊指示計器に就いて述べる。

* 日立製作所多賀工場

〔II〕 水位指示計

水力発電所に於て水位の測定は最も重要なものの一つであることは論を俟たない。本水位指示計は貯水池、水槽或は水路の所定の場所の水位を遠隔にある配電盤室又は所望の監視所に於て指示せしめるものである。使用の目的から計器として高精度で且つ電源の電圧、周波数の変動により指示が影響されない構造が要求されている。

送信器と受信器が対として使用され送信器には D₂₁ 型 D₃₃ 型、及び ZLR 型の 3 種、受信器には S₂₄ 型及び SD₂₄ 型の 2 種がある。

(1) S₂₄ 型水位指示計

本水位指示計は D₂₁ 型送信器と組合される。送信器は 2 箇の誘導コイルを有する回転子と、励磁用固定コイルよりなり、回転子はロープを介し浮子に連結されている。

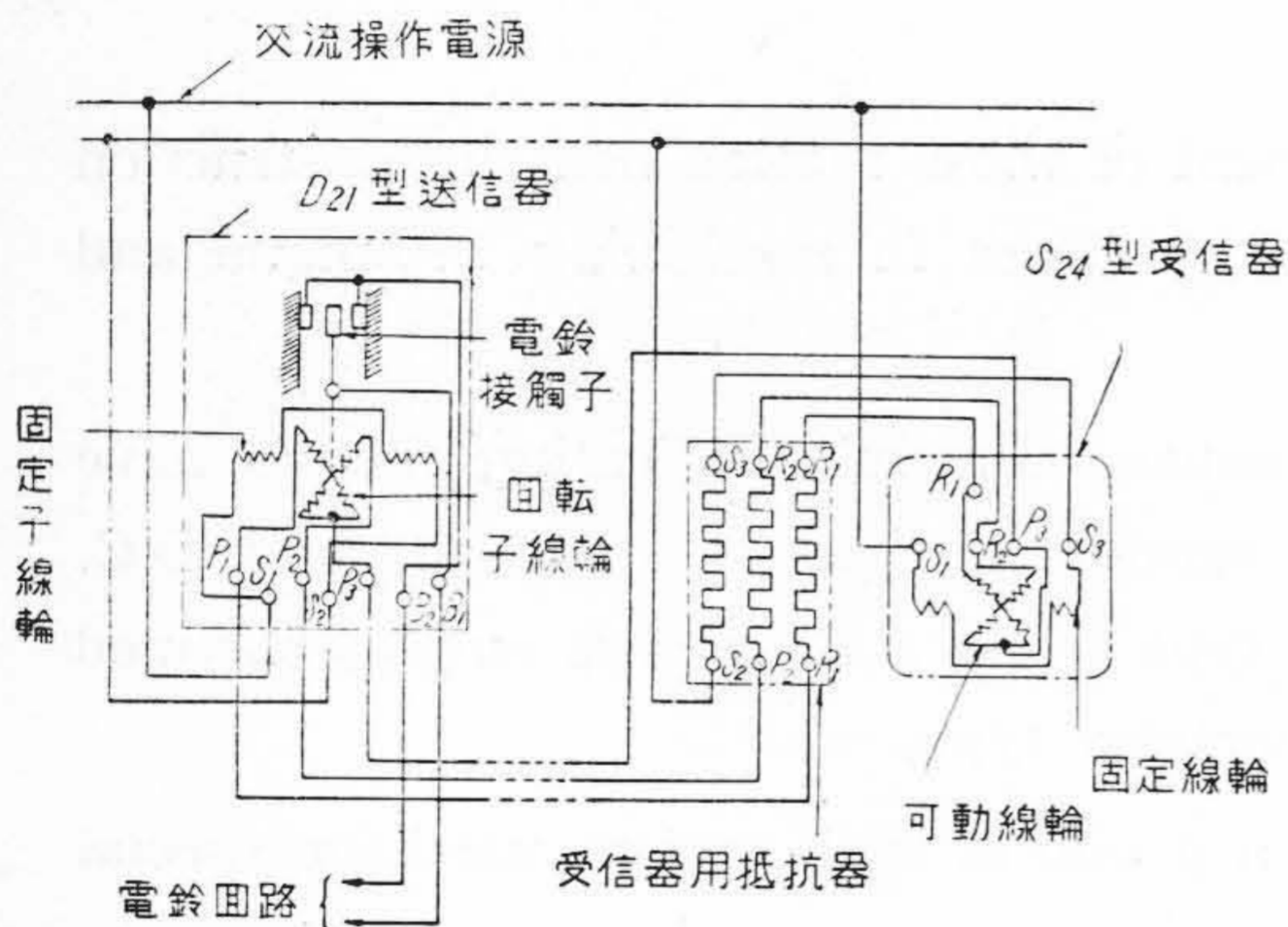
水位により浮子が上下すれば回転子が回転されそれぞれのコイルには回転角度に対応した二次電圧が誘起される。

指示計器は可動交叉コイル型比率計の構造で、固定コイルは送信器の固定コイルと同一電源により励磁され可動交叉コイルは送信器の回転子の誘導コイルにそれぞれ接続される。指針の位置は交叉両コイルに流れる電流の比率により決定されるので、計器の指示は送信器の回転子の回転角度、従つて水位を示すのである。第1図に本水位指示計の接続図を第2図には指示計の外観を示す。

尙送信器にベル接点を設けて高水位側または低水位側或は両側それぞれ所望の水位にて警報を発生せしめることも可能である。

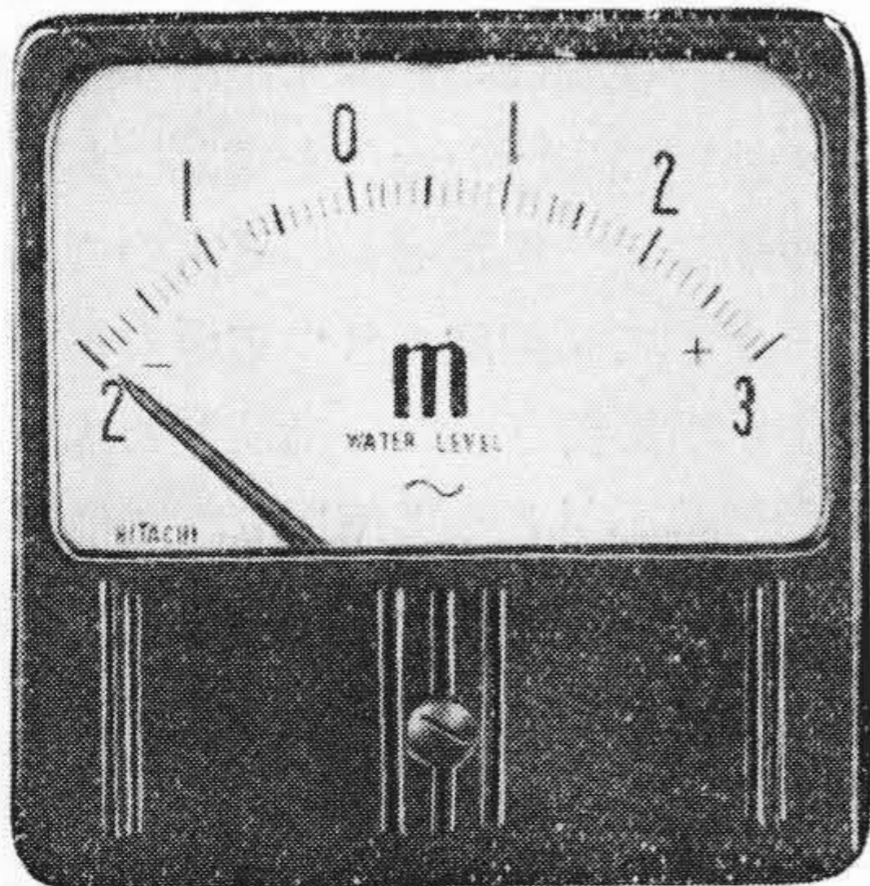
(2) SD₂₄ 型複針式水位指示計

本計器は全円周目盛複針式指示計で D₃₃ 型水位送信器と組合せられる。送信器の回転子は前述のように浮子と機械的に連結され水位の変化を回転子の回転角度に変換している。送達方式は指示セルシンの原理を応用したも



第1図 S₂₄ 型水位指示計 (電鈴接触子2箇付) 接続図

Fig. 1. Connection Diagram of Type S₂₄ Water Level Indicator (with two Bell contacts)



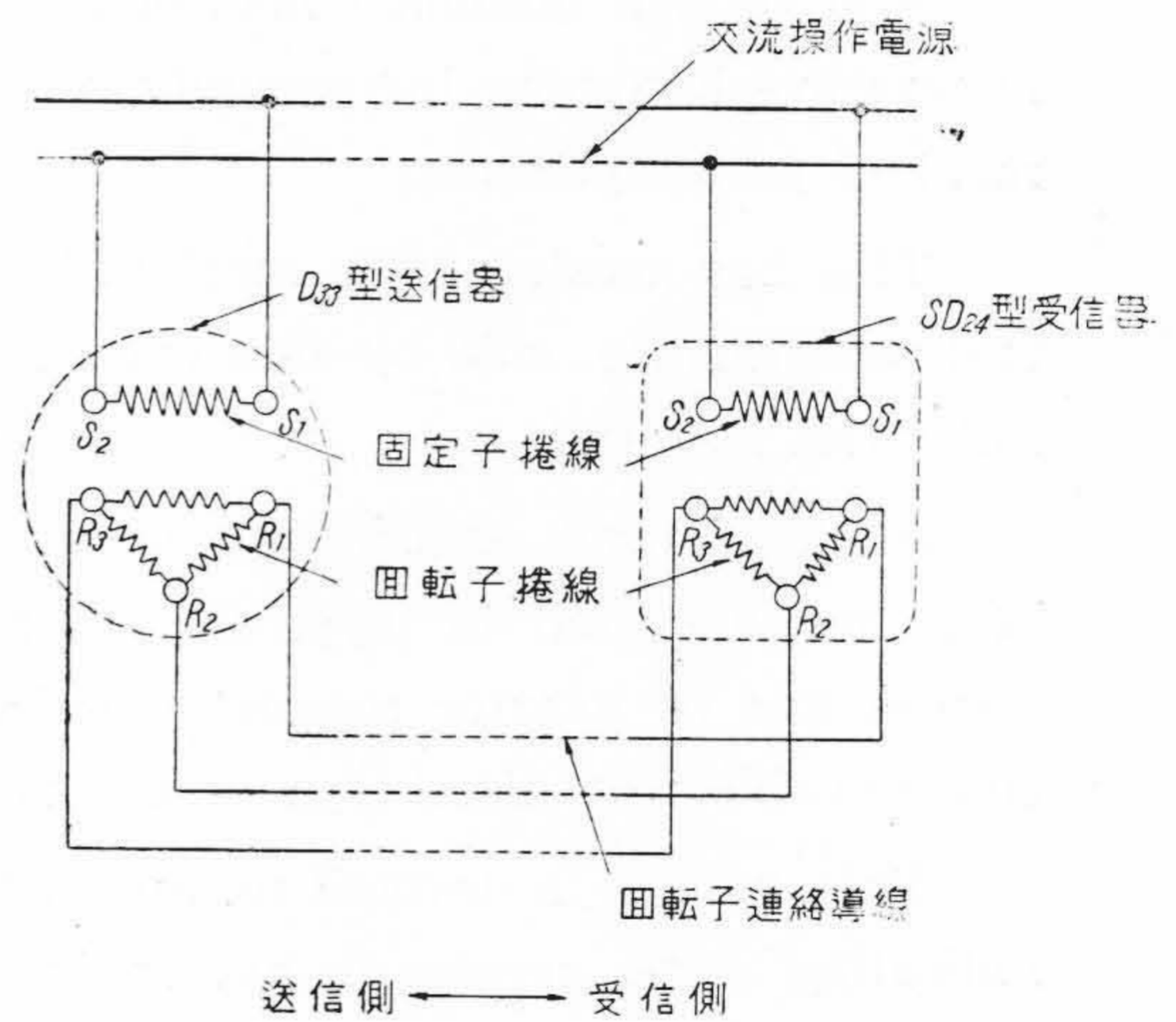
第2図 S₂₄ 型水位指示計
Fig. 2. Type S₂₄ Water Level Indicator

のであるから 360° 以上の回転角度の送受信も可能である。第3図に本計器の結線図を第4図に -2~+4 m 測定用の本計器の1例を示す。

本計器の特長は複針型であるので測定精度が高く如何なる水位のものでも 1 cm の変化を正確に指示せしめることが可能である。

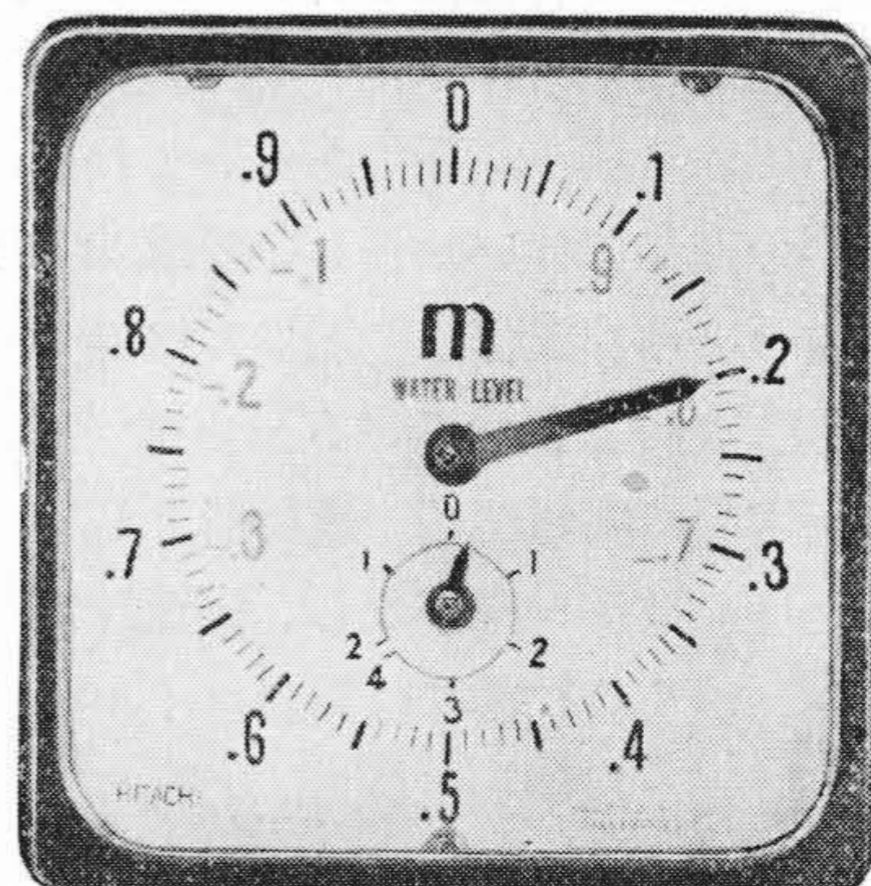
(3) サージタンク用水位指示計

貯水池や放水路等の水位の変化は比較的緩慢であるから浮子の上下を利用して測定できるが、サージタンクのように水位の変化が急激に起るものでは浮子と滑車の運動を利用する事は困難である。このような場合には ZLR 型送信器と S₂₄ 型指示計を採用している。第5図に本型計器の説明図を示す。水位の高低による圧力の変化をブルドン管に導き管の先端の変位をレバーにて拡大する。レバーの先端に取付けた鉄心を2箇の分割されたコイル中を移動せしめ、このため各コイルのインピーダンスが



第3図 SD₂₄ 型水位指示計接続図

Fig. 3. Connection Diagram of Type SD₂₄ Water Level Indicator



第4図 SD₂₄ 型水位指示計
Fig. 4. Type SD₂₄ Water Level Indicator

変化し端子電圧に差が生ずる。この端子電圧の比を比率作動交叉コイル型指示計に導き指示せしめるのである。

〔III〕 位置指示計

案内羽根、主弁、蝶弁、或はランナ翼の開度、負荷制限器の位置及び変圧器のタップ位置等各種機器の機械的調整状態を配電盤上にて指示せしめる諸計器も発電機運転上欠くべからざるものである。位置指示計はこの目的に使用されるもので、測定部分と機械的に連結し電氣量に変換せしめる送信器と受信用の指示計器よりなる。

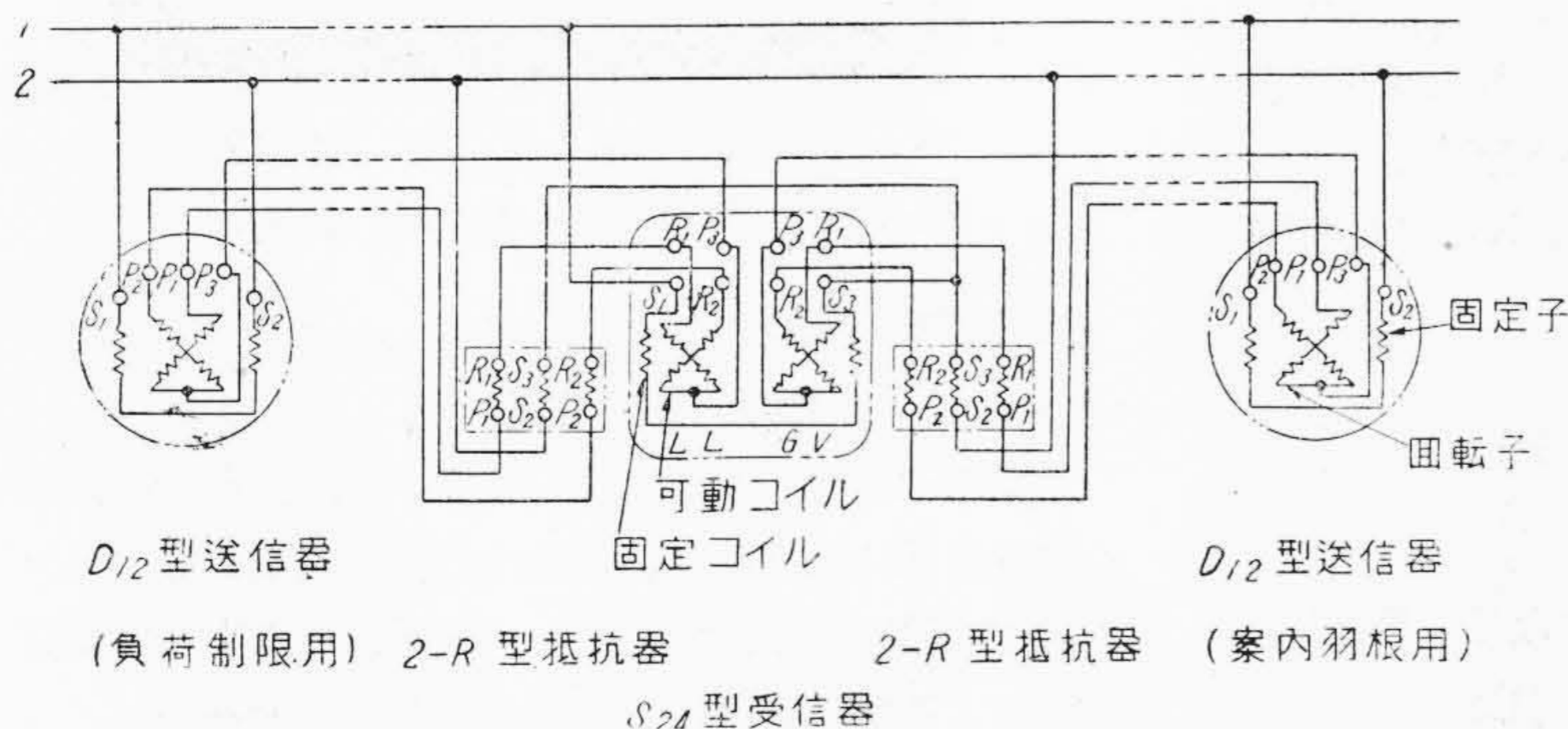
(1) S₂₄ 型位置指示計

D₁₂ 型送信器と組合せられる。D₁₂ 型送信器は单相誘導電動機に類似した構造で固定コイルには励磁コイルを回転子には2箇の誘導二次コイルを設け回転子の回転位置により異つた2種の電圧を誘起せしめている。指示計器は交流交叉コイル型比率計で可動交叉コイルは送信器の回転子の二次コイルに対応して電氣的に接続される。回転子の回転位置により誘起された電圧の比率により指示が決定される。電源は単相交流で送信器の回転角度は90°までのものに適用している。

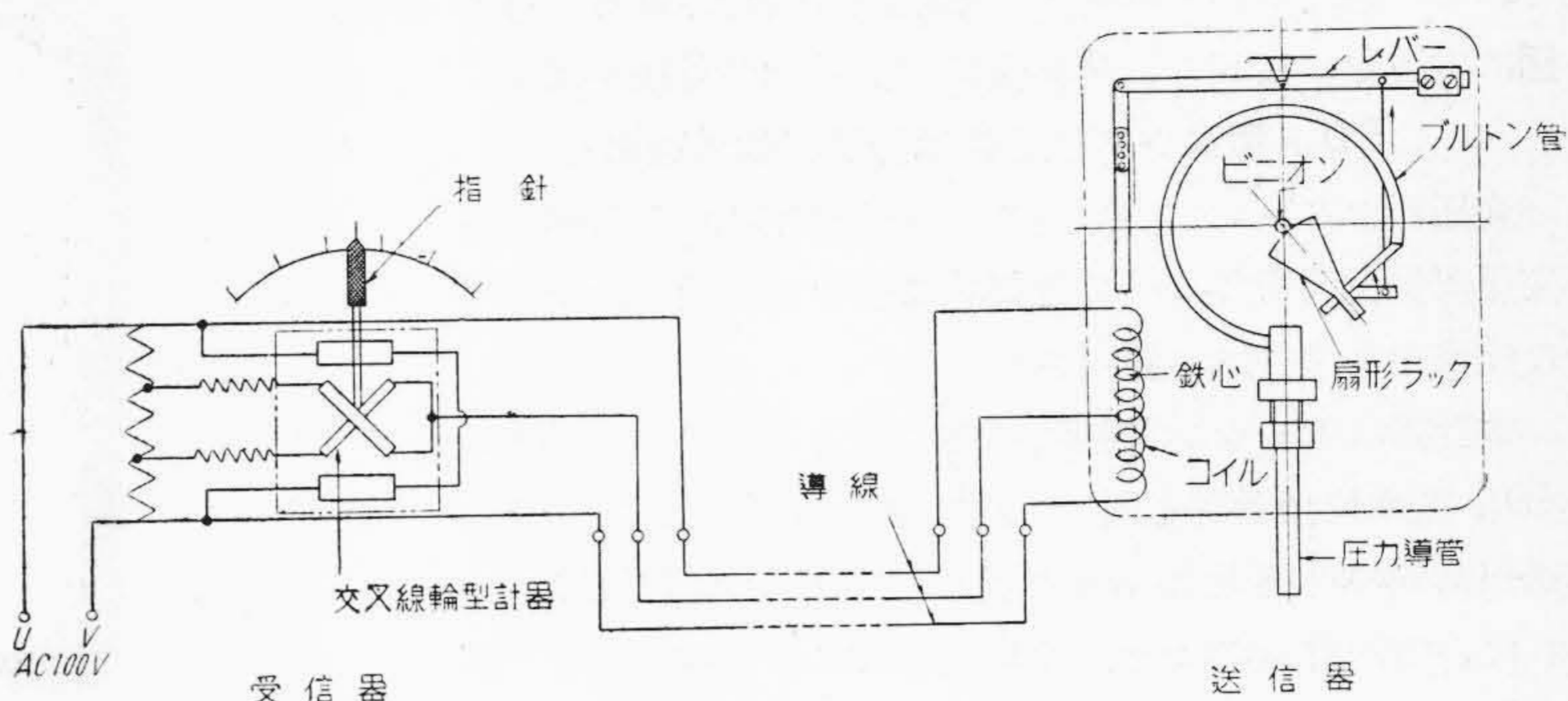
第6図は案内羽根開度指示計の1例である。

(2) S₂₄ 型複針型位置指示計

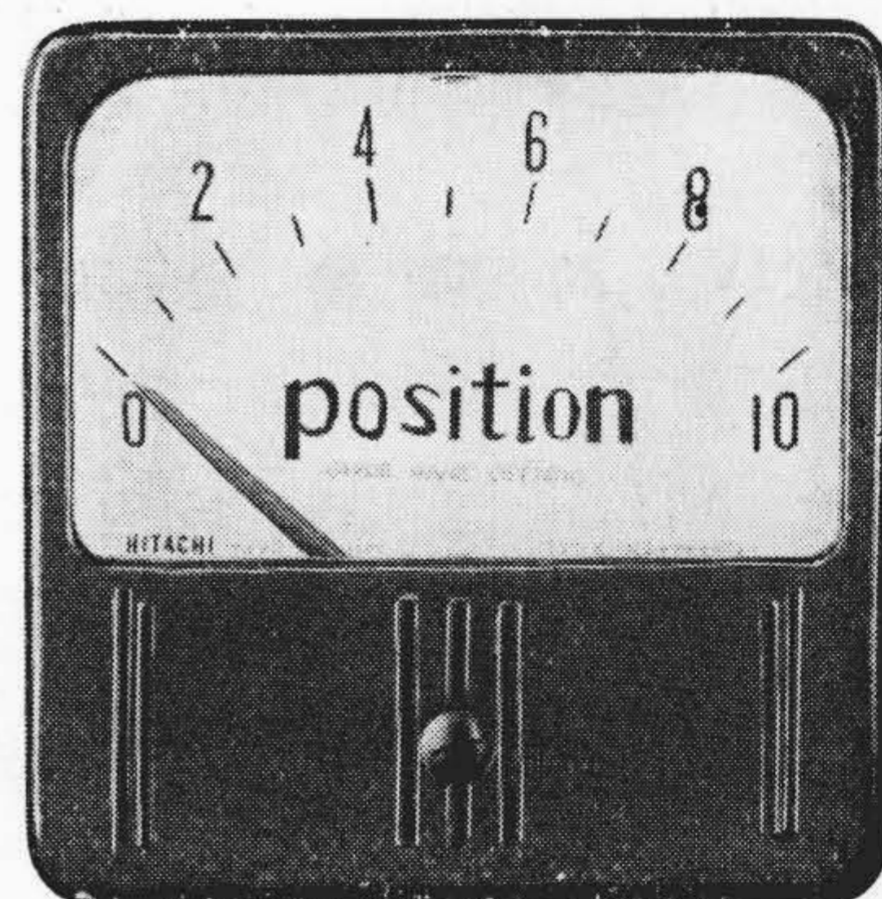
案内羽根の開度と負荷制限器の位置は水車運転上重要な関係にありこれを同一計器にて同時に指示出来れば極めて便利である。本型計器はこの目的に使用されるものである。



第7図 S₂₄ 型複針型位置指示計接続図
Fig. 7. Connection Diagram of Type S₂₄ Position Indicator with Double Pointer

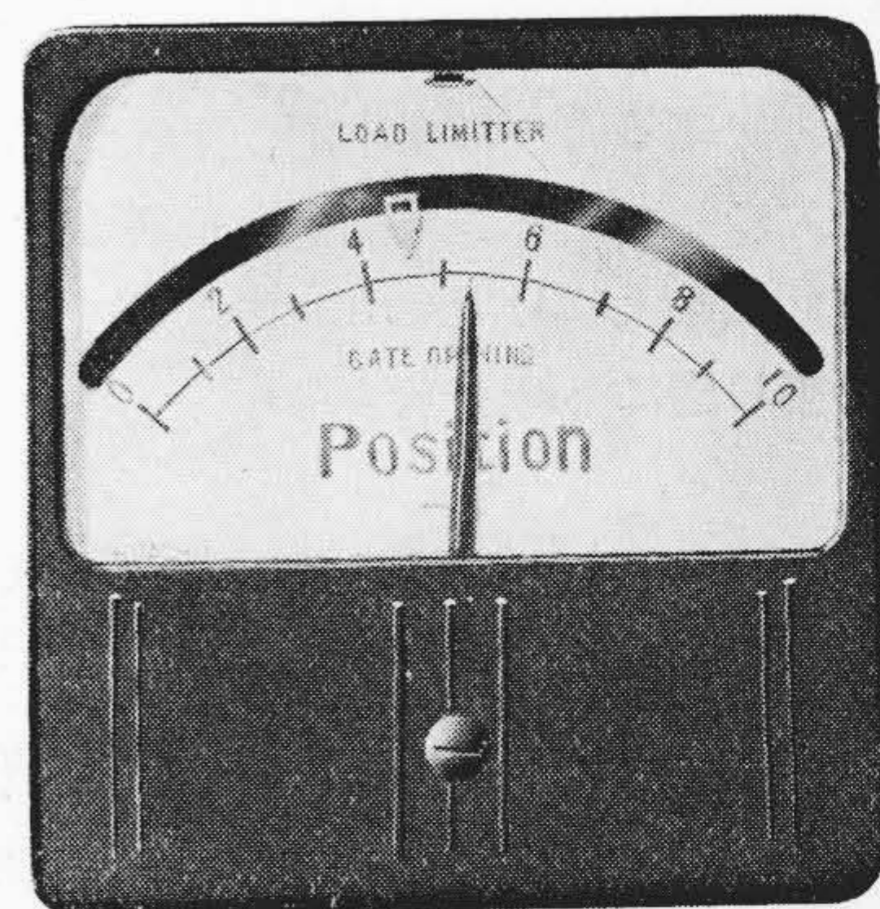


第5図 ZLR 型送信器及び S₂₄ 型水位指示計接続図
Fig. 5. Connection Diagram of Type ZLR Transmitter and Type S₂₄ Water Level Indicator



第6図 S₂₄ 型案内羽根開度指示計
Fig. 6. Type S₂₄ Guide Vane Opening Position Indicator

送信器は上記 D₁₂ 型を使用しそれぞれ案内羽根及び負荷制限器両側に連結されており、指示計器は前記位置指示計の素子2組をケース内に収め同一目盛板上に案内羽根の開度は黒針、負荷制限器の位置は赤針で指示せしめ



第8図 S₂₄ 型複針型位置指示計
Fig. 8. Type S₂₄ Position Indicator with Double Pointer

ている。送受信器とも同一単相電源に接続される。第7図に本装置の接続を、第8図に本指示計の外観を示す。

(3) SD₂₄ 型タップ位置指示計及び信号送信器

変圧器のタップ切替に当り配電盤室とこれから相隔る変圧器据付箇所間に於て電氣的に信号を交換し合い円滑な操作をなす目的に使用される。

本計器はセルシン電動機の機構によるもので前述のSD₂₄ 型水位指示計と同一原理で構造も類似している。送信器側の目盛板上の指針を変圧器のタップ位置に合せれば、指示計器にはそのままを指示するものである。第9図に本指示計の外観を示す。

同一原理により送信器の目盛板にタップ番号の代りに信号を記せば連絡用信号の発受信器となる。SD₂₄ 型信号受信器はこの構造で運転に必要な各種信号その他の発受信に用いられている。信号項目は最大 23 種まで可能である。

〔IV〕同期検定器

同期投入を手動で行う場合両系統の電圧、周波数及び位相が一致した瞬間を正確に捕える必要がありこれを指示する同期検定器は発電機運転上重要である。

(1) SD₁₁ 型同期検定器

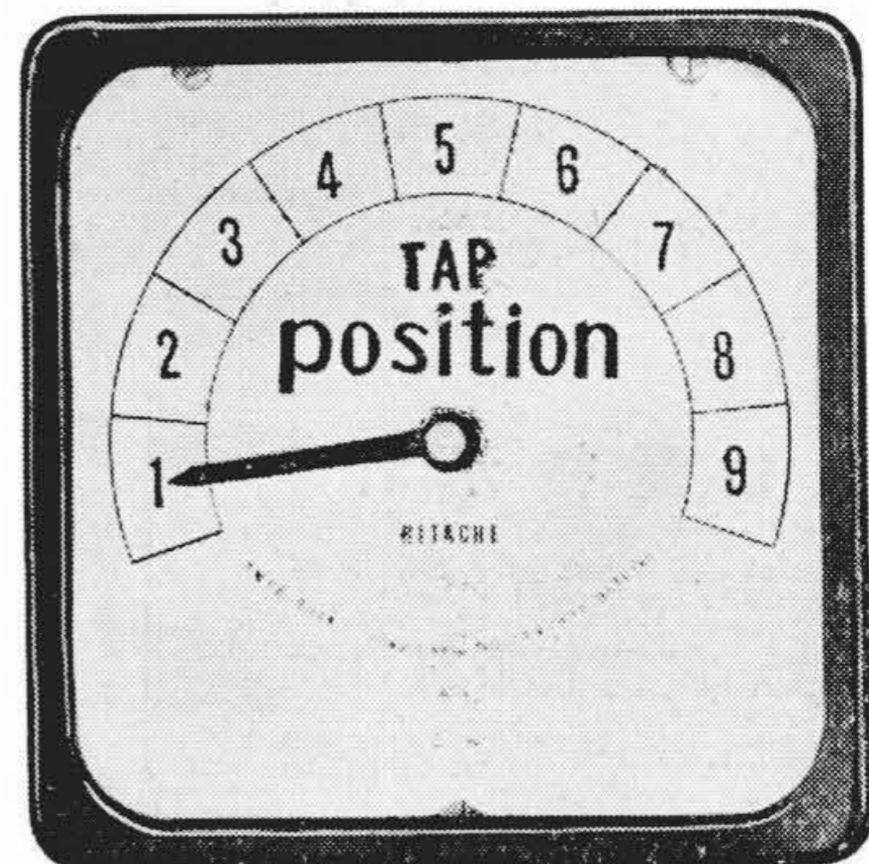
可動鉄片型で2組の固定コイルがある。固定コイルの一方には起動側の単相交流を所属の分相函により分相の形で接続され回転磁界を生ぜしめ、他方は運転側の単相交流電源に直接接続され可動鉄片を磁化せしめる。可動鉄片は「L」形をし、励磁交番磁束が最大になる方向と回転磁界の方向が一致するような位置をとろうとし回転を始める。起動側が運転側に対し遅速がある場合計器の目盛板上指針が“Slow” 或は“Fast” の方向に回転して表示するのである。指針の1秒間の回転数が両者の周波数の差を示し指針が静止した時両者の回転数が完全に一致した事を示す。

本計器は静電型電位変成器を介して高圧周期方式にも使用出来るように起動側、運転側何れも 4 VA 以下の小勢力にしてある。又監視上の便を計り他の計器より一段と寸法を大にし 180 mm 角にしてある。第10図に接続図を第11図に外観を示す。

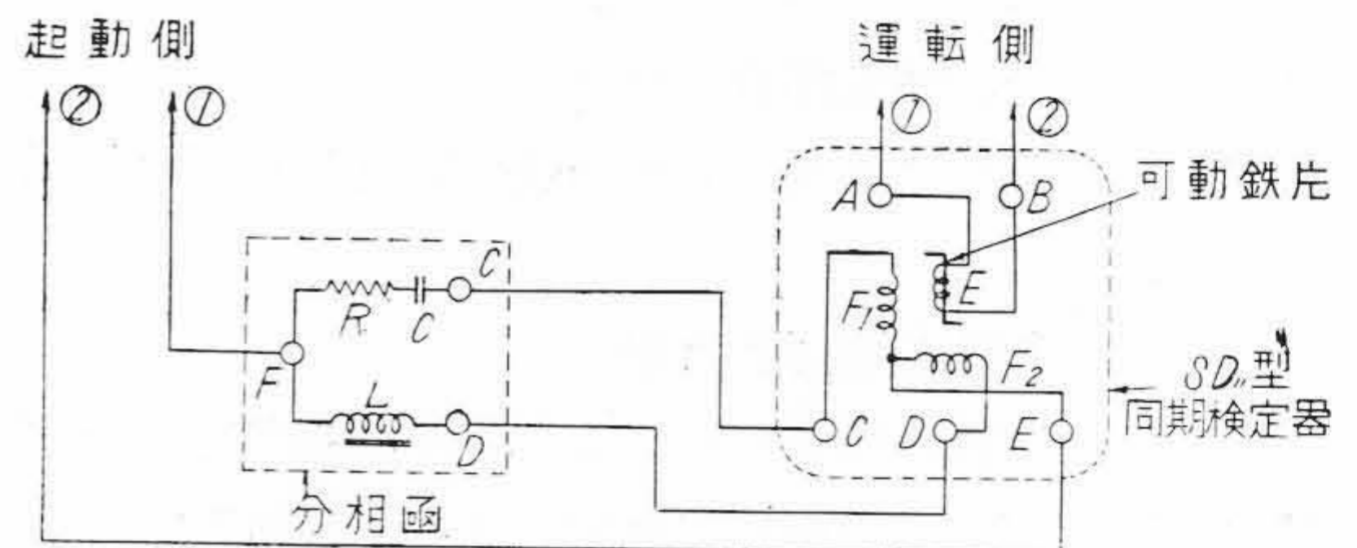
〔V〕その他特殊計器

(1) S₂₄ 型回転計

FD型回転計用発電機と直流電圧計よりなる。FD型発電機は直流発電機で正しく回転速度に比例した電圧を発生する。被測定軸と適当な機構を介して連結され発生電圧は 1,500 r.p.m. のとき 15 V である。又同時に3箇の指示計を接続可能である。



第9図 SD₂₄ 型タップ位置指示計
Fig. 9. Type SD₂₄ Tap Position Indicator



第10図 SD₁₁ 型同期検定器接続図
Fig. 10. Connection Diagram of Type SD₁₁ Synchroscope

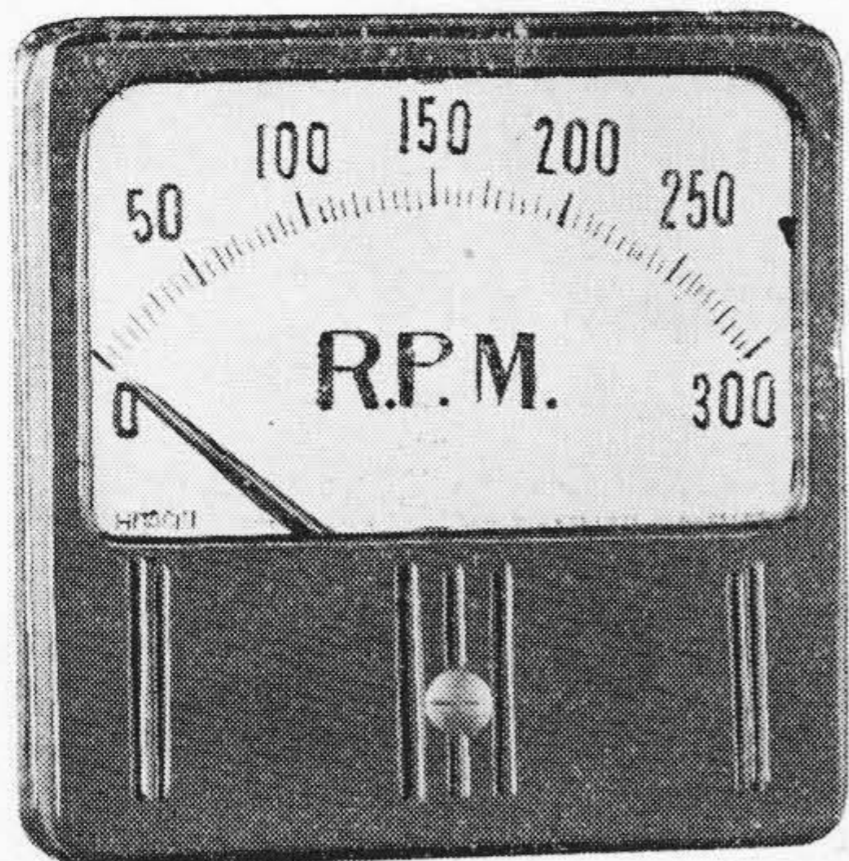


第11図 SD₁₁ 型同期検定器
Fig. 11. Type SD₁₁ Synchroscope

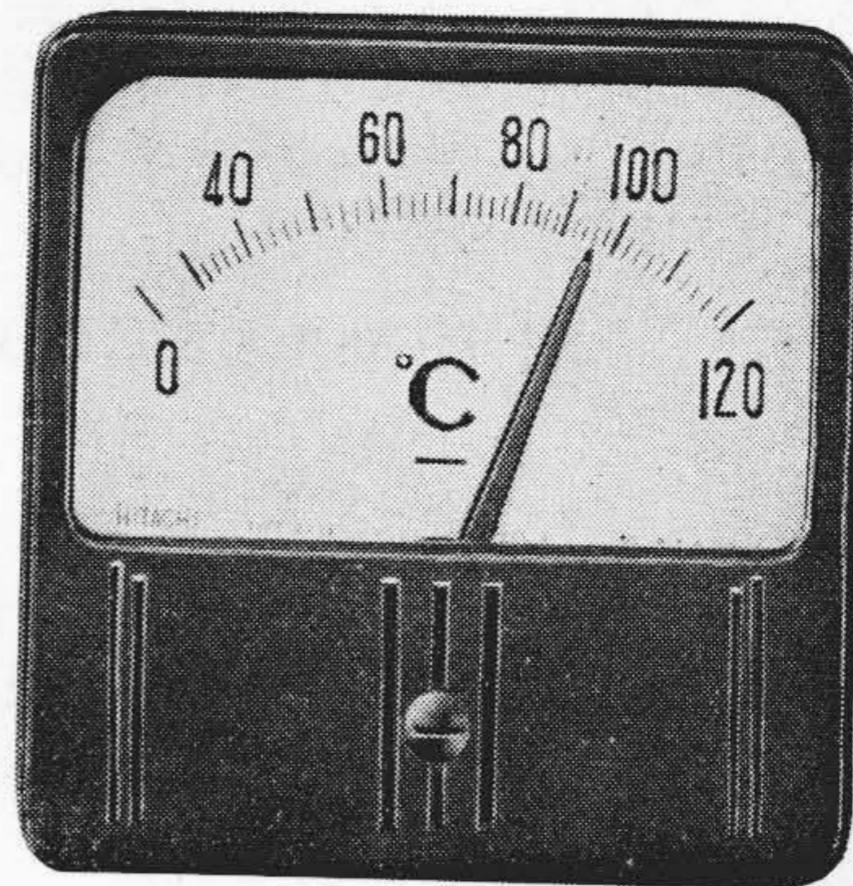
第12図に回転計の外観を示す。

(2) SX₂₄ 型温度指示計

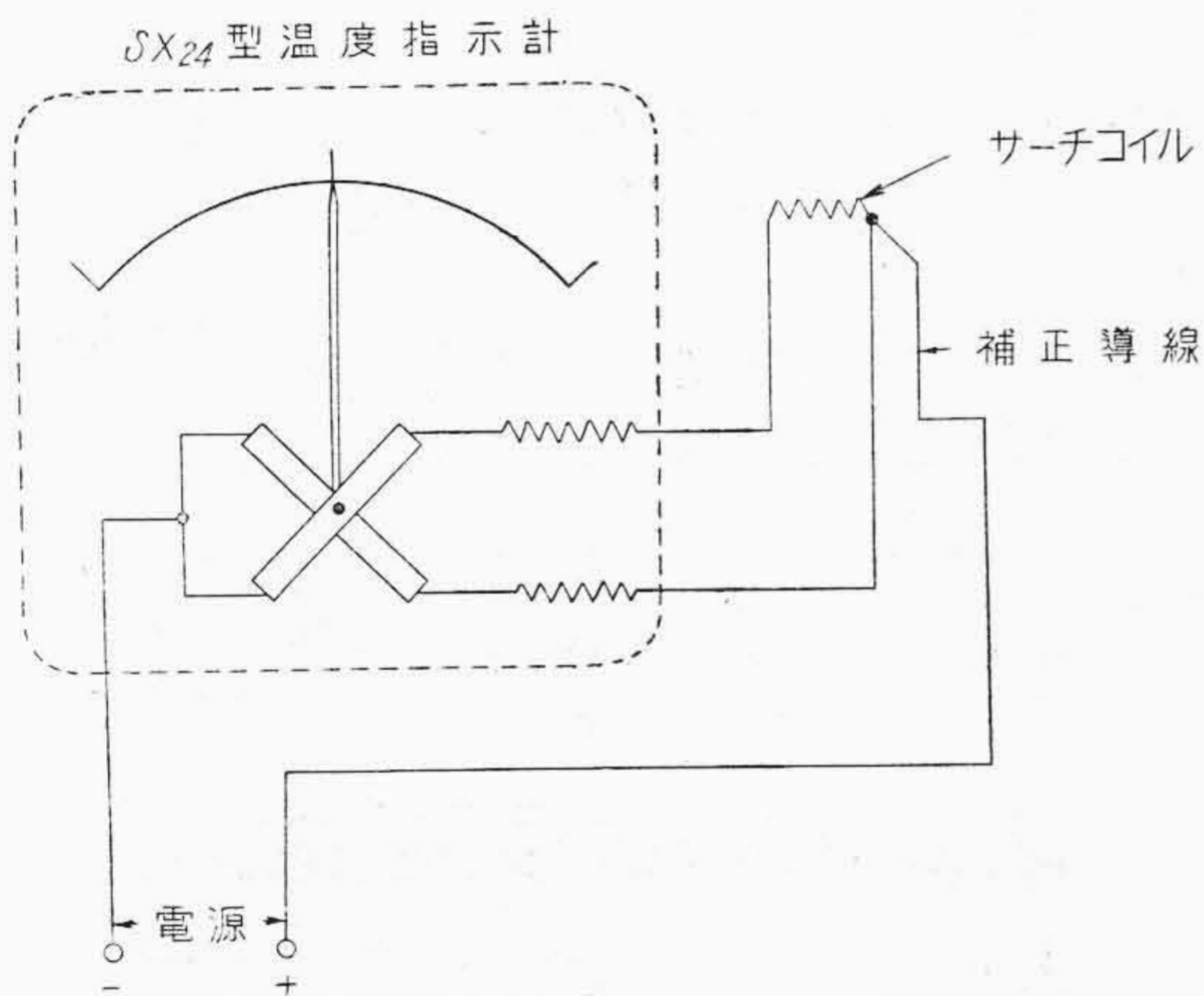
発電機の主コイル、軸受の温度、或は変圧器の油温等の遠隔指示に使用され、構造は内部磁石型可動交叉コイル抵抗式温度指示計である。本計器は原理上電源電圧の変動による影響を受けない特長がある。サーコイルは発電機コイル用、軸受用或は変圧器油温用等使用目的により構造を変えている。第13図に接続図を第14図に外観を示す。



第12図 S₂₄型電気式回転指示計
Fig. 12. Type S₂₄ Electrical Tachometer Indicator



第14図 SX₂₄型抵抗式温度計
Fig. 14. Type SX₂₄ Resistance Type Thermometer



第13図 SX₂₄型抵抗式温度計接続図
Fig. 13. Connection Diagram of Type SX₂₄ Resistance Type Thermometer

〔VI〕 結 言

以上水力発電所に於て現在用いられている特殊指示計器に就いて羅列的に説明した。特殊計器はその性質上電圧、電流計のような一般計器に比し特に機器の設計技術の進歩と共に要求仕様が多岐に亘り複雑になつて来るのが常で、従前の構造では新しい要求に応じ切れないものも出てくる。更に最近では計器は単に配電盤上にて指示するというばかりでなく、テレメータ装置に組込まれ数百km 距つた中央指令所に、伝達指示に或は自動制御回路に導入して自動調節等の有機的機構の基本的素子として用いられる傾向にあり、精度安定度の要求は従来に比し倍加してきている。我々はこれ等の新傾向にそうべく益々高精度で安定な計器の製造に努力する積りである。



創刊号(大正7年1月)～第35巻第9号(昭和28年9月)

(第88頁より続く)

621.313.322-824 水カタービン発電機

- 13) 東北電力株式会社沼沢沼発電所用水車及び発電機
深栖俊一、鮎沢秀夫、菊地弥十郎、長尾善右衛門：
日立評論 34 5 (昭 27. 5) 637
- 14) 北海道電力株式会社然別第一発電所水車発電機に
就いて
田中重三、佐藤文雄：日立評論 35 3 (昭 28.
3) 509
- 15) 東北電力株式会社片門発電所用水車及び発電機
高月正行、岸主馬、高橋昭男：日立評論 35 5
(昭 23. 5) 751
- 16) 北海道電力株式会社班溪発電所用 12,000 kVA 傘
型交流発電機
佐藤文雄：日立評論 35 6 (昭 28. 6) 887
- 17) 四国電力株式会社納松尾川第一及び第二発電所用
水車及び交流発電機に就いて
井原一男、伊藤晃二、佐藤文雄：日立評論 35 7
(昭 28. 7) 1007
- 18) 中国電力株式会社納明塚発電所用水車及び発電機
に就いて
高橋秀夫、高橋昭吉：日立評論 35 9 (昭 28.
9) 1275

621.314.2 変圧器

関西電力株式会社成出発電所用 275 kV, 70,000
kVA 変圧器
首藤清：日立評論 33 11 (昭 26. 11) 915

621.316.5 遮断器、断路器

- 1) 鉄道省信濃川千手発電所用 161 kV 油入遮断器の
工場試験に就いて
桑山正俊：日立評論 21 11 (昭 13. 11) 741
- 2) 日本国有鉄道山辺発電所遮断器及び断路器
太田原康夫、加藤清次：日立評論 33 6 (昭
26. 6) 469
- 3) 東京電力株式会社白根発電所に於ける断路器の耐
氷雪試験
日下部武男、小林正毅：日立評論 35 8 (昭 28.
8) 1179

621.316.729 同期装置

- 1) 電子管式小勢力自動同期化装置の試作研究(第 1
報)

小林栄二、近野大吉、竹村克己：日立評論 32
8 (昭 25. 8) 741

- 2) 電子管式小勢力自動同期化装置の試作研究(第 2
報)

小林栄二、近野大吉、竹村克己：日立評論 32
9 (昭 25. 9) 846

- 3) 電子管式自動同期装置

比良清一、小林栄二：日立評論別冊 3 (昭 28
6) 131

621.316.925 継電器保護方式

- 1) 日本国有鉄道山辺発電所配電盤及び搬送保護継電
装置に就いて

川井晴雄、森井進、猿渡房吉、家形秀夫：日立評
論 33 6 (昭 26. 6) 455

- 2) 搬送電流による送電線保護継電方式

川井晴雄：日立評論 25 6 (昭 17. 6) 289

- 3) 国鉄小千谷連絡電線用搬送継電装置の人工故障試
験

川井晴雄：日立評論 34 12 (昭 27. 12) 1377

621.316.933

鉄道省信濃川千手発電所用 161 kV ドライバルブ
避雷器並びにその試験
新谷幾四郎、森元吉、中岡芳郎：日立評論 22
8 (昭 14. 8) 469

621.385 電子管

日本国有鉄道山辺発電所水力発電所に於ける電子
管の応用

島田稔、比良清一：日立評論 33 6 (昭 26. 6)
475

621.394.44 多重電信法

F型送電線故障標定器

星武夫、平井善一郎：日立評論別冊 3 (昭 28.
6) 103

621.395.44 搬送電話

- 1) 保線用電力線搬送電話装置

家形秀夫：日立評論 33 2 (昭 26. 2) 151

- 2) 東北電力株式会社納 PH-1 型給電指令用電力線搬
送電話装置

中谷信夫：日立評論 34 9 (昭 27. 9) 1091

(第101頁へ続く)