

SANYO

三洋半導体ニュース

No. 5198

63095

新

LB1814M — モノリシックデジタル集積回路 3.5インチ光磁気ディスク・スピンドルモータドライバ

LB1814Mは、3.5インチ光磁気ディスク・スピンドルモータ駆動用に開発されたドライバICである。速度制御回路、駆動回路等のすべての機能を1チップで実現している。駆動音の小さい電流リニア駆動、ジッタ特性の良いPLL速度制御回路を基本として、FG入力方法、基準クロック入力方法に選択性を持たせ、幅広い応用に対応できるICとなっている。機器のコントローラ(マイコン等)とのインタフェースを考え、モータの動作状態をモニタできる出力を各種備えている。

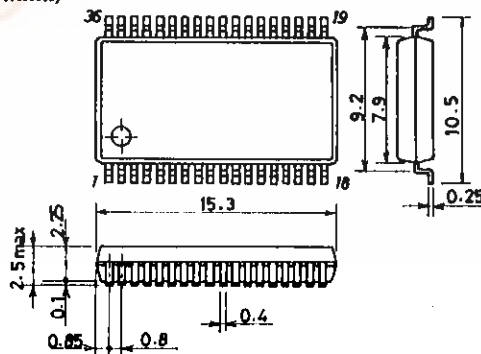
- 特長**
- ・ 5V, 12V電源兼用。
 - ・ 三相全波電流リニア駆動。
 - ・ 水晶発振回路。
 - ・ PLL速度制御回路。
 - ・ ホールFG/パターンFG切換え回路。
 - ・ 内部クロック/外部クロック切換え回路, クロック分周数切換え回路。
 - ・ ブレーキ回路(逆トルクブレーキ)。
 - ・ 位相ロック検知出力, 停止検知出力, 回転モニタ出力。
 - ・ 電流制限回路(OCL), 低電圧保護回路(LVSD), 過熱保護回路(TSD)。
 - ・ パワーセーブ機能。
 - ・ FGアンプ, 積分アンプ内蔵。
 - ・ スパークキラーダイオード内蔵。

絶対最大定格 / $T_a = 25^\circ\text{C}$

最大電源電圧	$V_{CC\text{ max}}$	14.5	unit
最大出力電流	$I_O\text{ max}$ $T < 0.1s$	1.0	A
HG端子印加電圧	$V_{HG\text{ max}}$	14.5	V
LD端子印加電圧	$V_{LD\text{ max}}$	14.5	V
SD端子印加電圧	$V_{SD\text{ max}}$	14.5	V
許容消費電力	$P_d\text{ max}$ IC単体	0.95	W
動作周囲温度	T_{opr}	$-20 \sim +80$	$^\circ\text{C}$
保存周囲温度	T_{stg}	$-55 \sim +150$	$^\circ\text{C}$

- この資料の情報(掲載回路および回路定数を含む)は一例を示すもので、量産セットとしての設計を保障するものではありません。また、この資料は正確かつ信頼すべきものであると確信しておりますが、その使用にあたって第三者の工業所有権その他の権利の実施に対する保証を行うものではありません。
- 本書記載製品が、外国為替および外国貿易管理法に定める戦略物資(役務を含む)に該当する場合、輸出する際に同法に基づく輸出許可が必要です。
- 本書記載の製品は、生命維持装置等、人命にかかわるような、極めて高度の信頼性を要する用途に対応する仕様にはなっておりません。そのような場合には、あらかじめ三洋電機販売窓口までご相談下さい。
- 本書に記載された内容は、製品改善および技術改良等により将来予告なしに変更することがあります。したがって、ご使用の際には、「納入仕様書」でご確認ください。

外形図 3129
(unit:mm)



SANYO : MFP36SLF

LB1814M

許容動作範囲 / Ta = 25°C

電源電圧範囲	V _{CC}	4.2~13.5	unit
HG端子印加電圧	V _{HG}	0~13.5	V
LD端子印加電圧	V _{LD}	0~13.5	V
SD端子印加電圧	V _{SD}	0~13.5	V
HG端子出力電流	I _{HG}	0~3	mA
LD端子出力電流	I _{LD}	0~3	mA
SD端子出力電流	I _{SD}	0~3	mA

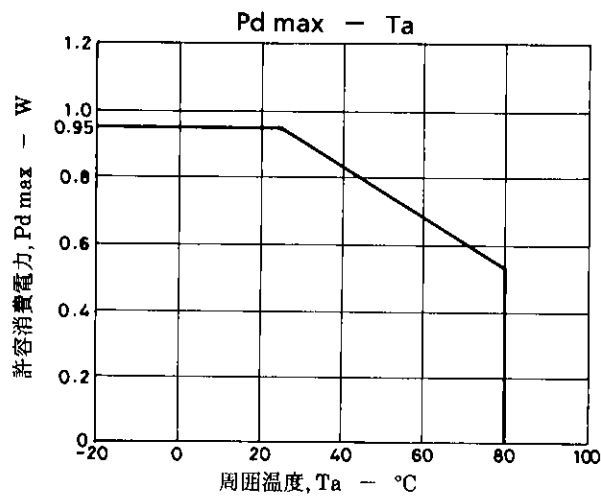
電気的特性 / Ta = 25°C, V_{CC} = 5V

			min	typ	max	unit
電源電流	I _{CC1}	スタートモード (FC端子=GND)		21	30	mA
	I _{CC2}	パワーセーブモード		180	250	μA
[出力飽和電圧]						
SOURCE (1)	V _{SAT1-1}	I _O = 0.5A, R _F = 0Ω		0.90	1.25	V
SOURCE (2)	V _{SAT1-2}	I _O = 0.7A, R _F = 0Ω		0.95	1.35	V
SINK (1)	V _{SAT2-1}	I _O = 0.5A, R _F = 0Ω		0.20	0.45	V
SINK (2)	V _{SAT2-2}	I _O = 0.7A, R _F = 0Ω		0.30	0.55	V
SOURCE+SINK	V _{SAT}	I _O = 0.5A, R _F = 0Ω		1.1	1.3	V
出力リーク電流	I _{OLEAK}	V _{CC} = 13.5V			100	μA
[ホール入力部]						
入力バイアス電流	I _{B(HA)}				10	μA
差動入力範囲	V _{HIN}	SIN波入力	40			mVp-p
同相入力範囲	V _{ICM}		2.0		V _{CC}	V
入力オフセット電圧	V _{IOH}	設計目標値	-10		+10	mV
ホールアンプゲイン	G _{HO}	ロジック入力, 設計目標値		7		倍
ヒステリシス幅	V _{HHS}	ロジック入力, 設計目標値		100		mV
[低電圧保護]						
動作電圧	V _{SDL}		3.6	3.8	4.0	V
解除電圧	V _{SDH}		3.8	4.0	4.2	V
ヒステリシス幅	ΔV _{SD}		0.1	0.2	0.3	V
[過熱保護]						
熱しゃ断動作温度	T _{SD}	設計目標値 (接合温度)	150	180		°C
ヒステリシス幅	ΔT _{SD}	設計目標値 (接合温度)		40		°C
[電流制限動作]						
リミッタ1	V _{RF1}		0.21	0.23	0.25	V
リミッタ2	V _{RF2}	逆転トルク時	0.16	0.18	0.20	V
[FGアンプ]						
入力オフセット電圧	V _{IO(FG)}		-10		+10	mV
入力バイアス電流	I _{B(FG)}		-1		+1	μA
DCバイアスレベル	V _{B(FG)}		1.8	1.9	2.0	V
出力「H」レベル電圧	V _{OH(FG)}	I _{FGI} = -100μA, 無負荷	2.3	2.7	3.1	V
出力「L」レベル電圧	V _{OL(FG)}	I _{FGI} = 100μA, 無負荷	0.8	1.2	1.6	V
[FGシュミット部]						
入力ヒステリシス (H→L)	V _{SHL}			0		mV
入力ヒステリシス (L→H)	V _{SLH}			140		mV
ヒステリシス幅	V _{FGL}		90		200	mV
入力動作レベル	V _{FGSIL}		400			mVp-p
[Errアンプ]						
入力オフセット電圧	V _{IO(ER)}	設計目標値	-10		+10	mV
入力バイアス電流	I _{B(ER)}		-1		+1	μA
DCバイアスレベル	V _{B(ER)}		-5%	1/2V _{REG}	+5%	V
出力「H」レベル電圧	V _{OH(ER)1}	外部無負荷	V _{REG} - 1.0			V
	V _{OH(ER)2}	I _{LOAD} = 2mA	V _{REG} - 1.5			V
出力「L」レベル電圧	V _{OL(ER)}	外部無負荷			1.0	V

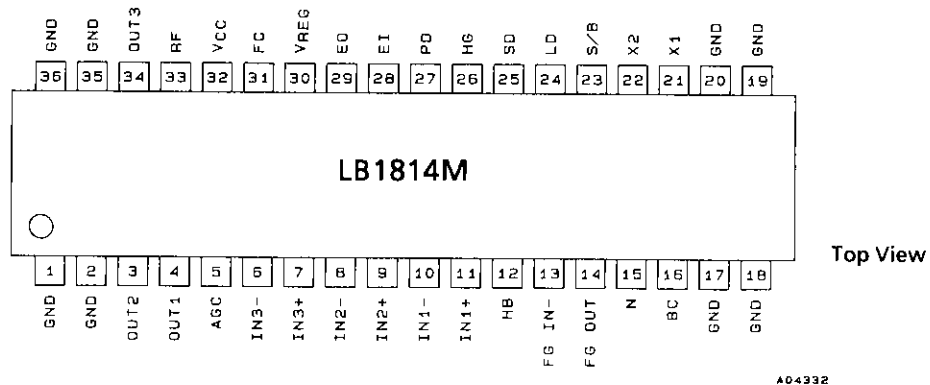
LB1814M

			min	typ	max	unit
[位相比較出力]						
出力「H」レベル電圧	V _{PDH}	外部無負荷	V _{REG} -0.2			V
出力「L」レベル電圧	V _{PDL}	外部無負荷		0.1	0.2	V
出力ソース電流	I _{PD} ⁺	V _{PD} =V _{REG} /2			-0.4	mA
出力シンク電流	I _{PD} ⁻	V _{PD} =V _{REG} /2	2.5			mA
[ロック検知出力]						
出力飽和電圧	V _{LDSAT}	I _{LD} =1.5mA		0.1	0.4	V
出力リーク電流	I _{LDLEAK}	V _{LD} =13.5V			10	μA
[回転モニタ出力]						
出力飽和電圧	V _{HGSAT}	I _{HG} =1.5mA		0.1	0.4	V
出力リーク電流	I _{HGLEAK}	V _{HG} =13.5V			10	μA
[停止検知出力]						
出力飽和電圧	V _{SDSAT}	I _{SD} =1.5mA		0.1	0.4	V
出力リーク電流	I _{SDLEAK}	V _{SD} =13.5V			10	μA
[駆動部]						
デッドゾーン幅	V _{DZ}		50	195	300	mV
出力アイドリング電圧	V _{ID}				6	mV
正転ゲイン	G _{DF} ⁺		0.4	0.5	0.6	倍
逆転ゲイン	G _{DF} ⁻		-0.6	-0.5	-0.4	倍
正転リミッタ電圧	V _L ⁺	R _f =10Ω, V _{EI} =0V	0.21	0.23	0.25	V
逆転リミッタ電圧	V _L ⁻	R _f =10Ω, V _{EI} =V _{REG}	0.16	0.18	0.20	V
[基準信号部]						
水晶発振周波数	f _{OSC}	水晶発振モード	1		10	MHz
[ホールバイアス端子]						
シンク電流	I _{HB}		10			mA
[アナログフィルタ部]						
遅延時間1	T _{FD1}	立上り	5.0	9.0	13.5	μs
遅延時間2	T _{FD2}	立下り	4.5	8.5	13.0	μs
[S/B端子]						
「H」レベル入力電圧	V _{SBH}		V _{CC} -1.5		V _{CC}	V
「L」レベル入力電圧	V _{SBL}		0		V _{CC} -3.5	V
入力オープン電圧	V _{SBO}		V _{CC} -0.2	V _{CC}		V
「L」レベル入力電流	I _{SBL}	V _{SB} =0V	-200	-140	-80	μA
[N端子]						
「H」レベル入力電圧	V _{NH}		4.0		V _{CC}	V
「M」レベル入力電圧	V _{NM}		2.0		3.0	V
「L」レベル入力電圧	V _{NL}		0		1.0	V
入力オープン電圧	V _{NO}		2.1	2.5	2.9	V
「H」レベル入力電流	I _{NH}	V _N =V _{CC}	70	115	200	μA
「L」レベル入力電流	I _{NL}	V _N =0V	-70	-50	-30	μA
[3.8V定電圧出力部]						
出力電圧	V _{REG}		3.6	3.8	4.0	V
出力電流	I _{REG}				5	mA
電圧変動	ΔV _{REG1}	V _{CC} =4.2V~13.5V		2	200	mV
負荷変動	ΔV _{REG2}	I _{REG} =0~3mA		15	200	mV
温度係数	ΔV _{REG3}	設計目標値		0		mV/°C
[BC発振回路]						
発振周波数	f(BC)	C=1000pF	1.4	2.0	2.6	kHz
出力「H」レベル電圧	V _{OH} (BC)		2.2	2.5	2.8	V
出力「L」レベル電圧	V _{OL} (BC)		0.5	0.7	0.9	V
振幅	V(BC)		1.5	1.8	2.1	V
充電電流	I _{CHG1}		-10.0	-6.5	-4.5	μA
放電電流	I _{CHG2}		5.5	8.0	11.5	μA

LB1814M



ピン配置図



クロックの分周切換え

FGモード	N端子	分周数
ホールFGモード	L	24576 (6×8×512)
	H	20480 (5×8×512)
パターンFGモード	L	3072 (6×1×512)
	H	2560 (5×1×512)
×	M	EXT. CLK

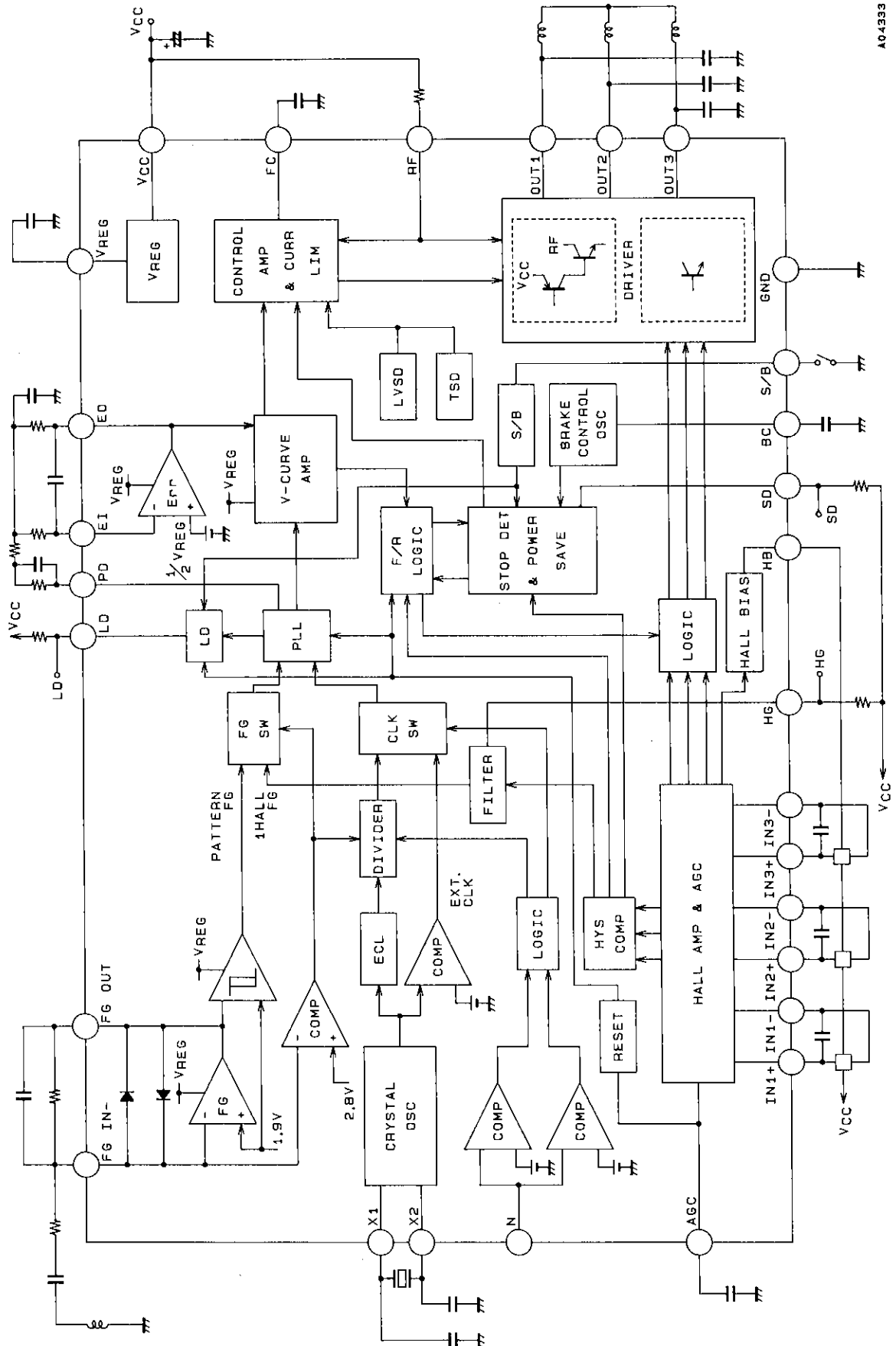
$$\text{FGサーボ周波数} = \frac{\text{水晶発振周波数}}{\text{分周数}}$$

3相ロジック真理値表 (回転方向は、一方向のみ)

IN1	IN2	IN3	OUT1	OUT2	OUT3
H	L	H	L	H	M
H	L	L	L	M	H
H	H	L	M	L	H
L	H	L	H	L	M
L	H	H	H	M	L
L	L	H	M	H	L

LB1814M

ブロック図



A04393

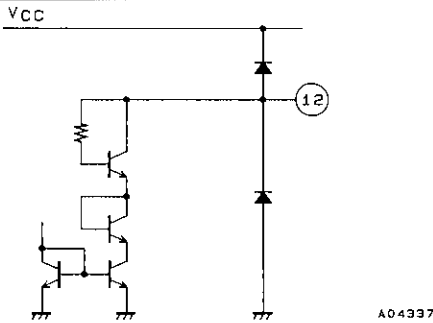
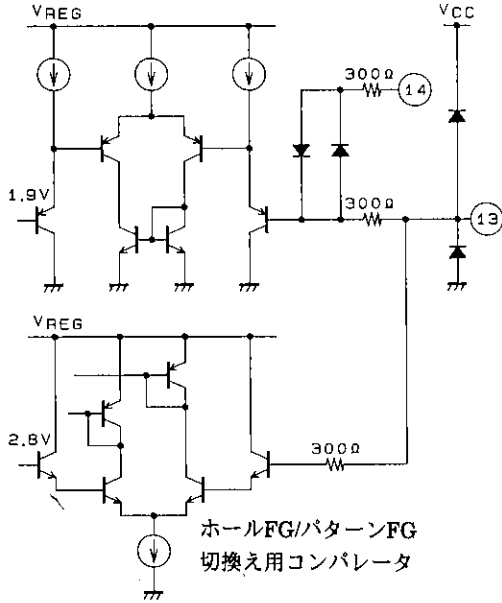
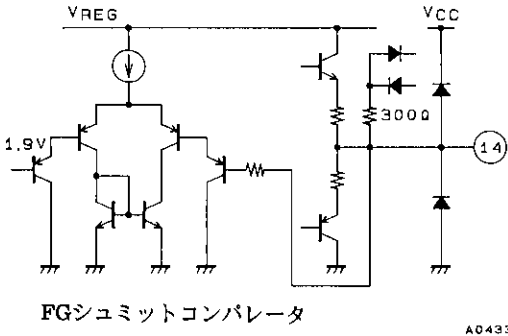
LB1814M

端子説明

端子番号	端子記号	端子電圧	等価回路図	端子説明
1, 2 17, 18 19, 20 35, 36	GND			GND端子。
3 4 34	OUT2 OUT1 OUT3		A04334	OUT2出力端子。 OUT1出力端子。 OUT3出力端子。
33	RF			出力電流検出端子。 V _{CC} 間に低抵抗(R _f)を接続する。 正転時の出力電流(I _{OUT})は $I_{OUT} = V_{RF1}/R_f$ で設定した電流値に 制限される(電流制限動作)。
5	AGC		初期リセット用コンパレータ A04335	AGCアンプ周波数特性補正端子。 初期リセット端子兼用。 GND間にコンデンサを接続する。 AGC回路は、ホール素子のバイアス電流(HB端子のシンク電流)を制御することにより、ホール素子の出力振幅が一定(約40mV _{p-p})となるように動作する。 S/B端子をスタートにした後、AGC端子電圧が1.0Vに上昇するまでの間、初期リセット状態となる。
6 7 8 9 10 11	IN3 ⁻ IN3 ⁺ IN2 ⁻ IN2 ⁺ IN1 ⁻ IN1 ⁺	min 2.0V max V _{CC}	A04336	- IN1ホール入力端子 IN1⁺>IN1⁻で「H」, 逆は「L」とする。 - IN2ホール入力端子 IN2⁺>IN2⁻で「H」, 逆は「L」とする。 - IN3ホール入力端子 IN3⁺>IN3⁻で「H」, 逆は「L」とする。

LB1814M

前ページから続く。

端子番号	端子記号	端子電圧	等価回路図	端子説明
12	HB			ホールバイアス端子。 パワーセーブ時はオフとなり、 ホールバイアスが切れる。
13	FG _{IN} ⁻			FGアンプ入力端子。 ホールFG/パターンFG切換え端子 兼用。 ホールFG時は、FG _{IN} ⁻ 端子をVREG 端子に接続する。
14	FG _{OUT}			FGアンプ出力端子。

次ページへ続く。

LB1814M

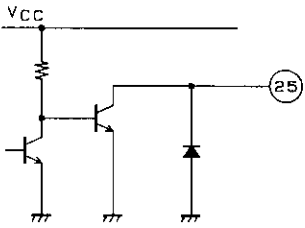
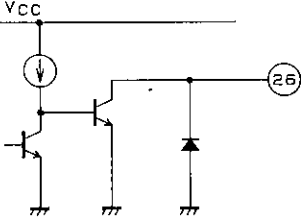
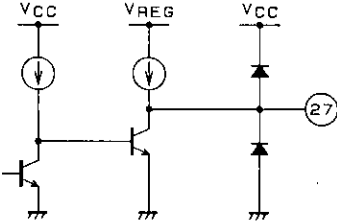
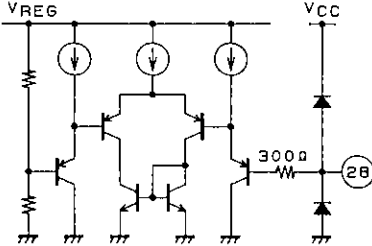
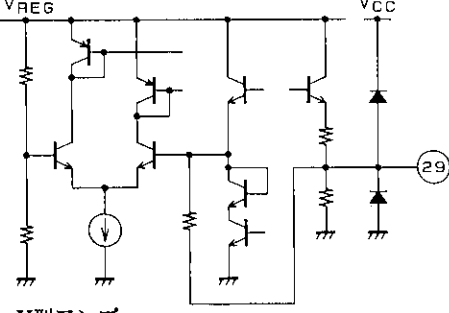
前ページから続く。

端子番号	端子記号	端子電圧	等価回路図	端子説明
15	N	min 0.0V max V _{CC}	A04340	分周切換え端子。 「L」: 0.0V~1.0V 「M」: 2.0V~3.0V 「H」: 4.0V~V _{CC} オープン時は「M」となる。
16	BC		A04341	ブレーキ調整端子。GND間にコンデンサを接続する。 容量値により、モータの停止性を調整する。
21 22	X1 X2		A04342	水晶発振端子。 基準クロックを発生させる。
23	S/B	min 0V max V _{CC}	A04343	スタート/ブレーキ端子。 「L」: スタート 「H」 or 「オープン」: ブレーキ
24	LD		A04344	位相ロック検知出力。 PLL位相ロック時、オンになる。 オープンコレクタ出力。

次ページへ続く。

LB1814M

前ページから続く。

端子番号	端子記号	端子電圧	等価回路図	端子説明
25	SD		 A04345	停止検知出力。 ブレーキにより、モータが停止するとオンになる。 オープンコレクタ出力。 SD端子オン時は、パワーセーブ状態。
26	HG		 A04346	回転モニタ出力。 ホール入力IN1のパルス出力。 オープンコレクタ出力。
27	PD		 A04347	位相比較出力端子。 PLL位相比較出力。
28	EI		 A04348	誤差アンプ入力端子。
29	EO		 V型アンプ A04349	誤差アンプ出力端子。

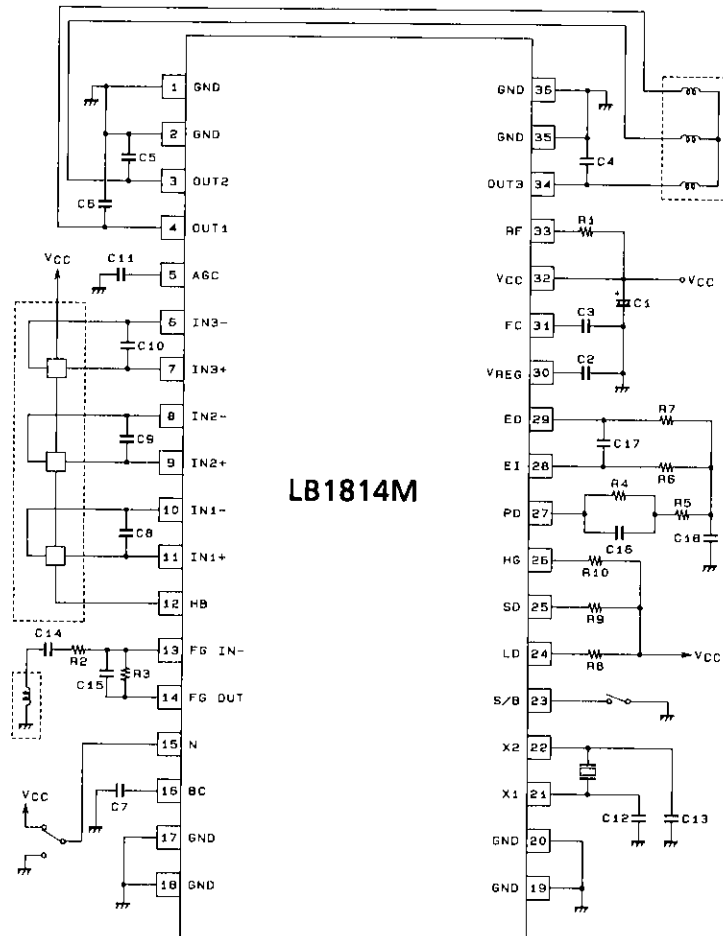
次ページへ続く。

LB1814M

前ページから続く。

端子番号	端子記号	端子電圧	等価回路図	端子説明
30	V _{REG}		A04350	安定化電源出力端子。 内部回路電源安定化。 GND間にコンデンサを接続する。
31	FC		A04351	制御アンプ周波数補正端子。 GND間にコンデンサを接続することにより、電流制御系閉ループの発振を止める。
32	V _{CC}			電源端子。

応用回路例



LB1814M

外付け部品の役割とその説明

部品名	役割	説明
C1	電源安定化用	モータ駆動電流により電圧変動が安定する値を選ぶ。
C2	内部回路電源安定化用	3.8Vレギュレータ出力の電圧変動を安定化する。
C3	制御アンプ周波数特性補正用	電流制御系閉ループの発振を止める。
R1	電流制限設定用	出力電流を $I_{OUT} = V_{RF1}/R1$ で制限。
C4, C5, C6		出力の発振を止める。
C7	ブレーキ調整用	容量値により、モータの停止性を調整する。
C8, C9, C10		ホール信号の耐ノイズ性の向上。
C11	AGCアンプ周波数特性補正用 初期リセットパルス発生用	リップルを平滑する。 IC内部のロジックに初期リセットをかける。
C12, C13	水晶発振外付け	
R2, R3 C14, C15	FGアンプのゲイン, 周波数特性設定用	
R4, R5, R6, R7, C16, C17, C18	サーボ定数	
R8, R9, R10	ブルアップ抵抗	

LB1814Mの説明 および 外付け部品について

1. 速度制御回路

本ICは、PLL速度制御方式を採用しているので、高精度でジッタの少ない安定したモータ回転を実現している。このPLL回路は、FGパルスの立下りエッジと、基準クロックの立下りエッジとの位相を比較し、その位相誤差を出力している。FGサーボ周波数は次の式で決まるので、FGパルス数、水晶発振周波数によりモータの回転数を設定すること。

$$f_{FG}(\text{サーボ}) = \text{水晶発振周波数} / \text{分周数}$$

2. 三相全波電流リニア駆動

本ICは、モータの回転音を極力抑えるため、三相全波電流リニア駆動方式を採用している。出力電流波形を滑らかにすることにより、回転音を抑えている。使用するモータによっては出力部が発振するおそれがあるので、OUT-GND間にはコンデンサC4, C5, C6 (0.1μF程度)を接続する。

3. 電流制限回路

電流制限回路は、正転時 $I_{OUT} = V_{RF1} / R1$ で決まる電流で制限動作(ピーク電流を制限)する。また、逆転トルク時(ブレーキ時)は、 $I_{OUT} = V_{RF2} / R1$ で決まる電流で制限動作する。制限動作は出力段のドライブ電流を制限する方式を採用している。したがって、位相補償用コンデンサC3 (0.1μF程度)を、FC-GND間に接続する必要がある。

4. FGアンプに関して

FGアンプのゲインはR2, R3で設定され、 $G = R3 / R2$ がDCでのゲインとなる。C14, C15により、FGアンプの周波数特性が決定される(R2, C14でハイパスフィルタ、R3, C15でローパスフィルタ)。

FGアンプ後にシュミットコンパレータが接続されているので、FGアンプの出力は、必ず400mVp-p以上となるよう、R2, R3とC14, C15を設定する(定常回転時、FGアンプ出力に1~3Vp-pが出るように設定することが望ましい)。ノイズ評価において耐量が問題となる場合、FGOUT-GND間に1000pF~0.1μF程度のコンデンサをつける。

FG_{IN}⁻端子は、ホールFGモード/パターンFGモードの切換え端子を兼用しており、ホールFGモード時は、FG_{IN}⁻端子をV_{REG}端子に接続する。

5. 外付けコンデンサに関して

(1) C1, C2について

C1はV_{CC}安定化用に、C2は定電圧電源安定化用に必要である。定電圧電源はIC内部の回路にも使用しており、0.1μF程度のコンデンサ(C2)で安定化する。C1はモータ駆動電流により電圧変動が安定する値を選ぶ。V_{CC}、定電圧電源ともにノイズを嫌うので、十分に安定化する必要がある。C1, C2は、ICのV_{CC}ピン、V_{REG}ピンの近傍に接続し、GNDピン間もできるだけ短くなるようなパターンにすること。

(2) C7について

C7の容量値により、ブレーキ時のモータの停止性を調整する。ブレーキ時に、モータを減速状態から滑らかに停止させるためには、モータの種類により、適した容量値を選ぶ必要がある(0.001~0.01μF程度)。モータが減速し、ほぼ停止状態となったのち、わずかに逆転してしまう場合、C7の容量値は大きくする。また、わずかに正転してしまう場合、C7の容量値は小さくする。容量値を調整することにより、モータを滑らかに停止させることができる。また、本ICは正転/逆転トルク切換え時に発生するスルー電流を防止するため、正転/逆転トルク切換えを出力オフ状態で行っており、C7は、この時の出力オフ時間としても利用している。正転/逆転トルク切換え時の出力オフ時間はBC発振の1周期分の時間となっている。定速回転への引き込み時やブレーキ時は正転/逆転トルク切換え動作が行われるため、C7の容量値をあまり大きくしてしまうと、出力オフ時間が長くなり過ぎて、定速回転への引き込み性やブレーキ動作に悪影響がある。

(3) C8, C9, C10について

ホール信号は、速度制御、ブレーキ、F/Rロジック回路などに使用している。ノイズ評価等において耐量が問題となる場合、ホール入力IN⁺, IN⁻間に0.01μF程度のコンデンサをつける。

(4) C11について

C11はAGC(オートゲインコントロール)端子の平滑用コンデンサである。AGC端子は、三相のホール信号の包絡線出力で、リップルを持つので0.1μF程度のコンデンサで平滑する。

また、AGC端子のコンデンサC11は、IC内部ロジックの初期リセットパルス発生のために使用される。S/B端子をスタートにした後、AGC端子電圧(コンデンサ電圧)が1.0Vに上昇するまでの間、初期リセットパルスが発生する。初期リセットが動作しない場合、スタート時に一瞬LD端子がオンすることがある。AGC端子のコンデンサC11は、パワーセーブ(モータ停止状態、SD端子オン)時に放電される。スタート/ブレーキの繰り返し動作を行う場合、ブレーキ入力後、モータ停止(パワーセーブ)になる前に再度スタートにすると、C11が放電されていないため、初期リセットパルスが発生しない。この場合、スタート時に一瞬LD端子がオンすることがある。スタート/ブレーキの繰り返し動作を行う場合、パワーセーブ時間(0.1μFのコンデンサで10ms以上の放電時間)を設けること。

LB1814M

6. X1, X2端子に関して

本ICのX1, X2端子には通常、水晶発振子 および コンデンサを接続する。トラブルを避けるため、発振子 および 外付けコンデンサの選定に際しては、必ず発振子メーカーの承認を得ること。

水晶発振子を使用せずに外部から信号 (CLK)を入力する場合、X1端子に13kΩの抵抗を直列に接続し、抵抗を通して入力する。このとき、X2端子はオープンとする。

$$f_{CLK}=10\text{MHz (max)}$$

入力信号レベル

「L」 レベル電圧 0.0V~0.8V

「H」 レベル電圧 2.5V~5.0V

外部クロックモード (N端子を「M」レベルに設定, 分周なし) で使用する場合、外部クロック (EXT. CLK) は、X1端子に13kΩの抵抗を直列に接続し、抵抗を通して入力する。このとき、X2端子はオープンとする。

$$f_{EXT. CLK}=10\text{kHz (max) (パターンFG時)}$$

入力信号レベル

「L」 レベル電圧 0.0V~0.8V

「H」 レベル電圧 2.5V~5.0V

7. サーボ定数について

サーボ定数算出に関しては、モータにより大きく変わり、ノウハウも必要なことから通常モータメーカー側で設定してもらうようにしている。当社においては、サーボ定数算出に必要なICの特性データ および メーカー側にて設定されたフィルタ特性のf特性シュミレーションデータ等は提出している。

8. IC内部の消費電力計算例 (標準規格で計算)

(1) パワーセーブ時 ($V_{CC}=5\text{V}$, S/B端子=オープン, N端子電圧 $V_N=5\text{V}$)

$$\begin{aligned} P_s &= P_{I_{CC2}} + P_N \\ &= V_{CC} \times I_{CC2} + V_N \times (V_N / 50\text{k}\Omega) \\ &= 5\text{V} \times 180\mu\text{A} + 5\text{V} \times (5\text{V} / 50\text{k}\Omega) \\ &= 1.4\text{mW} \end{aligned}$$

(2) スタート時

[	例. $V_{CC}=5\text{V}$, $I_O=0.1\text{A}$ コイル間電圧 $V_{Rm}=R_m \times I_O$ + 逆起電圧 $=2.0\text{V}$ 出力ソーストランジスタC-E間電圧 $V_{CE1}=2.9\text{V}$ 出力シンクトランジスタC-E間電圧 $V_{CE2}=0.1\text{V}$ HB端子シンク電流 $=1\text{mA}$, HB端子電圧 $=4\text{V}$	]
---	--	---

① 電源電流 I_{CC} による消費電流

$$P1 = V_{CC} \times I_{CC} = 5\text{V} \times 21\text{mA} = 0.105\text{W}$$

② ホールバイアス電流による消費電流

$$P2 = V_{HB} \times I_{HB} = 4\text{V} \times 1\text{mA} = 0.004\text{W}$$

③ 出力のドライブ電流による消費電流

$$\begin{aligned} P3 &= (I_O / 100) \times (V_{CE1} - 0.7\text{V}) + (I_O / 100 \times 1.5) \times (V_{CC} - 0.7\text{V}) \\ &= 1\text{mA} \times 2.2\text{V} + 1.5\text{mA} \times 4.3\text{V} = 0.009\text{W} \end{aligned}$$

④ 出力トランジスタの消費電流

$$\begin{aligned} P4 &= V_{CE1} \times I_O + V_{CE2} \times I_O \\ &= 2.9\text{V} \times 0.1\text{A} + 0.1\text{V} \times 0.1\text{A} = 0.300\text{W} \end{aligned}$$

⑤ スタート時のIC全体での消費電力

$$P = P1 + P2 + P3 + P4 = 0.42\text{W}$$

9. ICの温度上昇測定法

本ICでは、LD端子-GND間に入れてある静電破壊保護用ダイオードの電圧を持って測定することを推奨する。測定時は、LD端子の外付けプルアップ抵抗を切り離すこと。

(当社データ $V_{CC}=5\text{V}$, LD端子オフ時, $I_{LD}=-500\mu\text{A}$, 約 $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$)