2019 OEGセミナー

車載部品の硫化腐食

規格動向と各種規格試験への対応について

2019年10月31日

沖エンジニアリング株式会社
システム評価事業部
小宮 有太

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1.電気・電子機器の硫化

2.車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

3.試験結果の比較
・試験条件
・試験結果

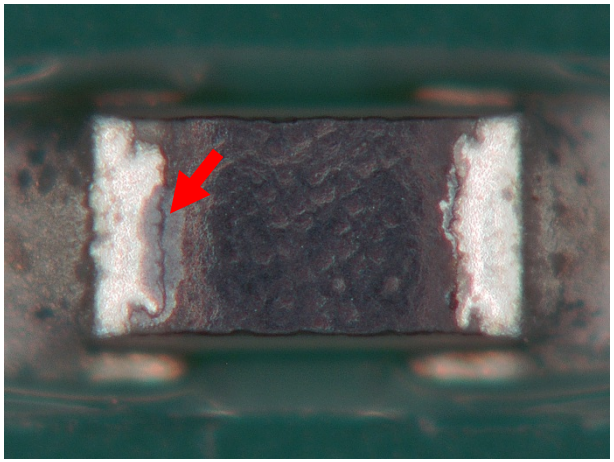
4.市場との比較例

5.まとめ

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

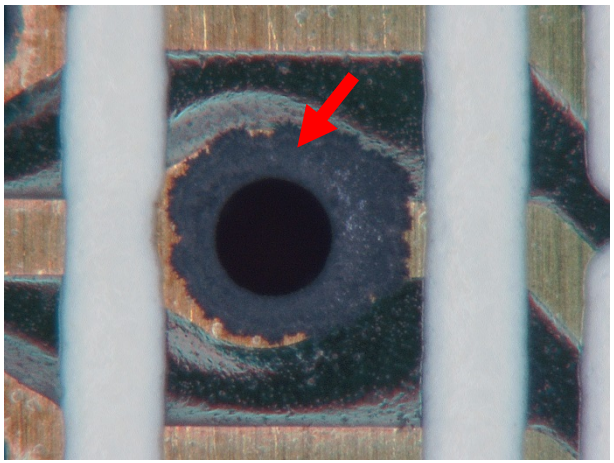
1.　電気・電子機器の硫化

銀や銅で構成されるLED素子や電子部品は、硫黄系ガスの存在下で硫化物を生成し、腐食や絶縁不良などを引き起こす原因となる



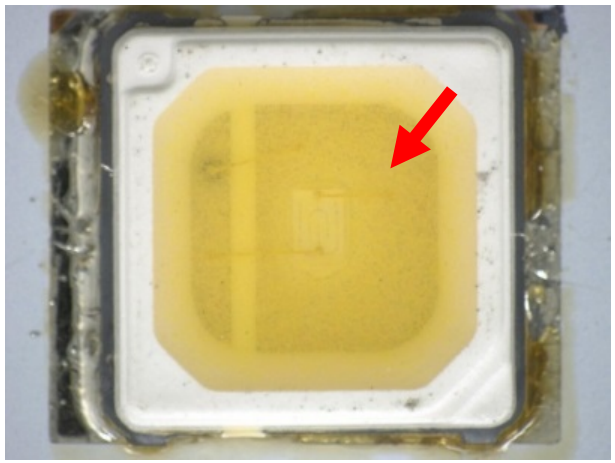
チップ抵抗の硫化

故障内容：Ag電極オープン故障



銅配線の硫化（スルーホール部）

故障内容：配線の断線



LED反射板の硫化

故障内容：光束低下、オープン不良等

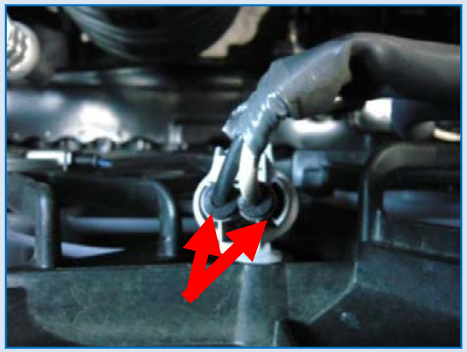
© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

1.1　硫黄系ガスの発生源

硫黄系ガスの発生源は、工場・排ガスなどの大気、自動車分野ではホース類やパッキンなどのゴム部品が考えられる
自動車に搭載される電子機器は増加しており、硫黄系ガス発生源の把握が重要になる

自動車に使用されるゴム部品例

ホース類


コネクタ：防水ゴムパッキン

ボンネットシール

ウェザートリップ

ランプパッキンシール

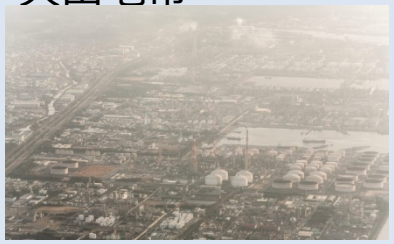
防振ゴム・マット
遮音ゴム
ジョイントブーツ
ワイパーゴム
タイヤ
・
・

一般部品

ゴム部品全般
梱包材
封止剤
潤滑油
・
・
・

大気

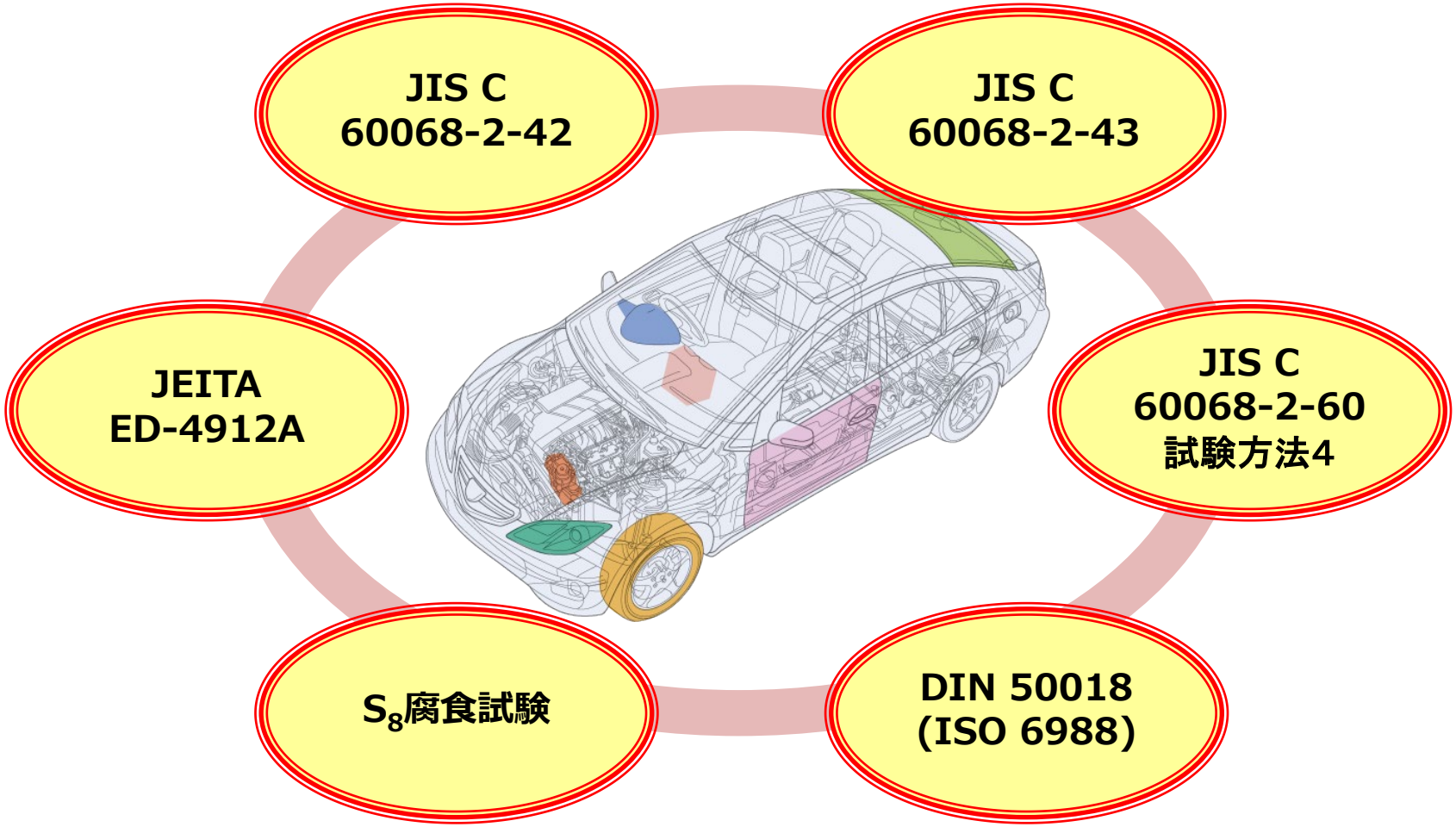
工場・排ガス
発電所
火山地帯



© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

1.2　硫黄系ガスの腐食試験規格

硫黄系ガスの腐食試験には様々な環境を想定した複数の試験規格が
存在しているが、各試験規格で腐食の度合いが異なるため、
適切な試験規格で試験を実施する必要がある。



© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1.電気・電子機器の硫化

2.車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

3.試験結果の比較
・試験条件
・試験結果

4.市場との比較例

5.まとめ

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

2.　車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

当社へご依頼の多い試験や、代表的な試験規格について、概要を示す。

- JIS H 8502
- JIS C 60068-2-42
- JIS C 60068-2-43　：硫化水素ガス試験
- JIS C 60068-2-60　試験方法1～4　：試験方法４　4種混合ガス試験
- JEITA ED-4912A　：硫化腐食試験
- S_8腐食試験　：硫黄粉を使用した暴露試験
- DIN 50018(ISO 6988)
- ASTM B 845
- メーカー規格

・

・

・

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

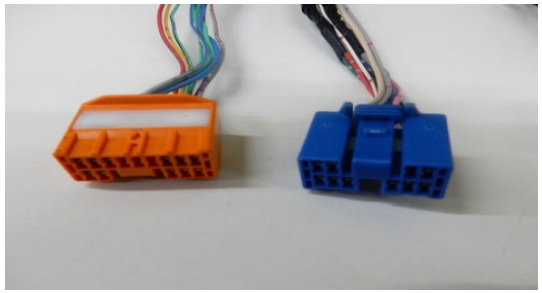
2.1　試験規格(JIS C　60068-2-43:硫化水素ガス試験)

接点及び接続部に使用される銀及び銀合金の腐食を評価

	JIS C 60068-2-43:1993
温湿度	25℃/75%RH
ガス濃度	H_2S：10～15ppm
主な車載部品	ECU、コネクタ、 スイッチ、 車内電子機器等

- 電子部品規格
  銀及び銀合金の腐食を評価する際に有効。

- 実環境条件が高温高湿で適切な特性が得られない恐れがある場合、40℃/80%RHを用いる場合がある。



コネクタ（参考例）

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

2.2　試験規格(JIS C 60068-2-60 試験方法4:4種混合ガス)

電気製品を屋内環境で作動及び保管する場合における腐食の影響を確認

	JIS C 60068-2-60:2018 試験方法4
温湿度	25℃/75%RH
ガス濃度	H_2S：0.01ppm SO_2：0.20ppm NO_2：0.20ppm Cl_2：0.01ppm
主な車載部品	ECU、車載カメラ、 車内電子機器等

- 電子部品規格
  屋内環境を想定した腐食試験として有効。
- 40℃80%RHなど異なる温湿度に
  変更する場合もある。
- 銅試験片を供試品とともに曝露する。
  2018年の規格改正より試験期間中の曝露から
  試験開始後4日間の重量増加量を測定に変更。

車室内電子機器（参考例）

ECU（参考例）

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

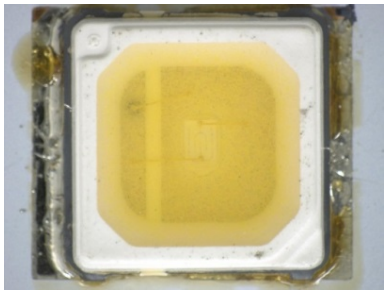
2.3　試験規格(JEITA ED-4912A：硫化腐食試験)

LED内の銀及び銀合金における硫化腐食による劣化の影響を評価

	JEITA ED-4912A:2018
温湿度	40℃/75%RH
ガス濃度	H_2S：2ppm NO_2：4ppm
主な車載部品	LEDを使用した製品 ヘッドランプ、 テールランプ等

- 電子情報技術産業協会(JEITA)のLED規格
  銀・銀合金の劣化の影響を評価する試験方法
- 2018年に硫化腐食試験方法が追加され
  改訂された。
  ※2020年には国際規格化を予定
- 銀試験片のみを供試品とは別に曝露する。
  試験前後での銀試験片重量増加量を測定。

テールランプ（参考例）



LED素子（参考例）

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

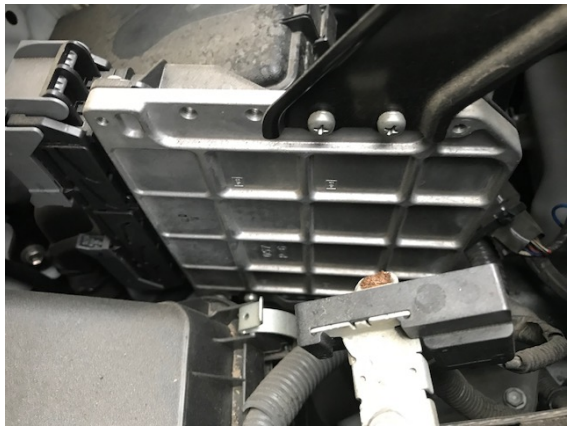
2.4　試験規格(S_8腐食試験：硫黄粉を使用した曝露試験)

硫黄(S_8)成分が発生するエンジンルーム内を想定した試験条件

	S_8腐食試験
温度	85℃/湿度無制御
ガス濃度	S_8：平均3.6ppm
主な車載部品	エンジンルーム内の部品等

- 硫黄(S_8)と供試品を同時に曝露することでエンジンルーム内のゴム製品等から発生する硫黄(S_8)の影響を想定とした腐食試験。
- 恒温槽を使用し、S_8濃度測定方法を確立した試験方法

エンジンルーム（参考例）



エンジンルーム内のECU（参考例）

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1.電気・電子機器の硫化

2.車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

3.試験結果の比較
・試験条件
・試験結果

4.市場との比較例

5.まとめ

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.1　試験条件

当社へご依頼の多い試験や代表的な試験について、
銀試験片を使用した各試験を実施し比較した。

	JIS C 60068-2-43	JIS C 60068-2-60 試験方法4	JEITA ED-4912A	S_8腐食試験
温湿度	25℃/75%RH	25℃/75%RH	40℃/75%RH	85℃/湿度無制御
ガス濃度	H_2S：12.5ppm	H_2S：0.01ppm SO_2：0.20ppm NO_2：0.20ppm Cl_2：0.01ppm	H_2S :2ppm NO_2 :4ppm	S_8：平均3.6ppm
試験時間	240時間	240時間	96時間	300時間
試験設備	ガス腐食試験機	ガス腐食試験機	ガス腐食試験機	当社独自試験機

ガス腐食試験機

サンプル設置例(S_8腐食試験)

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.2　サンプルと観察項目

試験規格では銀試験片や、銅試験片等をモニタ材として用いることがある。
顕著な差を比較するために、硫化が発生しやすい銀試験片で統一した。

モニタ材：銀試験片

- 純度　：９９．９８%以上
- サイズ：幅１０mm×長さ５０mm×厚さ０.５mm
- 表面積：１０６０mm^2

試験前の銀試験片（参考例）

有効的な腐食確認方法と考えられる重量測定・外観観察・分析にて比較を実施

- 重量測定・・・　腐食生成物の量を重量によって確認
- 外観観察・・・　銀試験片の表面を走査型電子顕微鏡(SEM)や
  マイクロスコープを使用して確認
- 分析　　・・・　エネルギー分散型 X 線(SEM-EDX)を使用した断面観察

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.3　外観観察結果(マイクロスコープ)

S_8腐食試験の銀試験片は毛羽立つような腐食物が生成されていた。

初期

JIS C 60068-2-43
：硫化水素ガス試験
(試験時間：240時間)

JIS C 60068-2-60
試験方法４
：4種混合ガス試験
(試験時間：240時間)

JEITA　ED-4912A
：硫化腐食試験
(試験時間：96時間)

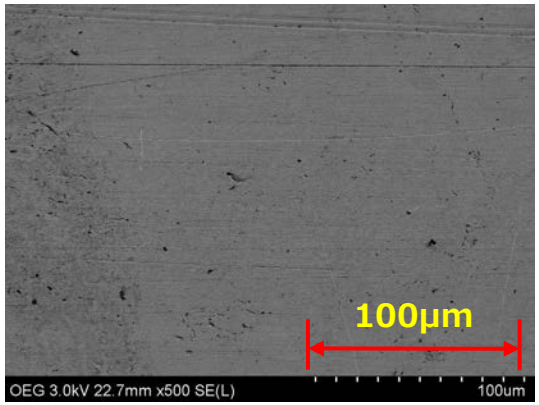
S_8腐食試験
：硫黄による曝露試験
(試験時間：300時間)

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

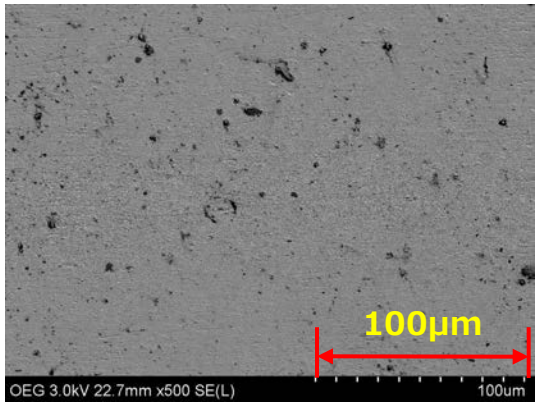
3.4　外観観察結果(SEM)

SEM写真では500倍の拡大写真で、S_8腐食試験の腐食物の形状が確認できた。

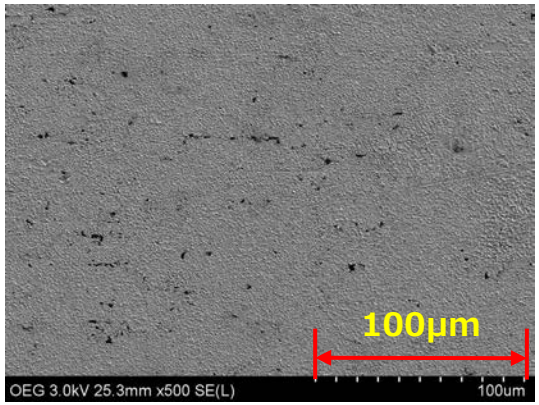
- 500倍に拡大



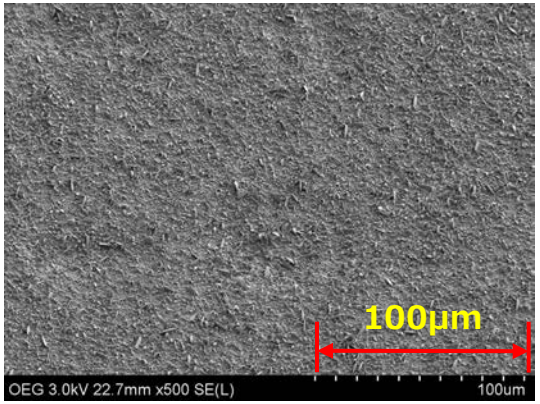
初期



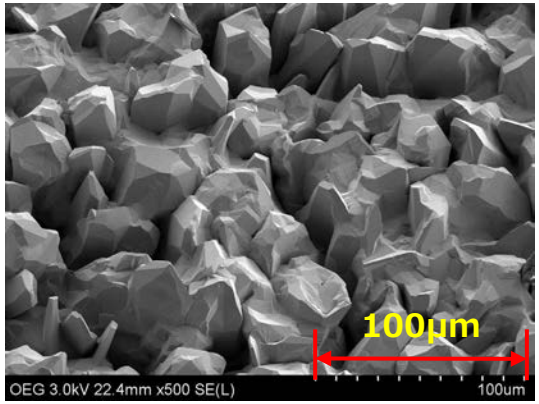
JIS C 60068-2-43
：硫化水素ガス試験
(試験時間：240時間)



JIS C 60068-2-60
試験方法４
：4種混合ガス試験
(試験時間：240時間)



JEITA　ED-4912A
：硫化腐食試験
(試験時間：96時間)



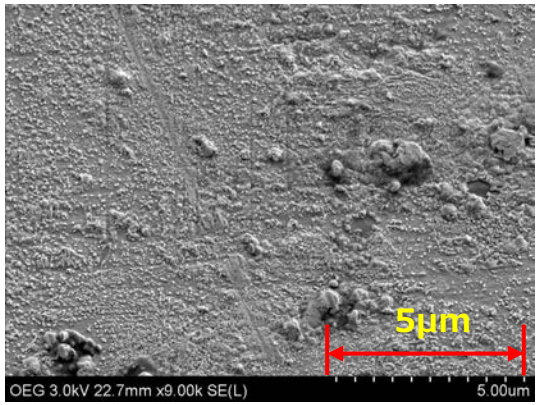
S_8腐食試験
：硫黄による曝露試験
(試験時間：300時間)

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

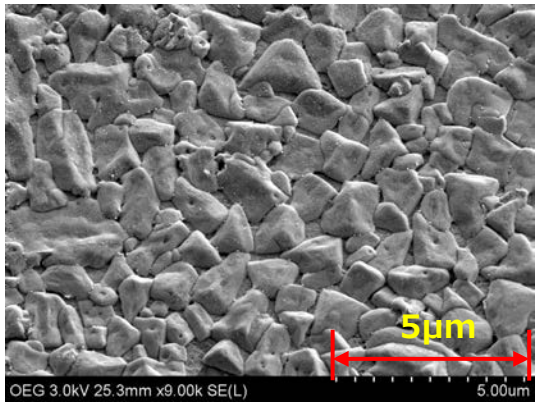
3.4　外観観察結果(SEM)

9000倍に拡大することで、他試験サンプルの腐食物の形状が確認できた。

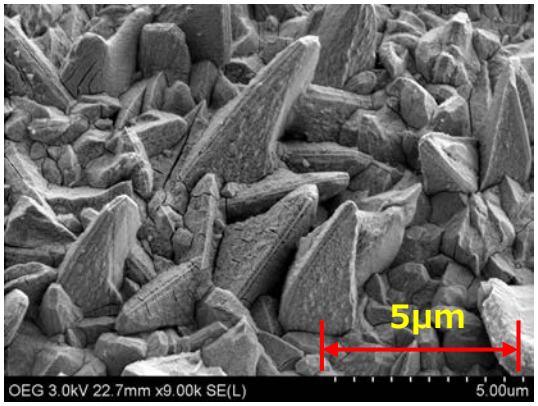
- 9000倍に拡大



JIS C 60068-2-43
：硫化水素ガス試験
(試験時間：240時間)

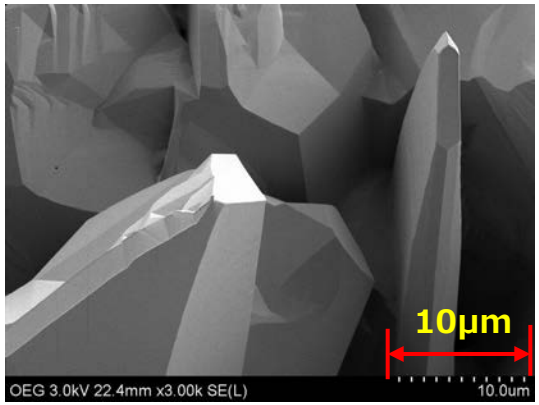


JIS C 60068-2-60
試験方法４
：4種混合ガス試験
(試験時間：240時間)



JEITA　ED-4912A
：硫化腐食試験
(試験時間：96時間)

- 3000倍に拡大

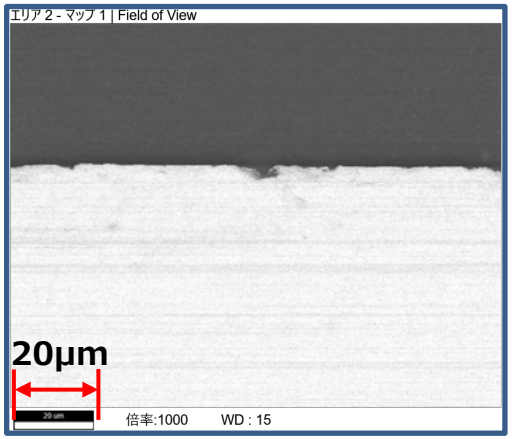


S_8腐食試験
(試験時間：300時間)

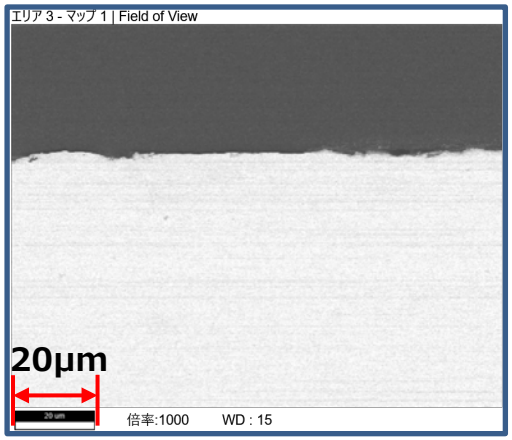
© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.5　断面観察結果(SEM)

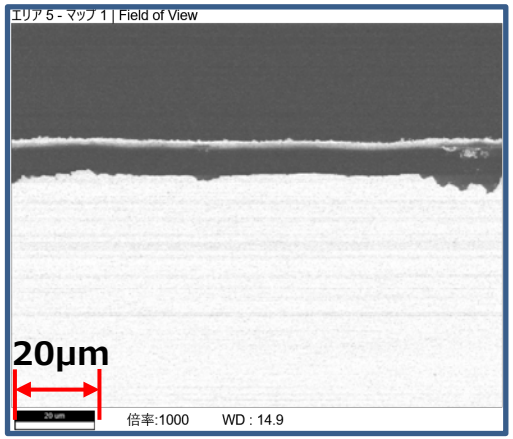
ED-4912AとS_8腐食試験では断面観察により腐食膜が確認された。



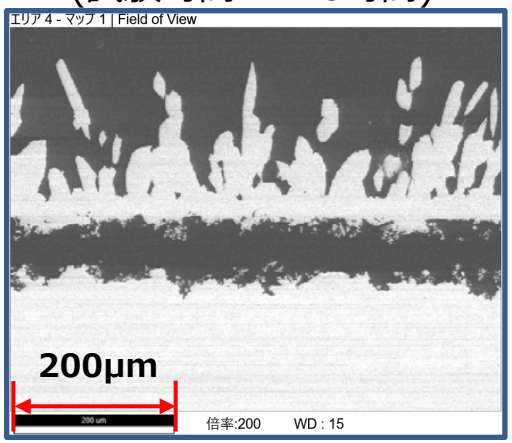
JIS C 60068-2-43
：硫化水素ガス試験
(試験時間：240時間)



JIS C 60068-2-60
試験方法４
：4種混合ガス試験
(試験時間：240時間)



JEITA　ED-4912A
：硫化腐食試験
(試験時間：96時間)

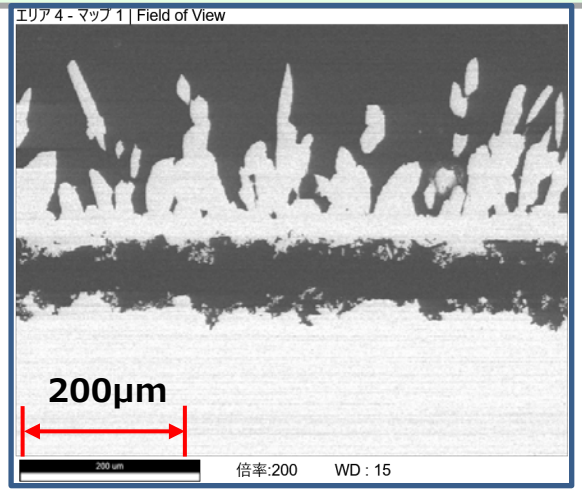


S_8腐食試験
(試験時間：300時間)

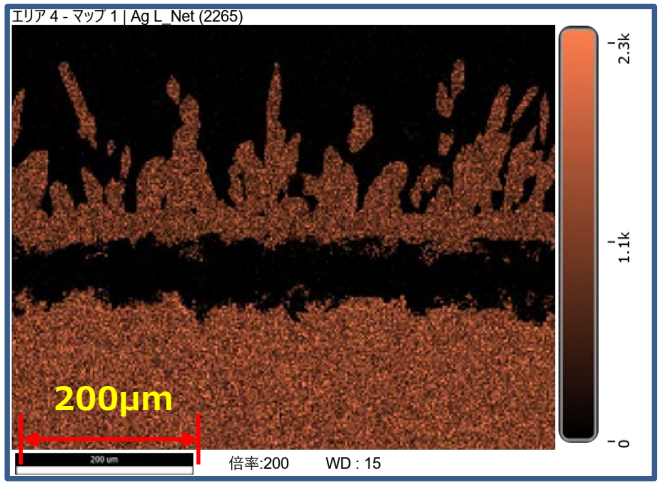
© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.5　断面観察結果（SEM-EDX）

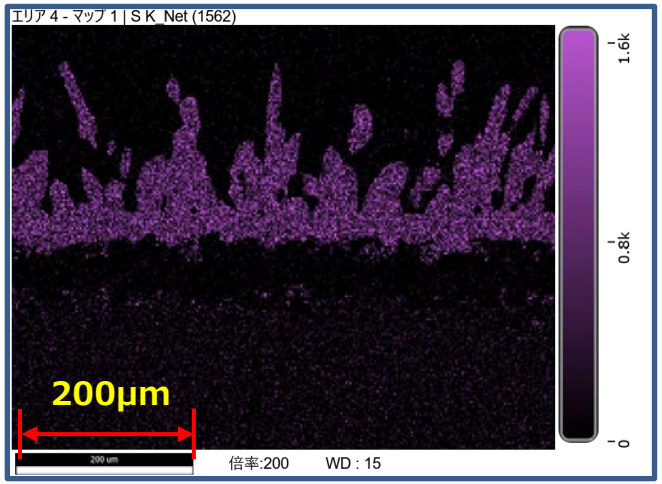
S_8腐食試験の変色していた箇所では銀と硫黄が検出された。(銀の硫化物)



S_8腐食試験
(試験時間：300時間)



銀の検出(S_8腐食試験)



硫黄の検出(S_8腐食試験)

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.6　重量測定結果

試験前後の銀試験片重量を測定した。
1日当たりの重量増加量は、S_8腐食試験が他の試験規格よりも増加しており、
今回実施した硫化ガス腐食試験の中では、最も厳しい試験条件といえる。

	JIS C 60068-2-43	JIS C 60068-2-60 試験方法4	JEITA ED-4912A	S_8腐食試験
試験時間	240時間	240時間	96時間	300時間
重量増加量	0.130mg	0.200mg	5.350mg	61.310mg
１日当たりの重量増加量	0.013mg/日	0.020mg/日	1.338mg/日	4.905mg/日

※試験時間に対する重量増加量はリニアに増加すると仮定

- 1日当たりの重量増加量の比較の結果

  S_8腐食試験　＞　ED-4912A　＞　JIS C 60068-2-60 試験方法４　＞　JIS C 60068-2-43

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

3.7　試験結果

- マイクロスコープでは銀試験片表面の腐食物の形状の違いが確認できなかったが、SEM観察では腐食物の形状が確認でき、試験規格による違いが確認できた。

- SEM-EDXを使用した断面観察により
S_8腐食試験で使用した銀試験片の表面に銀の硫化物が
生成されていたことが確認できた。

- 1日当たりの重量増加量は、S_8腐食試験で実施した銀試験片の重量が最も増加していた。
今回実施した硫黄系ガスの腐食試験の中では、
最も厳しい試験条件といえる。

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1.電気・電子機器の硫化

2.車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

3.試験結果の比較
・試験条件
・試験結果

4.市場との比較例

5.まとめ

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

4. 市場との比較例

市場との比較をするために、屋内環境腐食性分類規格のISO 11844を使用し比較した。

- ISO 11844:2006では想定される屋内環境下に、4種類金属(炭素鋼、亜鉛、銅、銀)を曝露させた際の重量増加量が区分により定められている。

- 車室内をIC3と想定し、各試験規格で測定した銀試験片の重量測定結果を用いて比較した。

◆ISO11844：屋内環境腐食性区分

腐食性区分	銀板の質量増加量 mg/m²・年	腐食環境	具体例
IC2	25 < r < 100	結露のリスクがなく特定の汚染物質がない、 低レベルの汚染エリア	博物館 制御室
IC3	100 < r < 450	特定の汚染物質による影響が中程度の汚染リスクがある 温湿度の変動がある加熱空間	電力業界の配電盤 非汚染地域の協会 田舎の屋外電話ボックス
IC4	450 < r < 1000	結露のリスクがあり、特定の汚染物質の影響の 可能性がある、中程度の汚染リスクがある空間	汚染された教会エリア 汚染地域での通信用の 屋外ボックス

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

ISO11844を基準とし腐食の加速性を比較した。
各試験規格の重量測定結果より換算した結果、S_8腐食試験は車室内想定の試験としては過度な試験になることが確認できた。
使用される環境によって、試験規格を選定する必要がある。

	JIS C 60068-2-43	JIS C 60068-2-60 試験方法4	JEITA ED-4912A	S_8腐食試験
重量増加量 mg/m²･年に換算	4,490mg/m²･年	6,899mg/m²･年	459,681mg/m²･年	21,111,600mg/m²･年
車室内を想定した場合の腐食の加速性 (ISO11844:IC3)	約10倍	約15倍	約1000倍	約47000倍

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

目次

1.電気・電子機器の硫化

2.車載関係硫黄系ガスの腐食試験規格

3.試験結果の比較
・試験条件
・試験結果

4.市場との比較例

5.まとめ

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

5. まとめ

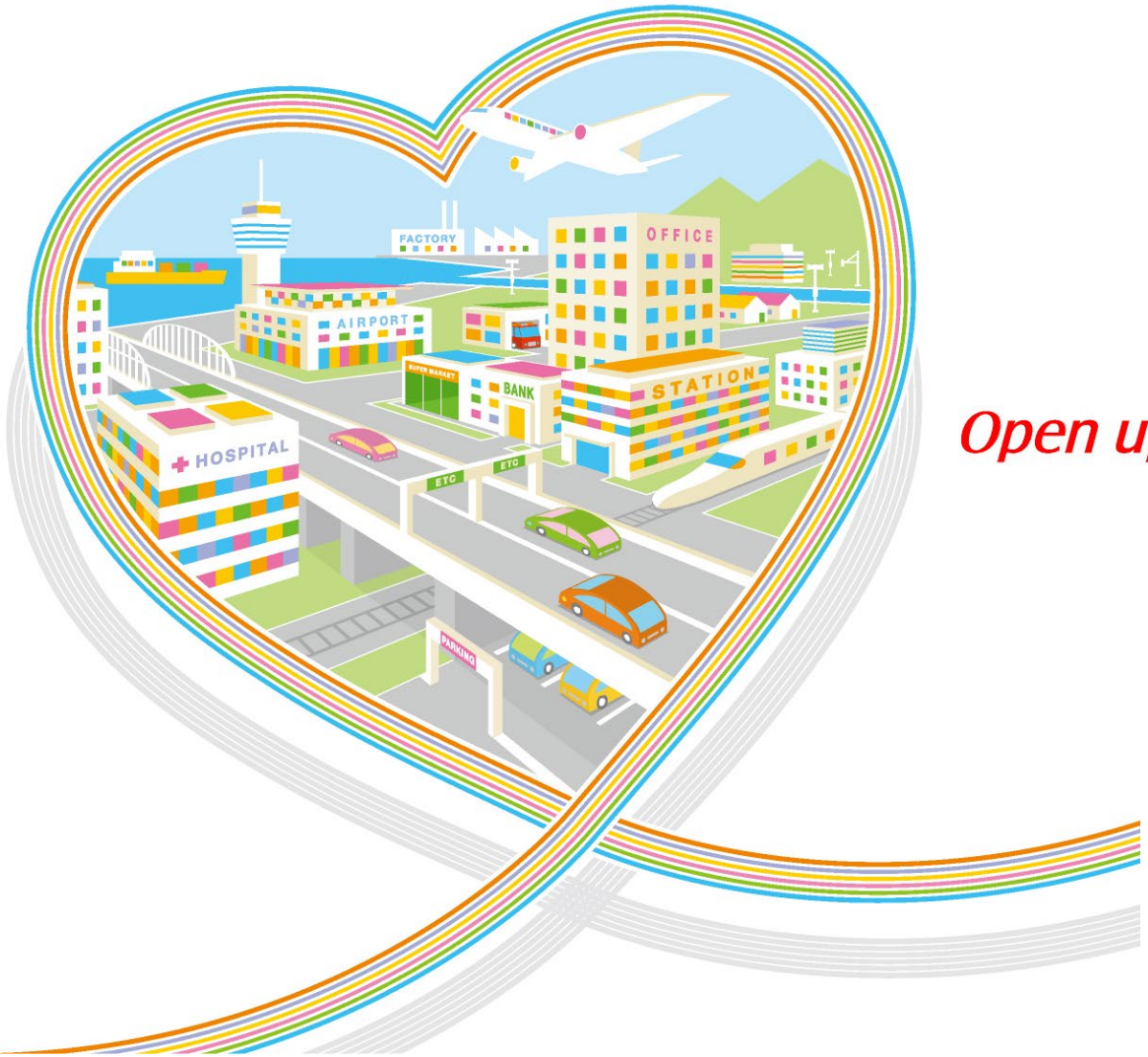
製品の使用目的、部品の材質、使用される環境などにより適切な試験条件を決める必要がある。
当社では、お客様の製品に対して状況に応じた評価を提案し、試験から分析や観察までワンストップで実現可能。

- 同じ銀試験片であっても、試験規格毎に腐食の形状が異なっていた。試験の目的、製品および部品の仕様、使用する環境を考慮し、試験規格を決定する必要がある。

- 今回の試験条件の中では、S_8腐食試験が最も加速性が高い試験方法であった。
  但し、SEM観察結果から他の試験条件と比較すると腐食生成物の形状が異なる状態のため、すべての市場環境と一致するとは言えない。

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.

ご清聴いただき、ありがとうございました



Open up your dreams

沖エンジニアリング株式会社
□ システム評価事業部
□ 担当　　：小宮　有太
□ TEL　　：0495-22-8140
□ E-mail ：oeg-rsales-g@oki.com
□ URL　　：https://www.oeg.co.jp/

© Copyright 2019 Oki Engineering Co., Ltd.