

位置決めモーターには、大きく分けて「ステッピングモーター」と「サーボモーター」があります。それぞれどんなところで活躍しているのか、見ていきましょう。

その1 身の回りの製品

ステッピングモーターは、入力されるパルス信号の数に応じて、一定角度(ステップ角)ずつ回転します。例えばステップ角が 1.8° であるモーターの場合は、ドライバーに10パルスを与えると、正確に 18° 回転します。この「パルス数=移動量」というシンプルな関係によって、分かりやすく正確に制御することができます。図1～図6は、ステッピングモーターが身の回りで使われている例です。



図1 監視カメラや見守りカメラ

監視カメラや見守りカメラは、特定のエリアや対象を捉えるため、カメラの向きを制御する必要があります。水平方向の左右動作をパン、垂直方向の傾き動作をチルトと呼びます。この動作にステッピングモーターが使用されます。ステッピングモーターの強みは、入力されるパルス信号の数に応じて、決まった角度ずつ回転することです。このため位置センサーを用いないオープンループ制御であっても、高い精度でカメラの向きを制御できます。また、お天気カメラのような大きなカメラ用の雲台ではサーボモーターが活躍しています。

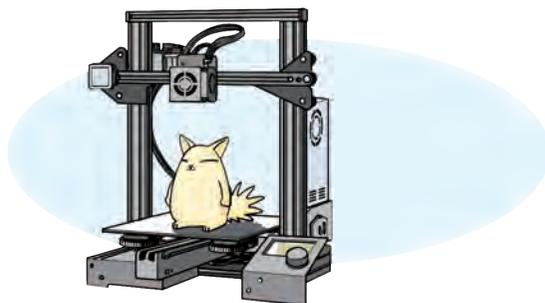


図2 3Dプリンター

小型3Dプリンター、特に普及が進むFDM(熱溶解積層)方式は、樹脂フィラメントを溶かしながら薄い層を正確に積み重ねることで、立体物を形作ります。このような用途では、造形の要求精度に応じた正確な位置決めが不可欠です。この要求に応えるため、ステッピングモーターやサーボモーターが活躍しています。

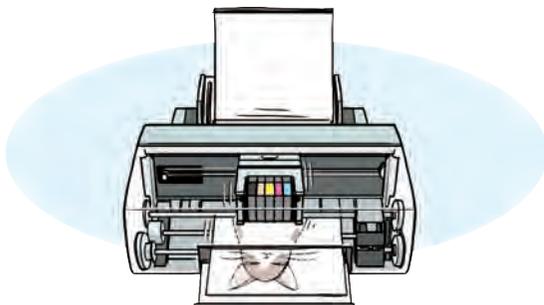


図3 インクジェットプリンター

ステッピングモーターは、インクジェットプリンターにおいて、プリントヘッドの正確な移動と、用紙の精密な送り出しといった、印刷品質に直結する二つの主要な動きを担います。ステッピングモーターを利用すると、位置検出用のエンコーダーや複雑なフィードバック制御が不要なのでコスト面でも利点があります。システム全体の部品点数を減らすことができ、製造コストを抑えられます。

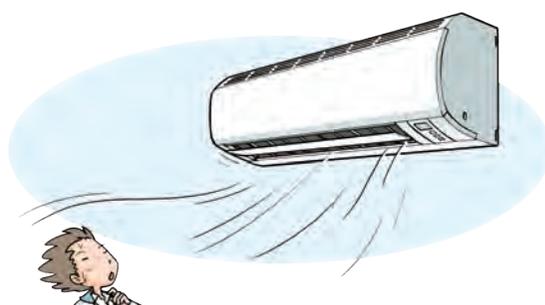


図4 エアコン

ステッピングモーターはパルス信号に応じて回転するため、ルーバーの角度を正確に制御し、風向きを調整できます。風が直接体に当たるのを防いだり、部屋全体に効率よく空気を循環させたり、特定の位置にピンポイントで送風したりすることに役立っています。リビングや寝室で使用されるエアコンは静音性が重視されます。ステッピングモーターは段階的な動きによる振動や音が課題とされますが、現在ではマイクロステップ駆動という、電氣的に細かい単位でドライブする技術も発達したため、滑らかに静かな動作も可能となっています。

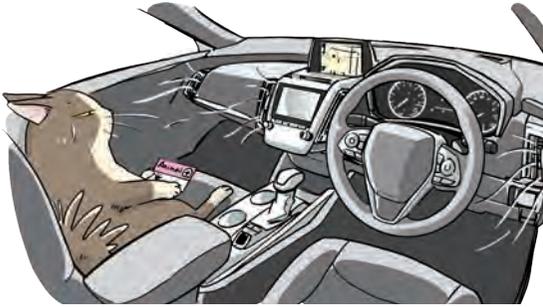


図5 自動車(内装)

メーター類やエアコンの吹き出し口などにステッピングモーターが活用されます。ステッピングモーターはパルスによる指令で一定角度ずつ回転できるように作られており、センサーなどのフィードバックがなくても正確な位置に停止・保持できます。これがメーターの針や空調のルーバーなどの精密な制御に適しています。



図6 ヘッドライトの光軸合わせ

車の荷室に重い荷物を積んだり、後部座席に人が多く乗ったりすると、車両の後部が沈み込み、ヘッドライトの光軸が上向きにずれてしまうことがあります。この状態では対向車を幻惑させてしまうため、光軸のずれを自動的に補正する「オートレベルライザー」機能が搭載されています。また、高級車でなくとも手元のスイッチで簡単に光軸調整ができるようになっています。こうした場面ではステッピングモーターがコントロールモジュールからの指令のもとづき、ライトユニット内のリフレクターを動かして、光軸を上下に調整しています。

その2 医療/分析機器

医療機器や分析装置では、微量の液体を正確に分けたり、微小なサンプルを特定の位置に移動させたり、あるいは光学系のレンズを精密に動かしたりといった、高い再現性と精度が求められます。ステッピングモーターは、これらの要求を低コストで満たすことができます(図7、図8)。

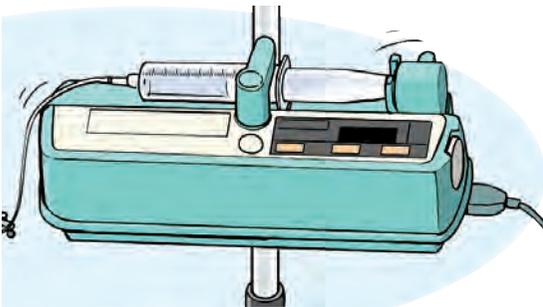


図7 シリンジポンプ

シリンジポンプに期待される機能は、正確な分量の液体を送り出すことです。ステッピングモーターは、入力されるパルス信号の数に応じて回転できます。モーターの回転軸にリードスクリューやボールねじを連結して、回転運動を直線運動に変換することで、シリンジのピストンを正確に安定して送り出すことができます。また、ねじ機構を内蔵したステッピングモーターもあります。

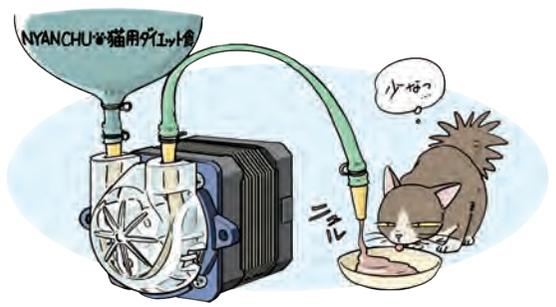


図8 チューブポンプ

チューブポンプの動作は、柔軟なチューブをローラーで押しつぶし、そのつぶれた部分を移動させることで液体を送り出すものです。ポンプの流量を制御するには、ローラーの速度を正確に制御する必要があります。このような用途にも、単純な制御構成で、パルス列の速度に同期して動いてくれるステッピングモーターが適しています。チューブポンプはその構造上、高粘度の液体や粒子を含むスラリー(泥状の液体)でも詰まることなく送液できる利点があります。ステッピングモーターは、低速域でじわりと始動させると強いトルクを発揮するため、粘性の大きな液体も送り出しやすいと言えます。

その3 産業機械

多くの産業機械では、重い製品や部品を高速で位置決め搬送したり、大きな力を必要とする加工を行ったりします。このような場面でも位置決めモーターが活躍します(図9～図12)。ステッピングモーターは高速駆動させるとトルクが低下してしまうので、ある程度の大きな出力が求められる用途では、中速から高速でも比較的高いトルクを発揮できるサーボモーターが活躍しています。



図9 半導体製造装置

ウエハーの受け入れや搬送に、図右側の搬送ロボット(水平多関節ロボット)が使われます。他に直動搬送する機構、ウエハーの処理、切り出した素子のボンディングやパッケージングなど、さまざまな工程でサーボモーターやステッピングモーターが駆使されます。

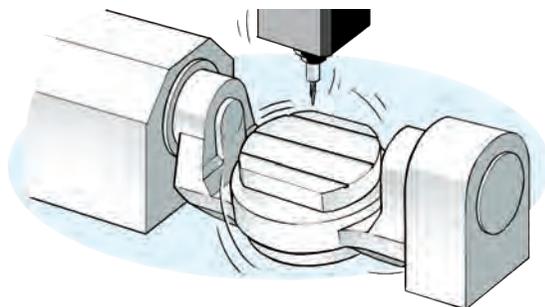


図10 CNC加工機

CNC加工機はX軸、Y軸、Z軸といった複数の軸(ときには4軸以上)を持ち、加工したい形状に合わせて工具やワークを移動させます。CNC加工では対象物を切削していくという性質上、工具をとどまらせることなく連続的に動かさなければ、加工結果にムラが生じてしまいます。サーボモーターに対して絶え間なく指令を与えて連続的な加工を行うことが求められます。

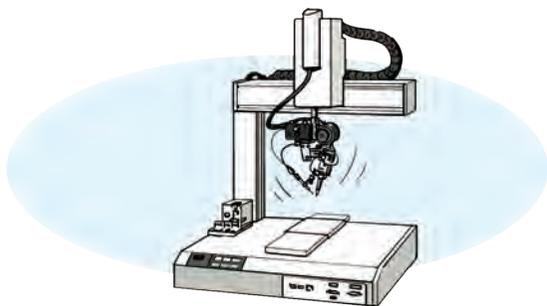


図11 はんだ付け装置

図では自動組み立て装置の例として、はんだ付けロボットを示しています。こうした装置のX軸、Y軸、Z軸などの駆動部にはサーボモーターやステッピングモーターが使用され、目的の位置へ正確に移動を行います。自動組み立て装置においては、高速性やパワーおよび高度な精密さが要求される場合にはサーボモーターが用いられ、逆に小型/卓上タイプの装置でコストを重視しつつ正確に位置決めしたいといった要求にはステッピングモーターが用いられます。



図12 ロボットアーム

ロボットアームがワーク(対象物)をつかんだり、工具(溶接トーチ、グリッパなど)を正確な位置に移動させるには、高い精度での位置決めが不可欠です。強い力を発揮するロボットでは、サーボモーターがエンコーダーからのフィードバックをもとにして、常に目標位置と現在位置の誤差を修正しながら駆動するクローズドループ制御を行い、目標位置へ正確に到達します。

○ モーターの位置がビシッと決まるワケ

◆ ステッピングモーターの制御システム

ステッピングモーターは内部構造上、励磁（巻線への通電）をすると現在位置を保持し、励磁内容の切り替えによって回転するため、センサーがなくても正確な位置決めができます。ステッピングモータードライバーは、パルスに応じてモーター巻線への通電方向を切り替えてモーターを回転させます。切り替え順序を逆にすれば逆方向に回転できます。パルスが来ないときもモーター巻線は励磁され、現在位置を保持するトルクを発生します（図13）。

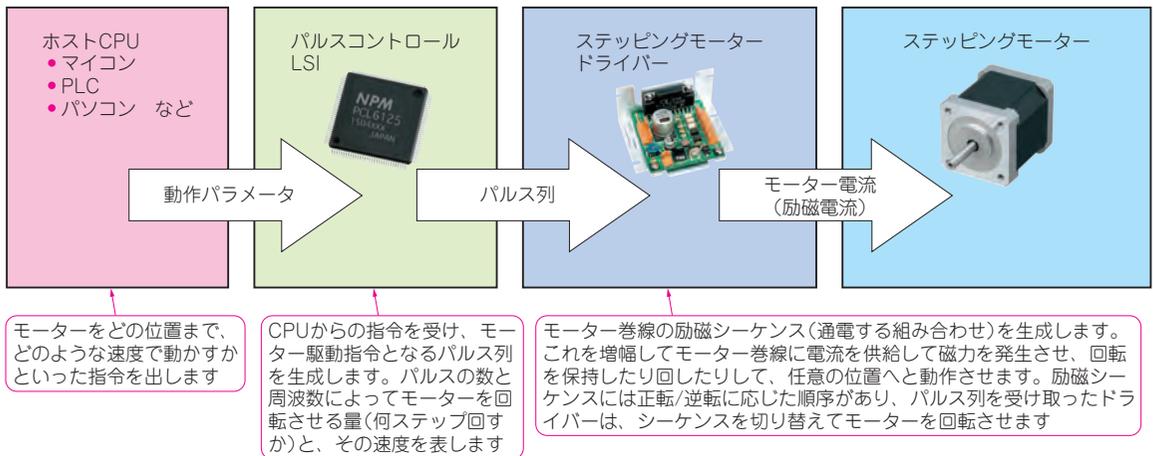


図13 ステッピングモーターの制御構成

◆ サーボモーターの制御システム

サーボモーターは一般的に、ステッピングモーターより高速/高トルクで運転できます。また、エンコーダー信号をフィードバックとして用いるため高分解能かつ精密に制御できます。サーボドライバーはエンコーダー信号によりモーターの現在位置を把握し、指令位置（コントロール側から入力されたパルスのカウント値）との差をなくすよう、モーターを回転させます。現在位置と指令位置の差は「偏差」や「たまりパルス」と呼ばれます（図14）。

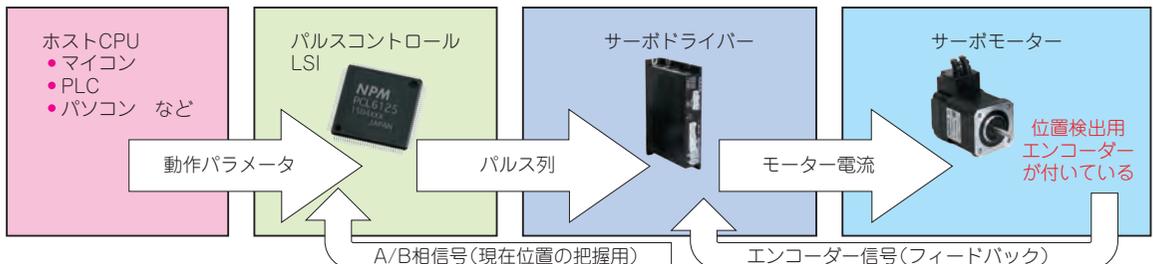


図14 サーボモーターの制御構成

パルスコントロールLSIを使う理由

位置決めモーターの制御では一般的に、慣性による位置ずれなどの不都合を抑えるため、**図15**の上側のように、徐々に加速してから一定速度で運転して、最後に減速して停止するという動きをとります(横軸が時間、縦軸が速度)。これをパルス列で表す場合、**図15**の下側に示すパルス波形となります。しかし、徐々に周期変化するパルスをマイコンのタイマー割り込みだけで正確に生成しようとすると、マイコンの処理リソースを大幅に消費することになります。

加えて出力パルスのカウント、現在位置のカウント、減速開始位置の決定、リミットスイッチなどの処理も全てマイコン単独で行おうとするのは、大きな負担となります。このような点を考慮すると、パルスコントロールLSIを使うことで、位置決めモーターの制御を効率的かつ精密に行うことができます。

解説するパルスコントロールLSI「PCL6125」は2軸のモーターの「直線補間」動作も可能です(**図16**)。この動きは製造装置や検査装置などに使われるXYテーブルでX軸とY軸を同期して動かし、斜め方向の動きを正確に最短距離で行うといったことに応用できます。

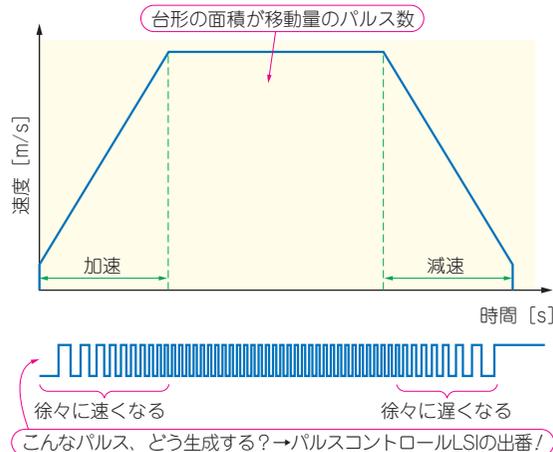


図15 モーターの速度遷移…徐々に周期が変化するパルスをマイコンのタイマー割り込みだけで生成するのは大変

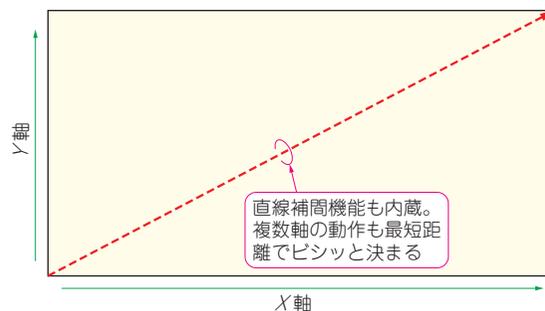


図16 パルスコントロールLSIはX軸とY軸を協調制御できるため、斜め方向の動きも難なく作れる

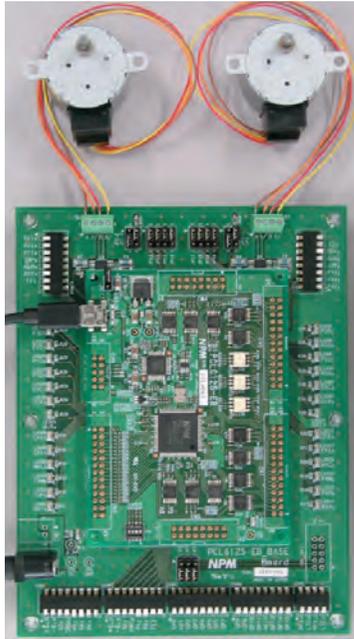
パルスコントロールLSIをすぐに試せるキット

◆評価キットを用意しました！ぜひ試してください

皆さんにパルスコントロールLSIの良さを知ってもらうために評価キットを用意しました(写真1)。第4章で使い方を解説します。第5章では応用製作例を紹介しています。

秋月電子通商
で販売中！

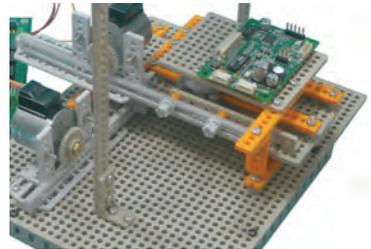
写真1
パルスコントロールLSIの
効果を実感してもらうた
めに用意したPCL6125-
EB評価キット



(a) 全景…ステッピングモーター2軸を動かして学習できる



(b) 製作例1…カメラのパンチルト



(c) 製作例2…XYテーブル

◆充実のアプリ開発ソフトウェア群…ビギナからプロまで直感的に！

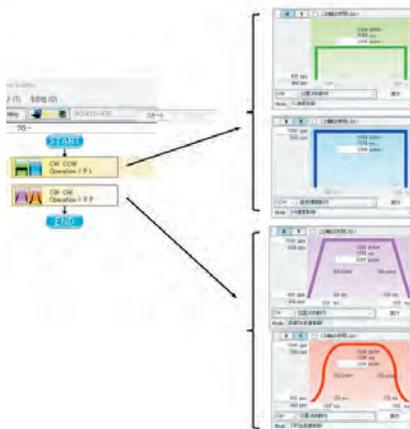


図17
キットで使えるソフト
ウェア・ツール

(a) 視覚的に操作できるモーションパターンビルダー



(b) プロ向け…レジスタ操作アプリ