

# 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)

2016. 09. 26

トミー・マック

## 1. はじめに

おもちゃに多く使われるメンブレン (薄膜のこと) スイッチには、いくつかの種類があります。

詳しくは、最後の「3. あとがき」で説明します。

## 2. 症状・原因 (推定)・検査法・修理法 (対処法)

これらの共通の故障の症状は、

- (1) すべてのボタンが利かない
- (2) 一部のボタンが利かない

この2つです。

### 症状 1 ボタンの動作不良

すべてのボタンが利かない。

### 原因 (推定) 1 電源周り?

...(a) 電源ON表示LEDが点灯しない場合

- ・電池が完全に消耗している。
- ・電池が液漏れしている。
- ・電池を新しくしても、電池端子が液漏れで腐食して接触不良になっている。
- ・電源スイッチが接触不良で電源が入らない。
- ・電流ヒューズが切れて電源が入らない。
- ・電源からプリント基板へのリード線が、半田不良か半田外れにより、電源が供給されない。など、メンブレンスイッチの故障か云々と疑う以前の原因です。

...(b) 電源ON表示LEDが点灯している場合

- ・スピーカーの断線あるいは、リード線の半田外れ。
- ・マイコンの不良で、メンブレンスイッチの入力を受け付けていない。
- ・プリント基板の部品不良やパターン切れなどと、これもメンブレンスイッチの故障とは考えにくいです。

### 検査法 1 電源周り? 他?

...(a) 電源ON表示LEDが点灯しない場合

- ・電源周りの原因と考えられるので、[故障の典型的な症状と修理法 1 \(電池を使ったおもちゃ\)](#)に記載された、電池の容量不足・電池の液漏れ・電池端子の接触不良・半田外れ・リード線の断線・スライドスイッチの導通不良など参照して下さい。

...(b) 電源ON表示LEDが点灯している場合

- ・スピーカーのリード線の半田を外し、スピーカー単体に「スピーカー検査器」の疑似音声信号を入力し、スピーカー故障の有無を確認します。
- ・マイコンの不良や、プリント基板の部品不良やパターン切れなどの検査は、難しいので最後にします。

### 修理法 1 電源周り? 他?による

...(a) 電源ON表示LEDが点灯しない場合

- ・電源周りの修理は、参照資料に従います。

...(b) 電源ON表示LEDが点灯している場合

- ・スピーカーが故障の場合は、新品に交換します。
- ・マイコンの不良に場合は、「修理不能です。」、プリント基板の部品不良やパターン切れなどは結果により対応します。(ケースバイケース。)

### 症状 2

一部のボタンが利かない。

ボタンを押して試し、利かないボタンの文字や記号と位置を記録してから、原因を調べます。

### 原因 (推定) 2-1 電極シートのパターン切れ

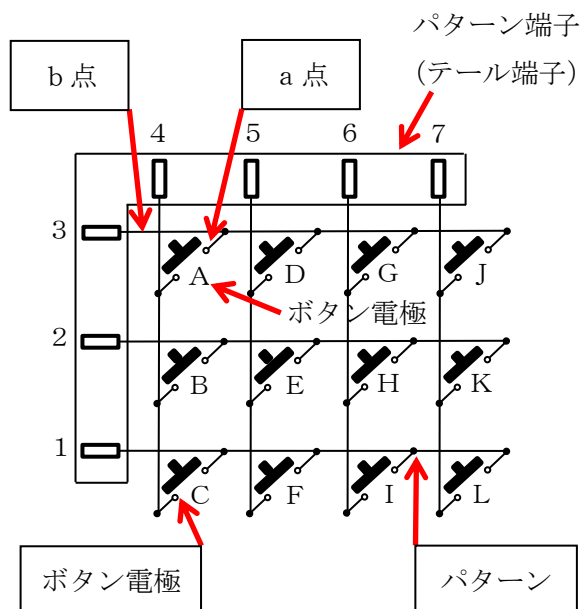
一般に、入り/切りする電極からテール端子に導通塗料でパターンが引かれています。

## 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)

従って、電極のパターンの導通塗料が剥げたりして断線すると、そのパターンに繋がっている電極がすべて利かなくなり、**1個あるいは複数個のボタンが利きません。**

余談

因みに、パターン (1~7) とボタン電極 (A~L) との関係は、下図のようになっており、例えば「A」ボタンを押せば、パターンの3と4が繋がることになります。従って、もし「A」ボタン電極の根元のパターンが「a点」で切れた場合、スイッチが利かないのは「A」ボタンのみですが、もしパターンの3番端子根元の「b点」が切れた場合、「A, D, G, J」ボタンの4つが利かないということです。



Aタイプ・Bタイプ・Cタイプは、最後の「3. あとがき」に説明があります。

Aタイプのメンブレンスイッチは、上・下電極シートの電極がスペーサで囲まれ、しかも粘着剤で粘着しているので、電極が空気や液体の侵入は少ないです。従って汚染でのパターン切れは少ないです。

ただ、上・下電極シートを無理やり2枚に剥がそうとすると、導通塗料のパターンが剥がれて切

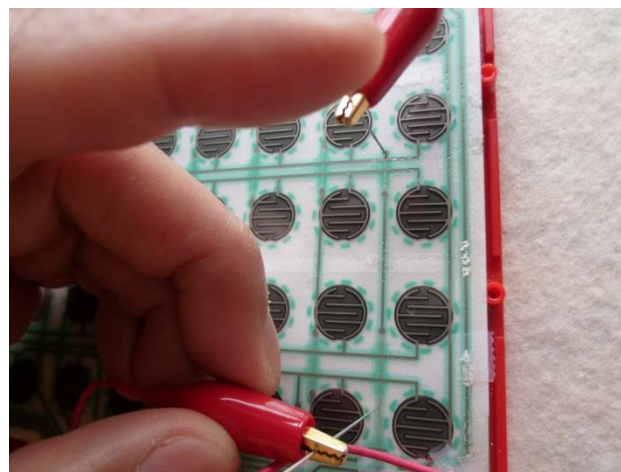
れることがありますので**要注意**です。

BタイプやCタイプは、電極が開放されているので、空気や液体が侵入する恐れがあり、腐食によりパターンが切れる可能性があります。

### 検査法 2-1 導通確認

万一、導通塗料のパターンが切れた場合、

- ・利かないボタンに対応する、電極シートの電極にマークをして分かるようにします。
- ・もし、上・下部電極シートの粘着が弱く、ドライヤーで温めて、2枚に分離できれば分離します。無理に引き剥がすと、導通塗料が剥離しますので注意します。
- ・分離できない時は、そのままにします。
- ・2枚に分離できれば、目視で利かないボタンに対応する電極のパターンを追いかけ、シートのテール端子にマークします。そして、利かないボタンの電極とテール端子の間の導通を調べ、断線の有無を確認します。
- ・2枚に分離できなければ、探索針 (裁縫用のまち針) で電極シートの表面を突き破り、導通塗料のパターンに探索針を接触させて導通を調べ、断線の有無を確認します。



余談

写真では、裁縫用のまち針をワニロクリップで掴んでテスターに繋いでいましたが、毎回取り付

## 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)

け・取り外しに手間がかかります。そこで今回新たに、裁縫用の縫い針にリード線を半田付けし、ゴルフスコア鉛筆の先端に差し込み、収縮チューブで固定した「探針プローブ」を自作しました。



この時、パターンの太さに比べて太い探索針を使い、深く突き刺して穴を大きくすると、パターンを断線させることがありますので、注意を要します。

2本の探索針の間(パターン)の抵抗値をデジタルテスターで測定すると、数100Ωあります。

ところがデジタルテスターの導通ブザー機能は、検知抵抗値が約10から20Ω以下でブザーが鳴るようになっていまして、数100Ωでは導通のブザーは鳴りません。

抵抗値を読み取るか、アナログテスターの針の触れを見て、導通を判断するのが良いです。

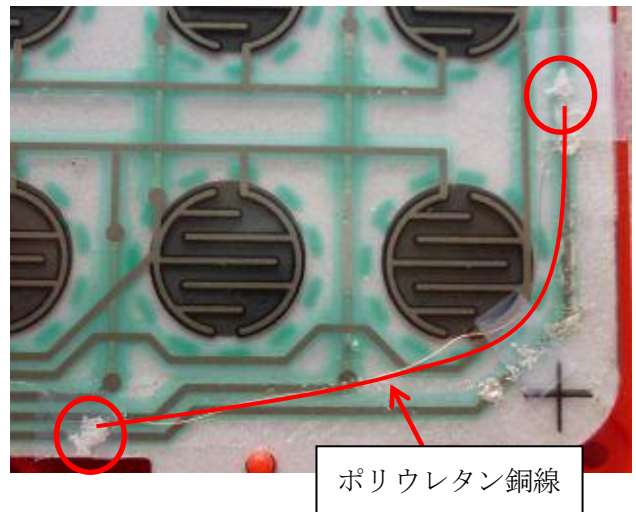
### 修理法 2-1 銅線+導通塗料

失敗例として、メンブレンスイッチを剥がす際に、パターンが剥がれたものです。

この場合、

- 必要な長さの、φ0.13のポリウレタン銅線(DC5V小型リレーのコイルより)の両端の被覆をハンダコテで取り去ります。
- 断線したメンブレンスイッチのパターンの両端に、探索針で穴を明け、その穴に銅線を入れます。
- その穴に、導通塗料の「コンダクティブペン」を流し込んで乾燥し、銅線とパターンを導通させます。

- パターンの両端が導通したことを確認後、固定のためメンディングテープを貼ります。



余談

「コンダクティブペン」は、速乾性の導通塗料です。同じようなものに速乾性のカーボン塗料の「Wire Glue」もあります。



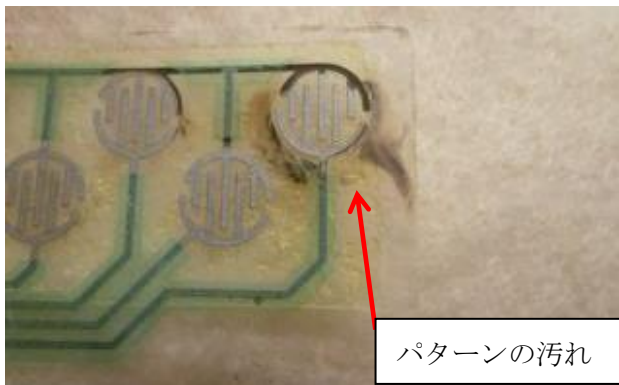
### 原因(推定) 2-2 電極シートの電極の汚れ

Aタイプのメンブレンスイッチは、上・下電極シートの電極がスペーサで囲まれ、しかも粘着剤で粘着しているので、電極が空気汚染や、液体の侵入は少ないです。

Bタイプのメンブレンスイッチは、上・下電極シートが重なり合うだけなので、電極が空気汚染や、液体が侵入する恐れがあります。

## 故障の典型的な症例と修理法5 (メンブレンスイッチが利かない)

(汚れの例)



Cタイプのメンブレンスイッチも、電極シートが開放されているので、同様に電極が空気や、液体が侵入する恐れがあります。

### 検査法2-2 目視

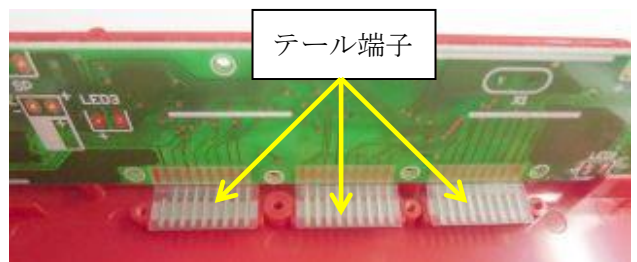
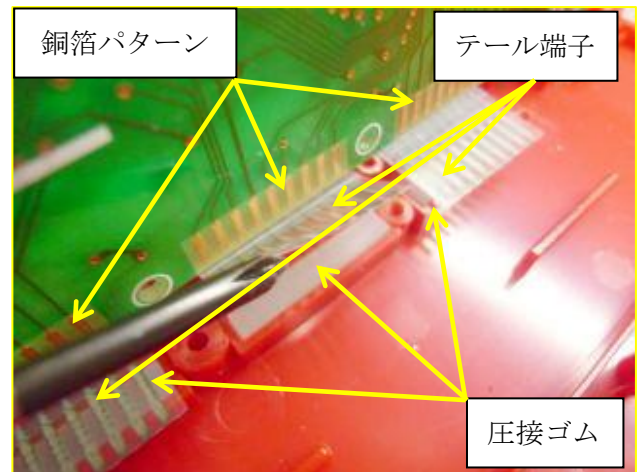
- 電極シートを分離できれば、目視で利かないボタンに対応する電極のパターンを追いかけ、シートのテール端子にマークします。そして、利かないボタンに対応する電極の2つのテール端子の間の導通を調べ、汚れの影響を確認します。

### 修理法2-2 消しゴム使用

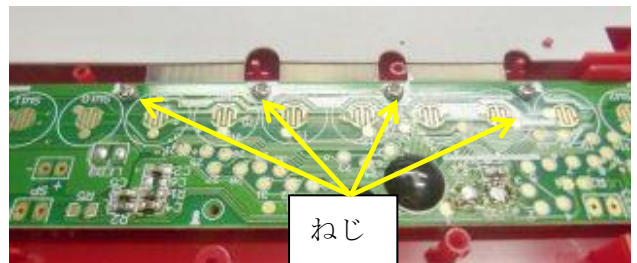
- Aタイプのメンブレンスイッチは、電極が汚れているとしても、電極を露出できないので修理不能です。
- BタイプとCタイプのメンブレンスイッチは、電極の汚れを消しゴム、それも(株)トンボ鉛筆のMONO(愛称)で擦れば落ちます。間違っても、プリント基板の接点の汚れ落としに使う、無水アルコールなどで拭くと、導通塗料が溶けてしまいますので厳禁です。

### 原因(推定)2-3 テールの電極の接続不良

メンブレンスイッチの上・下部電極シートのテール端子を、それぞれプリント基板の銅箔パターンに重ねて、圧接ゴムの上に置いています。



最終的には、圧接ゴムでメンブレンスイッチのテール端子を、プリント基板の銅箔パターンに圧接し、ねじで固定しています。



従って、圧接ゴムが経年劣化で弾力性を失ってくると、テール端子とプリント基板の銅箔パターンの接触不良になります。

その結果、特定のボタンが利かなくなります。

### 検査法2-3 加圧で探り

テール端子とプリント基板の銅箔パターンの接触不良が疑われる時は、手で更に該当部を加圧して、ボタンの動作が正常になるかを検査します。

## 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)

### 修理法 2-3 圧接ゴム厚み調整

テール端子とプリント基板の銅箔パターンの**圧接ゴムの接圧を上げるには**、薄い0.2mmから0.5mm位の**樹脂板 (PET)**を追加すれば効果があります。

#### 余談

**薄い樹脂板 (PET)**は、商品の包装に使われている透明な**ブリスターパック**に使われています。

色々な厚みのPETを5cm四角で持っていれば上手く対応できます。

### 原因(推定) 2-4 テール曲げ部のパターン切れ

メンブレンスイッチで操作するおもちゃは、ほとんどが制御するプリント基板から**離れて固定**されています。

例えば下の写真のおもちゃは、メンブレンスイッチがプリント基板から90度曲げて配置されていますので、テール部も曲げて取り付けられています。

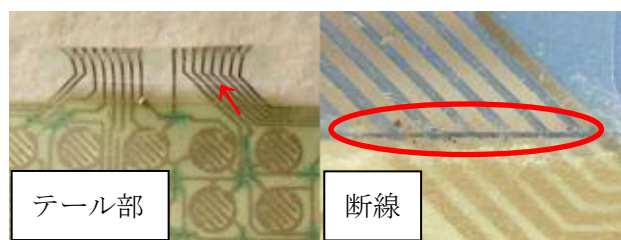


この場合、修理や点検のためメンブレンスイッチをプリント基板に繋いだまま操作を繰り返します。

すると**テール曲げ部も繰り返し屈曲**されますので、メンブレンスイッチの**劣化が伴えば**、メンブレンの**導通塗料パターン**の曲げ部が、**断線**してしまうことがあります。

テール部

△印テール部拡大



### 検査法 2-4 導通検査と目視

テール両端 (テール端子と導通塗料パターン間) を探索針で導通検査します。

結果的に、目視(ルーペなど)で確認できます。

### 修理法 2-4 銅線+導通塗料

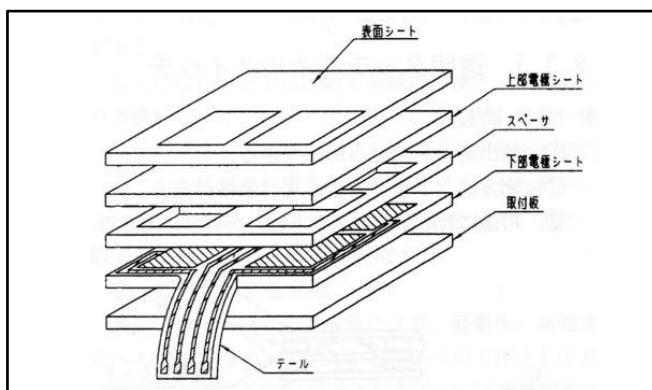
「テール部の断線の修理」については、「[修理法 2-1 銅線+導通塗料](#)」を参考にしてください。

また、[おもちゃ病院 修理のヒント](#)のエレキ編に「[キティちゃんレジスタ、FPC \(フレキシブルプリント配線板\) の修理](#)」のFPCの修理方法も参照して下さい。

## 3. あとがき

操作ボタンが平面的に配置され、その数も多く、おもちゃの厚みが取れない、さらに水や液体がこぼれる可能性があるパソコンや文字覚えの知育おもちゃなどに、多く使われるのが**メンブレン (薄膜のこと) スイッチ**です。また、これらを複合して使われることもあります。

一般にメンブレンスイッチは、**上部電極シート**と**下部電極シート**の2枚のポリエステルフィルムに**スペーサ**を挟み、**貼り合わせて**構成されます。



## 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)

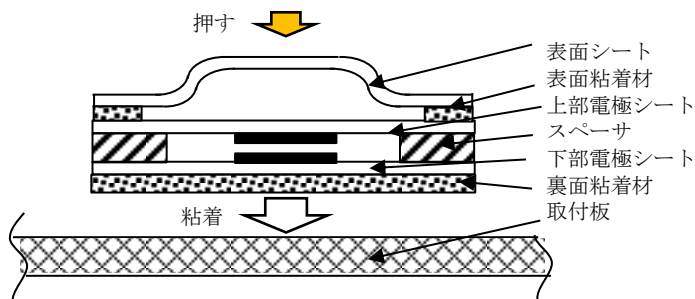
CQ 出版 (株) 発行より

実際には、何種類かの構造があります。

### (Aタイプ) 表面シートと上・下電極シートに粘着材

上部電極シートと下部電極シートがスペーサを挟んで粘着され、表面シートも上電極シートに粘着したメンブレンスイッチを、取付板に裏面の粘着剤で粘着しています。

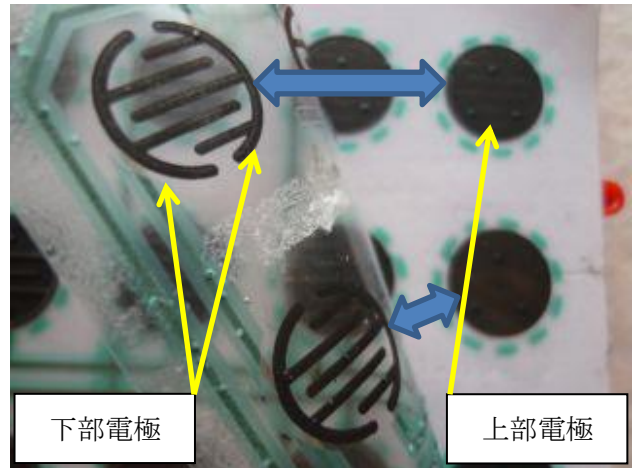
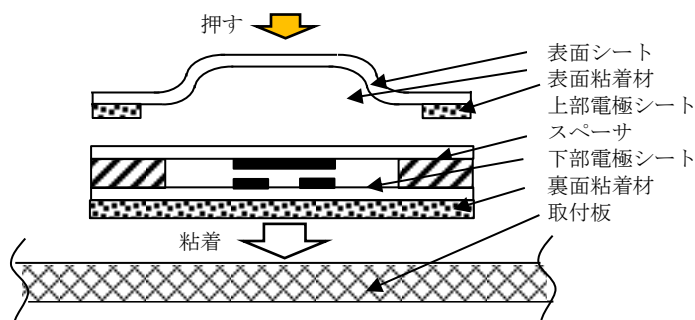
上部電極シートと下部電極シートに、それぞれ電極を導電塗料 (銀ペースト) で印刷したスイッチになっています。



実例の写真がありません。

中には、表面シートの表面粘着剤の粘着力が弱く、表面シートが容易に剥がせるものもあります。

下のメンブレンスイッチは、上部電極シートに導電塗料 (カーボンペースト) で電極を、下部電極シートに2ヶ所電極を導電塗料 (銀ペースト) で印刷したスイッチになっています。上部を押すことで、下部電極シートの2ヶ所電極を、上部電極シートの電極で短絡し、スイッチが入ります。



### 余談

表面シートを無理やり剥がすと、表面シートの裏側の文字や絵文字などのインクが剥がれます。

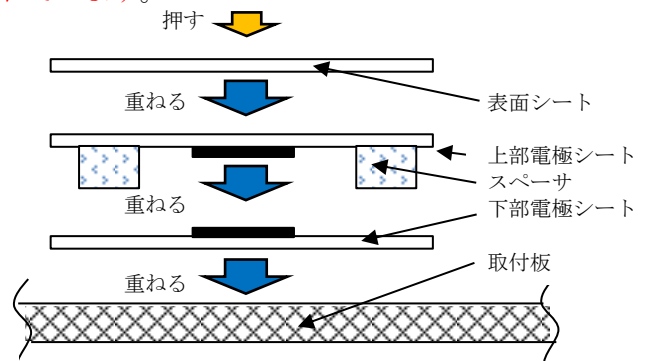
一度剥がれると元に戻りません。

表面シートを剥がせない場合、修理は困難です。

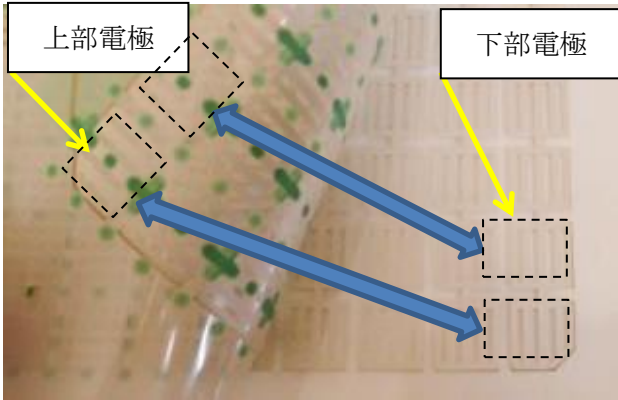
また、上部・下部電極シートも無理やり剥がすと、導電塗料の電極パターンが剥がれることが多いです。これを剥がすと修復が厄介です。と言うより、故障を増やすようなものです。

### (Bタイプ) 粘着材を使用しない

上部電極シートにスペーサがあり、表面シート、下部電極シートの3枚が、重なって取付板に置かれています。

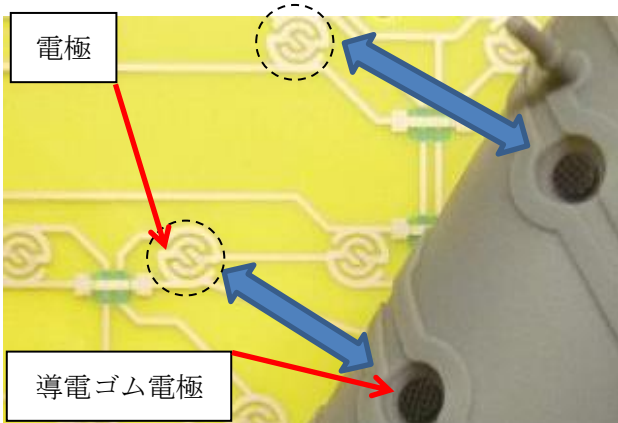
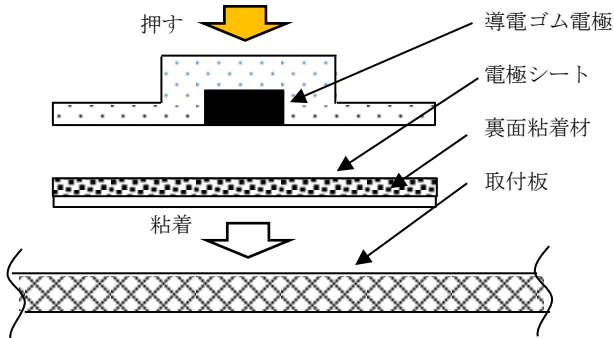


## 故障の典型的な症例と修理法 5 (メンブレンスイッチが利かない)



### (Cタイプ) 導電ゴム電極と電極シートの複合

また、1枚の電極シートに電極が2つあり、上の導電ゴム電極を押して、2つの電極間を導通させる、複合式のメンブレンスイッチもあります。



これらのメンブレンスイッチは、押すストロークが小さく、タッチ感が少ないですが、厚みを薄く構成できることや、防水性・防埃性・耐薬品性などに優れ、表面シートに文字や絵文字を書くこともでき、デザイン性にも優れているので良く使われます。

終わり