

EVALUATION KIT
AVAILABLE**MAXIM**

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

概要

MAX3766は、プログラミングの容易な光ファイバLANトランスミッタ用の完全レーザドライバです。622Mbpsにおける動作に最適化されたこのデバイスには、レーザ変調器、自動パワー制御(APC)及びラッチドシャットダウン付障害インジケータが含まれています。

レーザ変調電流は、622Mbpsで60mAまでプログラミング可能です。プログラマブル変調温度係数を使用することにより、伝送される消滅比を広い温度範囲に渡ってほぼ一定に維持できます。変調器は低減変調電流において最大1.25Gbpsのデータレートで動作します。APC回路では、レーザのモニタフォトダイオードからのフィードバックによってレーザバイアス電流を調整するようになっているため、レーザの温度やエージングに関係なく、一定の出力が得られます。MAX3766は最大80mAのレーザバイアス電流に対応しています。

MAX3766は、ラッチドシャットダウンを備えた障害インジケータやスムーズ起動バイアスジェネレータなど、広範なレーザ安全機能を提供します。これらの機能は、トランスミッタの出力が危険なレベルに達するのを防ぎます。このMAX3766は超小型の20ピンQSOP及びチップで提供されています。

アプリケーション

- 622Mbps ATMトランスミッタ
- 1.25Gbps光ファイバLANトランスミッタ
- 1.25Gbpsイーサネットトランスミッタ

標準アプリケーション回路は、データシートの最後に記載されています。

特長

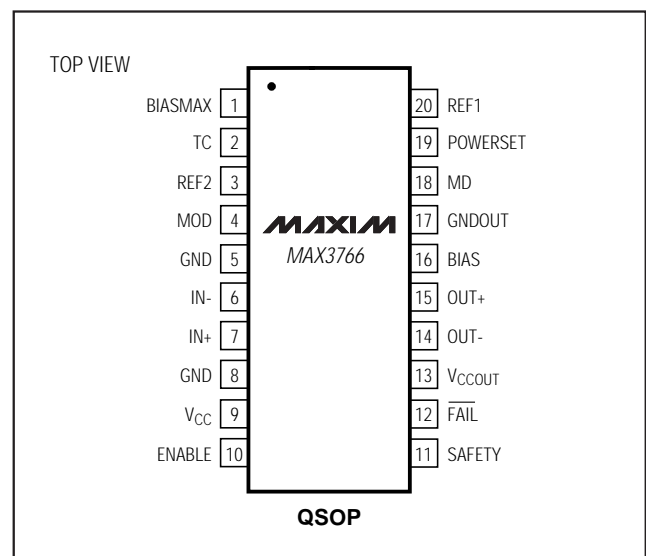
- ◆ 変調電流：60mA
- ◆ バイアス電流：80mA
- ◆ エッジ速度：200ps
- ◆ 変調電流温度補償
- ◆ 自動パワー制御
- ◆ レーザ障害インジケータ、ラッチドシャットダウン付
- ◆ スムーズなレーザ起動

型番

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX3766EEP	-40°C to +85°C	20 QSOP
MAX3766E/D	-40°C to +85°C	Dice*

*Dice are designed to operate over this range, but are tested and guaranteed at $T_A = +25^\circ\text{C}$ only. Contact factory for availability.

ピン配置



622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage, V_{CC} , V_{CCOUT} -0.5V to 7.0V
 Voltage at $IN+$, $IN-$, $ENABLE$,
 $SAFETY$, $FAIL$ -0.5V to ($V_{CC} + 0.5V$)
 Voltage at MOD , $BIASMAX$, $POWERSET$, TC -0.5V to 4.0V
 Current out of $REF1$, $REF2$ -0.1mA to 10mA
 Current into $OUT+$, $OUT-$ -5mA to 100mA
 Current into $BIAS$ -5mA to 130mA
 Current into MD -5mA to 5mA

Current into $FAIL$ -5mA to 30mA
 Current into $SAFETY$ -5mA to 10mA
 Continuous Power Dissipation ($T_A = +85^\circ C$)
 QSOP (derate 9.1mW/ $^\circ C$ above $+85^\circ C$)590mW
 Operating Junction Temperature Range-40 $^\circ C$ to +150 $^\circ C$
 Processing Temperature (dice)+400 $^\circ C$
 Storage Temperature Range-55 $^\circ C$ to +150 $^\circ C$
 Lead Temperature (soldering, 10sec)+300 $^\circ C$

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS					
Supply Voltage, V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Ambient Operating Temperature	(Note 1)	-40	25	85	$^\circ C$
Differential Input Signal Amplitude	$V_{IN+} - V_{IN-}$, common-mode input = $V_{CC} - 1.3V$, Figure 1	500	1000	1800	mV
Input Common-Mode Voltage	Referenced to V_{CC}	-1.4	-1.3	-1.19	V
Enable Input High		2.0			V
Enable Input Low				0.8	V
Voltage at $OUT+$, $OUT-$		$V_{CC} - 2.5$			V
Voltage at $BIAS$		$V_{CC} - 2.5$			V
$FAIL$ Load	All DC testing uses 5.1k Ω load		2.7 to 20		k Ω
Data Rate			DC to 1.25		Gbps
Data Duty Cycle	While using APC		50		%
Laser to PIN Coupling	Not tested		0.001 to 0.1		mA/mA
DC PARAMETERS					
Supply Current	I_{CC} (Note 2)	21	25	32	mA
$FAIL$ Output High	$R_{FAIL} = 5.1k\Omega$	4.3			V
$FAIL$ Output Low	$I_{MD} > 15\mu A$, $R_{FAIL} = 5.1k\Omega$		0.33	0.44	V
Bias-Current Range	(Note 3)	0.5		80	mA
Bias Current when Driver is Disabled or Shut Down			0.1	10	μA
Modulation-Current Programmable Range	Input data high (Note 3)	2		60	mA
Modulation Current	Input data low (Note 2)		1	200	μA
Modulation Current when Driver is Disabled or Shut Down				10	μA
Minimum Modulation-Current Temperature Compensation	$R_{TC} = 0\Omega$		-50		ppm/ $^\circ C$
Maximum Modulation-Current Temperature Compensation	$R_{TC} = open$		5600		ppm/ $^\circ C$

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Monitor-Diode Current Programmable Range		15		2000	μA
Monitor-Diode Bias Voltage	$V_{CC} - V_{MD}$	1.5	2.1	2.3	V
Upper MD Voltage for Failure	Referenced to V_{CC}	-1.2			V
Lower MD Voltage for Failure	Referenced to V_{CC}			-2.8	V
Range of MD for No Failure	Width of operating window, centered at nominal V_{MD}		300		mV
REF1 Voltage for Failure	Referenced to nominal V_{REF1}	0.5			V
REF1 Reference Voltage	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$, V_{REF1}	2.8	3.1	3.4	V
REF2 Reference Voltage	$T_A = +25^{\circ}\text{C}$, V_{REF2}	2.1	2.4	2.7	V
AC PARAMETERS (Notes 4, 5, and 6)					
Output Edge Speed (20% to 80%)	$I_{MOD} = 60\text{mA}$		210	400	ps
	$I_{MOD} = 30\text{mA}$		160	300	
	$I_{MOD} = 10\text{mA}$		125	250	
Output Aberrations	$I_{MOD} = 30\text{mA}$		10		%
Pulse-Width Distortion	$I_{MOD} = 60\text{mA}$		5	80	ps
	$I_{MOD} = 30\text{mA}$		20	80	
	$I_{MOD} = 10\text{mA}$		80	120	
Random Jitter	RMS, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$, $I_{MOD} = 30\text{mA}$		2	3	ps

Note 1: Dice are tested at room temperature only ($T_A = +25^{\circ}\text{C}$).

Note 2: $V_{CC} = +5.5\text{V}$, $R_{BIASMAX} = 887\Omega$, $R_{MOD} = 887\Omega$, $R_{POWERSET} = 287\Omega$, $R_{TC} = 0\Omega$, $V_{BIAS} = V_{OUT+} = V_{OUT-} = 3.0\text{V}$. Supply current excludes I_{BIAS} , I_{OUT+} , I_{OUT-} , and I_{FAIL} .

Note 3: Total output current must be reduced at high temperatures with packaged product to maintain maximum junction temperature of $T_j = +150^{\circ}\text{C}$. See the *Design Procedure* section.

Note 4: All AC parameters are measured with a 25Ω load. I_{MOD} is the AC current amplitude at either OUT pin. The AC voltage at OUT is greater than $V_{CC} - 2.5\text{V}$.

Note 5: Pulse-width distortion is measured at the 50% crossing point. Data input is a 155MHz square wave, with $t_R \approx 300\text{ps}$.

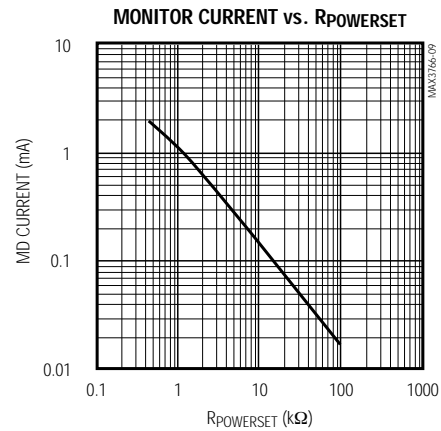
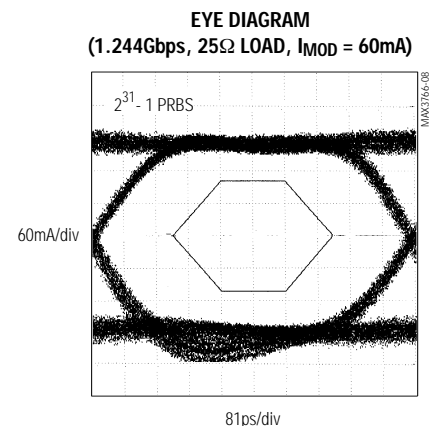
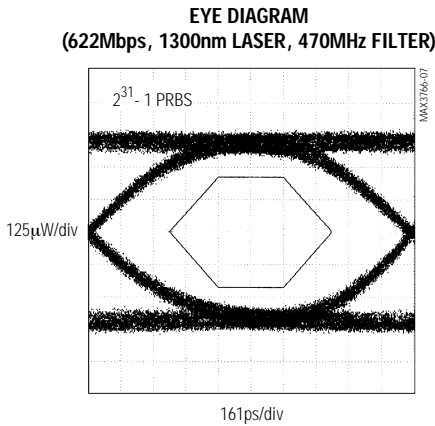
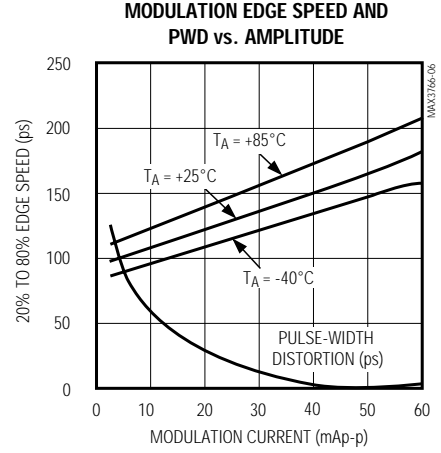
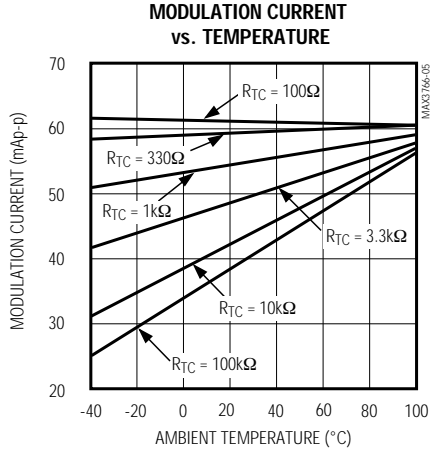
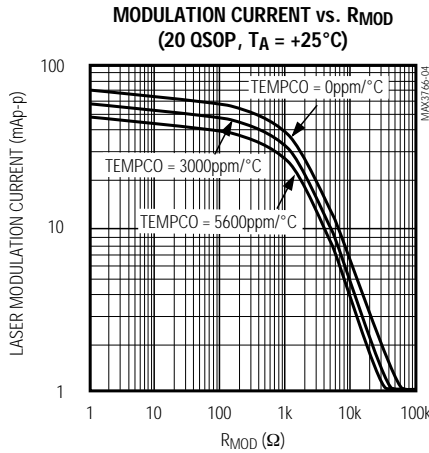
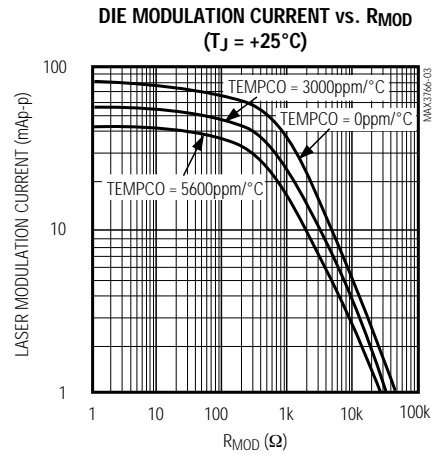
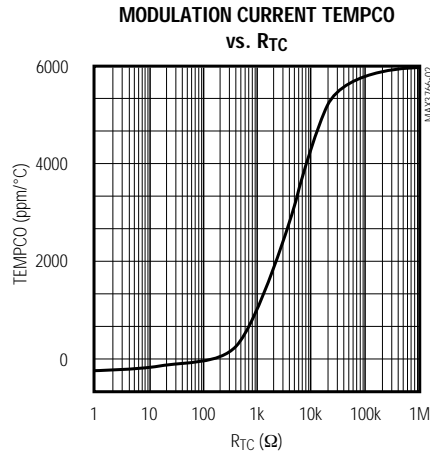
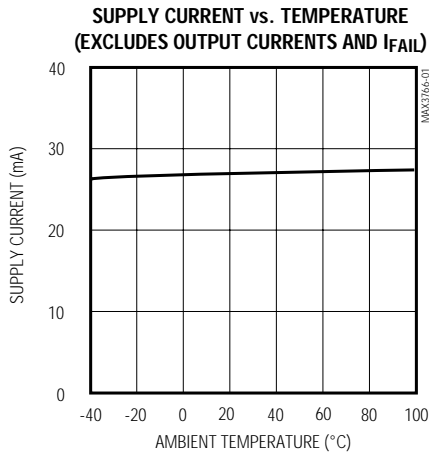
Note 6: AC specifications are guaranteed by design and characterization.

622Mbps LAN/WANレーザドライバ 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

標準動作特性

(Typical Operating Characteristics are measured on the MAX3766 evaluation kit, $V_{CC} = +5.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)

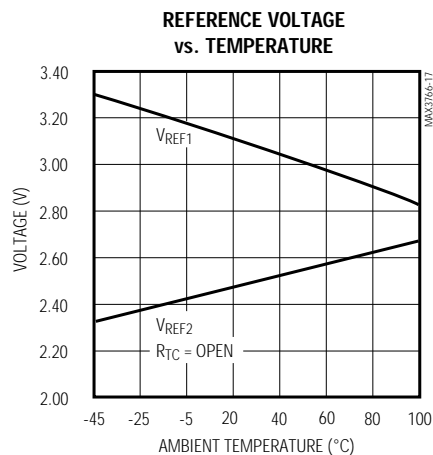
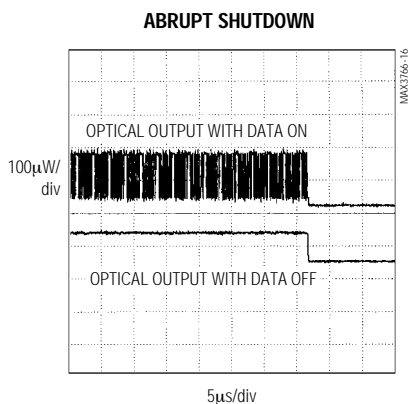
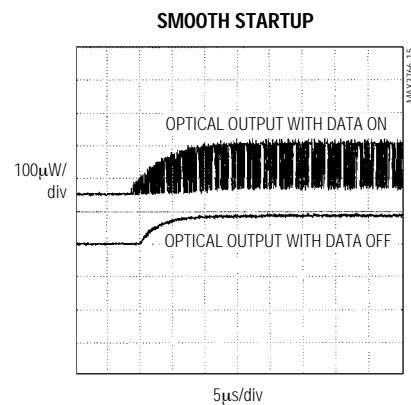
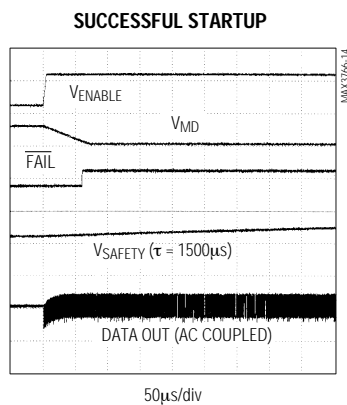
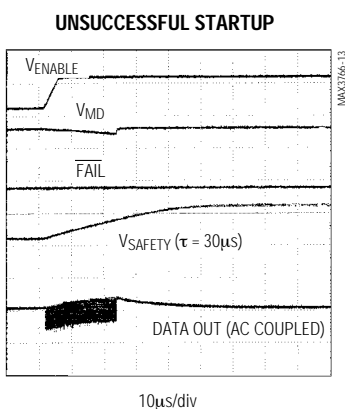
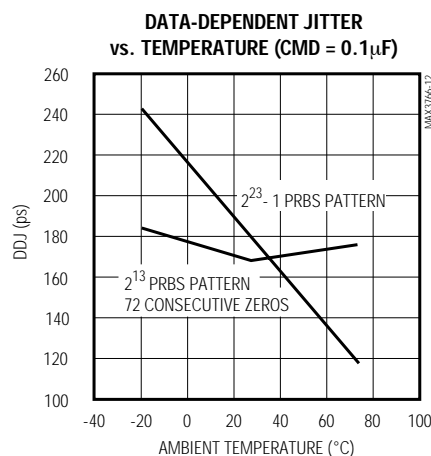
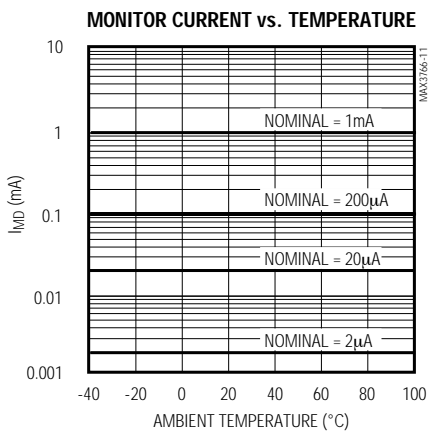
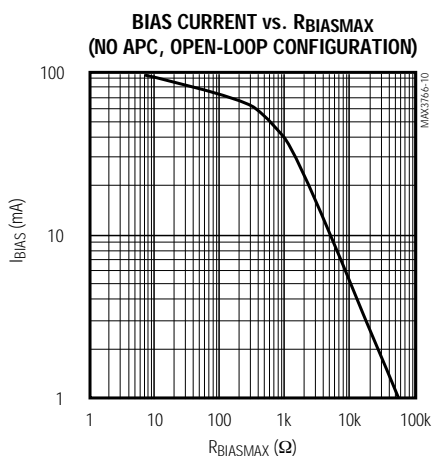


622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

標準動作特性(続き)

(Typical Operating Characteristics are measured on the MAX3766 evaluation kit, $V_{CC} = +5.0V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

端子説明

端子	名称	機能
1	BIASMAX	BIASMAXへの電流は、最大レーザバイアス電流を設定します。BIASMAXを直接REF1に接続すると、最大のバイアス電流が得られます。
2	TC	REF2の温度係数は、TCとREF1の間の抵抗(R_{TC})を使用してプログラムします。TCを直接REF1に接続すると最小温度係数が得られます。TCを未接続にすると最大温度係数が得られます。
3	REF2	REF2は変調電流をプログラムするためのリファレンス電圧です。REF2の温度係数は R_{TC} を使用してプログラムします。
4	MOD	レーザ変調電流はMODへの電流を使用してプログラムします。MODは抵抗又はポテンショメータでREF2に接続してください。
5, 8	GND	グラウンド。グラウンドは全て接続してください。
6	IN-	反転データ入力
7	IN+	非反転データ入力
9	VCC	正電源電圧。VCC端子は全て接続してください。
10	ENABLE	ENABLEはTTLコンパチブル入力です。この端子をロー又はオープン状態にすると、出力変調及びバイアス電流がディセーブルされます。
11	SAFETY	安全回路のターンオンディレーは、SAFETYにおけるグラウンドへのコンデンサによって決まります。SAFETYをグラウンドに接続するかTTLロー状態に設定すると、内部安全シャットダウン機能がディセーブルされます。SAFETYをTTLハイ状態に設定すると、内部安全シャットダウン機能がイネーブルされます。
12	$\overline{\text{FAIL}}$	MDの電圧が公称値以上又は公称値以下になると、 $\overline{\text{FAIL}}$ 出力がローに設定されます。 $\overline{\text{FAIL}}$ は、REF1を正電源に接続した場合にも設定されます。 $\overline{\text{FAIL}}$ の出力電圧レベルはTTLコンパチブルです。
13	VCCOUT	出力電流ドライバの電源電圧
14	OUT-	反転変調電流出力
15	OUT+	非反転変調電流出力
16	BIAS	DCレーザバイアス電流の接続端子
17	GNDOUT	出力電流ドライバのグラウンド
18	MD	レーザモニタフォトダイオード電流の入力
19	POWERSET	自動パワー制御を使用した場合の平均光出力パワーは、このPOWERSETへの電流によってプログラムします。
20	REF1	REF1は、レーザバイアス電流及び平均パワーをプログラムするための電圧リファレンスです。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

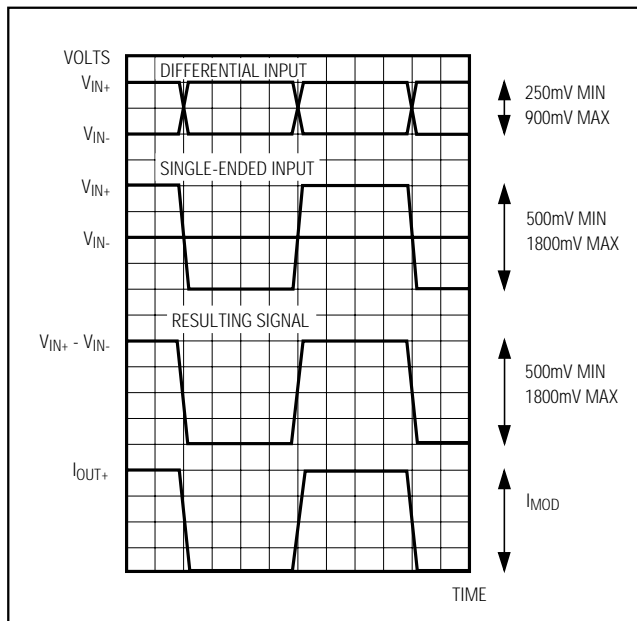


図1. 必要な入力信号及び出力極性

詳細

図2はMAX3766レーザドライバの機能ブロック図です。主な機能ブロックは、リファレンスジェネレータ、PECL入力バッファ、レーザバイアス回路、変調電流ドライバ、自動パワー制御(APC)、障害検出及び安全回路です。

リファレンスジェネレータ

MAX3766では、最大レーザバイアス電流、レーザ変調電流及び平均レーザパワーを調整できます。これらの調整をプログラムするには、内蔵電圧リファレンスREF1及びREF2に抵抗を直列に接続し、これによって得られた電流を使用します。REF1の温度係数は、バイアス、変調及びAPCカレントミラーの温度係数を補償します。従って、REF1から得られたプログラミング電流は、温度範囲に渡り一定です。REF2からは、変調電流に適用できる正の温度係数が得られます。正の変調電流温度係数は、標準レーザダイオードの温度特性を補償します。変調電流温度係数は、REF1からTCに接続した外部抵抗(R_{TC})を使用してプログラムします。 R_{TC} と内部2kΩ抵抗は、温度補償リファレンス(REF1)及びREF2でバッファリング後出力される温度増加リファレンスの重み付総和を構成します。REF1及びREF2は、バイパスキャパシタンスを使用しなくても安定しています。REF1及びREF2のバイパスフィルタは必要ありません。

PECL入力バッファ

差動PECL入力信号は、IN+及びIN-において高速PECL入力バッファに接続されています。IN+及びIN-における入力インピーダンスは100kΩ以上であり、入力バイアス電流は10μA以下です。MAX3766のデータ入力は自己バイアスされていません。コモンモード入力は、外部PECL終端回路で設定してください。良好なAC性能を得るために、入力を常に2.2V以上で V_{CC} 以下に維持することが必要です。

レーザ変調電流ドライバ

レーザ変調電流ドライバは、カレントミラーとエミッタ結合ペアから構成されています。ミラーの利得は+30mA/mAです。変調電流の大きさは、REF2からMODに接続した外部抵抗 R_{MOD} でプログラムします。この R_{MOD} は、次のように見積ることができます。

$$R_{MOD} = \frac{1.55V(30)}{I_{MOD}} - 520\Omega$$

ここで、 $R_{TC} = 0$ です。

MAX3766のAC出力は、60mAまでのレーザ電流を駆動します。パルス幅の歪みとオーバーシュートは30mA～60mAで最小になりますが、電流が小さくなると出力のエッジ速度が増加します。出力電流が2mA～60mAの場合、エッジ速度は622Mbpsまでの通信に適切で、30mA以下の場合、1.25Gbpsまでの通信に適切です。詳細については、「標準動作特性」を参照してください。

変調電流温度係数は、「リファレンスジェネレータ」の項でも述べたように、外部抵抗 R_{TC} でプログラムできます。MODを直接REF2に接続した場合は、520Ωの内部抵抗によって最大変調電流が制限されるようになっています。

MAX3766をシャットダウン又はディセーブルすると、変調プログラミング回路がグランドにシャントされます。この時、残余変調電流はOUT-に切り替わります。

最大の性能を得るには、OUT+とOUT-の電圧を常に $V_{CC} - 2.5V$ 以上に維持することが必要です。

レーザバイアス回路

レーザバイアス回路は、利得が+40mA/mAの電流ミラーです。シャットダウン又はディセーブル時は、冗長制御によってバイアス電流がディセーブルされ、プログラミング電流がオフになり、残余バイアス出力電流がレーザから遮断されます。BIASの電圧は、常に $V_{CC} - 2.5V$ 以上に維持してください。バイアス電流を使用しない場合は、BIASを V_{CC} に接続してください。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

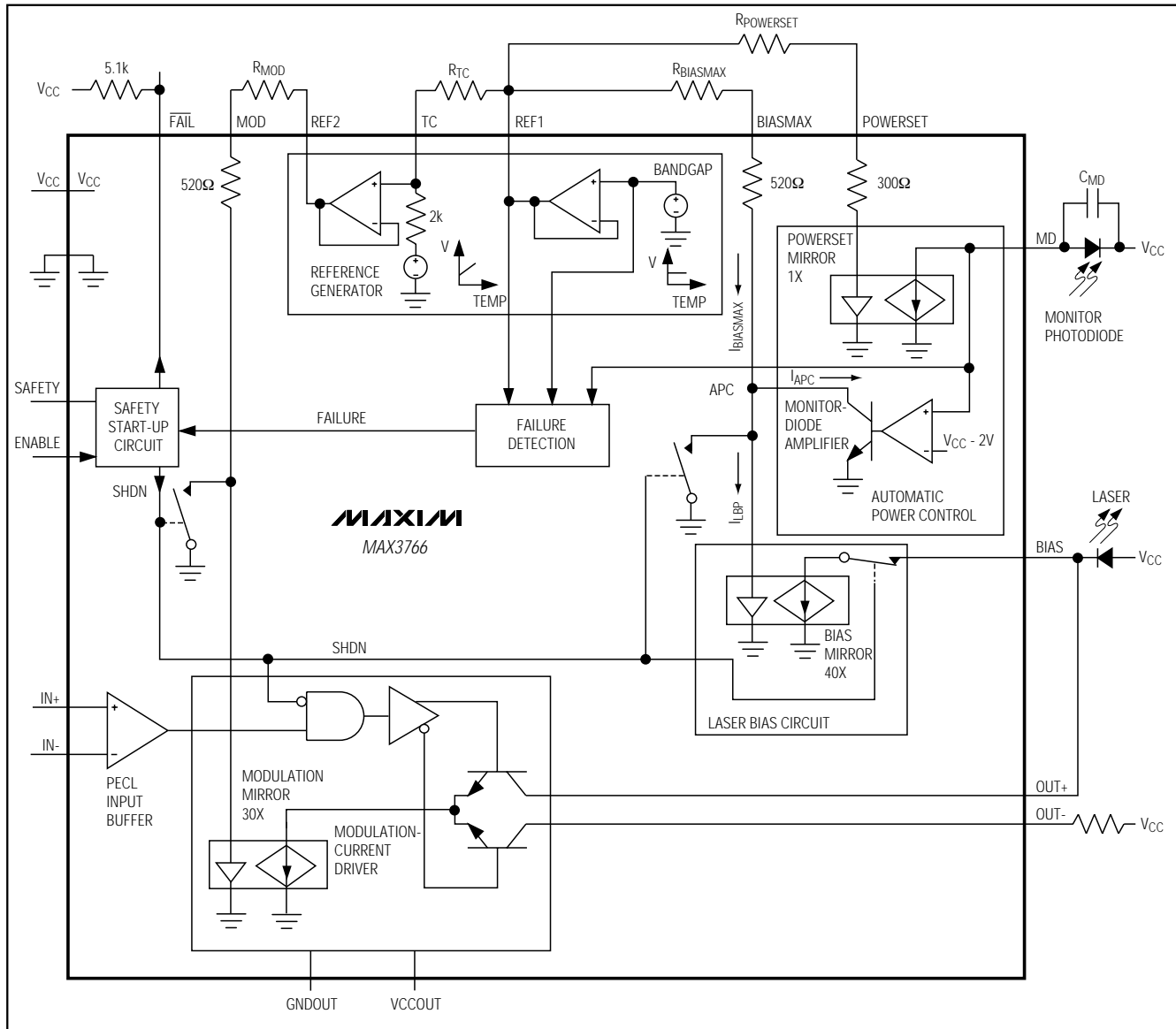


図2. ファンクションダイアグラム

利用できるレーザバイアス電流は、REF1からBIASMAXに外部抵抗 $R_{BIASMAX}$ を接続することによってプログラムします。BIASMAXプログラミング電流はAPC回路で調整し、レーザバイアス電流によって増幅します。

内部ノードAPCのミラー入力とBIASMAXの間の520内部抵抗は、BIASMAXを直接REF1に接続した時の最大レーザバイアス電流を制限します。スペースに制限のある設計では、BIASMAXを直接REF1に接続することも可能ですが、この場合最大プログラミング電流(約2.5mA)がBIASMAXに流れ込みます。BIASMAX

抵抗を選択すると、電力を節約し、トランスミッタの最大光出力を制限できます。 $R_{BIASMAX}$ の値は、次の式で見積ることができます。

$$R_{BIASMAX} = \frac{1.55V(40)}{I_{BIASMAX}} - 520\Omega$$

この式は最大バイアス電流が10mA以上の場合に適用できます。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

自動パワー制御

モニタフォトダイオード及びレーザを使用したトランスミッタでは、温度やエージングによるレーザスレッショルドの変化に関係なく、APC回路を使用して一定のパワーを維持できます。このAPC回路は、POWERSETカレントミラー及びモニタダイオードアンプで構成されています。

POWERSETカレントミラーは、レーザ出力電力と比例する裏面モニタフォトダイオード電流の正確なプログラミング法を提供します。ユニティゲインカレントミラーの電流は、REF1からPOWERSETへの外部抵抗によってプログラムします。この場合、RPOWERSETは次のように見積ることができます。

$$R_{\text{POWERSET}} = \frac{1.55\text{V}}{I_{\text{MOD}}} - 300\Omega$$

モニタダイオードアンプは、MDのモニタフォトダイオードからの電流を検出し、利得を設定して、レーザバイアスプログラミング電流(I_{LBP})を調整します。さらに、モニタダイオードアンプによってモニタダイオード電流をPOWERSETでプログラムされた電流と一致させます。この場合モニタダイオードアンプは、レーザバイアスプログラミング電流を減少することはできません、増大することはできないため、APC回路を使用することにより、レーザバイアス電流を0~RBIASMAXの設定値の範囲内に調整できます。

APCフィードバックループを閉じると、MDの電圧がV_{CC}から約2V低下します。光電流の過剰又は不足が原因でループを閉じることができない場合は、障害検出回路によって異常が検出されます。なお、MDの電圧は内部回路によってV_{CC}-3.2V以下に低下するのを防止しています。

APCフィードバックループの安定性と時定数は、最低0.1µFの外部補償コンデンサ(C_{MD})によって決まります。この補償コンデンサは、パワーオン時又はトランスミッタイネーブル時のスムーズな起動を保証するために、「標準アプリケーション回路」で示すようにV_{CC}からMDに接続してください。

モニタダイオードが使用できない場合は、RPOWERSETをGNDに接続し、MDを未接続にすることにより、APC機能がディセーブルされます。

障害検出

図3は障害検出回路の簡略図です。この障害検出回路により、2つの状態が検出されます。まず、レーザの低電流、過電流又は異常が原因でモニタ電流をAPC制御ループで制御できない場合は、V_{MD}がV_{CC}-2V以上又はV_{CC}-2V以下になったことをウィンドウコンパレータが検出し、障害信号を発生します。2番目として、REF1が正電源

(又は通常動作レベル以上の任意の電圧)に短絡されると、コンパレータがこの状態を検出し、障害信号を発生します。この状態を検出せずにおくと、リファレンス電圧が上昇し、POWERSETの電流が増加し、APCループによってレーザ電流が過剰に追加されます。

上述の異常状態のどちらが発生しても、FAIL出力によってTTLがローに設定されます。FAIL出力バッファはオープンコレクタ出力であり、5.1k の外部プルアップ抵抗で動作するように設計されています。

安全回路/起動回路

安全回路には、異常状態が発生した時にラッチド内部シャットダウン信号(SHDN)を発生して、レーザをディセーブルするために必要なデジタルロジックが含まれています。レーザが安全機能又はENABLE入力によってディセーブルされると、MAX3766のレーザ電流はレーザ電流合計の20µA以下に低下します。図4にこの安全回路の簡略図を示します。

ENABLEがロー又はオープン状態になると、安全ロジックの状態に関係なく、レーザバイアス及び変調出力がSHDNによってディセーブルされます。TTLコンパチブルのENABLE入力は、100k 抵抗により内部的にローになります。

安全性に関しては、2つの便利な保安構成として障害表示及びラッチドシャットダウンがあります。

障害表示構成

障害表示構成を選択する場合は、SAFETYをグランドに接続します。この構成においては、異常状態がFAILに報告されますが、ラッチドシャットダウンは発生しません。この場合、起動用の回路を追加する必要はありません。

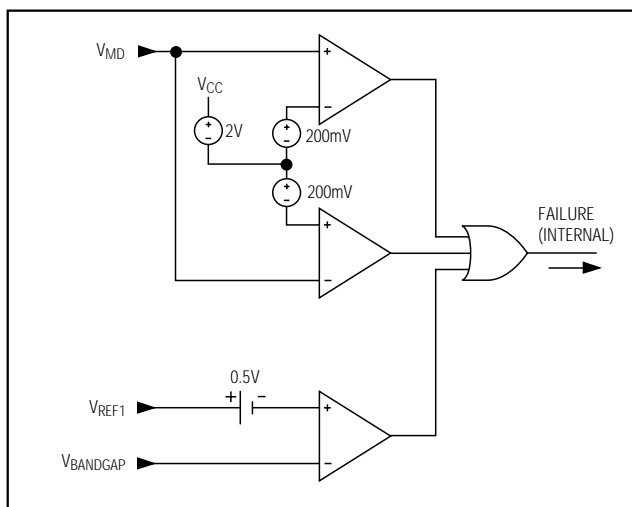


図3. 障害検出回路(簡略図)

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

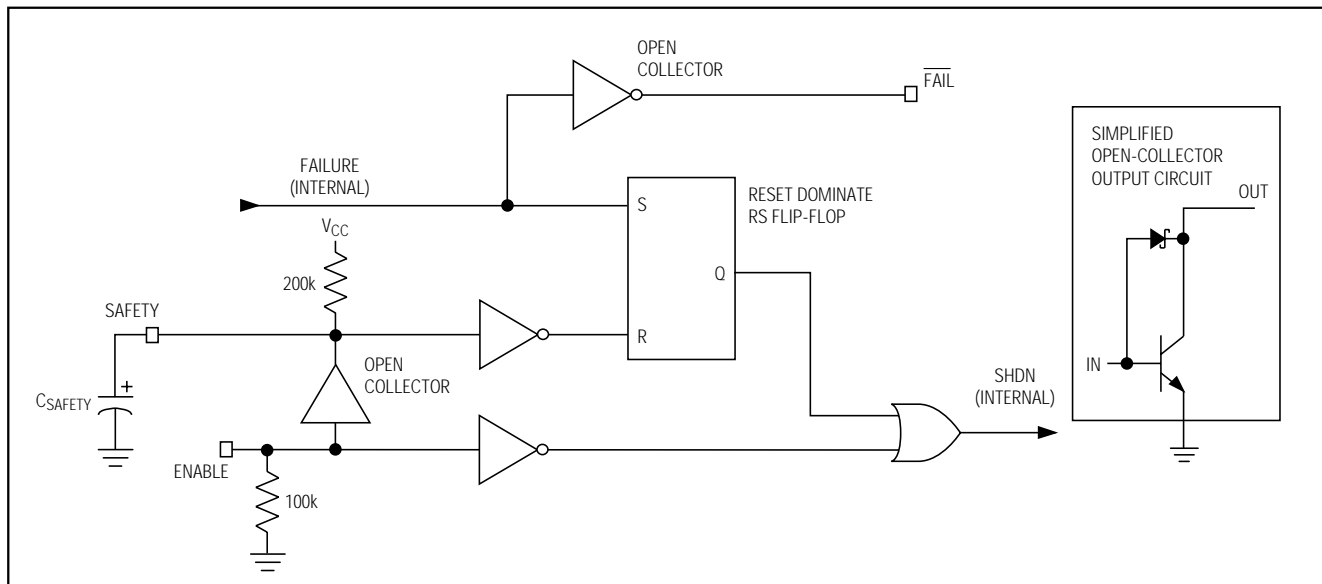


図4. 安全回路の間略図

ラッチドシャットダウン構成

この構成は「標準アプリケーション回路」(最大の性能を得るための構成)で示したものと同じで、SAFETYにおいてコンデンサ(C_{SAFETY})をグラウンドに接続することによって設定できます。この構成では、異常が検出されるとトランスミッタがシャットダウンします。トランスミッタを再起動するには、パワーオンサイクル又はENABLE入力のトグルが必要です。

起動時は、レーザパワーがプログラムしたレベルに達するまで、 \overline{FAIL} が送出されます。安全回路はパワーオン又はトランスミッタのイネーブル時にディセーブルし、APC回路がプログラムしたレーザパワーレベルに達するのに十分な時間を確保することが必要です。

省スペース設計では、 C_{SAFETY} を選択してシャットダウン遅延を提供できます。電源を初めてオンにした時、又はENABLE信号をロジック0からロジック1にトグルした時は、SAFETYの電圧はローであり、 C_{SAFETY} で設定した時定数と200kの内部プルアップ抵抗によって電圧が上昇します。SAFETY信号は反転し、リセット基本RSフリップフロップの入力がリセットされます。障害検出回路からの内部信号FAILUREは、フリップフロップのセット入力に接続されています。SAFETYが高になった時(APCフィードバックループの安定に必要な時間を確保するため)、内部信号FAILUREがローの場合は、フリップフロップ出力がローになり、バイアス及び変調出力がオンに維持されます。ラッチドシャットダウン構成における起動タイミングに関しては図5を参照してください。

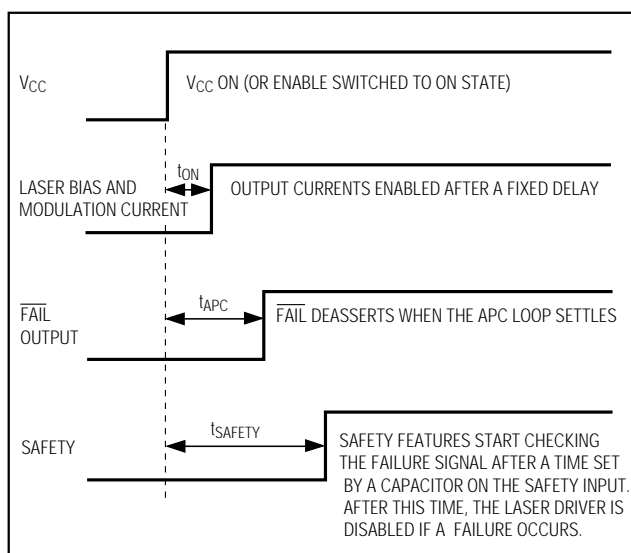


図5. 起動シーケンスのタイミング

起動を正常に行うためには、 t_{SAFETY} を t_{APC} の約10倍に設定することが必要です。起動後は、別の異常が検出され、出力電流がシャットダウンされるまで、トランスミッタは正常に動作します。レーザ電流出力は、異常状態が解除されENABLE入力トグルされるまで、又は電源が再投入されるまでオフに維持されます。このトランスミッタイネーブル技法の問題は、電源上昇速度が遅いためにトランスミッタがイネーブルされない可能性があることです。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

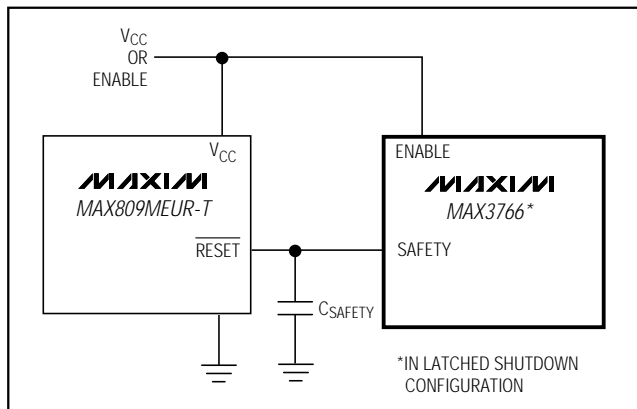


図6. リセットパルスジェネレータ

PCボードのスペースに余裕がある場合は、 V_{CC} が4.5Vに達した後でリセット信号を発生するMAX809などのリセットパルスジェネレータによって、トランスミッタをイネーブルするのが適切です(図6)。この方法を使用すると、電源の立ち上がり非常に遅い場合でもトランスミッタを正常に起動できます。

設計手順

レーザの選択

レーザには、622Mbpsアプリケーションにおける立ち上がり時間が0.5ns以下の通信グレードのものを選択してください。OUT+端子の電圧スイングは出力波形に影響し、主にレーザ抵抗、インダクタンス及び変調電流によって決まります。MAX3766のAC仕様を満足させるには、OUT+の出力電圧が常に $V_{CC} - 2.5V$ 以上であることが必要です。

OUT+の最小電圧は次式で概算できます(表1)。

$$V_{OUT(MIN)} = V_{CC(MIN)} - V_{LASER} - \left(I_{MOD} \left(R_L + R_D + \frac{L}{t_r} \right) \right)$$

レーザには出力電圧基準を満足させるものを選択してください。効率の高いレーザには低変調電流が必要であり、この場合OUT+の電圧スイングが低くなります。レーザのピークインダクタンスは、リードをトリムすることによって低減できます。標準パッケージリードのインダクタンスは、1インチ当たり25nH(1nH/mm)です。リングング、エッジ速度及び電圧スイングの低減には、補償フィルタネットワークを利用することもできます。

表1. 出力電圧の概算値

VARIABLE	DESCRIPTION	TYPICAL VALUE
$V_{OUT(MIN)}$	Approximation for the lowest voltage at the OUT+ pin	2.2V
$V_{CC(MIN)}$	Minimum power supply	4.5V
V_{LASER}	Laser forward voltage at operating power	1.3V
R_L	Laser dynamic resistance	3Ω
I_{OUT}	Laser modulation current	30mA
R_D	Any damping resistance or line termination in series with the laser (but not in series with BIAS)	10Ω
L	Total series inductance of laser, laser package, and board traces to the MAX3766	6nH
t_r	20% to 80% rise time of the laser modulation current, filtered by a compensation network	300ps (20% to 80%)

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

変調電流温度係数の設定

$T_A = +25$ 及び高温におけるレーザのスロープ効率から、必要となる変調温度係数を計算します。次に、「標準動作特性」から R_{TC} の値を選択します。

例えば、 $+25$ におけるレーザのスロープ効率(SE)が 0.021mW/mA で、 $+85$ で 0.018mW/mA に低下するものとすれば、温度係数は次のようになります。

$$\begin{aligned} \text{レーザの温度係数} &= \frac{(SE_{85} - SE_{25})}{SE_{25} \cdot (85 - 25)} \cdot 10^6 \\ &= -2380\text{ppm}/^\circ\text{C} \end{aligned}$$

「標準動作特性」では、レーザの温度係数をオフセットする R_{TC} 値が 3k になっています。変調温度補償を行わない場合はTCを直接REF1に接続してください。

変調電流の設定

変調電流の大きさは、固定抵抗でプログラムするかポテンショメータで調整できます。ポテンショメータは範囲の上限に設定すると損傷が発生する可能性もあるため、これを防ぐために小さな内部抵抗が付いています。 R_{MOD} の値は「標準動作特性」から選択することができます。

例：消滅比15で -8dBm ($160\mu\text{W}$)の平均パワーがトランスミッタに必要なだとすると、光信号出力は $280\mu\text{W}$ です(「光パワーの関係式」の項参照)。 $+25$ におけるスロープ効率が 0.021mW/mA とすると、必要となる変調電流は $0.280\text{mW} / 0.021\text{mW/mA} = 13.3\text{mA}$ になります。従って、「標準動作特性」から R_{MOD} の値として 3k を選択します。

平均レーザパワーと最大バイアス電流の設定

APCの使用時は、通常ポテンショメータである $R_{POWERSET}$ により平均パワー制御をプログラムします。 $R_{POWERSET}$ の値は「標準動作特性」から見積ることができます。

例：製造時、トランスミッタの出力電力が平均 -8dBm ($160\mu\text{W}$)になるように調整するものとします。レーザからモニタフォトダイオードへのカップリング効率は、選択したレーザに対して $0.4\text{A/W} \sim 0.8\text{A/W}$ まで変化するため、モニタ電流は $64\mu\text{A} \sim 128\mu\text{A}$ まで変化します。従って「標準動作特性」から、 $R_{POWERSET}$ は $12\text{k} \sim 24\text{k}$ の範囲で調整する必要があります。

$R_{BIASMAX}$ には、寿命の終わりにおいて十分な電流を高温レーザに供給できるような値を選択します。例えば、 $+85$ 及び寿命の終わりにおけるレーザスレッショルドを 40mA とすると、「標準動作特性」から $R_{BIASMAX}$ は

1k 以下に設定することが必要です。

APCを使用しない場合は、レーザバイアス電流を $R_{BIASMAX}$ によりプログラムします。この時の $R_{BIASMAX}$ は「標準動作特性」から選択します。

APC時定数の設定

APC時定数はコンデンサ C_{MD} によって決まるため、データに依存するジッタを防止できる大きさにすることが必要です。622Mbps SONET/ATMアプリケーションでは、 $C_{MD} = 0.1\mu\text{F}$ を選択するようお勧めします。

C_{SAFETY} の選択

ラッチドシャットダウン構成を使用する場合は、「標準動作特性」から C_{SAFETY} の最小値を決定してください。 C_{SAFETY} は次式で計算します。

$$C_{SAFETY} = \frac{C_{MD}}{20\text{k}\Omega \cdot I_{MD}}$$

例： C_{MD} が $0.1\mu\text{F}$ 、標準モニタ電流(I_{MD})が $100\mu\text{A}$ とすれば、 C_{SAFETY} の値は 50nF 以上にすることが必要です。これによって、 t_{SAFETY} が t_{APC} の少なくとも10倍になります。

バイアスフィルタの設計

データに依存するジッタを低減するには、「標準動作回路」に示すようにBIASにフィルタを追加します。マキシム社では、自己共振周波数が 200MHz 以上の $1\mu\text{H}$ インダクタ又はフェライトビーズを推奨しています。

レーザ補償フィルタネットワークの設計

レーザパッケージのリードインダクタは、高周波数においてレーザインピーダンスが上昇する原因になり、リングング、オーバーシュート及び出力アイの劣化につながります。レーザ補償フィルタネットワークを使用することにより、MAX3766が高周波数でみられる出力負荷を低下し、出力リングングやオーバーシュートを低減できます。

補償コンポーネント(R_{COMP} 及び C_{COMP})は、実際に実験して決定するのが一番簡単です。まず補償なしのネットワークで、レーザ及びレーザドライバのリング周波数(f_n)を観測します(図7)。この場合、 $R_{COMP} = 25$ 、 $C_{COMP} = 1/(2\pi f_n R_{COMP})$ で開始し、希望するトランスミッタアイが得られるまで C_{COMP} を増加していきます。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

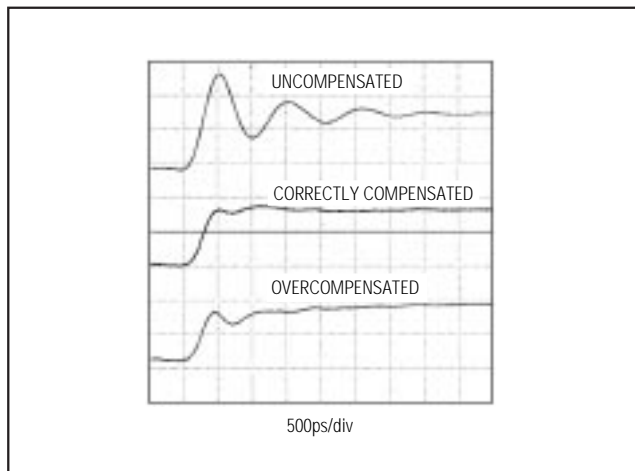


図7. レーザ補償の例

消費電力の計算

MAX3766のジャンクション温度は、常に+150以下に維持してください。レーザパワーによるMAX3766の消費電力合計は次式で計算します。

$$\text{パワー} = V_{CC} (I_{CC} + I_{BIAS} + I_{MOD}) - (I_{MOD} / 2 + I_{BIAS}) V_{LASER}$$

ここで、 I_{BIAS} は $R_{BIASMAX}$ が許容する最大バイアス電流、 I_{MOD} はAC変調電流、 V_{LASER} は標準レーザ順電圧を示します。

$$\text{ジャンクション温度} = \text{パワー(ワット)} \cdot 110(/W)$$

アプリケーション情報

光パワーの関係式

MAX3766の仕様の多くは、出力電流の大きさに関係します。光ファイバトランスミッタの使用時は、通常、平均光パワー及び消滅比により出力を表現します(図8)。MAX3766の設計において、光パワーを出力信号に変換する場合に役立つ関係式を表2に示します。これらの関係式は入力データの平均デューティサイクルが50%の場合です。

入力の終端

MAX3766のデータ入力は外部バイアスしてください。一般的な入力の終端については図9を参照してください。

レーザの安全性及びIEC 825

光ファイバトランスミッタからの危険な光放射に関しては、国際電気標準会議(IEC:International Electrotechnical Commission)の規格があります。IEC 825は様々な危険レベルに関する最大光出力を規定したものです。MAX3766ではIEC 825の準拠に有用な

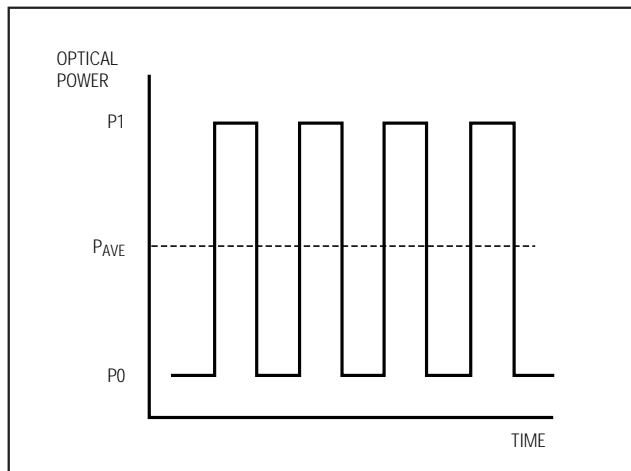


図8. 光パワーの関係式

表2. 光パワーの定義

PARAMETER	SYMBOL	RELATION
Average Power	P_{AVE}	$P_{AVE} = (P_0 + P_1) / 2$
Extinction Ratio	r_e	$r_e = P_1 / P_0$
Optical Power of a "1"	P_1	$P_1 = 2P_{AVE} \frac{r_e}{r_e + 1}$
Optical Power of a "0"	P_0	$P_0 = 2P_{AVE} / (r_e + 1)$
Signal Amplitude	P_{INPUT}	$P_{INPUT} = P_1 - P_0 = 2P_{AVE} \frac{r_e - 1}{r_e + 1}$

機能を提供しています。

共通安全条件の1つは単一ポイントの耐障害性で、予期しない短絡、オープン接続又は抵抗性接続によって過剰な光出力が発生しないことです。MAX3766をラッチドシャットダウン構成で使用した場合は、「標準アプリケーション回路」で示したように回路の反応は表3のようになります。

MAX3667レーザドライバだけを使用しても、トランスミッタ設計がIEC 825に準拠するとは限りません。この場合、トランスミッタ回路全体だけでなく、使用する各コンポーネントも考慮することが必要です。アプリケーションに必要な耐障害性レベルについては、マキシム社の製品が人体移植を目的としたシステムのコンポーネント、生命維持用アプリケーション、又は製品の障害が人体の負傷や死につながるようなその他のアプリケーション用として設計又は承認されたものではないということをよく踏まえ、顧客側で決定することが必要です。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

表3. ラッチドシャットダウン構成における障害に対するMAX3766の反応

端子	過電圧又はV _{CC} 短絡に対する回路反応	低電圧又はグランド短絡に対する回路反応
BIASMAX	R _{POWERSET} の設定により、何も起こらないか又はラッチドシャットダウンになります。	バイアス電流の低下によってレーザ出力が低下し、ラッチドシャットダウンになります。
REF1	REF1の高電圧によって異常又はラッチドシャットダウンになります。	変調電流及びバイアス電流が低下又はオフになり、危険な状態は起こりません。
REF2, TC, MOD	変調電流が増加します。APC回路によってパワーレベルが低下するか、MDで過電流が検出され、異常信号とラッチドシャットダウンが発生します。	変調電流が低下し、危険な状態は起こりません。
ENABLE	回路の通常動作状態。	変調電流及びバイアス電流がシャットダウンされます。
IN+, IN-	出力が1又は0になります。APCはプログラムしたレベルにパワーを維持します。	出力が1又は0になります。APCはプログラムしたレベルにパワーを維持します。
SAFETY	回路の通常動作状態。	安全シャットダウン機能はディセーブルされますが、危険な状態は起こりません。
$\overline{\text{FAIL}}$	回路には影響ありません。	回路には影響ありません。
OUT+, BIAS	これらの端子の電圧増加によってレーザがオフになります。	高いレーザ出力によって $\overline{\text{FAIL}}$ が設定されます。完全な短絡が発生すると、レーザが破壊され、危険な事態は避けられます。抵抗短絡は危険の可能性があり、抵抗短絡の防止対策としては、外部回路と $\overline{\text{FAIL}}$ 信号の組み合わせ使用が考えられます(図10)。
OUT-	回路の通常動作状態。	出力がロジック1になります。APCは、プログラムしたレベルにパワーを維持します。
MD	MDの電圧増加によって異常及び出力電流のシャットダウンが発生します。	MDの電圧低下によって異常及び出力電流のシャットダウンが発生します。
POWERSET	レーザ出力は増加しますが、R _{BIASMAX} の設定によって制限されます。	レーザ出力が低下します。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

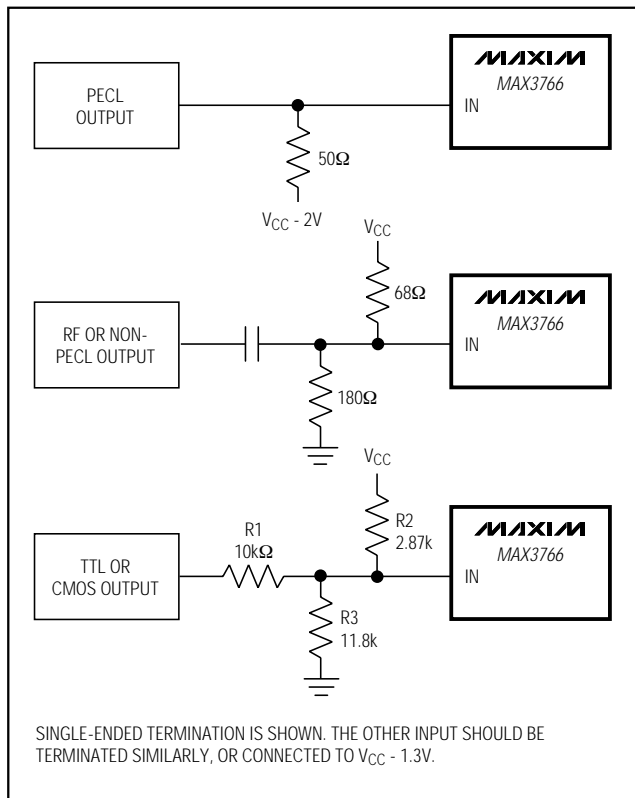


図9. 入力の終端

レイアウト上の留意点

MAX3766は高周波デバイスです。回路の性能は回路ボードのレイアウトに大きく依存します。

回路ボードには、専用グランドプレーンのある多層回路ボードを使用してください。レーザパッケージリードは、短いものをOUT+とOUT-の近くに配置し、出力インダクタンスが低くなるようにしてください。電源は表面実装コンデンサを電源ピンの近くに配置し、グランドプレーンにバイパスしてください。

一般的な問題及びその対策

- 1) レーザ出力にリングングとオーバシュートが発生する。

この問題は、誘導性のレーザパッケージが原因で発生することがあります。この場合は、レーザ端子のリードを短くします。又、ドライバの出力エッジ速度が低下するように、補償ネットワークを変更します(「設計手順」の項参照)。尚、OUT+、OUT-又はBIASの電圧が $V_{CC} - 2.5V$ 以下の場合にも、この問題が発生することがあります。この場合は、電源電圧を増加するか、変調電流を減少させることによってテストしてください。

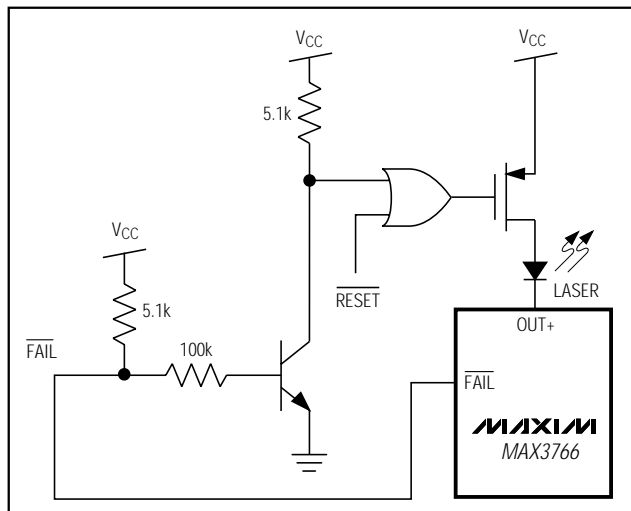


図10. 外部レーザシャットダウン回路

- 2) バイアス電流出力に低周波発振が発生する。

C_{MD} 0.1 μF になっていることを確認してください。

- 3) 変調ドライバが必要ない場合。

バイアス電流ドライバと安全回路だけを使用する場合は、IN+を V_{CC} に接続し、IN-は接続しません。OUT+及びOUT-は電源に接続します。MOD、TC及びREF2は接続しません。

- 4) APCが必要ない場合。

高速変調ドライバだけを使用する場合は、BIASを V_{CC} に接続し、POWERSET、MD、FAIL及びBIAS-MAXは接続しません。SAFETYはグランドに接続してください。

- 5) レーザのエッジスイッチング速度が遅い。

「バイアスフィルタの設計」の項を参照してください。より高い自己共振周波数を持つ L_{BIAS} が必要になることもあります。

チップのワイヤボンディング

MAX3766は、金配線のボンドパッドを使用しています。チップへの配線には、ボールボンディング技法でゴールドワイヤだけを使用してください。ウェッジボンディングは勧められません。チップパッドのサイズは4 mils(0.1mm)、チップの厚さは通常15 mils(0.38mm)です。

インタフェースモデル

図11に、パッケージの寄生要素を含めたMAX3766の入力及び出力の典型的なモデルを示します。チップを使用する場合は、パッケージの寄生要素をボンドワイヤ寄生要素で置き換えてください。

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

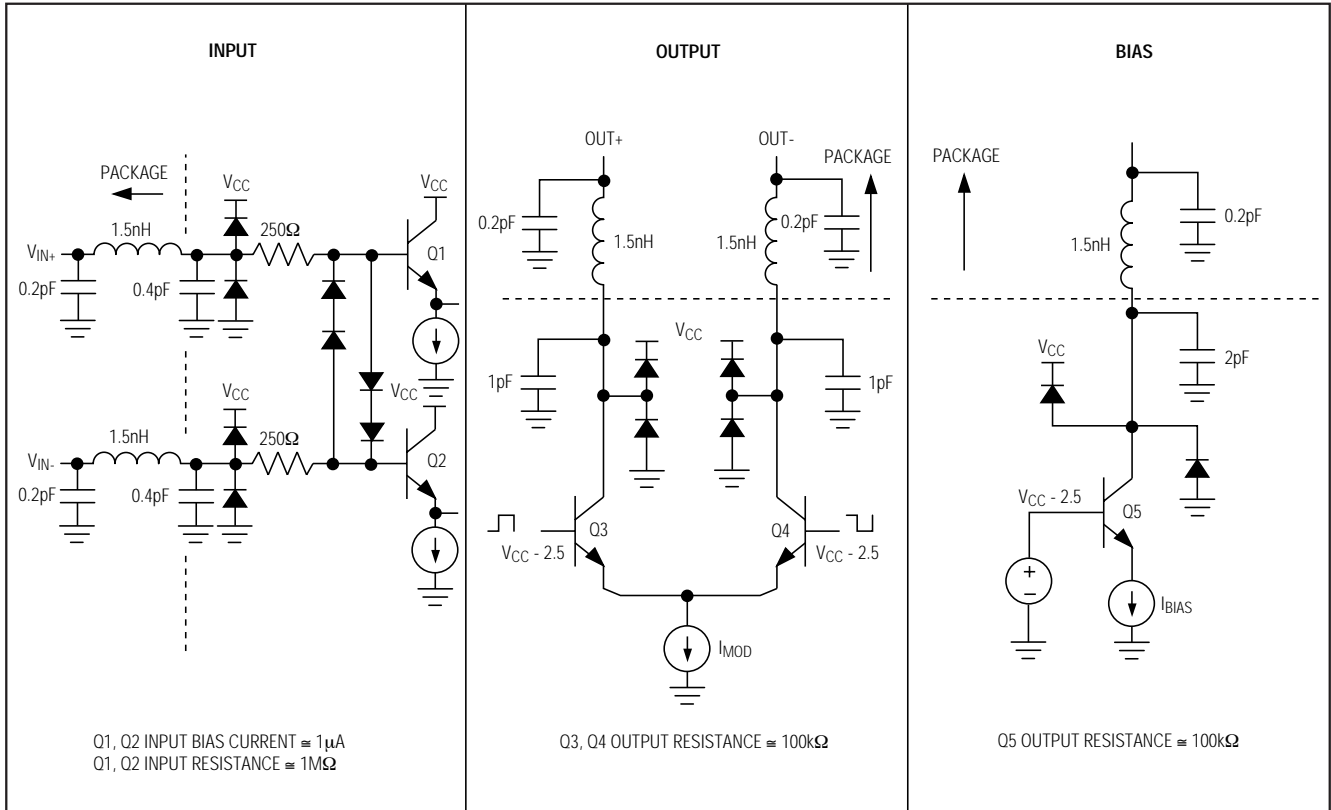


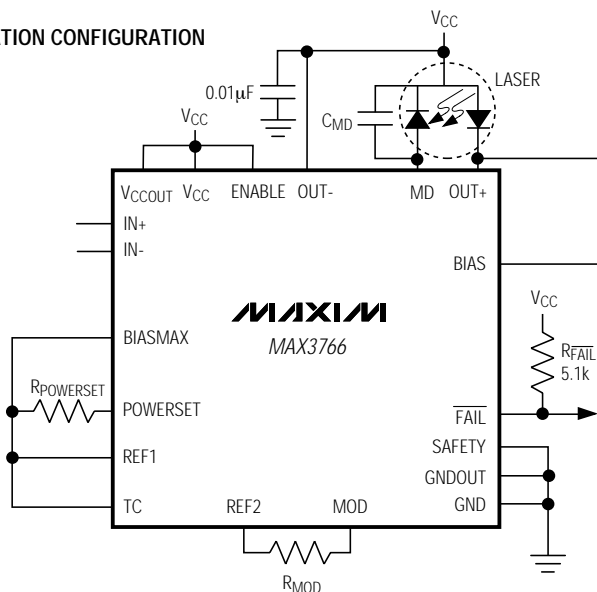
図11. インタフェースモデル

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

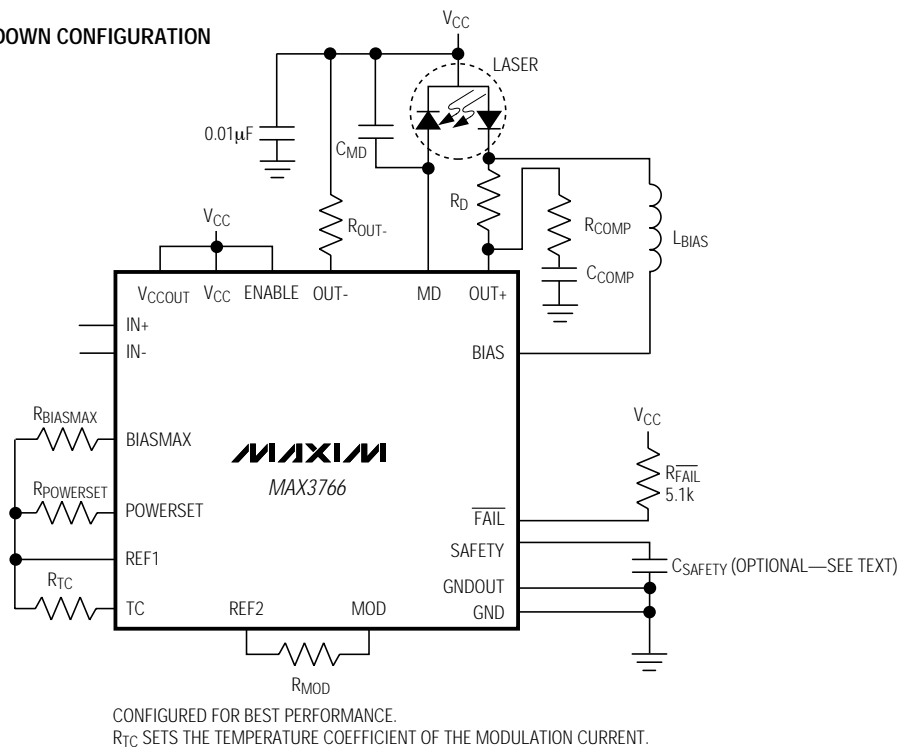
標準アプリケーション回路

MAX3766

FAILURE-INDICATION CONFIGURATION



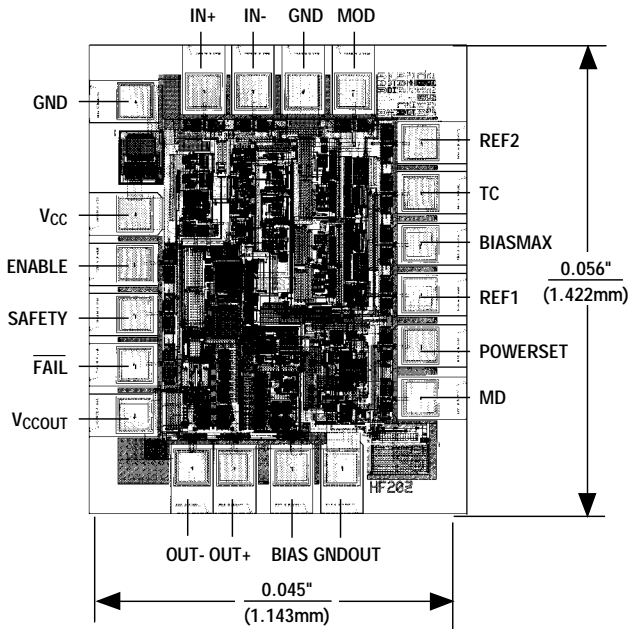
LATCHED SHUTDOWN CONFIGURATION



622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

チップ構造図



TRANSISTOR COUNT: 725

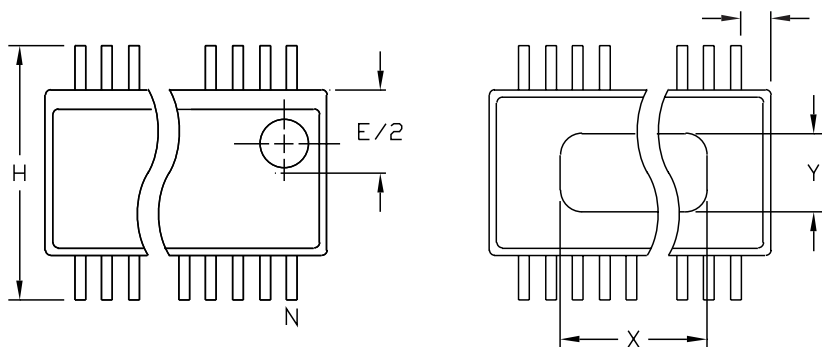
SUBSTRATE CONNECTED TO GND AND GNDOUT.

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

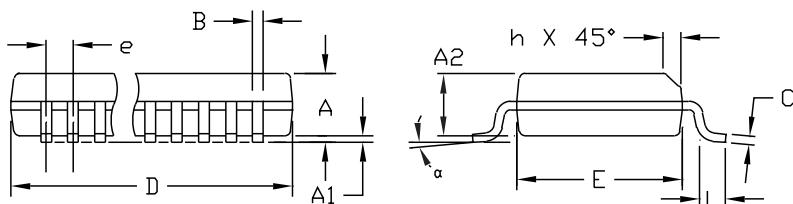
パッケージ

MAX3766

QSOP-EPS



DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	.061	.068	1.55	1.73
A1	.004	.0098	0.102	0.249
A2	.055	.061	1.40	1.55
B	.008	.012	0.20	0.31
C	.0075	.0098	0.191	0.249
D	SEE VARIATIONS			
E	.150	.157	3.81	3.99
e	.025 BSC		0.635 BSC	
H	.230	.244	5.84	6.20
h	.010	.016	0.25	0.41
L	.016	.035	0.41	0.89
N	SEE VARIATIONS			
X	SEE VARIATIONS			
Y	.071	.087	1.803	2.209
α	0°	8°	0°	8°



VARIATIONS:

DIM	INCHES		MILLIMETERS		N
	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	
D	.189	.196	4.80	4.98	16 AA
S	.0020	.0070	0.05	0.18	
X	.107	.123	2.72	3.12	
D	.337	.344	8.56	8.74	20 AB
S	.0500	.0550	1.270	1.397	
D	.337	.344	8.56	8.74	24 AC
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
D	.386	.393	9.80	9.98	28 AD
S	.0250	.0300	0.635	0.762	
X	.271	.287	6.88	7.29	

NOTES:

1. D & E DO NOT INCLUDE MOLD FLASH OR PROTRUSIONS
2. MOLD FLASH OR PROTRUSIONS NOT TO EXCEED .006" PER SIDE.
3. HEAT SLUG DIMENSIONS X AND Y APPLY ONLY TO 16 AND 28 LEAD POWER-QSOP PACKAGES.
4. CONTROLLING DIMENSIONS: INCHES.

MAXIM
 PROPRIETARY INFORMATION
 TITLE:
 PACKAGE OUTLINE, QSOP, .150", .025" LEAD PITCH
 APPROVAL: _____ DOCUMENT CONTROL NO. 21-0055 REV B 1/1

622Mbps LAN/WANレーザドライバ、 自動パワー制御及び安全シャットダウン付

MAX3766

NOTES

販売代理店

マキシム・ジャパン株式会社

〒169-0051 東京都新宿区西早稲田3-30-16(ホリゾン1ビル)
TEL. (03)3232-6141 FAX. (03)3232-6149

Maxim makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Maxim assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters can and do vary in different applications. All operating parameters, including "typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Maxim products are not designed, intended or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Maxim product could create a situation where personal injury or death may occur.

マキシム社では全体がマキシム社製品で実現されている回路以外の回路の使用については責任を持ちません。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシム社は随時予告なしに回路及び仕様を変更する権利を保留します。

20 Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 408-737-7600