

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

2016. 09. 29

トミー・マック

1. はじめに

この出力系の電気部品も、良否を単品で判定できるものはいくつかあります。

おもちゃドクターは、知恵を絞って**検査する治具を作**っています。これもおもちゃ修理の楽しみの一つです。

2. 症状・原因(推定)・検査法・修理法(対処法)

部品については、故障の原因が分からないことが多く、原因(推定)を省略します。

(1) スピーカー

マイコン IC から直接、あるいはプリント基板上で増幅して**音声を**出します。

直径や厚みが様々あります。

また、電気特性ともいえるインピーダンスは、 $4\Omega \cdot 8\Omega \cdot 16\Omega$ がほとんどです。

余談

故障と判ったスピーカーが 8Ω だった場合、

- ・ 手持ちに 4Ω しかない時
 - ・ 逆に、手持ちに 16Ω しかない時、
- それを使った時の影響は？

結論から言いますと、**さほど影響はありません**。
詳しくは、最後の「**3. あとがき**」で説明します。

症状 1 音なし

音が出ません。

ステップ 1 基本的な考え

まず、スピーカーに**音声信号が入力されているか?**を調べるのが**先決**です。

音声入力が無ければ、いくらスピーカーが良品でも、鳴りません。

余談

ドクターの多くは、スピーカーが鳴らないから最初からスピーカーの故障と決めて、**スピーカーの検査から始める人が多い**です。

しかし、スピーカーを調べたけど良品だったので、プリント基板から見直したら、結局マイコン故障であった、と言うことも希にあります。

検査法 S 1 スピーカー端子の音声確認

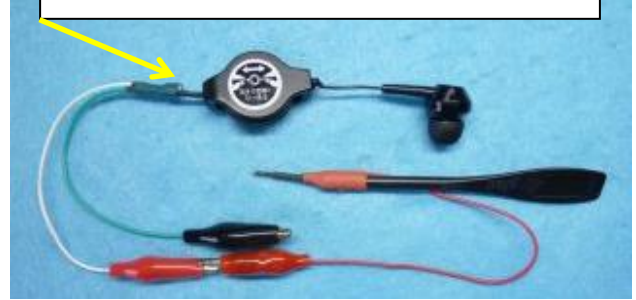
スピーカー端子の片側に、「**オーディオ信号検査器**」のプロブを当て、音声信号が出ていることを確認します。

「オーディオ信号検査器」の作成法は、**おもちゃ病院 修理のヒント**のエレキ編に「**オーディオ信号検査器 (+クリスタルイヤホン)**」



私は、これを参考に自作しました。

コンデンサ $10\mu F$ ($6V$) を直列に接続



結果として、

- ・ **音声信号がでて**いる場合は、**ステップ 2**へ。
- ・ **音声信号がで**ていない場合は、スピーカーより前のリード線・プリント基板・マイコンの問題です。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

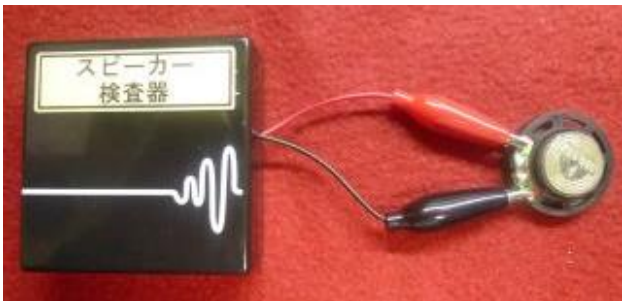
ステップ 2

検査法 S 2-1 音声を入力して確認

スピーカーの片側リード線の半田を外し、スピーカーの両側の端子に、「**スピーカー試験器**」を接続して音声を確認します。

「スピーカー試験器」は防犯ブザーを改良して作ることもできますが、メロディー IC を使った検査器もあります。

その作成法は、[おもちゃ病院 修理のヒント](#)のエレキ編に「[メロディ音スピーカー検査器の作成法](#)」があります、



検査法 S 2-2 テスターで抵抗値測定

スピーカー単品あるいは実装の状態でも、「**テスター**」で確認できます。

両端子間の抵抗値を測ると、インピーダンスを示します。(例えば 8Ω)

断線していれば、「O. L」オーバーレンジや「O. F」オーバーフローと示し、開放状態です。

修理法 1 交換

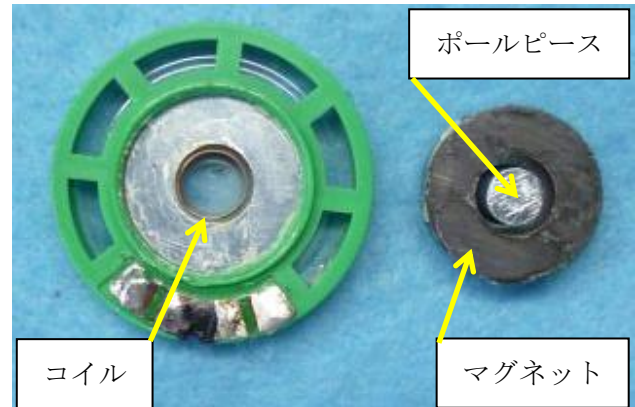
基本的には**交換**です。

余談

ベテランドクターの中には、スピーカーを分解し、ポリウレタン電線を繋いで修理する方もおられますが、**かなり難易度が高い**です。

症状 2 マグネットの脱落

中心の**ボールピース**と**マグネット**が脱落し、音が出ません。



検査法 2 目視

目視で、マグネットの脱落が分かります。

修理法 2 接着

コイルが、ボールピースとマグネットの間で、均等な隙間になる様に挿入し、**速乾ボンド G 1 7**で**固定**します。

隙間を均一にしないと、音が乱れます。

症状 3 スピーカー端子板の脱落

スピーカー**端子が外れ**、コイルのポリウレタン電線が断線しています。



検査法 3 目視

目視で、スピーカー端子板の脱落が分かります。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

修理法 3 交換

ポリウレタン電線が断線しているので、交換です。

余談

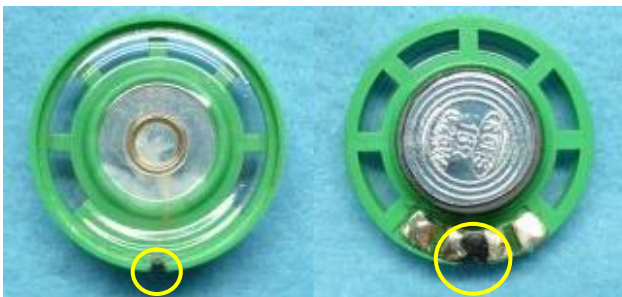
スピーカーにリード線を半田する際、**初めての人が良く間違えるのは、×印の箇所**。そこはポリウレタン電線の半田箇所、そこに半田ごてを当てるとポリウレタン電線が外れることがあります。

必ず**○印の箇所**に、**予備半田**してからリード線を半田してください。



症状 4 ポリウレタン電線の断線

スピーカーコイルの外部への引き出し口（黒い接着剤塗布の場所）で、見えない状態でポリウレタン電線が断線していることが多いです。



検査法 4 音声を入力して確認または抵抗値測定

スピーカー検査器またはテスターにて検査。

修理法 4 交換

ポリウレタン電線が断線しているので、交換です。

症状 5 異物混入

おもちゃの外装ケースのスピーカー用空気抜き孔（スリット孔）から、子供銀行のコインが入り込み、透明樹脂の振動板に当たって、異音（ビビリ音）を出していました。

検査法 5 目視

スピーカーを取り出し、目視検査。

修理法 5 除去

取り除きます。

(2) モーター

症状 回らない

電源をオンにしても、回らない

ステップ 1 基本的な考え

これも、**モーターに電源が来ているか?**を調べるのが**先決**です。

電源がなければ、モーターは回りません。

検査法 1 テスターで電圧確認

モーター端子に電圧が来ているか、テスターで確認します。

- ・電圧がある場合は、**ステップ 2**へ。
- ・電圧がない場合は、モーターより前のリード線・プリント基板・マイコンの問題です。

ステップ 2

検査法 2 手回し確認

モーターの先端を取り出し、手でモーターの先端のギアやプーリを回します。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

- ・回転状態 (遅い、異音など)
- ・回転の引っ掛かり
- ・回転の反発など手応え (触診)

などを感じ取ります。その結果、

- ・回転しない場合は、**ステップ3**へ。
- ・回転するがスムーズでない場合は、**ステップ4**へ。

ステップ3

モータの先端を手で回して、回転しなければ、

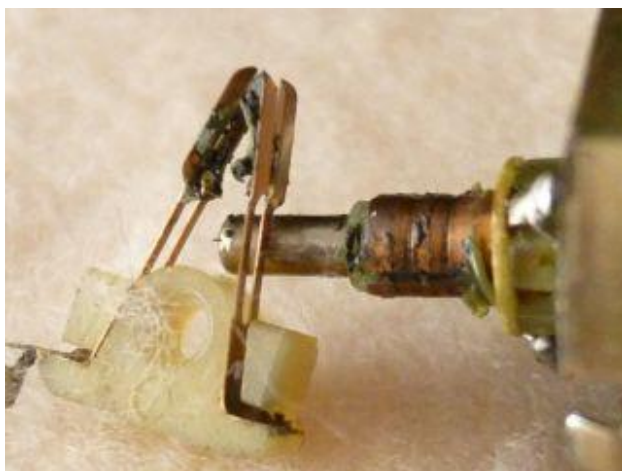
- ・整流子とブラシの汚れによる接触不良



- ・ブラシの折れや欠け



- ・モータの長期保存での接点グリスの固着



などが考えられます。

本来は、分解して状況を確認するのですが、モータの構造や分解の仕方、組立ての仕方に不慣れな人が分解すると、かえってモータを壊すこととなります。

そこで、応急で即効性があるのは、

修理法3-1 強制回転 — 応急

モータの先端を掴み、手で強制的に回します。上手くいけば、整流子とブラシの汚れを飛ばし、固着していた接点グリスが柔らかくなって、接触が復活し、回転を始めることがあります。その後、接触を馴染ませるため、約1分間回します。

修理法3-2 高い電圧印加 — 応急

通常より高い電圧 (1.5Vだったら3V) をモータに加えて回転トルクを増し、整流子とブラシの汚れを飛ばし、固着していた接点グリスが柔らかくなって、接触を復活し、回転を始めることがあります。その後、接触を馴染ませるため、約1分間回します。あまり長くするとモータの巻線が焼けてしまいます。

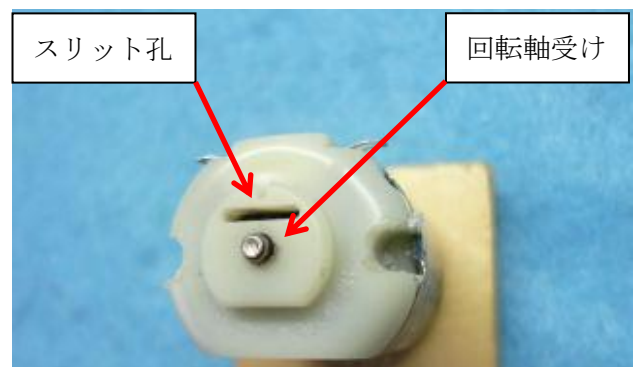
修理法3-3 シリコンオイル吹き付け

— 応急

回転を滑らかにするため、回転軸受けとその上のスリット孔にシリコンオイルを吹き込みます。

その後潤滑を馴染ませるため、約1分間回します。

しかし、これも急場しのぎで、時間経過で回転不良が再発するか可能性が残ります。



故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

(アナログ回路の発振回路)

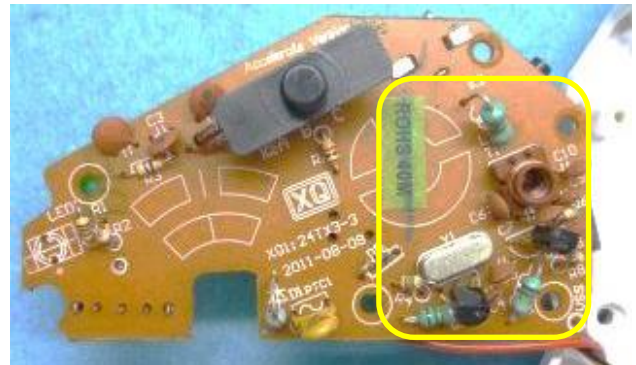
対応法 3 交換

以上、応急の修理法をしても、モータが回転しない場合は、結局分解して状況を確認することになります。

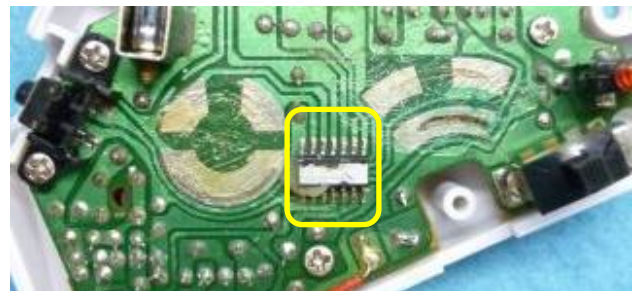
しかし、これは前に言ったように不慣れな人は避けて、新品モータに交換の方が望ましいです。

余談

因みに、モータの分解法、分解後の修理法、組立て法を、最後の「3. あとがき」で説明します。



(専用 I C)



ステップ 4

回転するがスムーズでない場合は、ステップ 3 と同じく

- ・ブラシの折れや欠け

の可能性があり、結局モータを分解して状況を確認することになります。

ですから、修理法 3-1 のから修理法 3-3 の応急処置をして様子を見ます。

対応法 4 交換

以上、応急の修理法をしても、モータがスムーズに回転しない場合は、不慣れな人は、新品モータに交換の方が良いです。

症状 送信不能

電波が出ていません。

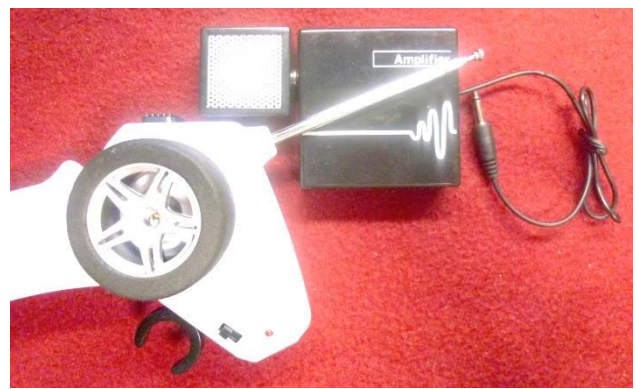
検査法 検査器で電波確認

送信機のアンテナに、「無線送信検査器」を近づけ、検査器の外付けのスピーカーまたはイヤホンから送信音が出ているかを聴き確認します。

「無線送信検査器」の作成法は、おもちゃ病院 修理のヒントの I C 編に「ラジコン®送信機の検査器の作成法」があります。

(3) 電波送信回路

専用 I C で作ったデジタルのコントロール信号を、アナログ回路の 27MHz または 40MHz の発振回路で作った電波信号に合成し、アンテナで電波を送信しています。



故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

エレキ編に「[ラジコン発振回路検査器、RF・プローブの作成](#)」がありますので、参照してください。



修理法 回路修理

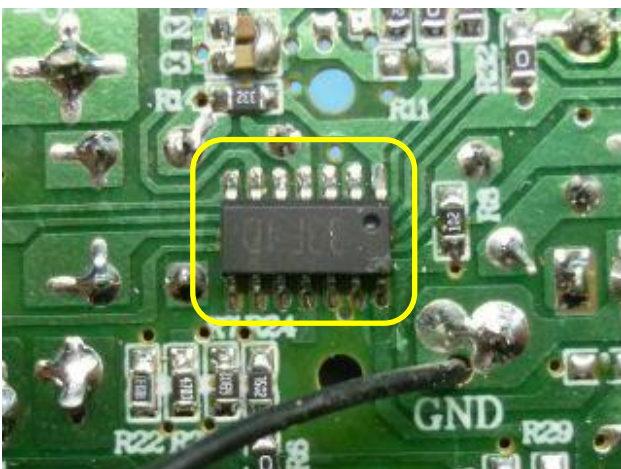
基板の回路部品の故障は、回路を解析し**故障部品を交換**します。

しかし、これには**専門的知識が必要**ですので、自信のない時は**先輩ドクターに相談**してください。

(4) 赤外線送信回路 (赤外線LED)

ICで作ったデジタルの27MHzまたは40MHzの信号にコントロール信号を乗せ、その信号で、**赤外線LEDを発光**し、**送信**しています。

(IC)



(赤外線LED回路)



症状 送信不能

赤外線が出ていません。

検査法 検査器で赤外線確認

赤外線送信機で赤外線を発光し、それに「赤外線検査器」を近づけ、受信状況を確認します。

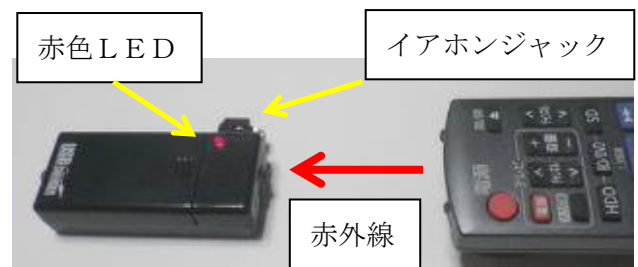
「赤外線検査器」の作成法は、**おもちゃ病院修理のヒント**のIC編に「[赤外線リモコン検査器の作成法](#)」があります。

赤色LEDの点滅で、良否を確認します。



また、エレキ編に「[赤外線・赤外線コントローラーチェッカーの作り方](#)」があります。

良否の判定は、**赤色LEDの点滅**と**イヤホンの音**で確認できます。参照してください。



故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

修理法 回路修理

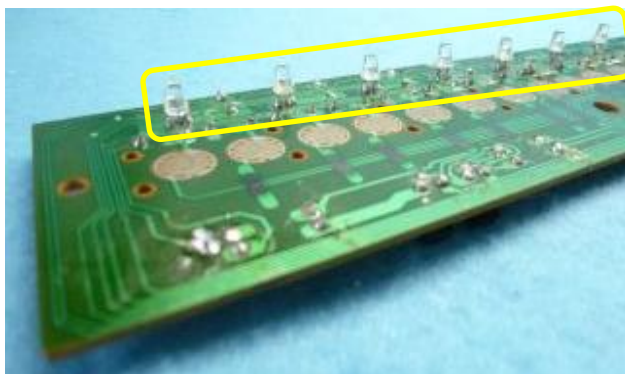
基板の回路部品の故障は、回路を解析し**故障部品を交換**します。

しかし、これも**専門的知識が必要**ですので、自信のない時は**先輩ドクターに相談**してください。

(5) LED

電源「オン」の表示や、機能選択の表示そして音楽に合わせたディスプレイ表示など、多くの目的に使われています。

マイコンからのLED表示信号(電圧印加)により点灯します。



症状 点灯不良

LEDが光りません。

検査法 テスターで電圧確認

テスターでLED両端子間の電圧を測定します。(色によって異なりますが、約2~3.5Vです。)

- ・電圧があるのに点灯しなければ、LEDの故障です。めったにありません。
- ・電圧がない場合は、LEDより前のリード線・プリント基板・マイコンの問題です。

修理法 回路修理

基板の回路部品の故障は、回路を解析し**故障部品を交換**します。

しかし、これも**専門的知識が必要**ですので、自信のない時は**先輩ドクターに相談**してください。

余談

LED点灯回路は簡単です。LEDと直列に電流制限抵抗を繋いで電源を印加します。

間違ってもLED単体に直接(電流制限抵抗なし)に電圧(これも色によって異なりますが約2V以上)をかけないでください。破壊します。

また、極性があることも忘れない様にしてください。

3. あとがき

(1) 8Ωの代わりに4Ωを使ったら?

良くあるのは、故障と判った8Ωのスピーカーを交換したいけど、たまたま**手持ちに4Ωしかない時**、「**それを使った時の影響は?**」と考えます。

それを考えるには、オームの法則を使います。

$V(\text{電圧}) = R(\text{抵抗}) \times I(\text{電流})$ ですが、音声信号は交流ですので、ここで、 $R(\text{抵抗})$ の代わりに $Z(\text{インピーダンス})$ に置き換えて考えます。

$V(\text{電圧}) = Z(\text{インピーダンス}) \times I(\text{電流})$ 。

さらに $W(\text{電力}) = V(\text{電圧}) \times I(\text{電流})$ から、

$W(\text{電力}) = V(\text{電圧})^2 / Z(\text{インピーダンス})$ です。

しかし、スピーカーはアンプと違って電力を受ける側ですので、この式の $W(\text{電力})$ は入力 $W(\text{電力})$ のことです。

一般的に入力が10Wというのは、この入力 $W(\text{電力})$ のことです。

従って、**4Ωを使うと、入力 $W(\text{電力})$ は大きく**(反比例の関係)なり、音声回路からスピーカーに**流れる電流も増え、入力 $W(\text{電力})$ が2倍**になります。

しかし、人の聴覚は、入力 $W(\text{電力})$ の倍率よりも入力 W の比率(基準に対する割合)、すなわち入力 $W(\text{電力})$ 比で音の大きさを感じます。

入力 $W(\text{電力})$ 倍率の1倍を0dBと表す入力 $W(\text{電力})$ 比では、2倍は**3dBアップ**です。

ですから、**3dBはさほど大きくなったと感じません**。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)

ただこの状態が長時間続くと、音声回路やスピーカーが過負荷となり、破壊する恐れがあります。

それが気になるようでしたら、 $4\ \Omega$ のスピーカーに抵抗 $4\ \Omega$ を直列に繋ぐことで、電流を増さずにできます。その場合入力W(電力)は半分になります。その場合3 dBダウンですから、さほど小さくなったと感じません。

逆に、手持ちに $16\ \Omega$ しかない時、それを使った時の影響は？

入力W(電力)は小さく(反比例の関係)なり、音声回路からスピーカーに流れる電流が減ります。入力W(電力)が $1/2$ になりますが、3 dBダウンですから、さほど小さくなったと感じません。

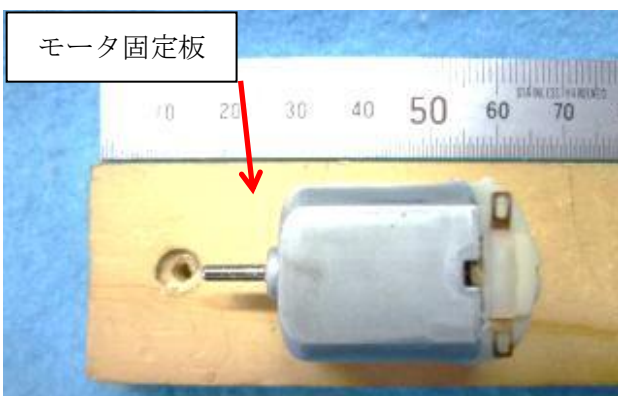
(2) モータの分解法

(慣れない人はしないでください。)

(a) モータ固定板作り

モータを分解する際に使用します。持ち運びにも便利な大きさにします。

- ・幅30 mm、長さ90 mm、厚み10 mm
- ・かまぼこ板 (モミか松材)
- ・貫通孔 $\phi 2$ $\phi 6$ mm深さ1.5 mm穴



(b) モータを固定

モータの先端を、モータ固定板に固定します。

(c) 両サイドのカシメ爪起こし

両サイドのカシメ爪を、精密ドライバー(鍛造のもの)のマイナス幅2.5 mmで起こします。



(d) 金属ケースの引き出し

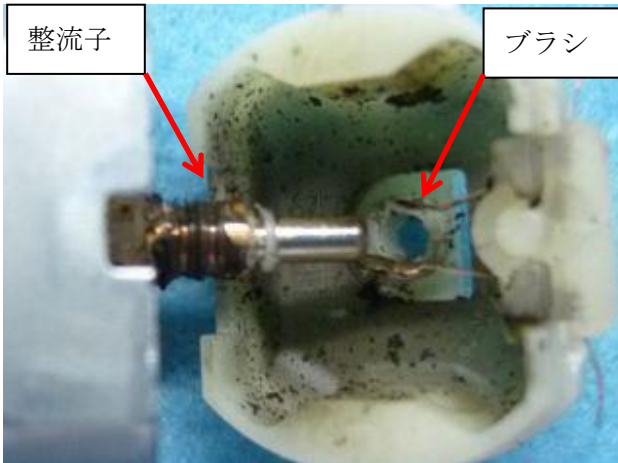
カシメ爪を起こしてエンドベルを抜きますが、そのまま引き抜くと、整流子の前にワッシャがはめてあるタイプでは、ブラシを痛めてしまうことがありますので、反対側のシャフトを押し、ロータごと押し出すようにします。



(e) 整流子とブラシの汚れや、ブラシの折れや欠けの確認

整流子やブラシの表面に、黒ずんだ接点グリスや固まった接点グリスがあるか、またブラシが折れていたり、欠けていないかを確認します。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)



この後、修理をします。



修理法3 接点グリスの塗布

長時間の**使用**で、接点グリスが周囲に飛び散ったり、長期保存で固化する場合があります。その場合古い接点グリスを取り除き、新しい接点グリスを整流子とブラシの間に塗布します。

(3) モータ分解後の修理法

修理法1 整流子とブラシの汚れ

アルコールを綿棒に付け、汚れを落します。その後接点グリスを塗布します。

前頁の右下の写真参照。

修理法2 ブラシの折れや欠け

長時間の**使用**で、ブラシが折れることや欠けることがあります。

このブラシを、リン青銅板0.2mm厚で、圧延方向に沿って1.5mm幅で短冊状にカッターで切って加工するベテランドクターもいます。

しかし、形状をよく見ると複雑で微細な形状と曲げ加工をしてあり、メーカーの耐久性に対する心構えがうかがえます。

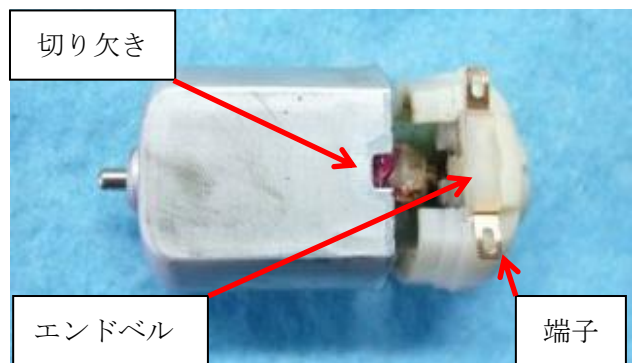
このことからブラシを**手作りするのは止めた方が無難**です。

(4) モータの組立て法

(a) ロータとエンドベルのケース入れ

ロータの先端の整流子にブラシを合わせ、外ケースに入れます。

この時、エンドベルキャップの端子側と金属ケースの切り欠きを合わせます。

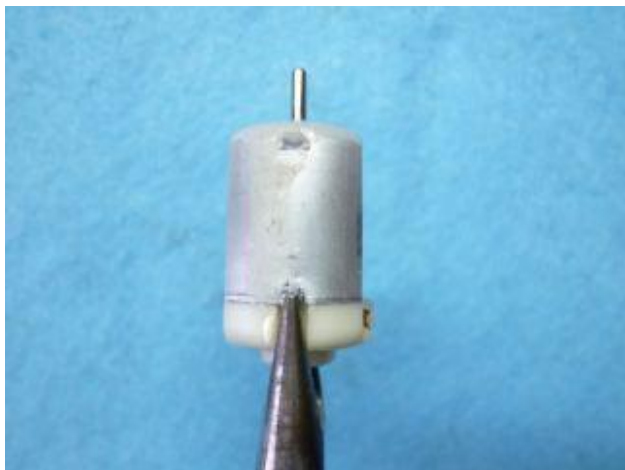


ロータが金属ケース内のマグネットで、先端側へ引き込まれますので、軸先端を押しえエンドベルが外れないようにします。

(b) 両サイドのカシメ爪のカシメ

・ペンチで仮カシメをします。

故障の典型的な症例と修理法 8 (マイコンの出力系電気部品)



このカシメ爪を戻すときは、締めすぎて回転が重くならないよう注意してください。

終わり

- ・カシメ爪を、ペンチで強くカシメをします



(c) 両サイドのカシメ爪の固定

両サイドの被せ爪を、太めのマイナスドライバーをハンマーで叩き、曲げて固定します。



このカシメ爪のカシメ方法は、各自の手持ちの工具により、工夫して行ってください。