

## パルス幅変調方式のアンプ

### 特徴

- 低コスト
- 高電圧 - 450ボルト
- 高出力電流 - 20アンペア
- 9kW出力能力
- 可変スイッチング周波数
- IGBTフルブリッジ出力

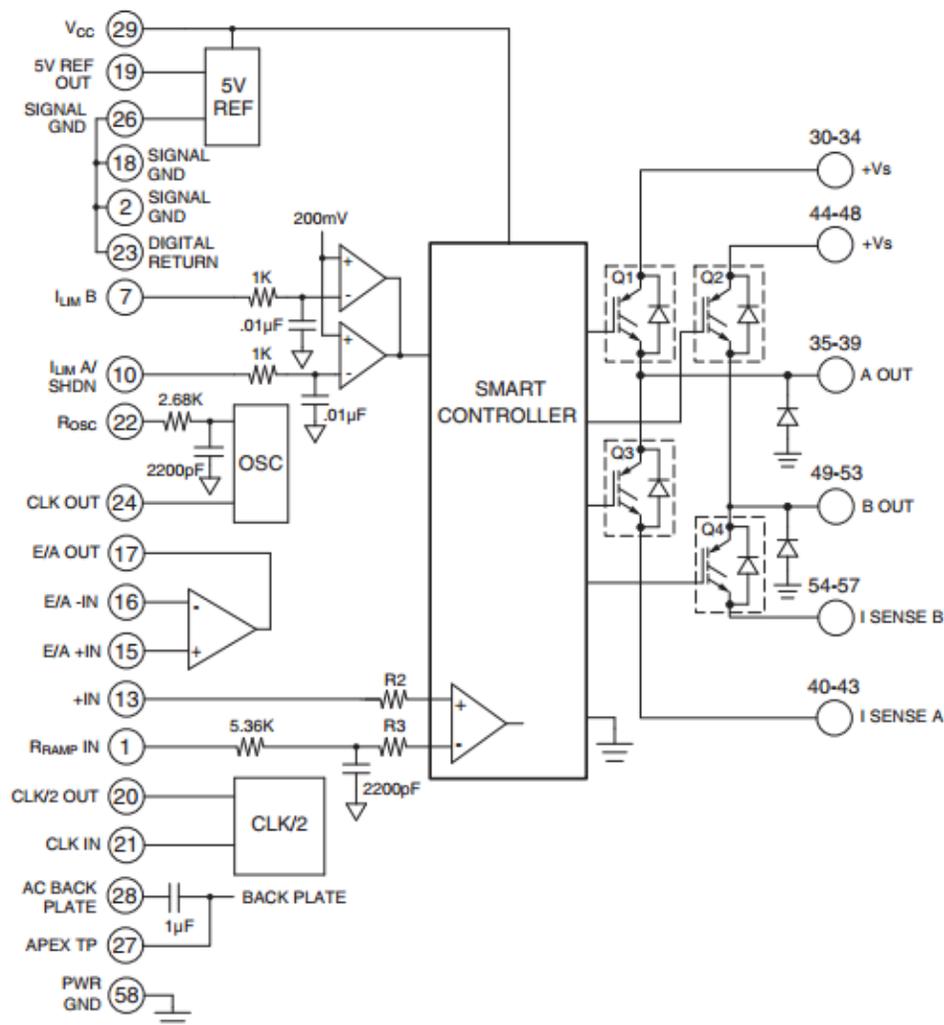
### 応用例

- ブラシモーター制御
- MRI
- 磁気軸受
- クラスDスイッチモードアンプ

### 概要

MSA260は、表面実装型のPWMアンプで、多くの産業用アプリケーションにおいてコスト効率の高いソリューションを提供します。MSA260は、高額なハイブリッド部品に匹敵する優れた性能を備えています。MSA260は、オシレーター、コンパレーター、エラーアンプ、電流制限コンパレーター、5Vリファレンス、スマートコントローラー、フルブリッジIGBT出力回路を含む完全なPWMアンプです。スイッチング周波数は最大50kHzまでユーザーがプログラムできます。MSA260は、熱伝導性と電気絶縁性に優れた基板上に構築されており、ヒートシンクへの取り付けが可能です。

### 等価回路図



## 特性と仕様

## 絶対最大定格

Parameter	Symbol	Min	Max	Units
SUPPLY VOLTAGE	$V_s$		450	V
SUPPLY VOLTAGE	$V_{cc}$		16	V
OUTPUT CURRENT, peak, within SOA			30	A
POWER DISSIPATION, internal, DC (Note 3)			250	W
SIGNAL INPUT VOLTAGES			5.4	V
TEMPERATURE, pin solder, 10s			225	°C
TEMPERATURE, junction (Note 2)			150	°C
TEMPERATURE RANGE, storage		-40	105	°C
OPERATING TEMPERATURE, case		-40	85	°C

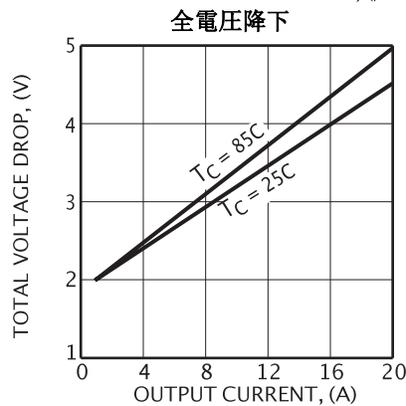
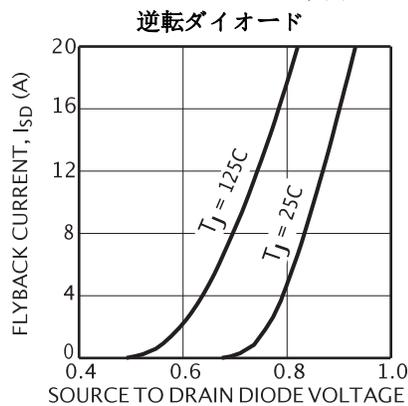
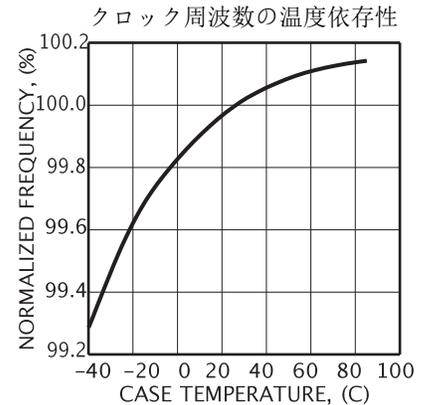
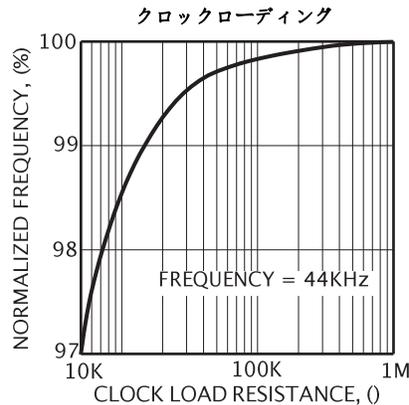
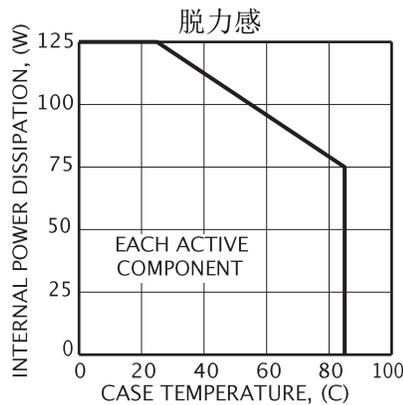
## スペック

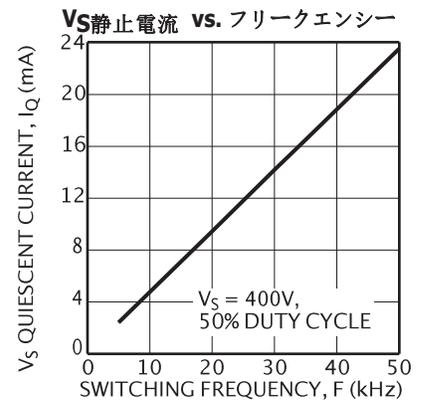
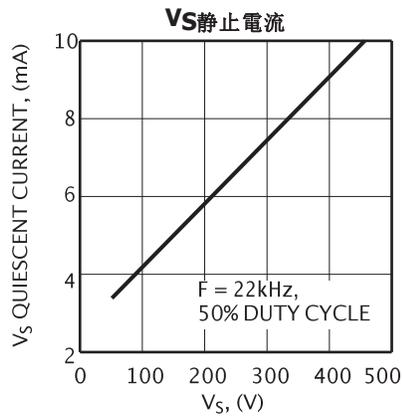
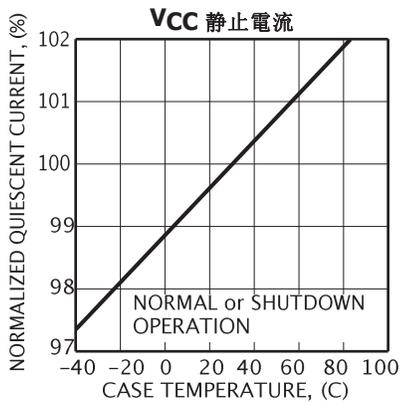
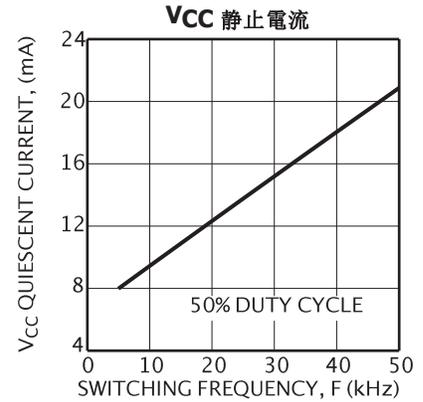
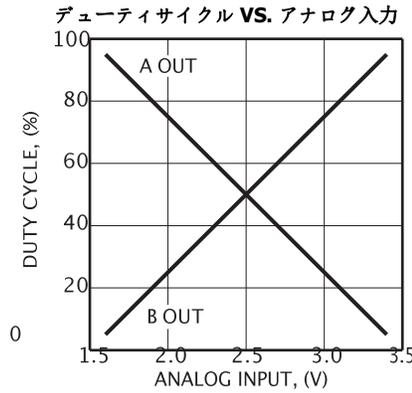
Parameter	Test Conditions (Note 1)	Min	Typ	Max	Units
<b>ERROR AMPLIFIER</b>					
OFFSET VOLTAGE	Full temperature range			9	mV
BIAS CURRENT, initial (Note 3)	Full temperature range			500	nA
OFFSET CURRENT, initial	Full temperature range			150	nA
COMMON MODE VOLTAGE RANGE, pos.	Full temperature range	0		4	V
SLEW RATE	Full temperature range		1		V/ $\mu$ s
OPEN LOOP GAIN	$R_L = 2K\Omega$		96		dB
UNITY GAIN BANDWIDTH			1		MHz
<b>CLOCK</b>					
LOW LEVEL OUTPUT VOLTAGE	Full temperature range			0.2	V
HIGH LEVEL OUTPUT VOLTAGE	Full temperature range	4.8			V
RISE TIME			7		nS
FALL TIME			7		nS
BIAS CURRENT, pin 22	Full temperature range			0.6	$\mu$ A
<b>5V REFERENCE OUTPUT</b>					
VOLTAGE		4.85		5.15	V
LOAD CURRENT				2	mA
<b>OUTPUT (Note 4)</b>					
$V_{CE(ON)}$ , each active IGBT	$I_{CE} = 15A$			2.25	V
CURRENT, continuous	$V_s = 400V, F = 22kHz$			20	A
CURRENT, peak	1mS, $V_s = 400V, F = 22kHz$			30	A
<b>FLYBACK DIODE</b>					
CONTINUOUS CURRENT			44	20	A
FORWARD VOLTAGE	$I_F = 15A$		200	1.5	V
REVERSE RECOVERY	$I_F = 15A$	0.2	0.7	150	nS

Parameter	Test Conditions (Note 1)	Min	Typ	Max	Units
<b>POWER SUPPLY</b>					
VOLTAGE, $V_S$		5	400	450	V
VOLTAGE, $V_{CC}$		14	15	16	V
CURRENT, $V_S$ , quiescent	22kHz switching		9	28	mA
CURRENT, $V_{CC}$ , quiescent	22kHz switching			18	mA
CURRENT, $V_{CC}$ , shutdown				10	mA
<b>THERMAL</b>					
RESISTANCE, DC, junction to case	Full temperature range			1	°C/W
RESISTANCE, junction to air	Full temperature range			14	°C/W
TEMPERATURE RANGE, case		-40		85	°C

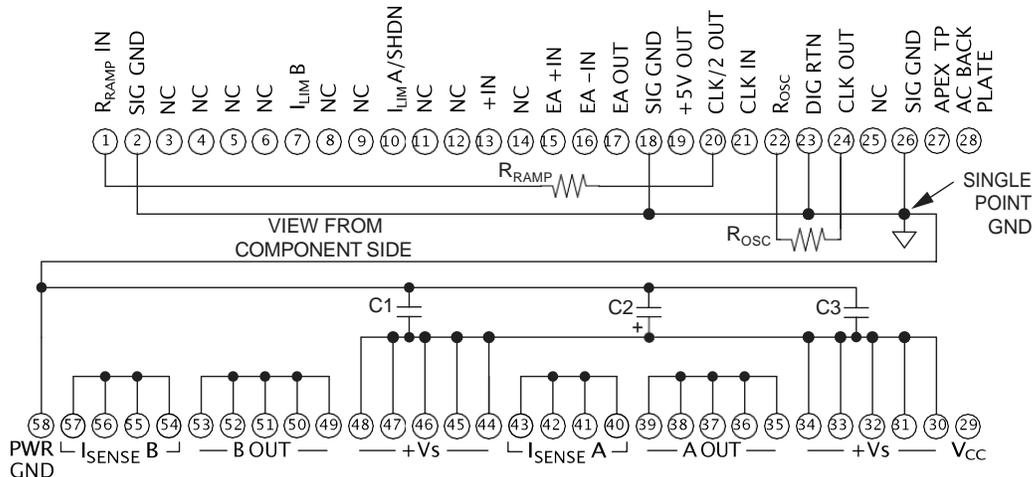
ノート:

- 特に断りのない限り  $TC=25^{\circ}C$ ,  $V_{CC} = 15V$ ,  $V_S = 400V$ ,  $F = 22kHz$ .
- 最高ジャンクション温度で長時間動作させると、製品寿命が短くなります。内部の高いMTBFを実現するために、内部の電力消費を抑える。
- 2つの出力トランジスタは、それぞれ125Wの電力を消費します。
- 最大限の仕様を保証しますが、テストは行いません。

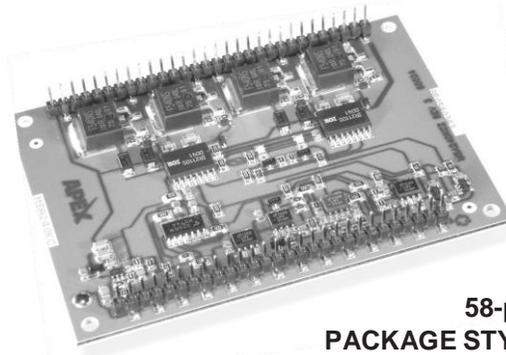




外部接続



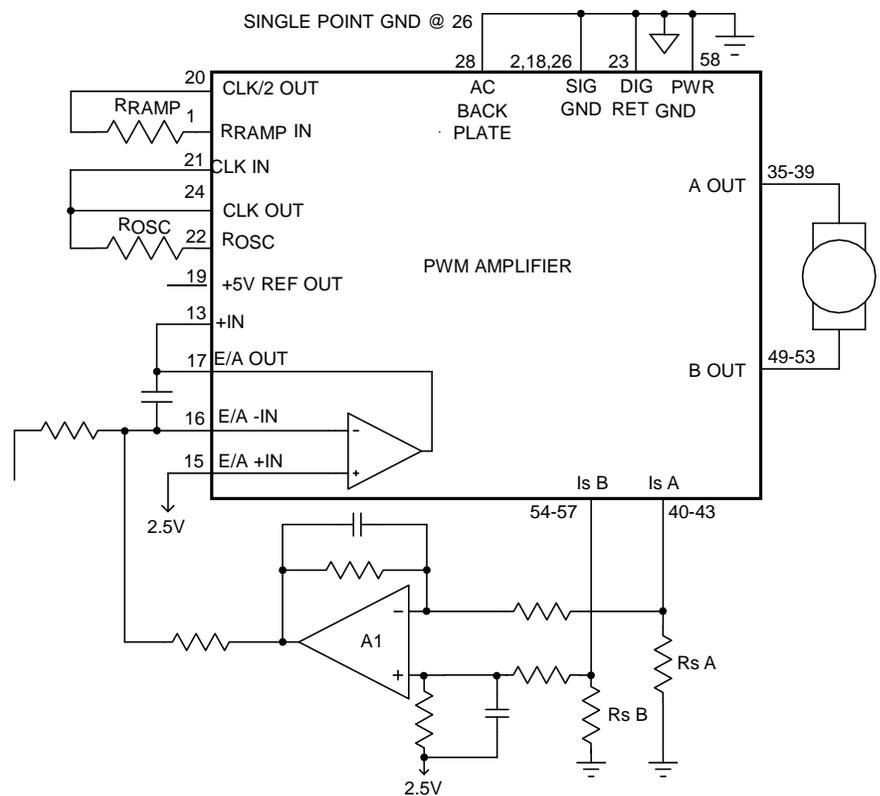
- NOTES: C2 IS ELECTROLYTIC  $\geq 10\mu F$  PER AMP OUTPUT CURRENT  
 C1,3 HIGH QUALITY CERAMIC  
 $\geq 1.0\mu F$  ALL +Vs MUST BE TIED TOGETHER  
 ALL SIG GND PINS MUST BE TIED TOGETHER  
 SINGLE POINT GROUND @ PIN 26



58-pin DIP  
PACKAGE STYLE KC

### 典型的なアプリケーション トルクモーターコントロール

MSA260は、いくつかの外付け部品を追加することで、モーターのトルクコントローラーとなります。MSA260では、各ローサイドIGBTドライバーのソース端子が、R AとR Bを介して電流検出用に取り出されます。A1は差動増幅器で、2つのハーフブリッジの電流差を増幅します。この信号は、電流信号と制御信号を混合する内部エラーアンプに供給されます。その結果、モーターのトルクを制御するMSA260への入力信号となります。



### ジェネラル

アプリケーションノート30「PWMの基礎」をお読みください。また、電源、ヒートシンク、実装、SOAの解釈、仕様の解釈などに関する有用な情報については、アプリケーションノート1「一般的な運用上の注意」を参照してください。安定性、内部電力損失、電流制限、ヒートシンクの選択、Apex Microtechnologyの完全なアプリケーションノートライブラリ、技術セミナーワークブック、評価キットなどの計算を自動化するのに役立つ設計ツールについては、[www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com) をご覧ください。

## OSCILLATOR

MSA260には、ユーザーが周波数をプログラムできる発振器が搭載されています。発振器は、アンプのスイッチング周波数を決定します。アンプのスイッチング周波数は、発振器の周波数の1/2です。アンプのスイッチング周波数を正しくプログラムするには、2つの抵抗値を選択する必要があります。1つの抵抗器、**R<sub>OSC</sub>**は発振器の周波数を設定します。もう1つの抵抗 (**R<sub>RAMP</sub>**) は、ランプ電圧の振幅を設定します。いずれの場合も、ランプ電圧は1.5V～3.5Vの間で変動します。と3.5Vの間で発振します。図1を参照してください。外部のオシレーターを使用する場合は、**R<sub>RAMP</sub>** の計算式を使用してください。

オシレーターをプログラムするために、**R<sub>OSC</sub>** は次のように与えられます:

$$R_{OSC} = (1.32 \times 10^8 / F) - 2680$$

ここで、**F**は希望するスイッチング周波数であり:

$$R_{RAMP} = 2 \times R_{OSC}$$

100ppmのドリフトを持つ1%の抵抗器 (RN55Cタイプの抵抗器など) を使用してください。最大スイッチング周波数は50kHzです

例:

望ましいスイッチング周波数が22kHzの場合、**R<sub>OSC</sub> = 3.32K**、**R<sub>RAMP</sub> = 6.64K**となります。最も近い標準的な1%の値を選びます。**R<sub>OSC</sub> = 3.32K**、**R<sub>RAMP</sub> = 6.65K**となりますまたは、選択した**R<sub>OSC</sub>**を2つ直列に並べて**R<sub>RAMP</sub>**に使用するだけです。

### シャットダウン

MSA260の出力段は、図2に示すように、10番ピンに印加されるシャットダウンコマンド電圧でオフにすることができます。シャットダウン信号は、電流制限信号とORされ、単純に上書きされます。シャットダウン信号がハイレベルである限り、出力はオフになります。

### 電流センシング

MSA260のローサイド・ドライブ・トランジスタは、各ハーフブリッジの電流を検知するために持ち出されます。各センスラインから**PWR GND** (ピン58) への抵抗が、電流センス電圧を発生させます。**R**と**C**は、時定数が選択したスイッチング周波数の10周期に等しくなるように選択します。内蔵の電流制限コンパレータは200mVでトリップします。したがって、電流制限は、各ハーフブリッジの **$I = 0.2 / R_{SENSE}$** で発生します。図2参照。正確なミリオームの電力抵抗が必要であり、データブックの「アクセサリベンダー」のセクションにいくつかの供給元が掲載されています。

### 電源のバイパス

電源端子+VSへのバイパスコンデンサは、局所的な寄生発振やオーバーシュートを防ぐために、物理的に端子の近くに接続する必要があります。全ての+VSは必ず接続してください。これらの端子の中間に、出力アンプ1台あたり10μF以上の電解コンデンサを配置してください。さらに、1.0μF以上のセラミックコンデンサを以上のセラミックコンデンサを配置してください。VCCは内部でバイパスされています。

### 接地と基板のレイアウト

スイッチングアンプは、ミリボルトレベルのアナログ信号と、立ち上がりの早い大振幅のスイッチング電圧・電流を組み合わせたものです。そのため、アースをとることが重要です。SIG GND (ピン26)で1点接地してください。シグナルグランドピン2と18をピン26のシングルポイントグランドに直接接続してください。デジタルリターンピン23も同様にピン26に直接接続してください。PWR GNDピン58もピン26に接続してください。AC BACKPLATEピン28もピン26の1点接地に接続してください。VCC電源のグランド端子もピン26に直接接続してください。ロードリターンからPWR GNDへの電流がアナログに流れないようにしてください。からPWR GNDへの電流がアナログ信号のグランドに流れないようにしてください。PCBレイアウトの電源部分が、PCB上の低レベルアナログ信号のトレースを通過しないようにしてください。PCBレイアウトの電源部分が、PCBの反対側にある低レベルアナログ信号のトレースを通過しないようにしてください。プリント基板を介した容量性カップリングは、スイッチング電圧をアナログ信号経路に注入する可能性があります。さらに、PCBレイアウトの電源側がアナログ信号側に近づかないようにしてください。速い立ち上がりの出力信号は、PCBの同じ側のトレース間の容量を介して結合する可能性があります。

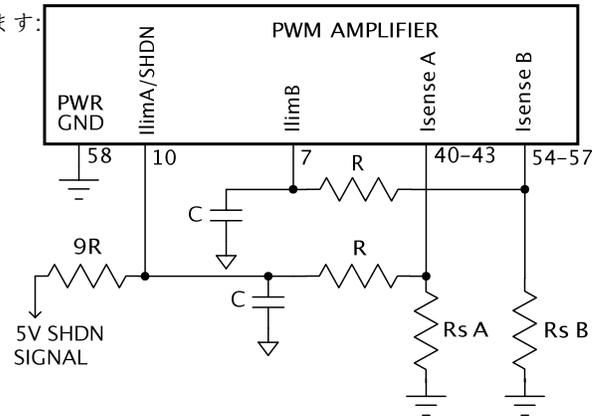


図1: 外部発振器の接続

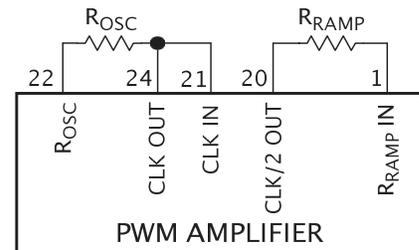


図2. シャットダウン機能付きカレントリミット

## 出力状態の判定

入力信号は+IN（13番ピン）に印加され、1.5～3.5ボルト、ゼロ～フルスケールで変化します。また、ランプも同じ範囲で変化します。ときに。

$$\text{Ramp} > +\text{IN } A_{\text{OUT}} > B_{\text{OUT}}$$

出力デューティサイクルの極端な値は、スイッチング周波数によって多少変化しますが、内部的には10kHzで約5%～95%、50kHzで約7%～93%に制限されています。

## 内部消費電力の計算

内部の電力損失の詳細な計算は複雑ですが、簡単な式で近似することができます。伝導損失は次のように与えられる:

$$W = I \cdot 2.5 + I^2 \cdot 0.095$$

ここで、I = 出力電流

スイッチングロスは次のように与えられます:

$$W = 0.00046 \cdot I \cdot V_{\text{supply}} \cdot F_{\text{switching}} \text{ (in kHz)}$$

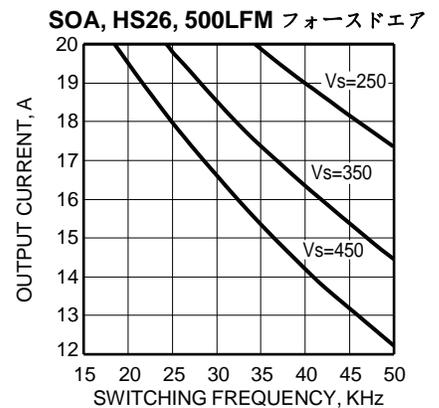
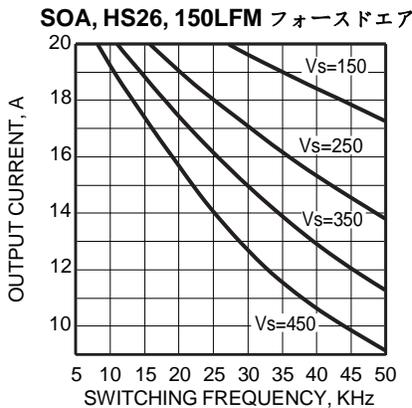
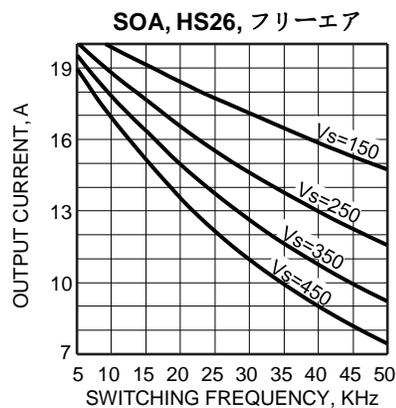
この2つの損失を合わせて総損失とします。リニアアンプの場合と同様に、ヒートシンクの定格とケースの温度を計算します。ジャンクション温度の計算では、損失の半分が2つのスイッチのそれぞれで消費されると仮定します:

$$T_j = T_a + W_{\text{total}} \cdot R_{\theta hs} + 1/2 W_{\text{total}} \cdot R_{\theta jc}, \text{ ここで:}$$

$R_{\theta hs}$  = ヒートシンク定格

$R_{\theta jc}$  = MSA260の接合部からケースまでの熱抵抗

以下のSOAの典型的な性能グラフは、MSA260をApex Microtechnology HS26にサーマルグリスでマウントした場合の性能を示しています。自由大気の場合は、ヒートシンクが垂直に設置され、周囲温度30℃で空気の流れを妨げるものがないと仮定しています。他の2つのグラフは、2つのレベルの強制空気による性能を示しています。風速はリニアフィート/分で示されていることに注意してください。ファンは立方体の吐出量で定格されているため、立方体の定格をこの空気が流れる正方形の面積で割ると、速度がわかります。ファンの吐出量は静圧によって変化するため、これらの計算は近似値であり、ヒートシンクの定格は放熱量によって変化するため、最終的なチェックとしてアンプのフットプリントの中心にあるヒートシンクの温度測定を行う必要はありません。



---

## **NEED TECHNICAL HELP? CONTACT APEX SUPPORT!**

For all Apex Microtechnology product questions and inquiries, call toll free 800-546-2739 in North America.

For inquiries via email, please contact [apex.support@apexanalog.com](mailto:apex.support@apexanalog.com).

International customers can also request support by contacting their local Apex Microtechnology Sales Representative.

To find the one nearest to you, go to [www.apexanalog.com](http://www.apexanalog.com)

---

### IMPORTANT NOTICE

Apex Microtechnology, Inc. has made every effort to insure the accuracy of the content contained in this document. However, the information is subject to change without notice and is provided "AS IS" without warranty of any kind (expressed or implied). Apex Microtechnology reserves the right to make changes without further notice to any specifications or products mentioned herein to improve reliability. This document is the property of Apex Microtechnology and by furnishing this information, Apex Microtechnology grants no license, expressed or implied under any patents, mask work rights, copyrights, trademarks, trade secrets or other intellectual property rights. Apex Microtechnology owns the copyrights associated with the information contained herein and gives consent for copies to be made of the information only for use within your organization with respect to Apex Microtechnology integrated circuits or other products of Apex Microtechnology. This consent does not extend to other copying such as copying for general distribution, advertising or promotional purposes, or for creating any work for resale.

APEX MICROTECHNOLOGY PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN PRODUCTS USED FOR LIFE SUPPORT, AUTOMOTIVE SAFETY, SECURITY DEVICES, OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS ARE UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER OR THE CUSTOMER'S RISK.

Apex Microtechnology, Apex and Apex Precision Power are trademarks of Apex Microtechnology, Inc. All other corporate names noted herein may be trademarks of their respective holders.