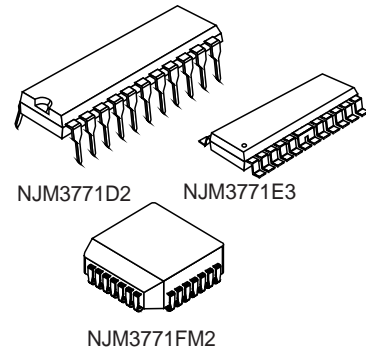


2チャンネルステッピングモータドライバ

■ 概要

NJM3771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、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。NJM3771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で最大出力電流は、1チャンネルあたり最大650mAまで可能です。

■ 外形



■ 特徴

- デュアルチョップドライバ内蔵
- 最大出力電流 650mA/ch
- 高速マイクロステッピング用電流補正
- デュアルDAC NJU39610に最適
- 外形 DIP22/EMP24 (Batwing) /PLCC28

■ ブロック図

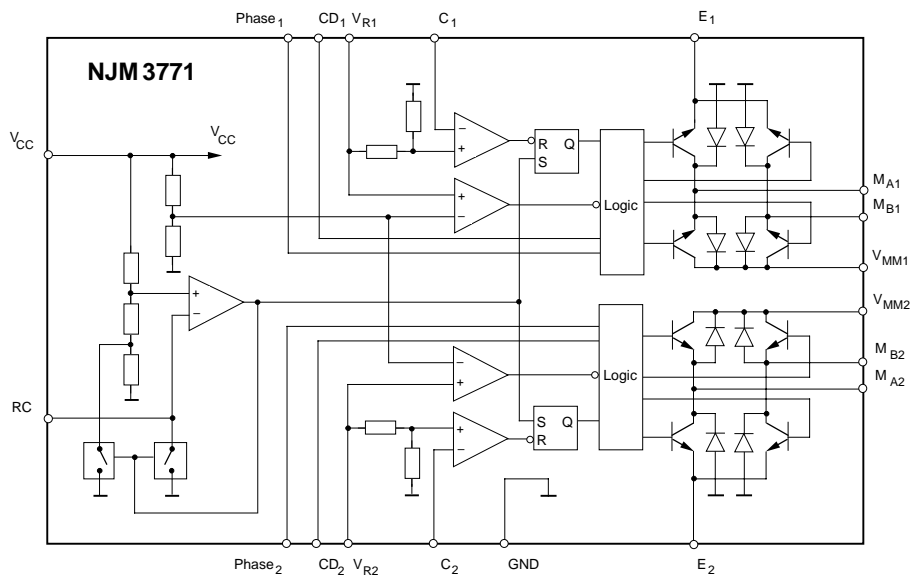


図1 ブロック図

■ 端子配列

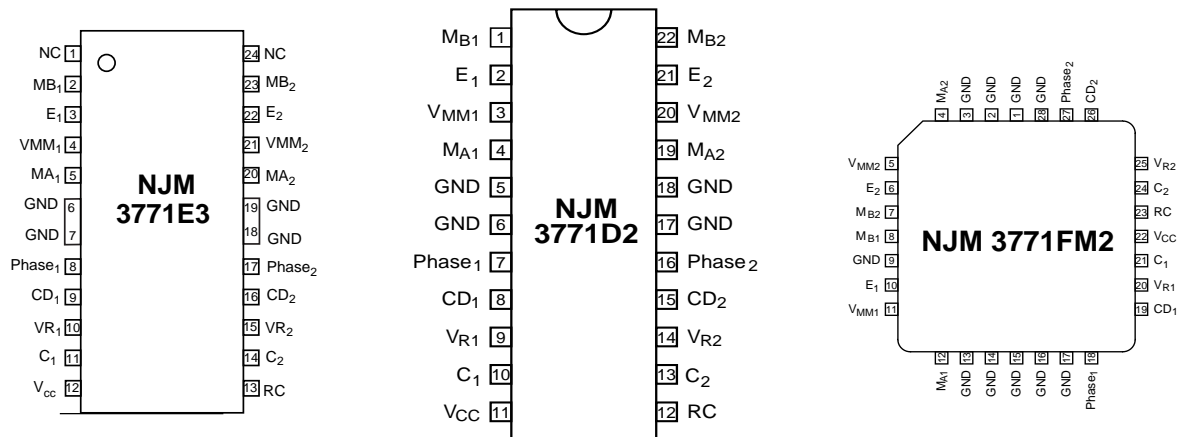


図2 端子配列

■ 端子説明

図2を参照してください。

EMP	DIP	PLCC	記号	説明
2	1	8	M _{B1}	モータ出力B、チャンネル1。モータ電流はフェーズ ₁ がHレベルのときM _{A1} からM _{B1} に流れます。
3	2	10	E ₁	共通エミッタ、チャンネル1。検出抵抗Rsを接地に接続します。
4	3	11	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。
5	4	12	M _{A1}	モータ出力A、チャンネル1。モータ電流はフェーズ ₁ がHレベルのときM _{A1} からM _{B1} に流れます。
6,7, 18,19	5,6, 17,18	1-3,9, 13-17,28	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、すべての接地ピンが、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。
8	7	18	Phase ₁	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 ₁ がHレベルのときM _{A1} からM _{B1} に流れます。
9	8	19	CD ₁	電流減衰制御、チャンネル1。この入力がHレベルのとき低速電流減衰、Lレベルのとき高速電流減衰になります。「機能説明」を参照してください。
10	9	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。入力抵抗は標準値で2.5k ±20%です。
11	10	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、(0.450/2.5)・V _{R1} 、すなわちV _{R1} =2.5Vで450mVです。
12	11	22	V _{CC}	ロジック電圧供給、標準値+5V。
13	12	23	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。
14	13	24	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、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、(0.450/2.5)・V _{R1} 、すなわちV _{R1} =2.5Vで450mVです。
15	14	25	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。入力抵抗は標準値で2.5k ±20%です。
16	15	26	CD ₂	電流減衰制御、チャンネル2。Hレベルのとき低速電流減衰、Lレベルのとき高速電流減衰になります。「機能説明」を参照してください。
17	16	27	Phase ₂	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 ₂ がHレベルのときM _{A2} からM _{B2} に流れます。
20	19	4	M _{A2}	モータ出力A、チャンネル2。モータ電流はフェーズ ₂ がHレベルのときM _{A2} からM _{B2} に流れます。
21	20	5	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。
22	21	6	E ₂	共通エミッタ、チャンネル2。検出抵抗Rsを接地に接続します。
23	22	7	M _{B2}	モータ出力B、チャンネル2。モータ電流はフェーズ ₂ がHレベルのときM _{A2} からM _{B2} に流れます。

■ 機能説明

最大650mA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、巻線への電流をスイッチングすることで行われます。これは、モータ巻線と直列に接続された抵抗 R_s の両端の(ピーク)電圧を検出し、その電圧をコンパレータにフィードバックすることで行われます。モータ電流が基準入力 V_R での電圧で決定されるスレッシュホールド・レベルに達すると、コンパレータはフリップフロップをリセットします。これによって、出力トランジスタがオフになります。電流は、クロック発振器がフリップフロップを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。

スイッチングサイクルのターンオフ部の電流減衰率は、CD入力によって高速または低速が選択できます。

低速電流減衰モードでは、Hブリッジの下側トランジスタの1つ(負の電源に最も近いもの)のみがオン/オフされ、上側トランジスタの1つは常にオンになります。ターンオフ中は、電流は上側トランジスタ(どのトランジスタかは電流の方向による)、および V_{MM} に接続されたフリーホイール・ダイオードを通して環流します。図3を参照してください。

高速電流減衰モードでは、上側および下側の両方のトランジスタがスイッチングされます。ターンオフ中は、フリーホイール電流は電源電圧へ巻線内から急速にエネルギーが放出されます。

高速電流減衰は、モータ電流の急速な変化が必要なハーフステップおよびマイクロステップの用途で必要になります。しかし、低速電流減衰では、電流リップルが低減します。鉄損とスイッチングノイズを最小にするため、できるだけ低速電流減衰を選択してください。

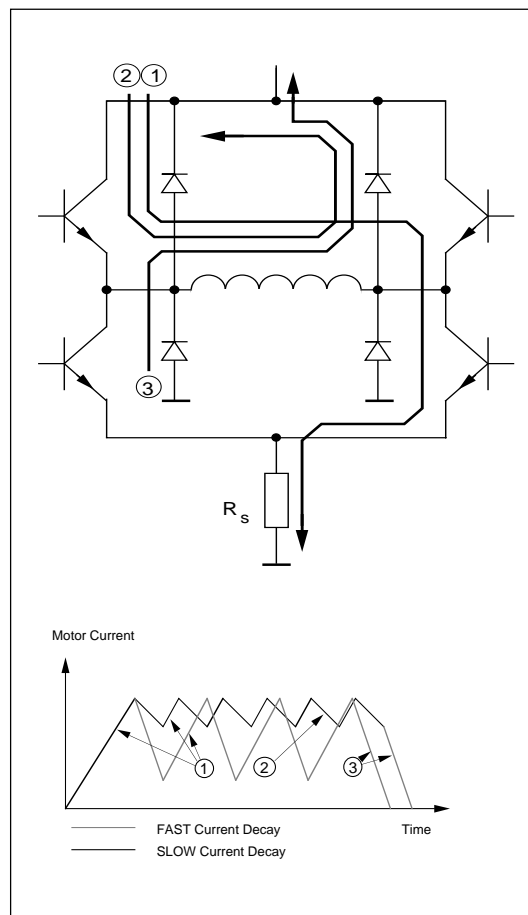


図3 出力部と、ターンオン時、ターンオフ時、およびフェーズ推移時の電流経路

■ 絶対最大定格 (Ta=+25)

項目	ピン番号 (DIP package)	記号	最小	最大	単位
電圧					
ロジック部電源電圧	11	V_{CC}	0	7	V
モーター電源電圧	3,20	V_{MM}	0	45	V
ロジック入力	7,8,15,16	V_I	-0.3	6	V
コンパレータ入力電圧	10,13	V_C	-0.3	V_{CC}	V
基準入力電圧	9,14	V_R	-0.3	7.5	V
電流					
モーター出力電流	1,4,19,22	I_M	-700	+700	mA
ロジック入力電流	7,8,15,16	I_I	-10	-	mA
アナログ入力電流	10,13	I_A	-10	-	mA
発振器充電電流	12	I_{RC}	-	5	mA
温度					
動作温度 (接合部)		T_j	-40	+150	
保存温度		T_{stg}	-55	+150	

■ 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_{CC}	4.75	5	5.25	V
モーター電源電圧	V_{MM}	10	-	40	V
モーター出力電流 ***	I_M	-650	-	650	mA
動作温度 (接合部) ****	T_j	-20	-	+125	
ライズタイム (ロジック入力)	t_r	-	-	2	μs
ロジックフォールタイム	t_f	-	-	2	μs
発振器タイミング抵抗	R_T	2	15	20	k

*** モーターの最大出力電流はドライブモードによって異なります。

マイクロsteppingモードでサイン/コサイン波のドライブの場合は $I_1 = 650 \cdot \cos(q)$, $I_2 = 650 \cdot \sin(q)$ mAとなり、それ以外の場合は両チャンネルオン時の電流は各500 mAが最大になります。

**** 動作温度の項を参照下さい。

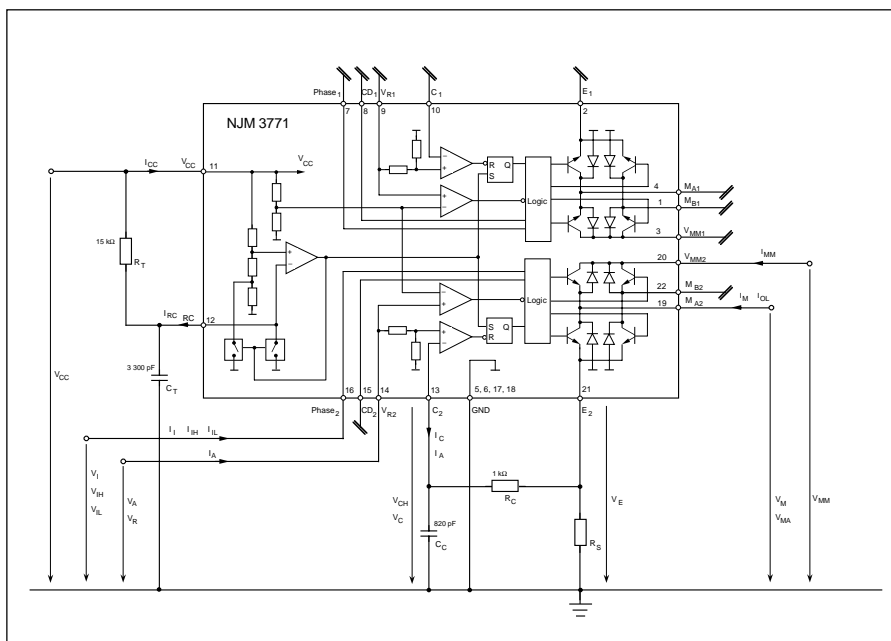


図4 記号の定義

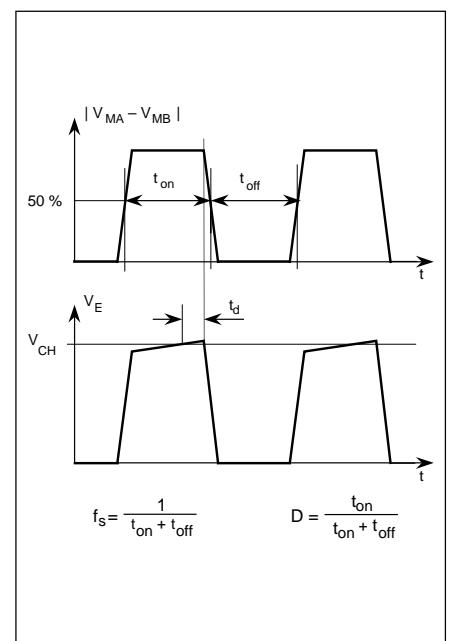


図5 用語の定義

■ 電気的特性 (T_j=+25, V_{CC}=5V, V_{MM}=41V)

項目	記号	条件	最小	標準	最大	単位
全体						
消費電流	I _{CC}		-	38	50	mA
許容損失	P _D	V _{MM} =40V, I _{M1} =450mA, I _{M2} =0mA Note2,3	-	1.4	1.6	W
	P _D	V _{MM} =40V, I _{M1} =I _{M2} =318mA Note2,3	-	1.6	1.8	W
ターンオフ遅延時間	t _d	dV _c /dt=50mV/μs Note3	-	1.0	1.5	μs
ロジック入力部						
Hレベル入力電圧	V _{IH}		2.0	-	-	V
Lレベル入力電圧	V _{IL}		-	-	0.6	V
Hレベル入力電流	I _{IH}	V _i =2.4V	-	-	20	μA
Lレベル入力電流	I _{IL}	V _i =0.4V	-0.4	-	-	mA
基準入力部						
基準入力抵抗	R _R		-	5	-	k
基準入力電流	I _R	V _R =2.5V	-	0.5	1.0	mA
基準入力ターンオフ電圧	V _{TO}		20	29	38	mV
コンパレータ入力部						
スレッシュホールド値電圧	V _{CH}	R _C =1k V _R =2.5V	430	450	470	mV
V _{CH1} -V _{CH2} チャンネル間ミスマッチ値	V _{CH diff}	R _C =1k	-	1	-	mV
入力電流	I _C		-10	-	1	μA
モーター出力部						
下側トランジスタ飽和電圧		I _M =500mA	-	1.0	1.2	V
下側トランジスタリーク電流		V _E =V _R =0V, V _C =V _{CC}	-	-	300	μA
下側ダイオード順方向電圧降下		I _M =500mA	-	1.1	1.25	V
上側トランジスタ飽和電圧		I _M =500mA	-	1.2	1.35	V
上側トランジスタリーク電流		V _E =V _R =0V, V _C =V _{CC}			300	μA
上側ダイオード順方向電圧降下		I _M =500mA	-	1.0	1.25	V
チョッパー発振器部						
発振周波数	f _s	C _T =3300pF R _T =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 _{J-GND}	DIP package.	-	11	-	/W
	Rth _{J-A}	DIP package. Note2.	-	40	-	/W
	Rth _{J-GND}	PLCC package.	-	9	-	/W
	Rth _{J-A}	PLCC package. Note2.	-	35	-	/W
	Rth _{J-GND}	EMP package	-	13	-	/W
	Rth _{J-A}	EMP package. Note2.	-	42	-	/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20cm²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 f_s=26.5kHz, ONデューティー比 D=30%

■ 応用例
電流制御

モータ巻線への出力電流は、主に基準入力での電圧と、検出抵抗 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。高速電流減衰の設定では、低速電流減衰よりも多少低い（平均）電流が発生します。検出抵抗 R_S （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。

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

検出抵抗 R_S に推奨値1を使用すると、2.5V基準電圧は約450mAとなります。 V_R 入力での耐ノイズ性を向上させるため、制御範囲を5Vまで増大できます。ただし、 R_S をそれに応じて2に変更してください。

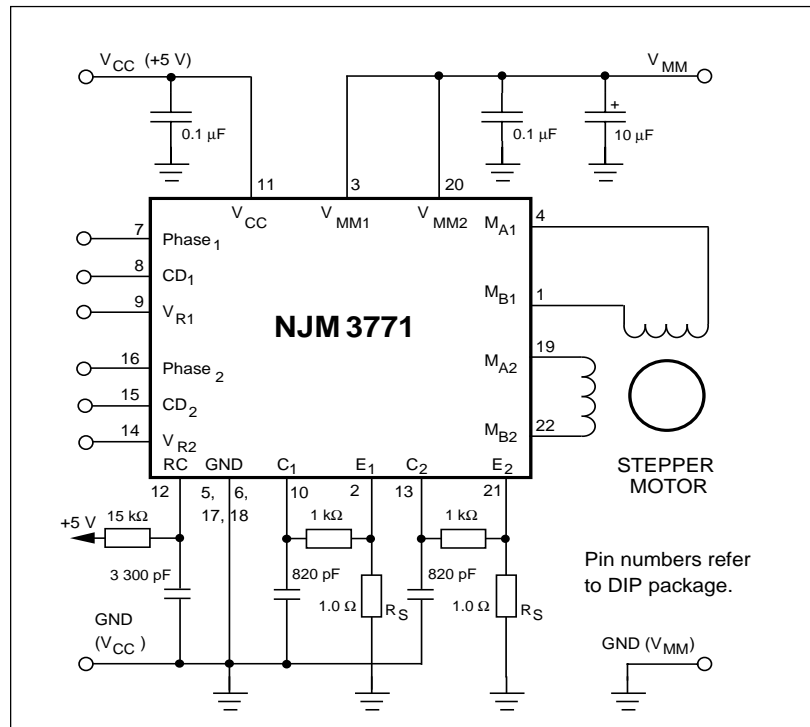


図6 NJM3771を使用したステッピング・モータドライバ応用回路例

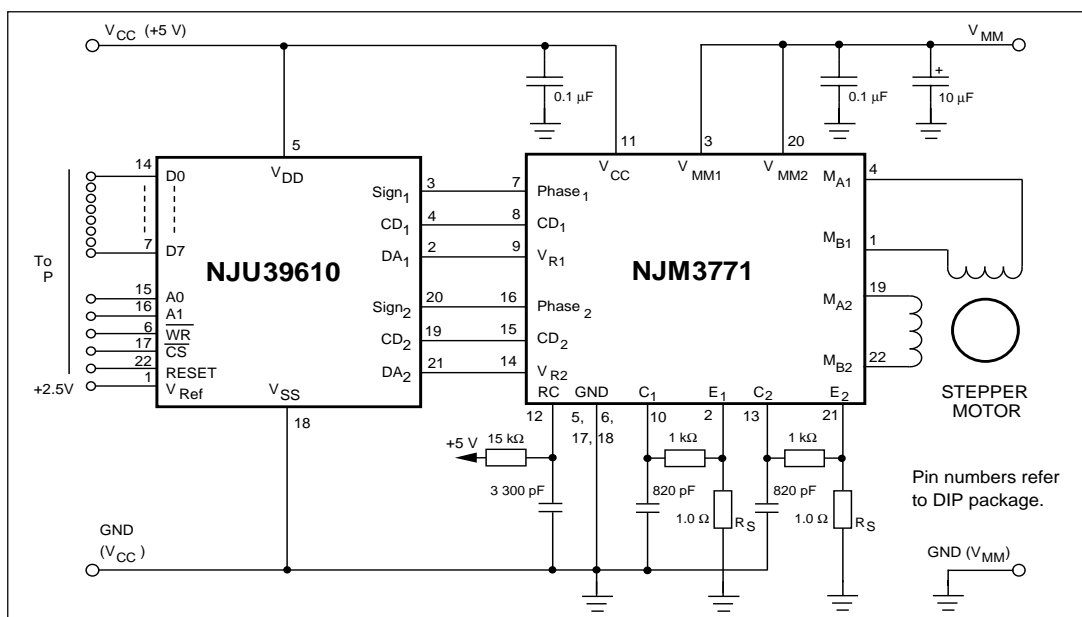


図7 NJU39610とNJM3771を使用したマイクロステッピング応用回路例

外部構成要素

過渡電流による誤動作を防ぐため、検出抵抗両端の電圧は、ローパスフィルタ部経由でコンパレータにフィードバックされます。

推奨値1k 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、検出抵抗両端のピーク電圧、およびピーク・モータ電流は、基準電圧によって定義されるスレッシュホールド V_C ($V_C=450mV@V_R=2.5V$) より多少高いレベルに到達します。

($V_C=450mV@V_R=2.5V$) より多少高いレベルに到達します。

したがって、特に使用する電源電圧が低い(12V)場合は、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。

クロック発振器の周波数は、ピンRCのR-Cで設定されます。推奨される値では、クロック周波数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、モータから可聴音のノイズが発生することがあります。周波数を高めると、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。

検出抵抗 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。チャンネル当たり650mA(または両方のチャンネルが完全にオンの場合はチャンネル当たり500mA、「推奨動作条件」参照)の最大定格を超過しないように注意してください。

モータ選択

NJM3771は、バイポーラ・モータ(1相当たり巻線が1つだけのモータ)用に設計されています。中間接点付き巻線をもつユニポーラ・モータも使用できます。図8を参照してください。

NJM3771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。発振周波数のデューティ比が約50%を超えると、不安定な発振が発生することがあります。これを避けるには、巻線抵抗が低いモータを選択する必要があります。巻線抵抗が低いとインダクタンスが低くなり、したがって高いステップング率が可能になります。しかし、同時にトルク性能が低減してしまいます。そのため、トレードオフする必要があります。

巻線抵抗ができるだけ低く、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のデューティ比が50%を超えないことを確認してください。

NJM3771は調節された一定の出力電流を生み出すため、実際の電源電圧と同じ電圧で定格された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。NJM3771と共に使用できる標準的なモータの定格電圧は5Vから12Vであり、電源電圧は通常24Vから40Vの範囲になります

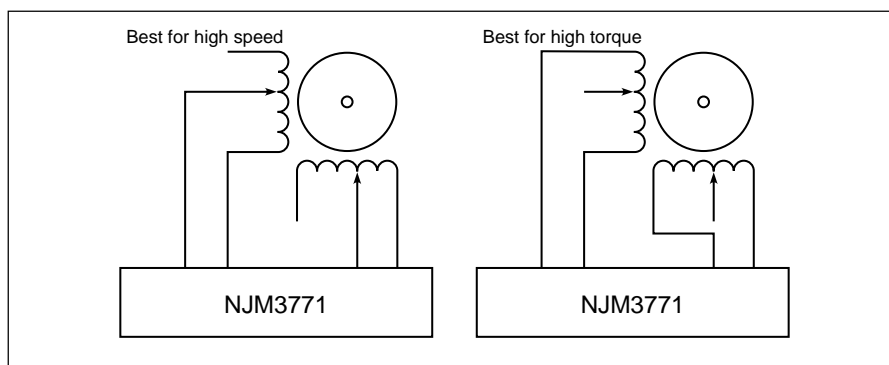


図8. ユニポーラ型モータの結線例

概要

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_AからピンM_Bに正の電流が流れます。Lレベル入力電圧では、反対の方向に電流が流れます。

低速 / 高速電流減衰

CD入力でのHレベル入力電圧では低速電流減衰になり、Lレベル入力電圧では高速電流減衰になります。

ヒートシンク

中央にあるGNDピンを20cm²の銅領域(約1.8インチx1.8インチ、銅箔の厚さ = 35 μ m)に半田付けすることで、両チャンネルの動作状態で、最大+70 の周囲温度、最大320mAの出力電流で動作可能です。これ以上の電流が必要な場合は、図9と14を参照して必要な銅配線領域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、チップ温度が約160 以上になると出力電流を遮断させるサーマル・シャットダウン機能を装備しています。

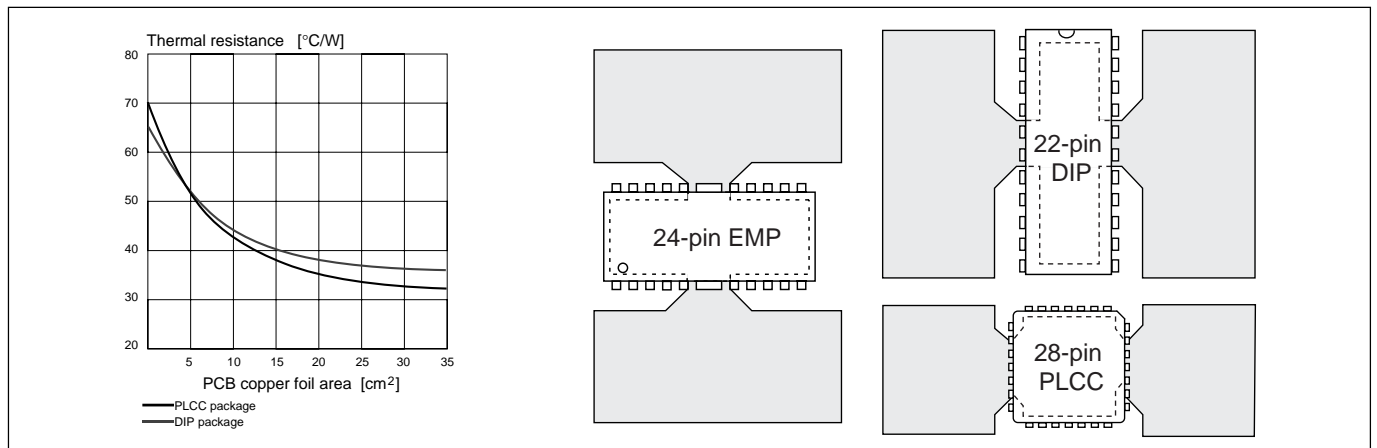


図9. ヒートシンクとして使用されるPCB上の銅配線領域、およびレイアウト特性例

電気的特性例

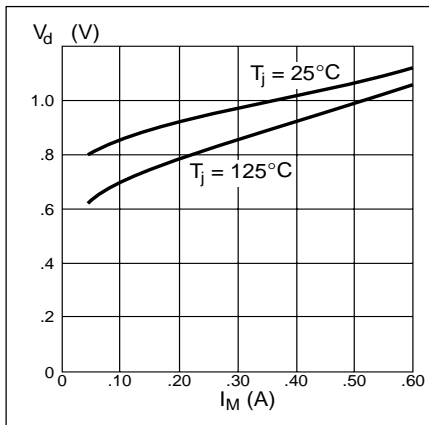


図10 上側ダイオード電圧降下 vs.フライホイール(Di)電流特性例

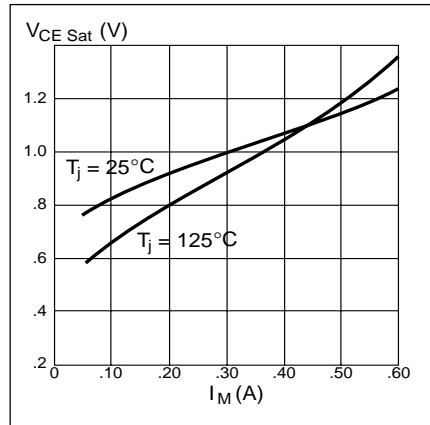


図11 ソース飽和電圧vs.出力電流特性例

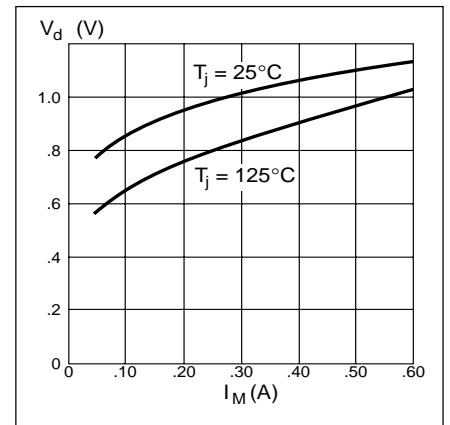


図12 下側ダイオード電圧降下 vs.フライホイール(Di)電流特性例

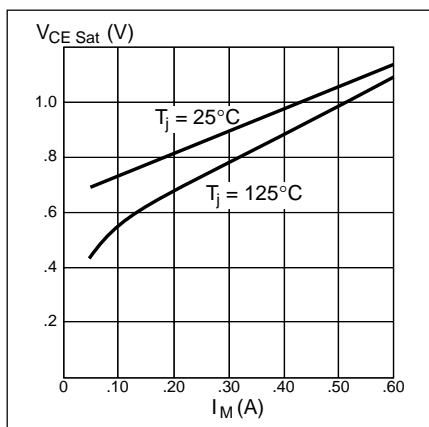


図13 シンク飽和電圧vs.出力電流特性例

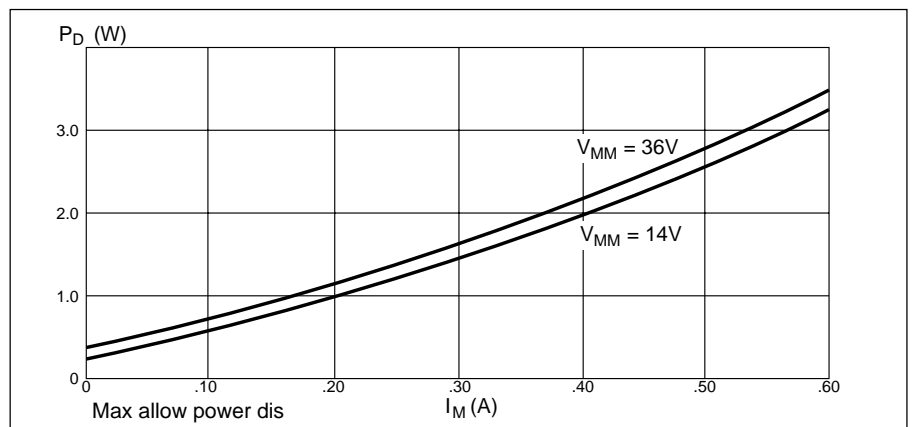


図14 消費電力vs.モータ電流特性例 (両方のチャンネル動作時 $T_a = 25$)

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。