

サ ー ボ 型 速 度 計
(V S E - 1 5 T)
取 扱 説 明 書

株式会社 東 京 測 振

〒123-0873 東京都足立区扇 3-14-34
TEL:03(3855)5911 FAX:03(3855)5921

目 次

[1] 概 要	1	頁
[2] 仕 様	1	頁
[3] 使用法	2	頁
3－1) 接続法	2	頁
3－2) 設置方法と極性	3	頁
3－3) 検定コイルの使用法	5	頁
[4] 取扱上の注意	6	頁
4－1) 安定動作するために要する時間	6	頁
4－2) 本器の衝撃を加えたり分解しないこと	6	頁
4－3) 電源の接続は極性、電圧値に注意	6	頁
[5] 感度、その他の特性	7	頁
5－1) 感 度	7	頁
5－2) 最大測定範囲	8	頁
[6] 動作原理	9	頁

〔 1 〕 概 要

サーボ（自動平衡）技術による高感度の微動計であり、振動速度を直接取り出すことが出来る。加速度も同時に検出できるようになっている。

本微動計は標準として検定コイルを内蔵しているため、測定時外部に接続された増幅器、レコーダーを含めた測定系全体の感度、特性を較正することも可能である。

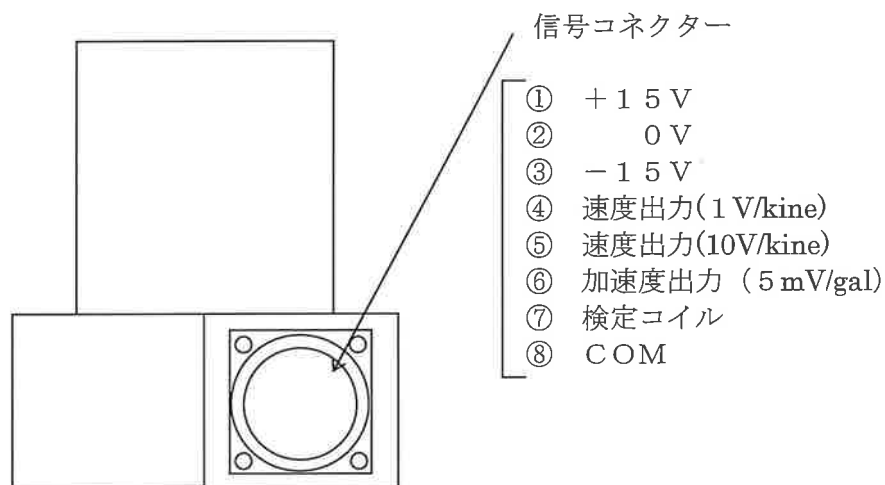
〔 2 〕 仕 様

型 式	V S E - 1 5 T
測定周波数範囲	1 ～ 70Hz
最大測定範囲	±10kine
感 度	1V/kine, 5mV/gal（速度・加速度同時2出力）
出力抵抗	10Ω以下
最大出力電圧	±11V
分解能	最大30μkine
直線性	0.05%以下
横感度	0.3%以内
検定コイル	3.5μA/gal
供給電源	±15V（±3%）
消費電流	30mA以内
使用温度範囲	－10℃～50℃
許容最大加速度	30G(0.1sec以内)
外形寸法	55×65×72(mm)（本体のみ）
ケース構造	アルミケース
重量	約350g
出力コネクタ	多治見 8 pin PRC05-R8M

〔 3 〕 使 用 法

3 - 1) 接 続 法

本振動計には $\pm 15\text{V}$ ($\pm 5\%$)の電源を外部から供給する必要があります。



第 1 図 外 観 図

* 電源装置は電圧変動の少ない安定化されたものを使用する必要があります。
振動計 1 台当りの消費電流は約 30mA です。

* 速度、又は加速度の信号出力の帰線側は電源の 0V と共通になっています
ので、増幅器、レコーダーの“-”側、又は“GND”側と同じに接続しま
す。

* 増幅器、レコーダーの入力抵抗は $10\text{K}\Omega$ 以上のものを使用のこと。

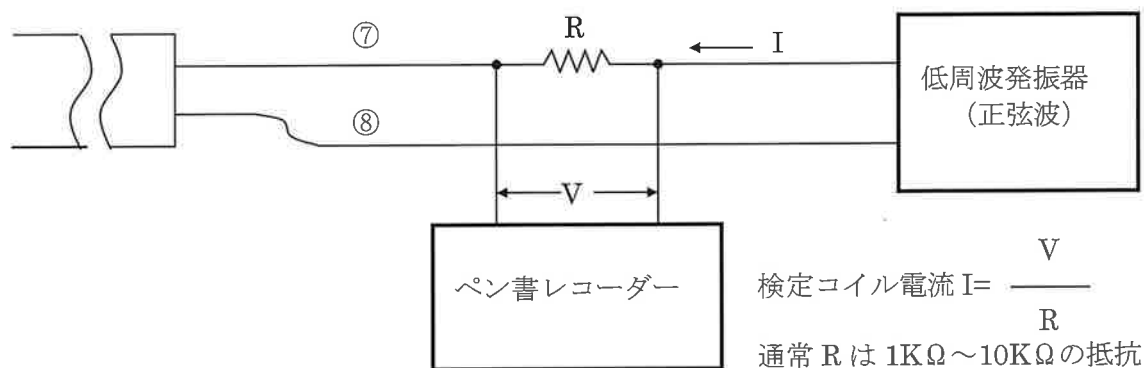
3－2）設置方法と極性

本振動計は、水平・上下方向いずれの方向にも設置可能である。
被測定物の固定はサブベースを使用して下さい。
信号の極性は、次頁図面の矢印の方向が（＋）側となる。

3-3) 検定コイルの使用法

検定コイルには一定の電流（電圧ではない）を流すことにより、本器の感度、及び周波数特性の確認が可能である。

本器の場合、標準では、 $30\mu\text{A}$ の電流を検定コイルに流すと 1gal の振動を与えたと等価となり、信号出力が生じる。第4図の接続で使用する。



第4図 検定コイルの使用法

検定コイルの電流 I は、抵抗 R （この抵抗は誤差0.5%以下の精密抵抗を使用）の両端の電圧の V をペン書レコーダー等で計測することにより、

$I = \frac{V}{R}$ より求めることが可能であり、低周波発振器の周波数を $0.05\text{Hz} \sim 100\text{Hz}$ 程度の間で変化すれば、各周波数における感度を求めることが出来る。

尚、ここで注意を要することは、速度出力については、検定コイル入力に加速度入力のため、入力周波数を変化させると、たとえ検定コイル電流が一定でも、出力が変化します。

$$\text{速度出力} = \frac{\text{検定コイル電流}}{2\pi f}$$

f : 発振器周波数 (Hz)

このため、発振器の周波数も正確に読み取る必要があります。

〔４〕取扱上の注意

４－１）安定動作するために要する時間

本器の設置方向を変化させたとき、又は電源通電直後は信号出力が大きく変化し、正常動作するまでに約１分くらい要することがあります。

これは、本器の検出部が地球重力の加速度の影響を受けるためであり、上下方向の振動を検出する向きでは特に大きく影響を受け、安定するまでに時間を要します。

４－２）本器に衝撃を加えたり分解しないこと

本器内部は精密な加工がされているため、強い衝撃を加えると破損します。取扱には充分注意して下さい。

又、検出部は容量式（コンデンサー方式）のため内部は気密構造となっており、一度分解すると定数に変化したり動作不良になることがあります。

お客様で分解された製品は、修理が出来ない場合がありますのでご注意下さい。

４－３）電源の接続は極性、電圧値に注意

極性（＋，－）の逆接続、及び15V以上の過大電圧を加えますと破損しますから注意して下さい。

供給電圧は±15V、±5％の範囲を必ず守って下さい。

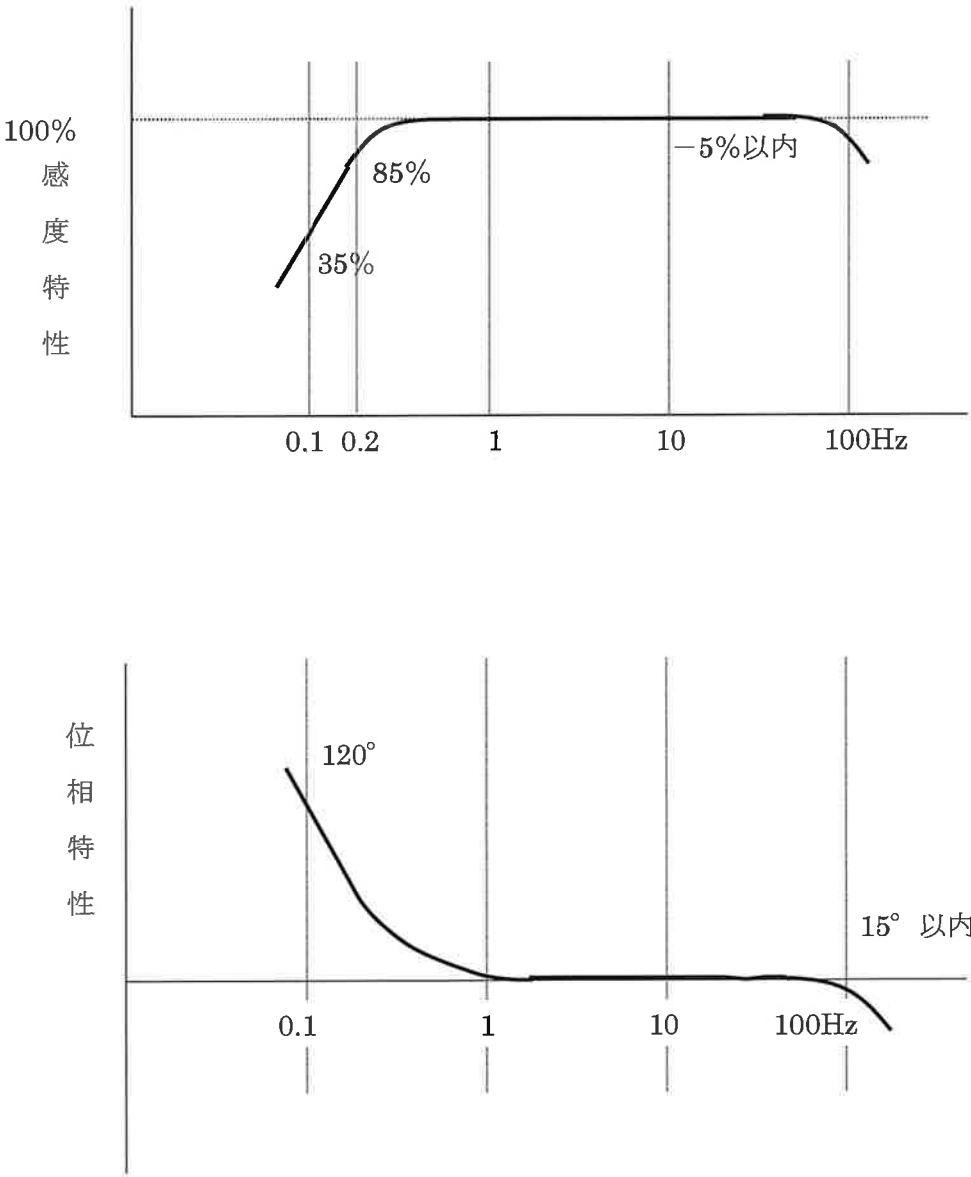
[5] 感度、その他の特性

5 - 1) 感 度

速 度 : 1.0V/kine, 10V/kine (誤差±3%以内)

加速度 : 5 mV/gal (誤差±3%以内)

となっています。ただし、下図のような周波数特性 (標準) をもっています。



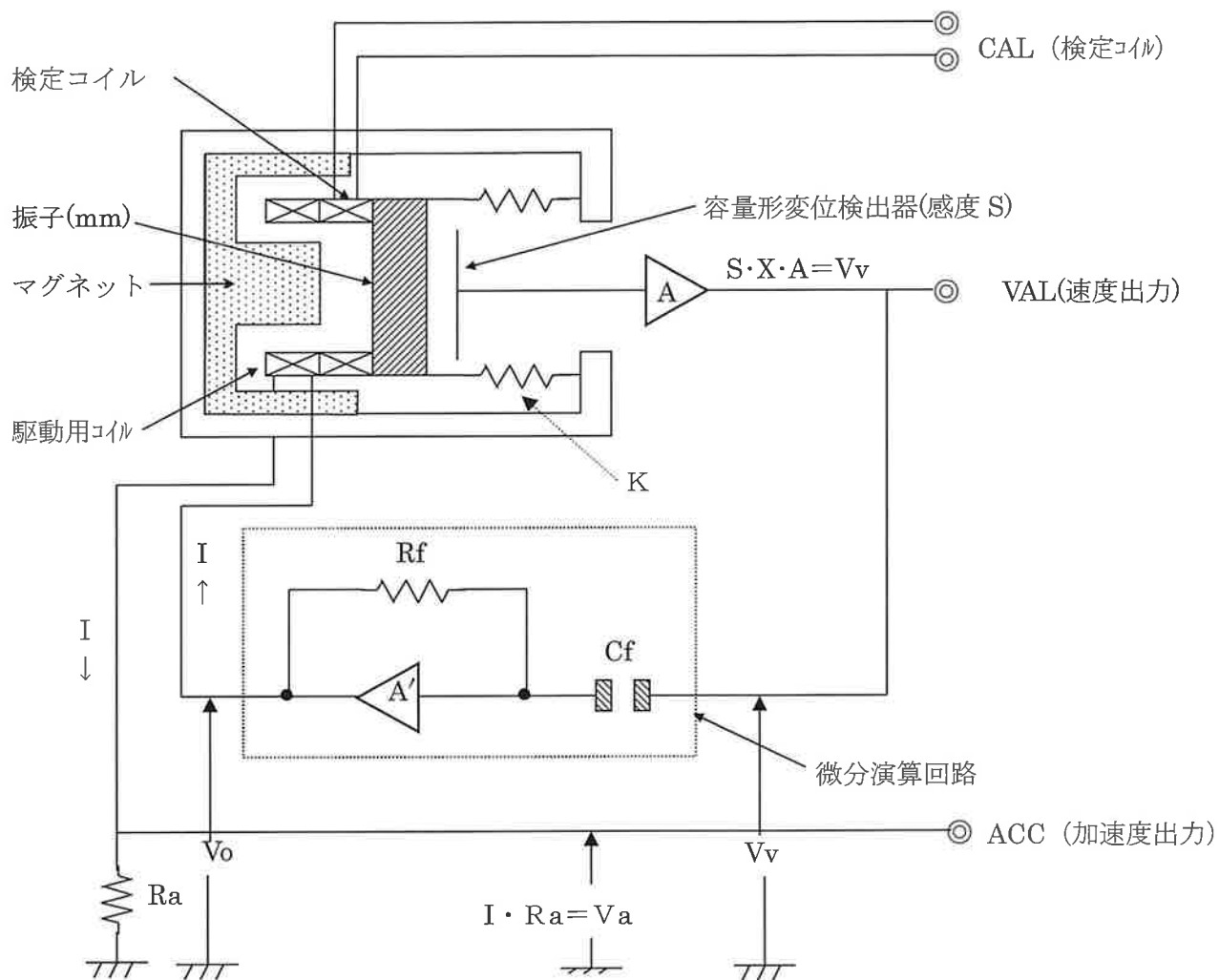
第 5 図 感度・位相の周波数特性

5 - 2) 最大測定範囲

最大測定範囲は速度：±10kine，加速度：±2000galですが、測定周波数により測定範囲が狭くなります。

信号出力	設置方向	最大測定範囲
速度	水平	±10kine 但し、加速度が±2000galを超過しない範囲 $VEL_{max}(kine) \leq \frac{2000gal}{2\pi f}$
加速度	水平	±2000gal 但し、加速度が±10kineを超過しない範囲 $ACC_{max}(gal) \leq 100kine \times 2\pi f$

〔 6 〕 動作原理



第 7 図

オーバードampingをかけた振子の動きが振動速度に比例することを利用した振動計である。上図のサーボ機構によってダイレクトに速度信号が得られる。これらは次の理論式により説明することが可能である。

振子の運動方程式は、Xを振子の変位、Yを振動計ケースの動きとすると、

$$m\ddot{X} + D\dot{X} + KX = -m\ddot{Y} - GI \quad \dots \dots \dots (1)$$

ここで GI は駆動コイルの発生する力である。

又、微分演算回路の出力 V_o は入力を V_v として②式の通りとなる。

$$V_o = R_f \cdot C_f \cdot \dot{V}_v = R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A \cdot \dot{X} \quad \dots \dots \dots (2)$$

駆動コイルに流れる電流 I は、

$$I = \frac{V_o}{R_a} = \frac{R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A}{R_a} \dot{X} \quad \dots \dots \dots (3)$$

R_a : 加速度検出用精密抵抗

③式を①式に代入して整理すると、

$$\ddot{X} + \left(\frac{D}{m} + \frac{R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A \cdot G}{m \cdot R_a} \right) \dot{X} + \frac{K}{m} X = -\ddot{Y} \quad \dots \dots \dots (4)$$

(4)式に於いて $\frac{R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A \cdot G}{m \cdot R_a} \gg \frac{K}{m}$ に設定すると近似的に

$$\frac{R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A \cdot G}{m \cdot R_a} \dot{X} = -\ddot{Y} \quad \dots \dots \dots (5)$$

従って、

$$X = - \frac{m \cdot R_a}{R_f \cdot C_f \cdot S \cdot A \cdot G} \dot{Y} \quad \dots \dots \dots (6)$$

即ち、 X は Y の速度に比例した値となる。

ここで、速度出力 V_v は $V_v = S \cdot X \cdot A$ であるから、(6)式の X を代入すると、

$$V_v = - \frac{m \cdot R_a}{R_f \cdot C_f \cdot G} \dot{Y} \quad \dots \dots \dots (7)$$

又、加速度出力 V_a は $V_a = I \cdot R_a$ であるから、(5)式に(3)式を代入すると、

$$V_a = - \frac{m \cdot R_a}{G} \ddot{Y} \quad \dots \dots \dots (8)$$

となって、それぞれ Y の速度($\dot{Y}$), 及び加速度($\ddot{Y}$) に比例した信号となる。

ここで注目すべきは、それぞれの感度を決定する定数として、

m	:	振子の質量
$R_a \cdot R_f$	:	精密固定抵抗
C_f	:	精密コンデンサー
G	:	マグネットとコイルの巻数による定数

であるが、いずれも温度変化、経年変化のほとんどない安定な物品定数であり、変位変換器の感度(S)や増幅器(A)が感度に全く無関係である。このことは、センサーの感度が温度変化、経年変化に対して極めて安定であることを意味する。