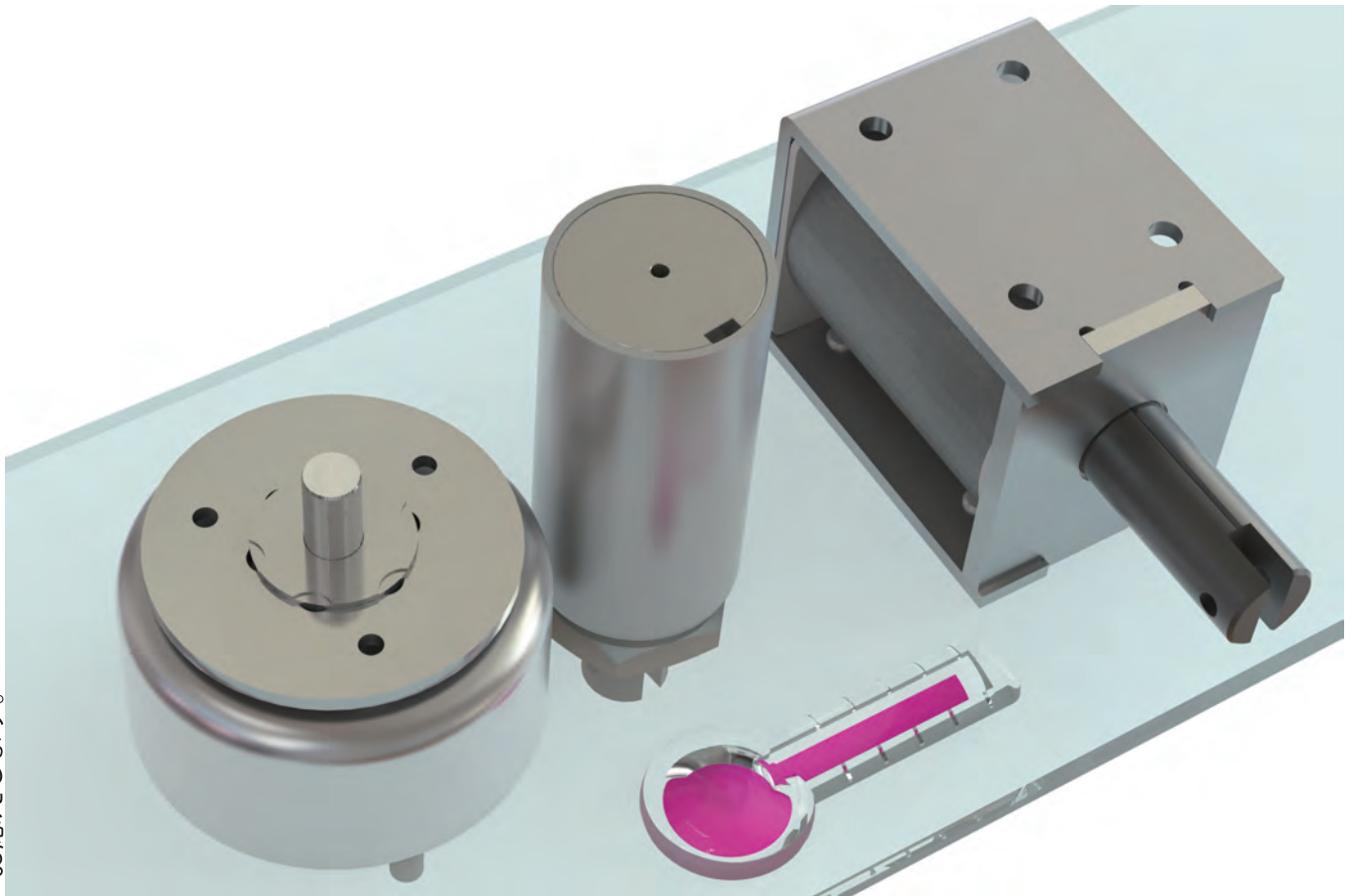


めかとり通信

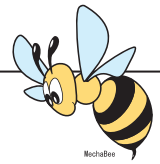
<ソレノイドと温度上昇>



■はじめに

現在はコンピュータにより様々な解析が行われています。当社においても、ソレノイド設計で磁場解析は必須の技術となっています。この実用化によって、実際に製作して確認の必要な機会は大きく減少しています。これ以外にも、電子回路の検討においては解析計算が欠かせません。ところが、温度においては事情が少々異なるようで、本格的な運用には至っておりません。温度の解析においては、各部の温度的な接触・接続条件の設定が欠かせません。プリント基板上に実装した部品などではこの辺の条件について検討が進んでいるようで、実用的に使えるという声も聞かれます。しかし、ソ

レノイドにおいてはこれらの条件の設定がかなり困難で、結局実機で確認してそれを設定するということが必要で、さらにこの条件のばらつきが結構大きく、実用に至っておりません。これからの課題です。これを困難にしているのが、接触熱抵抗の存在です。熱源から放熱先までの経路がかなりの数の部品を経由し、それらの熱的な性質や接触条件を設定する必要があります。悪いことにこの部分を CAD でモデル化したものは理想的な状態となるために、実際と大きくかけ離れたものになります。これが、ソレノイドの熱的な設計の問題でもあるわけです。



■1. 温度上昇とは

ソレノイドに通電するとコイルの直流抵抗による損失が生じます。これによるジュール熱が温度上昇の要因となります。コイルは銅線を巻いて作られています。銅は比較的体積当たりの電気抵抗が低めの金属ですが、固有の抵抗を持っています。この抵抗が損失の要因です。

「ジュール熱」とは、抵抗がある導体に電流を流したときに発生する熱エネルギーのことで、単位は [J] (ジュール)

です。また、単位時間当たりのジュール熱のことを「(消費)電力」といい、単位は [W] (ワット) を用います。

抵抗 $R[\Omega]$ の物体に、 $I[A]$ の電流を t 秒間流したときに発生するジュール熱 $Q[J]$ は、 $Q=RI^2t$ これはオームの法則 $V=RI$ を用いることで、以下のように表記することもできます。

$$Q = Pt = RI^2t = VIt = (V^2/R) \cdot t \quad [J] \quad \text{式1}$$

■ 1.1. 伝熱

熱は温度が高いところから低いところに向かって伝わります。熱が伝わるには、熱伝導、対流 (熱伝達)、熱放射の3つの形態があります。

● 熱伝導：

同一物体内で、温度が移動する現象です。熱に移動に伴う物質の移動はありません。



図 1

● 対流：

固体表面に接触する気体や液体に温度差がある場合に、熱が移動することにより質量の変化を生じて流れが生まれ、熱が移動する現象です。媒体のボリュームを確保すれば多くの熱を移動することが可能です。



図 2

● 熱放射：

物体表面からは温度に応じた波長の電磁波が放出されます。空間を伝搬し伝達先の物体が電磁波のエネルギーを受けて振動することで熱が移動します。太陽の熱が地球に到達するのはこのためで、何も無い真空中でも熱の移動が生じます。

常温付近においては、放射による伝達はわずかなため、ここでの考察においては省略しています。

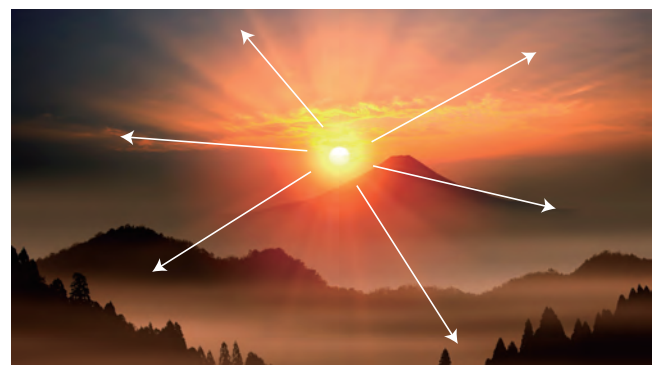
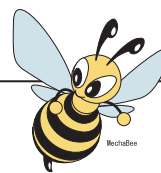


図 3





■ 1.2. 熱抵抗と接触熱抵抗

■ 1.2.1. 熱抵抗

この伝熱の経路で、熱の伝わりやすさを示すのが熱抵抗です。
熱抵抗には同一の物質内を伝わる場合と、複数の物質の接触部を伝わる場合があります。後者を接触熱抵抗と言います。同一物質内に比べると接触部は極端に抵抗が大きくなります。

■ 1.2.2. 接触熱抵抗

2物質の接触部を微視的に見ると図のようになります。
このように実際に接触している部分は極めて狭く、しかも、この部分は空気による断熱層になっています。この実接触面積は以下の式で表わされることが知られています。

物質	熱伝導率W/m.K
ダイヤモンド	2300
銀	429
銅	401
金	317
アルミニウム	237
鉄	80.2
水銀 (Hg)	8.54
ガラス	1.4
レンガ	0.72
水	0.613
人の皮膚	0.37
木材	0.17
ヘリウム	0.152
ソフトラバー	0.13
ガラス繊維	0.043
空気	0.026
硬質ポリウレタン	0.026
発泡リジッドウレタン	0.026
硬質ウレタンフォーム	0.026

熱伝導率はダイヤモンドがとびぬけて大きく、空気は逆に極端に小さくなっています。このため、空気を含む空隙は理想的ともいえる断熱層として機能します。硬質ウレタンフォームなどは断熱材として使われますが、内部に空気層を持たせることでこの性能を得ています。

$$a/A = P/H$$

式 2

- a: 実際に接触している面積
- A: 面積
- H: 硬度
- P: 圧力

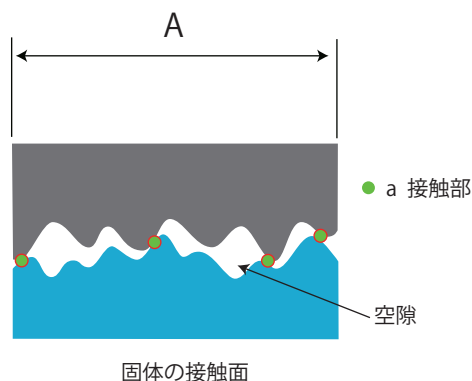


図 4

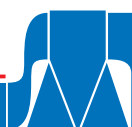
接触熱抵抗を下げるための対策には、接触面の加工精度を上げることが必要ですが、それでも限界があります。上式のように接触圧の上昇は効果が望めます。さらに、この部分に熱伝導性のグリスを塗布することでこの部分の空気を締め出すことができます。また、接触面のうねり等で接触面積の低下を生じることがあります。この改善にも効果が期待できます。適量を塗布したうえで、締め付けて面圧を確保してください。締め付けボルトの数にも配慮して面圧が均一になるようにしてください。

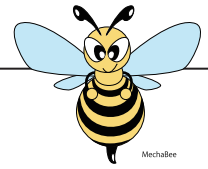
コラム

「無重力でろうそくを燃やすとどうなるでしょうか？」
無重力では温度上昇しても重さの違いが生じないので、対流が起りません。宇宙ステーションでは火災が発生すると大変なことで、火を使うことはありえないと思っていましたら、なんとスペースシャトルやロシアの宇宙ステーション「ミール」でろうそくの燃焼実験が行われ、45分間燃え続けた例もあるそうです。対流が生じないので、炎の形は丸い球体になります。対流がないので酸素が供給されずに消えてしまうと思われがちですが、「拡散」という現象が生じるようです。物質の濃度が場所によって異なると、時間とともに物質の濃度は一様

になっていきます。この現象が「拡散」です。これによって、じわりじわりと酸素が供給されていくため、ろうそくは燃え続けるようです。ただ、対流による供給速度に比べれば、酸素の供給速度はかなり小さいため、地上に比べて炎の温度は低くなり、色も薄暗い青色になるそうです。無重力での「拡散」による酸素の供給速度は、燃焼を維持するぎりぎりの速度のため、消えてしまうこともあるようです。

NASA もなかなか危ないことをするものだと思います。興味のある方は NASA の HP をご覧いただくとまあるく、青い炎で燃えるろうそくの写真が見られると思います。





■ 2. ソレノイドの温度上昇と規格

■ 2.1. ソレノイドの温度

銅の抵抗は正の温度係数を持っていますので、自身の損失により温度が上昇すると抵抗値が変化します。それは正の方向で、抵抗が増加する方向です。したがって電流値は減少します。ソレノイドの発生する吸着力は電流に比例しますので吸着力は温度上昇と共に減少することになります。これは一定電圧で駆動した場合で、比例ソレノイドのように一定の電流で駆動した場合には、吸着力は変化しません。ただし、抵抗値の上昇と共に駆動電圧が上昇するので損失が増加していきます。この場合にはある電流において発熱量と放熱量が等しくなったところで上昇が止まります。このように、通電による温度上昇により、低電圧駆動の場合には、消費電力が減少し、定電流駆動の場合には、消費電力が増加します。

■ 2.2. コイル温度の計測

コイルの温度は、直接計測することができません。ケース内に格納されていますし、最内周と層の中央、最外層付近では異なっていると思われます。直接の計測には熱電対を巻きこんだ特別なものを製作する必要があります。ただ、全体の平均温度であれば容易に計測が可能です。巻線の素材である銅の温度係数を使用すると、コイルの抵抗値から算出することができます。コイル電流を正確に計測することで、印加電圧との演算で算出することもできます。このため、過渡的な変化も知ることができます。このように抵抗値の計測によってコイルの温度を算出できます。これを抵抗法と呼んでいます。ただし、コイル全体の平均値になります。

具体的には式 2 で算出しますが、初期値、t1 を正確に求める必要があります。ソレノイド全体が周温になじむまで放置した後、周温 t1 とその時の抵抗値 R1 を計測します。その後、所定の条件で通電し、その時の抵抗値を計測し、これを R2 として式 2 から計算します。また、通電中の温度上昇が気になる場合には、印加電圧、電流を計測し $R2 = E / I2$ により算出した抵抗値で計算します。I2 を連続して記録することで、過渡的な温度変化を知ることができます。

■ 2.3. コイルの耐熱性

コイルの使用可能な温度には限りがあります。コイルを構成するコイルワイヤは銅線の表面に絶縁皮膜をコーティングしてあります。このコイルワイヤを絶縁体で作られた巻き枠に巻いたものがコイルで、コイルの表面には絶縁テープの保護層を巻き付けておきます。これらの絶縁物には使用可能な温度に限りがあり、ランク分けされています。これが絶縁種別です。

ソレノイドのコイルの耐熱温度を絶縁階級で表し、各絶縁階級で最高許容温度が決められています。

当社のソレノイドは標準で E 種（オープンは A 種）で、品種によっては H 種での対応も可能です。

この温度以下であれば安全に使用することができます。ソレノイド内部での温度分布は一定でなく差がありますが、その最大値がこの種別で定められた値に収まるようにする必要があります。

抵抗法による温度上昇計算

$$t = \frac{(R2 - R1)}{R1} \times (234.5 + t1) + t1 - t2$$

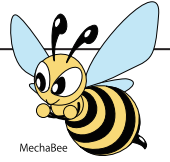
- t : 温度上昇
- t1 : 初期周囲温度
- t2 : 最終周囲温度
- R1 : 初期コイル抵抗
- R2 : 最終コイル抵抗

式 2

絶縁階級	表 2
絶縁種別	最高許容温度
Y種	90°C
A種	105°C
E種	120°C
B種	130°C
F種	155°C
H種	180°C



<ソレノイドと温度上昇>



■ 3 ソレノイドの型式による放熱経路の違い

図は代表的な3種類のものについて"放熱経路"の違いを示しています。

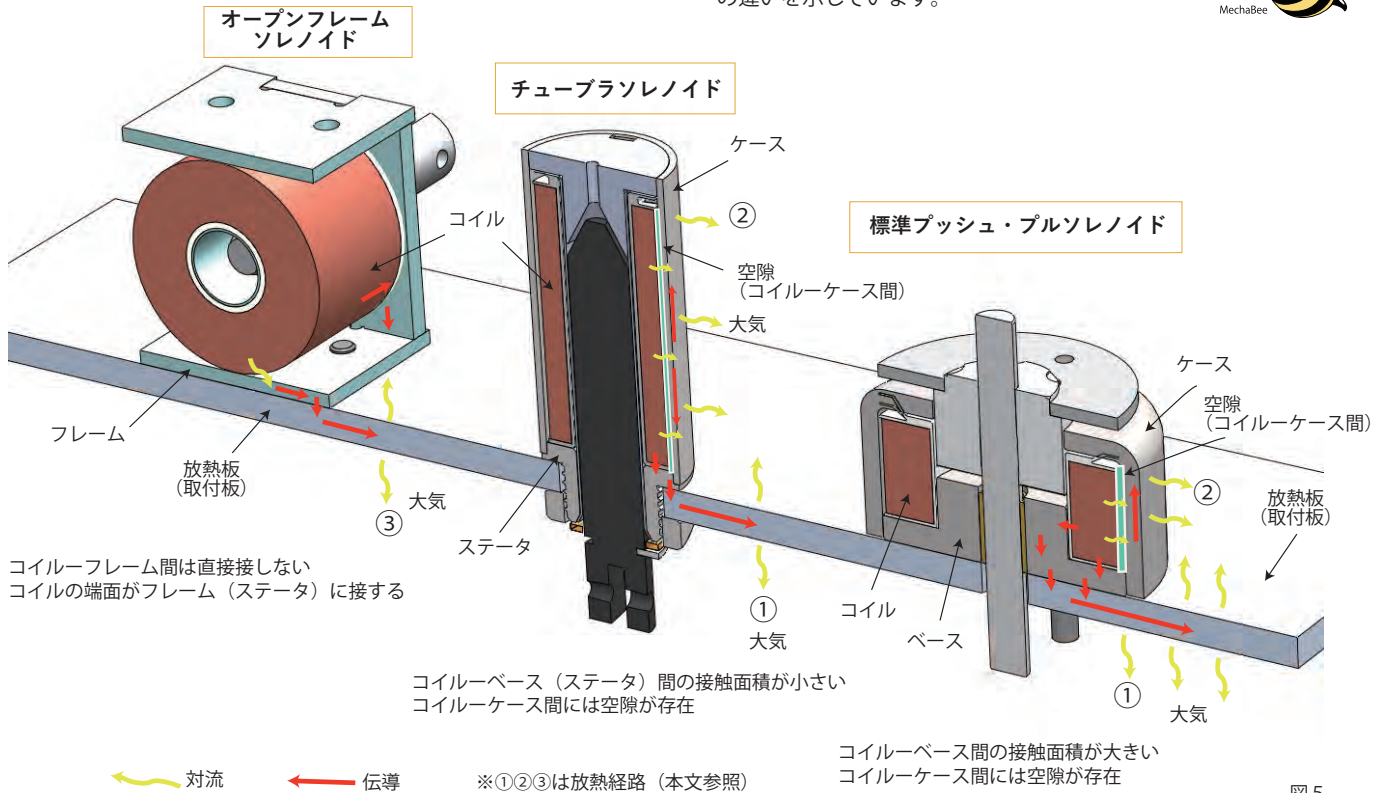


図5

前掲の通り、ソレノイドに通電したとき、コイルの抵抗分による損失によって発熱します。このコイルに生じた熱は最終的に大気中に放出されます。このときの経路のうち、ソレノイド内部について追ってみましょう。

- ① コイル(伝導)⇒ボビン(伝導)⇒ベース(伝導)⇒取付板(対流)⇒大気
- ② コイル(対流)⇒空隙(対流)⇒ケース(対流)⇒大気
- ③ コイル(対流)⇒空隙(対流)⇒フレーム(伝導)⇒取付板(対流)⇒大気

経路内に記された()内は熱が伝わる形態です
 これらの経路を等価回路として表したものが図6、7です。
 ここではベースが取付板に固定されるのを前提にしています。
 ですので、大気との接点はケースと取付板経由となります。取付板に固定されたベースよりもケース(ソレノイドのケース)と大気の方が接触熱抵抗が大きく、熱は逃げにくくなります。また、②の経路中には空隙があり、空気が介在します。このために①よりも熱抵抗が大きくなるので、①のベース経由が主流になります。

熱抵抗等価回路 プッシュ・プル/チューブラ

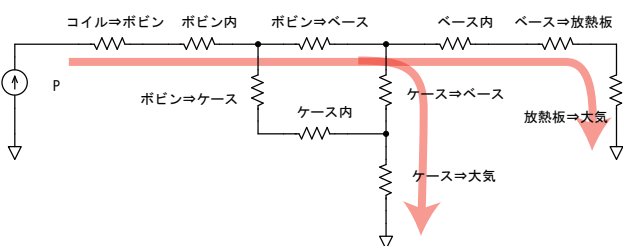


図6

プッシュ・プルソレノイドはコイルの端面がベースを介して取付板に接していますので主路の熱抵抗が低く保たれます。コイルの形態も円盤型に近く、端面が広いことも有利になります。一方、チューブラ型は細い円柱型ですので、ベースまたはステータと接するコイルの端面が狭く、熱抵抗が下がりません。どちらもケースとコイルの間には空隙が存在します。ここは組み立ての関係で必要なもので、なくすることができないものです。空気の断熱性のため、熱抵抗が下がりません。オープンフレーム型は、コイルの端面がフレームに接していますが、周囲は解放されているため、大気と直接接する構造です。この部分で効率的に放熱されそうですが、コイル表面と空気との熱抵抗が問題です。表層のテープは熱伝導率が悪い上に空気との熱抵抗は高いと思われます。このため、あまり放熱には有利とは言えません。形状的には、標準プッシュ・プルソレノイドが有利であると言えます。

ベース経由が主路であるため、ここから大気までの熱抵抗をいかに下げるかが使用するうえでのポイントです。

熱抵抗等価回路 オープンフレーム

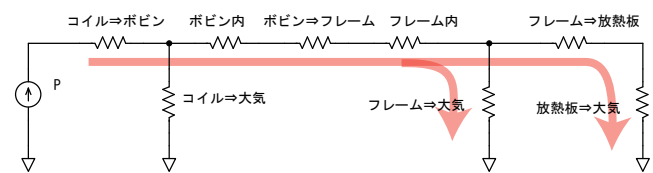
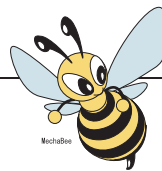


図7



■ 4 放熱対策

この放熱用に使用される部材は使用場所に適合するように色々なものが商品化されています。グリズ状のものだけでなく、

ゴム状のもの、シート状のものや大きなギャップを埋めることが出来るポッティング剤もあるようです。場所に合わせて検討してください。

■ 5 発熱低減対策

コイルの発熱をなくすためには電流を流さなければいいのですが、それではソレノイドはただの重石です。発熱を下げるには電流を下げるようになりますが、それによって低下する吸引力を補うことは出来るのでしょうか。ソレノイドの磁極形状は代表的なものとしてフラット型とコニカル型があります。その特性はストロークの小さいときにはフラット、大きい場合にはコニカルが有利と言われています。計算で求めるのはなかなか難しいのですが、この使い分けを確実にを行うのが第一です。図8は標準プッシュ・プルソレノイドの5SF（フラット）と5SC（コニカル）を比較したものです。ソレノイドの効率を算出するのは困難ですが、発生する推力を有効に使っているのはフラット型です。（ベクトル的な損失が少ない）ですから、リンクなどを用いることができるなら、このような機構を用いてストロークを増幅することでフラット型を使用すれば効率の上昇に従って消費電力を減らせると思えます。

ちなみに、当社の標準ロータリは、磁極の基本形状はフラット型です。ここに直進運動を回転運動に変換するためにベアリングボールを組み込んだ機構を使用して回転運動を行います。フラット型の効率よく動作する狭ギャップ付近のみを使用して高効率を得ています。

フラット型は吸着時の吸引力が大きくとれます。この特性を生かすと保持の電力を減らすことができます。吸着後の保持時間が

フラット型とコニカル型の比較

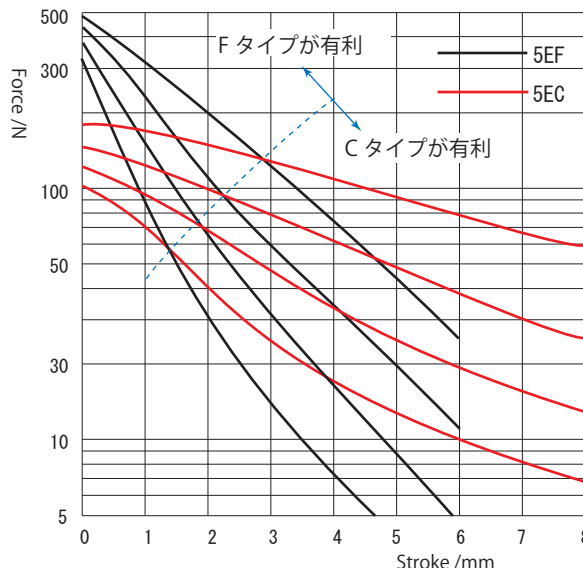


図8

長いアプリケーションでは確実に電力の低減が可能になります。

駆動時に電力を変化させる方法は、吸着時に操作する方法と吸着後に変化させる方法があります。更に、電力の切替方法には、コイルを吸着用、または保持用の専用のコイルを用意するものと、単独のコイルで駆動用の電源側で操作するものがあります。

その操作方法には、電圧そのものを可変するもの、駆動デューティを可変する方法などがあります。

■ 6 駆動電源側での工夫

駆動側で考えられる手法を具体的に考えてみます。起動時に電圧を上げる方法と、動作完了後に電圧を下げる方法が考えら

れます。どちらも結果的には同じですが、用意する電源と回路に違いが生じます。

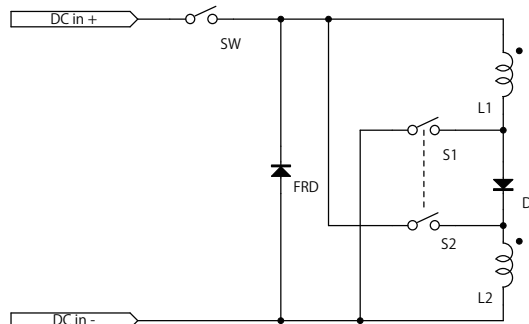
■ 6.1. 保持時に下げる方法

● 6.1.1 直並列切替法

複数のコイルを使用する方法があります。吸引専用のコイルを用いるものは後述しますが、類似、または同等のコイルを2種類用意してこれを切り替えるものです。並列で起動し、直列に切り替えると、保持電力を1/4とすることができます。負荷

によっては、切り替え時に瞬間的に解放になると復帰動作に入ってしまうものがあるため、切替え回路には配慮が必要です。図は切り替え時に遮断時間の生じないように構成してあります。コイルは同一仕様、または類似のものが1組必要となります。バイファイラ巻とすることで、同仕様の2巻線を同時に巻くことも可能です。

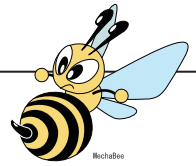
直並列切替え回路



- S1,S2 (運動)
- ON 並列
- OFF 直列
- ONで起動後、OFFに切り替えて保持
- ※ L1、L2は同一仕様
- ※ Dは直列時の電流量が必要
- ※ FRDはフライホイールダイオード
- ※ 巻き始は図示の●とする
- ※ 逆にすると力が出ないので注意すること

図9



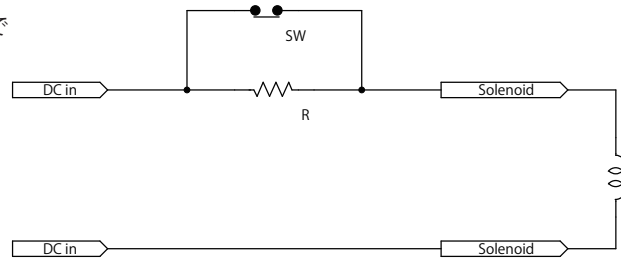


■ 6.1. 保持時に下げる方法

● 6.1.2. 抵抗器挿入型

保持時に電流を低下させるために直列に抵抗器を挿入する方法です。低下率を自由に選択出来るので設定の自由度は非常に高いのですが、抵抗器で無駄な電力損失を生じるのが問題です。

抵抗器挿入型電力低減回路



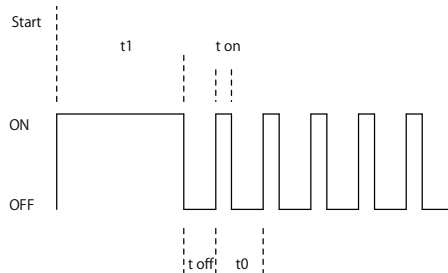
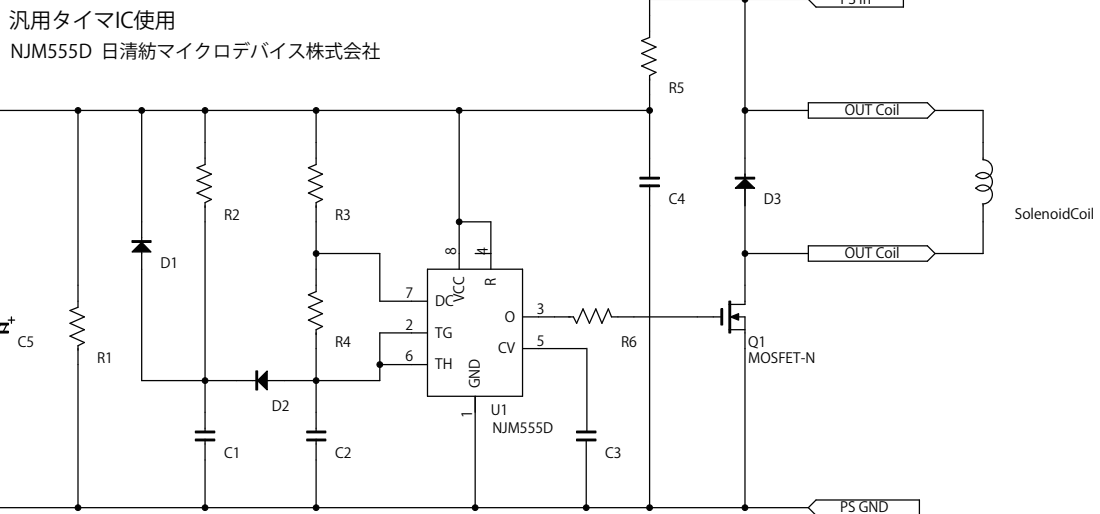
※ 作動終了後に SW を開にすることで印加電力を低減
低減量はRの値に依存する 図 10

● 6.1.3. PWM 型

電力の制御手段として最も広く用いられているのが PWM 制御です。発生する損失が小さく、デジタル的に動作するのでマイコン等での制御手段として広く用いられています。一定の周期で ON/OFF を繰り返す、その周期中の通電率を変えて電

力制御を行います。制御素子はデジタル的に ON か OFF だけの制御を行います。マイコンで制御するなら、専用のポートからスイッチ素子を経由して接続するだけですが、ここでは広く流通しているタイマ IC を用いた例をご紹介します。タイマ IC で保持の条件を生成しますが、ここに起動時のみ通電率を変化させる仕掛けを組み込み、一つの IC だけで構成したものです。

PWM型保持回路



$$t_0 = t_{on} + t_{off} = 0.393(R_3 + 2R_4)C_2$$

$$\text{Duty} = R_3 / (R_3 + 2R_4)$$

$$t_1 = (R_3 + R_4) \times (C_1 + C_2)$$

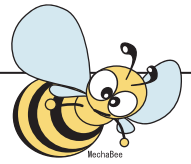
通電直後はON時間が長くなる

図 11

● PWM で駆動するとき、その繰返し周期をどの程度に設定したらよいか迷うことがあります。対象のソレノイド形式によって応答性は様々だと思いますが、あまりに遅い周期だと振動を生じてしまいます。もう少し周波数を上げると振動は消えますが、通電の際に音が聞こえることがあります。人間の近くで稼働する装置だと、騒音が気になることがあります。あまりに高

い周波数になると、スイッチング素子のドライブに気を使わないと損失を生じます。これらから考えると、数 KHz 以上、10KHz 前後が最も扱いやすいかと思います。なお、PWM 制御を行うためにはフライホイールダイオードが必須です。電流を遮断して復帰させるときに戻り遅れを生じることがあるのでよく確認してください。





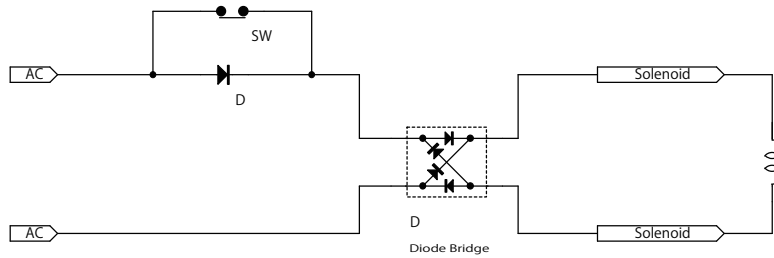
■ 6.1. 保持時に下げる方法

● 6.1.4 整流方式切替型

整流方式の切替による方法で電力の削減を行うことが可能です。ダイオードブリッジを使用して AC 電源から駆動することがあります。このときには全波整流となるわけですが、作動後半

波整流に切り替えると、消費電力を半分にすることが可能です。方法はダイオードを追加するだけの大変簡単なものです。動作完了を検出するセンサまたはスイッチなどが有れば極めて簡単に 1/2 に電力を削減することが可能です。この回路内で損失が増えることもありません。

整流方式切換え型保持回路



※ 作動終了後、SW を 開にすることで電力を1/2に下げる

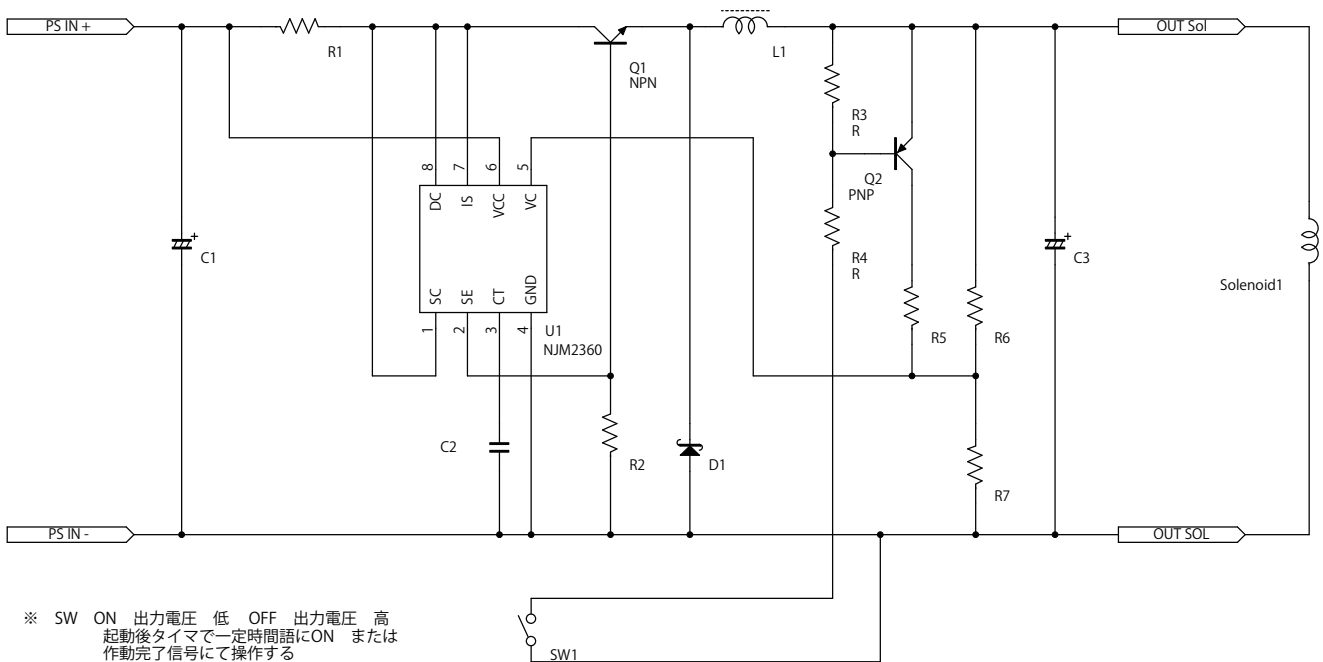
図 12

● 6.1.5. 電圧可変型

電源電圧が自由に設定できれば最も効率の良い形で電力の節約が可能です。電源はスイッチング電源を使用すれば変換効率を上げることが可能です。スイッチング電源も専用の IC を用い

ると簡単な回路構成で作ることが可能です。そこに電圧を変更する仕掛けを組み込めば、動作後電圧を変更することで保持電力を削減することが出来るわけです。ここでは実績のある IC を使用して構成する例を示してあります。

電圧可変電源

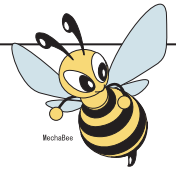


※ SW ON 出力電圧 低 OFF 出力電圧 高
起動後タイマで一定時間後にON または
作動完了信号にて操作する

NJM2360 日清紡マイクロデバイス株式会社

図 13





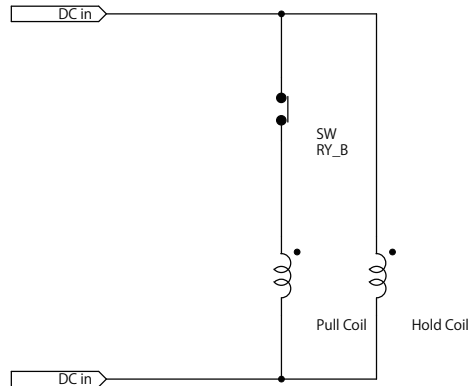
■ 6.2. 吸着時に上げる方法

● 6.2.1. 吸引専用コイル型

要求ストロークが大きく、吸引力も大きなものが必要な時には、吸引専用コイルを用いる方法があります。このコイルと並列に保持コイルを用意して通電しておく、吸引完了後に吸引コイルの通電を切断すれば保持コイルでの保持に切り替わります。この吸引コイルの操作には作動完了センサ（スイッチ）や

単純タイマなどが使われます。エンジンの燃料制御に使われている例でも、同様な方法で吸引コイルの操作が行われていますが、時々焼損事故も発生しているようです。その原因は定かではありませんが、吸引コイルへの通電時間の管理以外にも、通電周期全体の管理も合わせて行う必要があるのではないかと感じます。

吸引専用コイル付き



- ※ 各コイルの極性に注意
- ※ SWは動作完了検出センサ または動作終了時間を予測するタイマにて駆動

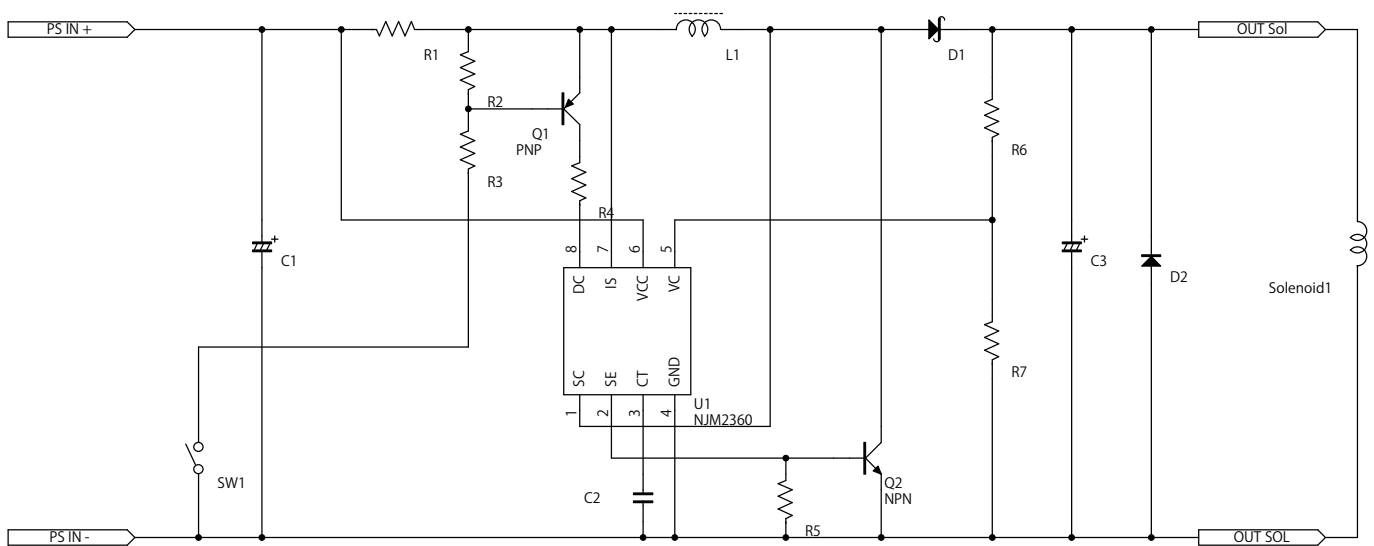
図 14

● 6.2.2. 昇圧電源型

スイッチング電源は電圧を上昇させることもできます。この機能を使って、吸着時のみ電圧を上昇させ、吸引動作の完了

後に昇圧動作を停止させることで保持に切り替えます。このとき、昇圧型の電源内部を貫通させることで切替機構を用意することなしに切替を実現しています。昇圧型の欠点を応用しています。

昇圧型駆動回路

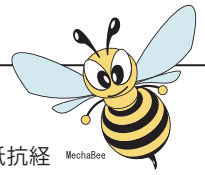


NJM2360 日清紡マイクロデバイス株式会社

- ※ SW ON 昇圧ON OFF 昇圧停止
- 起動後タイマで一定時間ON または
- 作動完了信号にて操作する

図 15





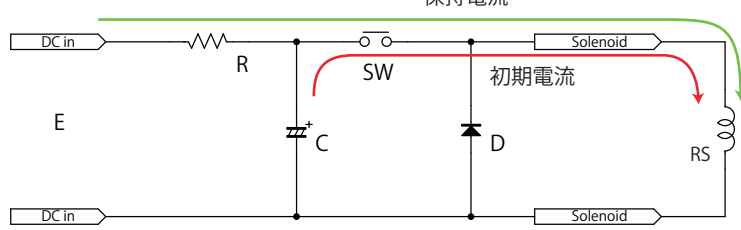
6.2. 吸着時に上げる方法

6.2.3. コンデンサ放電型

吸着時に特に大きな電力を必要とするものがあります。ハンマなど衝撃を必要とするものです。ここでは事前にコンデンサに蓄電した電荷を放電し、急速な電流の立ち上がりを実現させた例をご紹介します。電源から充電しておいたコンデンサを接

続して大きな電流を流し、放電終了後は抵抗経路で最小限の電力で保持します。この抵抗はコンデンサの充電電流制限抵抗を兼ねています。電源の容量はコンデンサの充電と保持時の電流さえ流せばいいので、小型のもので済みます。ただし、休止期間はコンデンサの充電完了時間だけ必要になります。

コンデンサ放電型駆動回路



- ※ 保持電流 $E / (RS + R)$
 - ※ 起動電圧 E
 - ※ 起動時間 $C * RS$
- RS : ソレノイドコイル抵抗
E : 電源電圧
R : 保持抵抗 兼 C充電抵抗

図 16

7. ソレノイドの定格電圧

当社の標準ソレノイドの定格表を見て違和感を持たれる方は少なくないようです。一般の制御機器においては明確に定格電圧が定められており、通常はこの電圧での使用が前提になるでしょう。ところが当社の定格表には定格電圧が記されておられません。何ボルトで通電したらいいのか迷われる方もいらっしゃると思います。ここで少々説明をしておきたいと思います。

連続で通電出来る電圧は 100% と記された欄の値です。これが基準になります。この電圧以下であれば標準放熱板を取り付けた条件で連続で通電しても発熱が想定内に収まります。(図 15) ただし、各ソレノイドは磁気特性としては余裕があり、もっと大きな力を発生できる余力を持っています。これは各カタログの"アンペアターン vs 吸引力"のグラフを参照いただくと確認することができます。先の 100% の電圧によるものはグラフの左端付近です。飽和傾向がありますが、このグラフの右端付

近までは使用可能です。100% 相当の値よりかなり大きな値となっています。ところがこのアンペアターンを発生させるにはかなり大きな電力をコイルに加える必要があります。時間的な制約を考慮しないと焼損してしまうことになります。この条件が通電率というわけです。例えば 25% であれば一周中の通電時間の比率を 25% とすることによって使用可能です。ということです。ただし、この周期には最大時間が定めてあります。この時間以内に収まるのが条件になりますのでご確認ください。カタログに記載された通電率の電力で通電した際の温度上昇カーブを示します。6SC型を標準放熱板付きで計測したものです。上昇カーブは型ごとに異なります。また、取付条件にも影響を受けますので参考としてご覧ください。100%以外では使用可能温度では飽和しません。

標準プッシュ・プルソレノイド 6SC 温度上昇

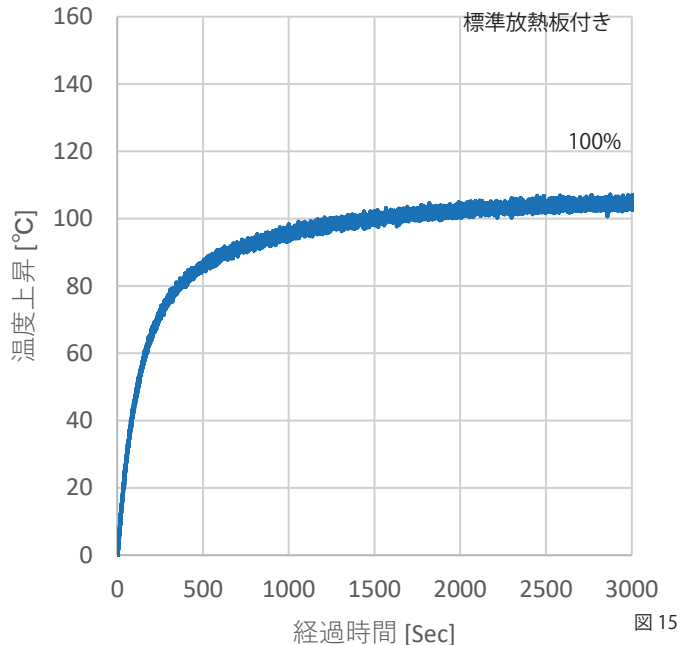
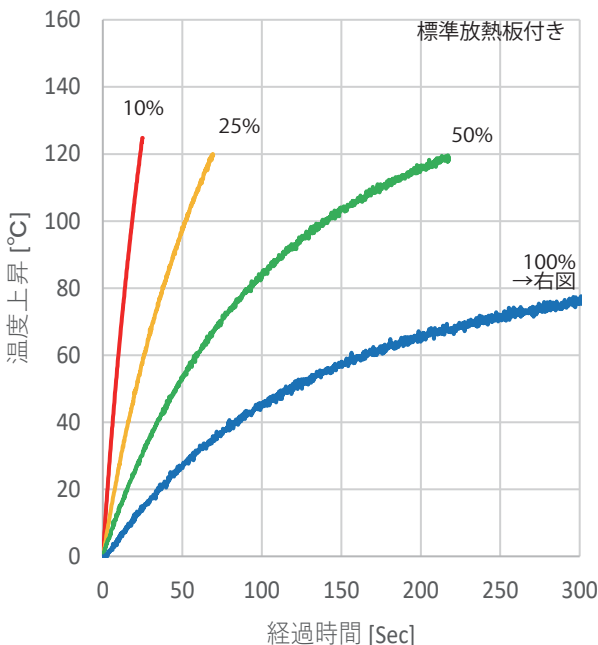
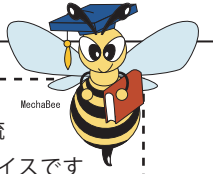


図 15



コラム

● AC ソレノイド

AC ソレノイドはなぜストロークが大きくとれるのか？
AC ソレノイドはなぜ途中で止めると焼けることがあるのか？

AC ソレノイドは交流で駆動しますので、流れる電流はコイルのインピーダンスと印加電圧、周波数で定まります。インピーダンスはコイルのインダクタンスで決まります。インダクタンスは磁気ギャップで変化し、吸引初期のギャップが大きいところでは小さく、吸着後のギャップが小さいところで大きくなります。このため、吸引開始位置では大きな電流が流れ、吸引終了時には電流が小さくなります。このように DC ソレノイドに

おいて駆動回路などの工夫によって行った保持電流への切替が自動的に行われるのです。面白いデバイスですね。この駆動初期の大きな電流のおかげで大きなギャップにおいても実用的な吸引力が得られます。ただし、吸引終了点ではギャップを確実にゼロとする必要があるため、磁極を衝突させる必要があります。このために大きな作動音が発生します。DC ソレノイドではこの部分に消音のためのワッシャなどを装着して騒音を防止しますがこれが出来ません。弊害として作動途中に何らかの障害で停止すると、大きな電流が流れ続けるので発熱が大きく、コイル焼損に至ることがあります。このことから安全性を求める用途においては使いにくいものと思います

■ 8. おわりに

お客様とお話する際に必ずと言ってよいほど話題に上がる温度上昇について書いてみました。ソレノイドを設計するにあたり、必ず配慮が必要であるにもかかわらず、数値解析は思うように出来ていないところで、これから努力が必要なことと再認識しています。

「めかたろ通信」は発行を重ねて 39 号となりました。一部のお客様から、感想をいただいております。本当にありがたいことです。これからもソレノイドを使用するうえで必要な情報をお伝えできるよう努力してまいります。ご感想、不明点、疑問点、ご希望、なんでも結構ですとお気軽にご連絡ください。よろしく願いいたします。営業宛、HP の問い合わせからでも結構です。よろしく願いいたします。

■この資料の内容は改良の為、お断り無く変更することがありますのでご了承ください

「めかたろ通信」に関するお問い合わせは

<http://smt.shindengen.co.jp>

2025年3月現在

新電元メカトロニクス株式会社

本社 : 〒357-0037 埼玉県飯能市稲荷町 11 番 8 号 TEL 042(971)6212 FAX 042(971)6218
西日本支店 : 〒460-0003 名古屋市中区錦 1-19-24 名古屋第一ビル TEL 052(219)9711 FAX 052(201)4780
茜台工場 : 〒357-0069 埼玉県飯能市茜台 2 丁目 1 番 5 号

新電元メカトロニクスのソレノイドのご用途は