

---

－ 富士 IGBT モジュール V シリーズ －  
NewDual spring (M260 パッケージ) 実装ガイド

---

	目次	ページ
1	IGBT モジュールの実装方法	2
2	主端子の接続方法	3
3	プリント基板の取り付け方法	4
4	スプリングの劣化	5

---

本章では NewDual spring (M260 パッケージ) の実装方法について説明します。本実装方法については、2MBIXXXVJ-XXX-5X について適用されます (X は 0~9 の番号)。

## 1 IGBT モジュールの実装方法

本節では NewDual spring (M260 パッケージ) の実装方法について説明します。

### 1.1 ヒートシンクへの実装

IGBT モジュールのベースとヒートシンク間の熱抵抗 ( $R_{th(c-f)}$ ) はモジュールの配置、ヒートシンクの熱特性、冷却方法などに依存します。ヒートシンクの熱伝達率、冷却方法などはお客様の状況によりことなりますので、この節ではヒートシンク上へのモジュールの取り付け位置について説明します。熱抵抗は実装されたモジュール位置で変わるため、下記の項目に注意してください。

- ✓ IGBT モジュールはヒートシンク上で熱的に最適な配置とする必要があります。これは熱抵抗を最小化するためにモジュールが良好な熱伝わりをもつようにするためです。
- ✓ IGBT モジュール間の距離はそれぞれのモジュールが隣接するモジュールの熱干渉を受けないように、熱設計から見積もられる総合損失を最適化してください。

### 1.2 ヒートシンクの表面仕上げ（モジュール搭載エリア）

ヒートシンクの表面仕上げに関しては、ネジ取り付け位置間で平坦度を 100mm で 50 $\mu$ m 以下、表面の粗さは 10 $\mu$ m 以下にして下さい。もしヒートシンク表面の平坦度が充分でない場合、接触熱抵抗 ( $R_{th(c-f)}$ ) が予期せず増加し、最悪の場合、熱破壊に繋がることがあります。万一ヒートシンクの平坦度が上記の要求仕様に該当しない場合、モジュール内のセラミック絶縁基板に高い応力が発生し絶縁不良に至る場合があります。

### 1.3 サーマルグリース塗布

ヒートシンクとモジュールのベースプレート間に接触熱抵抗低減のためにサーマルグリースを使用することを強く推奨いたします。スクリーン印刷、ローラーやヘラによる塗布が一般的な方法ですが、サーマルグリース厚を 100 $\mu$ m 以下とする場合にはステンシルマスクによる塗布を推奨いたします。

表 1 サーマルグリースの推奨特性

項目	推奨
稠度 (typ.)	$\geq 338$
熱伝達率	$\geq 0.92$ W/m.K
厚さ	100 $\mu$ m +/- 30 $\mu$ m

\*1 ヒートシンクとモジュール間の熱抵抗はサーマルグリース特性と厚さに依存します。それゆえモジュールをヒートシンクへ実装した後にサーマルグリースの良好な伝わりを確認することを強く推奨いたします。コンパウンドの伝わり具合は実装後に素子を取りはずすことで確認可能です。加えて、サーマルグリースが低粘度である場合には熱履歴印加後に接触界面の確認を推奨いたします。

\*2 なお富士電機が推奨するステンシルマスクのデザインは、お客様のご要望に応じて提供が可能です。

## 1.4 実装方法

以下では IGBT のヒートシンクへの実装手順について説明します。

- (a) 右図に示した(1)から(4)を M5 ネジで実装する場合の最小トルクは 2.5Nm、最大トルクは 3.5Nm となります。
- (b) 仮締めは最終締め付けトルクに対して 1/3 のトルクで図 1 の(1)から(4)の順で取り付けてください。
- (c) 本締めは規定トルクである 2.5~3.5Nm で右図に示した(1)から(4)の順で取り付けてください。
- (d) 沿面距離と空間距離を確保するためにネジとワッシャーを含めた総高さは 6.0mm を超えないようにしてください。

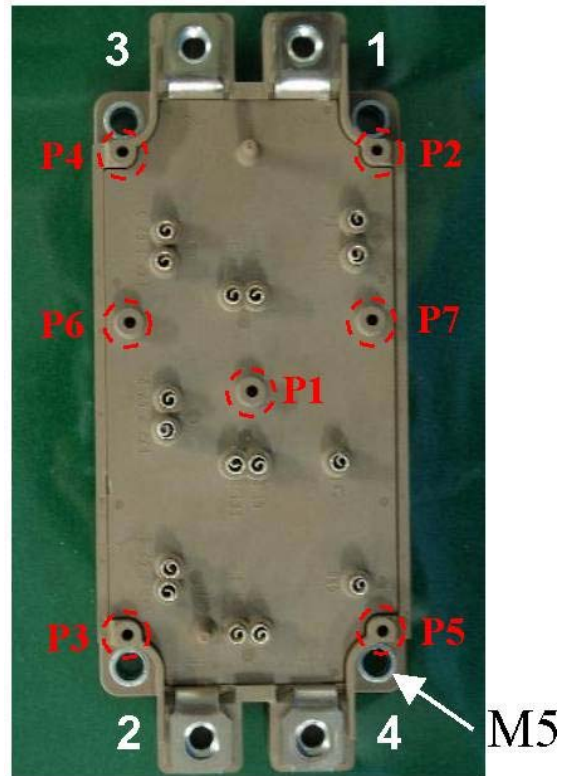


Fig.1 Mounting holes 1-4 in M260 modules

## 1.5 PCB の取り付け方法

以下では PCB の実装手順について説明します。

- (a) 図 1 に示した P1 から P7 を M2.6 のセルフタッピングネジで実装する場合の最小トルクは 0.4Nm、最大トルク 0.6Nm となります。
- (b) 仮締めは最終締め付けトルクに対して 1/3 のトルクで図 1 の P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7 の順で取り付けてください。
- (c) 本締めは規定トルクである 0.4~0.6Nm で図 1 の P1-P2-P3-P4-P5-P6-P7 の順で取り付けてください。  
なお、最大の回転速度は 300rpm です。

PCB について、その材料としては FR4 を推奨いたします。またスプリングコンタクト部のランド（接触部）の表面金属材料として、Sn の使用も可能ですが Au 薄膜付きの Ni を推奨いたします。

## 1.6 静電気(ESD : Electrostatic Discharge) 放電保護

制御端子に過大な静電気が印加された場合、素子が破壊する場合があります。取り扱い時は静電気対策を実施して下さい。

## 2 主端子の接続

### 2.1 ブースバーの接続

- ネジ：M6
- ネジ長：ブースバー厚+(7~9mm)
- 締め付けトルク：3.5~4.5Nm
- 許容端子温度：最大 100℃

#### <注意事項>

ブースバーを主端子に接続する場合には、過剰な力を端子部に与えないでください。特に、銅バー端に加えられる力は端子部にずっと大きな力として与えられます。これはモーメントが銅バー長に比例するためです。

さらに、主端子と銅バーの接続部分に位置ずれが生じたままネジで固定した場合には、ストレスが端子部に継続的に生じ、破損の原因になります。したがって、主端子と銅バーの接続部分に位置ずれが生じないように締め付けてください。

### 2.2 導通線に対する力の制限

下記に導通線取り付け時の印加力の強度に関して記載します。

印加方向	強度*
A	5 Nm
B	3 Nm
C	500 N
D	500 N
E	5 Nm
F	5 Nm
G	500 N
H	1000 N

強度については、取り付け中に印加される短時間での強度を示している。

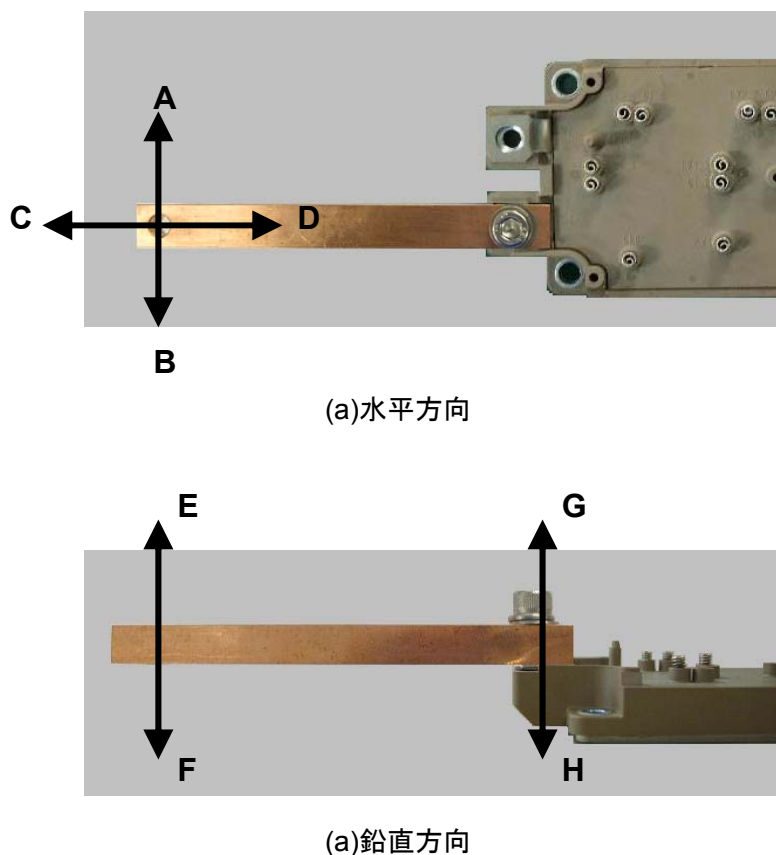


図 xx 印加応力方向を示した図

## 2.3 空間距離と沿面距離

良好な絶縁電圧を確保するためには IGBT のアプリケーションに対して、図 3 の(a)と(b)で定義される主端子に対する空間距離と沿面距離の両方を確保する必要があります。それゆえ空間距離と沿面距離は下記の最小値よりも長くする必要があります。

空間距離： 9.5mm  
沿面距離： 14.0mm

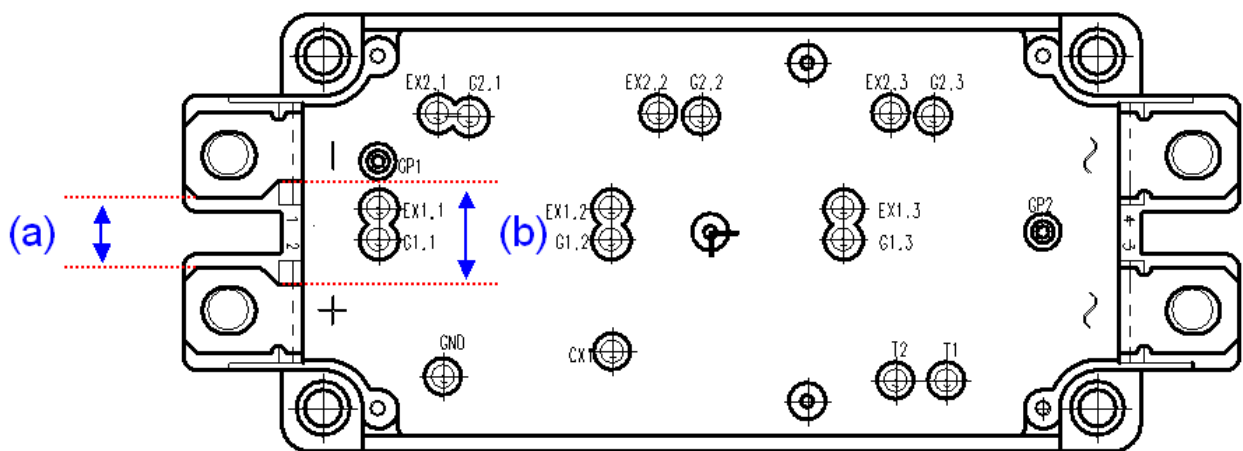
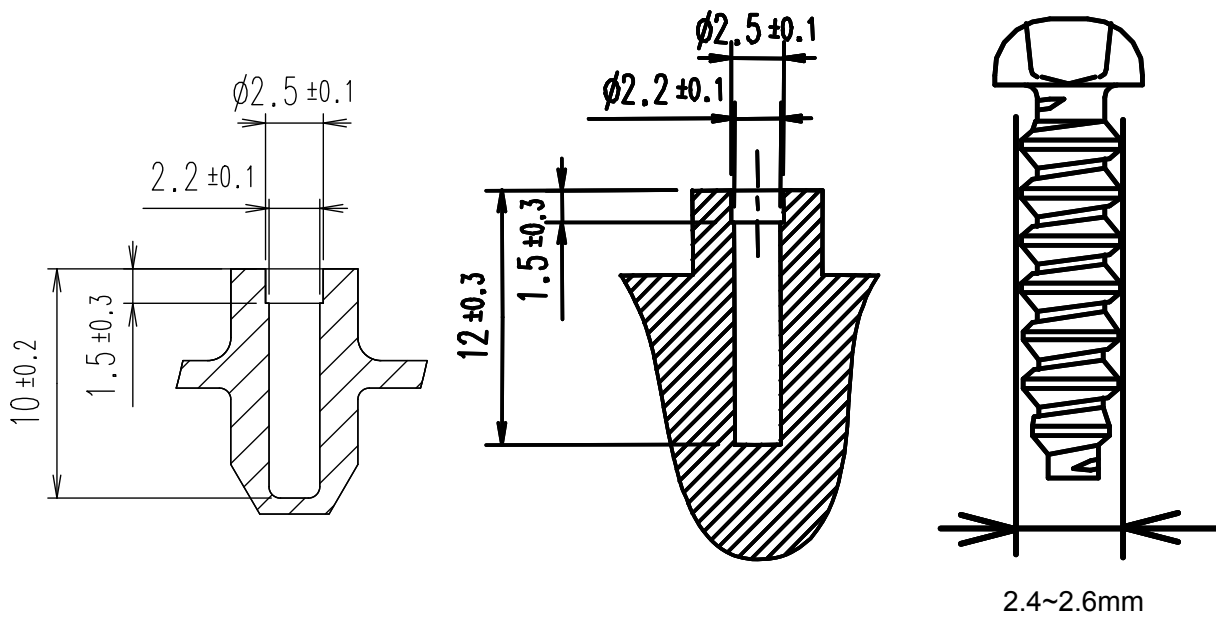


図 3 IGBT モジュールの主端子に対する空間距離と沿面距離

### 3 PCB のモジュールへの取り付け時の注意

#### 3.1 推奨ネジの種類

PCB を固定するために備えられている取り付け穴は、その直径が 2.2mm と 2.5mm があります。それゆえ PCB を取り付けするためのネジの直径は 2.4~2.6mm を推奨します。下記に推奨するネジの種類、長さを示します。ネジ種はセルフタッピングネジを推奨します。なお日本では M2.6 を推奨します。



(a) 図 1 に示した P1, P6 と P7 の PCB 取り付け用穴(3点)

(b) 図 1 に示した P2, P3, P4, P5 の PCB 取り付け用穴

(c) 推奨のネジ

図 4 PCB 取り付け用の穴と推奨ネジの断面模式図

### 3.2 推奨ネジの長さ

図5に示すようにPCBを固定するためのセルフタッピングネジの長さは、PCB厚より5mmから8mm長いネジを推奨します。このときのネジの締め付けトルクは0.4~0.6Nmを推奨します。ネジを締め付ける時には、モジュールに対して垂直に取り付けてください。図6に示したような斜めにネジを取り付けしないでください。PCBと制御端子のスプリングとの接触が不十分になり、最悪の場合、破壊に至る可能性があります。

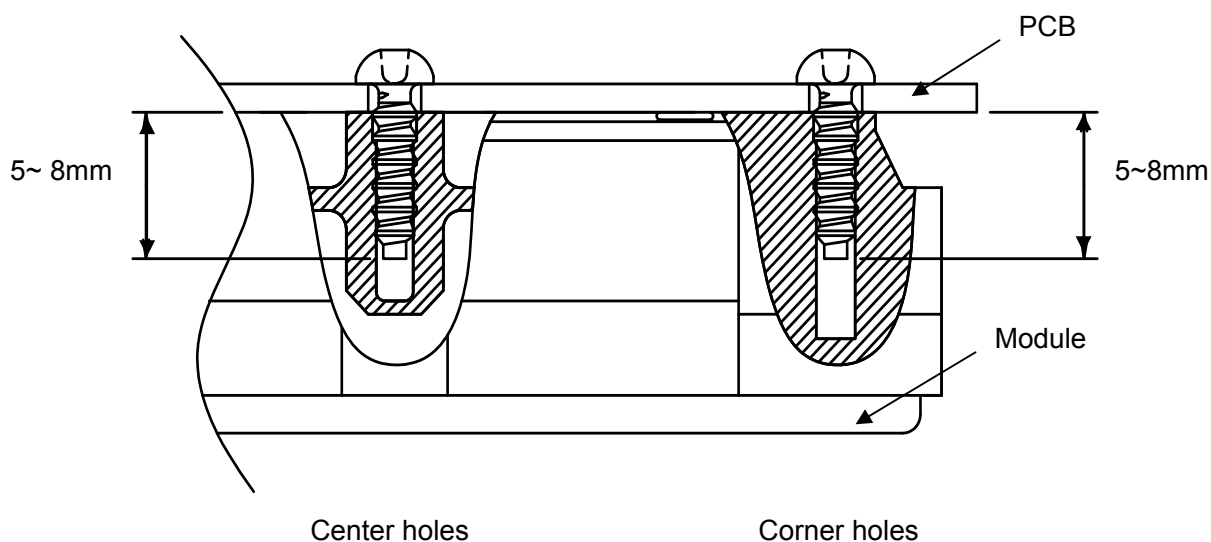


図5 中央部、コーナ一部のネジ取り付け時の断面模式図

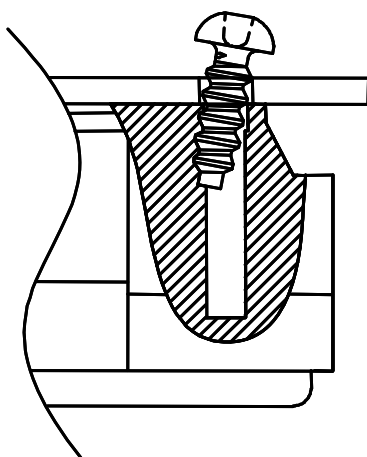


図6 ネジが斜めに取り付けられた場合の断面模式図

### 3.3 推奨ネジの締め付け方法

PCB を固定するためのネジの締め付け方法は手締めを推奨します。電動ドライバをはじめとする締め付け道具を使用する際には、モジュールのケースが損傷する可能性があります。それゆえ高速締め付け用の道具を使用する際には、締め付けトルクの設定などのパラメータを各社で事前に確認頂きます様をお願いいたします。

### 3.4 推奨ネジ、推奨取り付け方法以外でネジの締め付けた場合の危険性

PCB のモジュールへの取り付けは上記で述べてきたような方法を推奨します。

もし推奨ネジ、推奨取り付け方法以外でネジの締め付けた場合には、図 7 示したようなケース損傷の危険性があります。必ず各種ネジの取り付け前に、事前に確認ください。

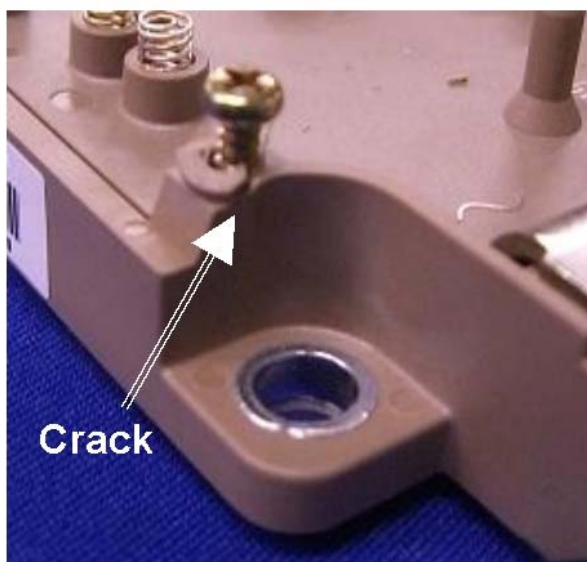


図 7 推奨ネジ以外でとりつけた場合のモジュール破損



## 4 スプリングの劣化

### 4.1 硫化水素(H<sub>2</sub>S)ガス中への曝露

スプリングのコンタクト抵抗は硫化水素雰囲気中では増加する可能性があります。初期のコンタクト抵抗はおよそ 100mΩですが、図 8 に示すように H<sub>2</sub>S 中に曝露することによって増加します。H<sub>2</sub>S への総曝露の推奨は 5000ppmHr です。この総曝露量ではコンタクト抵抗は 500mΩ以下となります。図 9 は初期のスプリングと 1000ppmHr で H<sub>2</sub>S 曝露した時のスプリングの比較写真です。1000ppmHr で H<sub>2</sub>S 曝露したスプリングは黄色に変色しているのにも関わらず、コンタクト抵抗は増加していません。H<sub>2</sub>S ガス曝露下でのスプリングの寿命は以下の式で算出することが可能です。

$$\text{スプリング寿命} = 5000 / \text{H}_2\text{S Gas density [Hr]} \quad \text{--- (1)}$$

例えば、通常の雰囲気での H<sub>2</sub>S ガス濃度は約 0.005 ppm.であるため、スプリングの寿命は  $5000/0.005 = 1000000\text{Hr} = 114$  年と計算されます。

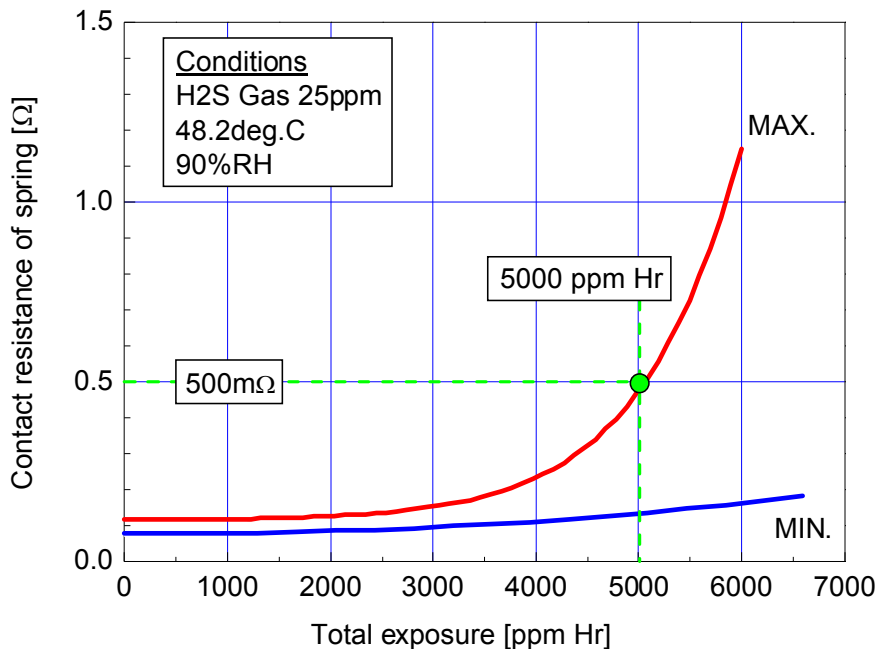
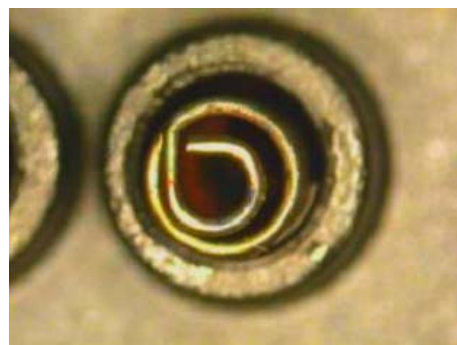


図 8 H<sub>2</sub>S ガス曝露によるコンタクト抵抗の変化



(a) 初期



(b) 1000 ppm Hr 曝露時

図 9 H<sub>2</sub>S 曝露によるスプリングの変色

## 4.2 二酸化硫黄(SO2)ガス中への曝露

スプリングのコンタクト抵抗は二酸化硫黄(SO2)雰囲気中では増加する可能性があります。初期のコンタクト抵抗はおよそ 100mΩですが、図 10 に示すように SO2 中に曝露することによって増加します。SO2 への総曝露の推奨は 1750ppmHr です。この総曝露量ではコンタクト抵抗は 500mΩ以下となります。図 11 は初期のスプリングと 500ppmHr で SO2 曝露した時のスプリングの比較写真です。500ppmHr で SO2 曝露したスプリングは黄色に変色しているのにもかかわらず、コンタクト抵抗は 500 mΩ 以下となっています。SO2 ガス曝露下でのスプリングの寿命は以下の式で算出することが可能です。

$$\text{スプリング寿命} = 1750 / \text{H2S Gas density [Hr]} \quad \text{--- (2)}$$

例えば、通常の雰囲気での SO2 ガス濃度は約 0.01 ppm.であるため、スプリングの寿命は  $1750/0.01 = 175000\text{Hr} = 20$  年と計算されます。

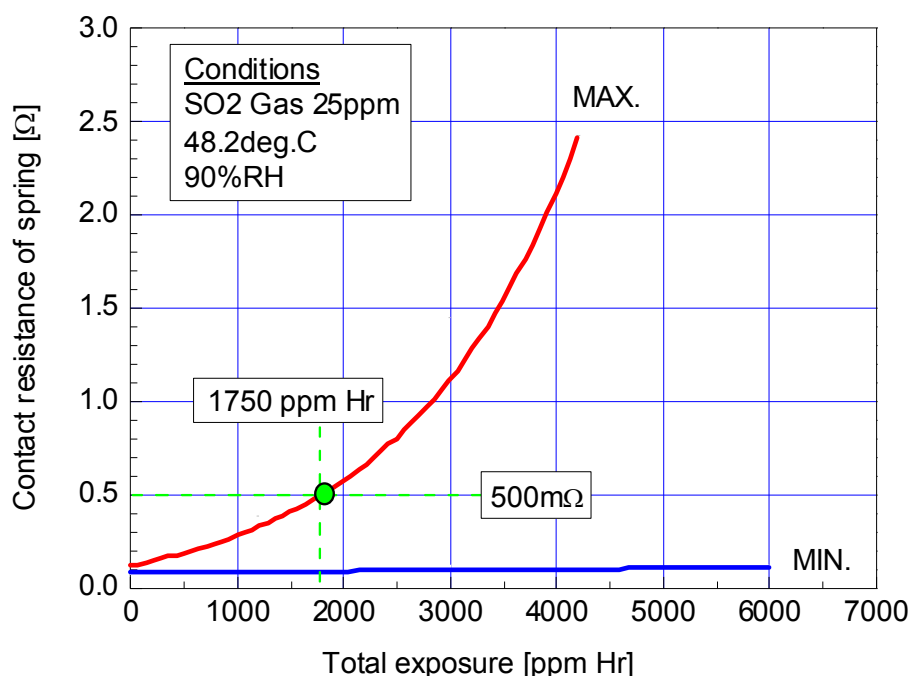
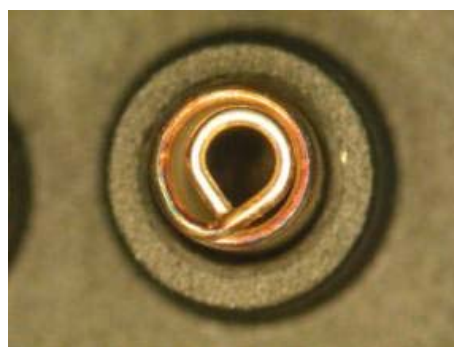


図 10 SO2 ガス曝露によるコンタクト抵抗の変化



(a) 初期







(b) 500 ppm Hr 曝露時

図 11 SO2 曝露によるスプリングの変色

### 4.3 保管に伴うスプリングの変色

スプリングの色は保管状態に依存しますが、黒色や黄色に変色することがあります。しかしながら、前記 4.1、4.2 節に記載した(1)、(2)式に相当する条件で保管しスプリングが変色した場合でも、コンタクト抵抗は 500mΩ 以下となっています。表 2 はスプリングの初期状態と変色時のコンタクト抵抗を示しています。表 2 から、スプリングの変色はコンタクト抵抗には影響しないことがわかります。

表 2 スプリングの変色例

Initial	Color degraded spring	
Contact resistance = 98mΩ  	94mΩ  	78mΩ  
	97mΩ  	84mΩ  

## ご 注 意

- このカタログの内容（製品の仕様、特性、データ、材料、構造など）は2011年4月現在のものです。この内容は製品の仕様変更のため、または他の理由により事前の予告なく変更されることがあります。このカタログに記載されている製品を使用される場合には、その製品の最新版の仕様書を入手して、データを確認してください。
- 本カタログに記載してある応用例は、富士電機の半導体製品を使用した代表的な応用例を説明するものであり、本カタログによって工業所有権、その他権利の実施に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 富士電機（株）は絶えず製品の品質と信頼性の向上に努めています。しかし、半導体製品はある確率で故障する可能性があります。富士電機の半導体製品の故障が、結果として人身事故、火災等による財産に対する損害や、社会的な損害を起さぬように冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計など安全確保のための手段を講じてください。
- 本カタログに記載している製品は、普通の信頼度が要求される下記のような電子機器や電気機器に使用されることを意図して造られています。

・コンピュータ	・OA 機器	・通信機器（端末）	・計測機器	・工作機械
・オーディオビジュアル機器		・家庭用電気製品	・パーソナル機器	・産業用ロボット など
- 本カタログに記載の製品を、下記のような特に高い信頼度を持つ必要がある機器に使用をご予定のお客様は、事前に富士電機（株）へ必ず連絡の上、了解を得てください。このカタログの製品をこれらの機器に使用するには、そこに組み込まれた富士電機の半導体製品が故障しても、機器が誤動作しないように、バックアップ・システムなど、安全維持のための適切な手段を講じることが必要です。

・輸送機器（車載、船用など）	・幹線用通信機器	・交通信号機器	
・ガス漏れ検知及び遮断機	・防災／防犯装置	・安全確保のための各種装置	・医療機器
- 極めて高い信頼性を要求される下記のような機器及び戦略物資に該当する機器には、本カタログに記載の製品を使用しないでください。

・宇宙機器	・航空機搭載用機器	・原子力制御機器	・海底中継機器
-------	-----------	----------	---------
- 本カタログの一部または全部の転載複製については、文書による当社の承諾が必要です。
- このカタログの内容にご不明の点がありましたら、製品を使用する前に富士電機（株）または、その販売店へ質問してください。本注意書きの指示に従わないために生じたいかなる損害も富士電機（株）とその販売店は責任を負うものではありません。