



EMCソリューション
での
EMI シールド材
の
適切な選択と施工

Vol. 06

ESD EMI エンジニアリング株式会社

目 録

EEEC 事業の紹介	1
1. 適切な EMC ソリューション	2
1-1. EMC ソリューションの諸技法	2
1-2. EMI シールドの適切な技法	2
1-2-1. 良導体の採用	2
1-2-2. 面的通電による嵌合部処理	3
1-2-3. アンテナ効果を避ける	3
1-3. 環境負荷物質の不使用、UL 認証品の採用	3
1-3-1. 環境負荷物質の不使用、管理	3
1-3-2. UL の難燃性認証の取得	4
1-4. 対策助言を行う測定サイト	4
2. 筐体シールド	5
2-1. 筐体シールドの技法	5
2-2. 導電塗料の選択と適切な塗装要領	6
2-2-1. 導電塗料の選択	6
2-2-2. 適切な導電塗装	7
3. 導電シート類の適切な選択	8
3-1. 導電シートの種類	8
3-2. 金属箔・薄板	8
3-3. 導電布	8
3-4. 導電スポンジ・シート	11
3-5. 導電スエード	11
3-6. 導電フェルト	11
3-7. 導電エラストマー・シート	12
4. 電磁波吸収・抑制シートの適切な選択	12
4-1. 電磁波吸収シート	13
4-2. 電磁波抑制シート	14
4-3. RFI 磁性シート	14
5. 磁気シールド箔とそのテープ	15
6. シールド・ウィンドーの採用	16
7. 導電テープの適切な選択	18
7-1. 金属箔テープ	18
7-1-1. 銅箔テープ	18
7-1-2. アルミ箔テープ	18
7-1-3. 塗装養生テープ付き導電テープ	19
7-1-4. 耐熱型導電テープ	20
7-2. 導電布テープ	21
7-3. 導電性両面粘着テープ	21

7-4.	電子顕微鏡用導電性両面粘着テープ……22
7-5.	半導電性、高電気抵抗性 両面粘着テープ……22
7-6.	導電クッション・テープ……22
7-7.	導電テープの UL 認証……22
7-8.	導電テープの選択と利用法……23
7-9.	粘着テープの受託加工……23
8.	導電性ガスケットの適切な選択……24
8-1.	導電布被覆型フォーム・ガスケット……24
8-2.	SMT 装着型・耐熱性フォーム・ガスケット……29
8-3.	塗付型導電エラストマー・シーリング……29
8-4.	導電ラバー・ガスケット……31
8-5.	スパイラル・スプリング・ガスケット……31
8-6.	ワイヤーメッシュ・ガスケット……35
8-7.	筒状ワイヤーメッシュ・ガスケット……35
8-8.	フィンガー・ストリップ・ガスケット……37
9.	信号ケーブル用シールド材……38
9-1.	配線結束チューブの選定……38
9-1-1.	ボタン結束式シールド・チューブ……39
9-1-2.	マジック・テープ結束式シールド・チューブ……40
9-1-3.	ビニル・ジッパー結束式シールド・チューブ……40
9-1-4.	ファスナー結束式シールド・チューブ……40
9-1-5.	フラットケーブル用シールド・チューブ……41
9-1-6.	配線結束チューブの装着時の注意事項……41
9-2.	熱収縮型シールド・チューブ……41
9-3.	エキスパンド型シールド・スリーブ……42
9-4.	ワイヤーメッシュ・テープの応用……43
10.	シールド・ルーム工事用部材……44
10-1.	シールド型ドア……45
10-2.	シールド型エアベント・フィルター……45
10-3.	シールド型ウィンドー……45
10-4.	導波管(ウェーブガイド・チューブ)…… 45
10-5.	銅ウール (Copper Wool) …… 45
10-6.	導電性フェルト・テープ…… 45
10-7.	長尺型導電性テープ……46
11.	EMI シールド型エアベント・フィルター……46
12.	金属ワイヤーメッシュ……47
13.	粘着テープの受託塗工……48
14.	EMI シールド用語の解説……48
*	表、図、写真の掲載ページの案内……50

EEEEC事業

EEEECは、弊社名の英語表記の ESD EMI Engineering Corp. の略称です。ESD とは、Electro-static discharge（静電気放電）の、EMI とは、Electro-magnetic interference（電磁波干渉）の略称です。弊社は、社名に表すとおり、静電気、不要電磁波と磁場の対策を専門に取扱う会社であります。

〔弊社の特長〕 静電気、不要電磁波や磁気に敏感なデジタル装置の、それらの対策を専門に、その採用の助言を行いながら適切な材料の推奨を行っています。また、不要電磁波の EMC ソリューションには、提携している測定場に持ち込んで頂いて、測定データの解析を行い、即日に対処させて頂ける斡旋も行っています。

〔会社概要〕 社 名：**ESD EMI エンジニアリング株式会社**
登記社名：イーエスディー イーエムアイ エンジニアリング株式会社
略 称：EEEEC または、イーイーイーシー（銀行口座名にも採用）
所在地：神奈川県座間市入谷西4-19-31-204
電話番号：046-240-9580 FAX 番号：046-240-9585
E-mail：info6@eeec.co.jp URL：esd-emi.com/
創立：平成12年（西暦2000年）9月19日
資本金：1,000万円
取締役社長：増田 貴則

〔取引銀行〕 三井住友銀行 西葛西支店

〔補足〕 この説明書内の専門単語の解説は、最後の「EMI シールド用語の解説」に掲載しています。



表紙の写真の桜は、駿河台句です。白い可憐な花から、芳香を放します。弊社の近くの荒川放水路の岸部に色々な桜が植わって居ます。

左の桜は、2000年の暮れに弊社が創業した当時の事務所の近くの都立木場公園の大きな広場の中央に植えられ若木の2003年の満開の姿です。弊社の総合カタログの創刊号の表紙に採用しております。この桜の成長のごとく、弊社が繁栄し続けることを祈って、弊社のカatalogの表紙に桜の花をあしらっています。

（この書籍の文責：板野俊明）

1. 適切な EMC ソリューション

1-1. EMC ソリューションの諸技法

デジタル信号による電子装置の普及は、その on/off のスイッチング信号の立ち上がり時に強電圧を要し、これが信号ケーブルを伝送する。または、大気中に輻射して、他の電子部品・装置の機能に干渉（EMI）する不要電磁波が社会問題になった。

このデジタル信号の使用で、周辺の電子機器との共存性が強く求められる。それが EMC、電磁波環境共存性と言われる。その際のトラブル対策に、表 1 に示す諸法がある。電磁波の反射による EMI シールド（遮蔽）はその一策であって、適切な EMI シールドを行なっても EMC のトータル・ソリューションにはならない。（EMC:Electro Magnetic Compatibility の略）

また、電磁波の反射によって、装置内の他の部品に干渉することがあるが、この対策として、電磁波を抑制する。または、吸収して、反射による二次障害を防ぐ処置を施さなければならないことがある。

表 1 EMCソリューションの技法

	EMC ソリューション技法	説明
1	パターンニング	回路基板での直線の回路の長さを短く工夫する
2	ワイヤリング	回路基板間の接続に注意を払う
3	シールドイング	導体で囲い、面通電を確り行う
4	内部配置	部品装着の配置の仕方を工夫する
5	フィルタリング	フェライト・コアなどで高い電圧信号を制御する
6	能動部品の選択	IC、オシレーターなどを選択する
7	筐体（きょうたい）構造	縦、横、高さがアンテナ効果にならない寸法にする
8	グラウンディング（接地処理）	必要な箇所での確実な接地処理を実施する

1-2. EMI シールドの適切な技法

EMI シールドするポイントは、次の 3 点を確り行うことである。

- ① 良導体で被う。又は、磁気対策には、高透磁率な製品を採用する。
- ② 各部材間を強い導電コンタクトにする（接触抵抗を小さくする）。
- ③ 開口部なり、接触抵抗のある嵌合（かんごう、はめ込み）の長さを短くする。

1-2-1. 良導体の採用

導体に輻射電磁波が当たると渦電流が誘導されるが、これが電磁波を反射して、電磁波の漏洩、浸入を阻止する。その電気抵抗が低ければそれだけ反射効果が高い。一般には、マイナス 3 乗 $\Omega \cdot \text{cm}$ 以下を要する。このシールドは、筐体に限らず、信号ケーブルの被覆にも当てはまる。

1-2-2. 低周波帯域、磁場対策

低周波帯域や磁場対策には、高透磁率品で着磁しない材料で被う。高透磁率品には、珪素鋼板、ステンレス・スチール板、パーマロイ箔（板）を採用すれば良い。

1-2-3. 面的通電による嵌合（かんごう）部処理

良導体の筐体（きょうたい、ハウジング）や被覆材を採用しても、そのシールド部材間の接合に接触抵抗やスロット（隙間）が有る組み立てでは、図1に示すようにインピーダンスの差を発生してダイポール・アンテナの理屈で漏洩の元になる。つまり、金属製筐体なり、導電塗装や化学めっきなどの良導体の金属化加工されたプラスチック製筐体でも、その部材間に接触抵抗があると、そこから電磁波は容易に漏洩する。このことで、シールド部材間は接触抵抗が極小さくなるように強い通電コンタクトにする必要がある。この通電コンタクトを得るために、その嵌合部条件に合った導電性ガスケットなどの通電接合材を採用する必要がある。

1-2-4. アンテナ効果を避ける

図2に示すように、開口部は渦電流が誘導されないので電磁波の反射効果が無い。この長さ（スロット）がアンテナ効果になって漏洩の元にもなる。また、接触抵抗の有る嵌合部も同じ理屈で漏洩の元になる。このような点に注意して、不要電磁波を反射させるシールド部材間の面的通電を確り行って、アンテナ効果になる直線的な接触抵抗部や電流しないスロットを作らない。

また、表示部や放熱開口部も、それが共振する長さ（波長の1/100）以上であれば、漏洩の元になる。そのような箇所は、表示や通気が可能な導電性メッシュなどによるシールド処置を行う。

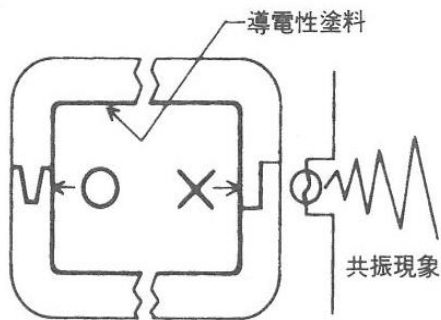


図1 接触不良による漏洩

(右側の嵌合が接触不良である)

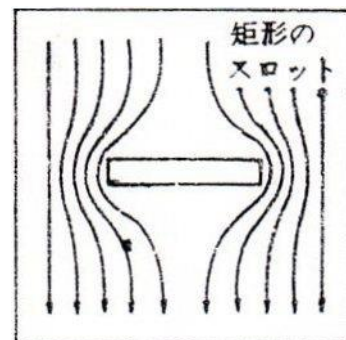


図2. スロットは漏洩の素に成る

1-3. 環境負荷物質の不使用、UL 認証品の採用

1-3-1. 環境負荷物質の不使用、管理

地球環境負荷物質の使用が禁止されている。また、管理されている。その代表が欧州のRoHS（ローズ）なる指令である。その主な対象物質は次の10物質である。

カドミウム (Cd)、鉛 (Pb)、水銀 (Hg)、六価クロム (Cr VI)、PBBs と PBDEs (ハロゲン系有機化合物)、フタル酸ビス (DEHP)、フタル酸ブチルベンジル (BBP)、フタル酸ジイソブチル (DIBP)。

また、ファインな半導体パターンを腐蝕する次のハロゲンの含有を規制している電子機器メーカーがある。フッ素、塩素 (Cl)、臭素 (Br)、ヨウ素 (I)、アスタチン (At)

これ以外に、報告を要求する法令などに、REACH (SVHC)、GADSL、JGPSSI 禁止物質、厚生労働省 VOC13 物質、ELV などがある。そして、ChemSHERPA のフォームでの報告を求められる。

これらの規制の中に、EMI シールド材に使用されている金属ニッケル (肌に直接触れなければ対象外)、ベリリウムが管理物質に指定されている。これらの使用が、JAMP の AIS や JGPSSI のフォームでの報告を求められる。または、ICP による検出データや不使用証明書の提出が求められる。

1-3-2. UL の難燃性認証の取得

米国、カナダへの輸出装置に、米国の火災保険業者の UL が、電気・電子機器に構成される部品、材料に難燃性を求めている。各部品、製品が全て UL 認証されておれば、組み立てられる装置が不燃性であると書類認定されるからである。そのために装置メーカーは、採用する部品が UL のダイレクトリー（俗称：イエロー・ブック）に記載されているファイル・ナンバーの報告を求める。

EMI シールド材では、次の試験項目が関係する。

- ① UL746：プラスチック製筐体の導電塗膜、めっき膜、金属溶射膜の剥離（良付着のこと）
- ② UL510 Flame Test：ケーブルの被覆材の難燃性、シールド材の難燃性
- ③ UL94：プラスチック製筐体、ガスケットなどの難燃性(V-0、V-1、HB)

1-4. 対策助言を行う測定サイト

諸対策を施しても、規制電磁波が漏洩する。または、侵入する不完全さが、漏洩電磁波の測定時に発覚する。一般の電磁波測定所は、漏洩電磁波の周波数を測定してくれるだけのサービス業務である。そのことによって、その後の対処に時間が掛る。または、その対処が解決できなくて、装置の上市が遅れる。または、その開発プロジェクトを断念せざるを得ないことになる。漏洩電磁波の測定を依頼する時に、そのような対策助言のサービスをしてもらえるかを確認すれば良い。



写真 1. 電磁波測定場、オープン・サイトの例



写真 2. エアゾール缶型導電塗料

2. 筐体シールド

2-1. 筐体シールドの技法

筐体（きょうたい=ハウジング）は、良導体の採用を要する。金属製筐体はそれに適っている。しかし、デザイン性、量産性、軽量性などが買われてプラスチック製筐体の採用が多い。この絶縁性のプラスチックは電磁波が当たっても渦電流を誘導しないので、電磁波を容易に透過する。

このプラスチック製筐体に電磁波反射効果をもたらす導電化に、導電塗装、化学めっき、金属溶射などの加工が施される。プラスチック製筐体の導電化技法の選択資料を、表2に示す。

表2. プラスチック製筐体のシールド加工法

シールド法の種類	加工法	長所	短所	信頼性	シールドの付着性	量産性	材料・加工	コスト	通電接合処理	検査容易性
銀系塗装	金属粉末と合成樹脂とを混練した塗料をスプレー、刷毛で塗付する	薄膜で高シールド。軽量量産可	高コスト	◎	○	◎	◎	△	◎	◎
ニッケル系塗装		量産可 広域周波数のシールド	低シールド性 膜厚のバラツキ	○	○	◎	○	◎	◎	
銅系塗装		量産可 100~200MHZ 高シールド	熱、塩分囲気弱い 膜厚のバラツキ	◎	○	◎	○	◎	◎	
化学両面めっき	ABSなどのめっき可能なプラスチックにCu+Niのめっきを行う	量産可 開口部の磁界のシールド有	化粧塗膜の剥離 高コスト	◎	○	◎	△	◎	◎	
化学片面めっき	ニッケル系塗料を塗付した箇所のみを選択的にめっき付着させる	内面のみ選択めっきする 各エンブラに可能	複雑な形状難 高コスト	◎	○	○	△	◎	◎	
亜鉛溶射	亜鉛をアークの熱で瞬間的に溶融させると同時に高压空気で吹付ける	厚膜効果がある	付着性小 非衛生	◎	△	△	○	◎	◎	
アルミニウム真空蒸着	真空容器の中でアルミを蒸発させて吹き付ける	小形機器に最適	付着性小 養生治具高価	◎	△	△	△	◎	◎	
スパッタリング	真空容器の中でアルゴンイオンを金属に衝突させ飛び出した金属で膜をつくる	薄膜で高シールド効果	サイズの制限	◎	△	△	△	◎	◎	
導電性プラスチック	金属フィラーをプラスチックに練り込んだペレットで射出成型する	磁界シールド大	接地加工難	△	◎	◎	△	△	△	
金属箔	粘着剤を片面に塗付した金属箔を目的の箇所に貼り付ける	低コスト	複雑な形状不可	○	△	△	◎	△	△	
金属板	錫めっき銅板などを筐体内全周囲または一部に配置する	磁界シールド大 低コスト	複雑な形状不可 亜鉛めっきは錆びる	△	△	△	◎	△	△	
金属製メッシュ、パンチングメタル	放熱開口部に貼り付ける	通気性有	磁界シールド極小	△	△	△	△	△	△	

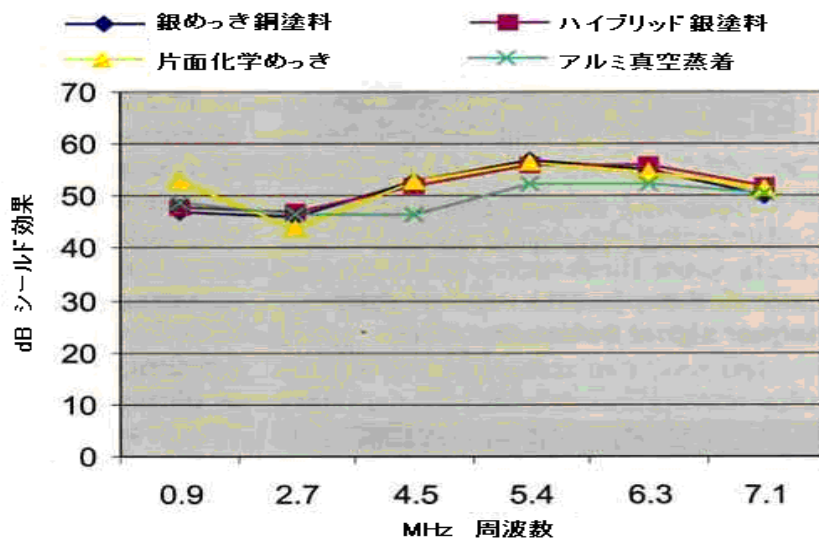


図3. 携帯電話機での各種シールド技法のシールド効果の比較

2-2. 導電塗料の選択と適切な塗装要領

2-2-1. 導電塗料の選択

導電塗装は、金属製管体、プラスチックめっきやアルミ真空蒸着に比べてシールド効果が高い事例が多くあり、そのことでその採用例が多い。この優れた具体例を携帯電話機での化学めっき、アルミ真空蒸着と銀系導電塗料との比較資料を図3に紹介する。この資料では銀100%塗料が比較されていないが、ハイブリッド銀塗料に比べて高シールド効果を発揮する。

導電塗料による導電塗装の採用は、その少量加工も多量加工も、採用時に然程の投資を要さない。また、その加工の可能な塗装所が諸所にある。このような特長のある導電塗料の種類、採用塗膜厚例とコスト比較を表3に示す。

小形電子機器（携帯電話機、PDA など）には薄膜（10～15 μ m厚）で高シールド効果のある銀100%塗料が採用されている。また、医療機器も銀100%塗料の採用が多い。

大形管体には、ニッケル塗料や銀めっき銅塗料が採用される。しかし、この種の需要が激減したので、製造、販売されている事例が極少ない。ニッケル塗料は200MHz以下の周波数帯域でシールド効果不足を呈する。ニッケル塗料に代わるのは、銀めっき銅塗料である。200MHz以下の周波数帯域には銀めっき銅塗料が、200MHz以上の高周波帯域には、銀100%塗料が大きなシールド効果を発揮する。

表3 導電塗料の種類とその比較

種類	採用塗膜厚例	m ² 当たり材料費比較	希釈剤	採用機器例	製品例(弊社取扱)
銀100%塗料	12.5 μ m	100	アルコール	携帯電話機	SS4001K3
ハイブリッド銀塗料	15 μ m	72	アルコール	携帯電話機	SH4001G
銀めっき銅塗料	25 μ m	40	アルコール	ノートPC	SC4001L
			溶剤		—
ニッケル塗料	50 μ m	90	溶剤	パチスロ	—

説明… 溶剤：ハードなトルエンやキシレンの希釈剤であるので、肉厚の薄いプラスチック成形品を变形する。

また、CO²の発生の元になるので、その揮発溶剤ガスの大気放散防止の処置を要する。

エアゾール缶タイプ：少量の加工に適当な製品で、銀めっき銅系とニッケル系の製品が、写真2に示すようにある。

ハイブリッド銀塗料：銀めっき銅塗料をハイブリッド銀塗料と誤って称する製品が販売されているが、

ハイブリッド銀塗料とは、銀100%塗料と銀めっき銅塗料を略々半々に混合した製品のことである。

* μ m=1000の1mm

地球温暖化防止のCO²の放出の規制が厳しい。このことで、石油溶剤のトルエンやキシレンが組成された溶剤型導電塗料の採用が見合わされる。これに代わるものとして水系導電塗料が求められる。しかし、これまでの開発品では付着性、作業性、保存性に問題点があるので使用に耐えない。これに代わるのは、アルコール希釈型導電塗料である。エタノール（別称：酒精）とメタノール（別称：木精）が主溶剤であるが、これらは大気中で自然分解する。地球環境に優しい製品である。

プロトタイプ（試作品）には、開発者自ら塗装が可能なエアゾール・スプレー缶タイプ（例：ニッケル系と銀めっき銅系）が販売されている（写真2）。

2-2-2. 適切な導電塗装

導電塗料の適用周波数帯域と採用塗膜厚の資料を表4に示す。

表4 各導電塗料の適切な塗膜厚とそのシールド効果の比較

導電塗料の種類	採用塗膜厚例	200MHz 以下	200MHz～1GHz	1GHz 以上
銀 100%塗料	10～15 μm	◎	◎	◎
ハイブリッド銀塗料	15～20 μm	◎	◎	○
銀めっき銅塗料	20～30 μm	○	○	△
銅 100%塗料	25～35 μm	○	○	△
ニッケル塗料	35～60 μm	△	△	○

* シールド効果：◎ > ○ > △ $\mu\text{m}=10^{-3}\text{mm}$

* 銅 100%塗料は、目下、製造、販売しているメーカーはない。

1GHz 以上の短い波長の周波数帯域が規制されるようになったが、筐体嵌合の一寸した長さの接触抵抗箇所や塗り残し箇所があると、電磁波が容易に漏洩する。導電塗装でのこの対策は、嵌合部の導電塗膜が接触する部位を、出来るだけ広幅に、つまり、外部から見えない際一杯まで導電塗料を確り塗ることである。際一杯まで塗るには高精度な塗装養生を要する。その場合には、電鍍治具の採用を薦める。

導電塗膜のシールド効果は、塗膜厚に比例する。このことで、凸凹の仕上がり塗膜は、凹部の厚みがシールド効果の絶対値になるので、スムーズな塗膜が無駄の少ない経済的な仕上がりになる。高価な銀系塗料の採用時には、必要最少量でスムーズに仕上げられる、低圧、高霧化なスプレー・ガン（製品例：IVY-12S-1ST と IVY-SV-1 のセット）（写真4）の採用を薦める。

また、塗膜の剥離は、装置の火災や誤動作の原因になる。火災予防に関して、米国の UL は 746C の剥離試験に合格した導電塗料とプラスチック材質のコンビネーションに、UL に受験して認められた塗装業者とのセット、QMRX2 のカテゴリーにリスティングされた組み合わせでの加工を求められる。

UL に認証（リスティング）された塗装会社の紹介は出来る。



写真3 エアゾール缶型導電塗料による塗装風景



写真4 低圧・高霧化スプレーノズル (IVY-12-IST と IVY-SV-1 のセット)

3. 導電シート類の適切な選択

3-1. 導電シートの種類

導電シート類を表5に紹介する。なお、これ等を貼り繋ぐ時は、導電糸で縫製するか、導電性両面粘着テープ、導電性接着剤やはんだによる面的な通電接合処理を要する。

表5 導電シートの種類

種 類		細分類	厚み mm	弊社取扱製品例
金属箔 薄 板	金 属 箔	銅箔、アルミ箔、鉄箔、SUS 箔	0.035～0.05	—
	金 属 薄 板	銅板、アルミ板、珪素鋼板	0.1～0.5	—
導電布	導 電 布	導電リップストップ布	0.10～0.15	Z-8288
		導 電 タ フ タ 布	0.1	Z-8289
		難 燃 性 導 電 布	0.25	E-9212
	導電ニット		0.2	—
	導電不織布	導 電 不 織 布	0.16～0.26	Z-8285
		導 電 厚 手 不 織 布	0.32～0.5 0.6	— —
	導電メッシュ	導電平織りメッシュ	0.085	Z-8281 など
		導電綾織りメッシュ	0.23	—
導電ストレッチ布		0.87	E-9215、E-9214	
導電スポンジ・シート	導電単層スポンジ・シート		導電 Sponge	
	導電複層スポンジ・シート	1.5～5.5	SUI-5000 ライン品	
導電クッション・シート	導電性発泡ポリオレフィン	0.3～1.1	—	
導電エラストマー・シート	導電シリコーン・ラバーシート	0.4	EXSG-XXX-SC	

3-2. 金属箔・薄板

金属箔・薄板の代表は銅である。はんだが容易で軟質による加工性が買われる。着磁が問題にならない時は、ニッケルめっき鉄箔の採用が良い。これは銅板より高シールド効果がある。その証拠例に、各社の絶縁被膜処理を施したラミネート金属薄板にこの鉄箔（別名：スチール・ペーパー）が採用されている。

厚板のアルミ板や銅板（厚み例：1.0mm）のテープを必要とする時は、その背面に両面粘着導電テープ（製品例：T224、厚み0.1mm）を貼り合わせて使用すれば良い。

絶縁性を必要とする EMI シールド材として、金属箔の片面や両面にフィルムや発泡ウレタン・シートなどをラミネートした製品がある。また、ポリウレタン・シートとラミネートされた鉄箔にミシン目を入れて折り曲げを容易にして、箱状に仕上がった製品も上市されている。

薄板の応用品として、洋箔、黄銅、錫めっき鉄材をプレスで缶状態に加工して、リールに収納して産業用ロボットで自動表面実装できる製品も上市されている。

3-3. 導電布（別称：導電ファブリック）

導電布とは、一般には織物をめっきしたものである（写真5）。また、めっきされた糸を織った製品もある。それは縦糸と横糸の独立性でフレキシブルである。しかし、織物をめっきしたものに比べるとシールド効果は劣る。それは織物をめっきすると、縦糸と横糸がめっきで通電結合されるからである。こ

のことで導電性合成メッシュは、アルミ線やSUS線で平織りされた金属製メッシュ（金網）より高シールド効果を発揮する。

導電布は、ポリエステル糸やナイロン糸で織られたタフタ布、リップストップ布、DTY布、メッシュと綾織、そして不織布に銅+ニッケルめっきしたものが一般である。

めっきには、金や銀もある。金めっき導電布は、金属の目付け量が極少なくて済むので、その重量は実に軽い。導電布の仕上がり面に指紋跡が付かないようにポリウレタン・コートされた製品や黒化処理されたものがある。銀めっき布は、見掛けの表面電気抵抗が銅+ニッケルめっき布とほぼ同じであるが、シールド効果は、コストに見合った分だけ大きく発揮する。

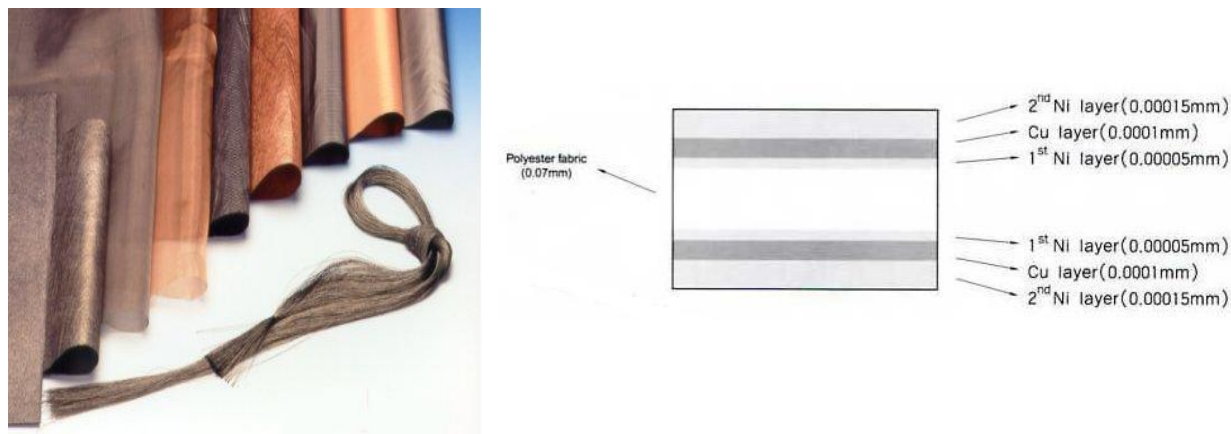


写真5 導電布、導電糸とその構造

可燃性の合成繊維にめっき加工されるとより可燃性を増す。この可燃性を難燃化した難燃性導電布には、塩化ビニルとアクリルの混合レジン、モダクリルによる織物をめっきした製品（製品例：E-9212）と、布の裏面に難燃性の白色のバックコートをした製品（製品例：E-9213）とがある。難燃性バックコート剤にハロゲン系難燃剤が添加された製品があるので、グリーン調達時にはこの点の確認を要する。

導電布は一般に平織りであるが、綾織されて収縮自在な導電ストレッチ布（製品例：E-9215、E-9214）がある。このストレッチ布は、ロボットの摺動する部位などのEMIシールドに適している。

また、より細かい糸をより広い間隔で織られた導電メッシュは、黒化処理された製品が、透視効果が大きいので表示部で採用されている（製品例：Z-8281 Gray、Z-8282 Black）。

一般の導電布の厚みは0.1mm少々であるが、これより厚いものとして0.25～0.6mm厚の製品が、不織布の応用で製品化されている。

また、一方で、軽量性の追及で、0.035～0.043mmと薄い導電不織布も上市されている。

表6に記載されていない製品を海外の同業社から入手可能である。

なお、これ等の合成繊維で製造されている導電布は、普通にカットすると糸が解れる弊害がある。この対策には、ホット・カッター（例：E-9265）で切れば、その熱で糸が溶けて糸同士が結合することで解れ防止になる。弊社取扱いの導電布（導電ファブリック）のリストを表6に示す。但し、1ロットが500mで無いと販売出来ない製品は、▲マークを付記している。

表6 EEECの導電布(別称:導電ファブリック)

布の種類	めっきの材質	製品名	厚み mm	表面電気抵抗 Ω /sq	シールド効果	
					100MHz	1GHz
タフタ布	Ni+Cu+Ni+B.M	Z-8289	0.1	0.04以下	70	75
	Ni+Cu+Ag	W-290-Silver▲	0.1	0.04以下	70	75
	Ni+Cu+Ni+Au	W-290-YG▲	0.1	0.03以下	70	75
	Ni+Cu+Ni	W-290-PCN▲	0.1	0.04以下	70	75
DTY布	Ni+Ni+NiCo	WD-270-NiCo▲	0.18	0.04以下	磁界20	85
	Ni+Cu+NiFe	WD-270-NiFe▲	0.18	0.05以下	磁界18	80
	Ni+Cu+Ni	WD-270-PCN▲	0.18	0.05以下	70	74
リップストップ布	Ni+Cu+Ni	Z-8288	0.1	0.6以下	70	75
	Ni+Cu+Ag	WR-260-Silver▲	0.1	0.04以下	70	74
不織布	Ni+Cu+Ni	NW-20-PCN▲	0.08	0.05以下	66	69
	Ni+Cu+Ni	Z-8284	0.13	0.7以下	67	70
	Ni+Cu+Ni	Z-8285	0.7	0.7以下	67	70
	Ni+Cu+Ni	NW-70-PCN▲	0.25	0.05以下	67	75
	Ni+Cu+Ni	Z-8286	0.32	0.7以下	67	70
厚手不織布	Ni+Cu+Ni	NW-K100-PCN▲	0.4	0.05以下	70	75
	Cu+Ni	E-9218	0.6	0.04	95	101
メッシュ	Ni+Cu+Ni	M-80-PCN▲	0.1	0.2以下	48	52
	Ni+Cu+Ni	Z-8281	0.085	0.5以下	48	52
	Ni+Cu+B.M.	Z-8282	0.085	0.6以下	48	52
	Ni+Cu+Ag	M-130-Silver▲	0.085	0.05以下	70	75
	Ni+Cu+Ni	M-200-PCN▲	0.085	0.1以下	52	54
	Ni+Cu+B.M.	M-200-PCNR▲	0.085	0.08以下	55	54
綾織りネット	Ni+Cu+Ni	NET▲	0.23	0.1以下	52	54
ストレッチ布	Cu+Ni+Ag	E-9215	0.66	0.3	76	63
		E-9214	0.67	0.13	—	—
難燃 DTY 布	Cu+Ni	E-9213	0.125	0.05	79	72
難燃モダクリル布	Cu+Ni	E-9212	0.25	0.1(縦方向)	67	79
ファイバークラス製布	Cu+Ni	Z-8291	0.22	0.2以下	—	—

*YG=Yellow Gold 黄金、B.M=Black Metal、Co=コバルト、Cu=銅、Ni=ニッケル、Au=金、Ag=銀

*糸素材: E-9212 のモダクリル以外は、全てポリエステル

*表中の▲マーク品は、目下、発注ロットが500mに限る。他品は25mのサイズになる。

*製品サイズ: 有効幅1,000mm x 長さ25m (50m、200mも供給可)

*掲載以外品のお求め時は、お問い合わせ下さい。

3-4. 導電スポンジ・シート

高発泡ポリウレタンの脆さをメッシュで補強してめっき加工し、表面にカーボン系塗料で粉化を押さえた導電スポンジ（テープ化した製品もある）と、この導電スポンジの両面に導電不織布と導電ニットを積層した導電スポンジ・シート（製品例：SUI-5000 ライン品）（写真 6）とがある。クッション性と EMI シールド性を兼ね備えている点で採用される。導電スポンジ・シートの厚みは、1.5、2.3、3.4 と 5.1mm と豊富にある。このシールド効果は、約 100dB 以上もある。この導電スポンジ・シートに、導電性両面粘着テープ（製品例：T224）を貼り合わせたテープ（製品例：T-9120 ライン品）があり、必要形状にくり抜いた加工品が採用される。

3-5. 導電スエード

導電性高発泡ポリウレタン・シートは、劣化すると粉状になる欠陥がある。これを解決した製品が、従前品の表面にカーボン系塗装を施した製品が上市されている。また、導電性スエードなる、発泡ポレオレフィン・シートの諸所に穴を開けて、それからめっき加工した製品（写真 7）がある。

導電スエードは、導電スポンジ・シートのような発塵性は極少ないが、厚みに制限がある。穴あけは表層と裏層の導電層とを通電させるためである。なお、導電性両面粘着テープでテープ化した製品（製品例：T-9250 ライン品）もある。製品紹介は、表 7 に紹介している。

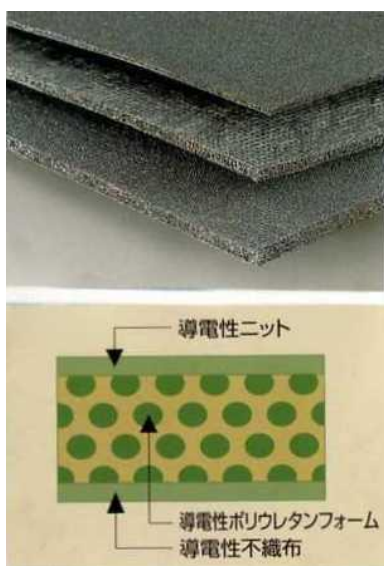


写真 6 導電スポンジ・シートとその構成



写真 7 導電スエード

3-6. 導電フェルト

厚手の不織布を銅+ニッケルした製品で、厚みが 0.6mm である。導電性起毛（毛羽立ち）が、ゴミ化する心配があるが、手取り早いシールド用充填材に利用できる。導電性両面粘着テープ（T224）を片面にラミした導電フェルト・テープ（品名：T-9113）なり、両面にラミした厚手導電性両面粘着テープ（品名：T-9111）に応用されて、シールド・ルームの壁材のパーティションのジョイント部分のシールド材に採用されている。

導電スポンジ・シート、導電スエードと導電フェルトの製品を表 7 に纏めて紹介する。

3-7. 導電エラストマー・シート

シリコーンやポリウレタンをバインダーに採用して、銀、銀めっき銅などのフィラーを分散した製品である。大半は、押し出し工法で製造されるので、他の導電シートのような広幅品は無く、2.16～19.05mm幅のリボン状の製品に限っている。

〔銀めっき銅粉の混合製品の特性〕 体積固有電気抵抗率：0.02Ω・cm、 シールド効果：60dB以上
硬さ：65 (ショア-A)、 伸長率：200%、 可使温度：-50～120℃

表7 導電スポンジ・シート、導電スエード、導電フェルトの特性

種類	品名	厚み	厚み方向 Ω	表面 Ω/□	シールド効果(dB)		製品サイズ
					@10MHz	@500MHz	
導電スポンジ シート	SUI-5015	1.5mm	0.06	0.04	105	98	55cm x 50cm x 2枚 (1枚売りも可) 55cm x 30m (m切り売りも可)
	SUI-5023	2.3mm	0.08	0.04	105	115	
	SUI-5034	3.4mm	0.11	0.04	103	132	
	SUI-5052	5.2mm	0.11	0.03	105	141	
導電スエード	E-9233	0.3mm	0.03	0.08	65	62	98cm x 25m
	E-9235	0.5mm	0.03	0.08	65	62	
	E-9237	0.7mm	0.03	0.08	65	62	
	E-9234	0.8mm	0.03	0.08	65	62	
	E-9232	1.1mm	0.03	0.08	65	62	
導電フェルト	E-9218	0.6mm	0.15	0.04	95	101	幅 1,000mm (m 売可)

4. 電磁波吸収・抑制シートの適切な選択

電子装置内に装着されている金属製部品やEMIシールド材によって反射した電磁波が、その部位に装着されている他の電子部品に干渉するトラブルを発生する。また、電子装置の小形化によって、信号ケーブルと電源ケーブルが接近することで、電源ケーブルに発生する磁束が信号ケーブルに干渉するトラブルも発生して、その対策が求められる。これらのトラブル対策に、特定周波数の電磁波を熱に変換する**吸収タイプ**と、輻射電磁波の反射効果で共振させて相殺させる、広い周波数帯域を**抑制するタイプ**、そして、高透磁率の材料で**磁気を遮蔽するタイプ**とがある。

この種の製品は、電磁波を反射させてシールドする製品のように、周波数を特定せずに、30dB以上の減衰効果を容易に発揮できるものでない。1dBでも吸収、抑制効果があると、その製品メーカーの販売用資料に効果有りとして記載されている。この点から、不要電磁波の対策の為すべき処置をした後で不足している減衰に求められる性質の対策品とも言える。

レーダーの周辺の反射防止、リーダー、ライター周辺の不要電磁波からの隔離など、電磁波吸収・抑制の対策ニーズが増えている。

また、電磁波吸収シートを求める時は、問題周波数を弁えることが重要である。その周波数に適った製品の選択を要するからである。

4-1. 電磁波吸収シート

電磁波吸収シートは、焼結フェライトの粉末などを塩化ビニル、ポリウレタンなどの樹脂に混合して、シート状に加工したものである。吸収させたい周波数帯域の波長の長さに比例したシートの厚みを要するので、波長の短い GHz 帯の製品に限る。しかし、最近の技術の発達で、吸収フィラーの工夫により、10MHz から吸収効果のある製品（製品例：SRA シリーズ品）が一般になっている。

〔施工〕 厚みを薄くして重量を減らす工夫として、吸収シートのノイズ源の向こう側にアルミ箔テープなどの導体を貼れば、その反射効果で厚みを2分の1に出来る。

広い箇所貼る時の貼り繋ぎは、電磁波を反射させない限り、突き付け貼りで良い。また、貼り付けには非導電性の両面粘着テープの利用で良い。製品例を表8に紹介する。

表8 電磁波吸収/抑制シート

品名	SRA31	SRA34	SRA48	SRA331	SRA61	SRA601	SRA70R	
主な特長	汎用性	高透磁	汎用性	高透磁	UL 認証	UL 認証	ロール状	
有効周波数	10MHz～10GHz							
透磁率 (μ' /@100MHz)	130	190	100	210	100	130	下記の製品を取り揃えています。	
可使温度 (°C)	-30～+85							
密度 (g/cm ³)	3.7	3.8	3.7	3.8	3.3	3.3		
熱伝導値 (W/mK)	0.5							
硬度 (ショア A)	90				95			
引張強度 (Kg/cm ²)	4				3			
伸長率 (%)	5				2			
表面電気抵抗値	>1×10 ⁶ Ω/sq							
環境性	RoHS 対応					—		
難燃性	—				UL94V-0			
厚み (μm)	30～300							
サイズ	標準	21cm x 30cm						
	最大	35cm x 60cm						

* ロール状製品として、次の種類が用意されている。

SRA70R (透磁率：120u@5MHz)、SRA71R (透磁率：100u@5MHz)、SRA72R (透磁率：80u@5MHz)

SRA73R (透磁率：60u@5MHz)

* 近傍界用として、STA12 がある。

4-2. 電磁波抑制シート

最近の携帯電話機などの機器は、色々な機能を持たせているので、広い周波数帯域の電磁波を制御する必要がある。この需要に即して、軟磁性合金を組成したブロードバンド（広帯域）用の、薄い膜の製品が多く上市されている（製品例：RS H-31）。薄さを発揮できるために、初めから電磁波を反射させる導体が積層されている。この薄さは、信号ケーブルに巻ける。但し、誘電層がケーブル側に来るように配慮を要する（製品例：T-9480 ライン品）。電磁波抑制シートの製品例（写真 8）を表 9 に紹介する。

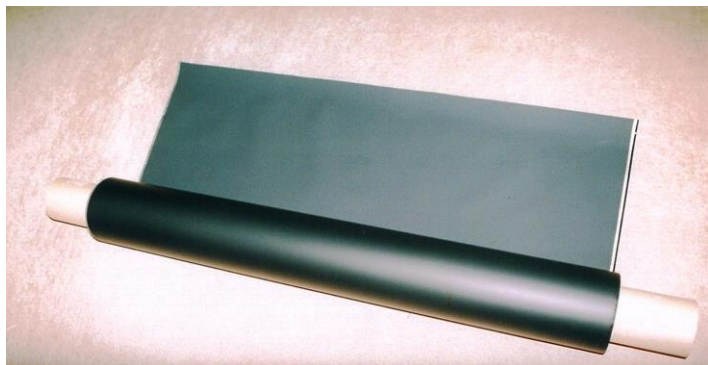


写真 8 電磁波抑制シート (RS H-31)

表 9 電磁波抑制シート

品名	RS H-31
有効周波数	150～1200MHz
厚み	0.16mm
可使温度	～120℃
環境性	RoHS 対応

4-3. RFI 磁性シート

Suica などの非接触型近距離無線による IC カードの普及で、その重複リードの防止など、金属対応 RFID タグのアンテナ感度の向上や金属対応での通信距離の改善などのニーズが高まっている。タグのコイル・アンテナの近くに金属があると図 4 のように、金属面に渦電流が発生して、この磁界が通信に必要な磁界をキャンセルしてしまう。図 4 の右図のように金属面に磁性シートを覆うことで磁気損失することが無くなって通信距離が改善される。製品例を表 10 に示す。

表 10 RFI 磁性シート

品名	E-8110 ライン
有効周波数 (MHz)	10～6,000
厚さ (mm)	0.03～0.3
製品サイズ (cm)	21 × 30
可使温度 (℃)	-30～+85
密度 (g/cm ³)	3.9
表面電気抵抗値	$1 \times 10^6 \Omega / \text{sq}$

【金属近傍の場合】

【磁性シート使用の場合】

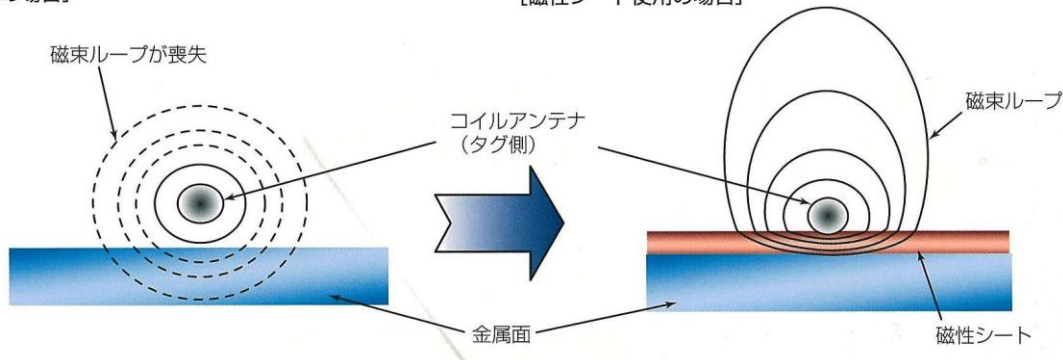


図 4 金属製品が近くにある時の無線通信改善のメカニズム

5. 磁気シールド箔とそのテープ

電磁波の磁界をシールドするだけでなく、マグネット（磁石）などの磁力を抑制するには、高透磁率な製品、パーマロイ板・箔、アモルファス板・箔、珪素鋼板で囲う必要がある。

パーマロイはその加工時の衝撃によって、その高透磁率特性にダメージを受ける。このダメージを避けるために、1100℃×4時間の焼鈍処理してから裁断、折り曲げ、接合の加工を行い、その後も再び1100℃×4時間の焼入れ処置を要する。このことで専門業者の加工になる。また、釜のサイズの制限がある。

但し、最近はその熱処理の不要な、緻密構造になったPCパーマロイ箔（製品例：0.012mm厚：E-8012、0.024mm厚：E-8014）を販売している。シールド効果不足であれば、2枚、3枚と重ねると良い。このパーマロイ箔は、はんだ加工が可能である。

磁気シールドも接地処理を必要としない。しかし、上記のパーマロイ箔には導電性があるので、電磁波の反射効果がある。この利点を生かして、予想しない不要電磁波をシールドする機能を持たせるために、面的通電接合が可能ないように導電性粘着剤が塗付されたテープ（製品例：T-8027、T-8028）（写真9）がある。磁気シールド箔とそのテープの製品例を表11で紹介する。



写真9 磁気シールド・テープ (T-8027)

表11 磁気シールド箔とそのテープ

品名		箔		テープ	
		E-8012	E-8014	T-8027	T-8028
厚み(mm)		0.012	0.024	0.052	0.064
磁気シールド(%)	@10Hz	36.9	43.0	36.9	43.0
	@1KHz	11.8	20.0	11.8	20.0
	@20KHz	12.0	26.0	12.0	26.0
透磁率(μ)	@75KHz	4,484.92	3,121.1	4,484.92	3,121.1
	@300KHz	1,884.36	1,002.4	1,884.36	1,002.4
	@800KHz	236.41	190.5	236.41	190.5
体積固有電気抵抗率(Ω・cm)		2.41 x 10 ⁻⁵			
密度(g/cm ³)		8.46		—	—
可使温度(℃)		-200~+250		-20~+200	
製品サイズ		28cm×20cm×2枚		26cm×20cm×2枚	

6. シールド・ウィンドーの採用

シールド・ウィンドーとは表示部のシールド材料である。開口エッチングされた銅箔、SUS 製メッシュや導電性合成メッシュを、ガラス、透明プラスチック板やフィルムでサンドイッチしたもの、または、その基材の片面に貼られた製品である。出来るだけ開口率の高い製品が良い。LCD や PDP の表示部に採用されている。また、テンペスト用の外壁窓、放送スタジオや電波暗室のドアの窓などに、不燃性のガラス製品が採用されている。プラスチック製品には、メタクリル板（俗称：アクリル板）、ポリカーボネート板、塩ビ板による製品がある。フィルム製は、ポリエステル製である。シールド層は、黒化処理された製品も品揃えされている。基材の片面に導電メッシュが貼られた製品は、そのメッシュに埃が蓄積するので、この種の製品は観賞用表示部には向かない。

〔施工〕 シールド層のグランディング処理が出来易いようにエッジ部にバス・バー処置を行なう。そのバス・バーの取り方を図 5 に紹介する。

このグランディング処理を導電性テープで行うことも可能であるが、シールド層の各メッシュをグラウンドするには、銀系塗料や銅系塗料に寄る塗装の方が、20～30%シールド効果が高い。

シールド・ルームの外壁窓を 50dB 以上の効果を発揮させるには、シールド層を 2 重にする必要がある。その時はモアレ防止の処置を要する。よって、その価格は、所定面積での取り数が減るので、単純に 2 枚の価格とはならない。収納パネル内に PDP や LCD を装置してパネル外から観察する時にも、パネルの窓にこのモアレ対策を必要とする。

シールド・ウィンドーのバス・バー処理を効果的にするために、枠との間に導電ガスケットの挿入を要する。導電布被覆型フォーム・ガスケットが安価であるのでこれを採用し易い。シールド・ウィンドーの重さでそのガスケットの反発力がへたる時は、導電ラバー・ガスケットやコア入りスパイラル・スプリング・ガスケットなどを採用すれば良い。この点は当初から取り付け枠の形状とサイズ、そしてバス・バーの幅などの設計配慮を要する。

シールド効果は、10MHz～130MHz で 100dB 以上が期待できる。

MRI ウィンドーとして、ガラスにステンレス・スチール・メッシュをサンドウィッチした製品の供給ができる。

標準サイズとして、0.9m x 1.2m 品がある。

*シールド・ルーム用のシールド・ウィンドーについて、後記してある。

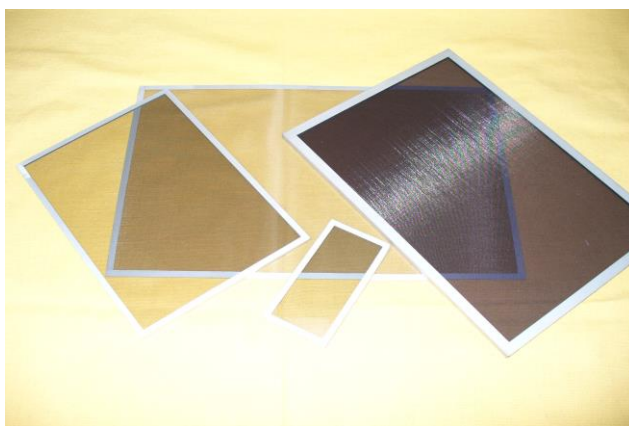


写真 10 メタクリル板製シールド・ウィンドー

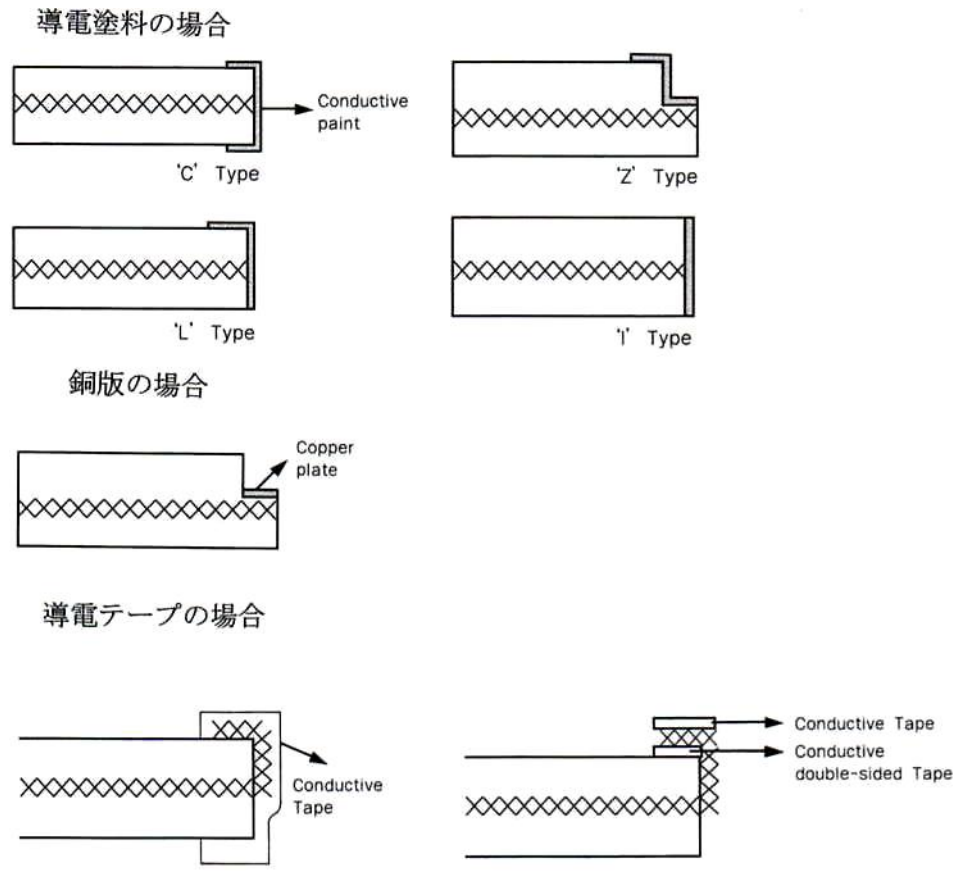


図5 シールド・ウィンドーのエッジ部のバス・バーの取り方



写真11 導電テープ



写真12 焼付塗装用の塗装養生テープ付き
耐熱型アルミ箔テープ (T-9430 ライン品)
*ブルー・フィルムは、塗装養生テープです。

7. 導電テープの適切な選択

導電テープは、貼り重ねた時にテープ間が面的に通電する。つまり、導電性支持体に導電性粘着剤が塗付されているか、支持体の銅箔なりアルミ箔を凸凹形状に加工して、それに非導電性の粘着剤が塗付されており、貼った時にテープの支持体と導電性の被貼体が、また、貼り重ね時にテープ間に通電する。導電テープの品種は豊富にある（表 12）。その種類は、銅箔テープ、アルミ箔テープ、導電布テープ、導電クッション・テープ、導電性両面粘着テープがある。また、少量の受注製造体制を整えているので、特殊な素材（ニッケル箔、鉛箔など）のテープ加工が可能である（塗工機例：写真 31、48 ページ）。

金属製筐体とそれに貼り付けられる導電ガスケットとの通電状態を確保するために、塗装のマスキング・テープがラミネートされた、焼付塗装の温度に耐えるアルミ箔テープ（製品例：T-9430 ライン品）と、室温乾燥型の塗料が塗られる場合用のテープ（製品例：T-9460 ライン品）とが用意されている。

また、1GHz 以上の短い波長の漏洩が規制されたことによって、組み立てた嵌合部を導電テープで塞ぐ必要性が高まっている。また、クッション性のある厚手の導電テープを、組み立ての嵌合部に貼ってから組み立てられる。それには導電フェルト・テープや導電スエード・テープが適合している。

各種導電テープを、表 12 に示す。リスティング製品以外にも多数の種類がある。

7-1. 金属箔テープ

金属箔テープの詳細な種類を表 13 に紹介する。

7-1-1. 銅箔テープ

金属箔テープの代表は銅箔テープである。これは軟質性が好まれて圧延銅箔（35～38 μ m 厚）が採用される（製品例：T-9150 ライン品）。最近では 0.012～0.018mm と薄い銅箔のテープの上市例（製品例：T-9170 ライン品）があるが、銅箔を薄くするとリロールの回数が増えて割高になる。電解銅箔のテープが安価に市販されているが、圧延銅箔に比べて硬質のため抗張力が大きい。そのために端部から剥離して活電部に触れるトラブルの発生が有りうるので、注意して貼る必要がある。

シールド・ルームのパーティションのジョイントなどを塞ぐ工事用に、アルミ箔と共に 50mm 幅品で 50m 長さの製品が品揃えされている（製品例：銅箔テープ T-6155、アルミ箔テープ T-7136）。また、銅箔ははんだが容易であることが大きな特長である。

0.1mm 以上の厚い銅板によるテープの要求は、両面粘着導電テープ（製品例：T224）とラミネートして供給される。

7-1-2. アルミ箔テープ

最近銅が削減物質に取り挙げられているので、その代替品として、アルミ箔テープへの採用変更例がある。アルミ箔テープには、仕上がりに艶ありと艶なしがあるが、仕上がりの体裁を考慮して、艶なしタイプ（製品例：T-7130 ライン品）が好まれる。また、アルミ箔テープは安価であることが大きな特長である。なお、電源ケーブルの近くに貼られる金属箔テープは、絶縁フィルムがラミネートされた製品が使用される。銅、アルミ以外の金属箔テープの上市例は無いが、比透磁率の大きいニッケルや SUS の箔テープの市販例があった。支持体の提供があれば、オプションで少量生産を行う。

表 12 EEEC の導電テープ

大分類	中分類	品名	厚み(mm)	特長
金属箔 片面粘 着 タイプ	銅箔テープ	T-9150 ライン	0.075	難燃性と付着性野保証品、各種幅品有
		T-6155	0.060	安価品(箔：0.025mm厚)、50mm x 50m
	アルミ箔テープ	T-7130 ライン	0.065	艶なしタイプ、50mm x 50m は T-7136
		T-9410 ライン	0.090	～200℃耐熱型
		T-9430 ライン	0.090	塗装養生テープ ラミネート型焼付塗装用
T-9460 ライン	0.080	塗装養生テープ ラミネート型常乾塗装用		
導電布 片面 粘着 タイプ	黒化処理布テープ	T-9290 ライン	0.13	指紋汚染防止型
	難燃性導電布テープ	T3186	0.11	UL510 不燃認証、RoHS 対応品
	難燃性導電布テープ	T3181	0.11	UL510 不燃認証、ダイオキシソフリー
	難燃性導電布テープ	T-9470	0.35	難燃布のモダクリル布による。
	タフタ布テープ	T218	0.105	縞模様なし
導電ホットムル接着テープ	T900	0.12	アイロン(150℃)で熱溶融・永久接着	
導電 クッシ ョン・ テープ	導電スポンジテープ	T-9120 ライン	1.5～	厚さ：1.6、2.4、3.5、5.3mm
	導電発泡PUテープ	T-9310	0.3～2.0	粉塵化、薄膜の折れの防止済み。
	厚手導電不織布テープ	T-9113	0.63	0.6mm厚の導電不織布を採用
	導電スエード・テープ	T-9250 ライン	0.35～	0.35, 0.6, 0.8, 0.9, 1.2mm。
	導電ストレッチ布テープ	T-9216	0.9	伸縮自在。良クッション。銀めつき品
電磁波 抑制/ 吸収 タイプ	電磁波抑制テープ	T-9480 ライン	0.215	150～1, 200MHz に効果
	磁気シールド用テープ	T-8027	0.052	PC パーマロイ箔採用。裁断、孔明け、 折り曲げが可能。kHz 帯に有効
		T-8028	0.064	
電磁波吸収テープ	SRA シリーズ	0.04～0.3	軟磁性合金系。10M～6GHz 帯に効果。	
導電性 両面粘 着 タイプ	厚手両面粘着テープ	T-9110	0.63	0.6mm厚。静電気帯電の接地用
	基材なし難燃テープ	T3163	0.06	構成材全体の難燃化に貢献
	導電メッシュ採用テープ	T224	0.11	UL510 難燃性認証。RoHS 対応
	耐熱型両面粘着テープ	T-9426	0.13	～200℃、シリコン系粘着剤採用
		T-9140 ライン	0.21	カーボン系。静電気対策用、電顕用
	半導電性両面粘着テープ	T-9188	0.21	高電気抵抗値 10 の 5 乗 Ω/sq
電子顕微鏡用テープ	T-9181	0.23	シルバー系、12cm x 5cm x 5 枚入り	
	T-9180	0.21	カーボン系、12cm x 5cm x 10 枚入り	

7-1-3. 塗装養生テープ付き導電テープ

電子装置(例：制御盤)の金属製筐体のドアとドア枠のスロットを EMI シールド用ガスケットで塞ぐが、その筐体の金属(例：ボンデ処理鋼板)とガスケットとが電氣的に一体になる必要がある。それを為すには、ガスケットが貼られる箇所と、そのガスケットが当たる箇所に導電テープを貼る。

この処置には、筐体の塗装前に、塗装用養生テープがラミネートされたアルミ箔テープ(写真 12、P17 に掲載)を所定の場所に貼っておいて、塗装、塗膜乾燥後にそのラミネートされている塗装用養生テープを剥がせば、即ガスケットが貼れる状態になる。

表 13 金属製テープの詳細リスト

	幅							
	原反	250mm	50mm	25mm	20mm	12.5mm	10mm	8mm
銅箔テープ	T-9159	T-9157	T-9155	T-9151	T-9150	T-9152	T-9156	T-9153
	600mm 1巻/CS	1巻/CS	5巻/CS	10巻/CS	12巻/CS	—	6巻/CS	7巻/CS
	T-6159	—	T-6155	—	—	—	—	—
	380mm x 50m 1巻/CS	—	50mm x 50m 3巻/CS	25mm x 50m 15巻/CS	—	—	—	—
アルミ箔テープ	T-7139	T-7137	T-7135	T-7131	T-7130	T-7132	—	T-7133
	510mm 1巻/CS	1巻/CS	5巻/CS	10巻/CS	12巻/CS	10巻/CS	—	7巻/CS
磁気シールドパーマロイ箔テープ	T-8027	基材：12 μ m厚のPCパーマロイ箔。粘着層：強粘着・導電性シリコン系(40 μ m)。切断、折り曲げ、穴あけ加工が可能。高周波数帯域のシールド効果有						
	26 \times 20cm							
耐熱型テープ	T-8028	基材：24 μ m厚のPCパーマロイ箔。粘着層：強粘着・導電性シリコン系(40 μ m)。切断、折り曲げ、穴あけ加工が可能。高周波数帯域のシールド効果						
	26 \times 20cm							
耐熱型テープ	T-9416	50 μ m厚のアルミ箔に強粘着・導電性シリコン系粘着剤が塗付されている。						
	24cm幅							
塗装養生テープ付アルミ箔テープ	焼付け 塗装用	T-9436	—	T-9431	T-9433	T-9432	T-9430	T-9434
		24cm幅		25mm幅	18mm幅	12.5mm幅	10mm幅	6mm幅
		4巻/CS		5巻/CS	7巻/CS	10巻/CS	10巻/CS	15巻/CS
	室温乾燥 塗装用	—	—	T-9461	T-9463	T-9462	T-9460	—
				25mm	18mm	12.5mm	10mm	—
				5巻/CS	7巻/CS	10巻/CS	10巻/CS	

*アルミ箔テープに、50mm幅 x 50m長さの製品、T-7136を別途品揃えしている。ケース売りは3巻入りである。

CS売り：ケース入り販売、バラ売り：ケースから出して1巻単位の販売。但し、割高になる。

カートン売り：6ケース入りのカートン単位売り。安価になる。耐熱性：200℃まで耐える。

筐体の塗装が焼付法であれば、耐熱型の塗装養生テープとで構成された製品を要す（製品例：T-9430ライソ品）。室温乾燥型塗装で化粧されるならば、一般に採用されているアクリル系の粘着剤で製品化された導電テープ（製品例：T-9460ライソ品）が良い。この種のテープを採用しなければ、貼られたテープの際に下地の金属面がテープの際に露呈して、不体裁な仕上がり、または、錆の発生の原因になる。

7-1-4. 耐熱性導電テープ

導電テープに一般に利用されているアクリル系粘着剤は、120℃以上の環境で使用されると、炭化を起し、粘着力が落ちる。このことで、アクリル系粘着剤の正常な品質が保証される可使温度は80℃位までである。それ以上の環境で使用できる粘着剤は、シリコン系になる。これは240℃程度までの耐熱性がある。また、アクリル系粘着剤の付着困難な被貼体に貼れる特性もある。

但し、シリコン系粘着剤は、200℃以上の環境下で銅イオンによって粘着力を酷く落とす。よって、200℃以上の環境下にシリコン系粘着剤が塗られたテープを貼る時は、周辺に銅が無いことの確認を要する。

7-2. 導電布テープ

導電布テープは、良フレキシブル性、軽量性が特長で、金属箔テープに代わって採用されている。ポリエステルなどの糸による織物にめっきしたものに導電性粘着剤を塗付したものである。合成繊維がめっきによって熱伝導性が付与されるので、燃え易くなるのが大きな欠点である。そのために難燃タイプの要求も強い。その製品には、難燃性布をテープ化した製品（製品例：T-9470 ライム品、モダクリル系）と難燃性塗料をバックコートした導電布をテープ化した製品（例：T3186・UL 510 認証、ハロゲン・フリー品）とがある。

最近では、極薄い、0.06mmの製品や極軽くて、電蝕の少ない製品として金めっき導電布テープが、フレキシブル・ケーブルや携帯電話機で多用されている。

導電布テープは導電性の毛羽がある。この問題を解消した製品として、ポリウレタン・レジンを表面にオーバー・コートした製品（製品例：T3186）と、黒色のカーボン系塗料をオーバー・コートした製品（製品例：T-9290）とがある。最近、**写真 13** に紹介する収縮自在な導電ストレッチ布テープ（製品例：T-9216）のニーズが発生している。



写真 13 導電ストレッチ布テープ (T-9216)

*縦横斜めに同率に伸縮し、同電気抵抗値である



写真 14 電頭用導電性両面粘着テープ

7-3. 導電性両面粘着テープ

多くの導電シートが普及しているが、これに導電性両面粘着テープをラミネートして導電テープ化される。このようなテープを求める形状にハーフ・カット（剥離紙を切らずに導電テープのみ切る）して、その形状片を剥離紙から剥がせば即必要とする箇所に貼れる生産性が評価されている。この導電性両面粘着テープを利用して加工される導電シートの例は、導電スポンジ・シート、導電フェルト・シート、導電ラバー・シート、厚みのある金属板、特殊な導電布などである。この加工法は導電テープの少量生産に役立っている。

この種の導電性両面粘着テープの選択ポイントは、付着性と厚み方向の導電性であるが、さらに立体形状に貼れること、難燃性などの選択条件がある。その製品例は**表 12** に紹介してある。

7-4. 電子顕微鏡用導電性両面粘着テープ

電顕用導電性両面粘着テープは、弊社の創立前であるが、弊社の板野が発明し、実用新案に公告されて、カーボン系とシルバー系の2製品が全世界に販売されている。バック・グラウンドを無視し得る、金属性コンタミが極少ない製品（写真14）である。

表 14. 電子顕微鏡用導電性両面粘着テープ

種類	製品サイズ	品名	電気特性	厚み	粘着力
カーボン系	5cm x 12cm x 10枚	T-9180	5Ω以上	0.14mm	1,100gf
	8mm幅 x 20m長さ	T-9143			
	50mm幅 x 20m長さ	T-9145			
シルバー系	5cm x 12cm x 5枚	T-9181	0.04Ω以下	0.13mm	880gf

7-5. 半導電性両面粘着テープ

静電気帯電電荷のグランディング（アース）用に5Ω以上の半導電性のテープ、T-9140ライン品をカーボン粉で組成した製品を品揃えている。

7-6. 高電気抵抗型両面粘着テープ

素粒子の研究で求められて、受注生産しているが、10メガオーム（10MΩ/p-p）の製品（品名：T-9188）を、T-9140ラインの応用製品として品揃えている。

7-7. 導電性クッション・テープ

電子部品や回路基板などの取り付け時に、その部品の摺動を和らげる。または、接触抵抗を確実に小さくするために、導電性クッション・テープが使われる。そして、1GHz以上の高周波の漏洩が規制されたが、シールド性筐体の嵌合部にこの導電性クッション・テープを使用する傾向がある。

圧縮疲労でクッション材が破壊されて、導電性の埃を発生する製品は歓迎されない。

先に紹介した導電スポンジ・シート、導電スエード、導電フェルト、導電エラストマー・シートに導電性両面粘着テープをラミネートすれば、導電性クッション・テープが出来上がる。テープの加工会社は、顧客の要望に合わせて、各々別々の製品、導電性クッション・シートと導電性両面粘着テープ（例：T224）とを購入して、これらをラミネート加工して、導電性クッション・テープを製造する。

また、ネジ止めやはんだ付けでなく、部品の重さで通電させる組み立て工法が十分考えられる。その時は、電蝕性が少なく、部品がその導電性クッション・テープの基材に潜り込むような接触が求められるようになる。この場合は、厚みが1mm少々ある導電性ストレッチ布を応用した導電テープ（製品例：T-9216）（写真13）が採用される。

7-8. 導電テープのUL認証

電子機器の内部で使用される導電テープが剥離すれば、火災や信号の短絡のトラブルの元になる。それで難燃性のテープが求められる。この品質が保証される製品は、米国UL社の剥離試験の746Cなり、燃焼試験の510 Flame testに合格して、イエローブック（ULダイレクトリー）にリスティングされている製品になる。その認証例を表15に示す。

表 15 導電テープの UL 認証品

品 種	品 名	認証カテゴリー	認証ファイル番号
難燃性導電布テープ	T3186	510 flame test (OANZ2)	E221431
難燃性導電布テープ	T3181		
難燃性導電性両面粘着テープ	T224		

7-9. 導電テープの選択と利用法

【導電性粘着剤】 導電テープで採用されている導電性粘着剤は、粘着剤に金属フィラーが分散されたものである。そのフィラーは、ニッケル粉が一般である。銅粉が採用された製品があるが、銅フィラーが耐熱性に劣る欠点がある。

貼る時の圧力は、余り強く無い方が厚み方向の通電性が良い。支持体の金属箔にエンボス形状を付けて、これに非導電性の粘着剤が塗布した製品があるが、このテープを強く押さえて貼ると厚み方向の通電性が無くなる。また、この種の製品は貼り直すと通電性が著しく悪くなるので、注意して貼り付けする必要がある。

【支持体（基材）】 支持体に銅箔が採用された製品で、銅の酸化を防ぐために銅箔表面を錫コーティングされた製品もある。この錫膜がウィスカ現象を起こすので、その懸念のある箇所での採用は見合わせるべきである。

また、銅箔でも電解銅箔は抗張力が強いので、貼られた端部より反って剥がれるトラブルを起こす可能性がある。この点により、銅箔テープには一般に軟質な圧延銅箔が採用される。

指紋付着防止、めっき金属の酸化防止などのために薄く絶縁塗料や黒化塗料がオーバー・コートされた製品がある。但し、絶縁塗料の場合は、厚くコートされるとキャパシター現象を起こすので、その厚みに注意を要する。また、導電布は、起毛が折れると導電性ゴミになる欠点がある。

【カット加工】 必要形状に加工する方法に、バルク方式とハーフ・カット方式とがある。バルク方式とは、ワン・ピース毎にダイカットされた状態で、束ねて納品される。但し、小さい片（例：指の爪の大きさ程度）にこの納品方式を採用すると、貼り付け時にセパレーター（剥離紙）を剥がし難い。また、このような小さな加工品をビニル袋の中にバラバラ状態に入れて横持ちすると、セパレーターが自然に剥がれてテープ片同士が引っ付いて使い物にならなくなる。

バルク方式で、セパレーターを剥がし易くするには、セパレーターに背割りを入れる方式がある。これはセパレーターのみハーフ・カットで切り目を入れて置く方式である。

小さい片の加工は、ハーフ・カット方式の採用が適切である。キス・カットとも言われるが、テープのみ切って、セパレーターを切らない方式である。この方式であれば、ロール状の荷姿が可能になるのでロボットによる自動貼り付けができる。

7-10. 粘着テープの受託加工

粘着剤による少量受託加工を、写真 31 の自動塗工装置（P48 に掲載）で行っている。塗工条件で異なるが、幅 260mm 以内、長さ 80m/日以下の条件内で受託している。

8. 導電ガスケットの適切な選択

導電ガスケットの種類は多く有る。これを要求性能によって適確に選択する必要がある。その選択に役立つように、その長所、短所を網羅したリストを表 16 に示す。ほこりになる可能性のある材料が構成されているか、幅が細いものや太いものの調達の可否、装着の容易性などが選択のポイントになる。

表 16 導電ガスケットの種類とその長所、短所

種類	形態	長所	短所
導電布被覆型 フォーム・ガスケット	発泡ポリウレタンを導電布などで被覆したもの。アルミ箔、導電フィルムでの被覆もあり	安価 サイズが豊富	導電性ゴミになる 剥離、ズレがある 反発力が強くない
SMT 装着型・耐熱性 フォーム・ガスケット	耐熱型発泡ウレタンに、はんだ可能なフィルムで被覆してある	自動装着が可能 アンテナ性なし	量産性を要する 装着装置を要する
塗工型 導電エラストマー・ シーリング	銀粉、銀めっき銅粉をシリコン樹脂に分散した組成物をディスペンサーで塗工する	細線の描画可 多量生産性 防水効果兼備	描画装置の高投資を 要する 少量生産困難
導電ラバー・ ガスケット	銀、銀めっき銅粉をシリコン樹脂などに分散した組成物を押し出した形成品。中空品あり	少量生産性 大形径品有り	剥離、ズレがある
スパイラル・ スプリング・ ガスケット	ベリリウム銅、SUS の薄板を螺旋状に形成。シリコン系のチューブ、発泡材のコア挿入品あり	有機ガスなし 強い反発力	高価 装着溝の形成を要す
ワイヤーメッシュ・ ガスケット	SUS, 錫めっき軟銅などのワイヤーを筒状に編んだもの。チューブ、発泡材のコア挿入品あり	安価 長さ制限なし	反発力が強くない
中空形・ワイヤー メッシュ・ガスケット	ベリリウム銅ワイヤーを筒状に編組、熱処理して形状固定したもの	蝶番に低ストレス	反発力が強くない
フィンガー・ ストリップ・ ガスケット	ベリリウム銅の薄板で爪状、凸状のバネに形成した棒状、小片。貼付、ネジ止、嵌込型がある	有機ガスなし 強い反発力 低タッチ性	高価 長さに制限あり アンテナ効果になる

8-1. 導電布被覆型フォーム・ガスケット

導電ガスケットの中で一番多く使われている、安価な製品で、必要形状にカットされた発泡ポリウレタンを導電布で被覆した製品である。可燃性の材料で構成されているので、難燃性の品質が求められる。その難燃性を証するのは、UL の 746C や 510Flame Test の試験に合格して、イエローブックに掲載されていることである。その認証状態を表 17 に紹介する。この製品の採用機器は、PDP、制御盤、コンピューター・ラック、ナビゲーターなどがある。その形状とサイズが豊富であることも採用し易い。その形状を図 6 に、そしてそのサイズを表 18 に紹介する。

導電布被覆型フォーム・ガスケットの応用加工例を写真 15 に示す。この写真が示すように、ガスケットが剥離紙に付いたままで所定の長さにカットするアレイ・カッティング加工を行えば、製造ロボットによる自動貼りが可能になる。また、コネクタ箇所には、その形状に合わせて穴抜きされる。これを I/O タイプと称する。

表 17 導電布被覆型フォーム・ガスケットの品種

難燃性	アウトガス性	使用導電布	型式表記
UL V-0 認証	ハロゲン・フリー	リップストップ布ほか	S F XXX YYY Z-N5-NB-H

- * XXX…幅の表記、YYY…高さの表記、Z…形状の表記
- * 形状の表記、R(長方形)、D(カマボコ形)、L(L字形)、O(丸形)、C(C字形)、K(ナイフ形)、P(P字形)、DP(ダブルP形)など
- * T(両面粘着テープ)の表記 難燃性導電タイプ：N5
- * 被覆材(H)の種類：A(リップストップ布)、P(アルミ箔)、C(DTY布)、J(ブラック塗布リップストップ布)

導電布で被覆されていると、その起毛(毛羽立ち)が折れて導電性のゴミになる問題がある。この対策としてポリウレタン・レジンを薄くオーバー・コートしている。

被覆材には、導電布以外にアルミ箔で被覆した製品も上市されて、クリーン・ルームなどで使用される。

貼付用には、導電性両面粘着テープが採用されているが、安価な絶縁性の両面粘着テープが採用される製品もある。ガスケットの幅の1/2の両面粘着テープが貼られるので、圧縮された時にテープが貼られていない導電性被覆材が被貼体の金属部やそれに貼られている導電テープに触れるから通電が叶えられる。UL V-0 認証品でRoHS 対応しているNB-Aタイプ品は、難燃性の導電性両面粘着テープ(N5)が採用されている。

採用する製品の高さは、ギャップの140%程度(圧縮率：30%)が適当である。50%も圧縮するとガスケットがへたって、反発力の劣化をもたらす。シールド効果は約65dBもある。

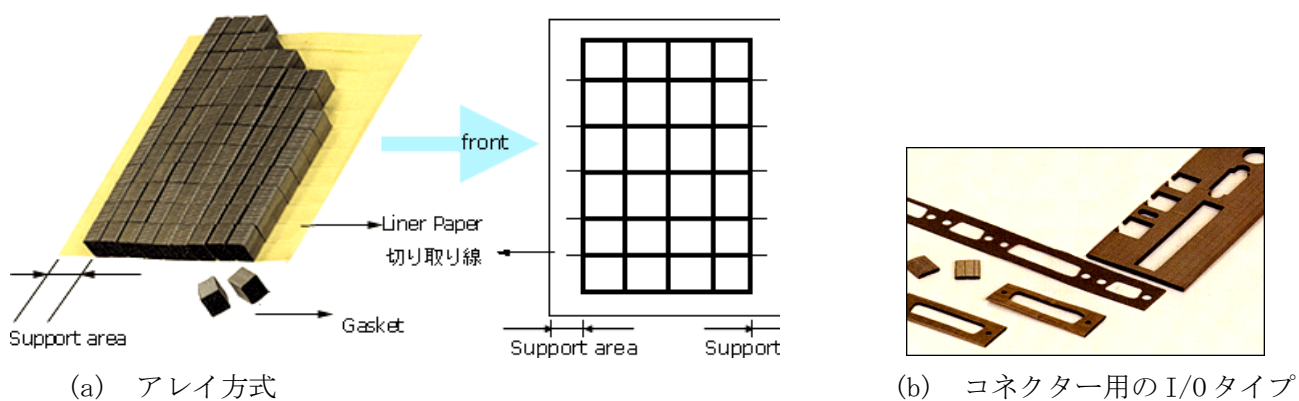
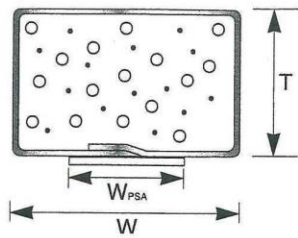
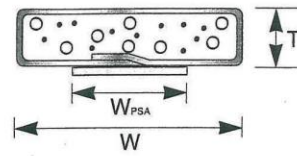


写真 15 導電布被覆型フォーム・ガスケットの加工例

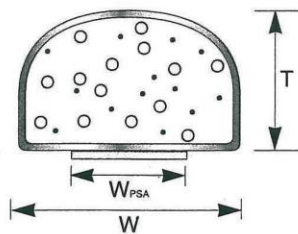
■ 長方形タイプ (R)



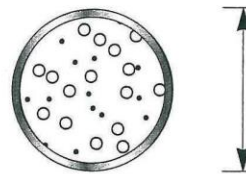
■ フラットタイプ (F)



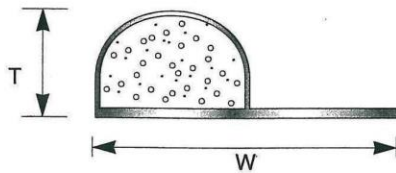
■ D形状 (D)



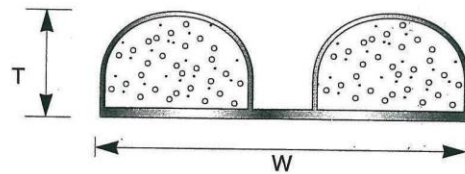
■ 丸タイプ (O)



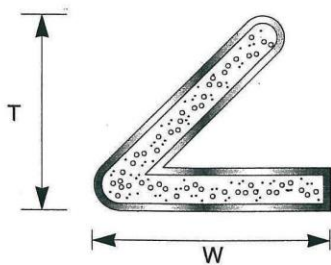
■ P形状 (P)



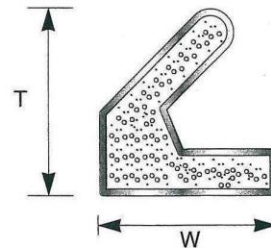
■ 双P形状 (DP)



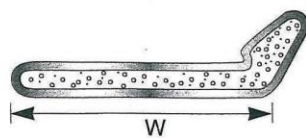
■ L形状 (L)



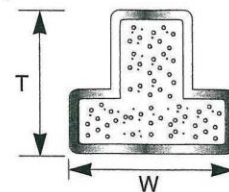
■ C-ホールド形状 (C)



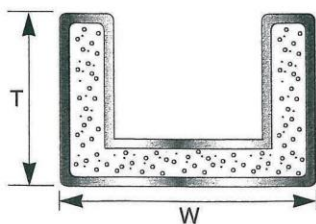
■ ナイフ形状 (KE)



■ T形状 (T)



■ U形状 (U)



■ 簡易防水形 (WP)

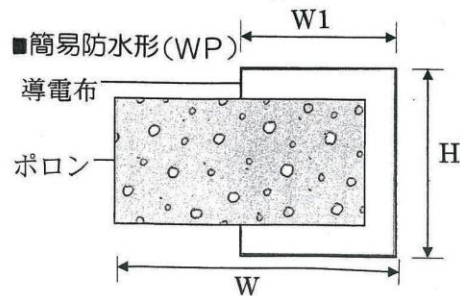


図6 導電布被覆型フォーム・ガスケットの形状例

表18-1 導電布被覆型フォーム・ガスケットのサイズ例

*TW=両面粘着テープの幅

型式番号	サイズ (W×H×IW)	型式番号	サイズ (W×H×IW)	型式番号	サイズ (W×H×IW)
R (フラット) 形		SF 190010 R	:19 x 1 x 6	SF 060065 R	:6 x 6.5 x 3
SF 020010 R	:2 x 1 x 1	SF 190015 R	:19 x 1.5 x 6	SF 064032 R	:6.4 x 3.2 x 3
SF 020015 F	:2 x 1.5 x 1	SF 194010 R	:19.4 x 1 x 6	SF 064064 R	:6.4 x 6.4 x 3
SF 030003 R	:3 x 0.3 x 2	SF 200010 R	:20 x 1 x 6	SF 067025 R	:6.7 x 2.5 x 3
SF 030005 R	:3 x 0.5 x 2	SF 210008 R	:21 x 0.8 x 8	SF 070020 R	:7 x 2 x 3
SF 030010 R	:3 x 1 x 2	SF 210017 R	:21 x 1.7 x 8	SF 070025 R	:7 x 2.5 x 3
SF 030015 R	:3 x 1.5 x 2	SF 230010 R	:23 x 1 x 8	SF 070040 R	:7 x 4 x 3
SF 033007 R	:3.3 x 0.7 x 2	SF 240010 R	:24 x 1 x 10	SF 070050 R	:7 x 5 x 3
SF 034003 R	:3.4 x 0.3 x 2	SF 250010 R	:25 x 1 x 10	SF 070060 R	:7 x 6 x 3
SF 040010 R	:4 x 1 x 2	SF 255019 R	:25.5 x 1.9 x 10	SF 080020 R	:8 x 2 x 3
SF 040015 R	:4 x 1.5 x 2	SF 260010 R	:26 x 1 x 10	SF 080030 R	:8 x 3 x 4
SF 045003 R	:4.5 x 0.3 x 2	SF 290010 R	:29 x 1 x 10	SF 080040 R	:8 x 4 x 4
SF 045015 R	:4.5 x 1.5 x 2	SF 295008 R	:29.5 x 0.8 x 10	SF 080050 R	:8 x 5 x 4
SF 050005 R	:5 x 0.5 x 2	SF 310010 R	:31 x 1 x 12	SF 080060 R	:8 x 6 x 4
SF 050010 R	:5 x 1 x 2	SF 330010 R	:33 x 1 x 12	SF 080070 R	:8 x 7 x 4
SF 050015 R	:5 x 1.5 x 2	SF 350010 R	:35 x 1 x 12	SF 080080 R	:8 x 8 x 4
SF 060003 R	:6 x 0.3 x 3	SF 390010 R	:39 x 1 x 12	SF 080085 R	:8 x 8.5 x 4
SF 060010 R	:6 x 1 x 3	SF 400015 R	:40 x 1.5 x 15	SF 090020 R	:9 x 2 x 4
SF 065003 R	:6.5 x 0.3 x 3	SF 410015 R	:41 x 1.5 x 15	SF 090030 R	:9 x 3 x 4
SF 070005 R	:7 x 0.5 x 3	SF 450010 R	:45 x 1 x 15	SF 090040 R	:9 x 4 x 4
SF 070010 R	:7 x 1 x 3	SF 450015 R	:45 x 1.5 x 15	SF 090050 R	:9 x 5 x 4
SF 070015 R	:7 x 1.5 x 3	SF 480015 R	:48 x 1.5 x 15	SF 090080 R	:9 x 8 x 4
SF 070018 R	:7 x 1.8 x 3	SF 519010 R	:51.9 x 1 x 18	SF 090090 R	:9 x 9 x 4
SF 075007 R	:7.7 x 0.7 x 3	SF 558007 R	:55.8 x 0.7 x 18	SF 094064 R	:9.4 x 6.4 x 4
SF 075015 R	:7.5 x 1.5 x 3	SF 640010 R	:64 x 1 x 20	SF 095032 R	:9.5 x 3.2 x 4
SF 076003 R	:7.6 x 0.3 x 3	SF 680010 R	:68 x 1 x 20	SF 095040 R	:9.5 x 4 x 4
SF 076005 R	:7.6 x 0.5 x 3	SF 840015 R	:84 x 1.5 x 30	SF 095065 R	:9.5 x 6.5 x 4
SF 080005 R	:8 x 0.5 x 4	R (長方形) 形		SF 095095 R	:9.5 x 9.5 x 4
SF 080008 R	:8 x 0.8 x 4	SF 020020 R	:2 x 2 x 1	SF 100020 R	:10 x 2 x 4
SF 080010 R	:8 x 1 x 4	SF 023023 R	:2.3 x 2.3 x 1	SF 100030 R	:10 x 3 x 4
SF 080012 R	:8 x 1.2 x 4	SF 030020 R	:3 x 2 x 2	SF 100035 R	:10 x 3.5 x 4
SF 080015 R	:8 x 1.5 x 4	SF 030025 R	:3 x 2.5 x 2	SF 100040 R	:10 x 4 x 4
SF 090003 R	:9 x 0.3 x 4	SF 030030 R	:3 x 3 x 2	SF 100046 R	:10 x 4.6 x 4
SF 090005 R	:9 x 0.5 x 4	SF 035025 R	:3.5 x 2.5 x 2	SF 100050 R	:10 x 5 x 4
SF 090010 R	:9 x 1 x 4	SF 035045 R	:3.5 x 4.5 x 2	SF 100055 R	:10 x 5.5 x 4
SF 090013 R	:9 x 1.3 x 4	SF 040020 R	:4 x 2 x 2	SF 100060 R	:10 x 6 x 4
SF 100005 R	:10 x 0.5 x 4	SF 040030 R	:4 x 3 x 2	SF 100070 R	:10 x 7 x 4
SF 100008 R	:10 x 0.8 x 4	SF 040040 R	:4 x 4 x 2	SF 100075 R	:10 x 7.5 x 4
SF 100010 R	:10 x 1 x 4	SF 040060 R	:4 x 6 x 2	SF 100080 R	:10 x 8 x 4
SF 100015 R	:10 x 1.5 x 4	SF 040110 R	:4 x 11 x 2	SF 100090 R	:10 x 9 x 4
SF 108005 R	:10.8 x 0.5 x 4	SF 050020 R	:5 x 2 x 2	SF 100140 R	:10 x 14 x 4
SF 120010 R	:12 x 1 x 6	SF 050025 R	:5 x 2.5 x 2	SF 100250 R	:10 x 25 x 4
SF 130005 R	:13 x 0.5 x 6	SF 050030 R	:5 x 3 x 2	SF 120025 R	:12 x 2.5 x 6
SF 130010 R	:13 x 1 x 6	SF 050035 R	:5 x 3.5 x 2	SF 120030 R	:12 x 3 x 6
SF 130015 R	:13 x 1.5 x 6	SF 050040 R	:5 x 4 x 2	SF 120035 R	:12 x 3.5 x 6
SF 140006 R	:14 x 0.6 x 6	SF 050050 R	:5 x 5 x 2	SF 120050 R	:12 x 5 x 6
SF 140015 R	:14 x 1.5 x 6	SF 050055 R	:5 x 5.5 x 2	SF 120060 R	:12 x 6 x 6
SF 150010 R	:15 x 1 x 6	SF 051033 R	:5.1 x 3.3 x 2	SF 120070 R	:12 x 7 x 6
SF 155010 R	:15.5 x 1 x 6	SF 060020 R	:6 x 2 x 3	SF 120080 R	:12 x 8 x 6
SF 160008 R	:16 x 0.8 x 6	SF 060030 R	:6 x 3 x 3	SF 120090 R	:12 x 9 x 6
SF 160010 R	:16 x 1 x 6	SF 060040 R	:6 x 4 x 3	SF 120100 R	:12 x 10 x 6
SF 175010 R	:17.5 x 1 x 6	SF 060050 R	:6 x 5 x 3	SF 120120 R	:12 x 12 x 6
SF 180016 R	:18 x 1.6 x 6	SF 060060 R	:6 x 6 x 3	SF 127064 R	:12.7 x 6.4 x 6
				SF 127095 R	:12.7 x 9.5 x 6
				SF 127127 R	:12.7 x 12.7 x 6

表18-2 導電布被覆型フォーム・ガスケットのサイズ例

*TW=両面粘着テープの幅

型式番号	サイズ (W×H×TW)	型式番号	サイズ (W×H×TW)	型式番号	サイズ (W×H×TW)
R (長方形)形 つづき		SF 200120 R	20 x 12 x 7	SF 450200 R	45 x 20 x 15
SF 130020 R	13 x 2 x 6	SF 200130 R	20 x 13 x 7	SF 460050 R	46 x 5 x 15
SF 130025 R	13 x 2.5 x 6	SF 200140 R	20 x 14 x 7	SF 500250 R	50 x 25 x 15
SF 130030 R	13 x 3 x 6	SF 200150 R	20 x 15 x 7	SF 600100 R	60 x 10 x 15
SF 130035 R	13 x 3.5 x 6	SF 200160 R	20 x 16 x 7	SF 689020 R	68.9 x 2 x 18
SF 130040 R	13 x 4 x 6	SF 200170 R	20 x 17 x 7	SF 749020 R	74.9 x 2 x 24
SF 130050 R	13 x 5 x 6	SF 200200 R	20 x 20 x 7	SF 950050 R	95 x 5 x 30
SF 130070 R	13 x 7 x 6	SF 200220 R	20 x 22 x 7	D 形	
SF 130080 R	13 x 8 x 6	SF 200250 R	20 x 25 x 7	SF 023023 D	2.3 x 2.3 x 2
SF 130100 R	13 x 10 x 6	SF 200280 R	20 x 28 x 7	SF 023032 D	2.3 x 3.2 x 2
SF 130105 R	13 x 10.5 x 6	SF 200300 R	20 x 30 x 7	SF 038015 D	3.8 x 1.5 x 2
SF 130130 R	13 x 13 x 6	SF 200340 R	20 x 34 x 7	SF 038023 D	3.8 x 2.3 x 2
SF 130150 R	13 x 15 x 6	SF 200400 R	20 x 40 x 7	SF 038038 D	3.8 x 3.8 x 2
SF 140040 R	14 x 4 x 6	SF 210020 R	21 x 2 x 10	SF 040030 D	4 x 3 x 2
SF 140060 R	14 x 6 x 6	SF 210040 R	21 x 4 x 10	SF 048050 D	4.8 x 5 x 2
SF 150020 R	15 x 2 x 7	SF 210180 R	21 x 18 x 10	SF 050030 D	5 x 3 x 2
SF 150025 R	15 x 2.5 x 7	SF 211025 R	21.1 x 2.5 x 10	SF 054036 D	5.4 x 3.6 x 3
SF 150030 R	15 x 3 x 7	SF 220065 R	22 x 6.5 x 10	SF 060080 D	6 x 8 x 3
SF 150040 R	15 x 4 x 7	SF 220200 R	22 x 20 x 10	SF 064032 D	6.4 x 3.2 x 3
SF 150050 R	15 x 5 x 7	SF 225030 R	22.5 x 3 x 10	SF 064064 D	6.4 x 6.4 x 3
SF 150060 R	15 x 6 x 7	SF 230030 R	23 x 3 x 10	SF 064095 D	6.4 x 9.5 x 3
SF 150070 R	15 x 7 x 7	SF 240025 R	24 x 2.5 x 10	SF 070048 D	7 x 4.8 x 3
SF 150080 R	15 x 8 x 7	SF 240030 R	24 x 3 x 10	SF 070060 D	7 x 6 x 3
SF 150100 R	15 x 10 x 7	SF 240035 R	24 x 3.5 x 10	SF 070070 D	7 x 7 x 3
SF 150110 R	15 x 11 x 7	SF 240040 R	24 x 4 x 10	SF 075020 D	7.5 x 2 x 4
SF 150120 R	15 x 12 x 7	SF 248020 R	24.8 x 2 x 10	SF 076048 D	7.6 x 4.8 x 4
SF 150150 R	15 x 15 x 7	SF 250050 R	25 x 5 x 10	SF 080050 D	8 x 5 x 4
SF 150170 R	15 x 17 x 7	SF 250080 R	25 x 8 x 10	SF 080085 D	8 x 8.5 x 4
SF 150220 R	15 x 22 x 7	SF 250120 R	25 x 12 x 10	SF 090030 D	9 x 3 x 4
SF 160032 R	16 x 3.2 x 7	SF 250140 R	25 x 14 x 10	SF 090040 D	9 x 4 x 4
SF 160070 R	16 x 7 x 7	SF 250170 R	25 x 17 x 10	SF 090045 D	9 x 4.5 x 4
SF 164023 R	16.4 x 2.3 x 7	SF 250250 R	25 x 25 x 10	SF 095064 D	9.5 x 6.4 x 4
SF 170023 R	17 x 2.3 x 7	SF 254032 R	25.4 x 3.2 x 10	SF 097033 D	9.7 x 3.3 x 4
SF 170025 R	17 x 2.5 x 7	SF 254065 R	25.4 x 6.5 x 10	SF 100025 D	10 x 2.5 x 4
SF 170040 R	17 x 4 x 7	SF 270150 R	27 x 15 x 10	SF 100046 D	10 x 4.6 x 4
SF 170070 R	17 x 7 x 7	SF 300060 R	30 x 6 x 15	SF 100050 D	10 x 5 x 4
SF 170100 R	17 x 10 x 7	SF 300070 R	30 x 7 x 15	SF 100070 D	10 x 7 x 4
SF 170170 R	17 x 17 x 7	SF 300100 R	30 x 10 x 15	SF 100100 D	10 x 10 x 4
SF 170240 R	17 x 24 x 7	SF 300120 R	30 x 12 x 15	SF 100110 D	10 x 11 x 4
SF 170260 R	17 x 26 x 7	SF 300150 R	30 x 15 x 15	SF 120100 D	12 x 10 x 6
SF 180020 R	18 x 2 x 7	SF 300200 R	30 x 20 x 15	SF 122051 D	12.2 x 5.1 x 6
SF 180250 R	18 x 25 x 7	SF 300300 R	30 x 30 x 15	SF 127095 D	12.7 x 9.5 x 6
SF 190020 R	19 x 2 x 7	SF 340050 R	34 x 5 x 15	SF 127127 D	12.7 x 12.7 x 6
SF 190185 R	19 x 18.5 x 7	SF 350020 R	35 x 2 x 15	SF 130048 D	13 x 4.8 x 6
SF 190230 R	19 x 23 x 7	SF 350350 R	35 x 35 x 15	SF 130060 D	13 x 6 x 6
SF 200023 R	20 x 2.3 x 7	SF 394032 R	39.4 x 3.2 x 15	SF 140095 D	14 x 9.5 x 6
SF 200030 R	20 x 3 x 7	SF 400020 R	40 x 2 x 15	SF 180100 D	18 x 10 x 6
SF 200040 R	20 x 4 x 7	SF 400030 R	40 x 3 x 15	SF 180143 D	18 x 14.3 x 6
SF 200050 R	20 x 5 x 7	SF 400200 R	40 x 20 x 15	SF 180230 D	18 x 23 x 6
SF 200060 R	20 x 6 x 7	SF 409031 R	40.9 x 3.1 x 15	SF 200050 D	20 x 5 x 10
SF 200070 R	20 x 7 x 7	SF 410180 R	41 x 18 x 15	SF 200070 D	20 x 7 x 10
SF 200080 R	20 x 8 x 7	SF413023 R	41.3 x 2.3 x 15	SF 200120 D	20 x 12 x 10
SF 200090 R	20 x 9 x 7	SF420020 R	42 x 2 x 15	SF 240040 D	24 x 4 x 10
SF 200100 R	20 x 10 x 7	SF 430200 R	43 x 20 x 15	SF 490070 D	49 x 7 x 15
		SF 450020 R	45 x 2 x 15		

表18-3 導電布被覆型フォーム・ガスケットのサイズ例

型式番号	サイズ (W×H×TW)	型式番号	サイズ (W×H×TW)	型式番号	サイズ (W×H×TW)
I O 形		P 形		○ 形	
SF 210017 I/O	21 x 1.7 x 4~5	SF 100026 P	10 x 2.6 x 4	SF 030030 O	φ3
SF 240010 I/O	24 x 1 x 4~5	SF 120037 P	12 x 3.7 x 4	SF 060060 O	φ6
SF 240025 I/O	24 x 2.5 x 4~5	SF 132033 P	13.2 x 3.3 x 5.6 x 0.7	SF 080080 O	φ8
SF 248020 I/O	24.8 x 2 x 4~5	SF 170010 P	17 x 10 x 5	ダブルP (DP) 形	
SF 250010 I/O	25 x 1 x 4~5	L 形		SF 097028 DP	9.7 x 2.8 x 3 x 0.4
SF 255019 I/O	25.5 x 1.9 x 4~5	SF 100026 L	10 x 2.6 x 4	SF 150038 DP	15 x 3.8 x 5 x 0.7
SF 290010 I/O	29 x 1 x 4~5	SF 107098 L	10.7 x 9.8 x 4	Double P形・簡易防水形	
SF 295008 I/O	29.5 x 0.8 x 4~5	SF 120037 L	12 x 3.7 x 4	SB0610	10 x 6 x 5
SF 310010 I/O	31 x 1 x 14~5	SF 132033 L	13.2 x 3.3 x 5	長方形簡易防水型	
SF 330010 I/O	33 x 1 x 4~5	SF 170100 L	17 x 10 x 5	WP 070030 R	7 x 3 x 3
SF 350010 I/O	35 x 1 x 4~5	C 形		WP 070040 R	7 x 4 x 3
SF 350020 I/O	35 x 2 x 4~5	SF 109100 C	10.9 x 10 x 4	WP 070050 R	7 x 5 x 3
SF 394032 I/O	39.4 x 3.2 x 4~5	SF 147171 C	14.7 x 17.1 x 5	WP 150030 R	15 x 3 x 7
SF 400015 I/O	40 x 1.5 x 4~5	SF 190230 C	19 x 23 x 6	WP 150050 R	15 x 5 x 7
SF 400020 I/O	40 x 2 x 4~5	T 形		WP 200050 R	20 x 5 x 11
SF 400030 I/O	40 x 3 x 4~5	SF 147170 T	14.7 x 17 x 5		
SF 405020 I/O	40.5 x 2 x 4~5	SF 210260 T	21 x 26		
SF 409031 I/O	40.9 x 3.1 x 4~5	U 形			
SF 410015 I/O	41 x 1.5 x 4~5	SF 140060 U	14 x 6		
SF 420 020 I/O	42 x 2 x 4~5	ナイフ(KE) 形			
SF 430025 I/O	43 x 2.5 x 4~5	SF 060020 KE	6 x 2 x 3		
SF 450010 I/O	45 x 1 x 4~5	SF 113027 KE	11.3 x 2.7 x 4		
SF 450015 I/O	45 x 1.5 x 4~5				
SF 450020 I/O	45 x 2 x 4~5				
SF 689020 I/O	68.9 x 2 x 4~5				
SF 749020 I/O	74.9 x 2 x 4~5				
SF 840015 I/O	84 x 1.5 x 4~5				

*長方形簡易防水型は、WP200050R 以外の製品は、目下販売中止です。

8-2 SMT 装着型・耐熱性フォーム・ガスケット

SMT 装着型・耐熱性フォーム・ガスケットは、先の 8-1 の導電布被覆型フォーム・ガスケットの応用技術で、金属製フィンガー・ストリップ・ガスケットの SMD タイプ品の代用品として開発されている。金属製の SMD タイプ・フィンガー・ストリップ・ガスケットは、形状の端部が尖っているため、グラウンド処理用などに使用した時にアンテナ効果で、発信する。または受信をしてトラブルの原因になることがある。この耐熱性フォーム・ガスケットは、金属製の問題を解決した製品で、アンテナ効果に成らない端部が丸い。そして、はんだ熱に耐える材質を採用したフォーム・ガスケットである。

クッション芯材はシリコーン・レジンを含浸させて耐熱化し、その被層には、はんだ可能な金属を蒸着した耐熱性のフィルムが採用されている。そのサイズを表 19 に示す。

また、このガスケットを応用した 1m ものの、耐熱型フォーム・ガスケットの供給が可能である。

使用法：圧縮率 20~25%、抵抗値 0.02Ω 以下（基準値 0.1Ω 以下）

8-3 塗付型導電エラストマー・シーリング

携帯電話機の狭いフランジ部に防水機能を兼ねて、ディスペンシングで φ1mm 以下の細く（写真 16）、柔らかく、反発性のある棒状を形成するのに多用されている製品である。ノズルを変えると形状に変化を持たせることが可能である。狭いフランジに形成するので、その高さが、フランジの幅に制約される

表 19 SMT 型・耐熱性フォーム・ガスケット

型 式	サイズ(単位:mm)			1 リールの 最少 量	カット 用 金型	ポケット 用 金型
	幅	高さ	長さ			
SMF01-030030-030	3	3	3	2,500	○	○
SMF01-040025-030	4	2.5	3	2,000	○	○
SMF01-045045-060	4.5	4.5	6	2,000	○	○
SMF01-050030-040	5	3	4	2,000	○	○
SMF01-080075-080	8	7.5	8	800	○	○
SMF01-080075-100	8	7.5	10	600	○	○
SMF01-080100-080	8	10	8	500	○	○
SMF01-040030-040	4	3	4	2,000	○	X
SMF01-040035-050	4	3.5	5	2,000	○	X
SMF01-045022-040	4.5	2.2	4	1,500	○	X
SMF01-050040-060	5	4	6	1,500	○	X
SMF01-060050-060	6	5	6	1,500	○	X
SMF01-060045-060	6	4.5	6	1,000	○	X
SMF01-070060-060	7	6	6	1,000	○	X
SMF01-080070-070	8	7	7	400	○	X
SMF01-130080-100	13	8	10	400	○	X
SMF01-130100-100	13	10	10	400	○	X

表記説明：

SMF(品名)01(硬度)-030(幅、
3 mm) 030(高さ、3 mm)-030
(長さ3mm)と表わしている。

バルク販売：

手はんだ加工される場合に、バ
ルク販売をしている。

1 リールの最少量：

リールでの供給時の最少量。

○印：

ポケットに入れるサイズに正
確にカッティングして、それを
リールのポケットに挿入する
金型がある。

X印：

ポケット金型が無い。

リールの素材：PP

が、高い形状を必要とする時は積層すれば確保される(但し、EMI-tec 社の特許の確認要)。銀タイプと銀めっき銅タイプとがある。このガスケットからのアウトガスを嫌う時は、熱硬化促進をしてアウトガスさせて使用すれば良い。加工はXY軸の自動装置で描画されるので、多量生産が容易である。

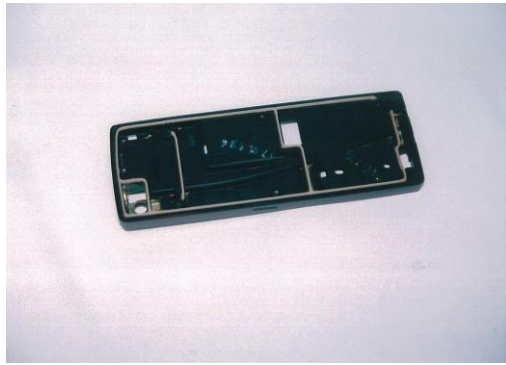


写真 16 自動ディスペンシングされた
携帯電話機の筐体



写真 17 導電ラバー・ガスケット

8-4. 導電ラバー・ガスケット

ラバーの柔らかさと反発性の特長を活かしたもので、シリコーン樹脂に銀粉や銀めっき銅粉を混合したものを、押し出し加工した製品（写真 17）（図 7）である。高価であることと、それが原因で用意されている金型の数が少ないので、形状の選択の幅が狭い。前項の塗付型導電エラストマー・シーリングの自動加工に載らない少量生産品には、この製品が採用される。

8-5. スパイラル・スプリング・ガスケット

半導体製造装置、食品加工装置などでは、ガスケットからのアウトガスを嫌う。このニーズに適ったガスケットが、金属 100%のスパイラル・スプリング・ガスケットである。この種のガスケットは、ソフトなタッチで低抵抗が良とされているが、このニーズにはベリリウム銅製が極適っている。安価品としてステンレス・スチール（SUS）製がある。SUS 製は、1.2GHz 以下の周波数帯域でのシールド効果がベリリウム銅製に比べると 20~30%劣る。

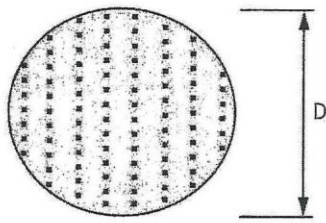
また、ベリリウム銅板の表層に錫やニッケルめっきを施した製品やコアにシリコーン系の棒状、中空状、または発泡棒状を挿入して反発力を更にアップさせた製品もある。その製品を写真 18、装着例を写真 19 と形状例を図 8 に紹介する。

注意しなければならないのは、錫めっき膜は、プラズマ照射などによる 200℃以上の環境下では、溶けてボール化する。または、ひび割れを起こす。そのような環境下でベリリウム銅製が使われる時は、ニッケルめっきされた製品を使うと良い。勿論、めっきなしの SUS 製も良である。

板材は、錫めっきベリリウム銅製（型式：SBT）、ニッケルめっきベリリウム製（SBN）、めっき無し SUS 製（SSN）がある。

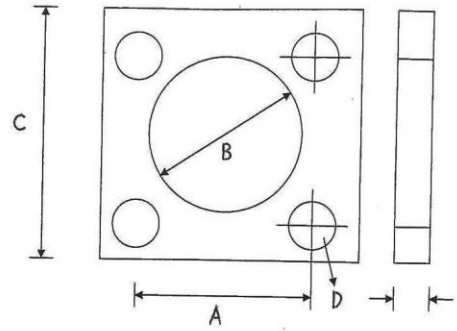
反発力をアップさせる挿入コア材入りには、発泡シリコーン（F）、シリコーン・チューブ（T）とソリッド・シリコーン（A）とがある。但し、製造可能な長さに制限があるサイズがある（例：4m）。

O形 (オールシリコン・タイプ)



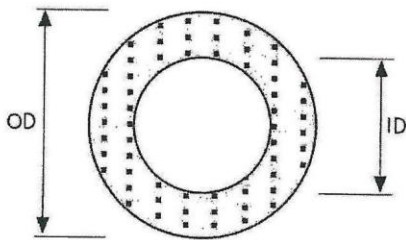
D:0.71~4.95

コネクタースペース



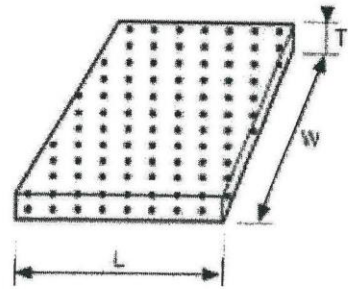
各種サイズ

O形 (中空タイプ)



OD/ID:1.52/0.51~4.57/2.00

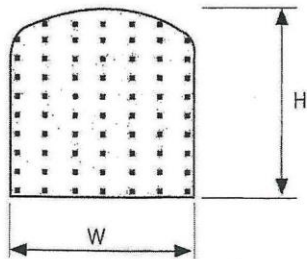
フラット (オールシリコンタイプ)



W/T:2.16/2.16~19.05/1.57

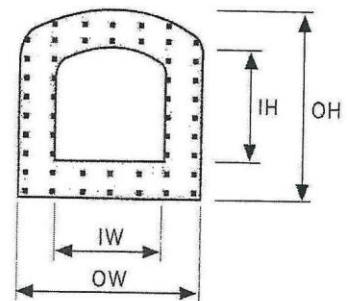
L:タール状

D形 (オールシリコンタイプ)



W/H:1.62/1.40~4.52/4.45

D形 (中空タイプ)



OW/IH:3.96/2.00

図7 導電ラバー・ガスケットの形状例

〔 ϕ の選定〕 採用するスパイラル・スプリング・ガスケットの太さの決定は、それが装着される溝の幅と深さに大きく関係する。その資料を表 20 に記載する。

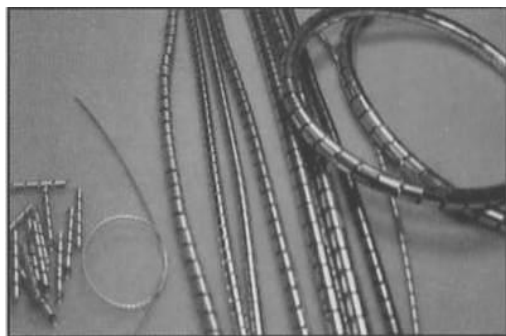


写真 18: スパイラル・スプリング・ガスケット



写真 19 スパイラル・スプリング・ガスケットの装着例



図 8 スパイラル・スプリング・ガスケットの形状例

スパイラル・スプリング・ガスケット用の溝の形状は、箱形とたこ壺形がある（図 9）。たこ壺形の加工法は不明であるが、米国から輸入されてくる装置にこの形状が掘られている。

写真 19 に示す R コーナー部で、ガスケットが自然に弾き出るケースが多いので、注意を要する。 ϕ の前後 3 種類のサンプルを入手して、装着の試しをされることを薦める。

〔切断加工〕 スパイラル・スプリング・ガスケットのカットには、100 円ショップで売られている料理鋏(¥700 程度)が最適である。刃の太いペンチなどでカットすると巻き形状が壊れる。

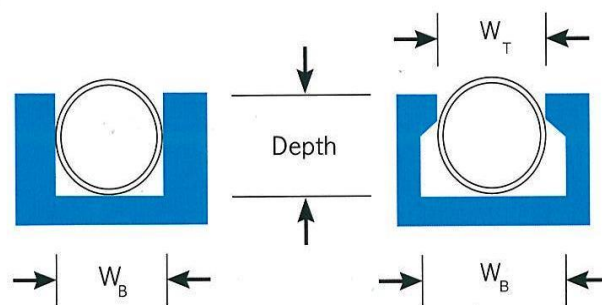


図 9 スパイラル・スプリング・ガスケットの装入溝の形状

表 20 スパイラル・スプリング・ガスケットのサイズとその適合する溝サイズ

型 式	ガスケットの 直径(mm)と標準長さ	公差 (±mm)	埋め込み溝のサイズ(mm)		
			深さ (D)	幅 (W _B)	戸口幅(W _T)
SBT-010W ☆	φ 0.90mm × 10m	0.10	0.68	1.1	0.86~0.87
SBT-016W ☆	φ 1.60mm × 10m	0.10	1.2	1.95	1.52~1.55
SBT-020W	φ 2.00mm × 30m	0.10	1.8	2.93	2.28~2.33
SBT-024W	φ 2.40mm × 30m	0.10	1.8	2.93	2.28~2.33
SBT-026W	φ 2.60mm × 30m	0.10	1.8	2.93	2.28~2.33
SBT-028W	φ 2.80mm × 30m	0.10	2.1	3.42	2.66~2.72
SBT-030W	φ 3.00mm × 30m	0.10	2.25	3.67	2.85~2.91
SBT-032W	φ 3.20mm × 30m	0.10	2.4	3.91	3.04~3.1
SBT-035W	φ 3.5mm × 30m	0.12	2.63	4.28	3.33~3.4
SBT-036W	φ 3.6mm × 30m	0.12	2.7	4.4	3.42~3.49
SBT-040W	φ 4.00mm × 30m	0.12	3.23	5.25	4.09~4.17
SBT-043W	φ 4.30mm × 30m	0.12	3.23	5.25	4.09~4.17
SBT-044W	φ 4.40mm × 30m	0.12	3.3	5.38	4.18~4.27
SBT-047W	φ 4.70mm × 30m	0.15	3.53	5.74	4.47~4.56
SBT-048W	φ 4.80mm × 30m	0.15	3.6	5.86	4.56~4.66
SBT-050W	φ 5.00mm × 30m	0.15	3.75	6.11	4.75~4.85
SBT-053W	φ 5.30mm × 30m	0.15	3.98	6.48	5.04~5.14
SBT-055W	φ 5.50mm × 30m	0.15	3.98	6.48	5.04~5.14
SBT-064W	φ 6.40mm × 30m	0.17	4.8	7.82	6.08~6.21
SBT-068W	φ 6.80mm × 30m	0.17	5.1	8.31	6.46~6.6
SBT-100W ☆	φ 10.0mm × 10m	0.20	7.5	12.22	9.5~9.7

SBT:錫めっきベリリウム銅製、SBN:ニッケルめっきベリリウム銅製、SSN:めっき無し SUS 製
SBN と SSN のサイズ別の型式は、SBT の型式に沿う。

末尾の符号…W:コアなし、F:発泡シリコーン・コア入り、T:シリコーン・チューブ入り

A:ソリッド・シリコーン入り

☆マーク品は、コア入りの製造が不可能である。

表 20 に掲載されていないサイズの製造も可能である。。

8-6. ワイヤメッシュ・ガスケット

ワイヤメッシュ・ガスケットは、導電布被覆型フォーム・ガスケットに次いで安価な製品（写真 20）である。コアに発泡ポリウレタンやシリコーン・チューブを採用して、この外側にニット状に、ステンレス・スチール、錫めっき軟銅、錫めっき鉄銅合金、燐青銅、アルミのワイヤーや銀めっきポリエステル糸で編んだガスケットである。特殊なものとして、オール・ワイヤー・タイプとフラットなテープ状のものがある。

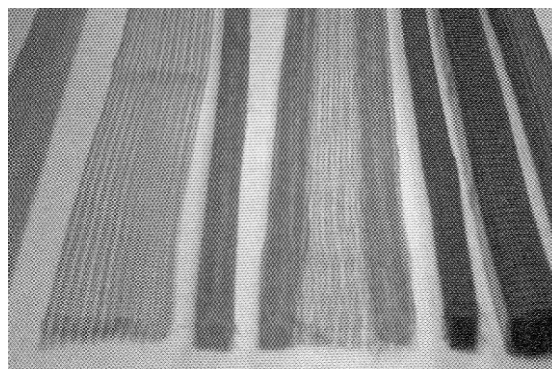


写真 20 ワイヤメッシュ・ガスケットの形状例

SUS ワイヤの太さは、 $\phi 0.08 \sim 0.11\text{mm}$ が一般である。2重編組の時は、内側に細いワイヤーを外側に太いワイヤーを採用している。他のワイヤーは $\phi 0.12\text{mm}$ が採用している。

貼付固定には両面粘着テープを先行して所定箇所に貼って、それにガスケットを後付けするのが一般である。

製品の種類を、ガスケット品を表 22 に、テープ状製品を表 23 に示す。

8-7. 筒状ワイヤメッシュ・ガスケット

ベリリウム銅ワイヤー（線材 $\phi 0.15\text{mm}$ ）を筒（Hollow）状に編んで熱処理したガスケット（表 21）。弾性と柔軟性に優れている（写真 21）。ドア部位に採用すれば、蝶番にストレスを与えることが極小さい。

なお、P形やダブルP形の加工品の提供が可能である。



写真 21 : Hollow Wire Mesh Gasket

表 21 : 筒状ワイヤメッシュ・ガスケット例

型 式	製品直径 (ϕ)	必要とする溝		製品 長さ
		幅	深さ	
G-7041	1.6mm	1.5mm	1.2mm	30m
G-7042	2.4mm	2.3mm	1.8mm	
G-7043	3.2mm	3.1mm	2.4mm	
G-7044	4.0mm	3.8mm	3.0mm	
G-7045	4.8mm	4.6mm	3.6mm	
G-7046	6.4mm	6.1mm	4.8mm	
G-7047	7.9mm	7.4mm	6.0mm	
G-7048	9.5mm	9.1mm	7.1mm	
G-7049	12.7mm	12.3mm	9.5mm	
P形の一例(装着は、両面粘着テープで貼る)				
G-7071	高さ(ϕ)1.6mm x 幅9.5mm			30m
G-7073	高さ(ϕ)2.4mm x 幅12.7mm			
G-7074	高さ(ϕ)3.2mm x 幅9.5mm			
ダブルP形の一例(装着は、テープで貼る)				
G-7051	高さ(ϕ)1.6mm x 幅12.7mm			30m
G-7052	高さ(ϕ)3.2mm x 幅12.7mm			

表 22 ワイヤーマッシュ・ガasketの品揃え

品名	φ x 断面 x 長さ	ワイヤの材質	ワイヤのφ	挿入コア材	編組
M449R-SH-1	φ 3.7mm x ○ x 30m	SUS316	0.11	シリコーン・ ホース	1重
M430R-SH-2		SUS316	0.08+0.11		2重
M439R-SH-1	φ 4.7mm x ○ x 30m	SUS316	0.08		1重
M440R-SH-1	φ 6.9mm x ○ x 30m	SUS316	0.08		1重
M475R-SH-1		SUS316	0.11		1重
M431R-SH-1	φ 7.0mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M429R-SH-2		SUS316	0.08+0.11		2重
M438R-SH-2	φ 7.3mm x ○ x 30m	SUS316	0.08+0.11		2重
M474R-SH-1	φ 12.0mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M474R-SH-2		SUS316	0.08+0.11		2重
M443S-PU-1	8mm x 8mm x □ x 30m	SUS316	0.08	ウレタン・ フォーム	1重
M424S-PU-1	9mm x 3mm x □ x 30m	SUS316	0.08		1重
M428S-PU-2		SUS316	0.08+0.11		2重
M414S-PU-1	9mm x 5mm x □ x 30m	SUS316	0.08		1重
M427S-PU-2		SUS316	0.08+0.11		2重
M473S-PU-1	11mm x 5.3mm x □ x 30m	SUS316	0.08		1重
M485S-PU-1	25mm x 20mm x □ x 30m	SUS316	0.08+0.11		1重
M444R-SF-1	φ 3.7mm x ○ x 30m	SUS316	0.11	○形 シリコーン フォーム	1重
M445R-SF-1	φ 4.5mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M472R-SF-1	φ 6.9mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M471R-SF-1	φ 7.3mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M470R-SF-1	φ 12.0mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重
M461DP-AFW-2	W24 x H3.6mm x DP x 30m	Fe/Cu 合金	0.12		2重
M1417DP-AW-2	W25mm x H5mm x DP x 30m	錫めっき銅	0.12	双こぶ形 オール ワイヤー	2重
M4615DP-AW-2	W25mm x H3.4mm x DP x 30m	鉄錫めっき銅	0.12		2重
M4822DP-AW-2	W25mm x H0.5mm x DP x 30m	SUS316	0.08+0.11		2重
M4821DP-AW-2	W25mm x H5mm x DP x 30m	SUS316	0.08+0.11		2重
M1486DP-AW-2	W30mm x H5mm x DP x 30m	錫めっき銅	0.12		2重
M1486DP-AFW-2		Fe/Cu 合金	0.12		2重
M453DP-SF-1	W12.6mm x H3.4mm x DP x 30m	SUS316	0.11		1重
M452-DP-SF-1	W9.2mm x H1.9mm x DP x 30m	SUS316	0.11	双こぶ形	1重
M453-DP-SF-1	W12.6mm x H3.4mm x DP x 30m	SUS316	0.11	発泡シリコーン	1重
M441DP-SH-2	W11mm x H5.3mm x DP x 30m	SUS316	0.08+0.11	シリコーンホース	2重

M491P-SC-1	9.2mm x 1.9mm x P x 30m	SUS316	0.11	P形シリコンホース	1重	
M447R-AW-1	φ2.4mm x ○ x 30m	SUS316	0.11	オール・ ワイヤー	1重	2.0mm x ○
M410R-AW-1	φ3.0mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重	
M476R-AW-1	φ3.2mm x ○ x 30m	錫めつき銅	0.12		1重	
M448R-AW-1	φ3.6mm x ○ x 30m	SUS316	0.11		1重	
M492S-AW-1	4mm x 3mm x □ x 30m	SUS316	0.11		1重	

表 23 ワイヤーメッシュ・テープ

品名	サイズ (幅 x 長さ)	ワイヤーの材質	ワイヤーの太さ (φ)	編組
M464T-AW-1	21 mm x 30m	錫めつき銅	0.12mm	1重
M3432T-AW-1		SUS316	0.11mm	1重
M432T-AW-1	25 mm x 30m	SUS316	0.11mm	1重
M454T-AW-1		錫めつき銅	0.12 mm	1重
M497T-AW-1	30 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重
M1447T-AW-1	35 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重
M1415T-AW-1	50 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重
M493T-AW-1	115 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重
M3404T-AW-1	175 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重
M3405T-AW-1	245 mm x 30m	錫めつき銅	0.12 mm	1重

*粘着テープ付の製品名は、最後に T を付ける (例: M491T-AW-1T)。

*粘着テープ付きワイヤーメッシュ・テープは、ワイヤーメッシュ・テープと両面粘着テープとを、セットで納品するので、粘着テープのみを先に貼って、その後にメッシュ・テープを貼る。

8-8. フィンガー・ストリップ・ガスケット

ベリリウム銅板の反発性を活かした爪状の細長い、または、小片のガスケットである。反発力の劣化が他のガスケットに比べると小さいので信頼性が高い。形状が豊富にある (写真 22)。

嵌め込み方式と両面粘着テープで貼り付ける方式の製品がある。圧迫のストレスが掛かる方向を考慮して、取り付け方向に注意を要する製品もある。

また、ネジ止めのフィンガー・ストリップ・ガスケットは、そのネジ止めのネジ間が接触不良を起こす。1GHz 以上の短い波長の周波数帯域が規制されたが、その対処としては、導電テープを先行して貼ってから、そこにフィンガー・ストリップ・ガスケットをネジ止めとする必要がある。



写真 22 : フィンガー・ストリップ・ガスケット

9. 信号ケーブル用シールド材

信号ケーブルのシールド被覆材には、ボタン (B)、マジック・テープ (M)、ビニル・ジッパー (Z)、ファスナー (F) と両面粘着テープ (P) で結束・被覆するタイプ、そして熱で収縮する筒タイプ、導電糸で編まれて伸縮できる筒状など、種類が豊富にある。

9-1. 配線結束チューブの選定

複数の配線を束ねるとともにシールドする製品である (写真 23)。採用されている結束材によって作業性、信頼性が大きく異なるので、各々の特性を理解して、選定すると良い。

その選定資料、各材の長所、短所を表 24 に記す。そして、この特質による選定条件を表 25 に記す。また、各配線結束チューブの製品サイズを表 26 に示す。

シールド材の構成の種類を図 10 に示す。



写真 23 配線結束チューブの色々

表 24 配線結束チューブの結束材の長所、短所

配線結束材の種類	長 所	短 所
ボタン (ホック)	安価である	ボタン止めに時間が掛かる ボタン間の漏洩が有り得る
マジック・テープ	装脱着が容易である 配線分岐が容易である	結束力が弱い
ビニル・ジッパー	良密閉性である	配線分岐が困難である 専用スライダを必要とする
ファスナー	長い配線結束が短時間で可能	配線分岐が困難である 専用スライダを必要とする
両面粘着テープ	安価である 厚みが無い	繰り返しの装脱着が不可である 結束力が弱い

表 25 結束材の選定条件

ボタン (ホック)	短いものに限る
マジック・テープ	装脱着が頻繁、長い、配線分岐が多い場合
ビニル・ジッパー	密閉性が求められる場合
ファスナー	長い配線を短時間で装着する場合
両面粘着テープ	脱着をしない。再結束時には、改めてテープを貼り換える

表 26 配線結束チューブの品種とそのサイズ

用途	型式	サイズ（結束後の直径）mm
シールド・タイプ	BAT	(φ) 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100
	BAR (2)	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100
	MAT, MAR (2), MARS (3), BARS (3) MER (2), MERS (3), MES (2)	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 100
	FAT	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100
	FAR (2) FER (2), FERS (4)	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70
	ZAT	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100
	ZAR (2), ZAS (2), ZER (2)	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70
フラットケーブル用	PAT	(幅) 15, 23, 28, 35, 46, 53, 66, 79, 92
非シールド・タイプ	BVT (G), BVT (T), BET	(φ) 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100
	MET	(φ) 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 100
	FET, ZET	(φ) 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 70, 100

型式の説明：B：ボタン式、M：マジック・テープ式、F：ファスナー式、Z：ビニルジッパー式
 P：フラットケーブル式、VT：塩ビ・フィルム、(G)：グレー、(T)：透明、ET：ターポリン、
 AT：アルミ箔+塩ビフィルム、AR：アルミ箔+金属メッシュ、ARS：アルミ箔+金属メッシュ 2 層+導電布、
 ER：金属メッシュ、(2)：2 層、(3)：3 層、(4)：4 層
 標準長さ：25m/リール巻き、50m/リール巻き
 *求めるサイズは、上記の結束後のサイズより 10～20%大きいものを選定すること。

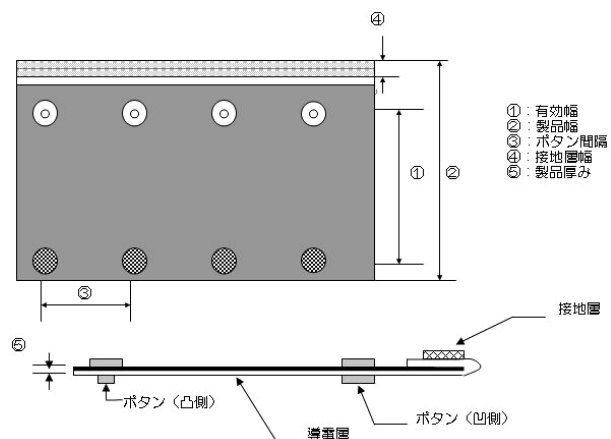
9-1-1. ボタン結束式シールド・チューブ

ホックとも称されるボタン（ポリアセタール製）で配線結束するタイプ（型式：B シリーズ）で、配線結束材として古くからある製品である（写真 24）。アルミ蒸着された PVC フィルム単層で構成されたものから、これにアルミ箔、導電布やワイヤーメッシュ・シートとで複層にした製品もある。また、車両に採用される時などは難燃性の品質を求められる。非シールド・タイプであるが、結束された内容が見える透明タイプ（BVT(T)）、そして、クリーンルーム用（BVT(G)）も品揃えしている。

R 状に曲げて設置された時に、ボタン間が浮いて漏洩する可能性がある。採用の状況によって片方接地が必要であるが、その時に導電層に接地ケーブルを接続させる留め金（クリップ）を要す。



写真 24 ボタン結束式シールド・チューブとその構成



9-1-2. マジック・テープ結束式シールド・チューブ

アルミ蒸着された PVC フィルムによる単層や ターポリン・フィルムと導電布との複層で構成された被覆材をマジック・テープ（ポリエステル製）で結束する製品（型式：M シリーズ）である。工業マシンで縫製するので、希望のφの製品を容易に製造できる。

R 部などの箇所マジック・テープによる結束が剥がれることが有り得るので、そのような箇所には、ビニル・タイなどによる補足結束を必要とする。また、片方接地処理は必須である。

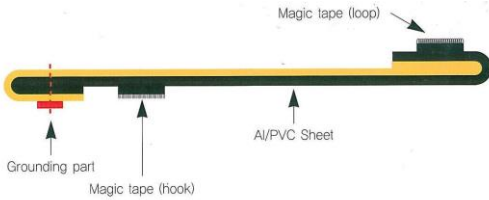


図 10-1 MAT (アルミ箔のみ)

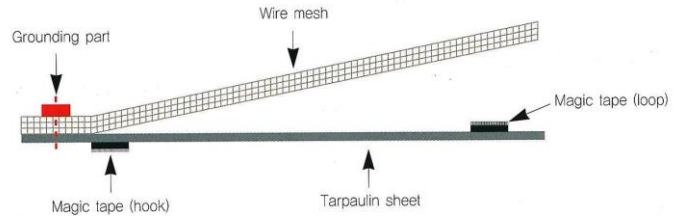


図 10-2 MER (2) (金属メッシュの 2 層)

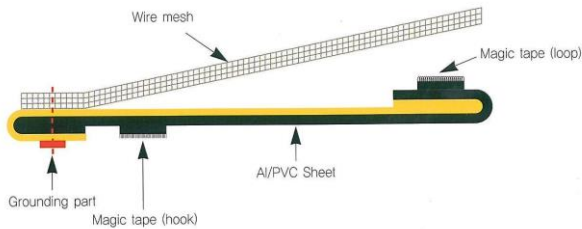
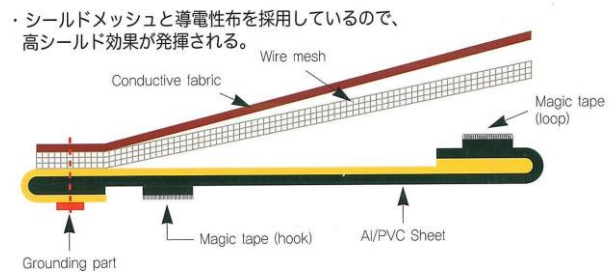


図 10-3 MAR (2) (アルミ箔+金属メッシュの 2 層)



・シールドメッシュと導電性布を採用しているので、高シールド効果が発揮される。

図 10-4 MARS (3) (Al 箔+金属メッシュ+導電布)

9-1-3. ビニル・ジッパー結束式シールド・チューブ

結束材に専用のジッパー（図 11）を採用した製品である。R 部などで結束部が開くようなことが無いので、その点において安心できる、嵌合結束の強い製品である。但し、高温下ではその限りでない。

ジッパー結束法での配線の分岐法を、図 12 に示す。

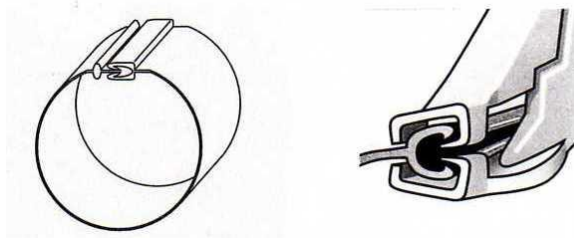


図 11 ビニル・ジッパーの形状と
プライヤーで装着された様子



図 12 ビニル・ジッパー結束時の分岐方法

9-1-4. ファスナー結束式シールド・チューブ

ズボンのチャックと同じポリエステル製のファスナーで結束する。ストパーとプライヤーを装着すれ

ば、長い配線を短時間で結束ができる。結束部が解れ難い信頼度が高い。配線の分岐部位には、ストッパーを取り付ければ可能である。

9-1-5. フラットケーブル用シールド・チューブ

長い配線になることが無い場合に、簡易な両面粘着テープで被覆材を包装固定する。

9-1-6. 配線結束チューブの装着時の注意事項

- ① 配線結束チューブのサイズは、配線のサイズより 10~20%大きい目にする。同じであれば、配線が R 状に曲げられた時に結束が解ける。
- ② 半導体工場などでは、確実にシールドする、アルミ箔、金属メッシュ、導電布の 3 重のタイプを選べば良い。
- ③ 結束時には、接地線（編組線）がシールド層のアルミ箔に接触するように包む。
- ④ 結束後は、**写真 25** のように接地線を延長線に繋いで接地処理を行う。
- ⑤ 結束後は、結束端部をビニル・タイで固定する。
- ⑥ R 状に曲げて設置された時に、結束のボタン間が浮いたり、結束が外れる可能性がある時は、ビニル・タイなどで補強結束を行う。

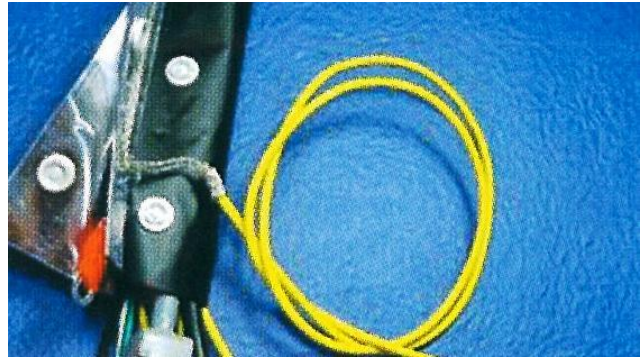


写真 25 結束チューブでの接地線の処置状態

9-2. 熱収縮型シールド・チューブ

90°Cの温風を掛けると半分に収縮する塩ビチューブの内層に、導電布を採用した製品（製品例：G-6010 ライン品）（**写真 26**）である。構成は**図 13** に示すとおりである。

この製品の接地ケーブルの装着は、そのケーブルの端がシールド層に接する状態で収縮すれば良い。



写真 26 熱収縮型シールド・チューブ



図 13 熱収縮型シールド・チューブの構成とサイズの説明

表 27 熱収縮型シールド・チューブの製品サイズ

製品名	収縮前の状態		収縮後の状態	
	内径 φ (mm)	外被材の厚み	内径 φ (mm)	外被材の厚み
G-6011	3.8	0.27	1.8	0.46
G-6012	5.8	0.27	2.9	0.58
G-6013	6.8	0.27	3.4	0.58
G-6014	7.8	0.27	3.8	0.58
G-6015	9.8	0.27	4.8	0.58
G-6016	11.8	0.27	5.8	0.58
G-6017	14.8	0.32	7.4	0.72
G-6018	17.8	0.37	8.8	0.80

標準長さ：1,000mm

表 28 熱収縮型シールド・チューブの性能

可使温度	105℃/@300V		収縮加工温度	約 90℃
収縮率	太さ	50%以上	シールド効果	60dB 以上
	長さ	10%以下	外被材の難燃性	MIL 規格に該当

9-3. エキスパンダ型シールド・スリーブ

拡げれば太くなるメッシュ状の筒製品である。難燃性モノ糸に錫めっきされた銅箔を絡めた糸を 3 本に束ねて編んだ製品（例：G-6020 ライン品）である（写真 27）。

端末は解れ防止にケーブル・タイや絶縁性ビニル・テープで束ねる必要がある。スリーブで被覆された端末をブラケットに固定する時は、端末を導電テープで束ねて、その部分で固定すれば接地処置が果たせる。入出力端子に接続する時は、外被材を接地端子にネジやはんだで固定する。



写真 27 エキスパンダ型シールド・スリーブ

表 29 エキスパンド型シールド・スリーブの製品リスト

品名	製品サイズφ	長さ	可使太さ(インチ (mm))
P-8201	1/4 インチ (6.35mm)	50m	1/8~1/2 (3.18~12.7)
P-8202	1/4 インチ (6.35mm)		1/8~3/8 (3.18~9.53)
P-8203	3/8 インチ (9.53mm)		3/16~1/2 (4.77~12.7)
P-8204	1/2 インチ (12.7mm)		1/4~3/4 (6.35~19.05)
P-8205	3/4 インチ (19.05mm)		1/2~5/4 (12.7~31.75)
P-8206	5/4 インチ (31.75mm)		3/4~3/2 (19.3~38.1)
P-8207	3/2 インチ (38.1mm)		5/4~9/4 (31.75~57.1)

〔性能〕 難燃性：UL224VW-1 相当

可使温度：-15~120℃

9-4. ワイヤーマッシュ・テープの応用

枝別れのない単線ハーネスのシールド処理には、既述のチューブやスリーブで対応できるが、枝分かれのある分岐ハーネスや既製品で対応不可能な太い配線のシールドには、ワイヤーマッシュ・テープ（粘着テープ付きの方が良いケースがある）を50%オーバーラップで捲く方法が採用できる（写真28）。

製品の紹介は、アイテム8-6で既述している。



写真28 ワイヤーマッシュ・テープによるシールド法の例

10. シールド・ルーム工用部材

シールド・ルームの需要は、益々増えている。その建設工事の部材を次のように取り揃えている。



写真 29 シールド・ルーム工用部材の色々

シールド・ルームは、表層に銅箔やアルミ箔で覆ったパーティションで囲われ、それに出入りのシールド・ドアと空調のエアークリーン・フィルターが取り付けられる。

10-1. シールド型ドア

不燃石膏ボードを銅箔で覆って、それに真鍮製フレームで製作されている。標準サイズとして、1.2m x 2.1m であるが、別誂えが可能である。

シールド効果：100dB 以上/10~130MHz、 防音効果：40dB

10-2. シールド型エアークリーン・フィルター

詳細は、次項で説明する。

10-3. シールド型ウィンドー

金属製メッシュをガラスでサンドウィッチし、これに SUS 製のフレームを取り付けた製品である。

製造可能サイズ：3 インチ x 4 インチ ~ 1,040 mm x 1,340mm(別誂え可能)

シールド効果：100dB 以上//10~130MHz、 防音効果：40dB

10-4. 導波管 (ウェーブガイド・チューブ)

信号線などのコードを、シールド壁を貫通する時に使われる。真鍮製、銅製、鉄製、アルミ製がある。

表 30 導波管の種類とその標準サイズ (長さ：5 インチ(127mm)とその型式

材質	内径 0.5 インチ (12.7mm)	内径 1.0 インチ (25.4mm)	内径 2.0 インチ (38.1mm)
真 鍮 製	E-6131	E-6132	E-6133
銅 製	E-6136	E-6137	E-6138
鉄 製	E-6141	E-6142	E-6143
アルミ製	E-6146	E-6147	E-6148

10-5. 銅ウール(Copper Wool)

シールド壁に導波管を貫通させた時などの隙間を充填するような時に使われる。品名：E-6161

材質：99%純銅、 ウールの太さ：φ5μm

製品幅：11cm、 製品直径：約 30cm、 製品重さ：約 25Kg

10-6. 導電性フェルト・テープ

シールド・パーティションの設営時のパーティション間の隙間防止に、多毛の導電性フェルトが採用される。導電性フェルトの帯状をそのまま挟むか、フェルトの片面、または、両面に導電性粘着テープをラミネートされたテープが使われる。

表 31 シールド・パーティションのジョイント充填テープ

製品性状	型式	厚み	販売サイズ
導電性フェルト	E-9218	0.6mm	幅 1,000mm x m 切売り
片面粘着導電性フェルト・テープ	T-9113	0.7mm	幅 50cm x 長さ 55cm、1m、1.5m
両面粘着導電性フェルト・テープ	T-9110	0.8mm	幅 50cm x 長さ 55cm、A4 x 5 枚

10-7. 長尺型導電性テープ

シールド・パーティション間のジョイントを上記の導電性フェルトで封閉して、更に、シールドを確固にするために、ジョイント部をパーティションの表層材質に合わせて、50mm 幅の銅箔、または、アルミ箔のテープが貼られる。工事の能率とコスト低下のニーズで 50m の長尺製品が使われる。

表 32 長尺型導電性テープ

種類	サイズ(幅 x 長さ)	支持体の厚み	型式
銅箔テープ	50mm x 50m	40 μ m (0.04mm)	T-6155
アルミ箔テープ		25 μ m (0.025mm)	T-7136

11. EMI シールド型エアークリア・フィルター

シールド・ルームの空冷用窓として、ハニカム製が多用されるが、その材質が色々ある。汎用のアルミ製は、低コストで汎用されているが低シールドである。むしろ真鍮製、銅製または、鉄製が採用される傾向がある。なお、発注時には、フレームの有り無しと、そのサイズ、タッピングビス穴の ϕ とピッチの指示を要する。

・ Structure & Dimensions

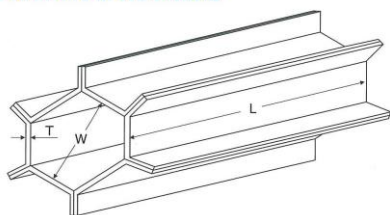


図 15 ハニカムのサイズ

W (セルサイズ) : 3.2mm

L(厚み、奥行き) : 12.7mm(1 1/2 寸)

または、25.4mm(2 1/2 寸)

T (材質の厚み) : 0.05mm



写真 30 EMI シールド型エアークリア・フィルター

表 33 シールド型ハニカム型エアークリア・フィルターの標準品のサイズとその型式

材質	セル 3.2mm 製品		セル 4.2mm 製品	
	300 x 600 x 25	450 x 450 x 25	300 x 300 x 25	450 x 450 x 25
真鍮	H-8321	H-8322	H-8323	H-8324
銅	H-8341	H-8342	H-8343	H-8344
鉄	H-8311	H-8312	H-8313	H-8314
アルミ	H-8331	H-8332	—	—

*MRI 用ハニカム型エアークリア・フィルターの標準品(300 x 300 x 25)として SUS 製と鉄製の供給が可能である。

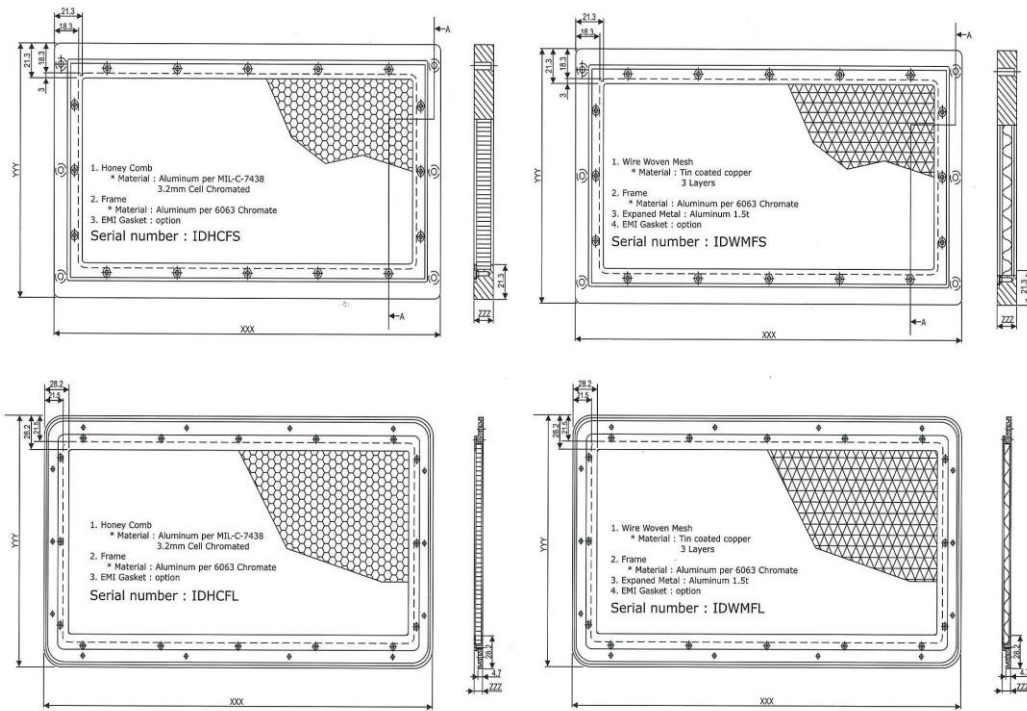


図 15 EMI シールド型エアークベント・フィルターの製品例

(上段：小形、下段：大形、左側図：ハニカム製、右側図：錫めつき銅ワイヤー・メッシュ 3 層製)

12. 金属ワイヤー・メッシュ

通気性、透視性、変形性、EMI シールド性などの特長で、細かい金属ワイヤー・メッシュの需要が大きく期待されるので、次の種類を品揃えしている。

表 34 金属ワイヤー・メッシュの種類

材 質	メッシュのサイズ	製品型式	製品サイズ
真鍮ワイヤー	100 メッシュ	E-6 1 2 4	幅 1m x 長さ 30m
銅ワイヤー	100 メッシュ	E-6 1 2 5	
ステンレス・ スチール・ ワイヤー	100 メッシュ	E-6 1 2 1	
	150 メッシュ	E-6 1 2 2	
	ブラック 150 メッシュ	E-6 1 2 3	

1 3. 粘着テープの受託塗工

少量の自動塗工の受託加工を引き受けるところは極少ない。弊社では、少量の自動塗工の装置（写真 31）を所有しているのです。そのような需要に供する目的で、その受託業務を行っている。塗工の条件によって異なるが、幅 260mm 以内、長さ 80m/日以下の条件内で受託する。

実績：鉛箔、ニッケル箔への塗工。シリコーン成形品に貼る化粧テープの塗工、素粒子を一時的に停止させる高電気抵抗用半導電性粘着テープ。



写真 31 少量自動塗工機

1 4. EMI シールド用語の解説

この小冊子に掲載された専門用語を解説する。

アナログ信号 (analog signal) : 音や音楽のように連続して変化する信号

アモルファス (amorphous) : 非結晶。(アモルファス金属 : 溶解した金属を急に冷やして造る)

RFI (Radio Frequency Interference) : 無線周波干渉。対象域 : 10KHz~40GHz

アンテナ (antenna) : 電磁波を発信、受信する装置

EMI (Electro Magnetic Interference) : 電磁波干渉 (妨害)

EMC (Electro Magnetic Compatibility) : 電磁波両立性

ESD (Electro Static Discharge) : 静電気放電

ELV (Ends of Life Vehicle) : 廃自動車指令

I/O (In put/Out put) : 入出力

イエローブック (yellow book) : UL 認定資材が掲載されているダイレクトリー (書籍)

イミュニティ (immunity) : 妨害波に対抗できる回路、機器、システムの能力

インピーダンス (impedance) : 交流のながれを妨げる割合。直流の抵抗のようなもの

AIS (Article Information Sheet) : JAMP が求める物質の報告書

SE (Shielding Effectiveness) : 遮蔽 (しゃへい) 効果

SMT (Surface Mount Technology) : 表面実装技法

ガスケット (gasket) : 電磁波、気体、液体などの漏れ防止のゴムなど

嵌合 (かんごう) : はめあわせる部位、形状

共振 (きょうしん) : 同調。波長が合う現象で、お互いに打ち消し合う。

筐体 (きょうたい) : enclosure、柱なしの囲い、キャビネット

グラウンディング (grounding) : 接地、大きな導体に繋ぐこと。アースは大地に繋ぐこと

コネクタ (connector) : 接続子

コンタクト (contact) : 接続

JAMP (Joint Article Management Promotion Consortium) : アーティクルマネジメント協議会。
http://a-tukuru/www.jamp-info.com/download_library?register_keys=nxd0Q3r3G041.fCFfFDnimg

JIG (Joint Industry Guide) : 化学物質調査の共通ガイドブック

JGPSSI (Japan Green Procurement Survey Standardization Initiative) : グリーン調達共通化協議会。
http://210.254.215.73/jeita_eps/green/009.html

GADSL (Global Automotive Declarable Substance List) :
http://www.mdssystem.com/html/ja/lis?gadsl_inhframe-5_ja.htm

磁界 (magnetic field) : 磁極、電流によって生ずる磁気が、力を及ぼす、影響を与える空間

磁気 (magnetism) : 鉄などを引き付ける性質

ジッパー (zipper) : ファスナー。チャック

シールド (shield) : 遮蔽。防御

焼鈍 (しょうどん) : 熱処理。熱を掛けて焼き鈍らす。反対語 : 焼入れ

ストレッチ (stretch) : 伸びる。収縮自在。

スライダ (slider) : 滑らす工具

スロット (slot) : 隙間。細長い穴、溝。スリット (slit) とは言わない

接触抵抗 : 二つの導体が接触する面で、接触が完全でないために生じる電気抵抗

接地 : 標準電位の大地に電流を流すアースの訳と大きな導体に電流を流すグラウンドの訳がある

ソリューション (solution) : 解くこと

ダイカット (die cut) : ギロチン風に切る

ダイポール・アンテナ (dipole antenna) : 波長の $\lambda/2$ の 2 電線を一直線にして、その中央に給電線に繋いで共振させる装置

タフタ (taffeta) 布 : やや堅めの平織りされた布 (無地)

DTY (Double Textured Yarn) 布 : 両方向に織った布

dB : デシベル : 音の単位ベルの 10 分の 1。シールド効果の電圧を dB に換算される

デジタル信号 (digital signal) : アナログ信号を A-D 変換器で数字に直した信号

電界 (electric field) : 物体の電気の作用する空間

電磁波 (electromagnetic wave) : 電界と磁界が互いに直角に交わり、一定の周波数で伝播する

電蝕、電解腐蝕 (galvanic corrosion) : 異なる金属が接触すると、正イオンが一方の金属から他方の金属に移動して、陽極になる金属が腐蝕する

導体(conductor) : $10^{-6} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ の電流を流し易い物質
 ニュートン (newton) : 記号 N。質量 1 kg の物体に作用して 1m/S^2 の加速度を生じさせる力
 ハイブリッド (hybrid) : 混種。異なる物質を混合した状態
 波長(wave length) : 波動の山と山の間の長さ。または、谷と谷の間の長さ
 バス・バー (bus bar) : 線条の共通電路。グラウンド・バーとも称されている
 ハーフ・カット(half cut) : 剥離紙を切らずにテープのみ切る。キスカットとも称する
 PC パーマロイ(permalloy) : 鉄とニッケル (78.5%) の合金で、透磁率が高い磁気材料
 PCB(Printed Circuit Board) : プリント回路基板
 フェライト(ferrite) : 金属酸化物の磁心材料(magnetic core)
 プライヤー (pliers) : ジッパーを閉めるペンチ。スライダ (slider) (摘むもの)
 ベリリウム銅(beryllium copper) : 銅にベリリウムを 2% 添加した合金で、強引張強度がある
 モアレ(moiré) : 光波紋現象 (虹のような色になり縞模様になる)
 モネル(monel) : ニッケルと銅を主体とする合金。非鉄材料。耐食性、耐熱性に優れる。
 UL (Underwriter Laboratories Inc.) : 米国での電子・電気装置の火災防止などの安全規格を設けている火災保険会社の略称
 リップストップ(rip stop)布 : 引き裂き防止の縦、横の縞が入った織りもの
 RoHS (ロス。ローズ) : 電子機器などに含まれる特定有害物質を規制する EU の指令
 [引用資料] エレクトロニクス用語辞典 (電波新聞社)
 EMC 用語集 (EMCT 研究会。オートメレビュー社)
 岩波理化学辞典 (岩波書店)、三省堂国語辞典 (三省堂)

表・図・写真の索引

表 1	EMI ソリューションの技法……2
表 2	プラスチック製筐体のシールド加工法……5
表 3	導電塗料の種類とその比較……6
表 4	各導電塗料の適切な塗膜厚とそのシールド効果の比較……7
表 5	導電シートの種類……8
表 6	EEEC の導電布 (別称 : 導電ファブリック) ……10
表 7	導電スポンジ・シート、導電スエード、導電フェルトの特性……12
表 8	電磁波吸収/抑制シート……13
表 9	電磁波抑制シート……14
表 10	RFI 磁性シート……14
表 11	磁気シールド箔とそのテープ……15
表 12	EEEC の導電テープ……19

表 13	金属箔テープの詳細……20
表 14	電子顕微鏡用導電性両面粘着テープの特性……22
表 15	導電テープの UL 認証状況……23
表 16	導電ガスケットの種類とその長所、短所……24
表 17	導電布被覆型フォーム・ガスケットの品種……25
表 18	導電布被覆型フォーム・ガスケットのサイズ例……27～29
表 19	SMT 用耐熱性フォーム・ガスケット……30
表 20	スパイラル・スプリング・ガスケットのサイズとその適合する溝サイズ……34
表 21	筒状ワイヤー・メッシュ・ガスケットの例……35
表 22	ワイヤーメッシュ・ガスケットの品揃え……36～37
表 23	ワイヤーメッシュ・テープ……37
表 24	配線結束チューブの結束材の長所、短所……38
表 25	結束材の選定条件……38
表 26	配線結束チューブの品種とそのサイズ……39
表 27	熱収縮型シールド・チューブの製品サイズ……42
表 28	熱収縮型シールド・チューブの性能……42
表 29	エキスパンド型シールド・スリーブの製品リスト……43
表 30	導波管の種類と標準サイズ……45
表 31	シールド・パーティションのジョイント充填テープ……45
表 32	長尺型導電性テープ……46
表 33	EMI シールド用ハニカム型エアバント・フィルターの標準サイズとその型式……46
表 34	金属ワイヤー・メッシュの種類……47
図 1	接触不良による漏洩……3
図 2	スロットは漏洩の元になる……3
図 3	携帯電話機での各種シールド技法の効果の比較……5
図 4	金属製品が近くにある時の無線通信改善のメカニズム……14
図 5	シールド・ウィンドーのエッジ部のバス・バーの取り方……17
図 6	導電布被覆型フォーム・ガスケットの形状例……26
図 7	導電ラバー・ガスケットの形状例……32
図 8	スパイラル・スプリング・ガスケットの形状例……33
図 9	スパイラル・スプリング・ガスケットの装入溝の形状……33
図 10	マジック・テープ結束式シールド・チューブの構成……40
図 11	ビニル・ジッパーの形状とプライヤーで装着された様子……40
図 12	ビニル・ジッパー結束時の分岐方法……40
図 13	熱収縮型シールド・チューブの構成とサイズの説明……41
図 14	ハニカムのサイズ……46
図 15	EMI シールド型エアバント・フィルターの標準品……47

図 16 EMI シールド型エアークベント・フィルターの製品例……47

- 写真 1 電磁波測定場 オープンサイトの例……4
- 写真 2 エアークベント型導電塗料……4
- 写真 3 エアークベント型導電塗料の塗装例……7
- 写真 4 低圧・高霧化スプレー・ノズル(IVY-12-IST と IVY-SV-1 のセット)……7
- 写真 5 導電布、導電糸とその構造……9
- 写真 6 導電スポンジ・シート (SUI-5000 ライン品) とその構造……11
- 写真 7 導電スポンジ・シート (E-9230 ライン品) ……11
- 写真 8 電磁波抑制シート (RH H-31) ……14
- 写真 9 磁気シールド・テープ (T-8027) ……15
- 写真 10 メタクリル板製シールド・ウィンドー……16
- 写真 11 導電テープ……17
- 写真 12 焼付塗装用の塗装養生テープ付き耐熱型アルミ箔テープ (T-9430 ライン品) ……17
- 写真 13 導電ストレッチ布テープ (T-9216) ……21
- 写真 14 電頭用導電性両面粘着テープ……21
- 写真 15 導電布被覆型フォーム・ガスケットの加工例……25
- 写真 16 自動ディスペンシングされた携帯電話機の筐体……31
- 写真 17 導電ラバー・ガスケット……31
- 写真 18 スパイラル・スプリング・ガスケットの種類……33
- 写真 19 スパイラル・スプリング・ガスケットの装着例……33
- 写真 20 ワイヤメッシュ・ガスケットの形状例……35
- 写真 21 Hollow Mesh Gaske t (筒状ワイヤメッシュ・ガスケット) ……35
- 写真 22 フィンガー・ストリップ・ガスケット……37
- 写真 23 配線結束チューブの色々……38
- 写真 24 ボタン結束式シールド・チューブとその構成……39
- 写真 25 結束チューブでの接地線の処置状態……41
- 写真 26 熱収縮型シールド・チューブ……41
- 写真 27 エキスパンダ型シールド・スリーブ……42
- 写真 28 ワイヤメッシュ・テープによるシールド法の例……43
- 写真 29 シールド・ルーム工事用部材の色々……44
- 写真 30 EMI シールド型エアークベント・フィルター……46
- 写真 31 少量自動塗工機……48

発 売 元

静電気・不要電磁波対策の専門会社

ESD EMI エンジニアリング株式会社
略称：**EEEC**

神奈川県座間市入谷西 4-19-31-204 (〒252-0029)

E-mail : info6@eeec.co.jp

Tel: 046-240-9580

Fax: 046-240-9585

URL:<http://www.esd-emi.com>

EMI シールドと静電気の対策に関わる質問、
詳細な製品データが掲載されている単品カタログ、技術資料は、
お気軽に、E-mail などでお求め下さい。

販売代行会社