

第4章 スイッチング電源やリニア電源回路の不良原因と対策の実例

電源回路のトラブル対策

田崎 正嗣/瀬川 毅
Masashi Tasaki/Takeshi Segawa



原因追及と対策の手順

トラブル対策を行う状況

状況によって大別すると、故障修理の場合や製造工程時において正常動作しない場合、開発・試作時にうまくいかない場合などがあります。

① 故障修理の場合

もともと動作していたものが何らかの原因によって動作しなくなった場合です。部品の故障など、製造初期に比べて、何かが変化したことが原因として考えられます。

したがって、製造初期の状態に修復することが目標です。何が故障したのか、または劣化したのかを調査して部品を良品と交換します。

場合によっては、より故障しにくい製品を作るために、新製品の設計時には故障しやすい部分を改良する必要が生じるかもしれません。

② 製造時に正常動作しない場合

製品を大量生産すると、なかにはうまく動作しないものができることがあります。製造方法に問題があったり、使用部品に問題があったと考えられますが、多くのものは正常に動作するわけですから、正常なものに比べてなにかが違うと考えられます。これも、問題を見つければ修復可能なはずですが。

ただし、部品の特性ばらつきによって不良品ができているとしたら、部品交換だけでなく、不良品ができないような対策も必要かもしれません。

③ 試作などの開発段階における問題

動作するはずの試作機や実験回路が正常動作しない

場合は、動作原理や設計に問題があるのか、製作や調整上の問題があるのかを調査することになります。

この場合、トラブルシューティングを進めて原因を突き止めることができて、必ずしも動作するレベルに達するとは限りません。設計変更が必要かもしれませんし、場合によっては実現困難かもしれません。

この場合、正常に動作する良品が存在しないので、設計上の動作と実際の動作を比較しながら、トラブルシューティングを進めます。場合によっては、設計そのものを見直すこともあります。

したがって、①②とは異なり、常に回路を疑いながら進めることになります。

トラブルの解決手順

■ ステップ1：症状を正確に把握する

● どんな条件でどんな症状が起こるかを把握する

トラブルシューティングで**最初に重要なのは、症状を正確に把握すること**です。

症状は解決の手がかりになるものであり、症状の把握は、原因を絞り込んでいく最初の一步になります。これを誤ると、原因をまったく違うところに探すことになり、途方もなく時間がかかったり、解決することが困難になります。

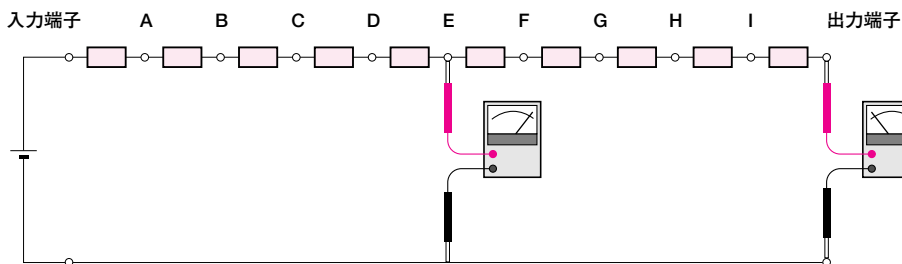
実に当たり前のことなのですが、実際にトラブルが発生したときに、その内容を正確に把握していない人が多いように思います。

例えば「電源回路が異常発振していて、どう対策し

Keywords

異常発振、接触不良、サーチ・コイル、故障モード、出力リップル、出力オーバーシュート、過大入力保護回路、過大電流保護回路、過熱保護回路、3端子レギュレータ、配線インダクタンス、寄生容量、ボール、OSコン、ESR、等価直列抵抗、漏電ブレーカ、漏洩電流、ベークライト、デルリン、分散電源、整流電源。

〈図4-1〉 どこが断線しているかを調べる



てよいかわからない」といった相談を受けることがあります。そこで発振している周波数を聞くと「そこまでは確認していない」といった回答が返ってくるのがよくあります。電源回路の異常発振と一口にいても、原因によって、異常発振の状況はそれぞれ異なります。どのような条件でどのように発振するのか？といったことがわかれば、ある程度を推定でき、より早い解決につながります。

● 記録しながら調べていくことが大切

症状を調べていくうえで、大切なことがあります。トラブルシューティングを行っているうちに、いろいろな現象に遭遇します。すると、当初把握していた症状を忘れてしまったり、思い違いをしてしまったりということがあるので、**できるだけ記録をとりながら進めていったほうが良い**と思います。

特に、迷路に入り込んだような場合には、どのような場合にどうなるのか、整理して考えることが重要です。

● 条件の変化に応じた症状の変化を観察する

症状の把握は、**現象を正確に把握するだけでなく、条件が変わればどうなるかといったことも調査**します。

例えば異常発振についても、周波数、振幅、波形の確認は当然ですが、**条件が変わったときに現象はどのように変化するか**を観察します。つまり、入力電圧が変わった場合、出力電流が変わった場合、温度が変わった場合など、条件の変化に対して何がどのように変化するかを観察します。

この変化の具合を確認できれば、原因の推定がより容易になります。もし、これらの条件が変わっても現象が変わらなるとすれば、それはそれで手掛かりになります。

■ ステップ2：問題箇所を絞っていく

● 対象を分割していく

症状を確認できたら、ある程度は異常箇所を絞り込んでいるわけです。さらに絞り込んでいくには、**任意の部分で2分割して、どちらに異常箇所が存在するかを調査**していきます。

そしてその異常箇所の存在する部分をさらに2分割

して、異常箇所の存在する部分を絞っていきます。2分割というのは2等分ではなく、1：9に分割してもかまいません。1：9に分割して異常箇所が1のほうにある可能性が高ければこのほうが効率的ですし、異常箇所がどこにあるのかまったく検討がつかない場合は5：5で分割したほうが効率的といえます。

● どういう手順で調べたら効率的か？

例として、図4-1に示す配線を考えます。入力端子から9個の端子を経由して、出力端子まで10本の配線によって接続されているものとします。入力端子に加えた電圧は出力端子にも伝わるはずですが、どこかの電線が断線しているらしく、出力端子に電圧が現れません。

あなたなら、どのように調査しますか？

(1) A, B, C, D, E, F, G, H, Iの順に電圧がかかっているかを調べる。

(2) I, H, G, F, E, D, C, B, Aの順に電圧がかかっているかを調べる。

(3) Eに電圧がかかっているかを調べ、かかっていたら次にG、かかっていなければCを調べる。調査方法にはほかにもいろいろとあるでしょうが、こうでないといけないということはありません。しかし、調査の順序によって短時間で解決できたり、時間がかかったりするので、できるだけ効率的な方法を考えたほうが良いのは確かです。

効率的には(3)の方法が良いように思えます。しかし、もし各端子の距離が100m離れていたらどうでしょう？移動時間を考慮すると、必ずしも効率的とはいえません。

いずれにしても、中継点の電圧を確認し、そこに電圧がかかっていたら、そこより入力側は正常で、そこよりも出力側に断線箇所があると推定できます。このようにして、異常箇所の範囲を絞っていきます。

実際には、複雑な電子回路で構成されていることが多いので、特定の箇所で入力側と出力側に分けたり、本体部分と制御部分に分けたり、ハードウェアとソフトウェアに分けたりします。分けられるところならどこでも分けることによって、どちらが正常でどちらが異常であるかを判断すれば、異常箇所の範囲を絞っ