

3.2 駆動方法

3.2.1 駆動方式

スキャナモータの駆動方式は、図2に示す①2相半波方式、②2相全波方式、

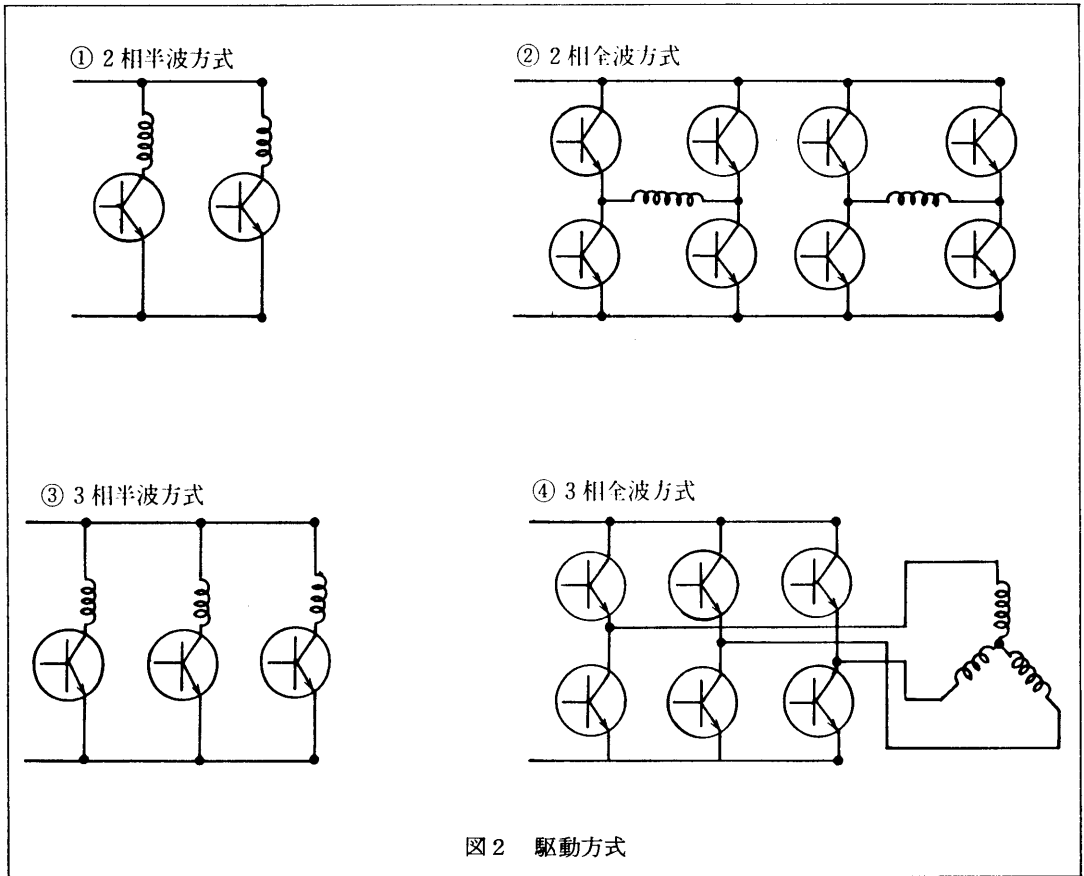


図2 駆動方式

③3相半波方式、④3相全波方式、がよく採用される。これらは、前項要求性能の内、①コスト、②出力及びトルク特性、③トルクむら、回転むらの性能、のどの項目に注目するかにより決定される。まず、コストに重点を置く場合、転流回路を簡単にするべく、できる限り相数を減らし、各相の通電は一方向の半波駆動方式にすることが有効である。2相半波方式があてはまるが、ロータの位置によっては起動できない場所があるため、起動補償が必要になる。特殊な着磁を施す等、工夫が必要である。特性に重点を置く場合、転流回路は複雑になるが、コイルの両方向に通電する全波駆動方式が有効である。この方式はコイルの利用率が高く、モータの効率を高くすることができる。さらに、この方

式は転流回数が多いため、トルクむらも小さくなる。図3に各通電方式トルクむらを示す。

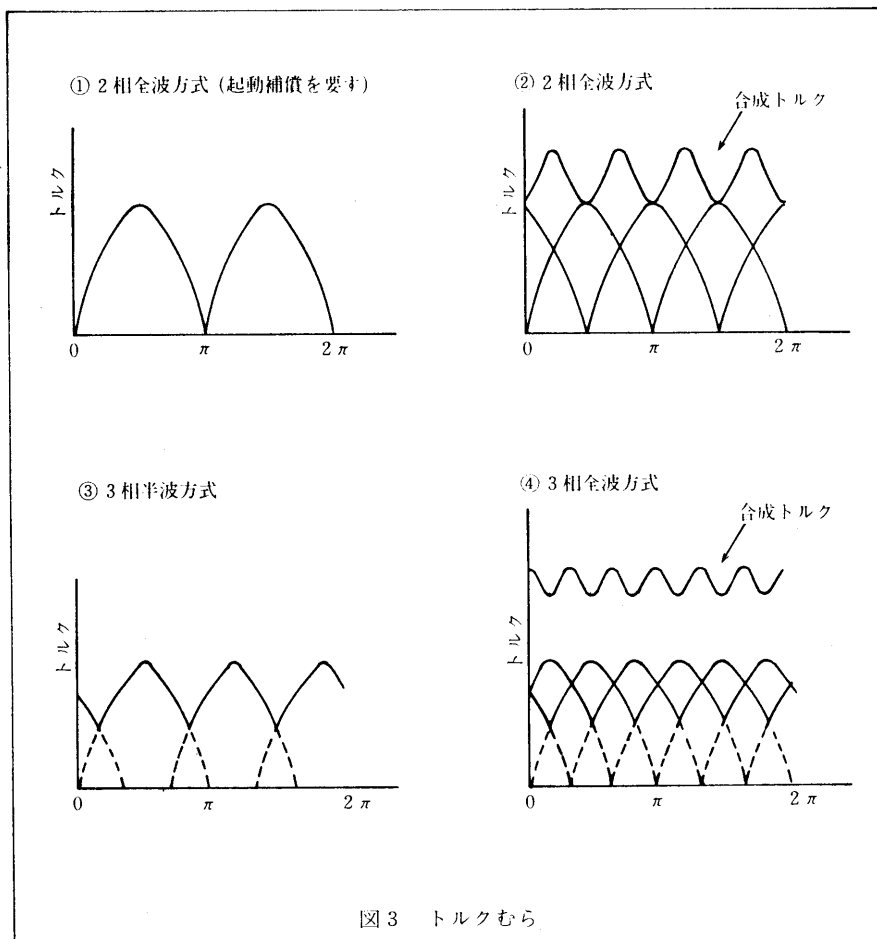


図3 トルクむら

3.2.2 回転位相検出

回転位相検出には、①磁気センサ ②光センサ ③インダクタなどを用いる方式があるが、現在、磁気センサを用いる方式が一般的である。これは、

- (1) 半導体素子が低価格で入手できるようになったこと。
- (2) ロータの界磁マグネットを被検出体として使用でき、モータ構造が簡易化、小形化し、かつ高信頼性である。

上記の理由による。さらには、磁気センサの中でも、安価に入手が可能であるホール素子を使用する場合が多い。VTR用ブラシレスモータは、最近では殆んどがホール素子を使用したホールモータということができる。

現在市販されているホール素子は、InSb蒸着膜を使用したものと、GaAs

イオン注入のもの二種類に分類される。それぞれの特徴を表2に示す。InSb

表2 ホール素子特徴

ホール素子種類	素子特徴
CaAs ホール素子	(1) 定電流動作時の v_H の温度係数が小さい。(バンドギャップ大: 1.43 eV) (2) 定電圧動作時の v_{HO} の温度係数が小さい。 (3) v_H の磁界に対するリニアリティが良好である。 (4) 入力抵抗は電流および磁界により殆んど変化しない。
InSb ホール素子	(1) 高出力化が可能である。(電子移動度 μ_n が非常に高い: 75,000 cm ² /V/Sec) (2) 定電圧動作時の v_H の温度変化に対する変動が小さい。 (3) 定電流動作時の v_H の温度変化に対する変動が大きい。 $\frac{v_H(50^\circ\text{C})}{v_H(25^\circ\text{C})} = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$ 自己発熱により v_H が経時変化する。 (4) B = 1 kG 近辺で v_H が飽和状態となる。(フェライト使用の場合) (5) 入力抵抗が電流により変動し磁界により内部変調される。

系は高感度デジタル用, GaAs 系は高精度アナログ用ということが出来るが, ホール素子信号を増幅する回路を適当に設計することにより, GaAs 系ホール素子を, デジタル, アナログ両分野で使うことが可能であり, 高精度検出回路が構成できる。代表的なホール素子の形状を図4に, 特性を表3に示す。

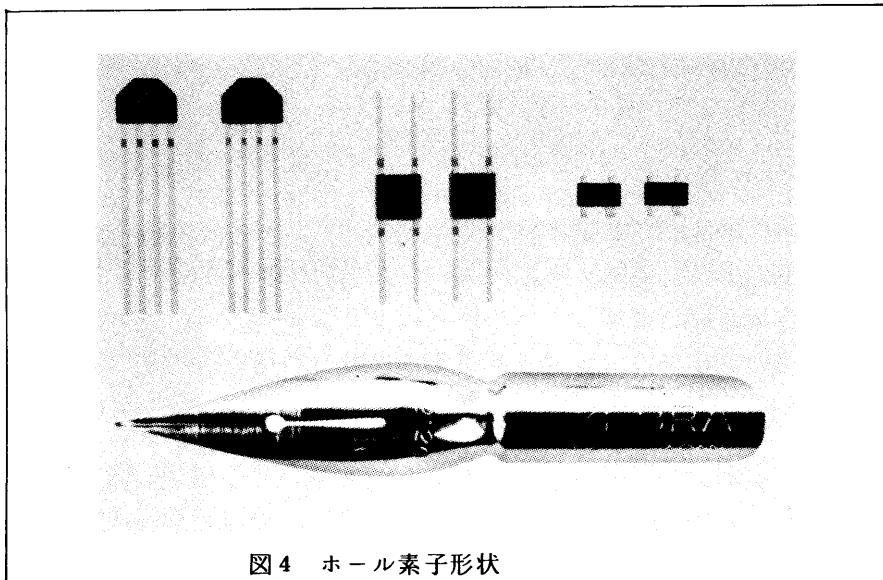


図4 ホール素子形状

表3 ホール素子特性

最大定格 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)						
項目 \ 品名	THS102A	THS103A	THS105	THS106A	THS107A	THS108A
制御電流 (直流)	10 mA			10 mA		
制御電流 (尖頭値)	15 mA			15 mA		
動作温度	-55 ~ 125°C			-55 ~ 125°C		
保存温度	-55 ~ 150°C			-55 ~ 150°C		
電気的特性 ($T_a = 25^\circ\text{C}$)						
項目 \ 品名	THS102A	THS103A	THS105	THS106A	THS107A	THS108A
内部抵抗	450 ~ 900 Ω			450 ~ 900 Ω		
不平衡率	10% Max			10% Max		
ホール出力電圧	10~30 mV @1mA, 1KG	50~120 mV @5mA, 1KG	50~120 mV @5mA, 1KG	65~170 mV @5mA, 1KG		
比感度	25 $\times 10^{-3}$ /KG			33 $\times 10^{-3}$ /KG		

3.2.3 回転位相検出回路設計の実例

スキャナモータにおいては、トルクむらの少ない安定した回転が必要である。そのためには、転流タイミングが重要なファクタであり、高精度な回転位相信号が必要である。応用回路例を図5に示すが、モータに組込まれ界磁を検出

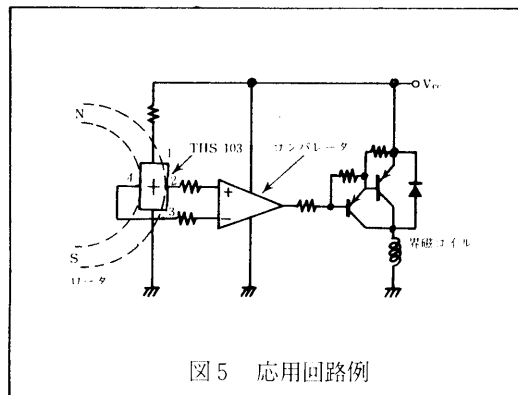


図5 応用回路例

している状態でホール素子の出力電圧は、通常数十 mV ~ 数百 mV である。このままでは転流素子を動作させることができないため、直流アンプ (コンパレータ) を用い増幅して使用する。従って、検出の精度は転流タイミング、つま

り電気角誤差 θ_E で評価することができる。実際には、ホール素子の不平衡電圧 V_{HO} ($B = 0$ の状態における出力電圧) とコンパレータの入力オフセット電圧 V_{IO} が大きな要因となる。界磁零位相近傍での被検出磁束密度分布を

$B = B_m \sin \theta$
 で近似した場合の、検出電気角誤差 θ_E は

$$\theta_E = \sin^{-1} \left(\frac{V_{HO} \times I_C + V_{IO}}{V_H \times B_m \times I_C} \right) \quad (1)$$

で表わされる。(図6) (但 V_H, V_{HO} は $I_C = 1 \text{ mA}$, $B = 1 \text{ kGauss}$ 時の値)

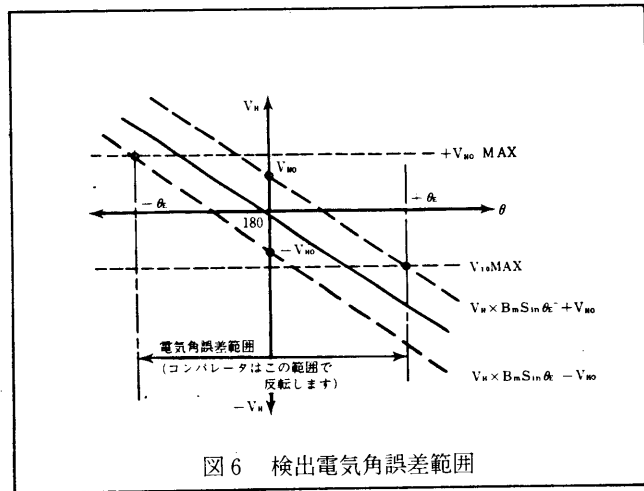


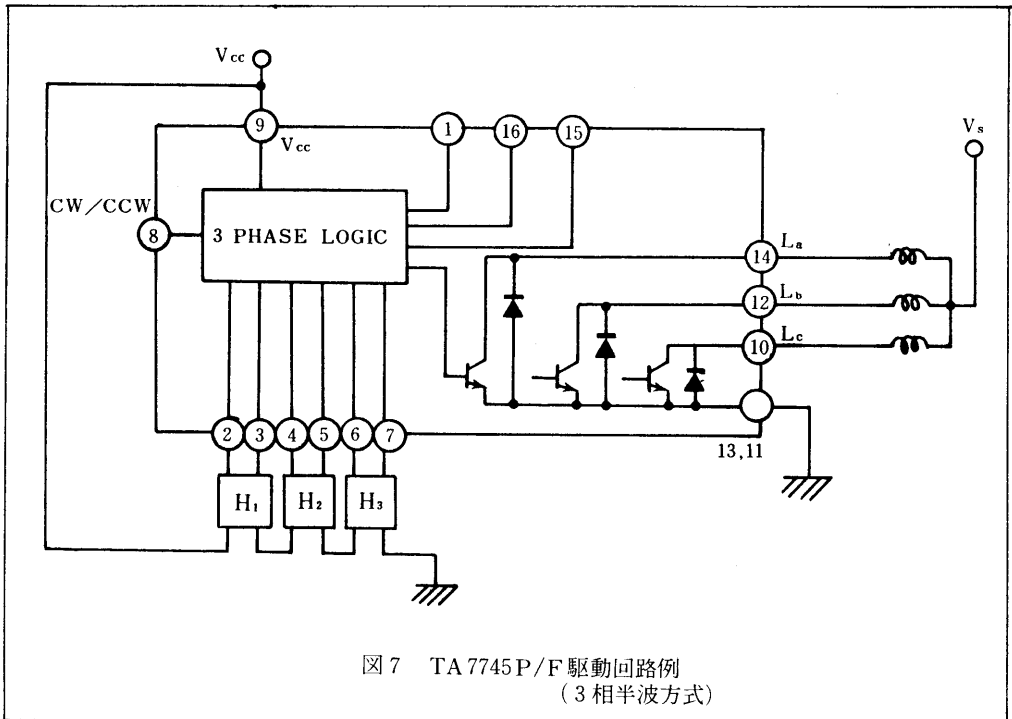
図6 検出電気角誤差範囲

GaAs 系センサでは温度に対して安定であるため、設計上温度特性に対しほとんど考慮する必要がないが、InSb 系の場合は、 V_H に $-1.5\% / ^\circ\text{C}$ 程度の温度係数を持つため、注意する必要がある。その他、ホール素子の取付け位置精度や取付部の汚れにも注意をする必要がある。

3.2.4 駆動用 IC

以前は、駆動回路をディスクリート部品で組んだ例もあったが、最近では、ホール素子の直流アンプ部及び転流回路を内蔵した各種の駆動用 IC が発売されている。これら駆動用 IC のおかげで駆動回路が簡単になり、モータが小型化されるようになった。ここでは、スキャナモータに使用している駆動用 IC を紹介する。

図7に3相ブラシレスモータ用 IC, TA7745P/F を用いた駆動回路例を示す。この IC は、NPN トランジスタを3ヶ内蔵し、そのままコイルに接続した場合は、半波駆動用 IC として使用できる。しかし、外付け PNP トランジスタを3ヶ付加することにより、全波駆動用 IC としても使用可能である。ま



た、このICは動作電圧が低い(2~15V)ため、低圧電源を用いることが可能である。さらに電圧制御方式をとっており、省電力化に対応できるICである。

3.3 性能・特性

3.3.1 電気特性

スキャナモータとして要求される電気特性は、出力特性、入力特性、サーボ応答特性などがある。

入出力特性は、サーボのダイナミックレンジを広く取るため、定格負荷時(1800r/m 10gm・cm)のサーボ電圧を電源電圧の1/2程度に設定することが必要であり、発電定数(トルク定数)を適当な値にする必要がある。また、高速低負荷で使用されるモータであるため、最大効率点が低負荷側にあるモータが望ましい。

次に、サーボ応答特性はセットの商品メリットを出すためにも向上しなければならない項目である。ここで、サーボ応答時間、即ちモータの立ち上がり時間を運動方程式からもとめてみることにする。一般に回転運動をしている負荷を含めたモータの運動方程式は次式のように表わされる。

$$J \frac{d n}{d t} = T - D \cdot n \quad (2)$$

J : ロータと負荷の慣性モーメント

T : トルク

n : ロータの回転数 (r / s)

D : ロータと負荷の等価粘性制動係数

即ち、トルクは、負荷を含めたロータを加速するために消費される項と、速度に比例する粘性制動トルクの和という形になる。

また、直流モータの出力特性は図 8 のように

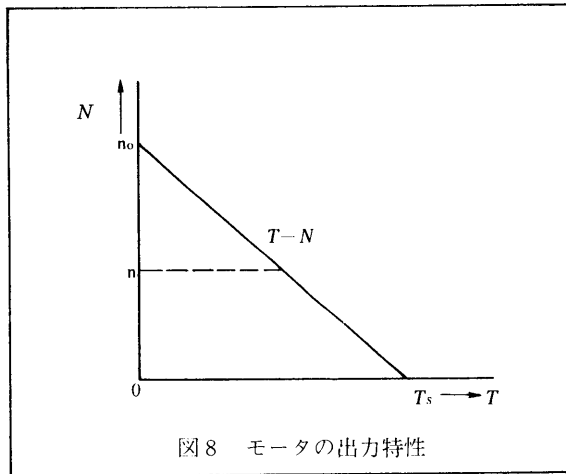


図 8 モータの出力特性

$$n = - \frac{n_0}{T_s} T + n_0 \quad (3)$$

n_0 : 無負荷回転数

T_s : 起動トルク

で表わされる。従って前述の運動方程式(2)に代入することにより、モータの特性を考慮に入れた、ロータの回転数変化の状態がわかる。ここで、粘性項は、モータの出力トルクに対して小さく、無視できるものとし、 $t = 0$ で回転数が 0 という条件で、所定回転数 n に達するまでの時間をもとめると

$$t = \frac{2 \pi J n_0}{T_s} \ln \left(\frac{n_0}{n_0 - n} \right) \quad (4)$$