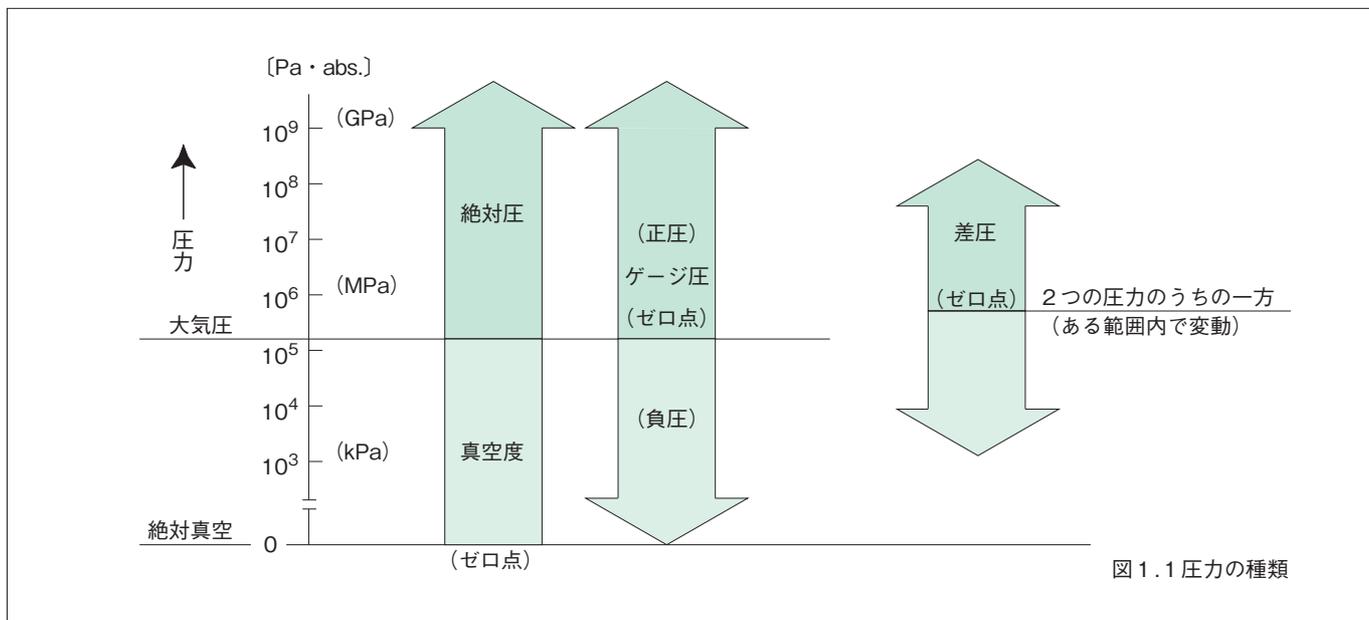


## 圧力の種類

圧力には、測定対象や圧力範囲により、呼称が異なったり、基準となるレベルや単位も種類が多いので混乱することがよくあります。圧力としての基準は、何も物質がない状態、すなわち絶対真空といわれる状態が圧力ゼロの点になります。しかし、実際には、完全なこの絶対真空を実現することは不可能で、仮想のものであり、これに近い状態を通常は絶対真空として用いています。圧力を表す名称としては、絶対圧、真空度、気圧、ゲージ圧および差圧など、いろいろありますが、これらについては図1.1に示します。



絶対圧とは、絶対真空を基準とする基本的なもので、真空度や気圧と呼ばれるものも含まれますが、真空度は大気圧より低く、絶対真空にどれだけ近いかを表すものとして用いられ、気圧は、気象関係で用いられます。

これに対してゲージ圧は、大気圧を基準とするもので、大気圧との差の圧力であり、したがって、これは、2つの圧力の差を表す差圧の1つに分類されるものです。

圧力測定で、絶対圧だけを用いれば混乱も少なくすむ訳ですが、実際には、絶対真空に近い状態を作りだすことも繁雑であり、地球上では、物象が全て大気圧下でのものであり、大気圧を基準とする測定の容易性と併せてこの圧力表示が広く用いられています。

差圧とは、2つの圧力差のことですが、測定はその中の一方の圧力を基準として表します。このとき、基準となる圧力も変動しますので、注意が必要です。ゲージ圧の場合も、大気の状態や、標高により基準となる大気圧が変動します。また、差圧の場合は、2つの圧力の差であるため、負の値が存在し、ゲージ圧の場合も大気圧より低い圧力を負圧、あるいは真空圧と呼んでいます。

## 圧力の単位

圧力の測定に用いられる単位も測定対象や圧力範囲により、多くの種類がありましたが、日本国内では平成5年11月新計量法が施行され、SI単位(国際単位系) = Pa単位が、圧力の法定単位となりました。

以下に参考として、Pa単位も含めた圧力単位の紹介と、換算表を表わします。

- Pa (パスカル) …… 国際単位系 (SI)  
Pa=N/m<sup>2</sup> (ニュートン: N=kg・m・s<sup>-2</sup>)  
kPa, MPaが多く用いられる。(法定計量単位)
- bar (バール) …… bar=10<sup>6</sup>dyn/cm<sup>2</sup>, dyn (ダイン) =10<sup>-5</sup>N  
ヨーロッパを中心に用いられる。(法定計量単位)
- kgf/cm<sup>2</sup> …… 国内をはじめ広く用いられてきた単位。kgf: 標準重力  
加速度9.807m/s<sup>2</sup>下で1kgの質量に働く力。(重量)
- mmHg …… 標準重力加速度下で0℃、1気圧において、760mmの  
水銀柱の高さに対応する圧力。cmHgも使用される。
- mmH<sub>2</sub>O …… 標準重力加速度下で4℃、1気圧において、10mの水  
柱の高さに対応する圧力。低・微差圧の単位として用  
いられる。水銀柱、水柱の場合インチ (inch) 単位も  
用いられる。
- psi …… kgf/cm<sup>2</sup>に対応し、米国などインチ・ポンド質量単位  
圏で用いられる。

## 各単位の換算係数

圧力単位・換算係数表

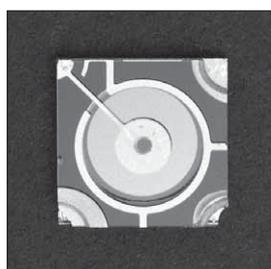
|                       | Pa      | kgf/cm <sup>2</sup>      | cmHg                    | mmHg                    | mmH <sub>2</sub> O |
|-----------------------|---------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|
| 1 Pa                  | 1       | 1.01972×10 <sup>-5</sup> | 7.5006×10 <sup>-4</sup> | 7.5006×10 <sup>-3</sup> | 0.101972           |
| 1 kgf/cm <sup>2</sup> | 98067   | 1                        | 73.556                  | 735.56                  | 10000              |
| 1 cmHg                | 1333.22 | 0.013595                 | 1                       | 10.000                  | 135.95             |
| 1 mmHg                | 133.322 | 0.0013595                | 0.10000                 | 1                       | 13.595             |
| 1 mmH <sub>2</sub> O  | 9.8067  | 0.00010000               | 0.0073556               | 0.073556                | 1                  |

1 N/m<sup>2</sup>= 1 Pa  
1 atm=101325Pa=1.03323kgf/cm<sup>2</sup>  
1 bar=100000Pa=1.01972kgf/cm<sup>2</sup>

1 Torr= 1 mmHg=133.322Pa  
1 psi=6894.7Pa=0.070307kgf/cm<sup>2</sup>

# 可能性を拡げるコア技術

圧力を測るためには、被測定体の種類、測定環境などによって変わる諸条件を克服し、用いる検出器から正確な情報を送らなければなりません。長野計器の圧力センサは、微圧から超高圧まで様々な産業分野で高い信頼を頂いております。当社圧力センサの強みは、最先端のテクノロジーと1世紀に亘る「圧力」の研究によって開発されたセンサ素子とコア技術の蓄積による信頼性の高さにあります。



## SCセンサ シリコン・キャパシタンス・センサ

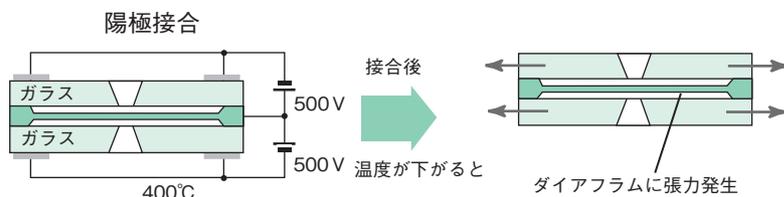
微圧用 (25Pa~50kPa)

Silicon Capacitance Sensor

SCセンサは、マイクロマシニング技術によりマイクロメートルオーダーに加工された薄いシリコンダイアフラムによって、圧力によるダイアフラムの変位を静電容量変化で検出する方式を用いた、高感度な微差圧センサです。

### 小形でありながら高耐圧力

3.6~7.4ミリ角と小形ながら、25Paの微圧から50kPaまで対応します。そのうえ、25Paレンジでは1000倍以上の耐圧。その秘密は、専用ガラスの開発にあります。SCセンサ専用ガラスは、シリコンダイアフラムと接着剤なしで接合され、その熱膨張を利用することで高性能を実現しています。



## CCセンサ セラミック・キャパシタンス・センサ

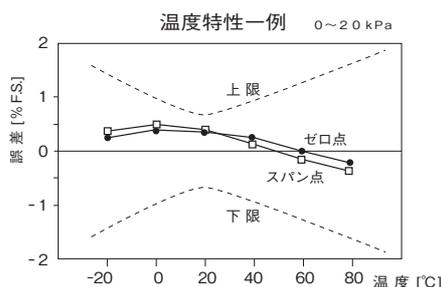
低圧用 (20~500kPa)

Ceramic Capacitance Sensor

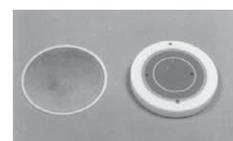
CCセンサは、耐食性の高いセラミック製ダイアフラムを備え、圧力によるダイアフラムの変位を、ダイアフラムに形成された電極と基準電極間の静電容量変化で検出する低圧センサです。

### 高耐食、高耐圧力、すぐれた温度特性

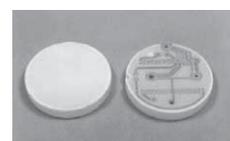
セラミック製のダイアフラムを使用しているため高耐食であり幅広い測定体に使えます。また高耐圧性能を持っております。さらに温度特性が良く、グラフのような温度特性を実現しています。



裏パターン印刷



電極印刷  
(ダイアフラム・ダイザ)



センサの接合



回路 (ASIC) 及び  
出力のピンをマウント



# SSセンサ 半導体薄膜歪ゲージセンサ

高圧用 (300kPa~250MPa)

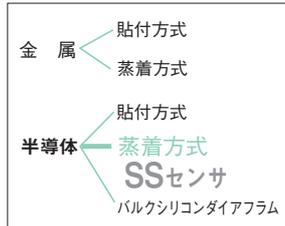
Semiconductor Strain Gauge Sensor

SSセンサは、金属ダイアフラムに絶縁膜を介してプラズマCVDにより歪ゲージを形成したシンプルな構造です。金属ダイアフラムが測定体から圧力を受けることによって生じる歪を、歪ゲージの抵抗値の変化で検出する蒸着形半導体圧力センサです。

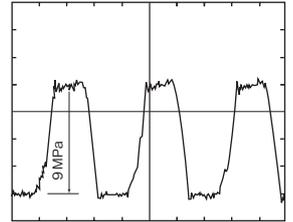


## 小形、高耐食、高耐圧力で溶接可能

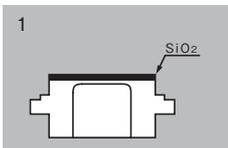
ストレンゲージを使用した圧力センサには、従来金属ゲージ貼付方式とバルクシリコンを用いた半導体ゲージがありましたが、それぞれコスト面・高圧域の測定範囲が課題とされてきました。その問題を解消したのが長野計器が開発した半導体蒸着形圧力センサです。下記の製造工程のように先端技術を駆使することで、多くの測定体にも対応でき、しかも量産を可能にしました。



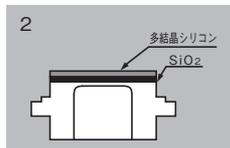
半導体薄膜歪ゲージと起歪部および圧力接続部までが一体構造で、接着部や腐食性の材料を使用していませんので、耐久性・安定性に優れています。グラフは、1千万回の動圧試験 (1~10MPa・30Hz) の結果を表しており、その耐久性を裏付けています。また、圧力接続部はその高い加工性能から、Oリングなどのパッキン・溶接・Cリングなど各種のシール方法を選択することができます。



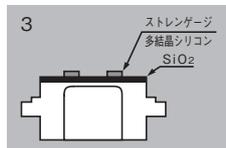
## ストレンゲージの製造工程



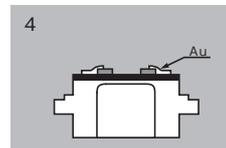
1  
ダイアフラムにプラズマCVD法によりSiO<sub>2</sub>の絶縁膜を形成します。



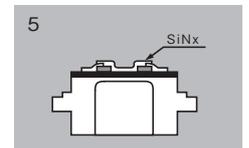
2  
SiO<sub>2</sub>の上に多結晶シリコンを形成します。



3  
フォトエッチングにより多結晶シリコンのゲージパターンを形成します。



4  
電子ビーム蒸着によってAuの配線を行います。



5  
プラズマCVDによりSiNxのパッシベーション膜を形成します。

## 新たなコア技術



先端ダイアフラム φ17.5

## ステンレスシールダイアフラムセンサ 低圧用 (10~200kPa)、絶対圧 (50~200kPa abs.)

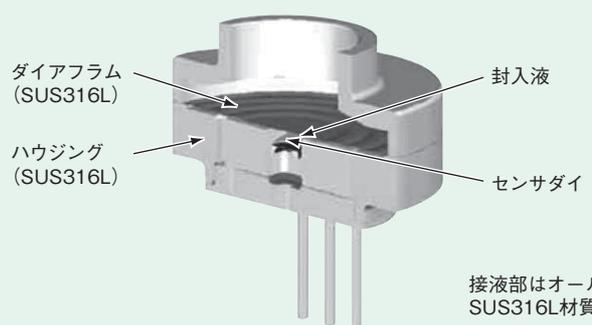
MEMSセンサダイを用いSUS316Lダイアフラムとの間をオイル封入した、隔膜式の圧力センサです。SUS316Lダイアフラムで受けた圧力を封入液を介しセンサダイに伝え、歪ゲージの抵抗値変化を検出する低圧、絶対圧センサです。

## 高耐食、高耐圧力、高耐電圧

ダイアフラム及び接液部材質に SUS316L を用いているため、幅広い測定媒体に対応出来ます。

ダイアフラムを先端に配置した構造の先端ダイアフラムタイプも取り揃え、液だまりを嫌う用途での使用が可能です。

低圧でも高耐圧力で高耐電圧の特性を持ったセンサです。



## 用語の説明

| 用語     | 意味   |  |
|--------|--|--|
| 許容最大圧力 | 定格圧力に復帰したとき、性能の低下をもたらさずに耐えなければならない圧力。                                      | <p>凍結、結露、腐食、サージ圧力、電気的ノイズ等<br/>使用条件が厳しい場合は弊社までご相談下さい。</p> |
| 測定レンジ  | 測定する量の最小値と最大値との範囲。   |  |
| スパン    | あるレンジの上下限値の代数差。  |  |
| 精度     | 基準動作条件のもとで機器の形式仕様において許容される最大誤差の限界。<br>備考：精度には、直線性・ヒステリシス・繰返し性誤差が含まれる。      |  |
| 温度ドリフト | 周囲温度が変化することにより生ずるドリフト。   |  |
| 使用温度範囲 | 機器又は装置を使用する周囲温度の下限値から上限値までの範囲。<br>備考：一般に正常動作条件の温度範囲。                       |  |
| 直線性    | 校正曲線と、それで近以される直線との差で示される近接の度合。   |  |
| ヒステリシス | ある与えられた入力の変化に対して、変化の前歴と変化の方向によって生じる出力値の依存度。                                |  |
| 繰返し性   | 同一動作条件で比較的短い時間に入力を全レンジにわたり変化させながら同一入力値に対し同じ方向から接近させて測定を繰返すときに得られる出力の差の最大値。 |  |

## SI単位表記について

計量法は全般にわたって見直しが行われ、平成5年11月新計量法として施行されました。

その主な改正点は

- ① 計量単位を国際単位系(SI)に統一。
  - ② 計量器の検定や事業の規制方法の合理化。
  - ③ 国際計量基準につながるトレーサビリティ体制の整備。
- です。

この改正により圧力の単位は、SI単位(Pa：パスカル)が圧力の法定単位となりました。

弊社カタログは全てSI単位のみ表記と致します。

以下に参考としてPa単位と従来使用されていた圧力単位の換算表を表わします。

### 圧力単位換算表

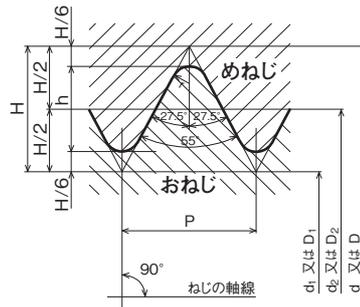
|   | Pa                       | bar                       | kgf/cm <sup>2</sup>       | atm                       | mmH <sub>2</sub> O        | mmHg or Torr              |
|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 圧 | 1                        | 1×10 <sup>-5</sup>        | 1.019 72×10 <sup>-5</sup> | 9.869 23×10 <sup>-6</sup> | 1.019 72×10 <sup>-1</sup> | 7.500 62×10 <sup>-3</sup> |
|   | 1×10 <sup>5</sup>        | 1                         | 1.019 72                  | 9.869 23×10 <sup>-1</sup> | 1.019 72×10 <sup>4</sup>  | 7.500 62×10 <sup>2</sup>  |
| 力 | 9.806 65×10 <sup>4</sup> | 9.806 65×10 <sup>-1</sup> | 1                         | 9.678 41×10 <sup>-1</sup> | 1×10 <sup>4</sup>         | 7.355 59×10 <sup>2</sup>  |
|   | 1.013 25×10 <sup>5</sup> | 1.013 25                  | 1.033 23                  | 1                         | 1.033 23×10 <sup>4</sup>  | 7.600 00×10 <sup>2</sup>  |
|   | 9.806 65                 | 9.806 65×10 <sup>-5</sup> | 1×10 <sup>-4</sup>        | 9.678 41×10 <sup>-5</sup> | 1                         | 7.355 59×10 <sup>-2</sup> |
|   | 1.333 22×10 <sup>2</sup> | 1.333 22×10 <sup>-3</sup> | 1.359 51×10 <sup>-3</sup> | 1.315 79×10 <sup>-3</sup> | 1.359 51×10               | 1                         |

注：1Pa=1N/m<sup>2</sup>

JISハンドブック換算率表より抜粋

## 〔JIS B 0202 (ISO 228-1) 管用平行ねじ (抜粋)〕

基準山形及び基準寸法



太い実線は、基準山形を示す。

$$P = \frac{25.4}{n} \quad H = 0.960491 P$$

$$h = 0.640327 P$$

$$r = 0.137329 P$$

$$d_2 = d - h \quad D_2 = d_2$$

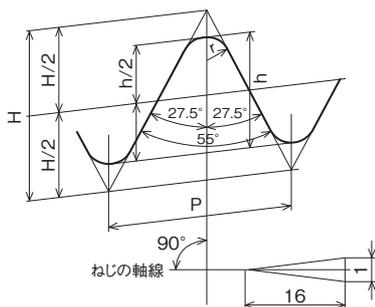
$$d_1 = d - 2h \quad D_1 = d_1$$

単位:mm

| ねじの呼び | ねじ山数<br>(25.4mmにつき)<br>n | ピッチ<br>(参考)<br>p   | ねじ山の高さ<br>h       | 山の頂及び<br>谷の丸み<br>r | おねじ    |                    |                    |
|-------|--------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------|--------------------|--------------------|
|       |                          |                    |                   |                    | 外径 d   | 有効径 d <sub>2</sub> | 谷の径 d <sub>1</sub> |
|       |                          |                    |                   |                    | めねじ    |                    |                    |
| 谷の径 D |                          | 有効径 D <sub>2</sub> | 内径 D <sub>1</sub> |                    |        |                    |                    |
| G 1/8 | 28                       | 0.9071             | 0.581             | 0.12               | 9.728  | 9.147              | 8.566              |
| G 1/4 | 19                       | 1.3368             | 0.856             | 0.18               | 13.157 | 12.301             | 11.445             |
| G 3/8 | 19                       | 1.3368             | 0.856             | 0.18               | 16.662 | 15.806             | 14.950             |
| G 1/2 | 14                       | 1.8143             | 1.162             | 0.25               | 20.955 | 19.793             | 18.631             |
| G 3/4 | 14                       | 1.8143             | 1.162             | 0.25               | 26.441 | 25.279             | 24.117             |
| G 1   | 11                       | 2.3091             | 1.479             | 0.32               | 33.249 | 31.770             | 30.291             |

## 〔JIS B 0203 (ISO 7-1) 管用テーパねじ (抜粋)〕

テーパおねじ及びテーパめねじ  
に対して適用する基準山形



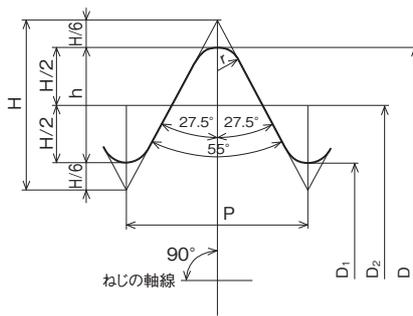
太い実線は、基準山形を示す。

$$P = \frac{25.4}{n} \quad H = 0.960237 P$$

$$h = 0.640327 P$$

$$r = 0.137278 P$$

平行めねじに対して適用する基準山形



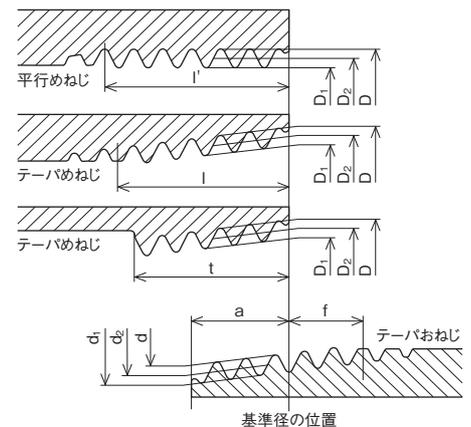
太い実線は、基準山形を示す。

$$P = \frac{25.4}{n} \quad H = 0.960491 P$$

$$h = 0.640327 P$$

$$r = 0.137329 P$$

テーパおねじとテーパめねじ又は  
平行めねじとのはめあい



単位:mm

| ねじの呼び<br>※ | ねじ山                              |          |               |                     | 基準径     |                       |                       | 基準径の位置   |                       |                      | 平行<br>めねじ<br>の<br>D, D <sub>1</sub><br>及び<br>D <sub>1</sub> の<br>許容差 | 有効ねじ部の長さ(最小) |                                   |                   |  |                   |                                   |                     |
|------------|----------------------------------|----------|---------------|---------------------|---------|-----------------------|-----------------------|----------|-----------------------|----------------------|--|--------------|-----------------------------------|-------------------|--|-------------------|-----------------------------------|---------------------|
|            | ねじ<br>山数<br>(25.4mm)<br>につき<br>n | ピッチ<br>p | 山の<br>高さ<br>h | 丸み<br>r<br>又は<br>r' | おねじ     |                       |                       | おねじ      |                       | めねじ                  |  | おねじ<br>f     | めねじ                               |                   | 不完全ねじ部<br>がない場合<br>テーパめねじ<br>平行めねじ<br>平行めねじ<br>t |                   |                                   |                     |
|            |                                  |          |               |                     | 外径<br>d | 有効径<br>d <sub>2</sub> | 谷の径<br>d <sub>1</sub> | 管端から     |                       | 管端部                  |  |              | 基準径の<br>位置から<br>大径側に<br>向かって<br>a | 軸線方向<br>の許容差<br>b |  | 軸線方向<br>の許容差<br>c | 基準径の位置<br>から小径側<br>に<br>向かって<br>l | 管又は管継手<br>端から<br>l' |
|            |                                  |          |               |                     |         |                       |                       | 谷の径<br>D | 有効径<br>D <sub>2</sub> | 内径<br>D <sub>1</sub> |  |              |                                   |                   |  |                   |                                   |                     |
| R 1/8      | 28                               | 0.9071   | 0.581         | 0.12                | 9.728   | 9.147                 | 8.566                 | 3.97     | ±0.91                 | ±1.13                | ±0.071   | 2.5          | 6.2                               | 7.4               | 4.4  |                   |                                   |                     |
| R 1/4      | 19                               | 1.3368   | 0.856         | 0.18                | 13.157  | 12.301                | 11.445                | 6.01     | ±1.34                 | ±1.67                | ±0.104   | 3.7          | 9.4                               | 11.0              | 6.7  |                   |                                   |                     |
| R 3/8      | 19                               | 1.3368   | 0.856         | 0.18                | 16.662  | 15.806                | 14.950                | 6.35     | ±1.34                 | ±1.67                | ±0.104   | 3.7          | 9.7                               | 11.4              | 7.0  |                   |                                   |                     |
| R 1/2      | 14                               | 1.8143   | 1.162         | 0.25                | 20.955  | 19.793                | 18.631                | 8.16     | ±1.81                 | ±2.27                | ±0.142   | 5.0          | 12.7                              | 15.0              | 9.1  |                   |                                   |                     |
| R 3/4      | 14                               | 1.8143   | 1.162         | 0.25                | 26.441  | 25.279                | 24.117                | 9.53     | ±1.81                 | ±2.27                | ±0.142   | 5.0          | 14.1                              | 16.3              | 10.2   |                   |                                   |                     |
| R 1        | 11                               | 2.3091   | 1.479         | 0.32                | 33.249  | 31.770                | 30.291                | 10.39    | ±2.31                 | ±2.89                | ±0.181   | 6.4          | 16.2                              | 19.1              | 11.6   |                   |                                   |                     |

※「ねじの呼び」は、テーパおねじに対するもので、テーパめねじ及び平行めねじの場合は、Rの記号をRc又はRpとする。

## [JIS F 8801 : 2002 船用電線貫通金物(抜粋)]

- ・ 締付グラントでガスケットを圧縮し、ケーブルとのスペースを無くして水分の浸透を防止します。
- ・ 水分の浸透を確実に防止するには、ケーブルのサイズに適合する座金、ガスケットを選択してください。

単位：mm

| 呼び寸法 | 記号 | 適合ケーブル | 管用平行ねじ<br>呼び<br>d | ③座金 ④ガスケット     |                |    |     |                | ①締付グラント        |                |    |    |    |   | ②本体 B形         |                |                |                |                |
|------|----|--------|-------------------|----------------|----------------|----|-----|----------------|----------------|----------------|----|----|----|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|      |    |        |                   | d <sub>1</sub> | d <sub>5</sub> | D  | t   | t <sub>1</sub> | d <sub>2</sub> | D <sub>1</sub> | L  | l  | B  | b | d <sub>3</sub> | d <sub>4</sub> | D <sub>2</sub> | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |
| 10   | a  | 7~8    | G3/8              | 8              | 7              | 14 | 1.6 | 8              | 10             | 22             | 19 | 14 | 17 | 4 | 10             | 15             | 22             | 13             | 5              |
|      | b  |        |                   | 9              | 8              |    |     |                |                |                |    |    |    |   |                |                |                |                |                |
| 15   | a  | 9~11   | G1/2              | 10             | 9              | 18 | 1.6 | 9              | 15             | 28             | 21 | 16 | 22 | 4 | 15             | 18.7           | 28             | 15             | 6              |
|      | b  |        |                   | 11             | 10             |    |     |                |                |                |    |    |    |   |                |                |                |                |                |
|      | c  |        |                   | 12             | 11             |    |     |                |                |                |    |    |    |   |                |                |                |                |                |
| 20   | a  | 12~15  | G3/4              | 13             | 12             | 23 | 1.6 | 12             | 20             | 34             | 22 | 17 | 28 | 6 | 20             | 24.2           | 34             | 16             | 8              |
|      | b  |        |                   | 15             | 13             |    |     |                |                |                |    |    |    |   |                |                |                |                |                |
|      | c  |        |                   | 17             | 15             |    |     |                |                |                |    |    |    |   |                |                |                |                |                |

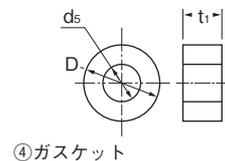
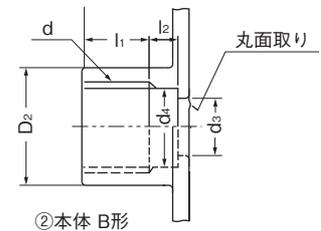
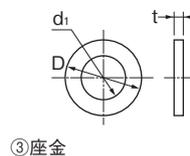
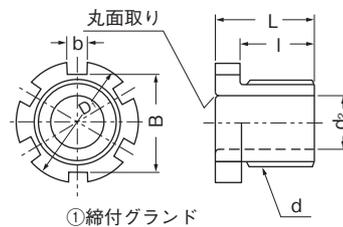
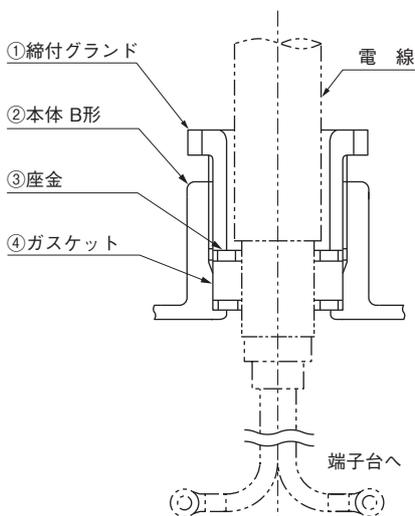
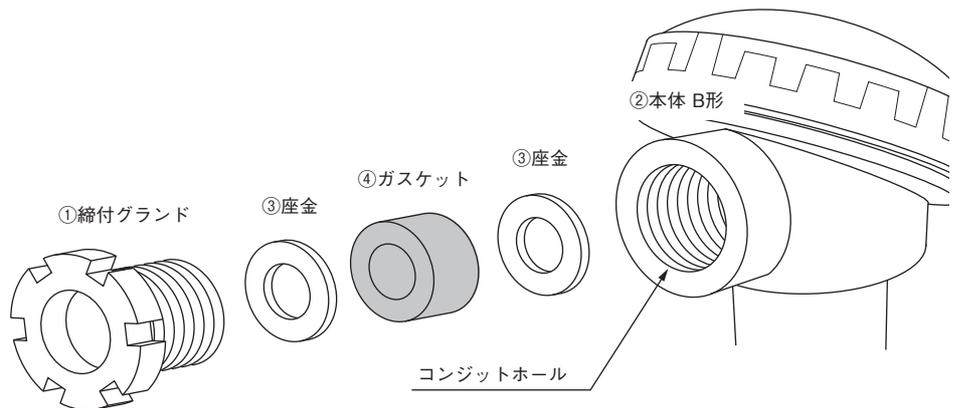
### 形番説明

JIS 15b

座金、ゴムの種類  
(a < b < c)

呼び寸法

10は G3/8  
15は G1/2  
20は G3/4



弊社製品におきまして、一部コンジットタイプをご用意している機種がございます。  
電線管（コンジット）をご使用の場合は、コンジットタイプをご指定ください。