

# 本書を読み解くためのモータ用語辞典

熊坂 伊久男

Ikuo Kumasaka

モータ制御の世界では、メカトロニクス関連の専門用語が多用されます。本用語辞典では、モータの種類と構造に関する基礎用語、モータ制御に関する基礎用語、パワー回路と制御理論の基礎用語についてまとめました。

## あ・ア

### ●アーム短絡 (arm short)

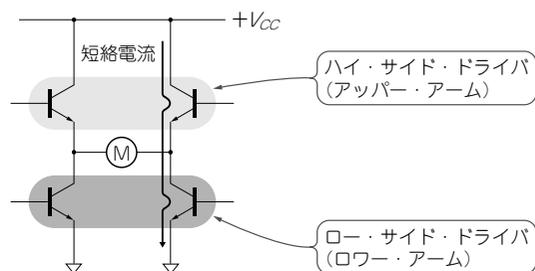
Hブリッジ出力回路のハイ・サイド・ドライバ(アッパー・アーム)とロー・サイド・ドライバ(ロー・アーム)が同時にONして短絡すること。

DCモータ制御用可逆コントローラのHブリッジ出力型パワー半導体(パワー・トランジスタまたはパワーMOSFET)では、直列接続したハイ・サイドのパワー半導体とロー・サイドのパワー半導体が同時にONすることのないように制御回路を構成し、ベースまたはゲートを駆動している。

また、パワー半導体の応答遅れ時間によってハイ・サイドのパワー半導体とロー・サイドのパワー半導体が瞬間的に同時にONすることのないように、遅延回路でデッド・タイムを設定している。

何らかのトラブルにより直列接続のパワー半導体が同時にONすると、負荷のDCモータには電流が流れずに直列接続のパワー半導体だけに短絡電流が流れる。パワー半導体は短絡耐量を越える短絡電流が流れたときに故障する。20kHzでのPWM制御では、パワー半導体の応答時間に遅れがあると瞬間的なアーム短絡が繰り返し発生してパワー半導体が発熱するために、デッド・タイムはパルス周期の5%程度に設定する。

[参]デッド・タイム



### ●アイソレーション (isolation)

モータ内部の巻き線とケース間の絶縁。または、入力信号と出力信号の絶縁。巻き線や絶縁物には絶縁階級があって、耐久温度によりA種、B種、E種、F種、H種などがある。

### ●アイソレーション・アンプ (isolation amplifier)

入力と出力が絶縁しているアンプ。電流検出抵抗器からの電流フィードバック・ループや複数のコントローラへの同時指令入力に使用する。トランスで絶縁するタイプとフォト・カップラで絶縁するタイプがある。絶縁アンプともいう。

### ●あいまい制御 (fuzzy control)

[同]ファジー制御

### ●アウト・ロータ型 (outer rotor type)

回転子(ロータ)が外側で固定子(ステータ)が内側にあるDCブラシレス・モータ。ロータのフェライト磁石が外側に配置するので磁界を大きくできる。ロータ・イナーシャは大きくなる。

[対]インナ・ロータ型

### ●アキシヤル・ギャップ型 (axial gap type)

フラット・モータの構造で、円板状の永久磁石型ロ

ータがステータ側の電機子巻き線と対向して回転するもの。軸方向空隙型ともいう。

[参]フラット・モータ [対]ラジアル・ギャップ型

### ●アクチュエータ(actuator)

空気圧アクチュエータ、油圧アクチュエータ、電動アクチュエータがある。空気圧アクチュエータには空気圧モータやエア・シリンダ、油圧アクチュエータには油圧シリンダがある。電動アクチュエータはモータやソレノイド、電磁ブレーキなどの電気的エネルギーを機械的エネルギーに変換する電気動力機器の総称。巻き線コイルから電磁力を得るので誘導負荷になる。

[参]モータ [参]電磁ブレーキ

### ●亜酸化銅皮膜(zinc oxidization copper film)

DCモータのブラシが摺動したときにコミュテータ表面に生成されるチョコレート色の酸化皮膜。温度、湿度、電流、ブラシ材質、雰囲気などにより酸化皮膜の状態が異なってくる。酸化皮膜がきれいに生成されないときは、ブラシ火花や異音が発生して摩擦も早くなる。真空状態では酸化皮膜が生成されない。

### ●アップ・ダウン・カウンタ(up-down counter)

モータのデジタル位置制御に使用する偏差カウンタのカウンタ方式で、位置指令のアップ・パルスまたはダウン・パルスを位置フィードバック・パルスと加減算する。インクリメンタル・エンコーダの出力パルスは90°位相差のA相-B相信号なので、方向判別回路でアップ・パルスとダウン・パルスに変換する。

[参]偏差カウンタ [参]方向判別回路

### ●アップ・ダウン・パルス(up-down pulse)

デジタル位置制御の指令入力信号で、アップ・パルスとダウン・パルスを単独に入力する方式。コントローラ側にはUP入力とDOWN入力の二つの入力端子がある。

### ●アナログ制御(analog control)

OPアンプなどで構成するアナログ制御回路に、アナログ指令値を入力してモータの回転速度やトルク、位置などを制御する方式。

[対]デジタル制御

### ●アナログ・スイッチ(analog switch)

アナログ信号を無接点で開閉できる半導体スイッチIC。アナログ・スイッチICは、機械的スイッチとは異なり、一般にICの電源電圧を越えるアナログ電圧は開閉できない。

### ●アバランシェ降伏(avalanche breakdown)

アバランシェとは雪崩の意味で、FETでは電子雪崩が発生する。ソース-ドレイン間に高電圧を与えてリーク電流が流れることをアバランシェ降伏という。

[参]アバランシェ破壊

### ●アバランシェ電流(avalanche current)

アバランシェ降伏状態において短時間ならば流せる最大電流。記号は $I_{avr}$ 、単位は[A]。

### ●アバランシェ破壊(avalanche destruction)

FETの故障モードの一つ。ソース-ドレイン間に高電圧を与えてアバランシェ降伏が生じているFETでは、ドレイン近傍の空乏層の中を高電界で加速した電子がリーク電流になる。この限界まで加速した電子はシリコン原子に衝突して自由電子の数を増大させる。このときに発生する熱エネルギーが寄生サイリスタをトリガする。

具体的には、モータなどの誘導負荷による逆起電力によって寄生サイリスタがトリガされて破壊する。モータは瞬時停止や逆転をする際に発電して電圧を発生する。これを逆起電力といい、電源電圧と重なるために電源電圧の2倍の電圧がFETに加わる。近ごろはアバランシェ耐量の大きいFETが作られており、最大ドレイン電流の3倍程度まで耐えるものもある。アバランシェ破壊したFETはチップの内側が壊れて黒く丸い破壊痕が残る。

[参]アバランシェ降伏

### ●アブソリュート・エンコーダ(absolute encoder)

絶対値信号を出力する光学式エンコーダ。スリット円板に蒸着した薄い金属板をエッチングしている。10ビットのアブソリュート・エンコーダでは、内側から1回転あたり2パルス、4パルス、8パルス、…、512パルス、1024パルスのスリットがある。モータが停止していて電源を再投入しても、常にモータ軸の絶対位置を検出できる。以前はビット信号をパラレル出力していたが、信号線が多くなり配線が煩雑になるために、近ごろはシリアル出力もできている。また、アブソリュート・エンコーダにはシングル・ターン型とマルチ・ターン型がある。

[参]インクリメンタル・エンコーダ [参]シングル・ターン・アブソリュート・エンコーダ [参]マルチ・ターン・アブソリュート・エンコーダ

### ●アーマチュア(armature)

[同]電機子

### ●アモルファス磁性合金(amorphous magnetic alloy)

アモルファスとは非結晶の意味で、普通の金属は原子が規則正しく並ぶ結晶構造だが、アモルファス磁性合金は原子の配列が不規則になる。特徴は高硬度、高透磁率、低保磁力、高飽和磁束密度で、磁気特性に優れる。

### ●アラゴの円板(Arago's disc)

回転可能な銅などの導体円板を磁石のN極とS極の間に浮かせて挟んで、磁石を導体円板の円周方向に回転させると同じ方向に導体円板が回転する。これをアラゴの円板という。これが誘導モータの回転原理である。

### ●アルニコ磁石(alnico magnet)

鉄のほかにアルミニウムやニッケル、コバルトなどを含む永久磁石。磁気特性は希土類磁石とフェライト磁石の中間にあって温度特性も優れている。DCサーボ・モータのDCタコ・ジェネレータなどに使用する。着磁後にDCタコ・ジェネレータを分解すると減磁することがある。

### ●アルミ基板(aluminum printed circuit board)

アルミ板に絶縁膜と銅箔を張り、エッチングで回路パターンを作る基板。アルミの熱伝導特性が良いので放熱板を兼ねた基板設計ができる。アルミ以外に銅や鉄も基板にできる。アルミ板の厚さに制限はない。

### ●安全動作領域(Area of Safe Operation ; ASO)

半導体素子を破壊せずに使用できる領域のことで、電圧や電流を時間や動作条件をパラメータにして表す。パワーMOSFETではドレイン-ソース間最大電圧とドレイン最大電流、消費電力によって制限される領域。

[参]順バイアスASO [参]逆バイアスASO

### ●暗騒音(background noise)

騒音測定を行うときの周囲環境の自然騒音。

### ●アンダーカット(under cut)

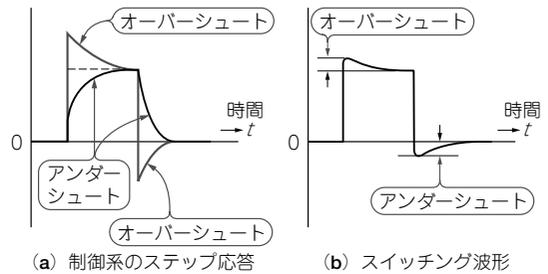
コンピュータのセグメント片間の溝にある絶縁マイカをカットで削ること。

### ●アンダーシュート(under shoot)

(1) 制御系のステップ応答を観測したときに不足応答していること。目標値に達するまでの時間が長くなる。PI制御では積分定数が大きすぎると発生する。

(2) スwitching波形において、過渡的に基準の低レベル値を越えることや越えている部分をいう。

[対]オーバーシュート



### ●安定限界(stability limit)

制御系のステップ応答で、発散も減衰もしない持続振動となる過渡特性。

[参]不足制動 [参]臨界制動 [参]過制動

### ●安定性(stability)

ボード線図において、位相余裕とゲイン余裕がある範囲に収まること。一般的に位相余裕は $45^\circ$ 、ゲイン余裕は20 dB以上が安定の目安になる。

### ●安定判別法(stability criterion)

サーボ系の安定性を判別する手法で、ボード線図による安定判別法やナイキスト安定判別法などがある。

[参]ボード線図 [参]ナイキスト安定判別

### ●安定巻き線(stabilizing winding)

分巻きモータは、負荷電流が大きいと電機子反作用で回転が不安定になる。動作を安定するために直巻きによる界磁巻き線を設ける。

[参]電機子反作用

### ●アンペア・ターン(ampere-turns)

電機子巻き線の磁束密度を比べる目安で、スロットに入る巻き線の線径とターン数の積。線径を細くすると無負荷回転速度は変化せずに起動トルクが減り、ターン数を少なくすると起動トルクは変化せずに無負荷回転速度が高くなる。

い・イ

### ●イサプラシ抵抗器(Isabellenhütte resistor)

マンガニンを使用した精密低抵抗器の商品名。低い抵抗値が作れるが、 $60^\circ\text{C}$ を越えると抵抗値が急激に変化する特性があるので、抵抗器が発熱する用途には不向きである。

### ●位相遅れ進み回路(lead-lag phase circuit)

制御回路を安定に動作するための補償回路で、抵抗器2本とコンデンサ2個で構成する回路。直流はその