

## 概要

### 超音波センサとは

超音波センサとは送波器により超音波を対象物に向け発信し、その反射波を受波器で受信することにより、対象物の有無や対象物までの距離を検出する機器です。(限定距離形、限定ゾーン形 \* 1) 超音波の発信から受信までに要した時間と音速との関係を演算することでセンサから対象物までの距離を算出します。

また、送波器と受波器間を通過する物体によって生じる超音波の減衰またはしゃ断を検出することにより対象物の有無を検出する機器もあります。(透過形 \* 1)

\*1. 下記「分類」参照

### 特長

#### ①色の影響を受けない

光電センサと比べた場合、検出対象物の色の影響なく検出をすることが可能です。例えばガラスのような透明な物体も黒のプラスチックも、形状が同じであれば、同じ設定で検出できます。

#### ②広範囲にあるものを検出できる

光電センサに比べて、広範囲の音波の反射を検知しますので、一度に広いエリアを確認できます。

#### ③非接触で検出

検出物体に機械的に触れることなく検出できますので、検出物体も傷つくことはありません。

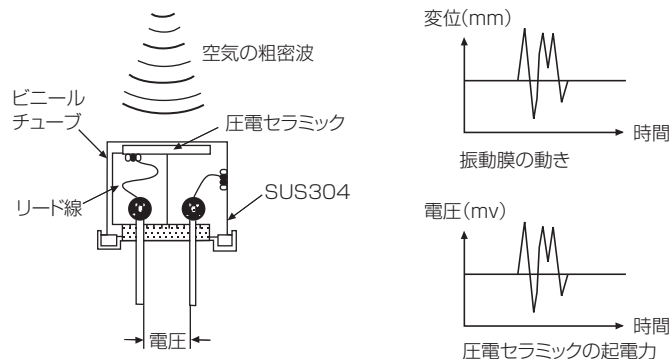
### 原理

超音波の発信・受信には圧電セラミックを使用しています。

#### 圧電セラミックとは

素子に加わった機械的な力により電極間に、力に応じた起電力が発生します。また逆に電極間に電圧を印加すればその大きさに応じて機械的変位を生じます。

この起電力の大きさにより対象物の有無やセンサから対象物までの距離を検出・計測します。



### 分類

#### 検出方式による分類

|     |  |  |  |
|-----|--|--|--|
| 透過形 | 送波器と受波器間を通過する物体によって生ずる超音波ビームの減衰、あるいはしゃ断を検出する方式<br>代表機種：形E4E2 |  |  |
| 反射形 | 限定距離形  | 距離調整ボリュームなどで設定した検出距離範囲内に存在する物体からの反射波のみを検出する方式<br>代表機種：形E4C-UDA * 2 |  |
|     | 限定ゾーン形   | 距離切り換えスイッチなどで選択設定した検出ゾーン内に存在する物体からの反射波のみを検出する方式<br>代表機種：形E4PA-N    |  |

\*2. 2023年3月末で受注終了予定です。

\*3. 不確定領域は距離調整範囲外になっていますが、検出可能物体によっては多重反射により検出することがあります。この範囲内では動作が不安定になります。検出可能物体が入らないようにしてご使用ください。

## 用語解説

### ●音速

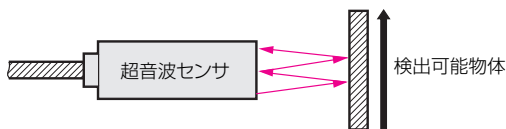
気中での音速Cは近似式として、  
 $C \approx 331.5 + 0.61\theta$  (m/s)  $\theta$  : 気温(°C)  
 で表わされます。気温が変われば音速が変わり、これが温度差による距離測定誤差となります。

### ●反射と透過

一様な媒質中では超音波は直進し、異なる媒質との境界面では反射、透過する現象があります。この現象は媒質の種類、形状に左右されます。大気中では人体などからでも十分反射現象がありその検出が容易におこなえます。

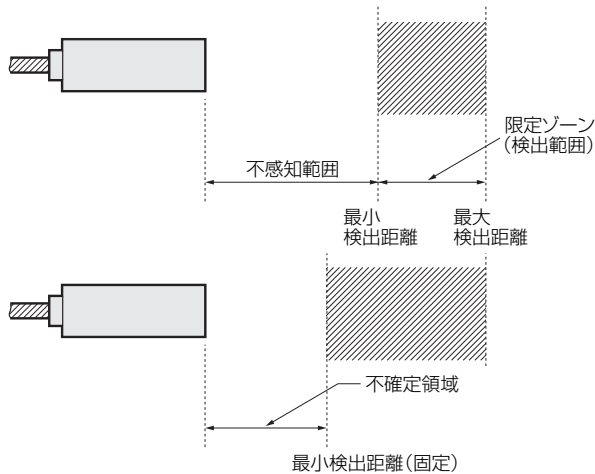
### ●多重反射

検出可能物体に一回反射して戻る反射に対して、その反射波がセンサヘッド面あるいは近傍の物体、天井面などに反射して、もう一度検出可能物体に反射して戻ってくるような二度以上の反射波があることをいいます。  
 例えば2回反射の場合はちょうど2倍の距離にある一回反射と同じ反射波を受けることになります。



### ●限定ゾーン(反射形)

検出距離の調整において最大検出距離だけでなく、最小検出距離も連動してあるいは単独に調整できるもので、その検出可能範囲を限定ゾーン(ゾーン限定)といいます。



### ●不感知範囲と不確定領域(反射形)

検出距離の調整の結果生じた、センサヘッド面と最小検出距離の間の検出しない領域を不感知範囲と言い、センサヘッドの構成上および残響振動により、ヘッド面の近傍で検出できない領域を不確定領域といいます。  
 ただし不確定領域ではセンサと物体との多重反射により検出することがあります。

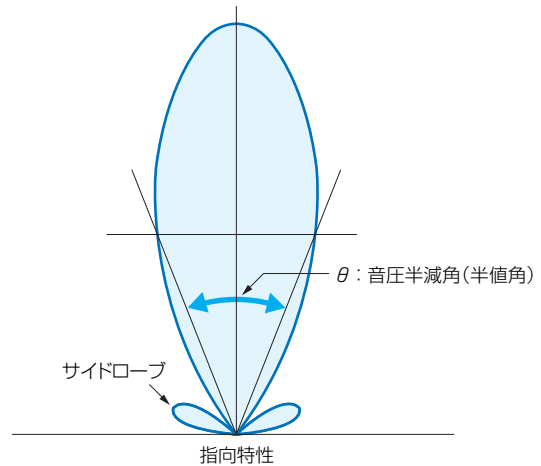
### ●指向特性

所要の音響エネルギーを目標物に与えるのに必要な無指向性送波器と、指向性送波器の音響出力の比を指向性利得といいます。

周波数が高く、振動面積が大きいほど指向性が鋭くなり、音波を効率よく発射することができます。

超音波センサとして実用されているセンサ部の指向特性は、音圧半減角(半値角)で8~30°程度です。

センサホーンの形状、振動子の振動モードなどによっても指向特性が大きく左右されるので、求める動作領域に応じてセンサ部形状、使用周波数、振動子の種類などが決定されます。



### ●音圧半減角(半値角)

指向性を表す指標の一つです。振動子の中心、つまり音響レベル(音の強さ)が最大の角度より、角度をずらしていった音響レベルが最大値の1/2に減衰する角度(対称になるので実際は2倍の角度)を半値角といいます。

### ●サイドローブ

振動子の中心、つまり音響レベル(音の強さ)が最大の角度より角度をずらしていったときの音響レベルを、中心より長さで示したグラフで指向性を示しますが、中心より角度の増加にしたがって減少していきその後再び増加する特性があります。

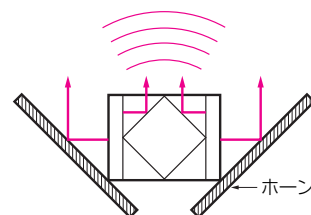
これをサイドローブ(side lobe)といい、周囲の物体に乱反射するなど検出特性に影響することがあります。

### ●振動子

電気エネルギーを印加して超音波を発生、または超音波振動エネルギーを電気信号に変換する素子で、通常超音波センサには圧電現象を利用したチタン酸バリウム振動子が多く用いられ、その形状には、円板形と円筒形とがあります。

### ●ホーン

超音波を一定方向に集束発射、または受波するための反射器で、この形状寸法により、センサの指向特性が決定されます。



●送波

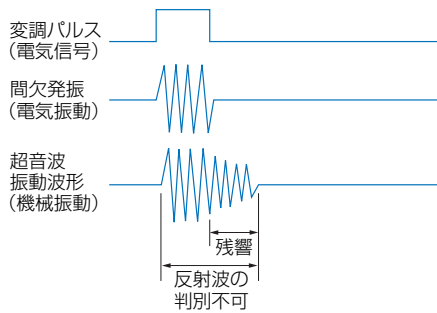
発振側に振動子を接続し所定方向に発射された超音波のことで、通常振動子に加わる電圧値または音圧で表します。

●受波

送波された超音波を直接または物体からの反射波を振動子の位置で受けた波のことで、通常変換された電圧値または音圧で表します。

●残響

振動子に、その共振周波数に近い電気信号をパルスのに印加すると、電気信号がなくなってからも、超音波振動が機械的に短時間持続する現象を残響といいます。反射形では、この残響現象が長く続くと検出が不可能となります。



●検出可能物体の種類と形状(反射形)

- ・検出可能物体として次のように大別できます。
- (A) 平面状のもの……液体、箱、プラスチックシート、紙、ガラスなど
- (B) 円柱状のもの……缶、ビン、人体(人体保護用途は除く)など
- (C) 粒体または塊体状のもの……鉱石、岩石、石炭、コークス、プラスチックペレットなど
- ・反射効率はこれら検出可能物体の形状により異なります。
- (A)の場合、反射波がもっとも多く戻りますが、検出可能物体の傾きによる影響が大きくなります。
- (B)、(C)の場合、乱反射があり反射波は一様ではありませんが、傾きによる影響は少なくてすみます。

