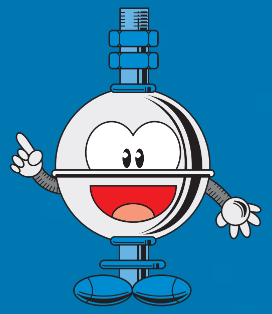
理光フロートテクノロジー株式会社

RIKO Float Technology co.,ltd.

フロート式 レベルスイッチの 基礎知識

Float-type level switch Basic knowledge



理光フロートテクノロジー株式会社

RIKO Float Technology co.,ltd.
理光フロートテクノロジー株式会社

〒584-0022
大阪府富田林市中野町東2丁目2番52号
富田林中小企業工業団地
TEL:0721-26-0511(代)
FAX:0721-25-8210
◆http://www.riko.co.jp ◆E-mail:riko@riko.co.jp

Intertek MOODY INTERNATIONAL UKAS
ISO9001:2008 認証取得
ISO/TS16949:2009 認証取得

カタログ上のご注意 ●仕様および外観は、予告なく変更されることがありますので、あらかじめご了承ください。
●カタログと実際の商品の色とは、印刷の関係で多少異なることがあります。

2014.5.10000(Z)

フロート式レベルスイッチは、
さまざまな分野で欠かせない存在となっています。

センサとは、さまざまな物理現象やその変化などを信号・データに変換して出力する装置や機械のことです。

センサには数多くの種類があり、位置決め・圧力・温度・湿度・レベル（液面）などに対応しています。

このテキストでは「レベル」に焦点を絞り、フロート式レベルスイッチについて説明します。

フロート式レベルスイッチの「フロート」とは、「浮き」を意味します。

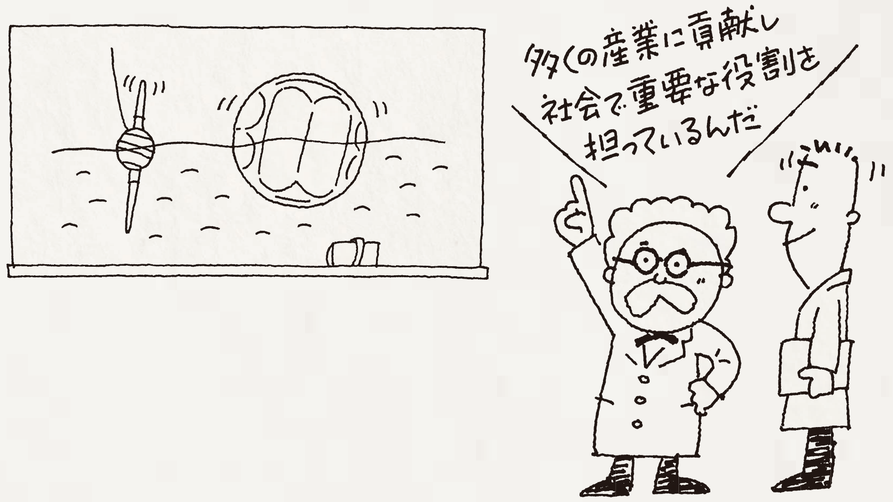
容器などの中にある液体を正確に検知し、

計測するためのセンサが一般的に「フロートスイッチ」と略称で呼ばれています。

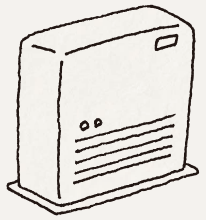
その仕組みについては、例えば、容器内の液体が増えて液位が基準オーバー（その逆も）になると、

装着済みの「レベルスイッチ」が接触（検知）し、警告音の出力や制御装置に働きかけることになります。

つまり、重要な制御の一端を担っているわけです。

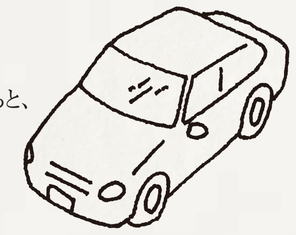


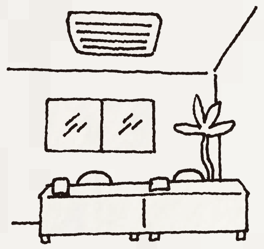
フロート式レベルスイッチの使用例



ファンヒーター
灯油がなくなるとランプ・ブザーで知らせると同時に、燃焼ポンプを止めます。

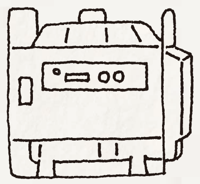
自動車
ブレーキ液が残り少なくなると、運転席のパネルにランプを点灯させます。





業務用エアコン
天井埋込型のエアコンでは、ドレンがたまるとポンプで強制的に排出させます。

汎用エンジン
屋台や野外で使用する電源の汎用エンジン（発電機）の場合、エンジンオイルが減るとランプを点灯。同時にエンジンを停止させます。



その他
- 温水便座
- 洗車機
- ディーゼル機器
- バス
- 船舶
- 農業用機械
- 工作機械（潤滑油）
- スピード写真現像機
- トラック
- 機関車
- 建設機械 など

INDEX

Chapter 1. レベルスイッチについて
1-1 外観と構造 …… 5
1-2 レベルスイッチの特長 …… 5
1-3 動作原理 …… 6
1-4 リードスイッチの構造 …… 6
1-5 機種名の説明 …… 7
1-6 機種別の特長 …… 8
1-7 レベルスイッチ取り扱い時の注意 …… 9

Chapter 2. リードスイッチについて
2-1 リードスイッチの特長 …… 11
2-2 リードスイッチの特性 …… 11
2-3 記号・用語の説明 …… 12
2-4 感動値の説明 …… 13
2-5 接点容量の説明 …… 14
2-6 構造分類 …… 14
2-7 機能分類 …… 15

Chapter 3. マグネットについて
3-1 フェライトマグネットの特性 …… 17
3-2 マグネットの磁力測定 …… 17
3-3 マグネットの着磁方向例 …… 17
3-4 着磁方向違いによる使用例 …… 18
3-5 マグネットの種類と特長 …… 18
3-6 磁力の変化について …… 19
3-7 主なマグネットの製造工程 …… 20
3-8 設計時の注意 …… 21

Chapter 4. フロートについて
4-1 フロートとは …… 23
4-2 フロートの材質と使用例 …… 23
4-3 フロートと比重の関係 …… 24
4-4 フロート比重と性能一覧表 …… 25
4-5 フロート比重と液面 …… 25
4-6 NBRフロートの製造工程 …… 26
4-7 フロートの内部構造 …… 27
4-8 多点式の設計 …… 28
4-9 設計時の注意 …… 29

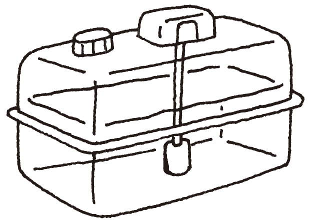
液体の動きに応じて、しなやかに対応する当社の「フロート式レベルスイッチ」。

フロート式レベルスイッチの働きは、フロートが液体の動きに伴って上下し、フロート内のマグネットの磁力で本体内部のリードスイッチを「ON」または「OFF」の状態にすることでレベル（液面）を検知することができます。

一般的な使用方法

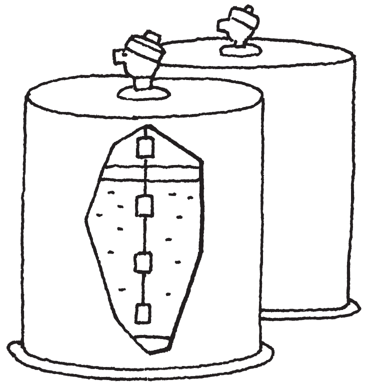
液体量の検知、電気系統の制御

一般的にはタンク内の液体がなくなる、あるいは満タンになったことを検知し、電気信号によるランプやブザーで知らせる用途のほか、モーターやヒーターの駆動・停止、電源をOFFにするなどの制御システムに多く使用されています。

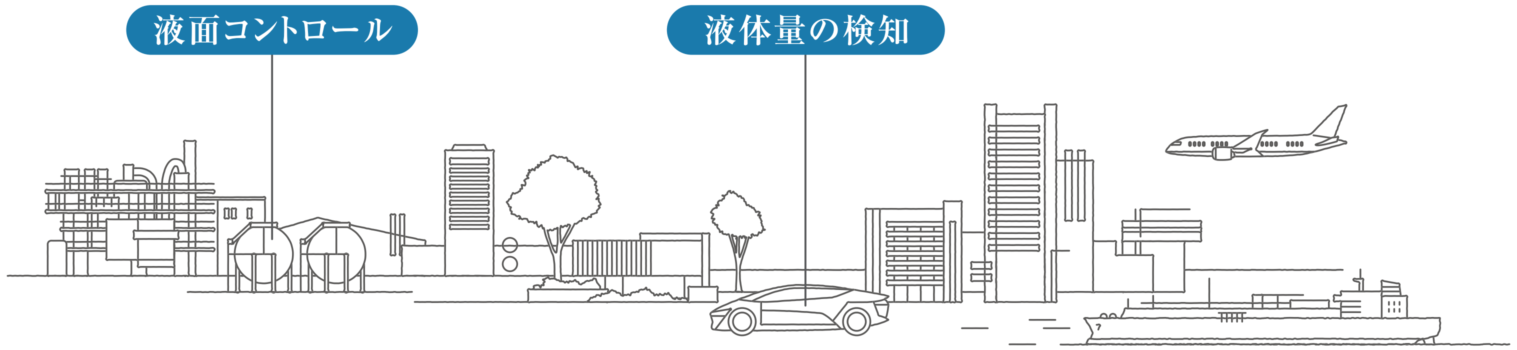


液面コントロール用として幅広く採用

フロート式レベルスイッチには、1点式の他、2点式・3点式などの多点式のものがあり、それぞれ最適な用途別に選択できます。いずれも液面のコントロール用で、具体的には各種のプラント、FMS無人化システム、冷暖房装置、洗浄器、各種医用・医療関係などが挙げられます。



それでは、フロート式レベルスイッチの基礎知識について学んでいきましょう。



フロート式レベルスイッチの基礎知識

Chapter 1

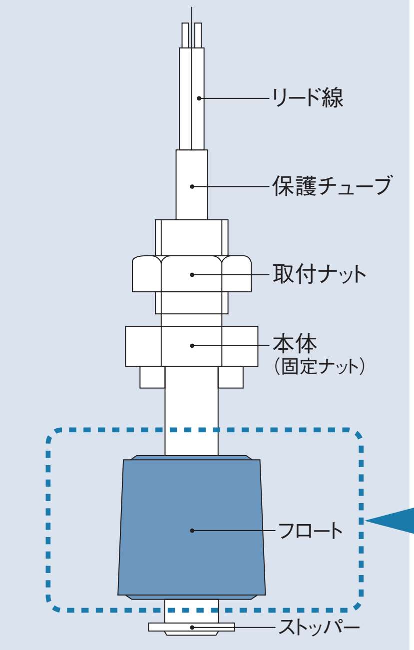
レベルスイッチについて

1-1 外観と構造 …… 5
1-2 レベルスイッチの特長 …… 5
1-3 動作原理 …… 6
1-4 リードスイッチの構造 …… 6
1-5 機種名の説明 …… 7
1-6 機種別の特長 …… 8
1-7 レベルスイッチ取り扱い時の注意 …… 9

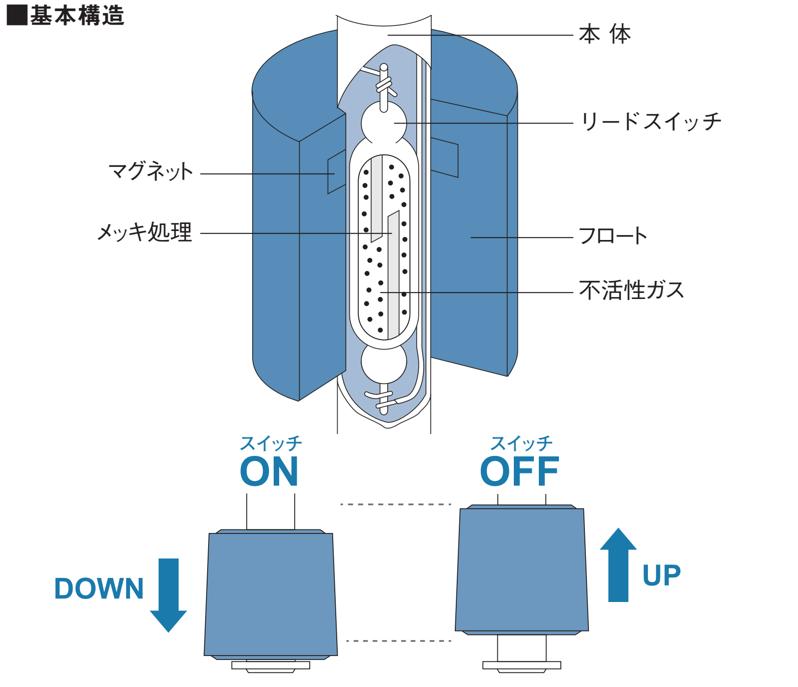
1-1 外観と構造

ここではレベルスイッチMFS17型を例に、各部品の名称と構造について説明します。
外観は下図の通りでフロートが下がれば「スイッチON」の状態。逆にフロートが上がれば「スイッチOFF」の状態となります。

■外観図と各部名称



■基本構造



■製品例

MFS17-A

MFS17-B

MFS17-C

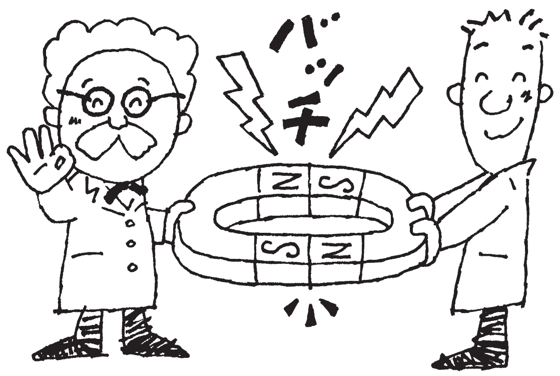
MFS17-D

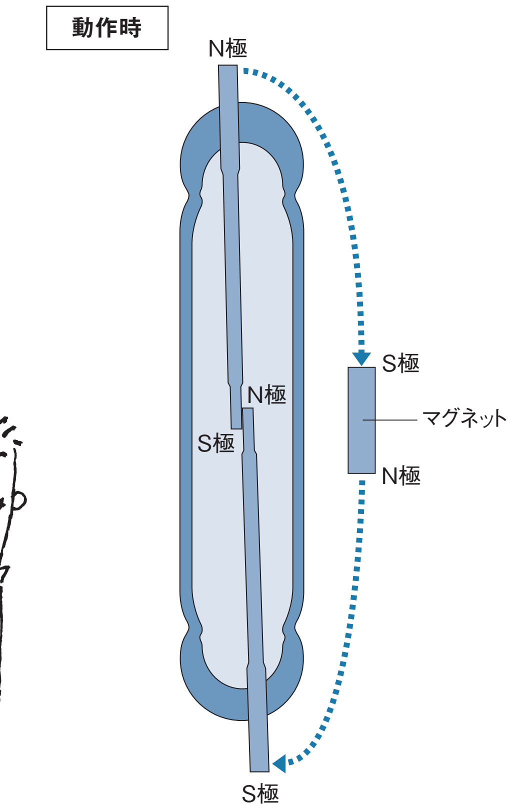
1-2 レベルスイッチの特長

1. 機構が簡素で、故障が少ない。
2. 場所をとらないコンパクト設計。
3. 接点部が信頼性の高いリードスイッチ方式で、繰返し精度が高く長寿命。
4. 取付け後の調整が一切不要で保守の手間が少ない。
5. フロート式のため、非伝導液にも使用できる。
6. 動作点のバラツキが少なく、安定している。
7. 他の方式に比べ低価格。

1-3 動作原理

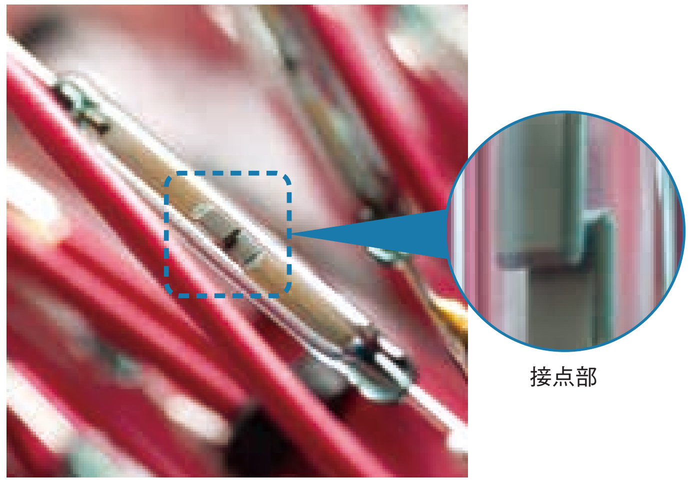
本体内部にリードスイッチが挿入されておりフロート内のマグネット磁力によりリード部にN極、S極が誘起され、この磁気吸引力により作動しON状態となります。マグネットが離れると磁界が除かれ、リード片の弾性により復旧することで接点が開き、OFF状態となります。

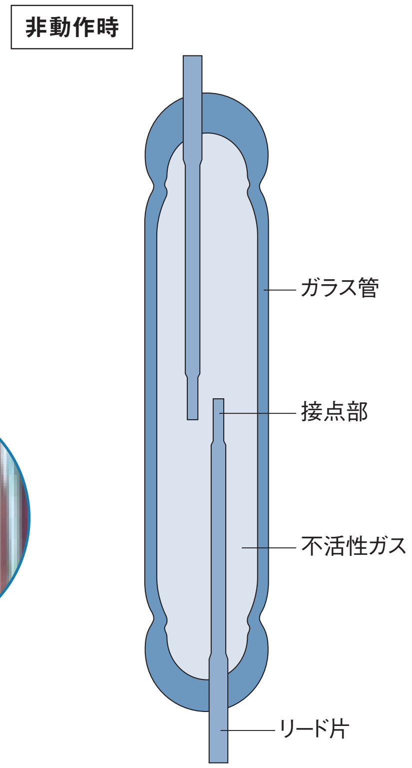




1-4 リードスイッチの構造

リードスイッチは、図に示すように2本の強磁性体のリード片がガラス管の中に封入されています。ガラス管の中には接点の活性化（サビ等）を防ぐため、不活性ガス（窒素）が封入されており、接点部分は、ロジウム等の貴金属メッキで表面処理が施されています。（リードスイッチ単品では接点が離れている）





1-5 機種名の説明

M F S シリーズ
- M：ミニチュア
- F：フロート
- S：スイッチ

基本材質がプラスチック製（本体・フロート等）の製品

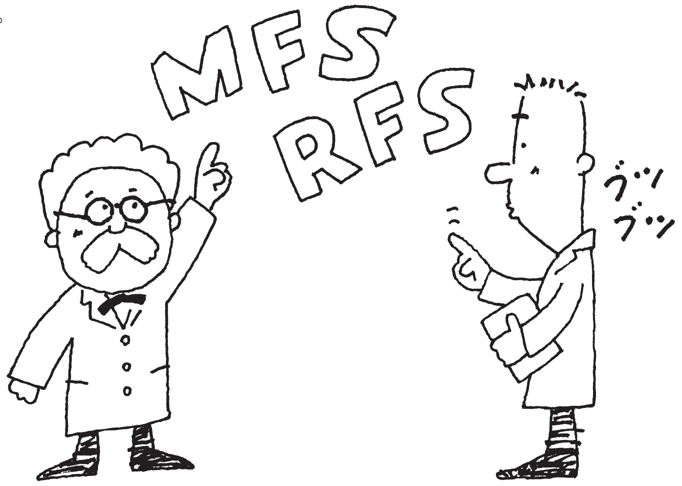
R F S シリーズ
- R：リコウ
- F：フロート
- S：スイッチ

基本材質がステンレス等の金属製（本体・フロート等）の製品

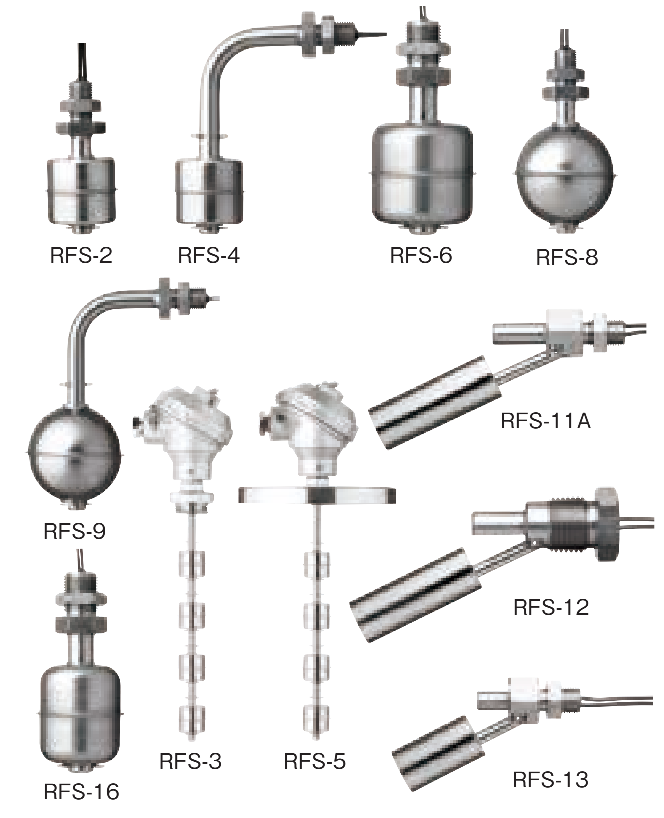
■機種名例

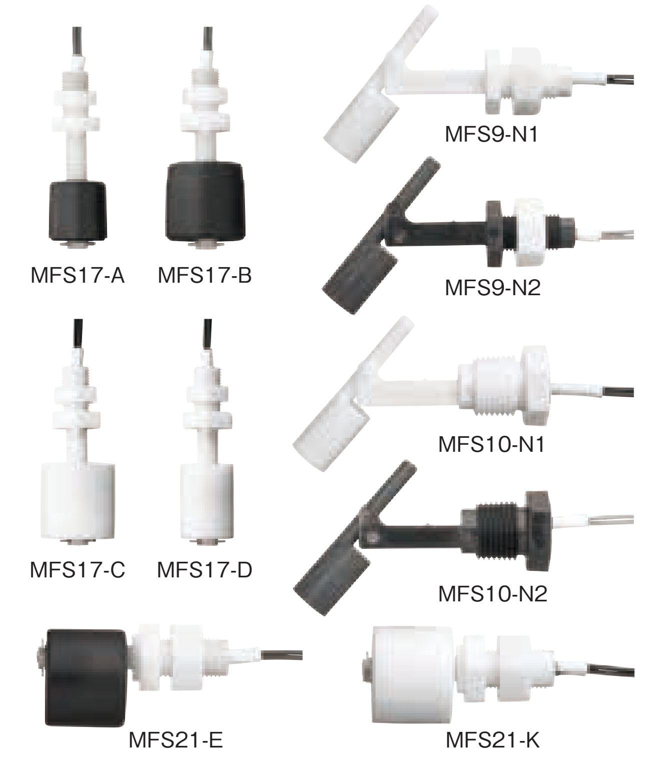
MFS17-A	MFS（基本材質：プラスチック製）、17（型式…開発No.）、A（フロート番号） MFSシリーズは同じ型式の本体でフロートのみ異なるものが多いため、フロート番号が入ります。 同じ形状で材質が異なる場合もあります。
RFS-2	RFS（基本材質：ステンレス製）、2（型式…開発No） RFSシリーズの場合もRFS−2でステンレスのフロートを外し「Bフロート」を取付けた場合は RFS−2Bとなります。
PVC-2C	基本的にRFSシリーズと同じ型式の決め方で基本材質がPVC製（塩化ビニール）で設計されたもの。
TFS-8	基本的にRFSシリーズと同じで基本材質がチタン製（接液部：本体・フロート・ストッパーなど）で設計されたもの。 「T」はチタンの意味です。
HFS-2	HFSシリーズは他のシリーズとは異なり ヒステリシスの（H）を示しています。 ※レベルスイッチにおいてヒステリシスとはON位置とOFF位置の差が広い（動作の切換え「ON→OFF」「OFF→ON」の距離が広い）タイプを表しています。
RFS-12H	RFS-11HやRFS-12Hの「H」は、HFS-2のように初めに「H」が付かないものは耐熱型（ヒートショック）を表しています。

注）以前は「MFS17-A-1」のように末尾に「-1」又は「-2」が付いていました。
「-1」は最大開閉電圧100V、「-2」は最大開閉電圧200Vとして最大開閉電圧で型式に区分されていましたが、
2007年に標準品はすべて200Vに統一。末尾の「-1」「-2」は型式から抹消しました。

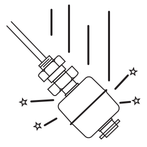
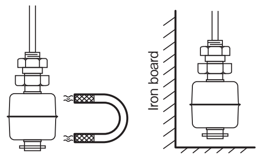
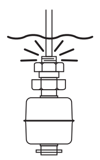
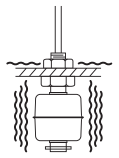
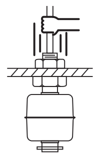
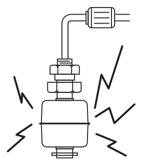
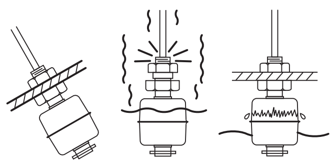


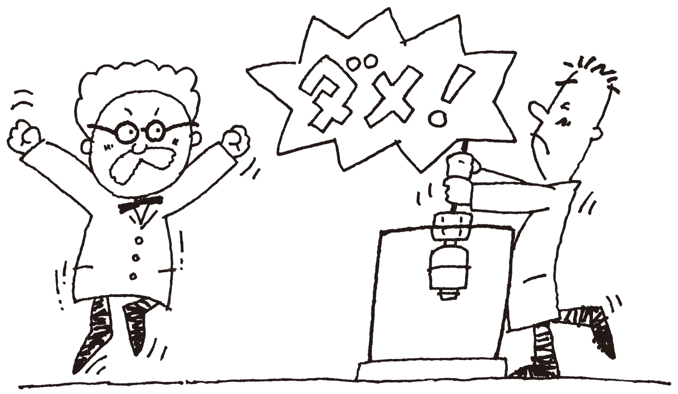
1-6 機種別の特長（RFSはステンレス製、MFSはプラスチック製を表す）

機種名	特長	製品例
RFS-2	小型	
RFS-3	上から直接取付型	
RFS-4	横型・L形状	
RFS-5	フランジ型	
RFS-6	耐熱型（MAX 200℃）	
RFS-8	耐圧型（MAX 4MPa）	
RFS-9	耐圧型・L形状	
RFS-11A	横形・内側取付け	
RFS-11H	RFS-11Aの耐熱仕様	
RFS-12	横形・外側取付け	
RFS-12P	RFS-12のコネクタ付	
RFS-12H	RFS-12の耐熱仕様	
RFS-13	超小型横形・内側取付	
RFS-14	超小型横形・外側取付	
RFS-16	耐熱型（MAX 200℃）	
TFS-8	チタン製、耐熱・耐圧仕様	

機種名	特長	製品例
MFS17-A	小型・油用	
MFS17-B	軽比重・油用	
MFS17-C	水・ケミカル用	
MFS17-D	小型・水・ケミカル用	
MFS21-E	横形・油用	
MFS21-K	横形・水・ケミカル用	
MFS25-J	小型・水・ケミカル用	
MFS9-N1	横形・内側取付け	
MFS9-N2	MFS9-N1の油用	
MFS10-N1	横形・外側取付け	
MFS10-N2	MFS10-N1の油用	
MFS17-A（ユニオン）	各機種のユニオン仕様 （延長棒が取付け可能）	
MFS17-B（ユニオン）		
MFS17-C（ユニオン）		
MFS17-D（ユニオン）		

1-7 レベルスイッチ取り扱い時の注意

1	落下させない	落下等により外部からの衝撃が加わるとリードスイッチの特性が変化し、常時「ON」または、「OFF」になる場合がある。	
2	磁性体に近づけない	リードスイッチの「ON」「OFF」はマグネットの磁力で行うため、磁性体が近くにあると磁界線が乱れるので誤動作を起こす可能性がある。	
3	充填部まで液体に浸けない	水などの液体が、充填部から本体内部まで浸透し常時「ON」となる場合がある。また浸透が少量であっても絶縁不良（漏電）となる。	
4	振動の多いところでは設置しない	リードスイッチのギャップが肉眼ではわからないほど小さいため、振動が生じるところでは誤動作する場合がある。	
5	リード線を無理に引張らない	本体の上部のみモールド剤を充填しているタイプがほとんどのため、無理にリード線を引張ると抜けたり、リードスイッチの位置が変わる。あるいはリード線が切れたり、被膜が破れてショートすることがある。	
6	接点に保護回路を設ける	レベルスイッチの負荷として誘導負荷、サージ電流（突入電流）負荷等、接点の容量を超える負荷をかけたりモーター、電磁弁等を使用する場合は、接点保護回路が必要になる。（「OFF」時の逆流電流にも注意すること）	
7	その他	カタログに記載された数値以上の条件下での使用や、不安定な斜めの取付けなどをすると誤動作や故障の原因になる。	



フロート式レベルスイッチの基礎知識

Chapter2

リードスイッチについて

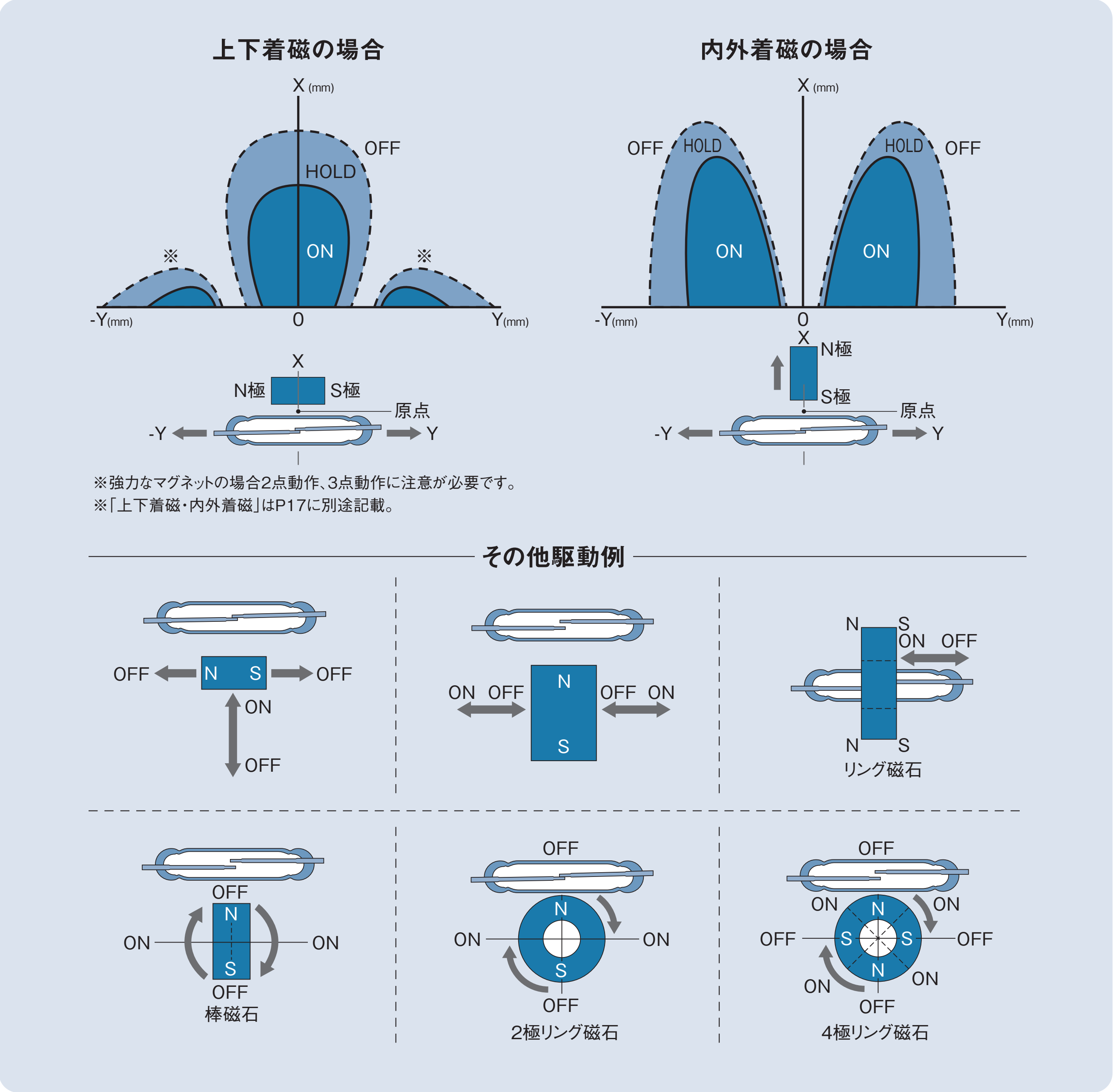
2-1 リードスイッチの特長 ……………… 11
2-2 リードスイッチの特性 ……………… 11
2-3 記号･用語の説明 ……………… 12
2-4 感動値の説明 ……………… 13
2-5 接点容量の説明 ……………… 14
2-6 構造分類 ……………… 14
2-7 機能分類 ……………… 15

2-1 リードスイッチの特長

1. 接点が不活性ガスとともにガラス管内に密封されており、外部雰囲気の影響を受けない。
2. 動作部分の質量が小さいため、応答速度が速い。
3. 同軸上に動作系と電気回路が構成されており、高周波伝送向け応用製品に適している。
4. 小型で軽量である。
5. 接点は優れた耐食性、耐摩耗性があり、長寿命で安定した開閉動作が得られる。
6. 永久磁石との組合せにより、経済的で簡単に近接スイッチができる。

2-2 リードスイッチの特性

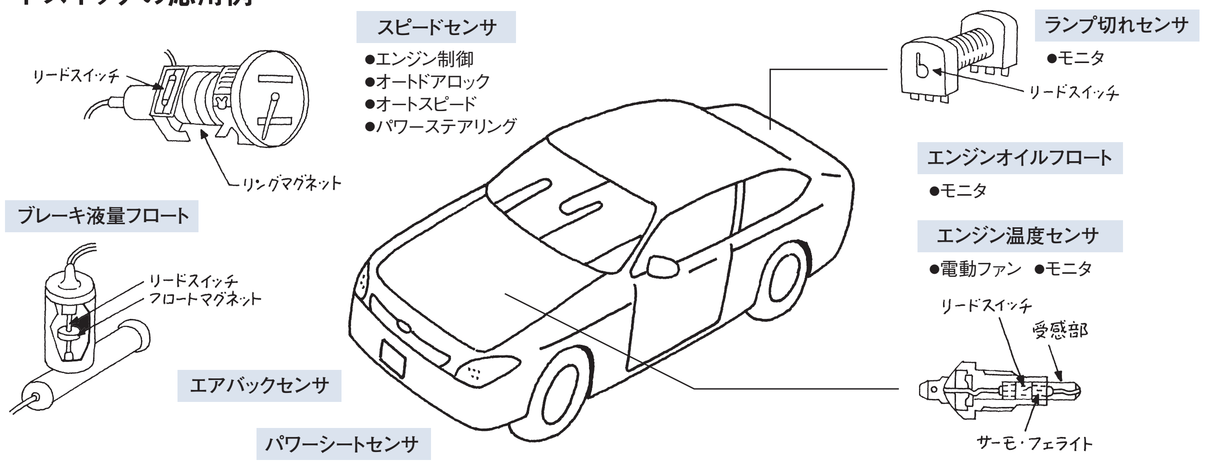
リードスイッチを永久磁石で動作させる場合、リードスイッチの種類、感動値、開放値、加工状態や永久磁石の材質、形状、着磁状態により、特性（ON-OFF領域）が異なります。リードスイッチの代表的な特性は下記の通りです。



2-3 記号・用語の説明

用 語	記 号	単 位	内容説明
感動値	PI	AT	リードスイッチを使用する上で、最も重要な特性。コイル励磁で接点を動作させる時に必要な電流値とコイル巻数の積のことです。（リードスイッチの感度を表し、感動値（数値）の低い方が感度は良くなります）
開放値	DO	AT	コイル励磁で動作状態の接点が復帰する電流値とコイル巻数の積。感動値との相関があり二次的な値です。
接触抵抗値	CR	mΩ	接点閉成時の端子間抵抗値で、導体抵抗を含んだ値です。
接点間耐電圧		V	接点間の絶縁破壊電圧のこと。リードスイッチが最大開閉電圧において安全に動作し、また使用回路、外部要因で発生するサージまたは他の同様な現象に対し、一時的な過電圧に耐える電圧を規定したものです。
絶縁抵抗		V	端子間の絶縁抵抗で、リードスイッチのガラス管やその表面の漏れ電流に対する抵抗値です。
接点容量		W VA	接点の使用可能な電圧･電流の積で、接点開閉部の性能を定める上で重要な値です。接点の開閉を行う場合、一定の寿命や信頼性を保証するために超えてはならない値で、「最大開閉電圧」×「最大開閉電流」よりも小さい値となります。この接点に印加する電圧と電流の積の値を超える設計はできません。接点許容電力･接点定格等の別称があります。
最大開閉電圧		V	接点が開閉可能な最大電圧で、接点開閉部の性能を定める基準電圧。開閉を行なった場合、一定の寿命や信頼性を保証するために超えてはならない値です。定格接点電圧･最大使用電圧等の別称があります。
最大開閉電流		A	接点に通電可能な最大電流で、接点開閉部の性能を定める基準電流。開閉を行なった場合、一定の寿命や信頼性を保証するために超えてはならない値です。定格接点電流･定格切断電流等の別称があります。
最大通電電流		A	接点に通電可能な最大電流で、接点の開閉なしで連続して接点部に通電できる電流値です。この値は最大定格であり、この値を超えた電流を接点に通電した場合、寿命や信頼性を損なう原因となります。定格通電電流、接点最大通電電流等の呼称があります。
共振周波数		Hz	リードスイッチ固有の振動周波数で、この付近の振動が加わると誤動作が発生します。
最大駆動周波数		Hz	リードスイッチの開閉可能な最大駆動周波数でこの値以上の周波数の場合、動作時間、バウンス時間との関係で正常な開閉動作の信号が得られないことがあります。
動作時間	Top	ms	励磁コイルに電圧を加えた時から、接点が動作するまでの時間。規定がない場合には、動作時間にバウンス時間を含みません。
バウンス時間	Tb	ms	励磁コイルに電圧を加え、閉路動作をしようとしている接点が閉路し始めてから、完全に閉路が完了するまでの時間のこと。
標準コイル		号	リードスイッチの特性を測定するために用いる専用コイル。品種によって使用するコイルは異なります。

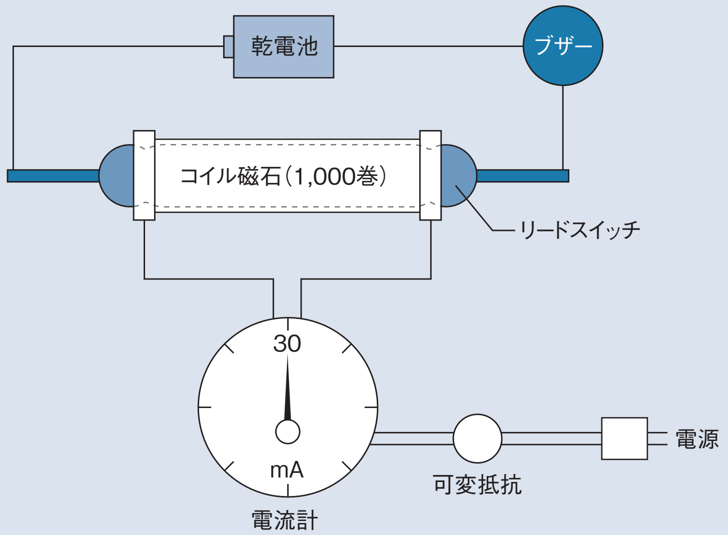
■リードスイッチの応用例



2-4 感動値の説明

感動値(単位:AT…アンペアターン)

リードスイッチを使用する上で最も重要な特性。コイル磁石で接点を動作させるのに必要な電流値とコイル巻数の積のことです。リードスイッチの感度を表したもので、数値の低い方が感度良好です。(小さな磁力でONに)



上図のような状態(30mA)の時にブザーが鳴れば、「30mA」は「0.03A」なので

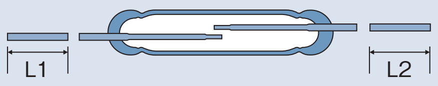
電流0.03(A)(アンペア)×コイル巻数1,000(T)(ターン)=30(AT)(アンペアターン)で、

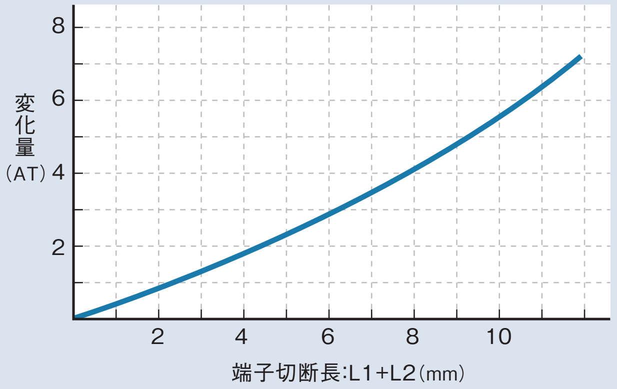
このリードスイッチの感動値は **30(AT)** となります。

一般的には接点のギャップ(隙間)が大きいほど感動値は高く、ギャップが小さいほど感動値は低くなります。
(ただし、ギャップが小さくても、リードの弾性が強く感動値が高い場合があります。そしてその逆の場合もあります)

■感動値の変化量(例)

●リードスイッチのリード片をカットすると感動値は変化する
●カット寸法が長いほど、感動値の変化量は大きくなる





2-5 接点容量の説明

接点容量(単位:W、VA)

接点の使用可能な電圧・電流の積で、接点開閉部の性能を定める上で重要な値です。
接点の開閉を行う場合、一定の寿命や信頼性を保証するために超えてはならない値で、「最大開閉電圧」×「最大開閉電流」よりも小さい値となります。この接点に印加する電圧と電流の積がこの値を超える設計はできません。

■MFS17-Aの場合(例)

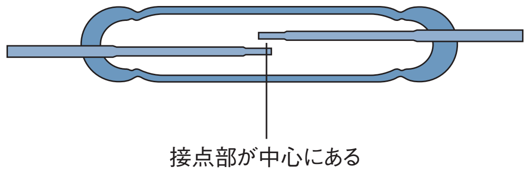
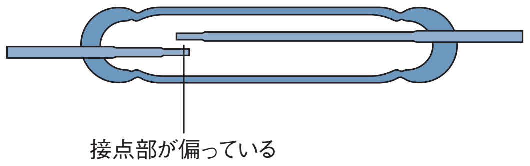
●最大開閉電圧:300V(DC/AC) ●最大開閉電流:0.5A(DC/AC) ●接点容量:50VA(DC/AC)

最大開閉電圧300(V)×最大開閉電流0.5(A)=150(VA)

カタログの記載数値は接点容量が「50VA」です。
つまり、150VAだと接点容量を越えるため、電圧を(100V以下に)下げるか、抵抗を加えて電流を(0.16A以下に)抑える必要があります。

2-6 構造分類

リードスイッチの基本構造についてはChapter1で説明しましたが、中には1組のリードが互いに異なる形状(リードの長さ違い)や、3本1組のリードを封入するタイプ等、構造や機能の異なるものがあります。

1	センタータイプ	接点が封着ガラスのほぼ中心に位置するタイプです。
2	オフセンタータイプ	別名オフセットタイプともいわれ、接点の位置が封着ガラスの中心よりも封着部側にずれているタイプです。

2-7 機能分類

ここで紹介しているA･B･C型分類は、一般のスイッチにも共通に使用されているもので、リードスイッチとしての構造上の条件も含めて分類しています。

1	A型リードスイッチ	A型リードスイッチは、磁力が加えられることにより感動し、それまで開いていた回路が閉じ、電流が流れるというスイッチングを行う型式のもの。 いわゆる常開接点（メーク）型と呼ばれており、ガラスチューブに2本のリードが接点を開いて封入された型のもので、最も多く製造されているリードスイッチです。
2	B型リードスイッチ	A型リードスイッチとは正反対に、常時接点が閉じており、磁力が加えられると接点が開くタイプのもの。常閉接点（ブレーク）型とも呼ばれています。 このB型リードスイッチは現在、理論的には実現可能で試作も行われていますが、特性的にはまだ不十分な点もあり実用化されていません。
3	C型リードスイッチ	トランスファー型（切り替え型）とも呼ばれています。 磁界が加えられるとそれまで閉じていた接点の片方が、開いていた方の接点に移動する（回路が切り替わる）型式のリードスイッチです。 **■C型リードスイッチの接点構造**

フロート式レベルスイッチの基礎知識

Chapter3

マグネットについて

3-1 フェライトマグネットの特性 ············17
3-2 マグネットの磁力測定 ···················17
3-3 マグネットの着磁方向例 ················17
3-4 着磁方向違いによる使用例 ···········18
3-5 マグネットの種類と特長 ················18
3-6 磁力の変化について ···················19
3-7 主なマグネットの製造工程 ·············20
3-8 設計時の注意 ··························21

3-1 フェライトマグネットの特性

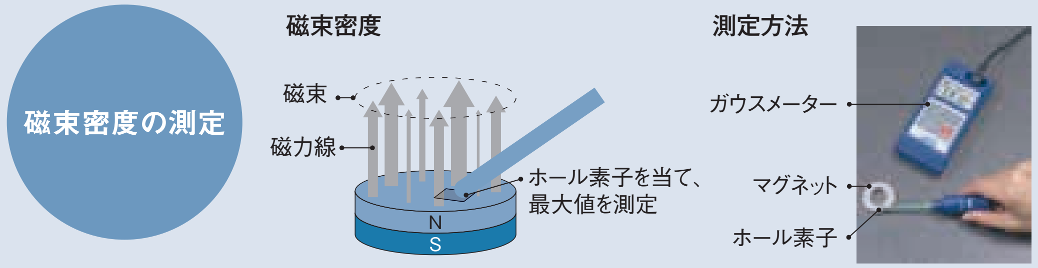
フェライトマグネットは、磁気特性が安定し、高い磁場が必要としない場合に使用される永久磁石です。
主な原料はFe_2O_3酸化第2鉄、$BaCO_3$炭酸バリウムまたは$SrCO_3$炭酸ストロンチウムで、粉末冶金法により焼結。
いわゆる酸化鉄（鉄の赤さび）を焼き固めて製造するため、低コストです。

3-2 マグネットの磁力測定

磁化状態（磁力）の測定はメーターで行います。下記のようにガウスメーター、フラックスメーターを使用します。

■ガウスメーターによる測定 ※単位：G（ガウス）

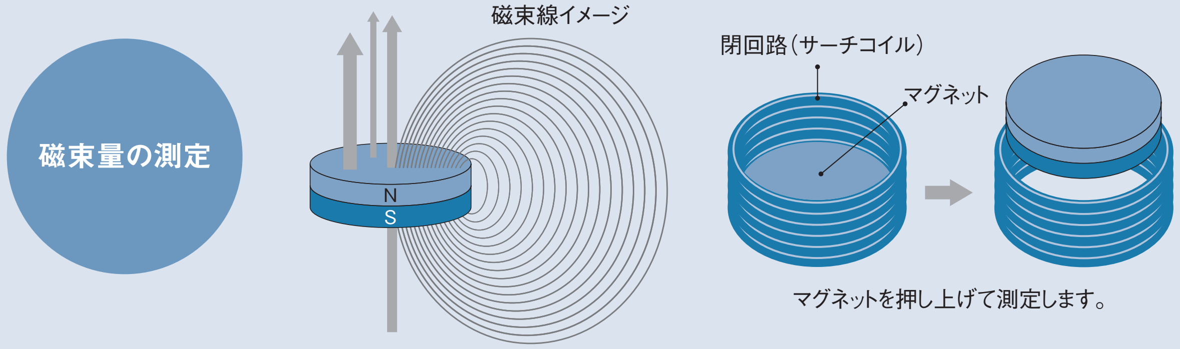
単位面積あたりの磁力線の密度を調べる場合は、ガウスメーターを使用します。
マグネットN極側の表面に測定部（ホール素子）を当て、最大値を測定します。



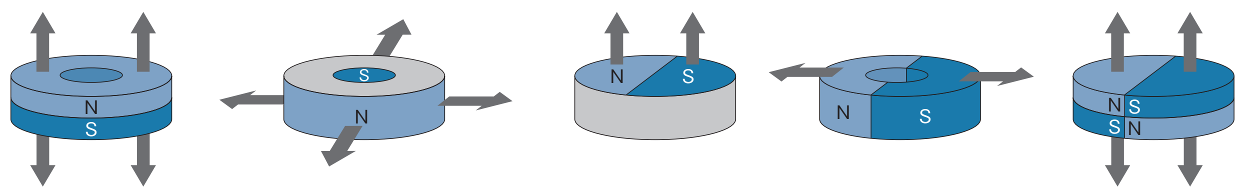
※参考画像

■フラックスメーターによる測定 ※単位：Wb（ウェーバ）

閉回路（コイル）に鎖交する磁束の変化を調べる場合は、フラックスメーターを使用します。
マグネットを押し上げて、発生する起電力を測定します。



3-3 マグネットの着磁方向例

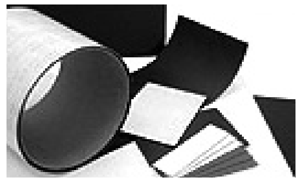


3-4 着磁方向違いによる使用例

上下着磁	レベルスイッチの設計・組み立て時に最も使いやすく、一般的な着磁方向。 社内の多くがこのタイプです。
内外着磁	ヒステリシスタイプといわれる時に多く用いられる、レベルスイッチの特殊な使用方法です。

※3-3で示したようにさまざまな着磁方向がありますが、レベルスイッチでは上記2種類以外を使用することはほとんどありません。

3-5 マグネットの種類と特長

フェライト磁石		幅広い用途で使用されており、安価で磁気特性が安定しています。 成形・焼結後に着磁する「等方性」、磁界をかけて成形・焼結する「異方性」があります。
アルニコ磁石		精度の安定が求められる場合によく使用されます。 温度に対して優れた特性を持っていますが、 減磁しやすいという課題があります。
プラスチック磁石		薄肉の複雑形状でも自由に成形できます。 フェライト磁石、希土類磁石の粉末などをプラスチックに 混ぜて成形した磁石です。
ゴム磁石		曲げに対する強度を持ち、焼結マグネットのような割れ、 欠けの心配がありません。 裁断・抜き加工・印刷などが容易で幅広い用途があります。
ネオジ磁石		ネオジム磁石とも呼ばれ、現存する磁石では最高の 磁気エネルギーがあります。 ネオジム、鉄、ボロンを主成分とした成形焼結品。 さびやすいため、通常はニッケルメッキを施します。
サマコバ磁石		ネオジム磁石に次ぐ優れた特性があります。 サマリウムとコバルトを主成分とした成形焼結品で、高温に強く、 さびにくいのが特長ですが、割れやすいという欠点があります。

※参考画像

3-6 磁力の変化について

フェライト磁石の場合、磁力の変化は温度1℃ごとに-0.18%変化します。
（アルニコ磁石は-0.02%/℃、ネオジ磁石は-0.1%/℃です）

【例:室温25℃の時、600ガウスの磁石が室温30℃になった場合】

5（℃）の変化（30℃と25℃の差）×0.18（%）=0.9で、
600-（600×0.9（%））=594.6（ガウス）となります。

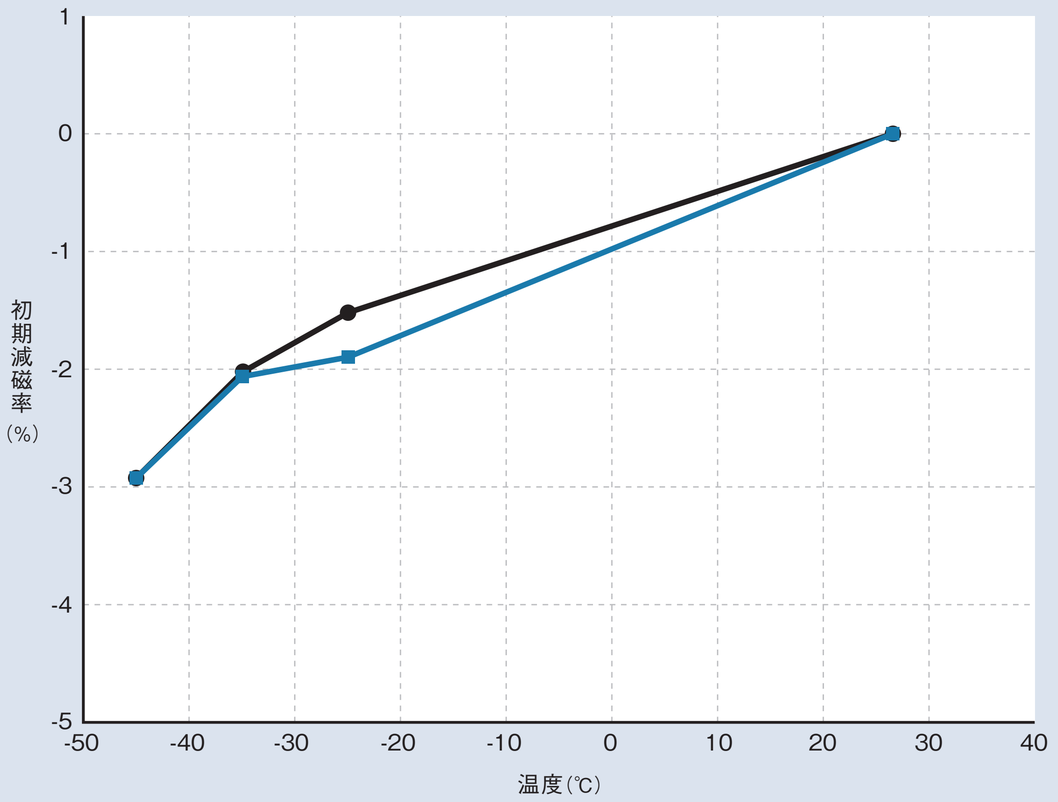
温度上昇に伴い磁力は減少しますが、室温が25℃に戻ると磁力も回復します。
注意が必要なのは、磁石は「キュリー点」（磁石が完全に磁力を失う温度※1）に達すると、その後温度が下がっても磁力が戻らないことです。
「使用温度」（磁石の磁力が戻らなくなる温度※2）に達した時点で、磁力は減磁したまま戻らなくなります。

※1 フェライト磁石の「キュリー点」は約450℃～460℃、アルニコ磁石は約850℃です。
※2 フェライト磁石の「使用温度」は約300℃、アルニコ磁石は約450℃です。
磁石は温度が上がれば磁力が下がり、温度が下がれば元に戻りますが、減磁したままこの回復機能を失ってしまう温度を「使用温度」と覚えておきましょう。

■等方性磁石（TF）の低温不可逆減磁図

下図のように常温以下の使用環境の場合、マイナスになるほど減磁していきます。
この状態を、常温に戻っても元に復帰しない「低温不可逆減磁」といいます。

●磁石形状：φ20×4 ●測定温度：26.5℃ ●保磁力（HcJ）：3.1kOe ●パーミアンス係数：0.6



3-7 主なマグネットの製造工程

等方性フェライト磁石

原料成分：炭酸バリウム（BaO_3）、炭酸ストロンチウム（$SrCO_3$）、酸化鉄（Fe_2O_3）

原料・配合 ▶ 仮焼 ▶ 粉砕 ▶ 成形 ▶ 焼結 ▶ 加工 ▶ 洗浄 ▶ 着磁 ▶ 検査 ▶ 完成品

アルニコ磁石

原料成分：アルミニウム（Al）、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）、鉄（Fe）、銅（Cu）

原料・配合 ▶ 溶解 ▶ 鋳造成形 ▶ 熱処理 ▶ 時効処理 ▶ 加工 ▶ 着磁 ▶ 検査 ▶ 完成品

ネオジ磁石

原料成分：ネオジウム（Nd）、鉄（Fe）、ホウ素（B）、ディスプロシウム（Dy）

原料・配合 ▶ 溶解 ▶ 粉砕 ▶ プレス成形 ▶ 焼結・熱処理 ▶ 加工 ▶ 表面処理 ▶ 着磁 ▶ 検査 ▶ 完成品

3-8 設計時の注意

1	マグネットの内径(またはフロートの内径)と本体の外径とのクリアランスは適切か確認。 1mm以上ないとゴミ等でフロートが動かない場合がある。
2	マグネットの磁力はリードスイッチを働かすのに充分か、「時々働かない」などの不具合はないかを確認。
3	ヒステリシスの要求はないかを確認。 着磁方向が上下の場合はヒステリシスが1mm前後と小さいため、ヒステリシスの要求がある場合は 着磁方向を「内外着磁」にする必要がある。
4	リードスイッチが3点動作してないかを確認。 3点動作する場合は磁力の弱い(サイズの小さい)マグネットに変更するか、リードスイッチの感動値を 変更しなければならない。
5	マグネットの種類(材質)は適切かを確認。 コスト、品質を考慮した上でマグネットの材質を決定しなければならない。
6	マグネットはフロートに十分固定されているか、リング形状や棒形状がフロートから外れないよう 考慮されているかを確認。
7	マグネットは厚み方向が大きいほど「ON領域」は長く、径方向が大きいほどリードスイッチの接点より 離れた位置から「ON」が始まる。
8	使用温度が最大になっても、リードスイッチが働く磁力が保たれているかを確認。

※ 通常、使用環境によって「磁力が室温の状態より30%減磁」しても動作不良は発生しないが、最終確認は現物で行なわなくてはならない。
しかし、減磁を予測し磁力の強い磁石で設計した場合は、必ず「3点動作」の確認を行うこと。

フロート式レベルスイッチの基礎知識

Chapter4

フロートについて

4-1 フロートとは …………………………23
4-2 フロートの材質と使用例 ……………23
4-3 フロートと比重の関係 ………………24
4-4 フロート比重と性能一覧表 …………25
4-5 フロート比重と液面 …………………25
4-6 NBRフロートの製造工程 ……………26
4-7 フロートの内部構造 …………………27
4-8 多点式の設計 …………………………28
4-9 設計時の注意 …………………………29

4-1 フロートとは

フロートとは浮子のこと。水や油などの液面に浮かび、液面の増減で上下し、液面がどの位置にあるかを検出するセンサーにおいて重要な部品のひとつです。

4-2 フロートの材質と使用例

BUNA-N RF-2 (完全独立発泡)	N.B.R.(ニトリルゴム)にフェノール樹脂を加えて発泡させたものです。 使用例:油類、各種薬液 等	 NBR製
SUS304 SUS316 (内部は空洞)	ステンレス材料をプレス成型しプラズマ溶接等で溶接したものです。 使用例:油類、各種薬液、高温・高圧機器 等	 ステンレス製
プラスチック (連続、独立の混合)	P.P.(ポリプロピレン)、ナイロン等の材料を樹脂成型時に発泡させたものです。 使用例:水、各種薬液 等	 P.P.(ポリプロピレン)製
木材 コルク	以前は木材やコルクもフロートとして使用されていましたが、均一な品質の維持が難しく材料入手も困難です。また、品質・コストの問題やセンサーとしてのマグネット挿入に関する課題もあり、現在では使用されていません。	
塩ビ (SUS製と同様 内部は空洞)	PVC(ポリ塩化ビニール)製のパイプを加工して塩ビ用ボンドや塩ビ溶着したものです。 使用例:水、各種薬液 等	
その他	チタン製やフッ素製等がありいずれも非常に優れた特性(高温、高圧等に強い)があります。しかし、材料が高価なため、製品化する場合、他と比べ非常に高価になり需要は少ないのが現状です。	 チタン製 フッ素製

4-3 フロートと比重の関係

比重とは水と同体積の物質の重量の比

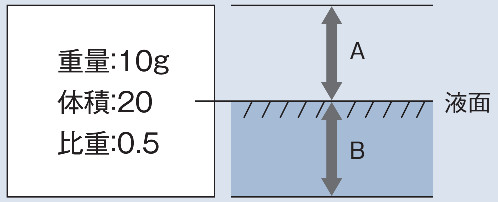
比重=重量÷体積(Sg=W〈ウエイト〉÷V〈ボリューム〉)

【例:重量=10g、体積=20というフロートの場合の比重は】

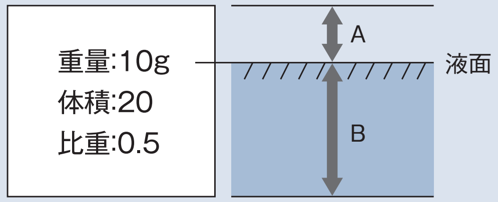
10÷20=0.5 なので、**比重は0.5** となります。

上記の場合、フロートの半分が水の中に沈む計算です。また、比重0.5のフロートを液比重0.8の液体に浮かべると、フロートの半分以上が液体の中に沈むことになります。
つまり、液比重が軽くなるほどフロートは液体に沈み、液比重が重くなるほどフロートの液面上に出る部分(浮きしろ)は大きくなります。逆にフロート比重を軽くするほど、液面より上に出る寸法は大きくなり、フロート比重を重くするほど液体に沈む寸法が大きくなります。

【例1】

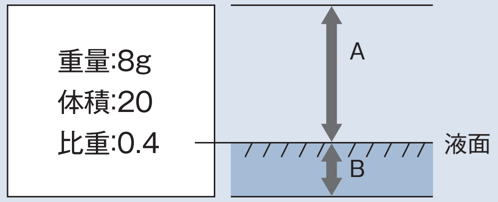


液比重1.0(水の場合)
AとBは同じ寸法
(約半分が液体の中)

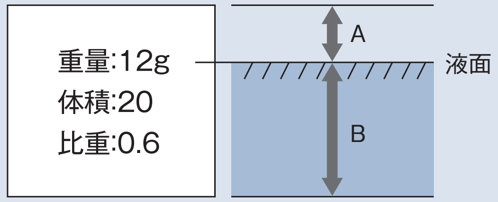


液比重0.8(油などの場合)
BはAより寸法が大きくなる
(半分以上が液体の中)

【例2】

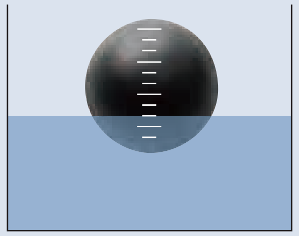


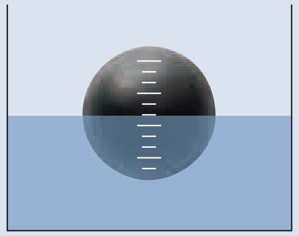
液比重1.0(水の場合)
フロート比重が軽い
(AがBより大きい)

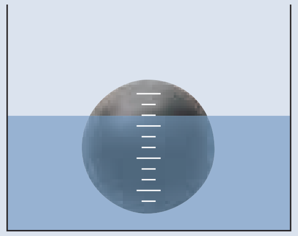


液比重1.0(水の場合)
フロート比重が重い
(BがAより大きい)

【例:水に浮かべた場合の「フロートが浮く状態」】


比重0.2


比重0.5


比重0.8

4-4 フロート比重と性能一覧

フロート名		A	B	C	D	E	K	F		J	R1	RFS-2	RFS-6	RFS-8	Φ51×60L	TFS-8
体積		4.40	11.60	10.68	5.03	14.96	15.02	4.87		6.15	8.35	11.14	63.64	30.60	87.38	55.60
重量		3.23	5.42	7.42	3.52	7.77	10.51	3.80		4.00	6.70	7.80	35.00	18.36	39.32	35.55
比重		0.73	0.47	0.70	0.70	0.52	0.70	0.78		0.65	0.80	0.70	0.55	0.60	0.45	0.64
耐圧(Pa)		0.2M	0.2M	0.2M	0.2M	0.2M	0.2M	0.2M		0.2M	0.2M	1M	1M	4M	1M	5M
耐熱(℃)		80	80	80	80	80	80	80		80	80	120	200	120	120	200
用途(液体)		油	油	水、薬液	水、薬液	油	水、薬液	水、薬液		水、薬液	水、薬液	水、薬液	水、薬液	水、薬液	水、薬液	水、薬液
寸法	外径	Φ20.0	Φ26.5	Φ25.0	Φ18.0	Φ31.0	Φ31.0	Φ23.5		Φ24.0	Φ25.0	Φ28.0	Φ50.0	Φ43.0	Φ51.0	Φ51.0
	内径	Φ8.5	Φ9.0	Φ9.0	Φ8.0	17×9	17×9	Φ8.0		Φ8.0	Φ9.0	Φ9.5	Φ15.5	Φ10.5	Φ15.5	Φ15.0
	高さ	20.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	14.0		16.5	20.0	27.0	48.0	42.0	61.0	48.0
材質		N.B.R	N.B.R	P.P	P.P	N.B.R	P.P	P.P		P.P	P.P	SUS	SUS	SUS	SUS	TP340

(耐圧の単位:1MPa=10.2kgf/cm²≒10kgf/cm²)

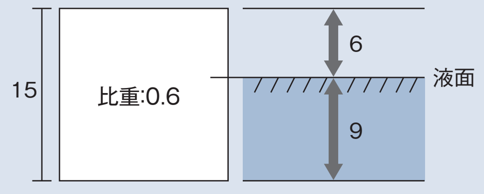
注)上記フロートで「E」、「K」は横型のみ使用可能のため、互換性はありません。
※ 上記はそれぞれ最大数値のため、温度と圧力が同時にかかる場合は耐えられない可能性があります。(吸水して重量増加、変形(凹み)等で体積及び比重の変化・・・等)
例)「RFS−6」フロートを使用してレベルスイッチを製作した場合
200℃で1MPaではフロートがへこんでしまい、性能的には使用可能だが外観不良となります。200℃でも大気圧なら問題はありません。常温で1MPaなら問題はありません。

4-5 フロート比重と液面

レベルスイッチ設計時の液面位置は水の場合、フロートの高さにフロートの比重をかけた数字が沈みしろ(計算上)です。

【例1:フロートの高さ「15mm」、フロート比重「0.60」の場合】

高さ15×比重0.6=9
沈みしろは9mm (水の場合)

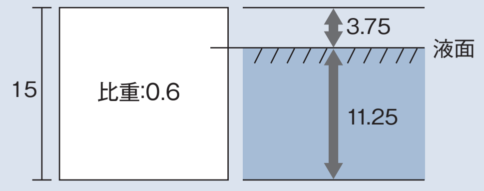


液体が水(比重:1.0)の場合
9mmが沈みしろ、6mmが浮きしろ

【例2:上記のフロートを「比重0.80の油」に使用する場合】

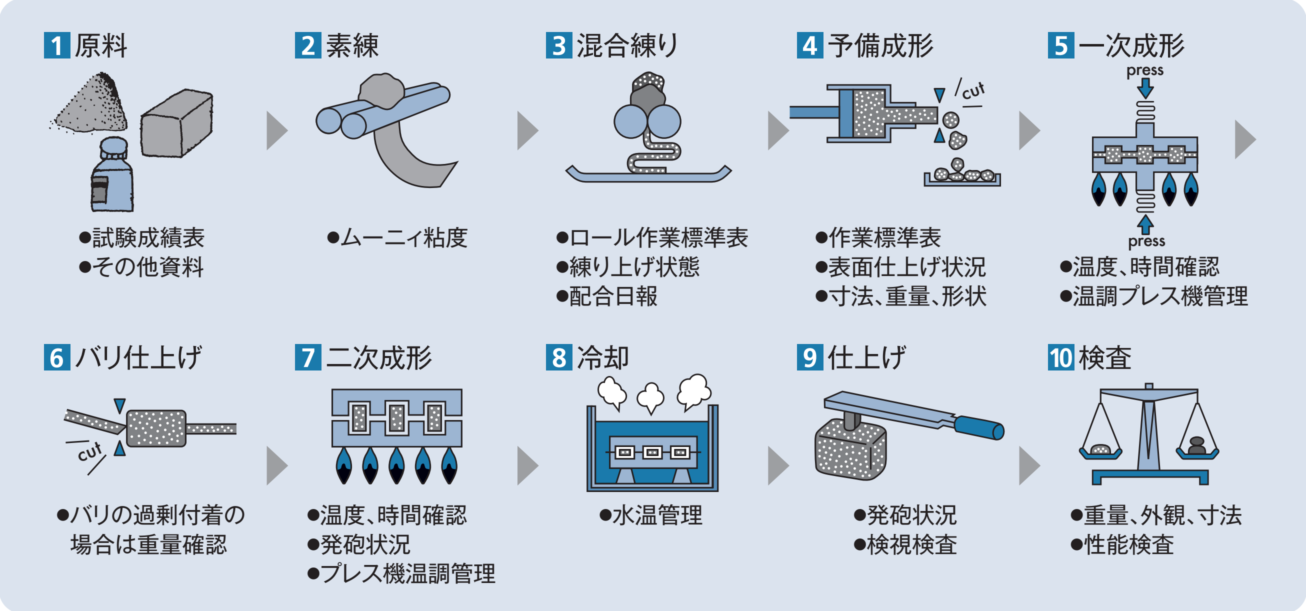
液体比重が「1(=水)」と異なる場合は、フロートの高さ×フロート比重を液比重で割算した数字がその液体での沈みしろとなります。

高さ15×比重0.6÷液比重0.8=11.25
沈みしろは11.25mm



液体が水(比重:0.8)の場合
11.25mmが沈みしろ、3.75mmが浮きしろ

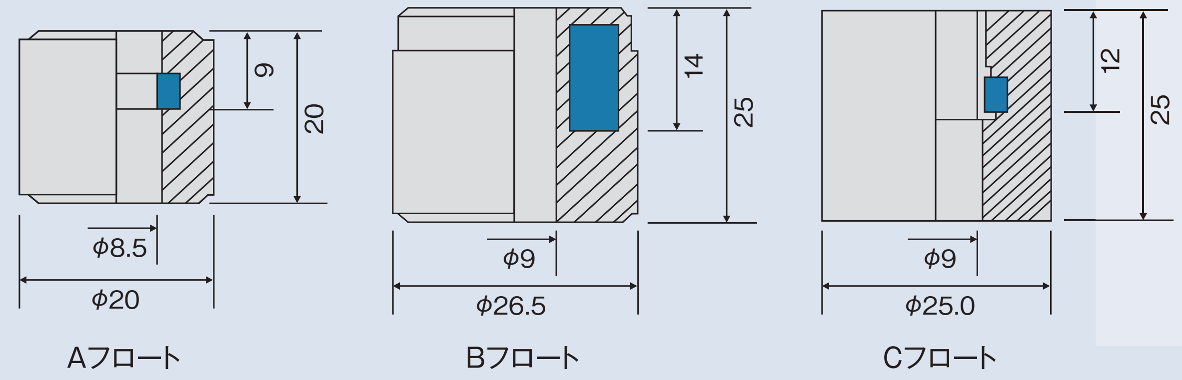
4-6 NBRフロートの製造工程

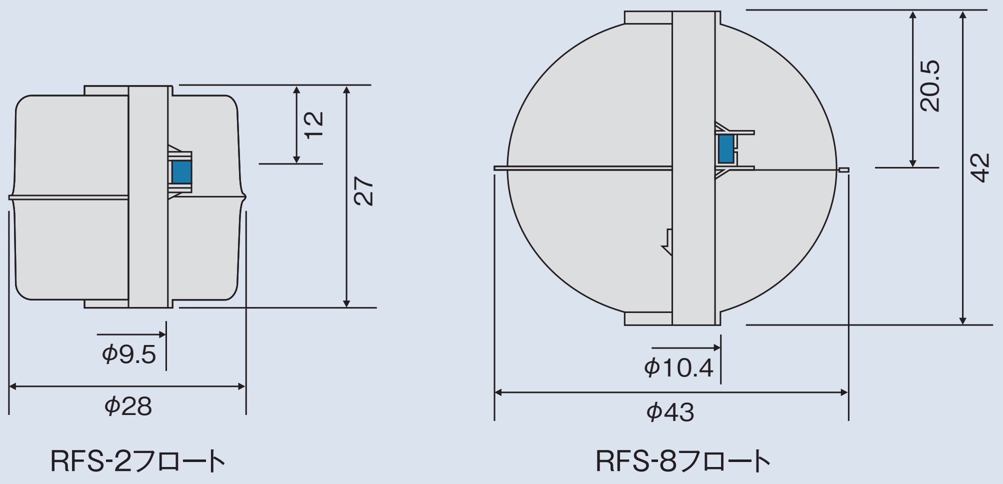


4-7 フロートの内部構造

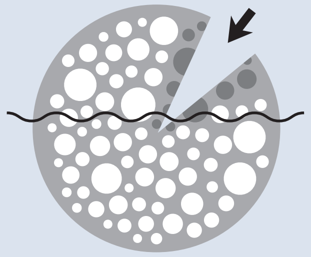
レベルスイッチとして使用するフロートには、内部に必ずマグネットが挿入されています。
このマグネットの磁力により本体の中のリードスイッチを「ON・OFF」させるため、マグネットが挿入されていないフロートはレベルスイッチとして製品にはなりません。
また、ほとんどのフロートは「リバーシブル（動作方向を変更する機能）」が可能なように、マグネットの位置が中心ではなく片側に寄って装着されtいる場合が多くなっています。
（ただし、各ストッパー間の寸法にもよるので、マグネットが片側に寄っていても必ずしもリバーシブルが可能とはいえません）

■フロート内部構造の例（図中の■部がマグネット）





■RF-2（NBRフロート）の構造

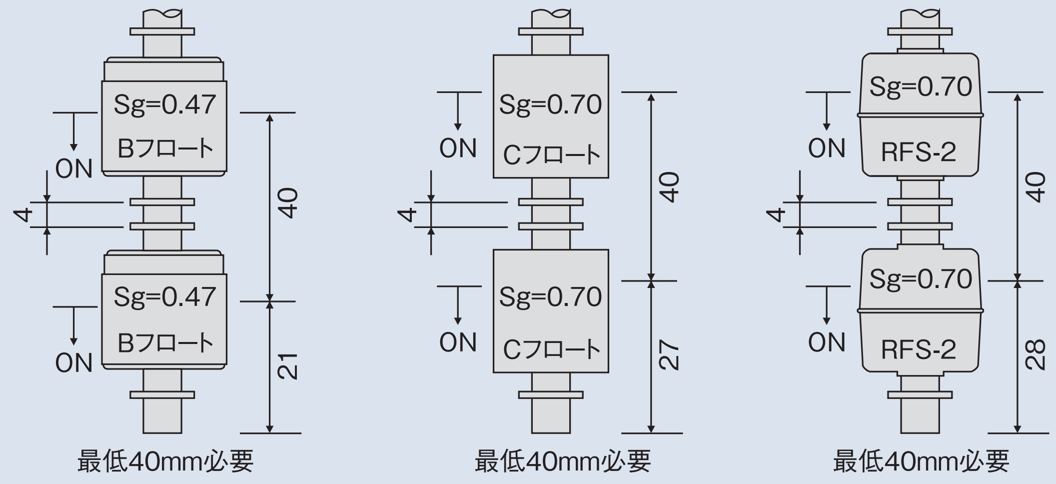


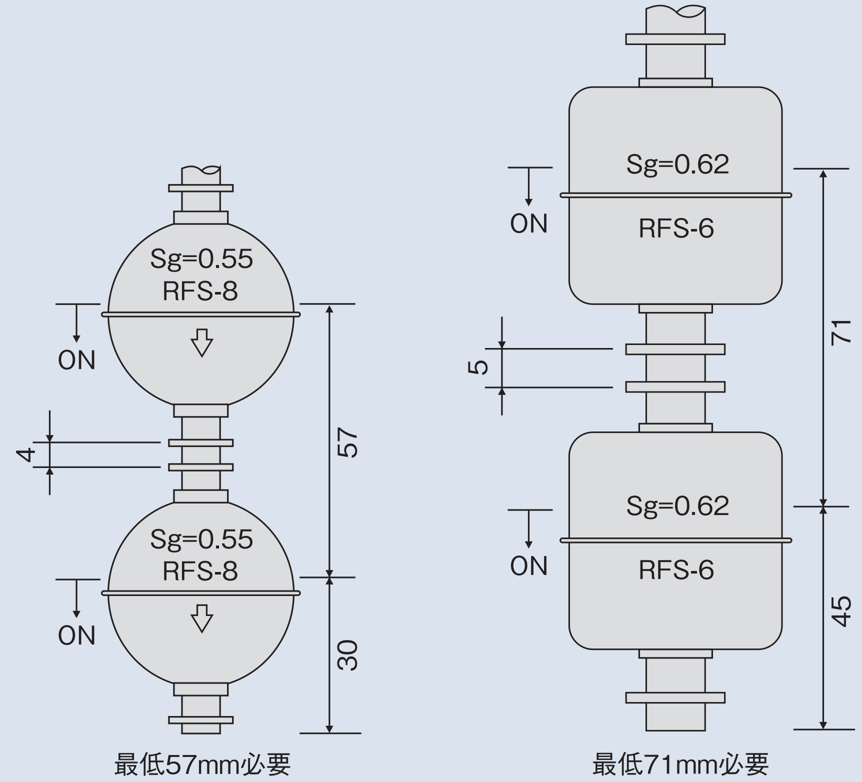
個々の気泡が独立しているため、水の浸入はほんのわずかです。
穴を貫通させても、浮力に影響がないので沈みません。

4-8 多点式の設計

レベルスイッチの設計時、1フロートなら問題はないが、2フロート、3フロートのようにフロートを多点（2個以上）で使用する場合は、動作位置の距離を十分に確保しないと製作が不可能、あるいは誤動作の原因となります。

設計は、下図の例を参考に行ってください。





注 意	この例では同じフロートで同じ動作方向の場合を示しています。 動作方向が異なる場合は動作距離が変わるので、サンプルを製作して確認してください。

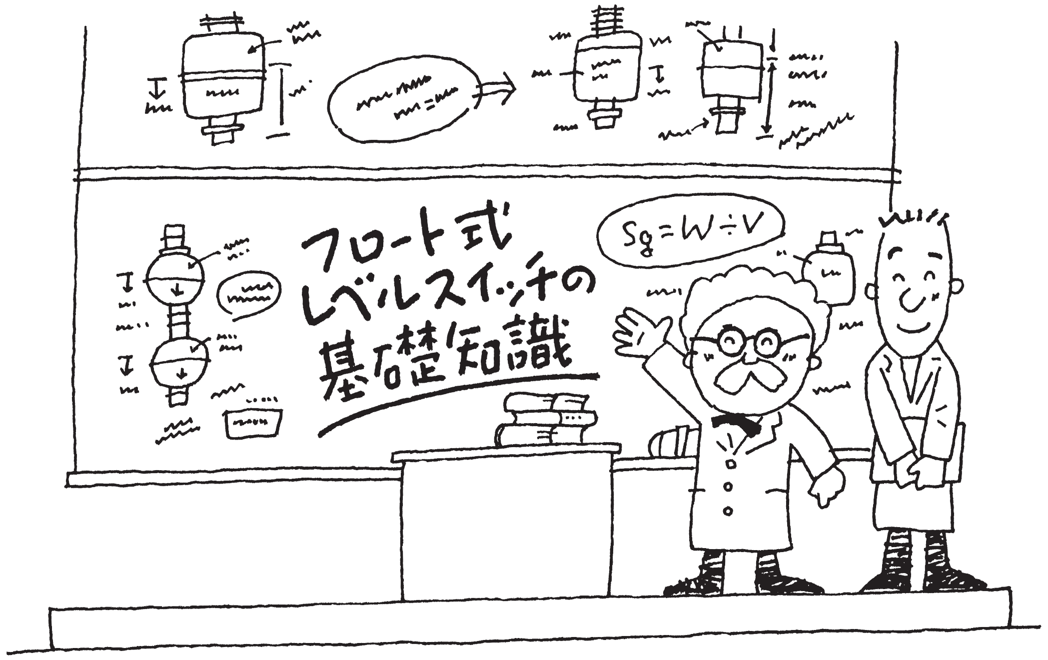
4-9 設計時の注意

1	フロート内径と本体の外径とのクリアランス（すき間）は適切かを確認。 クリアランスは1mm以上ないと微量のゴミ等で、フロートが動かない場合が発生する可能性があります。
2	フロート内径がストッパーに入り込まないかを確認。 フロート内径とストッパーの外径がほとんど同じ場合は、フロートが上下する時フロート内径がストッパーに入り込み、液面の上下によって動かない場合もあるので注意すること。
3	フロートとストッパーまでの距離（ON域、OFF域）は適切かを確認。 通常ON側の距離は3mm～4mm、OFF側の距離は4mm～5mmに。
4	フロートの動作距離が長い場合3点動作はしないかを確認。 フロートが動く距離が長い（ストッパーとストッパーの距離）場合は、リードスイッチ選定時に3点動作しない感動値のものを使用する。
5	フロートの比重より液体の比重が軽くないか、液体の比重が使用するフロートの比重より「0.1以上」あることを確認。 例えば、フロートの比重「0.7」とした場合、使用できる液体の比重は「0.8」以上でなければフロートの動きが悪くなる等、誤動作の可能性がある。
6	フロートの材質と本体等の材質の組合せは適切かを確認。 使用環境によってフロートをはじめとする各部品の材質を決めることになるが、その時「フロートは使用条件に適合するが、本体はもたない」あるいは「ストッパーがもたない」等のないように、十分注意すること。 （耐液性だけでなく、温度や圧力にも注意すること）
7	液面が波立ってはいないかを確認。 レベルスイッチの使用環境で液面が波立っている所では、ヒステリシスタイプ（ONからOFF、OFFからONに動作の切り替わる距離が通常1mm程度に対して、例えば5mm程度あるもの）を使用しなければスイッチがチャタリング（ON、OFFを短時間に何回も繰返すこと）を起こし、リードスイッチに負担が生じて故障や誤動作の原因になる。

おわりに

本書は題名の通りあくまでも基礎知識としての参考資料です。したがって各部品の詳細については各々のカタログを始め各文献での調査が必要です。また、技術の日進月歩で文中に記載した内容が今後変化、あるいは変更される場合も考えられます。いずれにしても本書でフロート式レベルスイッチに関するすべての内容が把握できるわけではありませんので、あくまでも参考資料として活用してください。

※「フロート式レベルスイッチの基礎知識」では、文中のレベルスイッチやフロート等の機種名、比重、動作位置の関係等すべて理光フロートテクノロジー社内のものを基本にしています。また、リードスイッチやマグネット等については各メーカーのカタログ・ホームページより一部抜粋してあります。



フロート式レベルスイッチの基礎知識
初 版 発 行　1990年 4月 1日
第7版発行　2014年 5月 28日