

# カルマン渦式流量センサー

# KARMAN

## 取扱説明書

KSL-80L

KSL-160L

### もくじ

安全上のご注意	2~3
特徴・動作原理	4
構成・配線方法	5
寸法図	6
操作方法	7
操作概要	7~10
回路構成	10
インターフェース	11
負荷のとり方	12
入出力信号	13
仕様	13
流量特性	14
保管方法、保証及び免責事項	15

### 概要

カルマン渦式流量センサー KSLは  
流量、積算、温度の3項目の測定  
を行うことができます。測定結果  
は、ケーブルを介して出力すると  
同時に3桁のLED表示も行います。





# ご使用前に

本製品を使用する前に、必ず取扱説明書を読んで内容を理解して下さい。

取扱説明書で指定した使用方法、使用条件、注意事項を必ず守って下さい。

## 安全上のご注意

この取扱説明書で使用している表示と意味は次の通りです。

 <b>警告</b>	誤った取扱いをしたときに、死亡や重傷等の重大な結果になるおそれのあるもの。
 <b>注意</b>	誤った取扱いをしたときに、障害または家屋・家財などの障害になるおそれのあるもの。
	絶対におこなわないで下さい。
	必ず指示に従い、おこなって下さい。



### 異常・故障の発生

- ❗ 煙が出ている、変なにおいがする、動作が不安定など異常・故障状態のまま使用すると火災、事故の原因となります。このような時はすぐに電源供給をやめ、販売店に状況をご連絡下さい。お客様による分解修理は絶対におやめ下さい。

### 使用環境

- ⊘ 湿気や結露の多い場所で使用すると水分が内部にたまり事故・故障の原因となります。
- ⊘ 震動、衝撃を受ける場所で使用すると、不正動作・事故・故障の原因となります。
- ⊘ 本製品は防爆構造ではありませんので、可燃性ガス、爆発性ガス、腐食性ガス雰囲気等の危険な場所では使用しないで下さい。
- ⊘ 屋内設置用に設計されていますので、屋外では使用しないで下さい。
- ⊘ 脈動の影響を受けるような場所で使用すると、事故・故障の原因となります。
- ❗ 熱器具などの高温となる場所で使用すると内部の温度が上昇して事故・故障の原因となりますので、使用条件の下でご使用下さい。

### 保守点検

- ❗ 安全のため、通水を止め、配管内を無加圧状態にしてから行って下さい。
- ❗ 安全のため、電源供給をやめてから行って下さい。事故・故障の原因となります。



## ケーブルの取扱い

- ⊘ ケーブルに重いものを乗せたり、センサー本体からケーブルを引っぱったりすると事故・故障の原因となります。
- ❗ 使用していないケーブル同士、又はケーブルと外部機器が接触すると事故・故障の原因となりますので、体ずつ絶縁処理をしてからご使用下さい。
- ❗ 配線の際、出力の負荷条件、電源電圧の許容差が本書に記載された範囲外になっていると事故・故障の原因となりますので、『配線方法』『出力信号』『負荷のとり方について』『電気的特性』の項目に記載された内容を必ずお守り下さい。

## 使用環境

- ⊘ 磁気や電磁波、放射線、紫外線のあたる場所で使用すると事故・故障の原因となります。
- ⊘ 静電気が帯電するような場所で使用すると、事故・故障の原因となります。
- ⊘ 高周波電源周辺等電氣的ノイズの影響を受けるような場所で使用すると、事故・故障の原因となります。
- ⊘ 電食の影響を受けるような場所で使用すると、事故・故障の原因となります。
- ❗ 流体内に金属片、シールテープ等の異物が混入する恐れのある場合、必ず上流側にフィルタを設置して下さい。
- ❗ 流体中に気泡が混入していると正確に計測できません。気泡を十分除去してご使用願います。

## 開梱、持ち運び

- ❗ 開梱や持ち運びの際、落とさないように行って下さい。センサー本体が落下し事故・故障の原因となります。

## 設置作業

- ❗ 配管作業時など、センサー本体に指をはさむとケガの原因になりますのでご注意下さい。

## 保守点検

- ⊘ 表示カバーの内部には電子基板があり、触ると事故・故障の原因となります。内部の点検・調整・修理は販売店にてご依頼下さい。
- ❗ 配管、配線作業、及び保守、点検は専門知識と経験を持った担当者が行って下さい。



- ⊘ 開梱時、中の製品に損傷や変形を発見した場合は、使用しないで販売店に状況をご連絡下さい。

## 特徴

1. 設定・調整のデジタル化により、メモリーにて設定値を保持し電源再投入後も動作安定を保証します。
2. LED表示をボタン一つで上下反転させる事ができ、配管後、数値が逆さまという心配がありません。
3. 耐久性に優れ、メンテナンスも不要です。可動部がないため、ゴミ生成の心配がなく流体をクリーンな状態に保ちます。
4. 流量、積算値、温度をLED表示にて表示できる一方、随時各出力を送出しております。
5. 一次出力は流量に比例した周波数出力のため、直接流量積算値を得ることができます。
6. 8ビットマイクロコンピュータの採用により、高速処理を可能としました。

## 動作原理

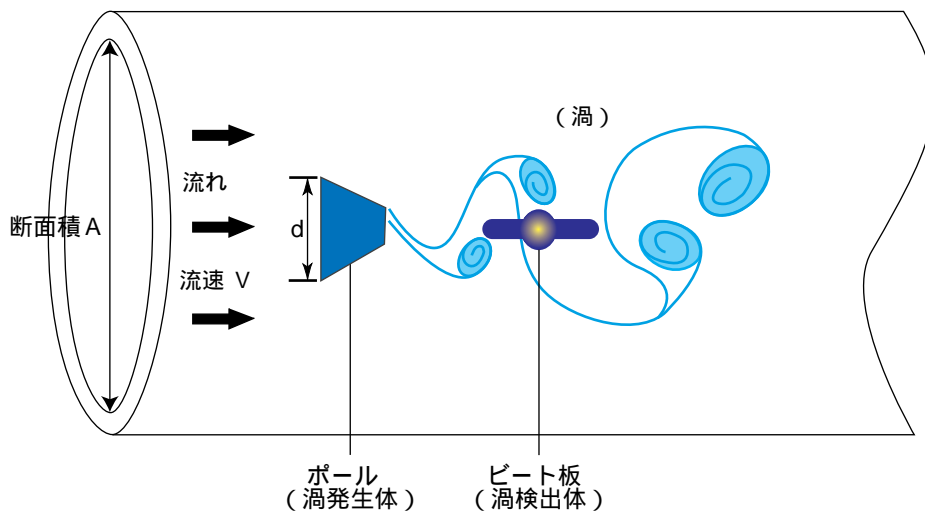
下図 -1に原理図を示します。ポールの下流側に放出される渦（カルマン渦）の周波数を  $f$  とし、ストローハルとよばれる無次元数を  $St$  とすると下記の式が成り立ちます。

$$f = St \frac{V}{d}$$

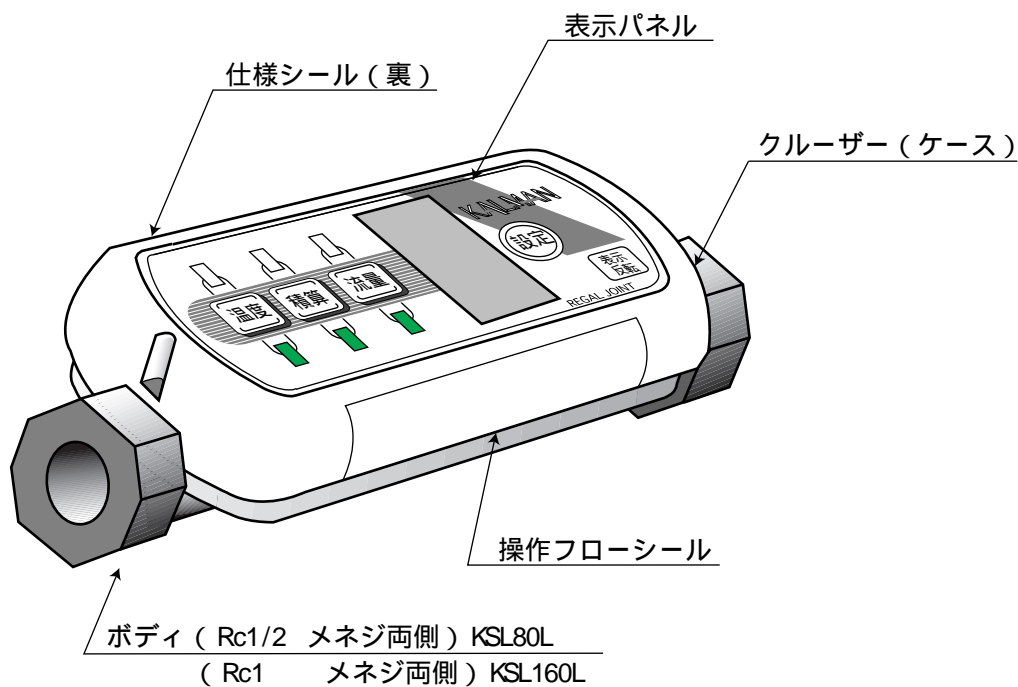
$St$  はレイノルズ数の関数であり、レイノルズ数のある範囲内でほとんど一定となるため、 $f$  は  $V$  に比例します。流量を  $Q$  とし、流路の断面積を  $A$  とすると  $Q=AV$  という式が成り立つため、 $f$  の周波数を得ることにより、 $V$  を求めることができ、流量  $Q$  に換算計測することができます。

この原理を利用し、ポールから発生したカルマン渦の周波数をビート板で検出し、マイコンで演算することにより、流量センサーとなっています。

< 図 -1> カルマン渦発生原理図

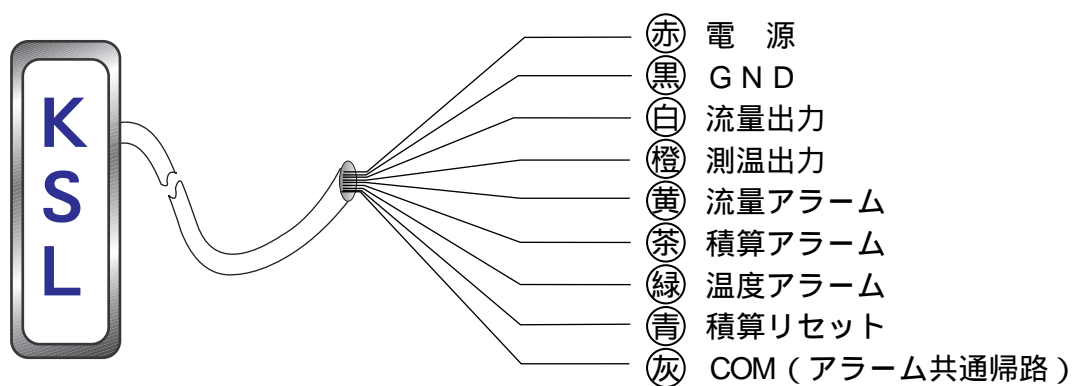


# 構成



# 配線方法

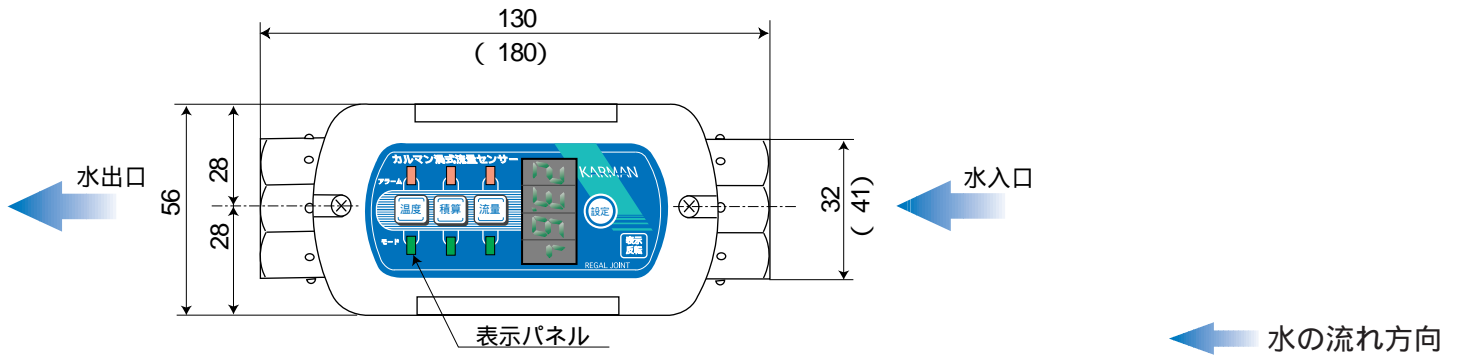
AWM 2027G 9芯 / 0.16mm<sup>2</sup>長さ 1000mmの端末未処理ケーブルです。  
GNDはアラーム線を除いて電源を始め、その他全ての信号線に対して共通アース線として使用します。



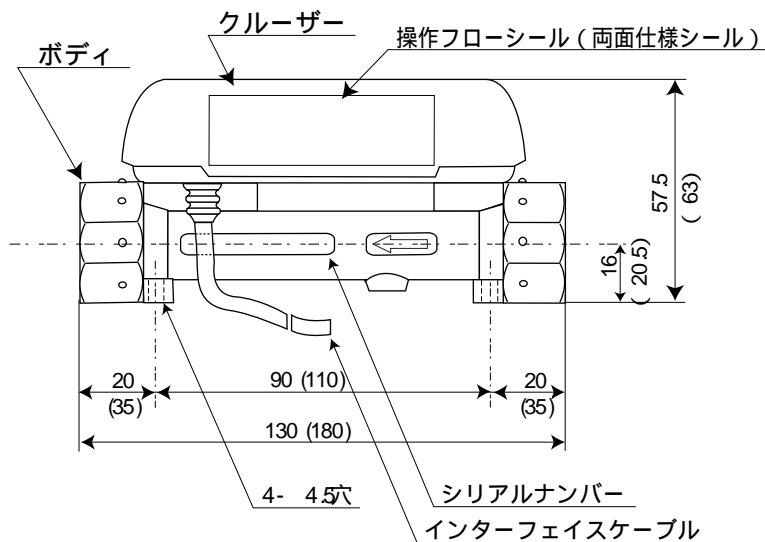
# 寸法図 (mm)

寸法表示はKSL -80Lを示し、( )内の数値ははKSL -160Lを示します。

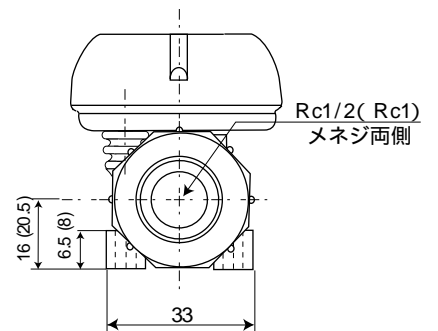
## 《平面図》



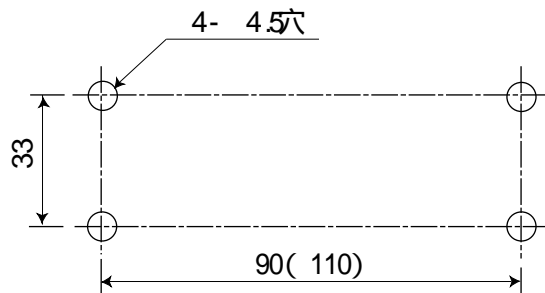
## 《側面図》



## 《正面図》



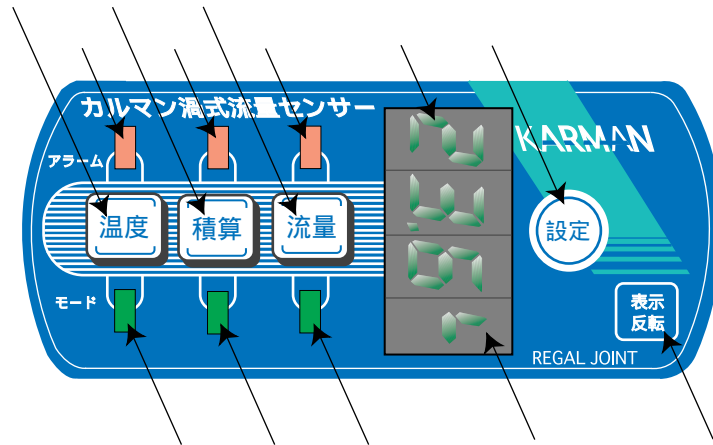
## 取付け穴加工位置



カルマン渦式流量センサーは直接配管にねじ込みます。状況によりボディ底面にある4- 4.5穴を使用し固定してください。

# 操作方法

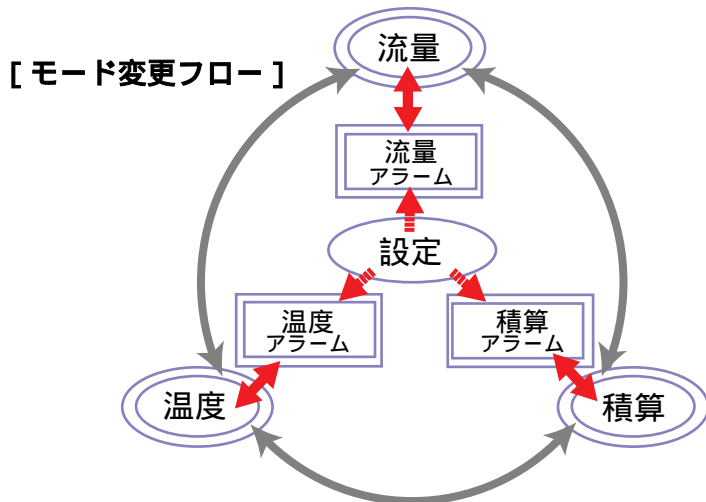
下図は、本体上部の表示パネル面を示します。



# 操作概要

電源投入にてデフォルトは流量、即ち無条件に流量表示をします。

(本体には電源スイッチはありません)



スイッチの操作により、流量、積算、温度の3項目の測定を行うことができます。測定結果はインターフェースケーブルを介して出力すると同時に3桁のLED表示(緑色)を行います。

いかなる状態からも押下スイッチ( )に該当するモードにシフトします。

プライオリティーは3種のモード、即ち流量表示、積算表示または温度表示にあります。

## 該当するモード、例えば流量表示のとき

流量スイッチ( )を押下すれば、LED表示が点滅し、流量アラーム設定を行うことができます。設定スイッチ( )の押下にて、アラーム値をセットします。このとき、設定スイッチを押下するごとに数値は上がり、流量スイッチ( )を押しながら設定スイッチ( )を押下すると、数値は下がります。数値の決定後、再度流量スイッチ( )を押下すれば、流量表示に戻り、設定が確認されたことを示します。その他、積算、温度についても同様の操作で行ってください。

### 1 流量設定

インターフェースケーブルを接続後、直流電源を投入すれば( KSLには電源スイッチはなく、DC24Vまたは12Vへの接続により立ち上がります。)動作をスタートします。電源投入による流量モードとなるので(デフォルトは流体モード) が点灯します。流れがあれば(1L/min以上)点滅します。秒後、 が立ち上がり、流体を示します。

LはL/minを意味し、上図では23.6L/minを表示しています。オーバレンジは90L( KSL 80Lの場合)または、180L( KSL160Lの場合)であり、Fを表示します。

次に、 を押下すると、 が点滅し、アラーム設定がイネーブルであることを示します。  
 の押下により、しきい値がインクリ（増加）します。数値が目標とするしきい値に達し、再び  
 を押下すればしきい値は確定し、流量表示に戻ります。 を押下しながら を押下すると、し  
きい値はデクリ（減少）します。

実際の流量がしきい値をオーバーすると、 が消灯すると同時に、ケーブルへのアラーム信号を  
オンにします。（工場出荷時に極性逆も可。）

## 2. 積算モード

電源投入により流量モードになりますが、その後、 の押下により積算モードになります。  
、 、 は優先スイッチであり、いずれのモードからも 回の押下により該当モードに移動しま  
す。 が点灯し、 、 が積算値を表示します。

が積算値の仮数部（桁）と指数部（桁 / 0~ 3）を交互に表示します。（秒対秒 / 単位 L）

例 1: 256L を示す。  
2 5 6（仮数部が 256）  
- E 0（指数部が 0）

例 2: 365 × 10<sup>2</sup>L を示す。  
3 6 5（仮数部が 365）  
- E 2（指数部が 2）

例： 2 の場合、 の押下により下 2 桁を見ることができます。

例 3: 48 -（押下）  
- : 10<sup>-2</sup> L

例： 3 にて 36548L であることがわかります。



を再度押下することにより、積算アラーム設定が行えます。しきい値の仮数部（桁）と指数部（桁、0～3）を交互に点滅しながら表示します。（1秒対4秒/L）

例 4: 2780L を示す。  
 2 7 8（仮数部が256）  
 - E 1（指数部が1）

例：4はしきい値が2780Lであることを示します。

の押下により、しきい値がインクリします。目標とする値に達し、再度 を押下すればしきい値は確定し、積算表示に戻ります。 を押下しながら を押下すれば、しきい値はデクリします。

積算値がしきい値をオーバーすると、 が消灯すると同時にケーブルへのアラーム信号をオンにします。（工場出荷にて極性逆も可）。ヒステリシスはもちません。最大値999.999Lであり、オーバーすると0に戻ります。積算値のリセットを行うには種類あります。

積算モードにて、 を押しながら を押下する。  
 ケーブルのRESETを瞬時アースする。

### 3. 温度モード

の押下により温度モードに移ります。 、 、 は優先スイッチであり、いずれのモードからも該当モードに移動できます。即ち、 の押下により無条件に温度モードに移動します。

を押下すれば が点滅し、温度アラーム値を表示します。しきい値は の押下にてインクリし、 の押下にて確定し、温度表示に戻ります。

確定範囲は0～99 であり、ヒステリシスはもちません。水温はしきい値をオーバーすれば、 が点灯ます。（工場出荷にて極性逆も可）

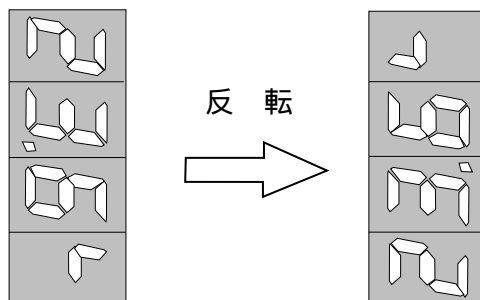
オーバーレンジ表示      99( 99 以上)  
    0( 0 以下)

\* アラーム（ ～ ）点灯 / 消灯の定義は、前述にもあるように工場出荷時に設定が可能です。

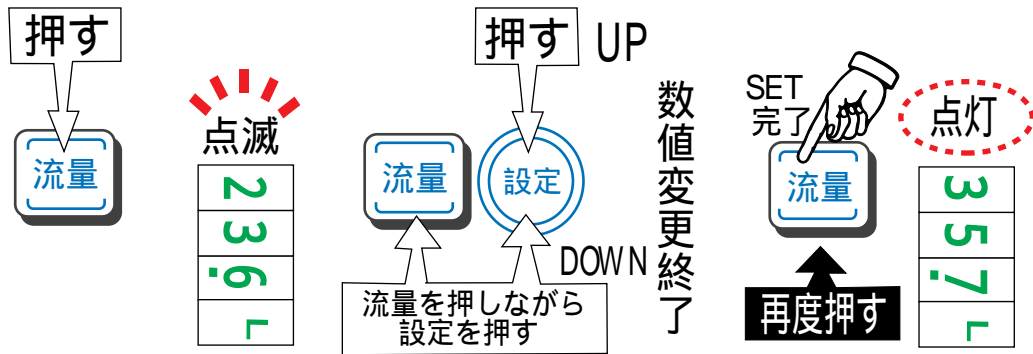
MOS-FET      『ON』の場合・・・実測値 > 目標値：緑点灯 / 赤消灯  
    『OFF』の場合・・・実測値 < 目標値：緑消灯 / 赤点灯

### 4. 表示反転

いかなるモードにおいても、 の押下にて 、 が表示反転します。  
 KSL本体の取付け向きに対応し、表示を見やすく確認することができます。

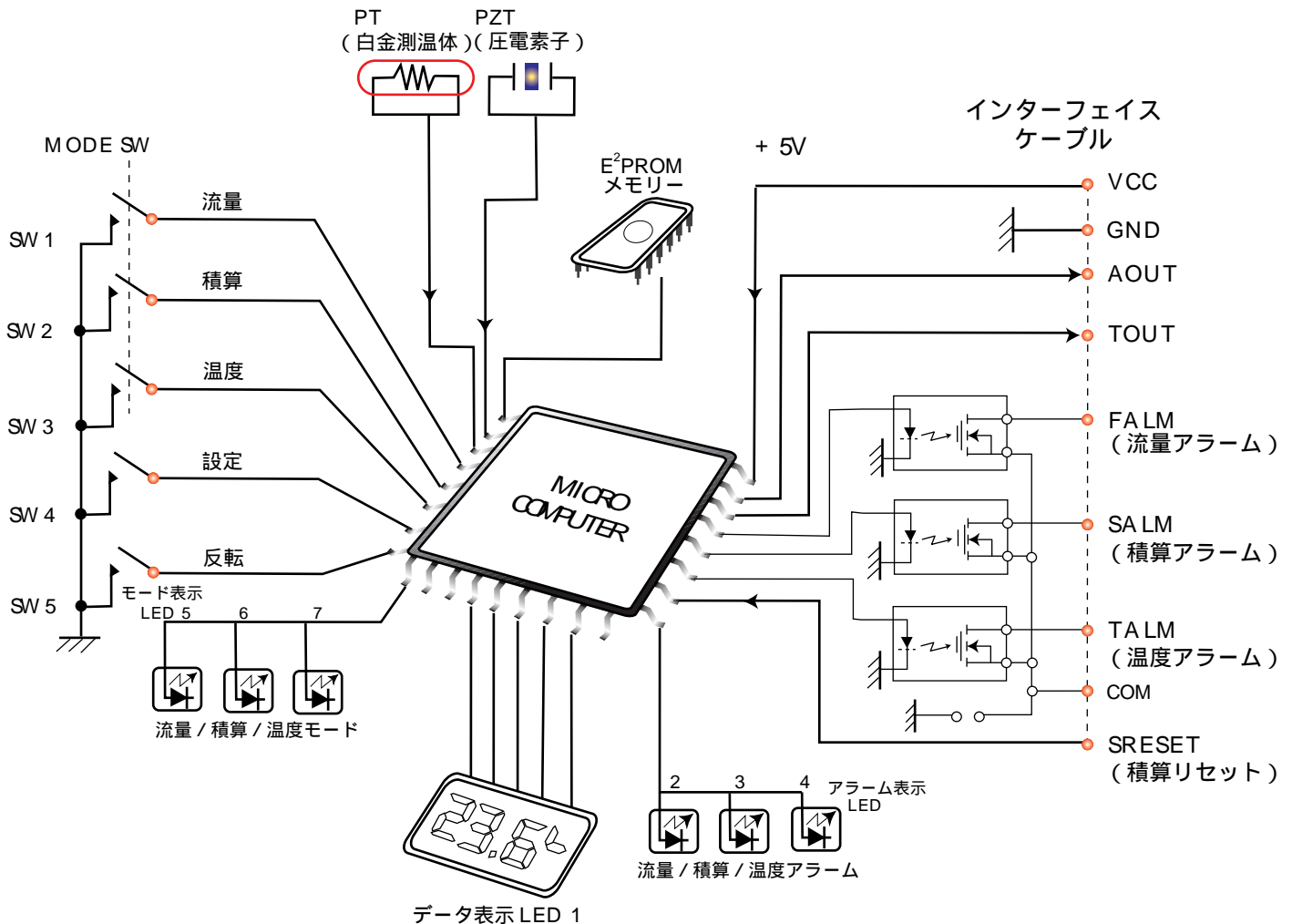


下図は、本体側面に貼付されている、アラーム設定方法です。



## 回路構成

データ（流量 / 積算 / 温度）表示はPT、PZTにて送信された信号をマイコンが信号処理し、LEDが行い、モード表示はLED<sub>5</sub>、6、7が、アラーム表示はLED<sub>2</sub>、3が行います。モードの切り替えは、流量 / 積算 / 温度に対してそれぞれSW<sub>1</sub>、2、3にて行われ、LED<sub>1</sub>にアラーム値を表示し、その設定はSW<sub>4</sub>、表示反転はSW<sub>5</sub>にて行われます。アラーム信号は、ケーブル（FALM, SALM, TALM）にオープンコレクタを出力します。



カルマン渦流は、PZT(圧電素子)により検出され、マイコンにて信号処理後、規定レベル（0~10または4~20mAまたはパルス出力）をインターフェイスケーブルにて送出します。信号処理の段階で流量の積算も同時に行います。

水温は、PT (白金測温体) により検出されます。マイコンにて信号処理後、流量出力と同時に規定レベルにし、TOUTに送出されます。

<表1>は、出荷時に決定される仕様を説明しています。電源電圧、ケーブルの規定レベル、アラーム極性、及び最大流量の積算値出荷時に固定します。

<表1>

項目	記号	種類	備考
電源電圧	VCC	24V	2者択一
		12V	
流量出力	AOUT	0~ 10V	3者択一
		4~ 20mA	
		パルス出力	
温度出力	TOUT	0~ 10V	2者択一
		4~ 20mA	
アラーム出力	TALM	ON出力	2者択一
		OFF出力	
最大流量	-	MAX 80L	2者択一
		MAX 160L	

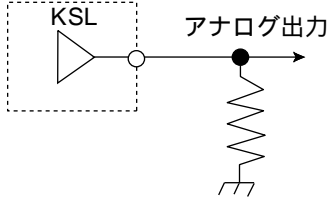
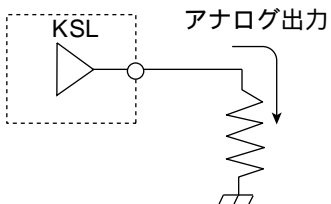
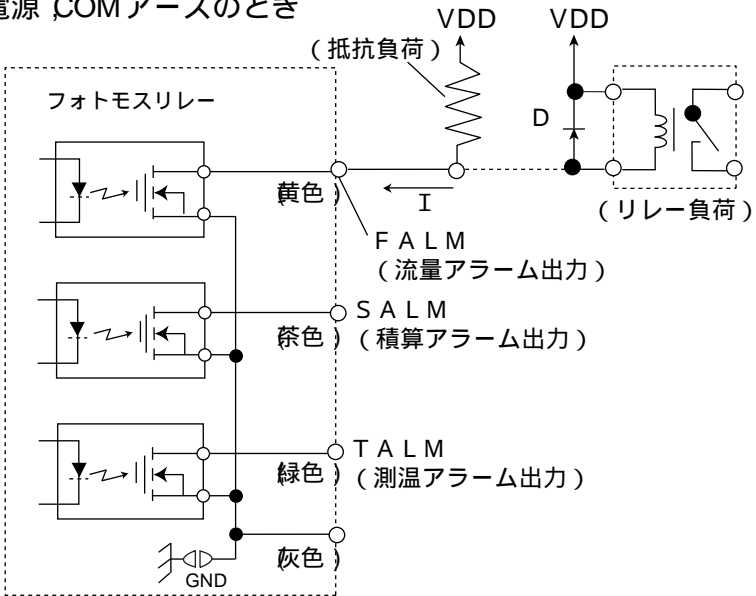
## インターフェイス

ユーザーが仕様できる入出力線を示します。

\* 出力選択に示されるものは、工場出荷時にいずれか一つの特性に設定されています。

記号	色	名称	方向	特性	出力選択	使用法
VCC	赤	電源	KSL 装置	DC24V ± 10% DC12V ± 5%	2者択一	装置によりDC電源を供給。 KSLに電源スイッチはなく 即時に電流が流れる。
GND	黒	アース	KSL 装置			共通アースライン。この一本 で電源を始めほかのすべての ラインの共通回路になる。
AOUT	白	流量出力	KSL 装置	0~ 10V 4~ 20mA パルス出力	3者択一	流量を電気信号に置換して 装置側に送付する。
TOUT	橙	測温出力	KSL 装置	0~ 10V 4~ 20mA	2者択一	水量を電気信号に置換して 装置側に送付する。
FALM	黄	流量 アラーム	KSL 装置	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	2者択一	流量アラームを装置側へ通報。 ON): 流量 > しきい値でON OFF): 流量 < しきい値でON
SALM	茶	積算 アラーム	KSL 装置	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	2者択一	積算値がしきい値を超えたとき 装置側へ通報。 ON): 積算値 > しきい値でON OFF): 積算値 < しきい値でON
TALM	緑	温度 アラーム	KSL 装置	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	2者択一	温度がしきい値を超えたとき 装置側へ通報。 ON): 温度 > しきい値でON OFF): 温度 < しきい値でON
SRESET	青	積算 リセット	KSL 装置			装置側より積算値をリセッ トする。(0よりカウント 再スタート)
COM	灰	アラーム コモン	KSL 装置			FALM、TALM、SALM a 共通帰路

# 負荷の取り方について

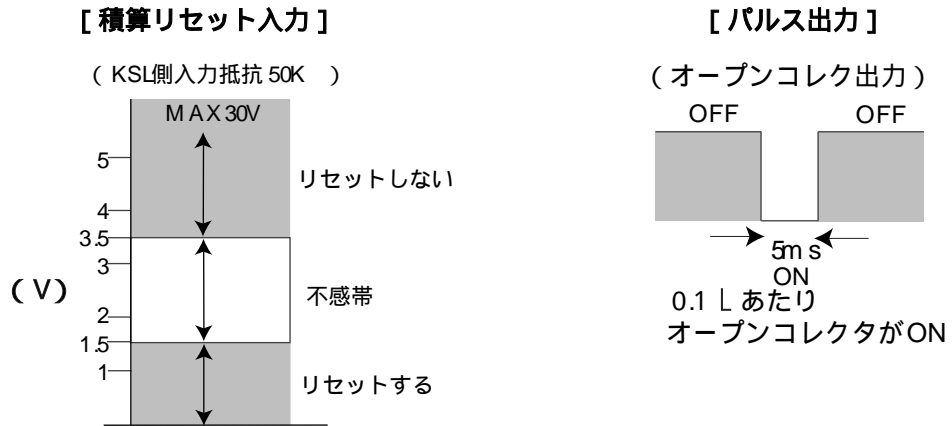
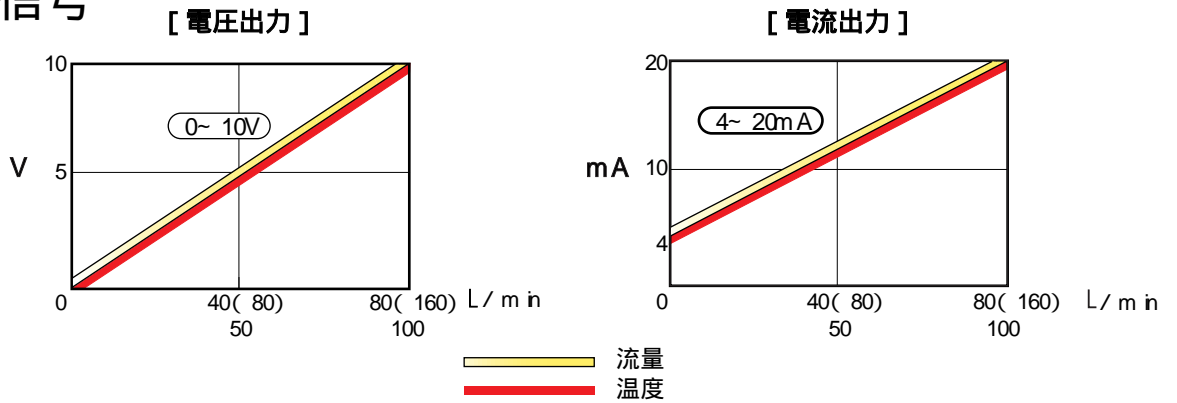
電圧出力	<p>( ) 電圧出力 ( 0~ 10V )</p>  <p>0~ 10V RL 3k</p>
電流出力	<p>( ) 電流出力 ( 4~ 20mA )</p>  <p>4~ 20mA RL 250</p>
フォトモスリレー	<p>+ 電源 COMアースのとき</p>  <p>フォトモスリレー</p> <p>VDD (抵抗負荷)</p> <p>VDD</p> <p>D (リレー負荷)</p> <p>黄色) FALM (流量アラーム出力)</p> <p>茶色) SALM (積算アラーム出力)</p> <p>緑色) TALM (測温アラーム出力)</p> <p>灰色) GND</p> <p><math>VDD &lt; 40V</math>、<math>I &lt; 100mA</math>にて使用 (例: <math>VDD=24V</math>、<math>RL=5.1k</math>)</p>

1. リレー負荷時、逆起電力によるトランジスタの破損防止のためダイオード ( D ) をご使用ください。 例: V 03C ( 日立 )
2. COM 端子は開放又はアースのいずれか一方で出荷されます。 型名オーダーによる ) COMアース出荷品はCOMと黒ケーブルが導通しています。
3. COM開放のときは
 

FALM	}	COM
SALM		
TALM		

 (A側) (B側)  
 A側とB側は40V以内であれば+又は-のいずれの極性でも接続できます。

# 入出力信号



# 仕 様

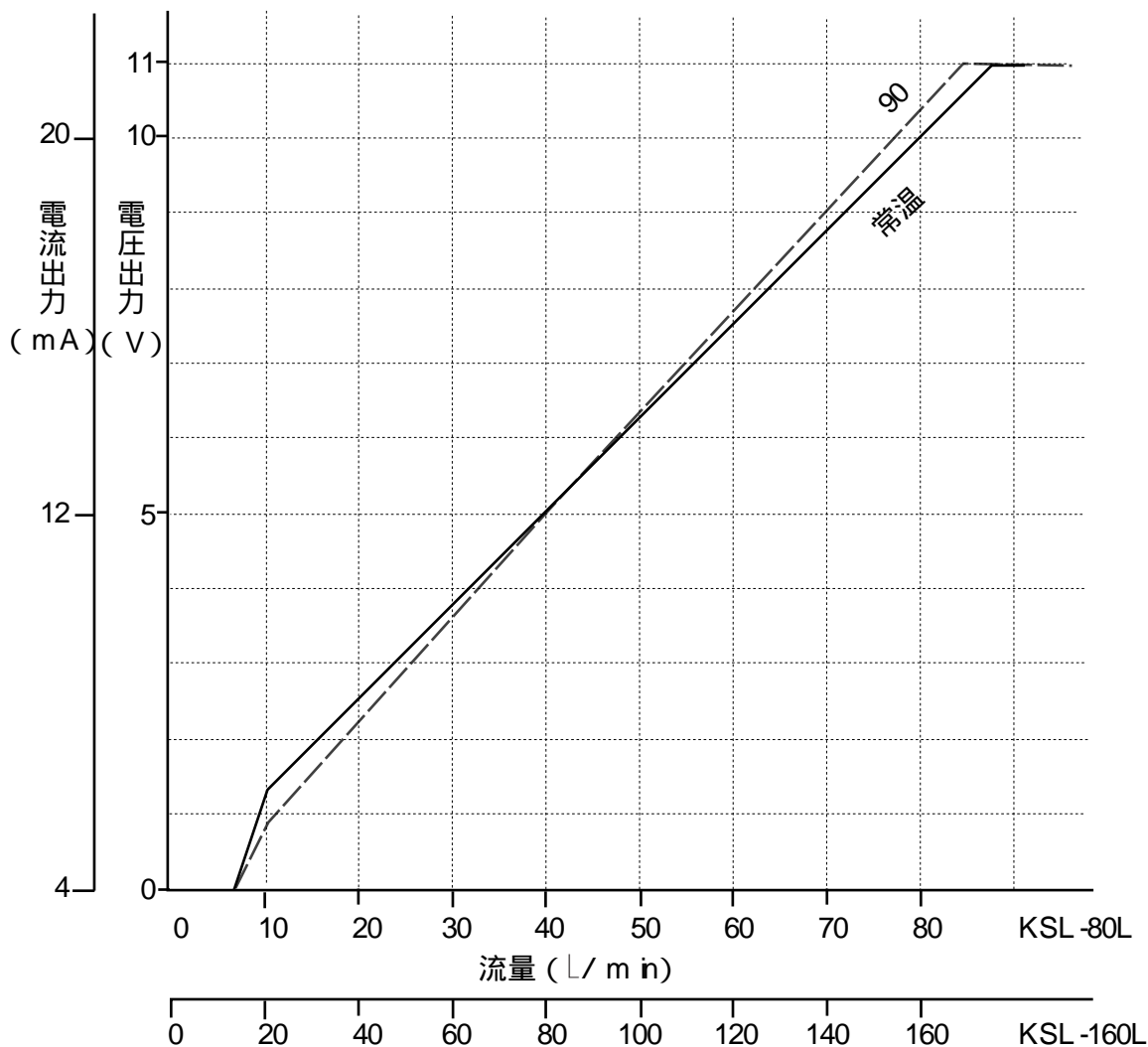
KSLの主な仕様を表わします。

型式	KSL - 80L	KSL - 160L
流量	10~ 80L / m in	20~ 160L / m in
積算	0~ 999999L	
測温範囲	0~ 99	
出力	0~ 10V or 4~ 20mA ( 流量、温度 ) / パルス ( 積算 )	
アラーム	MOS-FET ON or OFF ( 流量、積算、温度 )	
最高使用圧力	1MPa ( 10Kgf/ ←未満 )	
流体温度	0~ 60	
周囲温度	0~ 40 ( 無凍結時 )	
流れ方向	指定方向	
電源供給	DC12V ± 5% , DC24V ± 10%	
消費電流	MAX 30mA ( 但し 4~ 20mA仕様 MAX 70mA )	
精度	* FS ± 2.0%	
ボディ材質	SUS304	
振動子材質	樹脂 ( LCP )	
使用流体	工業用水・水	
シール用Oリング	フッ素ゴム	
配管取り合い	Rc 1/ 2	Rc 1
ケーブル	AWM 20276 9芯 / 0.2mm <sup>2</sup> / 1000mm )	
重 量	380g	500g

\* KSL - 160Lは 20~ 140L / m inの範囲で精度 FS ± 2%  
 140~ 150L / m in " ± 5%  
 150~ 160L / m in " ± 10%

# 流量特性

- ・流量特性は、下図のように温度依存性を持ちます。
  - ・精度を落とさないため、直管長は 上流側 7 D, 下流側 5D以上を確保してください。
  - ・上流側の配管サイズを（オリフィスなどを入れて）急激に変わるような配管はしないでください。
  - ・弁、分岐、ゲージ等も下流側へ設置してください。
- ( D : 口径 80LはD=13.5 160LはD=19.0)  
 特性図は目安となっております。



# 保管方法

弊社製品を保管される場合は、以下に記す条件を満たす場所で保管して下さい。

- ・雨、水のかからない場所。　・直射日光の当たらない場所。　・粉塵のない場所。
- ・振動、衝撃のない場所。　・静電気対策がされている場所。
- ・周囲温度 0~ 40[ ] の空調管理されている（結露、凍結しない事）場所。

弊社出荷時の梱包状態のまま保管願います。

# 保証及び免責事項

弊社製品の誤った使用、不適切な使用により発生した事故に関しましては、弊社は責任を負いかねますのでご了承下さい。

- ・弊社製品についての保証期間は、製品納入から 1年間となります。
- ・保証期間内での性能及び材質の不具合に対して、弊社責による原因であると弊社が文書で承認した場合、代替品を提供させていただきます。  
尚、此处での保証範囲は弊社製品単体に限定されます。製品の故障により直接あるいは間接的に起こる損失、損傷、怪我、その他を含めた損害に関しては保証の対象範囲から除外します。
- ・要求により先行で代替品を提供、その後の不具合の原因調査により、弊社責でない事が判明した場合、代替品は有償となります。

代替品は基本的に同製品となりますが、弊社製造上の都合により同等品となる場合があります。弊社責外となる不具合要因例について以下に記します。

- ・取扱説明書（最新版）に記載している内容以外での使用。
- ・使用上の不注意。
- ・製品の分解、改造。

# 取扱説明書について

本書の内容の一部、又は全部を無断で転載、複製することは固くお断り致します。

本書に記載された内容は、今後、特性改善などにより予告なく変更することがあります。

ご使用の際は、最新版をご参照下さい。

本書に記載された動作概要、仕様などは、本製品の標準的な動作や特性を説明するためのものです。従って、本製品の使用に当たっては、外部諸条件を考慮の上、最適な使用条件の元、適切な実装設計を行って下さい。

本書の内容につきましては万全を期して作成しましたが、万一誤り、記載もれなどお気づきの点がありましたらご連絡下さい。

\* 性能改善のため、形状・仕様を予告なく変更することがありますのでご了承ください。

製造元 **株式会社リガルジョイント**  
〒252-0331 神奈川県相模原市南区大野台 1-9-49  
TEL 042-756-7411( 営業ダイヤルイン )  
FAX 0120-85-7411 ( ☎フリーダイヤル )  
URL <http://www.rgl.co.jp>

第14版 2014年5月

Operation Manual for the  
Kaman Vortex System Flow Rate Sensor

# KAMAN

KSL-80L

KSL-160L

## CONTENTS

Safety Precautions	2~3
Features/Principle of operation	4
Configuration /Cabling method	5
Dimensional diagrams	6
Operating method	7~9
Circuit configuration	10
Interfaces	11
Connecting the load	12
Specifications	13
Flow-rate characteristics	14
Precautions	15



## Overview



The Kaman Vortex System Flow Rate Sensor KSL is capable of measuring flow rate, integration, and temperature. The measurement results are output through cables and simultaneously displayed on the LED display in three digits.



# Safety Precautions

The markings used in this operation manual and their meanings are as follows

 <b>WARNING</b>	This indicates that misuse of the unit could have grave consequences such as death, serious injury, or the like.
 <b>CAUTION</b>	This indicates that misuse of the unit could lead to physical injury or material damage to houses, household effects, and the like.

	This symbol indicates a prohibited action.
	This symbol indicates a compulsory action, in accordance with the instructions provided.

---

No part of this manual may be transcribed, in whole or in part, without the written consent of REGAL JOINT.

The contents of this manual are subject to change without prior notice.


Though the utmost care has been taken in the preparation of this manual, errors or omissions may have been overlooked. Please contact REGAL JOINT if you have any questions or find any irregularities.

Any manual with missing pages or incorrect collating will be replaced. Please contact your dealer.


---




**If an abnormal situation or malfunction occurs, cut off the power supply!**

-  -- Continued use of the unit in an abnormal or malfunction situation, such as one in which smoke or an unpleasant odor is emitted or unstable operation occurs, could result in a fire or other accident. In such a situation, cut off the power supply immediately and contact your dealer. Under no circumstances should the user attempt to repair the unit.

**Handle the power cable with care.**

-  -- To avoid malfunctions and accidents, do not place heavy objects on the power cable, keep it away from heat sources, and do not tug on the cable from the sensor unit.

**Do not remove the display cover.**

-  -- The display cover contains an electronic printed circuit board. Touching the board could result in an accident or malfunction. Entrust your dealer with the inspection, adjustment, and repair of the unit.



### **When unpacking or carrying the unit:**

- ❗ When unpacking or carrying the unit, be very careful not to allow it to fall. If the sensor unit falls to the floor, an accident or malfunction may result.

### **Note the following precautions regarding the location of the unit:**

- ⊘ If the unit is used in a location with high humidity or heavy condensation, moisture may form within it, which could lead to an accident or malfunction.
- ⊘ If used in a location where it will be exposed to magnetism, electromagnetic rays, X-rays, or ultraviolet rays, the unit may suffer an accident or malfunction.
- ❗ If the unit is used in a location subject to high temperatures, such as near a heater, the internal temperature of the unit may become too high, resulting in an accident or malfunction. Use the unit under the specified operating conditions.
- ⊘ If used in a location susceptible to heavy vibration, the unit may operate improperly or suffer an accident or malfunction.

### **Do not insert fingers into the unit:**

- ❗ Exercise care, as injury may result if fingers are inserted into the sensor units, such as during piping work.

### **When servicing the unit:**

- ❗ To ensure safety, cut off the power supply first. Failure to observe this precaution could result in an accident or malfunction.

## Features

1. The digitized setting and adjustment allow set values to be saved in memory, and also ensure stable operation after power is supplied to the unit again.
2. The LED display can be turned upside down using a single button, thus avoiding the inverted indication of numeric values after the piping work.
3. Highly durable and maintenance-free. The lack of moving parts eliminates the problem of the generation of dust, enabling the fluid to be kept clean.
4. While the unit can indicate flow rates, integrated values, and temperatures on the LED, it is also delivering the outputs at all times.
5. As the primary output consists of a frequency output that is proportional to the flow rate, an integrated flow-rate value can be obtained directly.
6. The adoption of an 8-bit microcomputer has enabled high-speed processing.

## Principle of operation

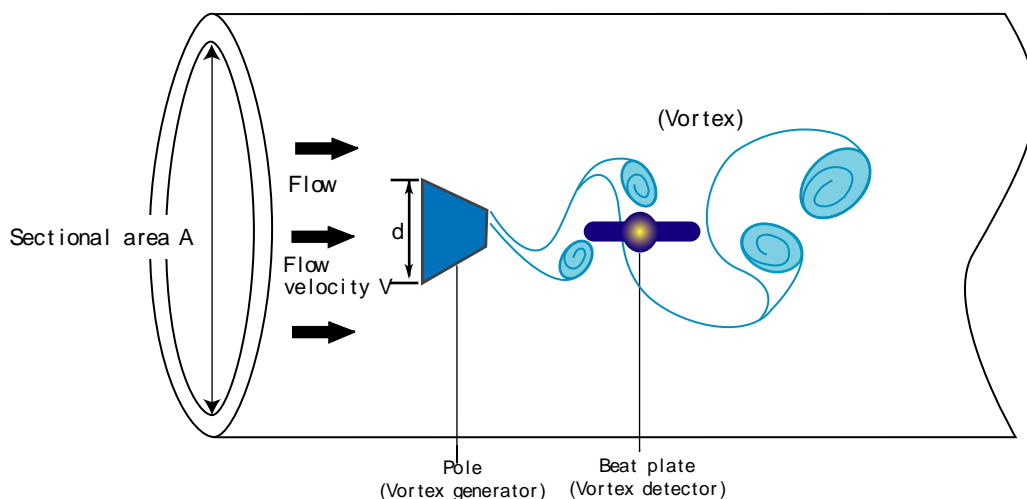
Figure 1 below shows a schematic diagram of the principle of operation. Let the frequency of the vortex discharged on the downstream side of the pole (Kaman Vortex) be represented by  $f$ , and the dimensionless number (referred to as the "Strouhal number") by  $St$ . Then, we obtain the following equation:

$$f = St \frac{V}{d}$$

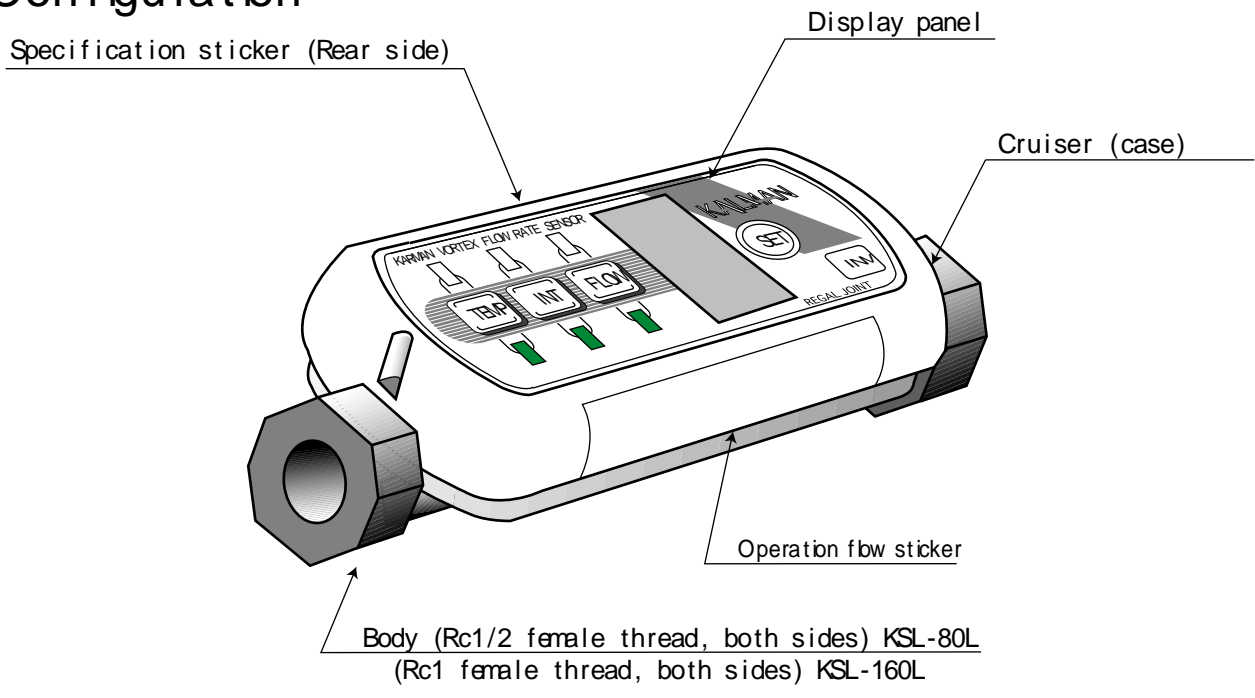
$St$  is a function of the Reynolds number and remains nearly constant within a certain range. Therefore,  $f$  is proportional to  $V$ . When the flow rate is represented by  $Q$  and the sectional area of the flow passage by  $A$ , the equation  $Q = AV$  holds true. Therefore,  $V$  can be found by determining frequency  $f$ , and flow rate  $Q$  can be measured through conversion.

Based on this principle, the flow sensor detects the frequency of the Kaman vortex generated from the pole by means of the beat plate, and subjects it microcomputer processing.

<Figure 1> Diagram of the Principle of Generation of the Kaman Vortex

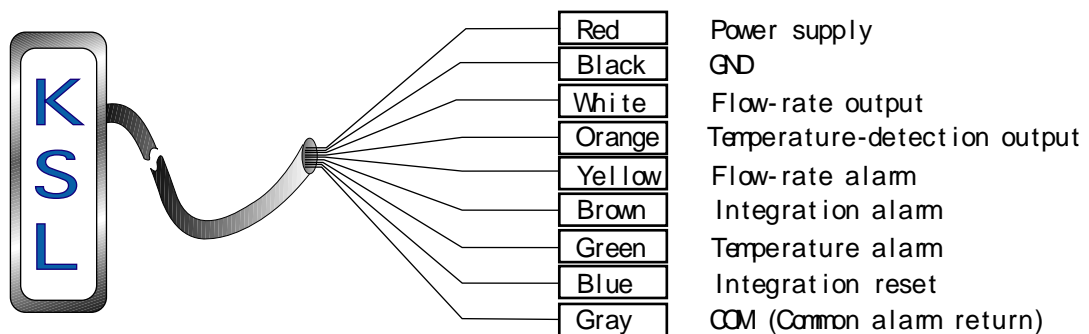


# Configuration



# Cabling method

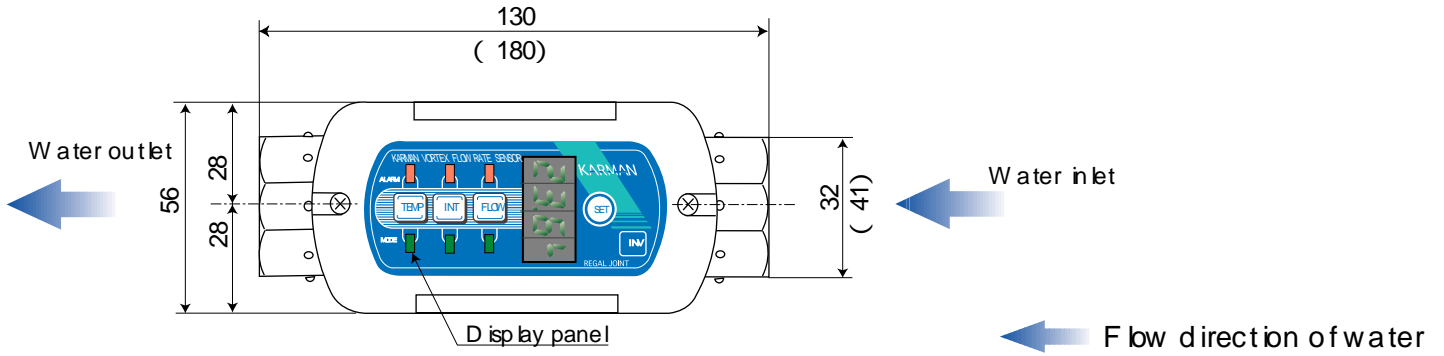
AW20276: This is a 9<sup>2</sup> core/0.16 mm<sup>2</sup> 1000 mm cable with no terminal processing. GND should be used as a common ground wire for all other signaling lines, except for the alarm lines.



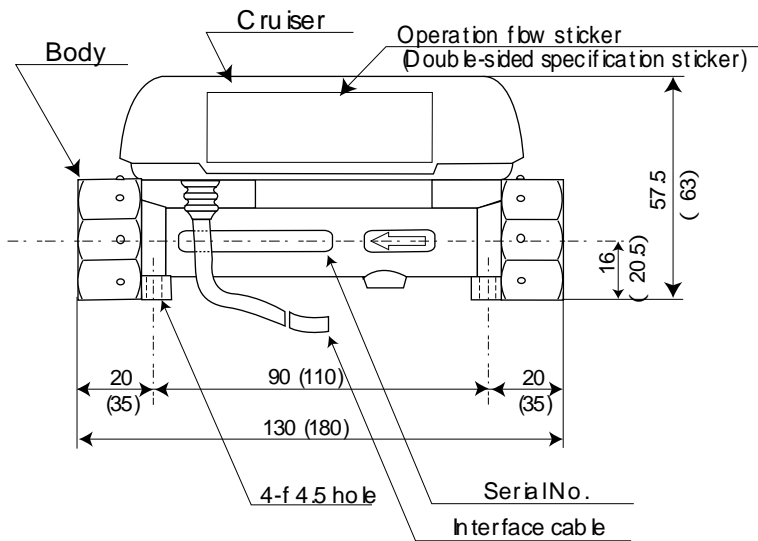
# Dimensional diagrams (mm)

The dimensions specified below are for the KSL-80L ; those of the KSL-160L are indicated in ( ).

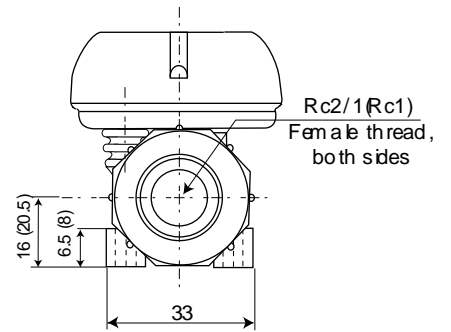
## <Plan View>



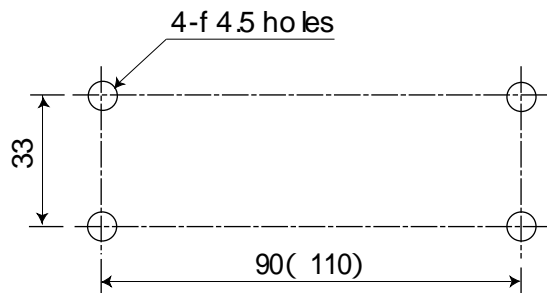
## <Side View>



## <Front View>



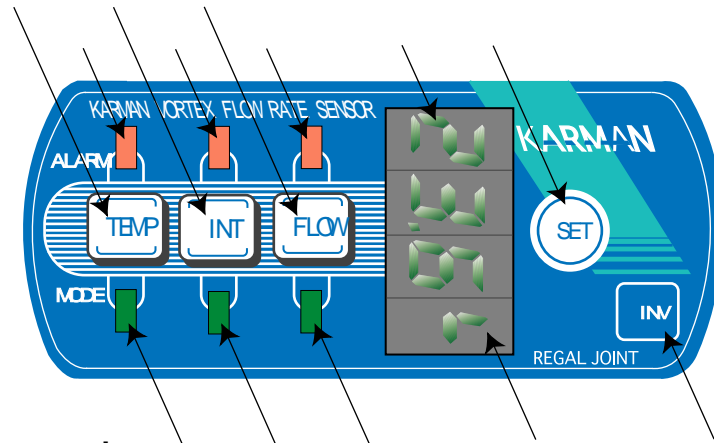
## Locations of machined mounting holes



The Kaman Vortex System Flow-Rate Sensor is directly screwed into the piping. Use the 4-f 4.5 holes located on the bottom surface to fasten the unit, as necessary.

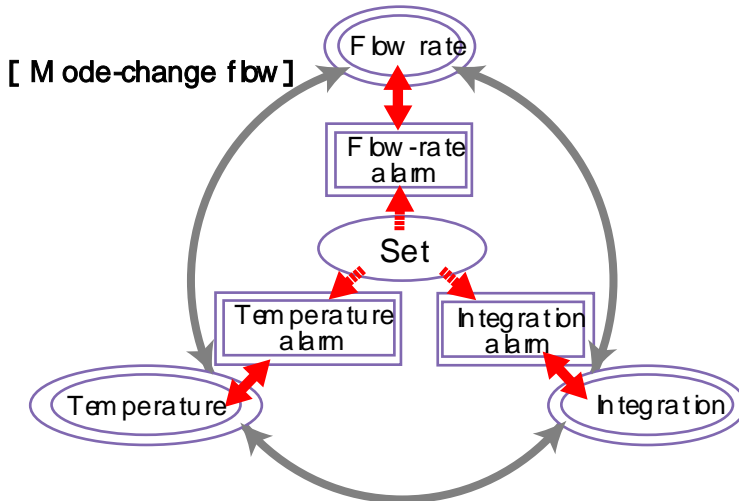
# Operating method

The illustration below represents the display panel at the upper part of the unit.



## Outline of operation

When the unit is supplied with power, it indicates a flow rate by default; specifically, it indicates a flow rate unconditionally. (The unit has no power switch.)



The sensor unit can measure the flow rate, integration, and temperature as the corresponding switches are operated. The measurement results are output through the interface cables and are displayed at the same time on the 3-digit LED (green).

The unit shifts from any status to the mode corresponding to the switch depressed [ , , or ].

Priority is given to the three modes: flow-rate indication, integration indication, and temperature indication.

### If flow-rate indication mode is selected

Pressing the Flow Rate switch ( ) causes the LED display to flash and allows the flow-rate alarm to be set. Pressing the Set switch ( ) sets an alarm value. Each time the Set switch is pressed, the value is increased; pressing the Set switch ( ) while holding down the Flow Rate switch ( ) reduces the value. Press the Flow Rate switch ( ) again after deciding on the desired value; the flow-rate indication will be restored, indicating that the setting has been confirmed. Follow a similar procedure for the integration and temperature.

## 1. Setup of the flow rate

Supply DC power to the unit after connecting the interface cables (the KSL has no power switch, and connection of 24 V DC or 12 V DC starts up the unit); the unit will start operating.

The moment the unit is supplied with power, it enters the flow-rate mode (by default), and ( ) lights up. If there is a flow (1 l/min. or larger), the light flashes. Two seconds later, ( ) and ( ) start up, indicating the fluid.

L denotes l/min., and the above illustration shows a flow rate of 23.6 l/min. The over-range is 90 l (in the case of KSL 80L) or 180 l (in the case of KSL 160L), with F being displayed in such a case.

Then, press  $\Delta$ ; will start flashing, indicating that the alarm setup has been enabled. Pressing  $\Delta$  raises the threshold in increments. Press  $\Delta$  once again when the target threshold value is reached. The threshold will be established, and the flow-rate indication will be displayed. Pressing  $\Delta$  while holding  $\Delta$  down lowers the threshold in decrements.

If the actual flow rate exceeds the threshold,  $\Delta$  goes out and an alarm signal to the cable is turned on. (The unit can also be shipped out with inverse polarities.)

## 2. Integration mode

Although the unit enters the flow-rate mode the moment it is supplied with power, pressing  $\Delta$  thereafter activates the integration mode. As  $\Delta$ ,  $\Delta$ , and  $\Delta$  are priority switches, pressing any of them shifts the unit to the corresponding mode.  $\Delta$  comes on, and  $\Delta$  and  $\Delta$  indicate an integrated value.

$\Delta$  alternately displays the mantissa section (3 digits) and exponential section (1 digit/0 to 3) of an integrated value (4 sec vs. 2 sec/ in unit of  $L$ ).

Example 1: When 256  $L$  is indicated:  
 256 (The mantissa section is 256.)  
 -E0 (The exponential section is 0.)

Example 2: When  $365 \times 10^2 L$  is indicated:  
 365 (The mantissa section is 365.)  
 -E2 (The exponential section is 2.)

In the case of Example 2, pressing  $\Delta$  allows the lower 2 digits to be viewed.

Example 3: 48 - (  $\Delta$  ) pressed)  
 - : Space

Example 3 shows that the measured value is 36548  $L$ .

Pressing  $\square$  again allows an integration alarm to be set. The unit alternately indicates the mantissa section (3 digits) and exponential section (1 digit, 0 to 3) by flashing (12 sec vs. 4 sec/L ).

Example 4: When 2780 L is indicated:  
 278 (The mantissa section is 256.)  
 -E1 (The exponential section is 1.)

Example 4 shows that the threshold is 2780 l. Pressing  $\square$  raises the threshold in increments. Pressing  $\square$  again when the target value is reached establishes the threshold, and the integration indication is displayed. Pressing  $\square$  while holding  $\square$  down lowers the threshold in decrements. If the integrated value exceeds the threshold,  $\square$  goes out and an alarm signal to the cable is turned on. (The unit can also be shipped out with inverse polarities.) The threshold has no hysteresis. The maximum value is 999.999 l, and it is reset to 0 when exceeded. The integrated value can be reset by the following two methods:

- Press  $\square$  while holding  $\square$  down in the integration mode.
- Momentarily connect RESET of the cable to the ground.

### 3. Temperature mode

Pressing  $\square$  shifts the unit to the temperature mode. As  $\square$ ,  $\square$ , and  $\square$  are priority switches, they shift the unit to the corresponding mode from any mode. Specifically, pressing  $\square$  activates the temperature mode unconditionally.

Pressing  $\square$  causes  $\square$  to flash and indicate a temperature alarm value. Pressing  $\square$  raises the threshold in increments, and pressing  $\square$  sets it, displaying the temperature indication at the same time.

The threshold can be set in a range from 0 to 99° C, but has no hysteresis. If the water temperature exceeds the threshold,  $\square$  lights up. (The unit can also be shipped out with inverse polarities.)

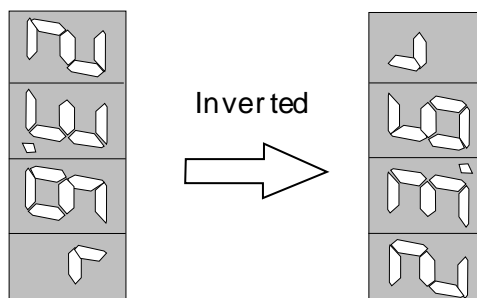
Over-range indication 99 (Over 99° C)  
 0 (below 0° C)

\* The lighting and extinction of the alarms ( $\square$  to  $\square$ ) can be defined at the factory prior to shipment, as mentioned above.

MOS-FET When comes [ON]: Actual value  $\geq$  target value:  
 Green light on / red light off  
 When goes [OFF]: Actual value < target value:  
 Green light off / red light on

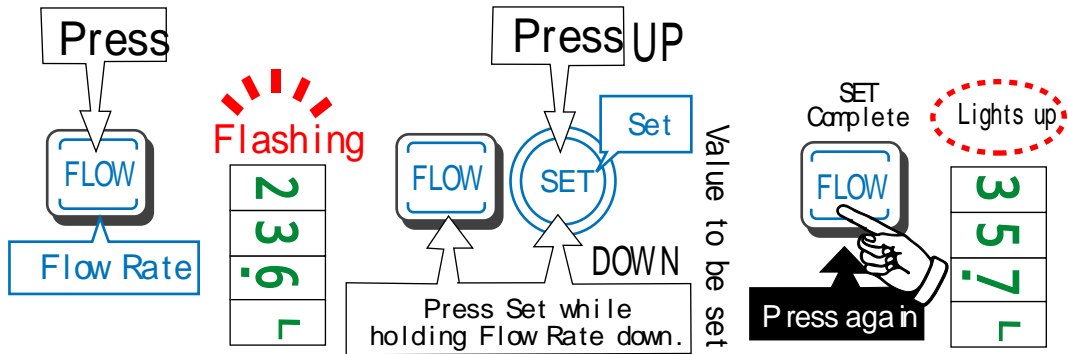
### 4. Inversion of display

In any mode, the unit inverts  $\square$  and  $\square$  when  $\square$  is pressed. This feature makes it easy to view the display, according to the orientation in which the unit is mounted.



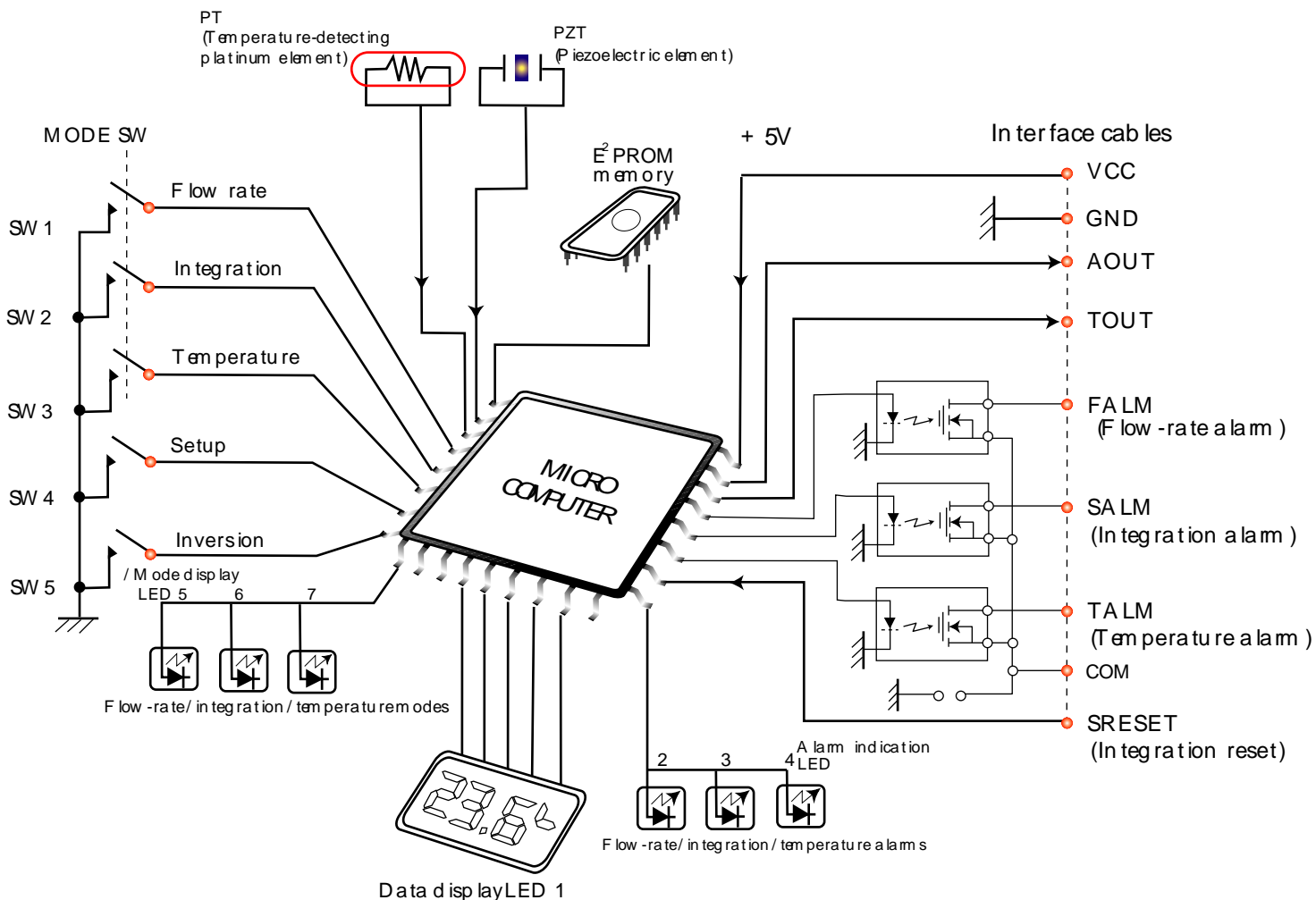


The illustration below represents a sticker placed on the side of the unit that explains how to set an alarm.



### Circuit configuration

For data (flow rate/integration/temperature) indications, the signals transmitted from PT and PZT are processed by the microcomputer; LED1 shows the measurement data; LED5, 6, and 7 indicate the mode; and LED2, 3, and 4 produce the alarm indications. The mode switchover is performed using SW1, SW2, or SW3 for the flow rate, integration, or temperature, respectively, and LED1 displays the alarm value. Its setup is performed via SW4, and the display inversion is performed using SW5. The alarm signals consist of open-collector outputs, which are delivered to the cables (FALM, SALM, TALM).



The Kaman vortex is detected by the PZT (piezoelectric element), and the signal is processed by the microcomputer to be finally output at the specified level (0 to 10 V, 4 to 20 mA, or pulse output) through the interface cables. The unit also performs the integration of flow rates during signal processing.

The water temperature is detected by the PT (temperature-detecting platinum element). After the signal is processed by the microcomputer, its level is raised to the specified value, simultaneously with the flow-rate output, and then output at TOUT. <Table 1> explains the specifications to be decided on at the factory prior to shipment. The supply voltage, specified levels of the cables, alarm polarities, and integrated values of the maximum flow rates are fixed at the factory prior to shipment.

<Table 1>

Item	Symbol	Type	Remarks
Supply voltage	VCC	24V	Choice of two
		12V	
Flow-rate output	AOUT	0~ 10V	Choice of three
		4~ 20mA	
		Pulse output	
Temperature output	TOUT	0~ 10V	Choice of two
		4~ 20mA	
Alarm output	TALM	ON output	Choice of two
		OFF output	
Max. flow rate	-	MAX 8L	Choice of two
		MAX 16L	

## Interfaces

The table below shows the input and output interface lines available to the user.

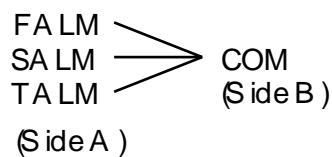
\* The choice in Output Selection is set to one of the characteristics at the factory

Symbol	Color	Designation	Direction	Characteristic	Output Selection	Usage
VCC	Red	Power supply	KSL Equipment	DC24V ± 10% DC12V ± 5%	Choice of two	DC power is supplied from the equipment. The current flows to the unit the moment it is connected, as the KSL has no power switch.
GND	Black	Ground	KSL Equipment			Common ground line. This single line serves as a common return for all other lines, including power supply.
AOUT	White	Flow-rate output	KSL Equipment	0~ 10V 4~ 20mA Pulse output	Choice of three	The flow rate is converted into an electric signal, which is sent to the equipment side.
TOUT	Orange	Temperature-detection output	KSL Equipment	0~ 10V 4~ 20mA	Choice of two	The water temperature is converted into an electric signal, which is sent to the equipment side.
RALM	Yellow	Flow-rate alarm	KSL Equipment	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	Choice of two	The flow-rate alarm is reported to the equipment side. (A): ON when flow rate > threshold (B): ON when flow rate < threshold
SALM	Brown	Integration alarm	KSL Equipment	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	Choice of two	When the integrated value exceeds the threshold, it is reported to the equipment side. (ON): ON when integrated value > threshold (OFF): ON when integrated value < threshold
TALM	Green	Temperature alarm	KSL Equipment	MOS-FET (ON) MOS-FET (OFF)	Choice of two	When the temperature exceeds the threshold, it is reported to the equipment side. (ON): ON when temperature > threshold (OFF): ON when temperature < threshold
SRESET	Blue	Integration reset	KSL Equipment			The integrated value is reset from the equipment side (the count restarts from 0).
COM	Gray	Alarm common	KSL Equipment			Common return circuit of FALM, TALM, and SALM

# Connecting the load

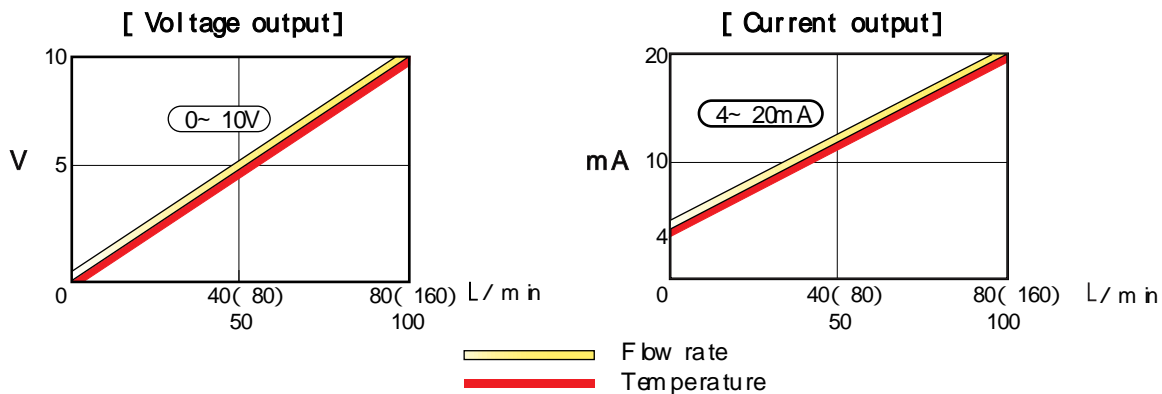
Voltage output	<p>( ) Voltage output ( 0~ 10V )</p> <p>0~ 10V RL 3k</p>
Current output	<p>( ) Current output ( 4~ 20mA )</p> <p>4~ 20mA RL 250</p>
PhotoMOS relay	<p>With positive power and COM ground</p> <p>Used at <math>V_{DD} &lt; 40\text{ V}</math> and <math>I &lt; 100\text{ mA}</math> (Example: <math>V_{DD} = 24\text{ V}</math>, <math>R_L = 5.1\ \Omega</math>)</p>

- When operating the unit under a relay load, use a diode (D) to prevent breakdown of the transistor due to a counter-electromotive force. (Example: V03C (Hitachi))
- The unit is shipped out with the COM terminal open or grounded (depending on the model and order). On a product with the COM terminal grounded, there is continuity between COM and the black cable.
- When COM is open:



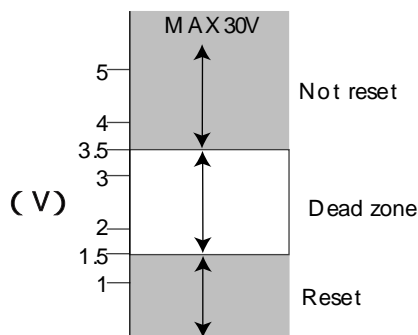
Sides A and B can be connected with either polarity, positive or negative, if the voltage is within 40V.

# Input and output signals



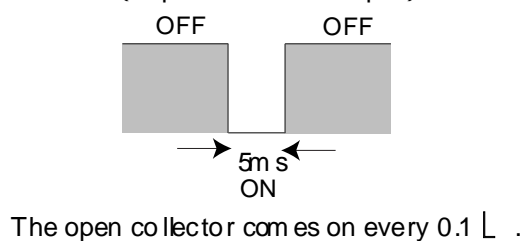
[ Integration reset input ]

( KSL-side input resistance: 50 kW )



[ Pulse output ]

( Open-collector output )



## Specifications

The principal specifications of the KSL are given below .

Model	KSL - 80L	KSL - 160L
Flow rate	10~ 80 L / m in	20~ 160 L / m in
Integration	0~ 999999 L	
Temperature-detection range	0~ 99	
Output	0 to 10V or 4 to 20mA (Flow rate, temperature)/Pulse (Integration)	
Alarm	MOS-FET ON or OFF (Flow rate, integration, temperature)	
Max. operating pressure	1MPa (Below 10 kgf/cm <sup>2</sup> )	
Fluid temperature	0~ 60	
Ambient temperature	0~ 40 (Non-freezing)	
Flow direction	Specified direction	
Power supply	DC12V ± 5% , DC24V ± 10%	
Power consumption	Max. 30mA (Max. 70mA with a 4 to 20mA model)	
Accuracy	* FS ± 2.0%	
Material of body	SUS304	
Material of vibrator	Resin (LCP)	
Applicable fluid	Industrial water or service water	
Sealing O-ring	Fluororubber	
Coupling of pipings	Rc 1/ 2	Rc 1
Cable	AWM 20276 9芯 / 0.2mm <sup>2</sup> / 1000mm )	
Weight	380g	500g

\* The KSL -160L has the following accuracies:

Accuracy of FS ± 2% in a range from 20 to 140 L / m in .

Accuracy of FS ± 5% in a range from 140 to 150 L / m in .

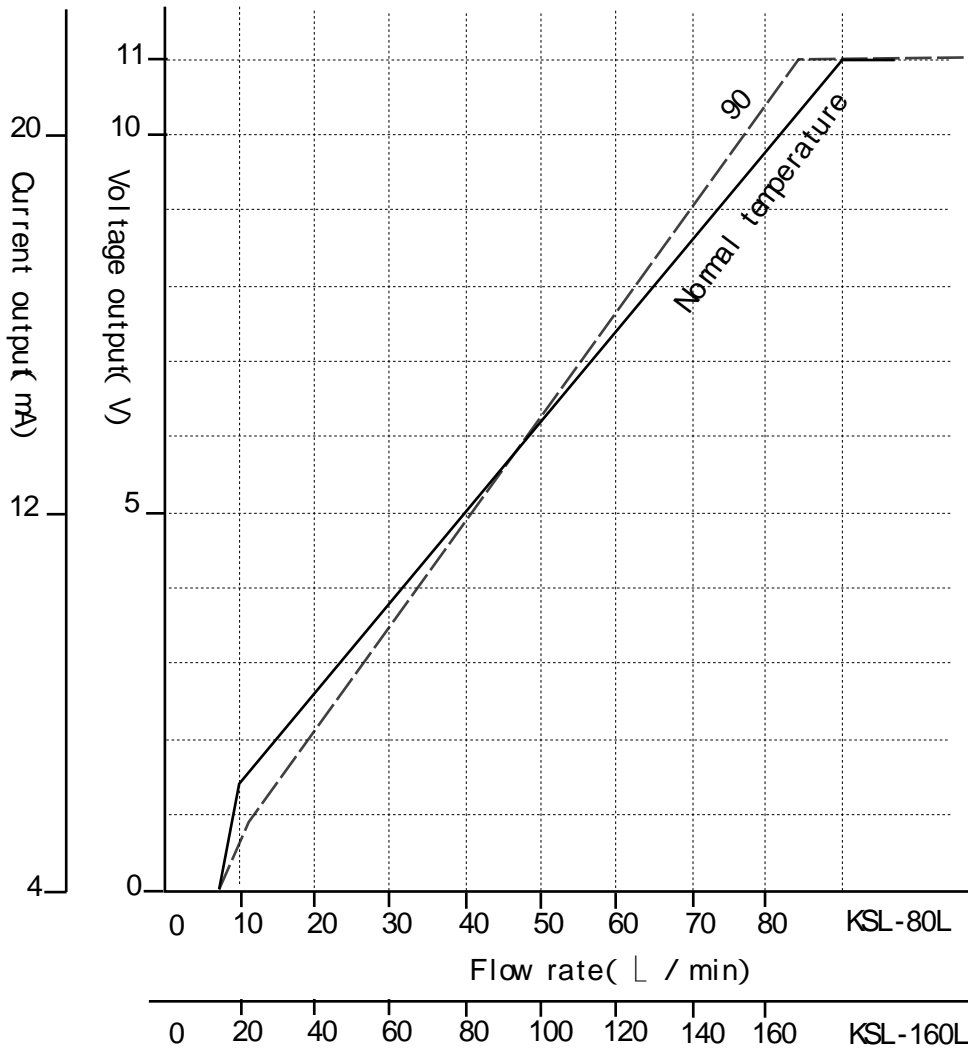
Accuracy of FS ± 10% in a range from 150 to 160 L / m in .

# Flow-rate characteristics

The flow-rate characteristics are temperature-dependent, as can be gathered from the figure below. To maintain accuracy, secure a straight-pipe length of 7D or more on the upstream side, and 5D or more on the downstream side. Moreover, be sure to install valves, branchings, gauges, etc. on the downstream side.

(D: Diameter. For 80L, D = 13.5 mm; for 160L, D = 19.0 mm.)

The characteristic graph below is given only for reference purposes.



## Caution

1. Content set forth in this operation manual may be altered without a prior notice because of improving or enhancing specification of the flow sensor. When applying the flow sensor, make sure to use the updated edition of the operation manual.
2. An outline of the movement and specification of the flow sensor is to be explained in this operation manual as conforming to its standards. When applying it, care must be taken to use the sensor appropriately with a proper instrumental design only after due consideration against external conditions.
3. As to Application Condition :  
Be sure that the flow sensor must be applied within the condition of maximum applicable pressure, fluid temperature and / or environmental temperature as specified in the terms of " Using Condition " in this operation manual.
4. As to Electric Wiring :  
Never fail to strictly observe the content set forth in each item of " Electrical Characteristics " such as loading condition of relay output, tolerance of power supply voltage and so forth. Care must be taken not to cause an anti-polarity contact of the power supply and short-circuit of the output.
5. We are not responsible for any or all failure and/or accident resulting from misuse or unsuitable usage of the flow sensor. Strictly observe every instruction item set forth in this operation manual.
6. It is not allowed to reprint and/or reproduce a part or all of the operation manual without a prior permission by us.

- This operation manual was worked out taking our most care.  
If anything is found, however, please don't hesitate to give  
a notice to following address:

 REGAL JOINT CO., LTD.

No.9-49 Ohnodai 1chome Minamiku, Sagamihara-shi,  
Kanagawa-ken, Japan 252-0331  
TEL 042-756-7411 FAX 042-752-2004  
Sales Group 1

Revised Edit. : May 2003  
Revised Edit. : January 2005  
: February 2010  
: May 2014