

沃尔特电子(苏州)有限公司

Volt Electronics (Suzhou) Co., Ltd.

“氢气检测胶带” 『DX-2106H』的特性介绍

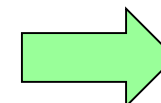
基盤機能材料事業部門
機能材料事業部
開発部 フィルター材グループ

【内容】

1. 关于胶带式氢气泄露检测的优点
2. “氢气检测胶带”的特征和产品构成
3. 氢气检测测试
4. 胶带的特性
5. 环境耐性
6. 低温~高温的氢气气体反应性
7. 关于空气中的氢气浓度和变色速度
8. 微量氢气泄露的反应性确认
9. 微量氢气泄露：手提式检测设备
10. 微量氢气泄露：肥皂水
11. 和其他检测方式比较的综述
12. 发电厂的应用案例
13. 使用方法和注意事项
14. 补充：关于胶带的黏贴方式
- ◆Appendix
15. 关于各种环境下的耐久测试
(H2暴露测试前后的外观、亮度差、粘着力、強度、残胶)
16. 关于燃点
17. 混合气体对于变色的影响



泄露
检测

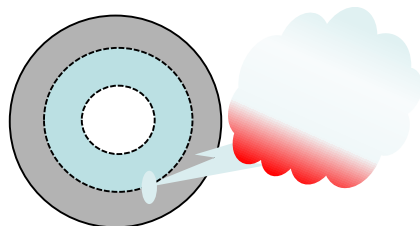


作成	照査	承認
樋口 2020.5.28		森 2020.5.28

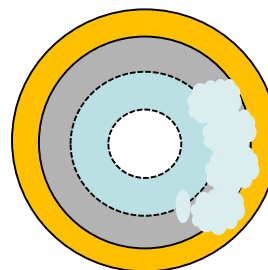
备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

1.用胶带来检测氢气是否泄露的优点：

- 通常使用的检测传感器由于会受到风力和周围环境的影响，在产生泄露时还是不容易察觉是否存在泄露。而使用胶带进行检测时、只要是在容易产生泄露的部位贴好胶带，只需目测，在短时间内就可以发现产生泄露的具体位置。
- 使用胶带进行预检，可以覆盖更多的会产生泄露的位置，从而排除隐患。而且不会受到检测位置或者风力等外界因素的影响。
(而使用检测传感器或者肥皂水时需要不断的查找泄露位置)
- 并且在包括凹凸面或者高处以及异型部等一些复杂空间的位置时，可以做到一目了然，准确找到泄露的位置



缠胶带后



备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

2. 氢气泄露检测胶带的特征及构造

■ 特征

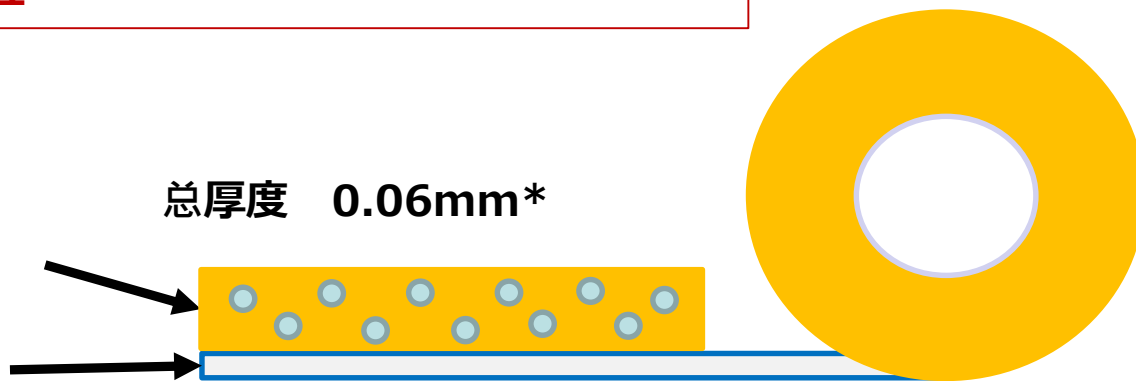
- 迅速的变色预警
- 可适用于宽域的温度范围
- 不可恢复性(一旦预警变色后不会恢复之前的颜色)
- 优良的耐候性

■ 产品构成

硅胶胶黏剂层
(氢气泄露检测层)

聚酰亚胺 基材
0.025mm*

总厚度 0.06mm*



* 数据均为测定值、非产品保证值

• 产品宽幅：2inch、长度：5yards (仅限)

- 和泛用的胶带在使用，保存等的方式相同
- 浓度1% (99%氮气混合时)、可检测10ml/min流速的氢气泄露
- 聚酰亚胺和硅胶的产品结构、使胶带可在更广的温度领域使用。
(耐热性的实际检测例：贴付在SUS304钢板温度160℃的情况下放置一个月后，无产生变色性能的问题)
- 优良的耐候性
- 由于使用的胶黏剂为硅胶、所以在剥离胶带时，几乎不会产生残胶现象。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

3. 氢气泄露检测试验

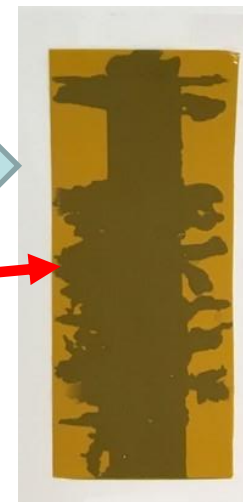
■ 试验方法:

1. 将管径直径大小不同的管相连接, 制作成故意有氢气泄露的状态
2. 将氢气以6mL/min.100%的流速从管道注入, 约5分钟后的状态进行目测



气体泄露的位置

■ 結果:



■ 有氢气泄露时, 胶带的颜色会迅速变为黑色进行预警

4. 胶带的特性

• 本胶带进本特性的公示。

对SUS板着力 (N/25mm)	5.1	拉伸速度 300mm/min
伸长率 (%)	79	拉伸速度 300mm/min 拉距 125mm
破裂強度(N/25mm)	171	拉伸速度 300mm/min 拉距 125mm
破坏電压 (V)	7080	電压上升速度 0.5kV/sec

* 测定的一例案例值, 非产品的保证值。

备注：本文所包含的技术, 营业机密, 著作权, 特许等的知识产权归本公司所有。

5. 环境耐性

• 测试方法：将胶带贴于SUS314的直管上、对应各种条件保存后、在室温条件下将氢气暴露后反应的变色情况进行确认。



• 对于各种环境下、都具有优良的耐久性。

		取出时的变色	取出后、氢气暴露*
高温	60℃ 6个月	无变色	反应、黑色化
低温	-5℃ 6ヶ月	无变色	反应、黑色化
高湿度	40℃x95%RH 6个月	无变色	反应、黑色化
耐候性	佛罗里达室外暴露 6个月	无变色	反应、黑色化
水浸漬	室温水浸泡 6个月	无变色	反应、黑色化

※本测试数据为实测值，非保证值。

※氢气暴露的测试方法

在30mLの玻璃管内放入样品胶带、按照100% 6mL/min.的条件进行氢气的暴露、确认有无黑色化
根据使用条件的不同、变成黑色化的时间可能会延长。



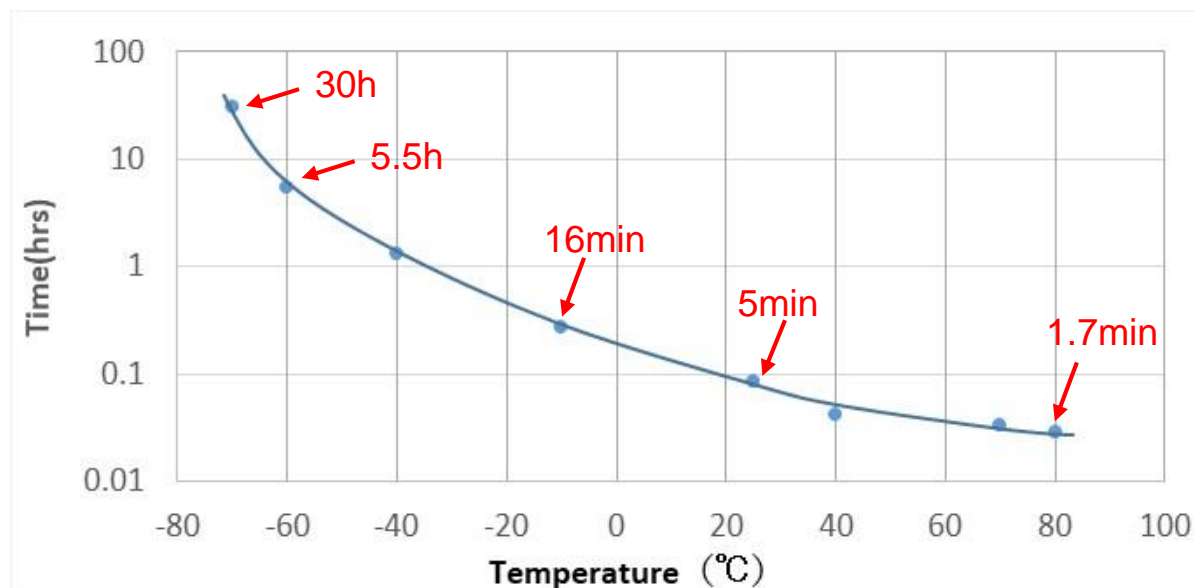
备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

6. 低温~高温的氢气气体反应性

方法：在玻璃管(容积30ml)内，放入用PTFE框固定后的胶带、保持温度为-70℃到+80℃的环境中、放入流量为6mL/min 100%的氢气根据时间的变化将胶带回收后测定变色的程度。

結果：下图中表示、提取变色程度为85%以上最大的时间段。25℃左右通常5分为黑色化、-70℃需要30hr、+80℃2分钟左右就会反应、更直观的显示了变色情况明。

* 对于氢气的反应、温度越高、流量越快、浓度越浓，则变色越快。



在玻璃管(容积30ml)内，放入用PTFE框固定后的胶带

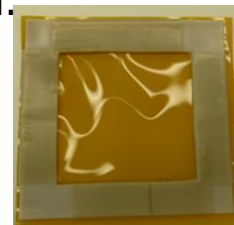


※本测试数据为实测值，非保证值。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

7. 空气中的氢气浓度和变色速度

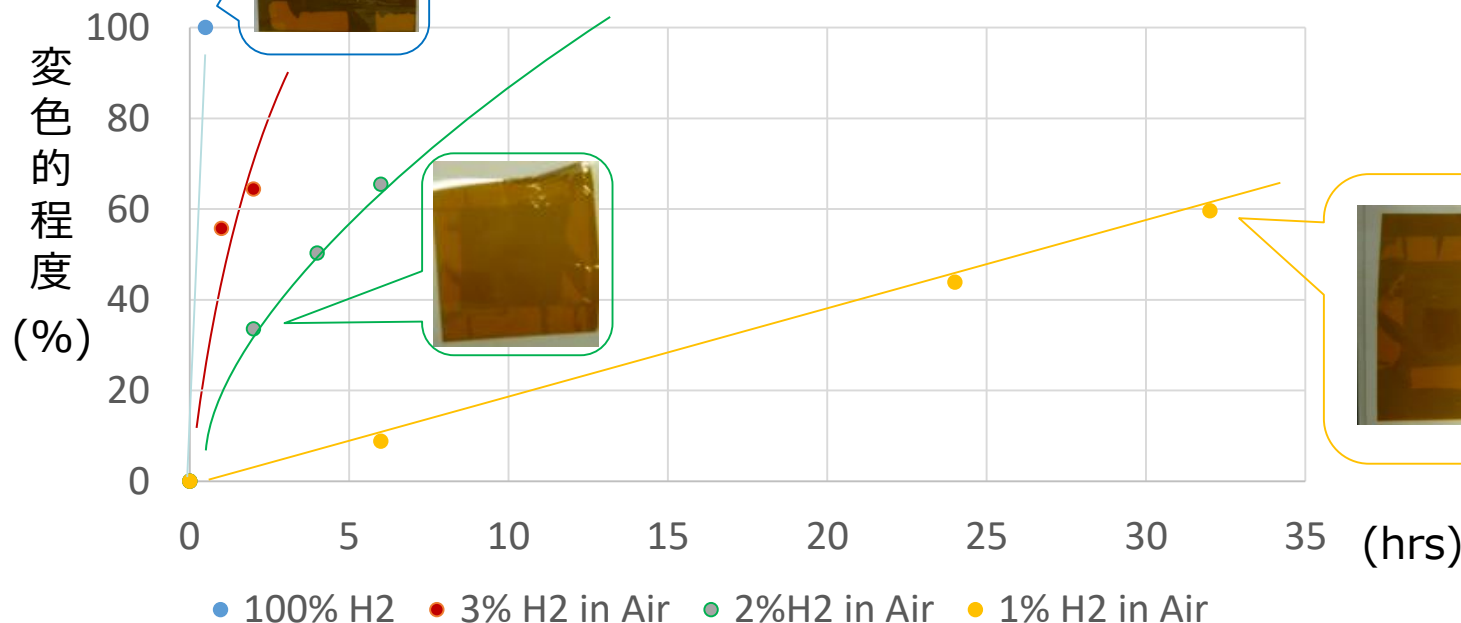
在PTFE的框上贴付检测胶带在30mlの瓶内放入室温100ml/min. の1%、2%、3%、100%的氢气
(平衡气体为空气) 对流入时的变色速度进行确认
(按照完全变色100%的浓度)



100%氢气5分钟以内完全变色

紧密贴付在PTFE的部分没有变色，维持原色。

空气中的氢气浓度 vs. 变色速度



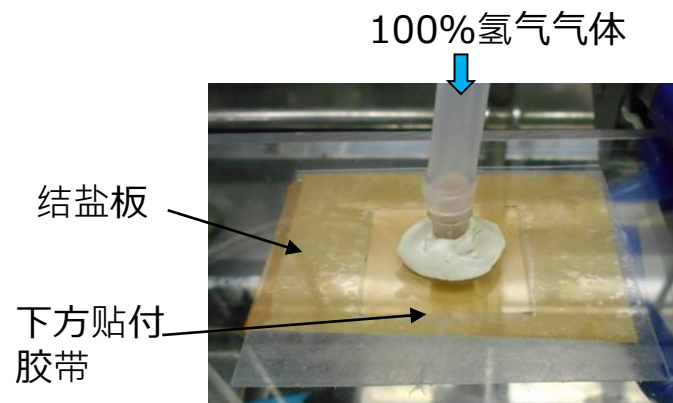
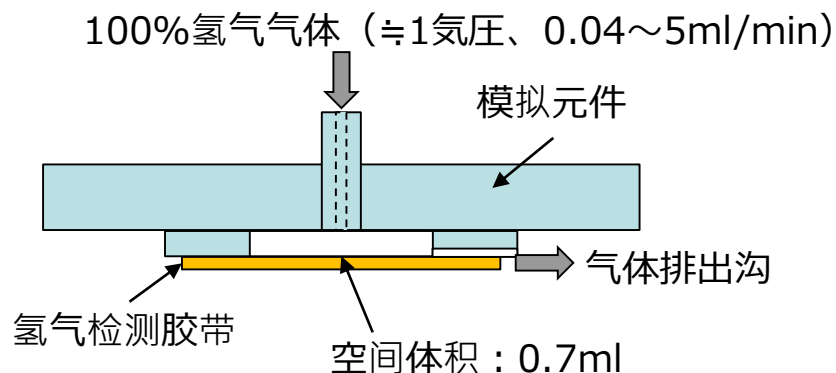
※本测试数据为实测值，非保证值。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

8. 微量氢气泄漏时的反应性确认

8.1 检测方法

■ 模拟元件



照片1. 模拟元件上方视图

■ 分光色差仪的情况

【装置】分光色差計SE6000 (日本電色工業)

【光源】C光源、2°視野

【測定径】φ6mm

【表色系】L*a*b*表色系

※測定时的背光为黑色



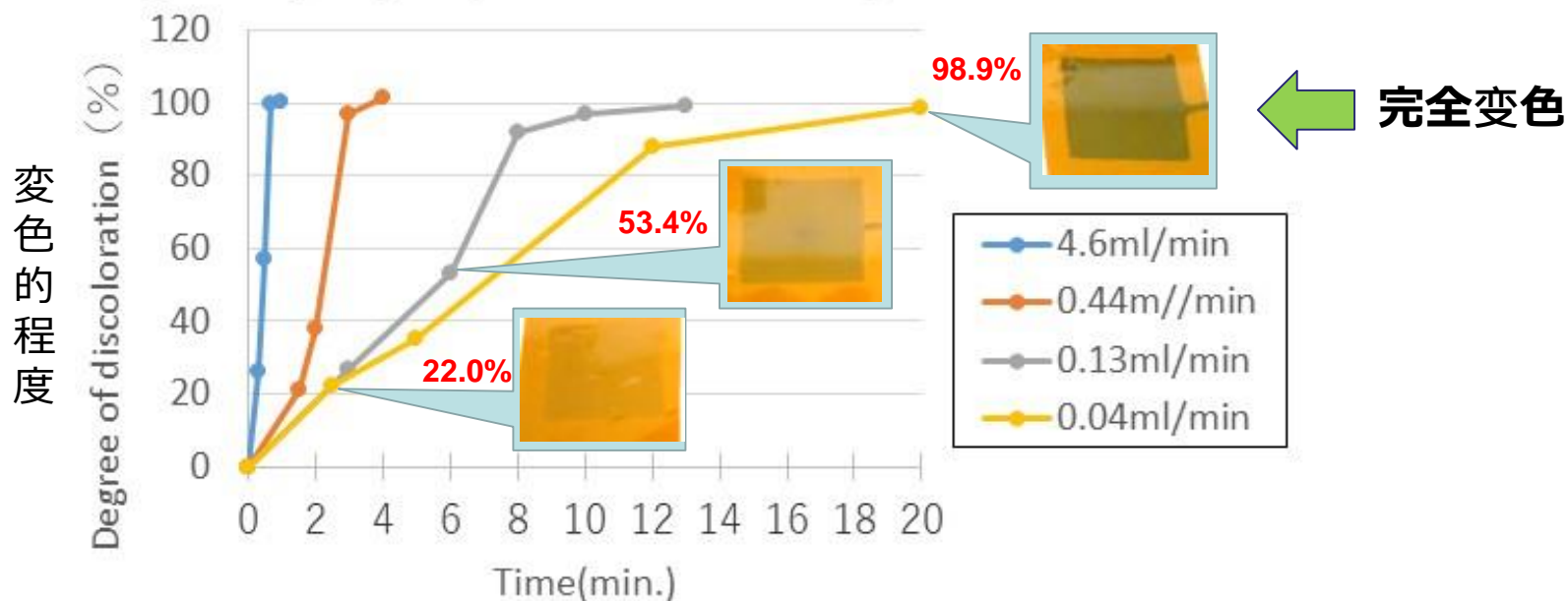
照片2. 分光色差仪

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

8.2 微量氢气气体泄露检测结果

- 将氢气气体完全暴露后达到最大变色程度
『100%变色』为依、各时间的变色程度如图所示。
- 約5ml/min的气体流量約1分钟程度、
0.5ml/min約3分钟会明显变色
- 另外、即使像0.04ml/min微小的流量也会在10~20分钟变色

Fig 1. Hydrogen gas leak rate and degree of discoloration



※本测试数据为实测值，非保证值

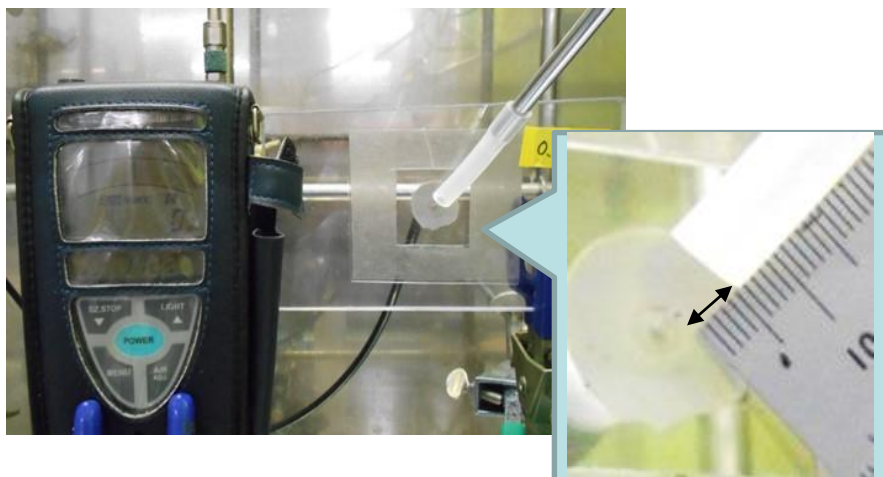
备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

9. 微量氢气泄露：手提式检测设备

※气体传感器：新Cosmos电机制 型号XP-3160
(200ppm时警报、max2000ppm)

※将简易的元件的坑洞 (φ1.3mm) 垂直立起在3~5mm的位置
約45°的角度将传感器前端后观测数值。
读取数值时间約为30sec~ 1分钟。

氢气流量 (ml/min)	传感器指示值范围*(取平均值平均值：青字max值)
4.6	>2000ppm (超过范围)
0.44	100~300ppm (≒200ppm)
0.13	0~40ppm (≒20ppm)
0.04	0~20ppm (≒0ppm)



※由于传感器的指示值十分波动、数据仅做参考

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

10. 微量氢气泄露：肥皂水

※在水平放置结盐制简易元件滴落SNOOP、
在气体出口坑洞（φ1.3mm）出现的气泡进行观测

文書番号：Fun.2005-0051

2020年5月28日

① ~4.6ml/min

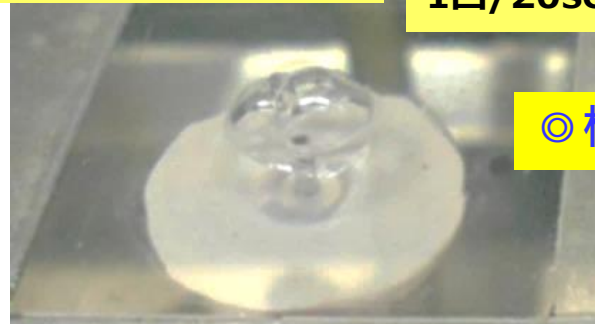
頻度：
1回/1sec以下



◎ 检测可

② ~0.44ml/min

頻度：
1回/20sec



◎ 检测可

③ ~0.13ml/min

頻度：
1回/約45sec



▲ 检测困难

④ ~0.04ml/min

頻度：
1回/約80sec

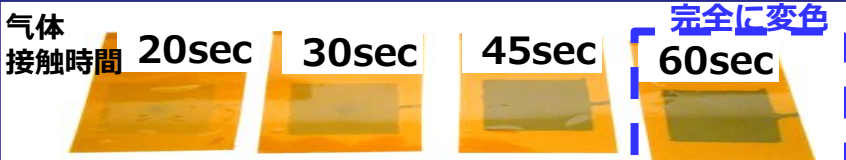
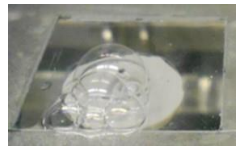
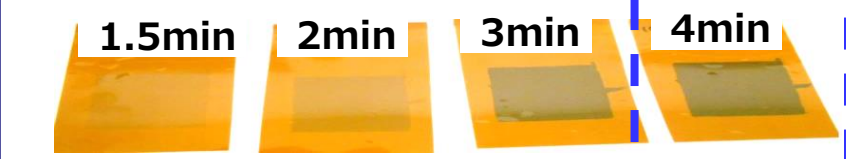
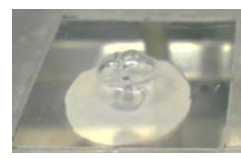
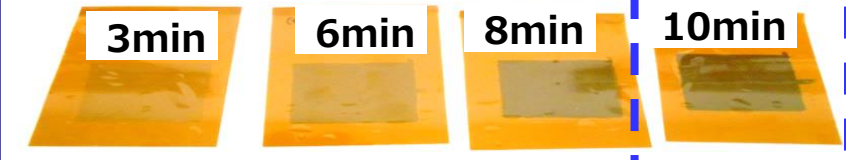


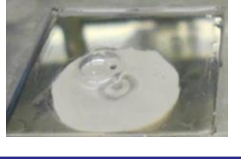





× 检测非常困难

※如果气泡的发生頻度以30sec/次以上的话、很难测出
※坑洞面为垂直的情况下、SNOOP液流出时将会更难检测

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

11.和其他检测方式比较的综述

H2气体流量 (ml/min)	氢气检测胶带(氢气暴露時間)	检测仪 指示Max.值	肥皂水
4.6	<p>气体接触時間</p> 	>2000ppm	 <p>◎ 检测容易</p>
0.44		~300ppm	 <p>○ 检测可能</p>
0.13		~40ppm	 <p>▲ 检测困难</p>
0.04		~20ppm	 <p>× 检测十分困难</p>
結果	 <ul style="list-style-type: none"> 可预先检测泄露 贴于特定场所简单目测 	 <ul style="list-style-type: none"> 对于监测端接触不到的特殊位置很难检测 受环境影响容易偏差 	

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

12. 发电厂的应用案例

室外
储气瓶



室内
阀门
配管



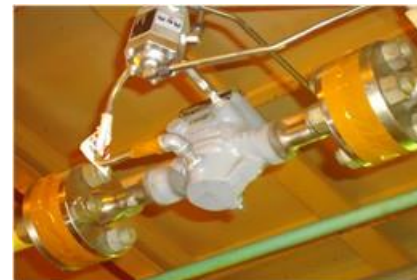
发电机
主体下部
(高处)



压力表



流量计



法兰部
检测泄漏！



各種屋外繼手



调压阀
的连接处
检测泄漏!!



【优点】

- ①有效缩短检查时间
- ②提前预知泄漏，防止停机
- ③提早发现泄漏、缩短检修停机时间
- ④可对高处以及手不易碰触的位置的泄露一目了然。（目测）

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

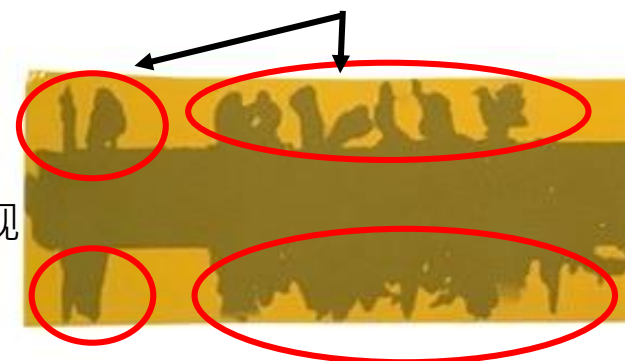
13.使用方法和注意事项

文書番号：Fun.2005-0051

2020年5月28日

- 本产品可作为气体检测系统的一部分对于气体泄露的特定位置进行检测使用。请勿将本产品单独用于可燃性气体，危险性气体的泄露检测。
- 本产品无法作为阻止气体泄露产品使用。
- 在进行胶带贴付或者缠绕时尽量避免过多贴付或缠绕，需过量缠绕时请将隔层之间的空气排出后紧密贴付或缠绕，保证可目测到最下层的变色。
- 贴付或缠绕时如果产生皱褶或者鼓包时，气体泄露检测会出现『变色部位形状的变化』请参考右图所示的红圈部位。
- 为了使气体产生泄露时更清晰的进行目测辨别、在贴付或者缠绕胶带时尽可能将胶带贴付或缠绕在更广的对象物上。如果胶带全面变色的话，会出现泄露位置不明确的现象产生。
- 在容易产生泄露的部位、也可以采用『两面对贴』的贴付方式，效果也会很好。

『变色部位形状的变化』的案例



『两面对贴』例→

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

13.使用方法和注意事項(后续)

- 氢气以外的还原性气体（硫化氢，一氧化碳等）如果在高温，高浓度的条件下，也会产生使胶带颜色变黑的情况发生。
- 由于纸箱中含有硫磺成分的残留物或者有硫磺成分气体产生时，胶带也会出现颜色变黑的情况发生，所以在胶带保存时，务必将胶带放入袋中进行仓储。
- 受管道材质的影响（如铜管等）、又或在高温（100℃以上）等的情况下，也可能出现气体无泄露也变色的可能。
- 在高温或者长期暴露在室外时胶带会出现色变的部分斑点，这种情况时并非气体泄露。气体泄露时，胶带表面会出现大部分色变。
- 在高温时、被手接触的部分由于附着了皮脂或者在胶黏剂的表面附着的有机物分解时，也会有颜色变黑情况的发生。
- 当确认胶带产生变色时，可用氢气检测器对是否为氢气气体泄露的情况再进行确认。



在210℃x8hrs的条件下放置后无色变的产生，但是用手接触过的部位却产生色变。



斑点形态的变色例

* 本资料的数据均为测定值的一例、非产品保证值

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

13.使用方法和注意事項(后续)

- 在生锈的管道贴付，或者胶黏剂表面有雨水时，胶黏剂表面会粘附细微的锈蚀粒子颗粒，或者在雨水干燥后，都会导致对于氢气泄露检测的反应延迟现象的发生。
- 又或者铁管受到雨水的冲刷后产生黑色的锈水，也会导致胶黏剂的表面变为黑色现象的发生。
- 由于尚未对全种类的涂料的影响确认完成，所以根据涂料的种类不同，对于氢气的反应也是会有影响的可能。特别是在涂料尚未干透以及涂料有挥发气体的情况时，也会影响产品的性能。
- **镀层没有处理的钢管或者镀锌的钢管以及铝管在和有水的共存条件下，也会出现变色的现象发生。**
- 长时间受到日晒（=紫外线）聚酰亚胺基材的会出现强度变弱从而会出现胶带剥离困难的现象产生。如果出现这种情况，可在表面用其他类的粘着胶带进行黏贴剥离，或者使用含酒精的液体进行擦拭。

* 本资料的数据均为测定值的一例、非产品保证值

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

14. 补充：胶带的黏贴方法

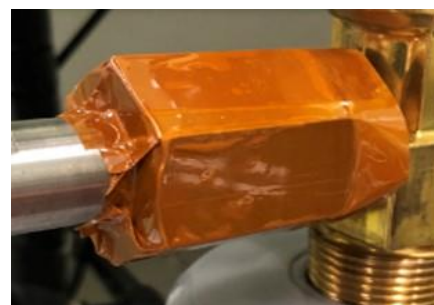
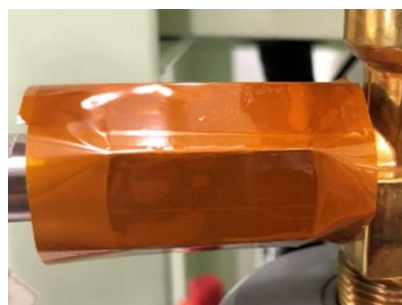
【粘贴方法例1】 ⇒ 可对应长度为35mm尺寸的螺栓

①剪成宽50mm长110mm尺寸的胶带、将螺栓进行缠绕贴付

②贴付时需无皱褶。尽量保证搭接部分越少越好

③两侧的端部尽量保证平整贴付，保证贴付后平整光滑

④其余的端部部分也同样尽量保证平整贴付，保证贴付后平整光滑

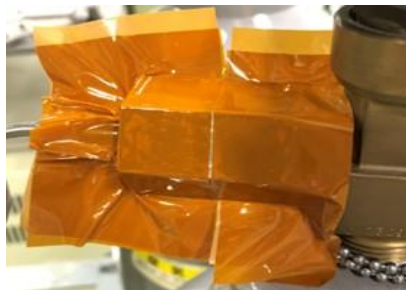


【粘贴方法例2】 ⇒ 对于长度为40mm的螺栓需要补足式贴付

①剪成宽50mm长为80mm程度的两块胶带、在螺栓的周围进行各半周贴付

②将胶带只在螺栓的周围进行各1/2周贴付(右半部分)

③鼓包的部分、将空气排出保证胶带紧密贴付(右半分)



●无论是哪一种贴付方式，为了使胶带对于微量泄露也能敏感检测，所以尽量压缩胶带的贴付空间进行贴付或缠绕

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

Appendix

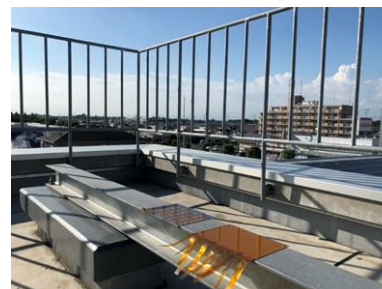
备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

15. 各种环境下的耐久试验

■ 检测方法：保存环境如下所示。

- 1) -70°C (冷柜)
- 2) 室温水
- 3) 室外暴露 (阳光, 雨)：埼玉县深谷市的屋顶
- 4) 50°C x 95%RH (恒温恒湿箱)
- 5) 60°C (热风循环式干燥机)
- 6) 125°C (热风循环式干燥机)
- 7) 160°C (热风循环式干燥机)
- 8) 180°C (热风循环式干燥机)
- 9) 200°C (热风循环式干燥机)
- 10) -40°C~125°C x 各30min. (冷热试验机)

室外暴露例



水浸泡例

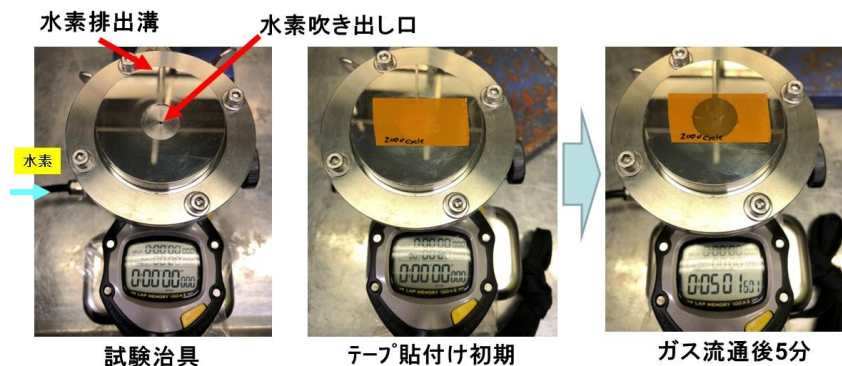


■ 氢气气体暴露试验：

- 将氢气检测胶带贴付在用360砂纸对表面打磨过的SUS316L的钢板上、在上记的环境下保存一段时间后回收，室温下で氢气气体暴露試験 (5ml/min x 5min) 方式进行。

图. 评价元件上胶带对于に氢气气体暴露試験的概要

气体滞留空间尺寸：
深度1mm x Φ15mm
(≒ 1.8ml³)



备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。







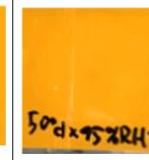
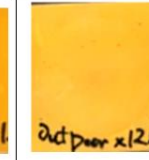
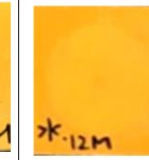



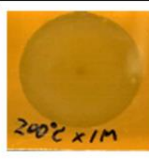



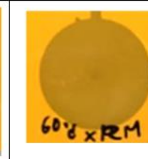


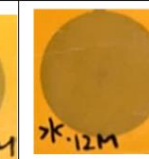







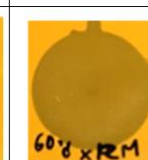



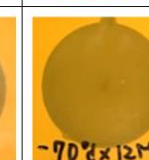
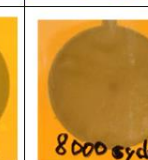
15.1 氢气气体暴露试验前后的外观

文書番号：Fun.2005-0051

2020年5月28日

- 图示各环境下**12个月(一部分1个月)保存后**氢气暴露試驗(=室温)的前后外观。
- 温度在200°C时的初期状态已经黑色化，所以一个月即结束。
- 160°C、180°C、12个月后进行胶带的正常剥离，将粘着剂/基材之间剥离(=完全残胶)、SUS钢板和粘着剂层用剃刀剥离后回收。
⇒再次接触时粘着力已经非常微弱

◎下表中无论哪一种保管条件、5分后均可目测到色变。

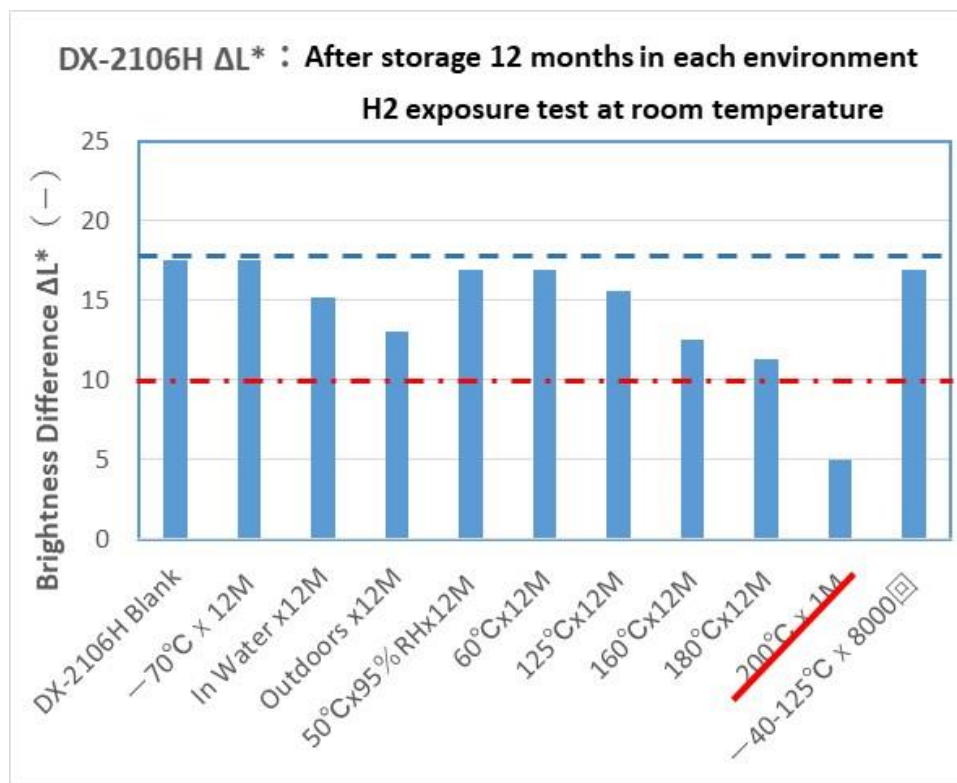
	Blank	200°Cx1M	180°Cx12M	160°Cx12M	125°Cx12M	60°Cx12M	50°Cx95%RH x12M	Outdoors x12M	In Water x12M	-70°Cx12M	Heat Cycle x8000 -40~125°C
Initial state	 FCR891	 200°Cx1M	 180°Cx12M	 160°Cx12M	 125°Cx12M	 60°Cx12M	 50°Cx95%RH-1	 Outdoors x12M	 水x12M	 -70°Cx12M	 8000 cycle
H2 exposure 2min.	 FCR891	 200°Cx1M	 180°Cx12M	 160°Cx12M	 125°Cx12M	 60°Cx12M	 50°Cx95%RH-1	 Outdoors x12M	 水x12M	 -70°Cx12M	 8000 cycle
H2 exposure 5min.	 FCR891	 200°Cx1M	 180°Cx12M	 160°Cx12M	 125°Cx12M	 60°Cx12M	 50°Cx95%RH-1	 Outdoors x12M	 水x12M	 -70°Cx12M	 8000 cycle

※本結果为弊公司内部测试结果，非保证值。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

15.2 氢气气体暴露试验的明度差测定

- 图示各试验料的氢气暴露试验前后的色差测定結果。
- 除了200°Cx1个月时的情况，无论哪一种的保管条件，明度差都在10以上，通过目测可以准确分辨是否变色。
- 特别是高温环境温度200°C、180、160°C时，初期状态时就开始微变色，氢气气体暴露前后的明度差 ΔL^* 会有低下的倾向。



初期的目测级

一般通过目测可容易分辨的目测值
($\Delta L^* \geq 10$)

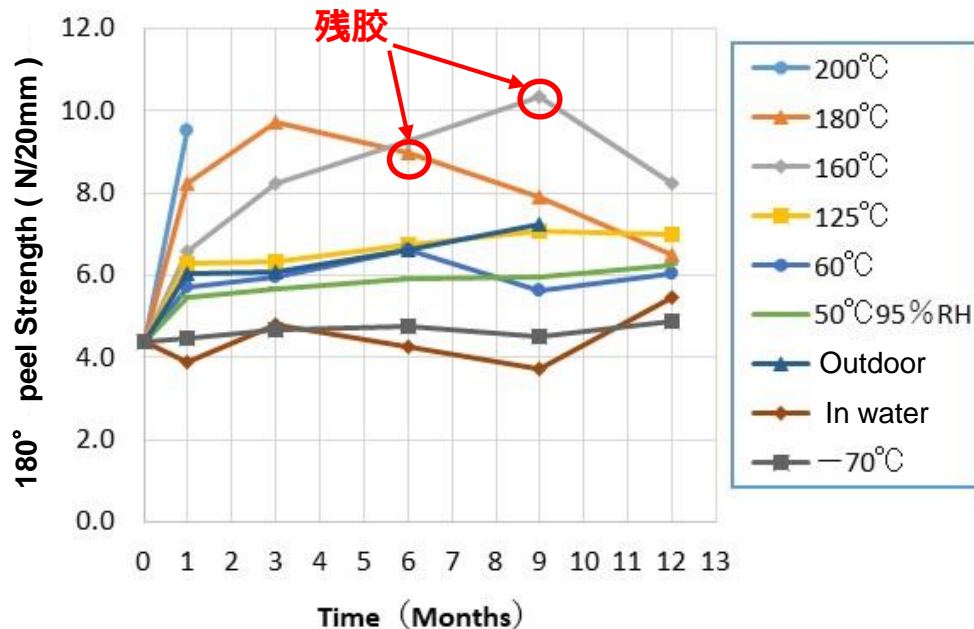
※本結果为弊公司内部测试結果，非保証值

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

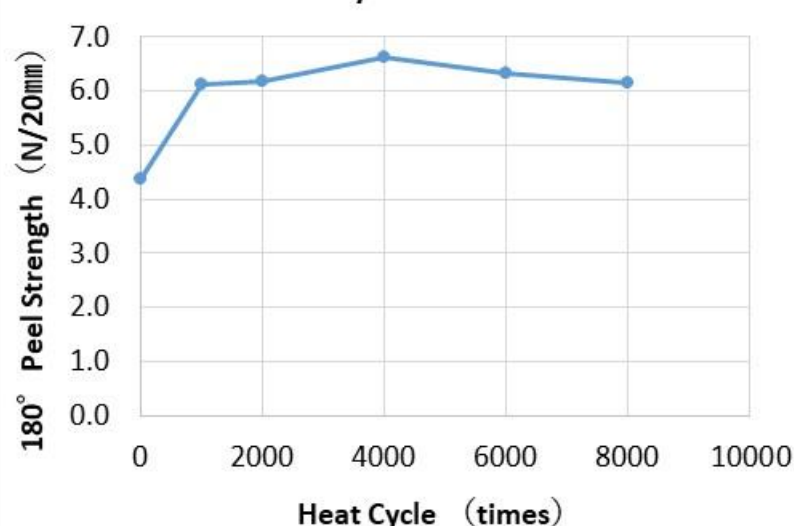
15.3 各环境保存后胶带的粘着力

- 图示各环境条件下保存后对于加工品的粘着力测定结果。
- 特别是保管温度越高，粘着力的增加就越大。
(160°C以上时、粘着剂会慢慢分解)

DX-2106H Tape: Peel strength after storing under each conditions (vs. SUS316L: surface roughened)



DX-2106H : Heat Cycle Test -40~125°C x 30min.



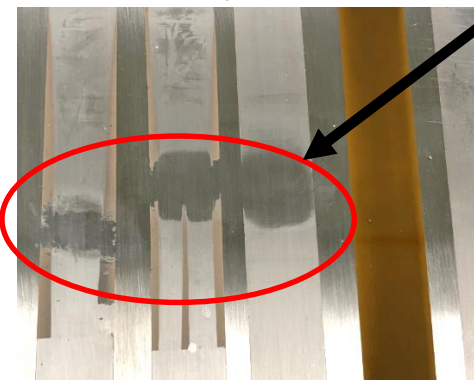
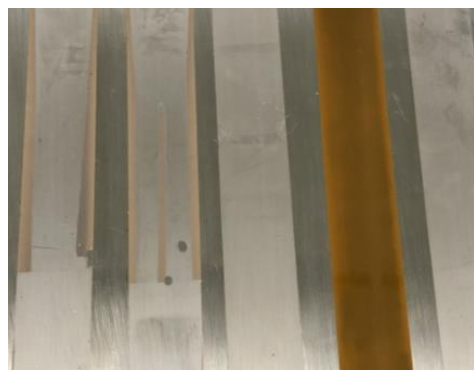
※本結果为弊公司内部测试结果，非保证值

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

15.4 关于残胶

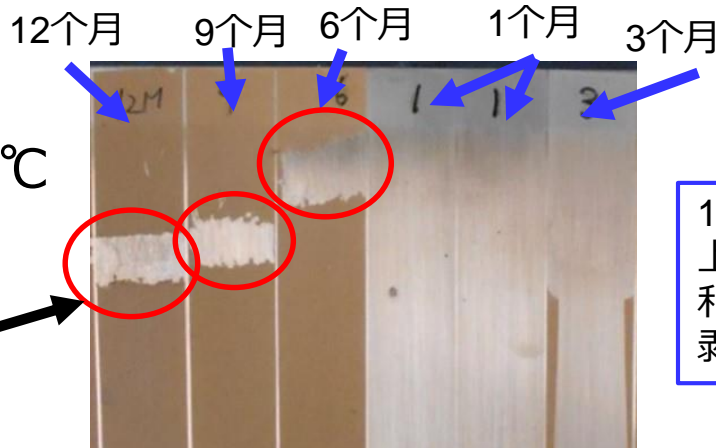
- 在有涂装面的情况下、剥离胶带时可能会将涂装部分一并剥离。所以请事前确认好被使用的被着体。
- 残胶也会对被着体的表面进行影嚮。所以请事前确认好被使用的被着体。

■ 200°Cx1个月



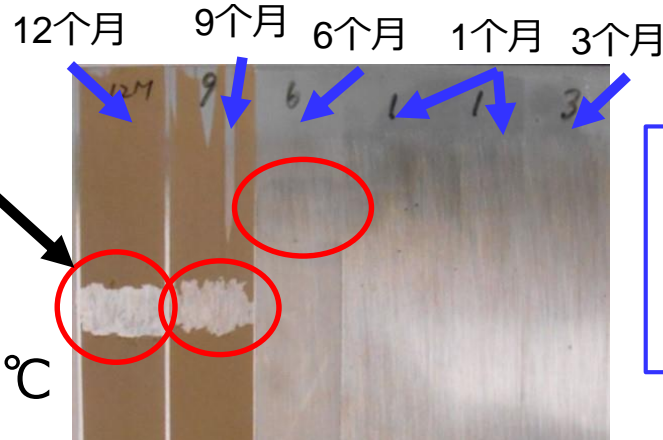
■ 180°C

用手指或指甲
用力擦拭会
大部分去除



180°Cx6个月以上时、粘着层和基材之间会剥离

■ 160°C



160°Cx6个月时会产生微量残胶。9个月以上粘着层和基材之间会剥离。

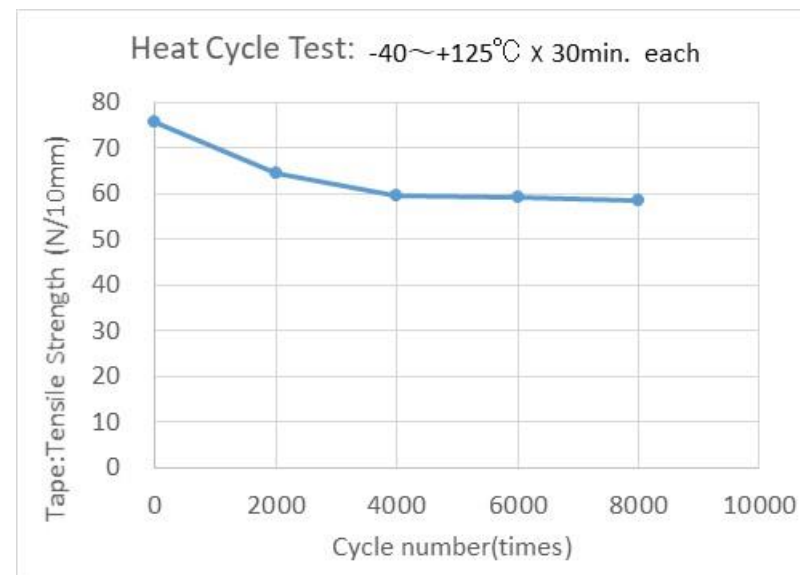
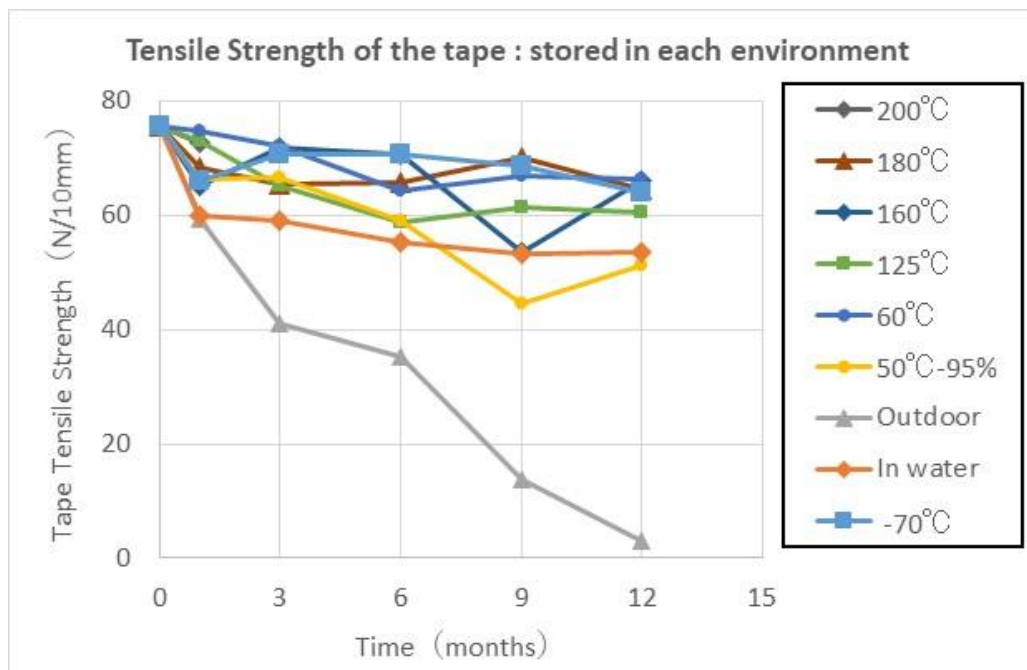
备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

15.5 各环境保存后胶带的强度

文書番号：Fun.2005-0051

2020年5月28日

- 图示各环境条件下保存后对于胶带强度的测定結果
 - 特别是室外（阳光直射和降雨）、在50°Cx95%RH、水浸泡时会大大降低胶带的强度。
 - 『室外9个月』保管后的胶带有可能从被着体剥離可能。这时、几乎没有残胶的产生。
- (※包含在室外使用时，胶带的推荐使用期限为6个月)



※本結果为弊公司内部测试結果，非保证值。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

16. 关于燃点

■ 试验方法

- ASTM E659-78

“Standard Test Method for Autoignition Temperature of Liquid Chemicals”

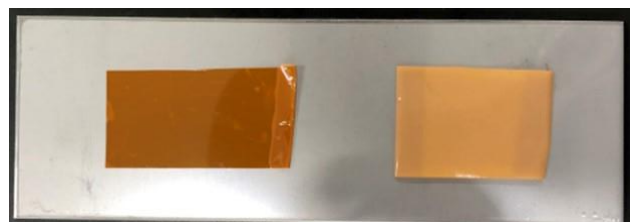
- 藏持科学器械製作所製 ASTM式 燃点试验机

■ 結果

- 燃点 456°C
- 200°C以上持续使用会导致粘着剂的劣化，456°C以上温度下会产生自燃。
- DX-2106H在100°C以上的使用实绩很少、所以不推荐使用。
具体的使用環境是否适合使用，还请事前认真确认。

■ 400°C干燥机内保管胶带的变化一例

(左) 上面:聚酰亚胺基材
(右) 上面:粘着剂层



400°Cx1hr后

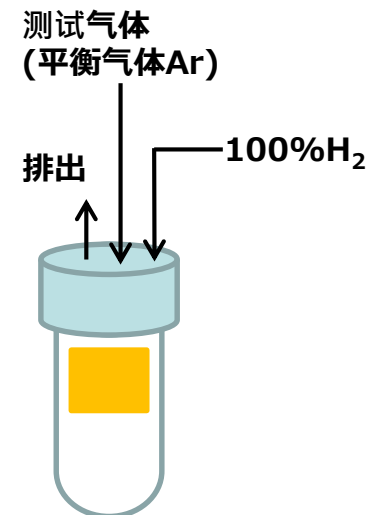
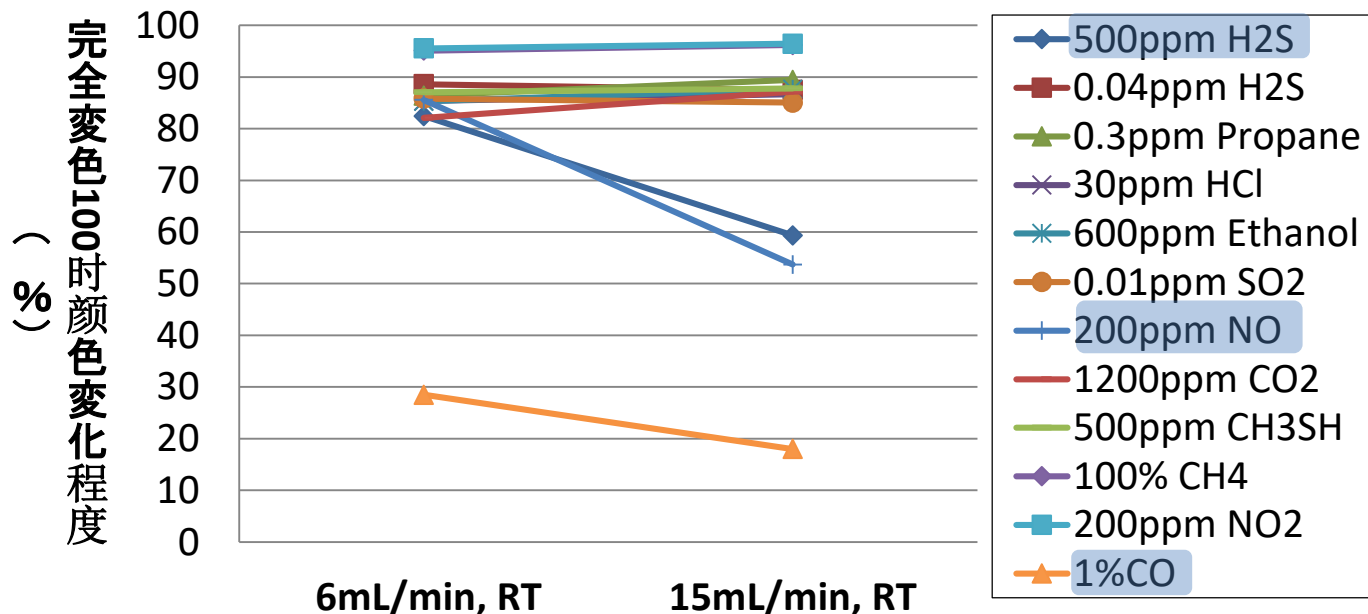
(左)虽然胶带为产生剥离、
(右)粘着剂层已经固化



备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。

17. 混合气体对于变色性的影响

【试验方法】测试气体 (平衡气体氩气 6 or 15 ml/min.)和100% 氢气 (6ml/min) 流入装有DX-2106H 30 ml 的试管内。
5分后观测胶带的颜色变化。



- 将一氧化碳 (CO), 一氧化氮 (NO), 或者是500ppm 硫化氢 (H₂S)が混合后将DX-2106H 置晒后、可能会导致变色变慢、或者性能减弱。(0.04ppm 的H₂S时、未发现影响)
- 变色的延迟为一时延迟、等到混合气体消失后检测敏感度会复原。
- 各种混合气体的单体、在室温时无变色产生。但是、500ppm H₂S at 100 °C 以及 1%CO at 140 °C的情况下会产生变色。

备注：本文所包含的技术，营业机密，著作权，特许等的知识产权归本公司所有。