

# クーリングファンに活きる制御技術

村田 雅人

Masato Murata

## 1. まえがき

コンピュータを始めとする情報処理機器は、いずれの装置も小型、高密度実装化と共に、性能向上のために高速、大容量化を行い発熱量が増大している。

冷却用ファンについても、小型でより高い冷却能力を要求され、高速回転にて駆動されることを余儀なくされている。

その中で環境に配慮した装置設計が求められ、待機状態でのファンの省エネルギーおよび低騒音を実現するためにファンの速度コントロール機能を有することが当然のこととなってきた。

本稿では、クーリングファンにおける速度制御技術の現在採用している技術と今後の技術動向について紹介する。

## 2. ファン速度制御の概要

一般のブラシレスDCファンの駆動回路は、ブラシに代わる整流機能と拘束時のモータ保護機能を有する非常にシンプルな回路である。

その回路に付加される速度制御技術の要点を現在と今後を比較して以下に示す。

表 1 ファン速度制御 現在と今後

	現在の技術	今後の技術
回路構成	・ ブラシレス DC ファン駆動用 IC の機能を使用	・ スwitching素子+ワンチップ・マイコン
制御方法	・ 相切り替え時の OFF 時間の調整による制御 ・ オープンループ制御	・ PWM 方式 ・ クローズドループ制御
回転速度精度	・ ±10%	・ ±5%
インタフェース	・ アナログ信号入力 (0V, 電源電圧, 0~5V, オープンなど) ・ サーミスタを接続 (ファン外部、内部)	・ アナログ信号入力 (0V, 電源電圧, 0~5V, オープンなど) ・ サーミスタを接続 (ファン外部、内部) ・ I <sup>2</sup> C バス、I <sup>2</sup> S バスにてシリアルデジタル信号を双方向通信。

### <現在の技術>

現在、使用している回路構成は、ブラシレスDCファン駆動用 IC の機能を利用したものである。各巻線を励磁して相切り替えを行う時に、特定の OFF 時間を設け、トルクを軽減し速度を制御している。

制御するためのインタフェースは、コントロール端子にアナログ信号を入力して行う。アナログ信号は OFF 時間の長さを調整するための基準電圧レベルに変換され IC へ制御信号として入力される。

### <今後の技術>

汎用ワンチップ・マイコンを応用することにより、PWM (Pulse Width Modulation) 方式による速度制御を行っている。回転速度信号をマイコンにフィードバックしてクローズドループ制御を行い、回転速度の精度を改善している。装置とのインタフェースは、通信規約を確立することにより、シリアル通信による制御が可能である。

## 3. 現在の技術

### — 励磁期間の OFF 時間調整による制御 —

図 1 に駆動用 IC によるブロック図を示す。

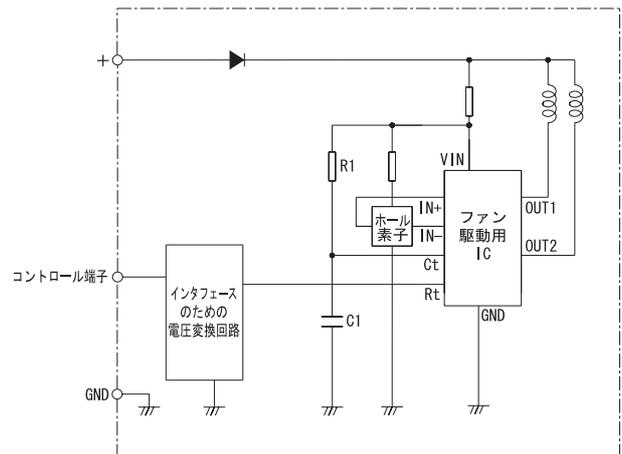


図 1 励磁期間の OFF 時間調整制御 ブロック図

コントロール時のタイミングチャートを図 2 に示す<sup>(1)</sup>

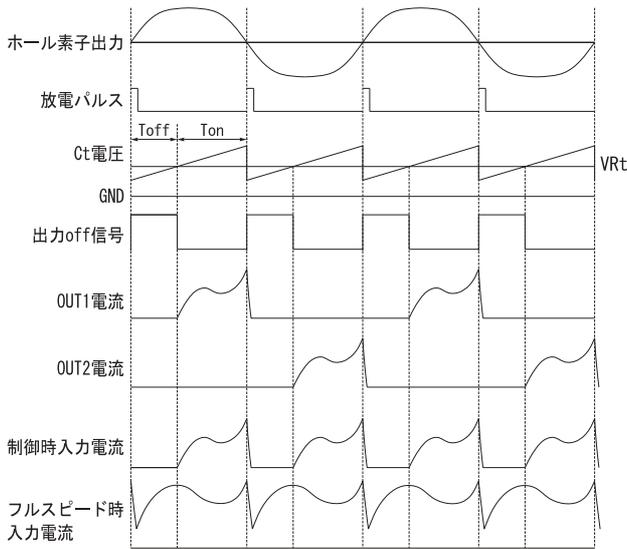


図 2 コントロール時のタイミングチャート

Ct 電圧の充電時間を R1,C1 の時定数により設定し、コンパレート電圧 VRt 以下の Toff 時間を確定することにより回転速度を設定している。

また、外部信号により制御する場合には、コントロール端子からの指令(アナログ電圧、サーミスタ端子電圧)に従ってコンパレート電圧 VRt のレベルを調整することにより、リニアに制御できる。

以下に本制御方法の特長を示す。

- (1) 回路構成がシンプル。
- (2) パワー素子への負荷が少ない。
- (3) 高信頼性。
- (4) スwitching音を防止する付加回路が必要。
- (5) 回転速度の精度が±10%。

適用機種のを表 2 に示す。

表 2 適用機種

適用機種	コントロール仕様
2 速度ファン	・コントロール端子にアナログ入力 0V 時 : 低速回転 電源電圧 : 高速回転
温度可変速ファン	・サーミスタを接続 (ファン外部、内部) 設定温度①以下: 低速回転 設定温度②以上: 高速回転 ①②の間はリニアに変化
電圧コントロールファン	・コントロール端子にアナログ入力 0V 時 : 低速回転、 5V 時 : 高速回転 0~5Vの間はリニアに変化

#### 4. 今後の技術

##### —マイコンによるクローズドループ PWM 制御—

図 3 に制御回路のブロック図を示す。

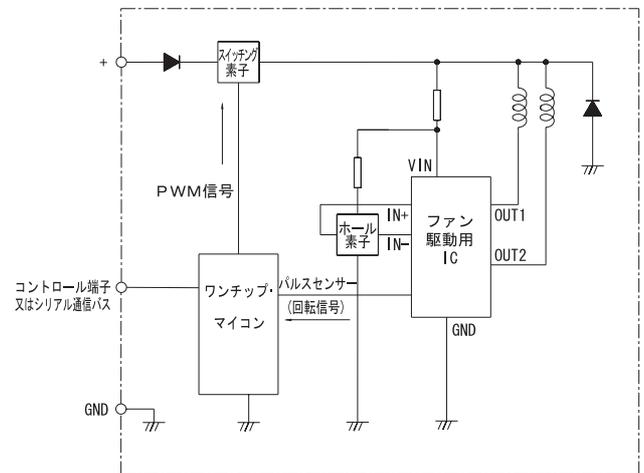


図 3 マイコンによるPWM制御 ブロック図

コントロール時のタイミングチャートを図 4 に示す。

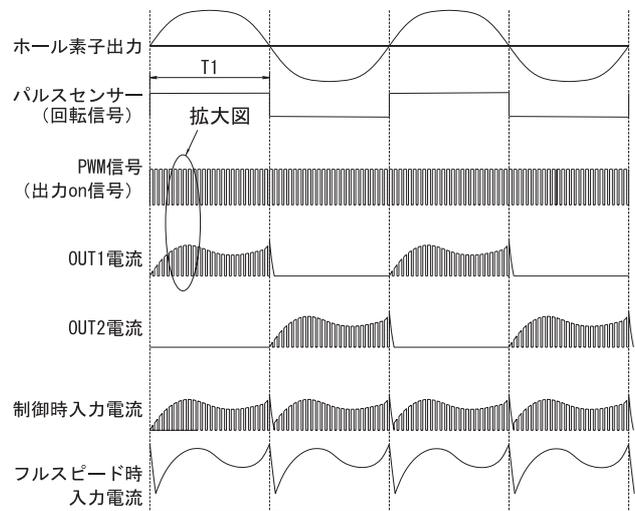


図 4 コントロール時のタイミングチャート

PWM 機能付きワンチップ・マイコンを採用し、パルスセンサー (2 パルス/回転) の周期 T1 をカウントすることにより、回転速度を検出する。その回転速度を制御部へフィードバックして希望の設定回転数と常に比較し、スイッチング素子の ON デューティを調整している。図 5 は、PWM 信号のデューティ比が小さくなると、OUT1 電流ピーク値、巻線励磁によるトルクも小さくなり回転速度を制御できることを示している。

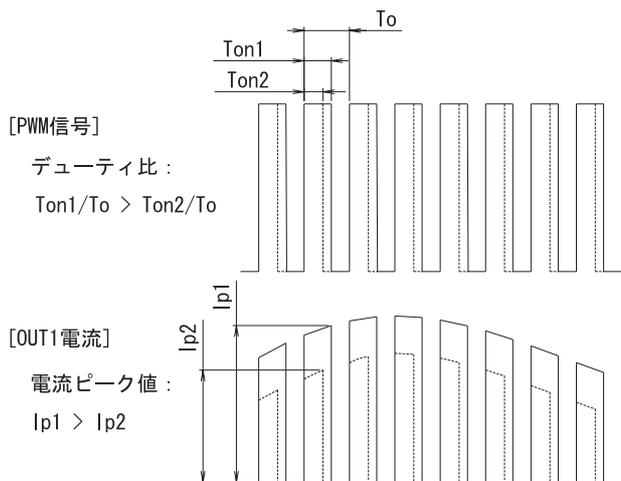


図 5 PWM 信号と出力電流

以下に本制御方法の特長を示す。

- (1) 回転速度の精度が高い。±5%以下。
- (2) 多様なインタフェースに対応できる。
- (3) PWM 周波数は、可聴周波数を避けて設定し、スイッチング音が小さい。
- (4) パワー素子への負荷が大きい。
- (5) 回路部品材料費が高い。

## 5. マイコン制御利用によるメリット

最適機能を有した汎用マイコンの生産量増加にともない低価格化が進み、クーリングファンにおいても新しい機能を追加するための採用が実現している。マイコン制御利用によるメリットを以下に紹介する。

- (1) ファンにマイコンを搭載することで、ボード間などの通信に使用されているシリアル通信バス(I<sup>2</sup>Cバス、ISIバス)を利用し、簡易な通信規約をプログラムすることで、装置内のCPUが直接、ファンと通信可能となる。
- (2) 通信機能をもつことにより、ファンの型番、ロットNO、製造メーカーなどの製品個別情報をメモリに保管、装置側で読み出すことができる。
- (3) 装置から通信規約によるコマンドを送信し、回転速度の設定、ファン状態の確認を行うことができるので、装置の運転状況に応じた柔軟で複雑なファンの速度の設定をプログラムで制御可能となる。

このように、従来のファンではできなかった通信制御が容易にできるようになる。

なお、詳細を本テクニカルレポートの新製品紹介『「プログラムコントロールファン」』にて紹介する。

## 6. むすび

10 台以上のファンを使用する装置の設計ではファンの運転状況の確認やレイアウトによる風の流れの調整、急な設計変更に対応するため、それぞれ独自にファンを管理し制御用にコントロールボードを使用している。本稿にて紹介したマイコンによる通信制御を利用すれば、システムがファンへ直接コマンドを送付し、指示通りに精度良く回転速度を制御することができるので、コントロールボードは不要になり、クーリングファンの制御は、ますます繊細で柔軟なコントロールに対応できる。また、さらにマイコンの小型化、コストダウンが進めばパソコンに搭載の MPU クーラーやシステムファンにおいてもパソコンで直接制御できるようになる可能性もある。

### 文献

- (1) 三洋電機(株):「LB1860,1860M,1861,1861M 可変速ファンモータドライバ」、三洋半導体ニュース NO.3519A



村田 雅人

1984年入社

クーリングシステム事業部 設計部

ファンモータの開発、設計に従事。