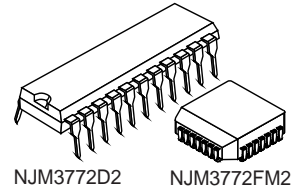


## 2チャンネルステッピングモータドライバ

### ■ 概要

NJM3772は、スイッチモード付き2相ステッピングモータドライバで、デュアルDACのNJU39610とペアで使用し、わずかな外付け部品にてマイクロステッピングモータシステムを構成できます。NJM3772は、発振回路、切換え制御コンパレータとフリップフロップ、および保護ダイオードを含むHブリッジから構成されます。電源は、ロジック用の+5Vと、モータ用の+10~45Vで、1チャンネル当たり1000mAまでのドライブが可能です。

### ■ 外形



### ■ 特徴

- デュアルチョップドライバ内蔵
- 連続出力電流 1000mA/ch
- デュアルDAC NJU39610に最適
- 外形 DIP22/PLCC28

### ■ ブロック図

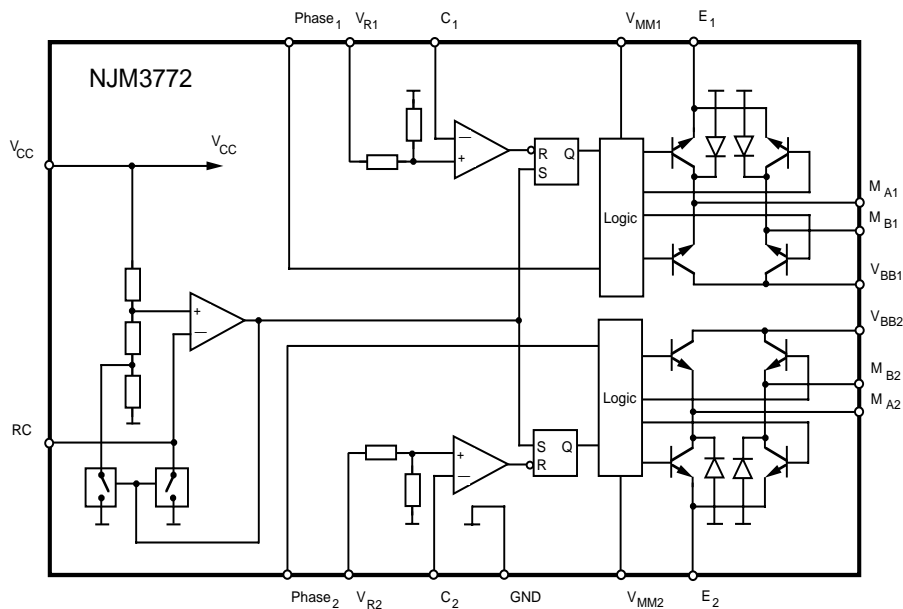


図1 ブロック図

## ■ 端子配列

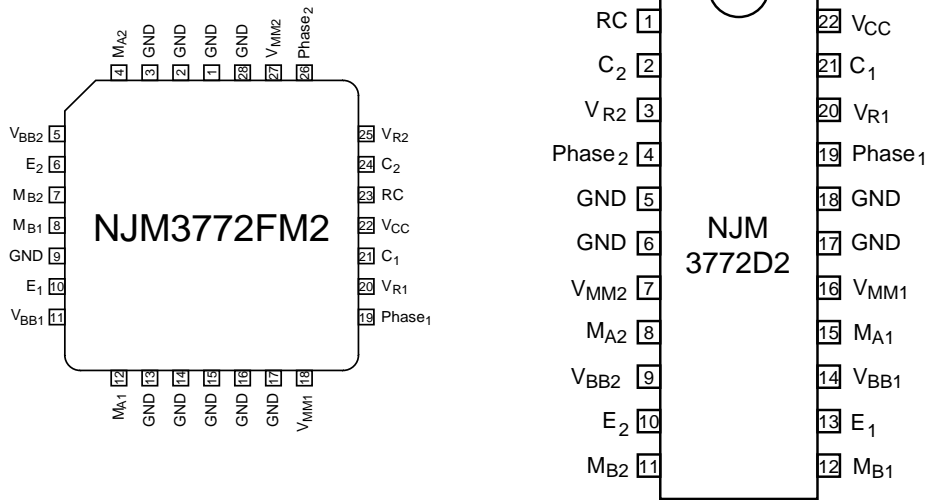


図2 端子配列

## ■ 端子説明

PLCC	DIP	記号	説明
1-3, 9,	5, 6	GND	接地と負の電源。注意：これらのピンは、ヒートシンクとして使用されます。効果的なヒートシンキングのため、すべてのGNDピンが、適切な広い銅配線接地板に半田付けされていることを確認してください。
13-17	17, 18		
28			
4	8	$M_{A2}$	モータ出力A、チャンネル2。モータ電流はフェーズ <sub>2</sub> がHレベルのとき $M_{A2}$ から $M_{B2}$ に流れます。
5	9	$V_{BB2}$	上側出力トランジスタのコレクタ、チャンネル2。消費電力を最低にするために $V_{MM2}$ に直列抵抗 $R_{B2}$ を接続してください。外部構成要素については応用例を参照してください。
6	10	$E_2$	共通エミッタ、チャンネル2。抵抗 $R_S$ を接地に接続します。
7	11	$M_{B2}$	モータ出力B、チャンネル2。モータ電流はフェーズ <sub>2</sub> がHレベルのとき $M_{A2}$ から $M_{B2}$ に流れます。
8	12	$M_{B1}$	モータ出力B、チャンネル1。モータ電流はフェーズ <sub>1</sub> がHレベルのとき $M_{A1}$ から $M_{B1}$ に流れます。
10	13	$E_1$	共通エミッタ、チャンネル1。抵抗 $R_S$ を接地に接続します。
11	14	$V_{BB1}$	上側出力トランジスタのコレクタ、チャンネル1。消費電力を最低にするために $V_{MM1}$ に直列抵抗 $R_{B1}$ を接続してください。外部構成要素については応用例を参照してください。
12	15	$M_{A1}$	モータ出力A、チャンネル1。モータ電流はフェーズ <sub>1</sub> がHレベルのとき $M_{A1}$ から $M_{B1}$ に流れます。
18	16	$V_{MM1}$	モータ電源電圧、チャンネル1、+10 ~ +40V。 $V_{MM1}$ と $V_{MM2}$ を接続する必要があります。
19	19	Phase <sub>1</sub>	$M_{A1}$ および $M_{B1}$ 出力のモータ電流の方向を制御します。モータ電流はフェーズ <sub>1</sub> がHレベルのとき $M_{A1}$ から $M_{B1}$ に流れます。
20	20	$V_{R1}$	基準電圧、チャンネル1。コンパレータのスレッシュホールド電圧を介して出力電流を制御します。
21	21	$C_1$	コンパレータ入力電圧、チャンネル1。RCネットワークでフィルタされた、検出抵抗両端の瞬間電圧を検出します。コンパレータのスレッシュホールド電圧は、 $V_{CH1}=0.18 \cdot V_{R1}$ [V]、すなわち $V_{R1}=2.5V$ で450mVです。
22	22	$V_{CC}$	ロジック部電源電圧、標準値+5V。
23	1	RC	クロック発振器RCピン。15k の抵抗を $V_{CC}$ に、3300pFコンデンサを接地に接続すると、標準スイッチング周波数26.5kHzが得られます。
24	2	$C_2$	コンパレータ入力電圧、チャンネル2。RCネットワークでフィルタされた、抵抗両端の瞬間電圧を検出します。コンパレータのスレッシュホールド電圧は、 $V_{CH2}=0.18 \cdot V_{R2}$ [V]、すなわち $V_{R2}=2.5V$ で450mVです。
25	3	$V_{R2}$	基準電圧、チャンネル2。コンパレータのスレッシュホールド電圧を介して出力電流を制御します。
26	4	Phase <sub>2</sub>	$M_{A2}$ および $M_{B2}$ 出力のモータ電流の方向を制御します。モータ電流はフェーズ <sub>2</sub> がHレベルのとき $M_{A2}$ から $M_{B2}$ に流れます。
27	7	$V_{MM2}$	モータ電源電圧、チャンネル2、+10 ~ +40V。 $V_{MM1}$ と $V_{MM2}$ を接続する必要があります。

■ 機能説明

NJM3772の各チャンネルは、最大1000mAの連続電流を駆動できる4つのトランジスタからなるHブリッジ、出力トランジスタを制御するロジック部、R-Sフリップフロップ、コンパレータから構成されます。クロック発振器は両方のチャンネルに共通です。

定電流制御は、巻線への出力電流をスイッチングすることで行われます。これは、ターンオン中にモータ巻線と直列に接続された抵抗 $R_s$ によってピーク電流を検出することで行われます。電流が増大すると、抵抗両端に電圧が発生し、コンパレータにフィードバックされます。基準入力電圧 $V_R$ によって定義された、レベルで、コンパレータはフリップフロップをリセットします。フリップフロップは、出力トランジスタをオフにします。電流は、クロック発振器が両方のチャンネルのフリップフロップを同時にトリガするまで低下します。これによって出力トランジスタが再びオンになり、このサイクルが繰り返されます。

ターンオン、ターンオフ、およびフェーズ推移時の電流経路を図3に示します。上側フライホイールダイオードは外部に接続されています。

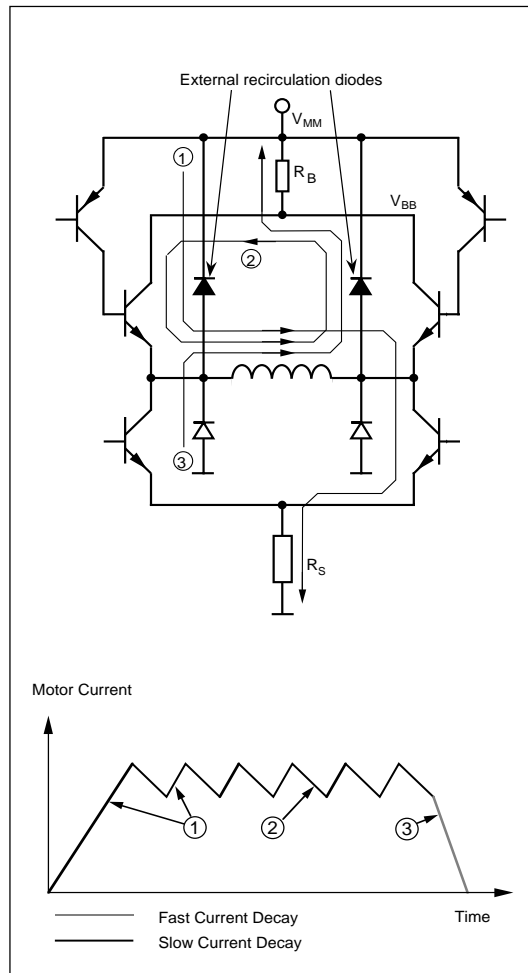


図3 出力部と、ターンオン時、ターンオフ時、およびフェーズ推移時の電流路

■ 絶対最大定格 (T<sub>a</sub>=+25 )

項目	ピン番号(DIP)	記号	最小	最大	単位
<b>電圧</b>					
ロジック部電源電圧	22	V <sub>CC</sub>	0	7	V
モーター電源電圧	7,16	V <sub>MM</sub>	0	45	V
出力部電源電圧	9,14	V <sub>BB</sub>	0	45	V
ロジック入力電圧	4,19	V <sub>I</sub>	-0.3	6	V
コンパレータ入力電圧	2,21	V <sub>C</sub>	-0.3	V <sub>CC</sub>	V
基準入力電圧	3,20	V <sub>R</sub>	-0.3	7.5	V
<b>電流</b>					
モーター出力電流	8,11,12,15	I <sub>M</sub>	-1200	+1200	mA
ロジック入力電流	4,19	I <sub>I</sub>	-10	-	mA
アナログ入力電流	2,3,20,21	I <sub>A</sub>	-10	-	mA
<b>温度</b>					
接合部温度		T <sub>J</sub>	-40	+150	
保存温度		T <sub>Stg</sub>	-55	+150	
<b>消費電力</b>					
T <sub>GND</sub> =+25 ,DIP,PLCC Package		P <sub>D</sub>	-	5	W
T <sub>GND</sub> =+125 ,DIP Package		P <sub>D</sub>	-	2.2	W
T <sub>GND</sub> =+125 ,PLCC Package		P <sub>D</sub>	-	2.6	W

■ 推奨動作条件

項目	記号	最小	標準	最大	単位
ロジック部電源電圧	V <sub>CC</sub>	4.75	5	5.25	V
モーター電源電圧	V <sub>MM</sub>	10	-	40	V
出力部電源電圧	V <sub>BB</sub>	V <sub>MM</sub> 0.5	-	V <sub>MM</sub>	V
モーター出力電流	I <sub>M</sub>	-1000	-	+1000	mA
動作接合部温度**	T <sub>J</sub>	-20	-	+125	
ライズ/フォールタイム (ロジック入力)	t <sub>r</sub> ,t <sub>f</sub>	-	-	2	μs
発振器タイミング抵抗	R <sub>T</sub>	2	15	20	k

\*\* 動作温度の項を参照下さい。

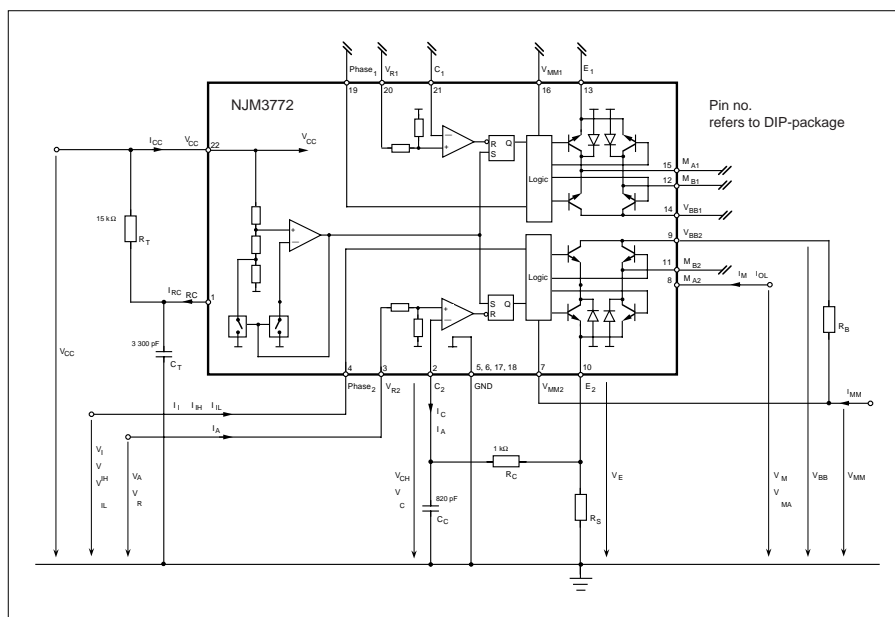


図4 記号の定義

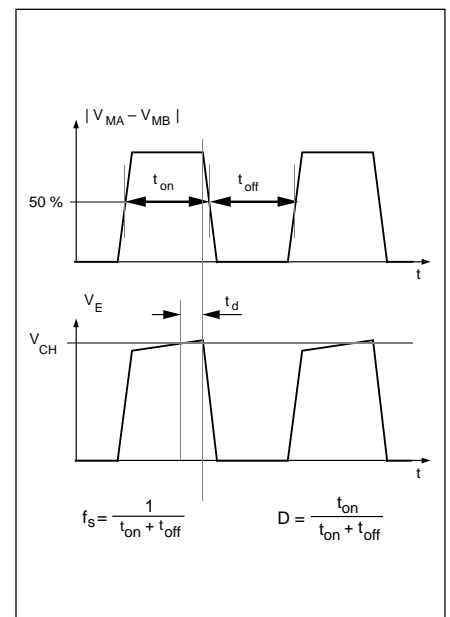


図5 用語の定義

## ■ 電気的特性 (T<sub>j</sub>=+25 , V<sub>CC</sub>=5V, V<sub>MM</sub>=41V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
<b>全体</b>						
消費電流	I <sub>CC</sub>	Note 4.	-	60	75	mA
全損失	P <sub>D</sub>	V <sub>MM</sub> =12V, I <sub>M1</sub> =I <sub>M2</sub> =750mA, R <sub>B</sub> =0.68 , Note2,3,4,5	-	1.8	2.1	W
	P <sub>D</sub>	V <sub>MM</sub> =12V, I <sub>M1</sub> =1A, I <sub>M2</sub> =0A, R <sub>B</sub> =0.47 , Note2,3,4,5	-	1.8	2.2	W
サーマルシャットダウン温度			-	160	-	
ターンオフ遅延時間	t <sub>d</sub>	dV <sub>C</sub> /dt 50mV/μs I <sub>M</sub> =100mA Note 3	-	1.4	2.0	μs
<b>ロジック入力部</b>						
Hレベル入力電圧	V <sub>IH</sub>		2.0	-	-	V
Lレベル入力電圧	V <sub>IL</sub>		-	-	0.8	V
Hレベル入力電流	I <sub>IH</sub>	V <sub>I</sub> =2.4V	-	-	20	μA
Lレベル入力電流	I <sub>IL</sub>	V <sub>I</sub> =0.4V	-0.4	-	-	mA
<b>コンパレータ入力部</b>						
スレッシュホールド電圧	V <sub>CH</sub>	R <sub>C</sub> =1k , V <sub>R</sub> =2.50V	430	450	470	mV
$ V_{CH1} - V_{CH2} $ チャンネル間ミスマッチ	V <sub>CH,diff</sub>	R <sub>C</sub> =1k	-	1	-	mV
入力電流	I <sub>C</sub>		-10	-	1	μA
<b>基準入力部</b>						
入力抵抗	R <sub>R</sub>			5		k
入力電流	I <sub>R</sub>	V <sub>R</sub> =2.50V		0.5	1.0	mA
<b>モーター出力部</b>						
下側トランジスタ飽和電圧		I <sub>M</sub> =750mA	-	0.6	0.9	V
下側トランジスタリーク電流		V <sub>E</sub> =V <sub>R</sub> =0V, V <sub>C</sub> =V <sub>CC</sub>	-	-	700	μA
下側ダイオード順方向電圧降下		I <sub>M</sub> =750mA	-	1.2	1.5	V
上側トランジスタ飽和電圧		I <sub>M</sub> =750mA, R <sub>B</sub> =0.68 . Note 5	-	0.6	0.9	V
上側トランジスタ飽和電圧		I <sub>M</sub> =750mA, R <sub>B</sub> =0.47 . Note 3, 5	-	0.8	1.1	V
上側トランジスタリーク電流		V <sub>MM</sub> , V <sub>BB</sub> =41V, V <sub>E</sub> =V <sub>R</sub> =0V, V <sub>C</sub> =V <sub>CC</sub>	-	-	700	μA
<b>チョッパー発振器部</b>						
発振周波数	f <sub>S</sub>	C <sub>T</sub> =3300pF, R <sub>T</sub> =15k	25.0	26.5	28.0	kHz

## ■ 熱特性

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
熱抵抗	Rth <sub>J-GND</sub>	DIP package.	-	11	-	/W
	Rth <sub>J-A</sub>	DIP package. Note2	-	40	-	/W
	Rth <sub>J-GND</sub>	PLCC package.	-	9	-	/W
	Rth <sub>J-A</sub>	PLCC package. Note2	-	35	-	/W

### Note

- すべての電圧は接地に対してのものです。電流は、指定された端子に流れ込む場合は正、流れ出す場合は負になります。
- すべての接地ピンは20cm<sup>2</sup>のPCB銅配線領域に半田付けされていて、自然対流状態です。
- 記載値については参考値であり、保証値ではありません。
- スイッチング周波数：fs=26.5kHz, デューティ比 D=30%
- 飽和電圧を下げるための外部抵抗R<sub>B</sub>

■ 応用例  
電流制御

モータ巻線への出力電流は、基準入力での電圧と抵抗 $R_S$ の値によって決定されます。発振周波数、巻線インダクタンス、および電源電圧も電流に影響しますが、その影響は非常に小さなものです。抵抗（およびモータ巻線）を通るピーク電流は、次のように表現できます。

$$I_{M, PEAK} = 0.18 \cdot (V_R / R_S) [A]$$

つまり $R$  推奨値0.47 で2.5Vの基準電圧では約960mAとなります。 $V_R$ 入力での耐ノイズ性を向上させるため $R_S$ を1 に変更した場合は、制御範囲を5Vまで増大できます。

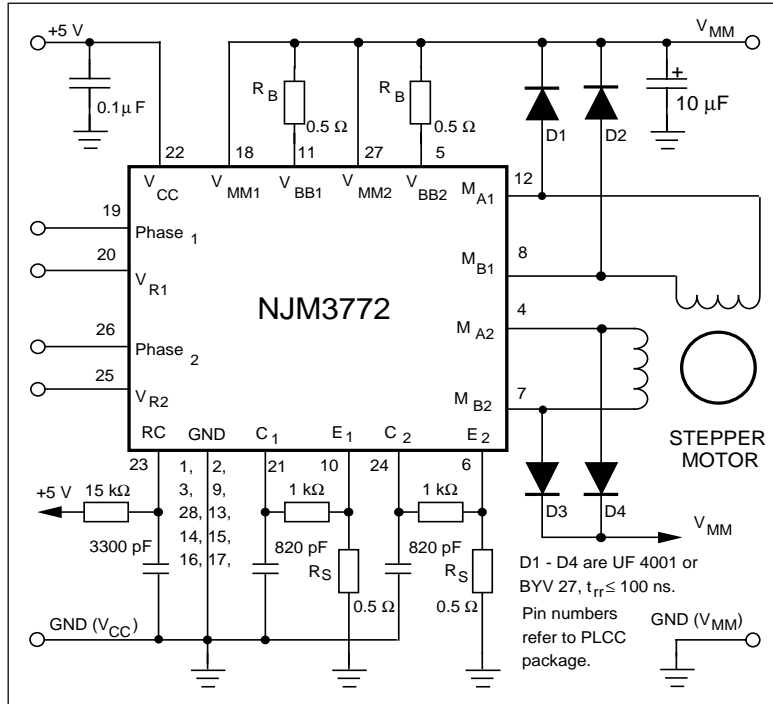


図6 NJM3772を使用したステッピング・モータ・ドライバ応用回路例

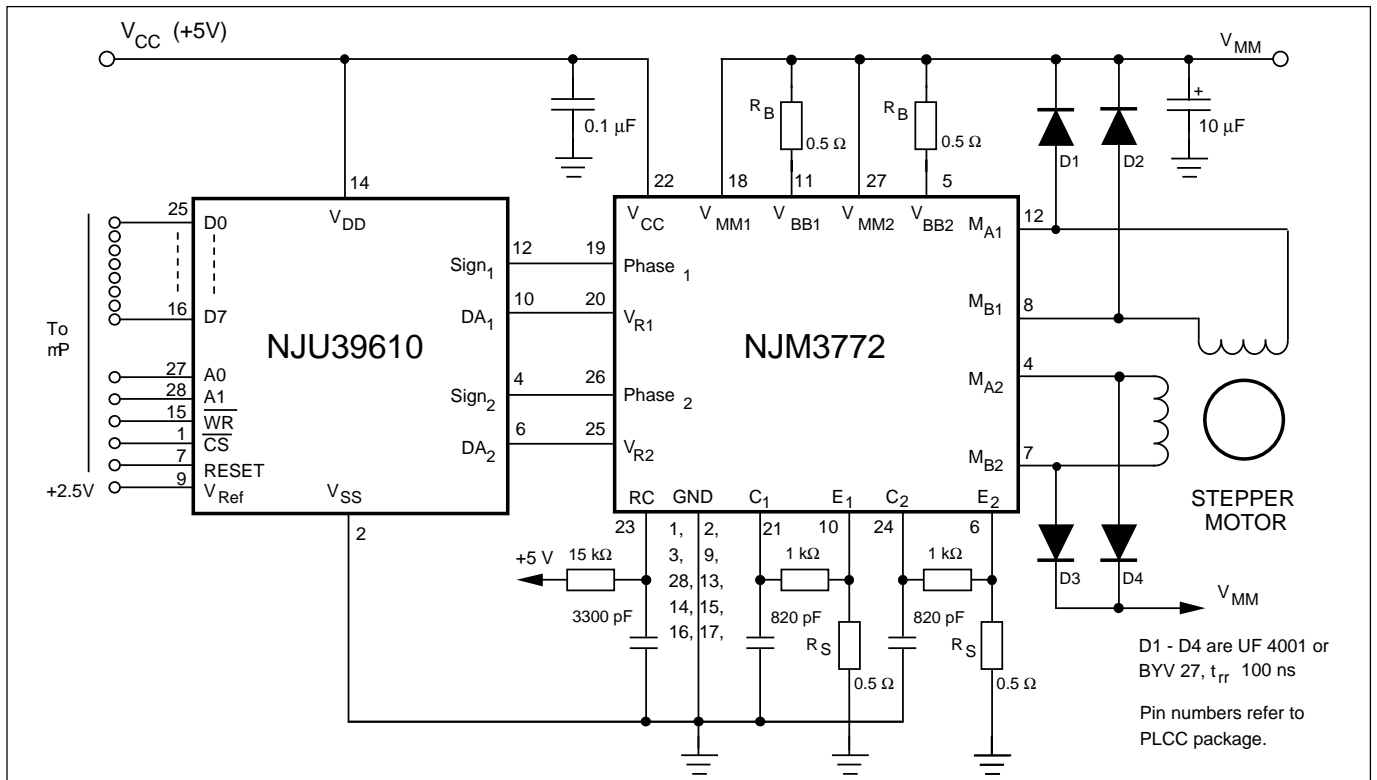


図7 NJU39610とNJM3772を使用したマイクロステッピング応用回路例

## 外付け部品

NJM 3772は市場の他の同等ステップング・モータドライバICと比べて非常に低い消費電力を示します。これは出力Hブリッジの上側トランジスタに外部電圧を低下させるものを直列に設けることにより可能です。図3を参照してください。電圧の低下は内部トランジスタのコレクターエミッタ間飽和電圧を低下させます。これはICそのものの消費電力を大幅に低下させます。最大出力電流において約0.5Vの低下となるよう $R_B$ を選択するとよいでしょう。最大出力電流が1000mAの用途には0.47 $\Omega$ 、1/2Wの抵抗が最適です。

パッケージの消費電力が問題にならない低電圧の用途には $R_B$ 抵抗は当然省くことができます。また、 $V_{MM}$ と $V_{BB}$ ピン（ピン5,11,18,27）はすべてモータ電源電圧 $V_{MM}$ に直接接続可能です。

出力Hブリッジの上側のフライホイールダイオードを外部接続することにより低消費電力を実現しています。これらのダイオードは100ns未満の $t_r$ という高速タイプを推奨します。

コンパレータ入力と直列にローパスフィルタを使用すると、過渡電流による誤動作を防止できます。推奨値1k $\Omega$ と820pFは、多くのモータと動作条件に適しています。

ローパスフィルタの作用によってコンパレータへの信号に小さな遅延が発生するため、抵抗両端のピーク電圧、およびピーク・モータ電流は、基準入力電圧 $V_R$ によって決定されるコンパレータスレッシュホールド $V_{CH}$

（ $V_{CH}=450\text{mV}@V_R=2.5\text{V}$ ）によって定義される電流より多少高いレベルに到達します。

したがって、遅延を最小化し、低電流性能を最適化するため、ローパスフィルタの時間定数を低減してください。時間定数を増大させると、スイッチングが不安定になることがあります。時間定数は、 $C_C$ 値を変化させることで調節します。

クロック発振器の周波数は、ピンRCの $R_T$ - $C_C$ のタイミング構成要素で設定されます。推奨される値では、クロック周波数（スイッチング周波数）26.5kHzが得られます。これより低い周波数では、電流リップルが高まりますが、低電流レベルの直線性が向上することがあります。周波数を高めると、電流リップルが低減しますが、ICでのスイッチング損失が増大し、さらにモータの鉄損が増大することがあります。

クロック周波数を変更する必要がある場合は、 $C_C$ コンデンサ値を調節してください。推奨する $R_T$ 値は15k $\Omega$ です。

抵抗 $R_S$ は、モータ電流の最大値に合わせて選択してください。ピーク・モータ電流、基準電圧、および $R_S$ の値の関係は、上記の「電流制御」で説明しています。最大定格を超過しないように注意してください。これは、1つのチャンネルのみ動作する場合は最大で1200mAです。または両方のチャンネルが動作する場合は推奨出力電流が最大で1000mAです。

**モータ選択**

NJM3772は、2相バイポーラ・ステッピングモータ(1相当り巻線が1つだけのモータ)用に設計されています。NJM3772の発振原理は、一定の周波数と可変のデューティ比に基づいています。この方法では、モータ選択に一定の制限が加えられます。発振周波数デューティ比が約50%を超えると、不安定な発振が発生することがあります。定義については、図5を参照してください。これを避けるには、巻線抵抗とインダクタンスが低いモータ、すなわち巻数が少ない巻線のモータを選択する必要があります。

実際の電源電圧と同じ電圧の定格のモータを使用する必要はありません。考慮する必要があるのは定格電流のみです。NJM3772と共に使用できる一般的なモータの定格電圧は1Vから6Vであり、電源電圧は通常12Vから40Vの範囲になります。

低いインダクタンスは、特に高い電源電圧と組み合わせられて、高いステッピング率を可能にします。しかし、巻線の巻数を減らして低抵抗、低インダクタンスとしたモータで低速で同様なトルク特性を得るためには、より大きな電流を流して補償する必要があります。そのため、特性をトレードオフする必要があります。巻線抵抗とインダクタンスができるだけ低く、かつ必要なトルクを得られるモータを選択してください。また、最大推奨電圧40Vを超えない範囲で、できるだけ高い電源電圧を使用してください。最大電流で発振周波数デューティ比が50%を超えないことを確認してください。

**フェーズ入力部**

フェーズ入力部でのHレベル入力電圧では、ピンM<sub>A</sub>からピンM<sub>B</sub>に電流が流れます。Lレベル入力電圧では、反対の方向に電流が流れます。時間遅延によって、フェーズ入力に変化するときHブリッジでの貫通を防止します。

**ヒートシンク**

Batwing接地リードを20cm<sup>2</sup> (約1.8インチx1.8インチ)、厚さ35μmの銅配線接地面に半田付けすることで、両方のチャンネルが動作する状態で、最大+70の周囲温度、最大750mAの出力電流で動作できます。これ以上の電流レベルでのヒートシンキングの場合は、図8、9、10、11を参照して必要な銅配線接地面積を決定してください。

**サーマル・シャットダウン**

この回路は、チップの温度が約160 を超えると出力をオフにするサーマル・シャットダウン機能を装備しています。温度が低下すると、通常の動作が再開します。

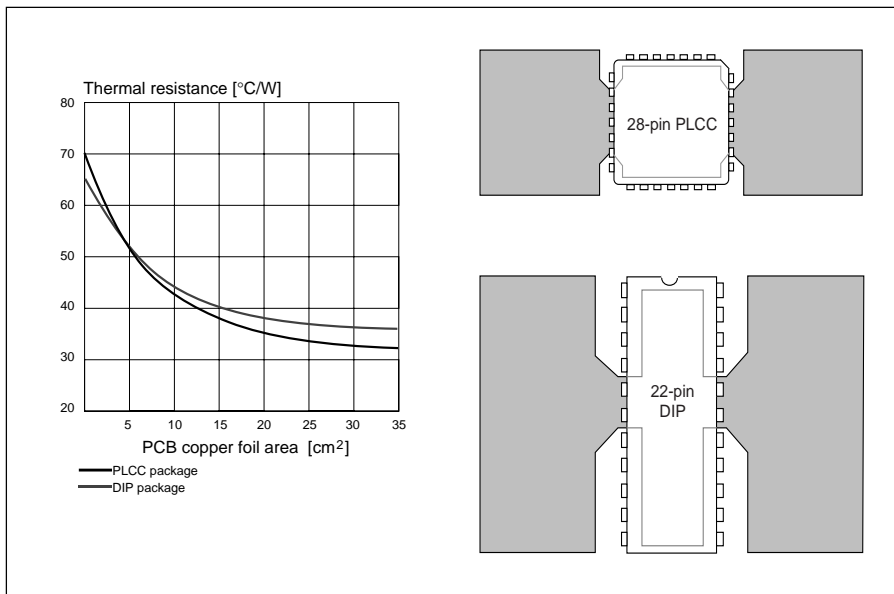


図8 熱抵抗vs PCボード銅領域およびレイアウト特性例



電気的特性例

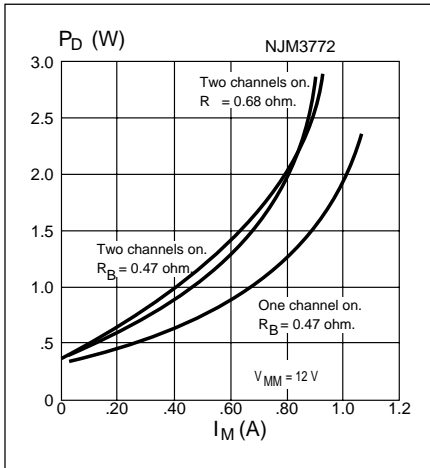


図9 消費電力vsモータ電流特性例

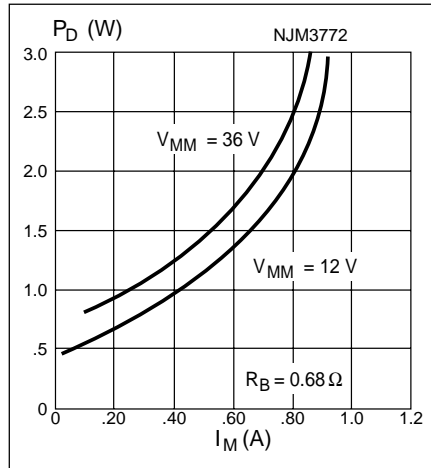


図10 消費電力vsモータ電流特性例 (両チャンネルがオン時)

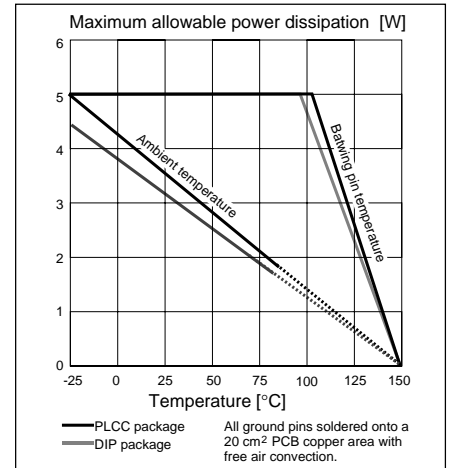


図11 消費電力 vs 周囲温度特性例

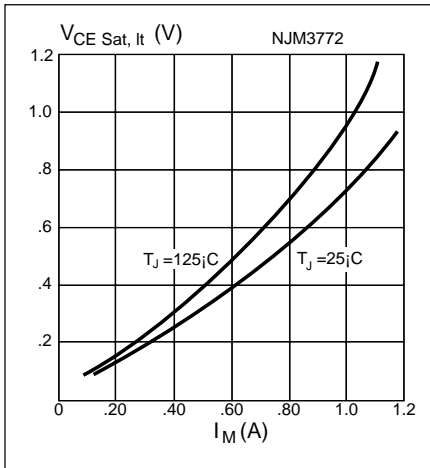


図12 下側トランジスタ飽和電圧vs出力電流特性例

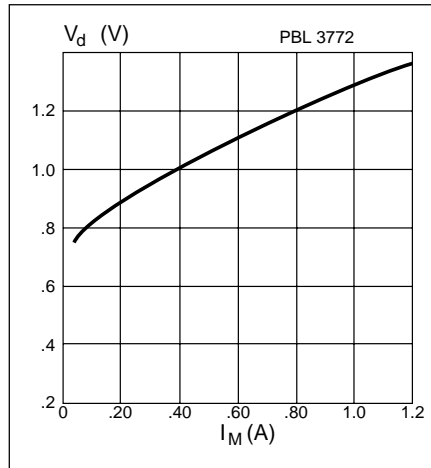


図13 下側ダイオード電圧降下vsフライホイール(Di)特性例

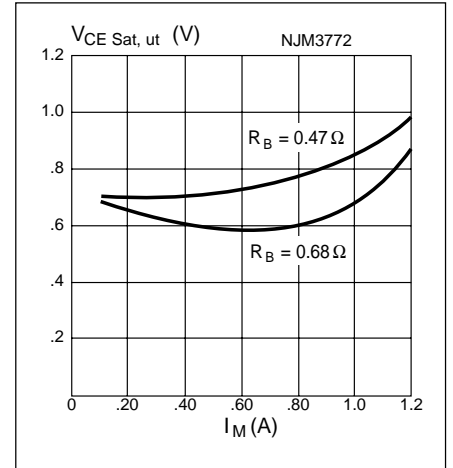


図14 上側トランジスタ飽和電圧vs出力電流特性例

このデータブックの掲載内容の正確さには万全を期しておりますが、掲載内容について何らかの法的な保証を行うものではありません。とくに応用回路については、製品の代表的な応用例を説明するためのものです。また、工業所有権その他の権利の実施権の許諾を伴うものではなく、第三者の権利を侵害しないことを保証するものでもありません。