



## デュアル出力、4A、3MHz、2.7V~16V 降圧スイッチング・レギュレータ

MAX20808

### 概要

MAX20808/MAX20808T は全機能を内蔵したデュアル出力、高効率の降圧 DC-DC スwitchング・レギュレータです。このレギュレータは 2.7V~16V の入力電源で動作し、各出力を 0.5V~5.8V の範囲で安定化し、出力ごとに最大 4A の負荷電流を供給できます。MAX20808 の場合、2つの出力を並列に接続して、最大 8A の負荷電流を供給できる単一出力の 2 相レギュレータとしても使用できます。

デバイスのスイッチング周波数は 500kHz~3MHz の範囲で設定可能で、ソリューション・サイズと性能に関して設計を最適化できます。

MAX20808/MAX20808T は、内部補償された固定周波数の電流モード制御を利用しています。2つのスイッチング・レギュレータは 180° の位相差で動作します。MAX20808/MAX20808T では、動的な負荷過渡応答性能を改善する高度変調方式 (AMS) が選択可能です。軽負荷時の効率を改善する不連続電流モード (DCM) も選択できます。動作と機能の設定は、PGM\_ピンとグラウンドの間にピンストラップ抵抗を接続することにより選択できます。

MAX20808/MAX20808T は、内蔵の 1.8V 低ドロップアウト (LDO) 出力によってゲート・ドライブ ( $V_{CC}$ ) と内部回路 (AVDD) に電力を供給します。また、オプションの LDO 入力ピン (LDOIN) も備えており、2.5V~5.5V のバイアス入力電源に接続することで効率を最適化できます。

MAX20808/MAX20808T は、正負の過電流保護、出力過電圧保護、過熱保護などの複数の保護機能を備えており、堅牢な設計を実現できます。

MAX20808/MAX20808T は小型の FC2QFN パッケージ (3.5mm × 4.6mm) で提供され、-40°C~+125°C のジャンクション温度で動作します。MAX20808 のパッケージはオープン・トップ、MAX20808T のパッケージはクローズド・トップです。

### アプリケーション

- データ・センターの電源
- 通信機器
- ネットワーク機器
- サーバーおよびストレージ
- ポイントオブロード電圧レギュレータ

### 機能と利点

- 少ない部品数で高電力密度を実現
  - デュアル出力と 2 相動作を選択可能
  - バイアス生成用の LDO を内蔵した単電源動作
  - オプションの 2.5V~5.5V 外付けバイアスで高効率化
  - 小型 3.5mm × 4.6mm、21 ピン FC2QFN パッケージ
  - 内部補償
- 広い動作範囲
  - 入力電圧範囲: 2.7V~16V
  - 出力電圧範囲: 0.5V~5.8V
  - 設定可能なスイッチング周波数: 500kHz~3MHz
  - ジャンクション温度範囲: -40°C~+125°C
  - 3つのピンストラップ設定ピンで様々な構成を選択可能
  - 各出力に対し独立したイネーブルとパワー・グッド
- 性能と効率を最適化
  - 92.5%のピーク効率 ( $V_{DDH} = 12V$ 、 $V_{OUT} = 1.8V$ 、 $f_{SW} = 1MHz$ )
  - 180° の位相差のインターリーブ動作
  - 負荷過渡応答を改善する AMS を選択可能
  - 軽負荷時の効率を改善する DCM を選択可能
  - 2 相動作時のアクティブな電流バランス (MAX20808 のみ)

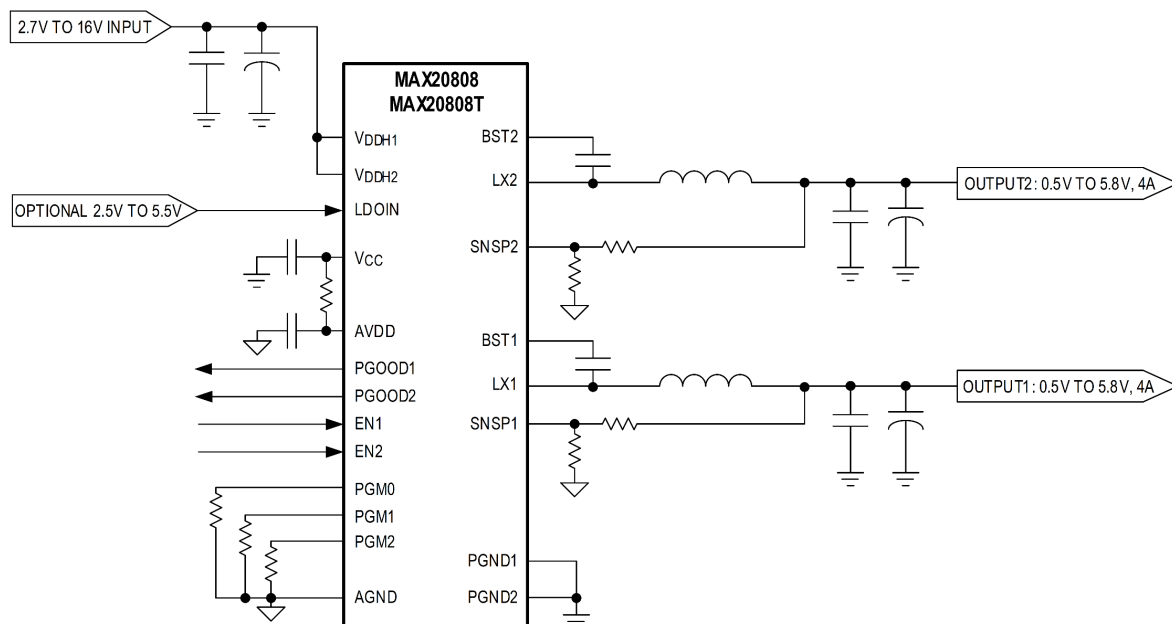
| DESCRIPTION                                         | CURRENT RATING* (DUAL-PHASE) (A) | INPUT VOLTAGE (V) | OUTPUT VOLTAGE (V) |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
| Electrical Rating                                   | 8                                | 2.7 to 16         | 0.5 to 5.8         |
| Thermal Rating<br>$T_A = +85^\circ C$ , no air flow | 8                                | 12                | 5.0                |
| Thermal Rating<br>$T_A = +55^\circ C$ , 200LFM      | 8                                | 12                | 5.0                |

\*最大  $T_J = +125^\circ C$ 。特定の動作条件については、標準動作特性のセクションにある安全動作領域 (SOA) 曲線を参照してください。

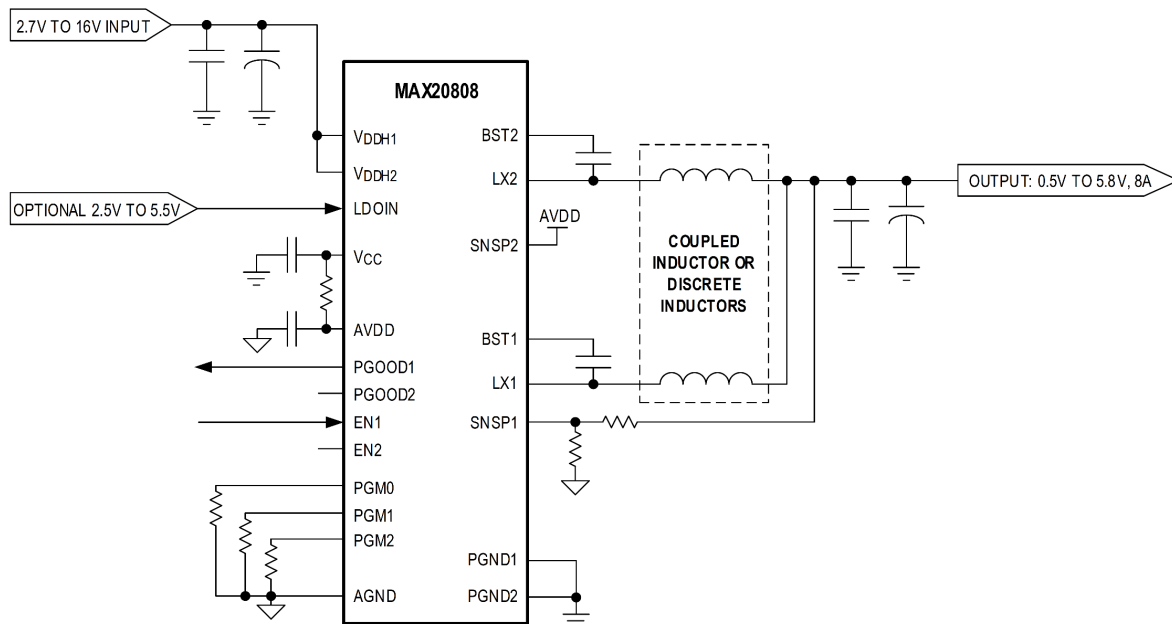
型番はデータシートの末尾に記載しています。

## 簡略アプリケーション回路

MAX20808/MAX20808T DUAL-OUTPUT APPLICATION CIRCUIT



MAX20808 SINGLE-OUTPUT, DUAL-PHASE APPLICATION CIRCUIT



## 絶対最大定格

|                                                     |              |
|-----------------------------------------------------|--------------|
| V <sub>DDH1</sub> 、V <sub>DDH2</sub> ~PGND (Note 1) | -0.3V~+19V   |
| LX1、LX2~PGND (DC)                                   | -0.3V~+19V   |
| LX1、LX2~PGND (AC) (Note 2)                          | -10V~+23V    |
| V <sub>DDH1</sub> ~LX1 (DC) (Note 1)                | -0.3V~+19V   |
| V <sub>DDH1</sub> ~LX1 (AC) (Note 2)                | -10V~+19V    |
| V <sub>DDH2</sub> ~LX2 (DC) (Note 1)                | -0.3V~+19V   |
| V <sub>DDH2</sub> ~LX2 (AC) (Note 2)                | -10V~+19V    |
| BST1、BST2~PGND (DC)                                 | -0.3V~+21.5V |
| BST1、BST2~PGND (AC) (Note 2)                        | -7V~+25.5V   |
| BST1~LX1                                            | -0.3V~+2.5V  |
| BST2~LX2                                            | -0.3V~+2.5V  |

|                             |                 |
|-----------------------------|-----------------|
| PGND~AGND                   | -0.3V~+0.3V     |
| V <sub>CC</sub> ~PGND       | -0.3V~+2.5V     |
| AVDD~AGND                   | -0.3V~+2.5V     |
| EN1、EN2~AGND                | -0.3V~+4V       |
| PGOOD1、PGOOD2~AGND          | -0.3V~+4V       |
| SNSP1、SNSP2~AGND            | -0.3V~AVDD+0.3V |
| LDOIN~AGND                  | -0.3V~+6V       |
| PGM0、PGM1、PGM2~AGND         | -0.3V~AVDD+0.3V |
| ピーク LX 電流                   | -12A~+19A       |
| ジャンクション温度 (T <sub>J</sub> ) | +150°C          |
| 保管温度範囲                      | -65°C~+150°C    |
| ピーク・リフロー温度 (鉛フリー)           | +260°C          |

**Note 1:** 高周波数 (HF) の入力コンデンサを V<sub>DDH</sub> ピンから 40mil 以内の距離に配置して、誘導性の電圧スパイクを絶対最大定格以内に抑える必要があります。

**Note 2:** AC の制限値は 25ns です。

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えるとデバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。これらの規定はストレス定格のみを定めたものであり、この仕様の動作セクションに記載する規定値以上でデバイスが正常に動作することを意味するものではありません。デバイスを長時間絶対最大定格状態に置くとデバイスの信頼性に影響を与えます。

## パッケージ情報

## 21 FC2QFN

| Part Number                                              | MAX20808 (Open Top)       | MAX20808T (Closed Top)    |
|----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Package Code                                             | F213A4F+1                 | F213A4F+2                 |
| Outline Number                                           | <a href="#">21-100394</a> | <a href="#">21-100513</a> |
| Land Pattern Number                                      | <a href="#">90-100134</a> | <a href="#">90-100184</a> |
| <b>Thermal Resistance</b>                                |                           |                           |
| Junction to Ambient (θ <sub>JA</sub> ) JEDEC             | 44.96°C/W                 | 43.9°C/W                  |
| Junction to Ambient (θ <sub>JA</sub> ) on MAX20808EVKIT# | 20°C/W                    | 20°C/W                    |
| Junction to Case (θ <sub>JC</sub> )                      | 0.51°C/W                  | 10.1°C/W                  |

最新のパッケージ外形図とランド・パターン（フットプリント）に関しては、[www.maximintegrated.com/packages](http://www.maximintegrated.com/packages) で確認してください。パッケージ・コードの「+」、「#」、「-」は RoHS 対応状況のみを示します。パッケージ図面は異なる末尾記号が示されている場合がありますが、図面は RoHS 状況に関わらず該当のパッケージについて図示しています。

パッケージの熱抵抗は、JEDEC 規格 JESD51-7 に記載の方法で 4 層基板を使用して求めたものです。パッケージの熱に対する考慮事項の詳細については、[www.maximintegrated.com/thermal-tutorial](http://www.maximintegrated.com/thermal-tutorial) を参照してください。

## 電気的特性

（標準アプリケーション回路を参照。特に指定のない限り、V<sub>DDH1</sub> = V<sub>DDH2</sub> = 12V、V<sub>LDOIN</sub> = 3.3V、T<sub>A</sub> = T<sub>J</sub> = -40°C~+125°C。仕様は T<sub>A</sub> = +32°C で製品テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。）

| PARAMETER                      | SYMBOL             | CONDITIONS                                        | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|--------------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|-----|-----|-----|-------|
| <b>INPUT SUPPLY</b>            |                    |                                                   |     |     |     |       |
| Input Voltage Range            | V <sub>DDH</sub>   |                                                   | 2.7 |     | 16  | V     |
| Input Supply Current           | I <sub>VDDH</sub>  | V <sub>LDOIN</sub> = 3.3V, EN <sub>-</sub> = AGND |     | 0.1 |     | mA    |
|                                |                    | V <sub>LDOIN</sub> = AVDD, EN <sub>-</sub> = AGND |     | 2.2 |     |       |
| Linear Regulator Input Voltage | V <sub>LDOIN</sub> |                                                   | 2.5 |     | 5.5 | V     |

(標準アプリケーション回路を参照。特に指定のない限り、 $V_{DDH1} = V_{DDH2} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で製品テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。)

| PARAMETER                                   | SYMBOL            | CONDITIONS                                           | MIN    | TYP   | MAX    | UNITS      |
|---------------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------|--------|-------|--------|------------|
| Linear Regulator Input Current              | $I_{LDOIN}$       | $V_{LDOIN} = 3.3V$ , $EN\_ = AGND$                   |        | 2.6   |        | mA         |
|                                             |                   | $V_{LDOIN} = 3.3V$ , $EN\_ = 1.8V$ , $f_{SW} = 1MHz$ |        | 22.1  |        |            |
| Internal LDO Regulated Output               | $V_{CC}$          |                                                      | 1.71   |       | 1.95   | V          |
| Linear Regulator Current Limit              |                   | $V_{LDOIN} = AVDD$                                   | 80     |       |        | mA         |
|                                             |                   | $V_{LDOIN} = 3.3V$                                   | 100    |       |        |            |
|                                             |                   | $V_{CC} < 1.6V$                                      |        | 20    |        |            |
| AVDD Undervoltage Lockout                   | $AVDD_{UVLO}$     | Rising                                               | 1.65   | 1.67  | 1.70   | V          |
| AVDD Undervoltage Lockout Hysteresis        |                   |                                                      |        | 55    |        | mV         |
| $V_{DDH\_}$ Undervoltage Lockout            | $V_{DDH\_UVLO}$   | Rising                                               | 2.4    | 2.5   | 2.6    | V          |
| $V_{DDH\_}$ Undervoltage Lockout Hysteresis |                   |                                                      |        | 100   |        | mV         |
| LDOIN Undervoltage Lockout                  | $V_{LDOIN\_UVLO}$ |                                                      | 2.2    | 2.3   | 2.4    | V          |
| LDOIN Undervoltage Lockout Hysteresis       | $V_{LDOIN\_UVLO}$ |                                                      |        | 100   |        | mV         |
| <b>OUTPUT VOLTAGE RANGE AND ACCURACY</b>    |                   |                                                      |        |       |        |            |
| Internal Reference Voltage                  |                   | MAX20808                                             | 0.4945 | 0.500 | 0.5055 | V          |
|                                             |                   | MAX20808T                                            | 0.496  | 0.500 | 0.504  |            |
|                                             |                   | $T_A = T_J = 0^{\circ}C$ to $+85^{\circ}C$           | 0.497  | 0.500 | 0.503  |            |
| Voltage Sense Leakage Current               | $I_{SNSP\_}$      | $T_A = T_J = +25^{\circ}C$                           |        |       | 1      | $\mu A$    |
| <b>SWITCHING FREQUENCY</b>                  |                   |                                                      |        |       |        |            |
| Switching Frequency                         | $f_{SW\_}$        |                                                      |        | 500   |        | kHz        |
|                                             |                   |                                                      |        | 750   |        |            |
|                                             |                   |                                                      |        | 1000  |        |            |
|                                             |                   |                                                      |        | 1500  |        |            |
|                                             |                   |                                                      |        | 2000  |        |            |
|                                             |                   |                                                      |        | 3000  |        |            |
| Switching Frequency Accuracy                |                   |                                                      | -10    |       | +10    | %          |
| Phase Shift Between Two Outputs/Phases      |                   | $f_{SW1} = f_{SW2}$                                  |        | 180   |        | $^{\circ}$ |
| Minimum Controllable On-Time                |                   | MAX20808, $I_{OUT} = 0A$ (Note 3)                    |        | 40    | 47     | ns         |
|                                             |                   | MAX20808T, $I_{OUT} = 0A$ (Note 3)                   |        | 32    | 40     |            |
|                                             |                   | MAX20808T, $I_{OUT} = 1A$ (Note 3)                   |        | 27    | 37     |            |
| Minimum Controllable Off-Time               |                   | $I_{OUT} = 0A$ (Note 3)                              |        | 100   | 110    | ns         |
| <b>ENABLE AND STARTUP</b>                   |                   |                                                      |        |       |        |            |
| Initialization Time                         | $t_{INIT}$        |                                                      |        | 800   |        | $\mu s$    |
| $EN\_$ Threshold                            |                   | Rising                                               | 0.9    |       |        | V          |

(標準アプリケーション回路を参照。特に指定のない限り、 $V_{DDH1} = V_{DDH2} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で製品テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。)

| PARAMETER                                                                | SYMBOL                   | CONDITIONS                           | MIN   | TYP  | MAX  | UNITS       |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------|------|------|-------------|
|                                                                          |                          | Falling                              |       |      | 0.6  |             |
| EN_ Filtering Delay                                                      | $t_{EN\_RISING\_DELAY}$  | Rising                               |       | 200  |      | $\mu s$     |
|                                                                          | $t_{EN\_FALLING\_DELAY}$ | Falling                              |       | 2    |      |             |
| Soft-Start Time                                                          | $t_{SS}$                 |                                      |       | 3    |      | ms          |
| <b>POWER-GOOD AND FAULT PROTECTIONS</b>                                  |                          |                                      |       |      |      |             |
| PGOOD_ Output Low                                                        |                          | $I_{PGOOD} = 4mA$                    |       |      | 0.4  | V           |
| Output Undervoltage (UV) Threshold                                       |                          |                                      | -16   | -13  | -10  | %           |
| Output UV Deglitch Delay                                                 |                          |                                      |       | 4    |      | $\mu s$     |
| Output Overvoltage Protection (OVP) Threshold                            |                          |                                      | 10    | 13   | 16   | %           |
| Output OVP Deglitch Delay                                                |                          |                                      |       | 2    |      | $\mu s$     |
| Positive Overcurrent Protection (POCP) Threshold                         | POCP                     | Inductor peak current, POCP = 5.3A   | 4.80  | 5.33 | 5.86 | A           |
|                                                                          |                          | Inductor peak current, POCP = 4A     | 3.58  | 4.00 | 4.50 |             |
| POCP Deglitch Delay                                                      |                          |                                      |       | 36   |      | ns          |
| Fast Positive Overcurrent Protection (FPOCP) Threshold                   | FPOCP                    |                                      | 12.5  | 14.5 | 16.5 | A           |
| Negative Overcurrent Protection (NOCP) Threshold to POCP Threshold Ratio | NOCP                     | With respect to POCP threshold (typ) |       | -83  |      | %           |
| NOCP Accuracy                                                            |                          |                                      | -20   |      | +20  | %           |
| BST UVLO Threshold                                                       | $V_{BST}$                | Rising                               | 1.47  | 1.57 | 1.62 | V           |
| BST UVLO Threshold Hysteresis                                            |                          |                                      |       | 60   |      | mV          |
| Overtemperature Protection (OTP) Rising Threshold                        | OTP                      |                                      |       | 155  |      | $^{\circ}C$ |
| OTP Accuracy                                                             |                          |                                      |       | 6    |      | %           |
| OTP Hysteresis                                                           |                          |                                      |       | 20   |      | $^{\circ}C$ |
| Hiccup Protection Time                                                   | $t_{HICCUP}$             |                                      |       | 20   |      | ms          |
| <b>DCM OPERATION MODE</b>                                                |                          |                                      |       |      |      |             |
| DCM Comparator Threshold to Enter DCM                                    |                          | POCP = 5.3A, inductor valley current |       | -300 |      | mA          |
|                                                                          |                          | POCP = 4A, inductor valley current   |       | -215 |      |             |
| DCM Comparator Threshold to Exit DCM                                     |                          | Inductor valley current              |       | 100  |      | mA          |
| <b>PROGRAMMING PINS</b>                                                  |                          |                                      |       |      |      |             |
| PGM_ Pin Resistor Range                                                  | $R_{PGM\_}$              |                                      | 0.095 |      | 115  | k $\Omega$  |

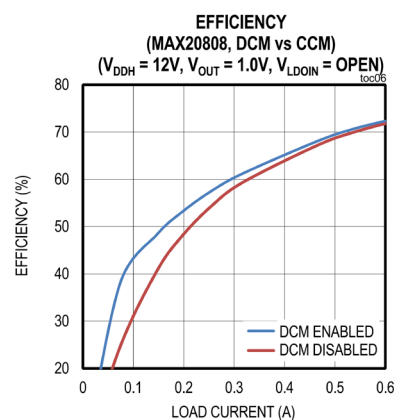
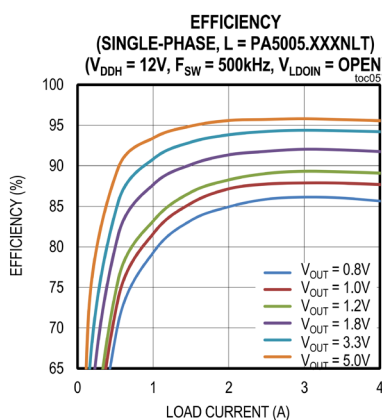
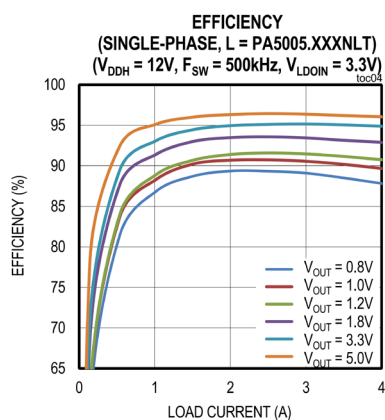
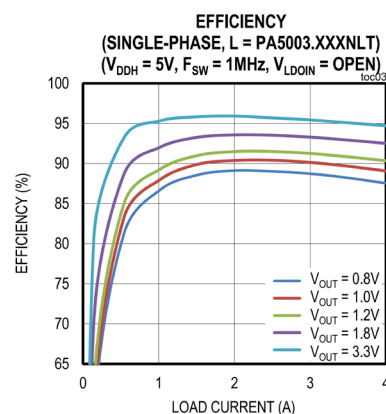
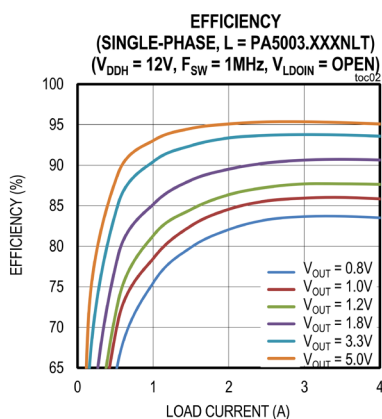
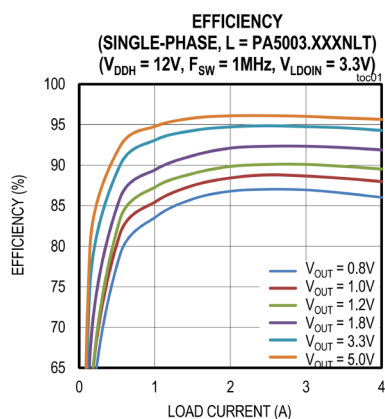
(標準アプリケーション回路を参照。特に指定のない限り、 $V_{DDH1} = V_{DDH2} = 12V$ 、 $V_{LDOIN} = 3.3V$ 、 $T_A = T_J = -40^{\circ}C \sim +125^{\circ}C$ 。仕様は  $T_A = +32^{\circ}C$  で製品テストされています。動作温度範囲内の制限値は、設計と特性評価によって確保されています。)

| PARAMETER              | SYMBOL | CONDITIONS | MIN | TYP | MAX | UNITS |
|------------------------|--------|------------|-----|-----|-----|-------|
| PGM_ Resistor Accuracy |        |            | -1  |     | +1  | %     |

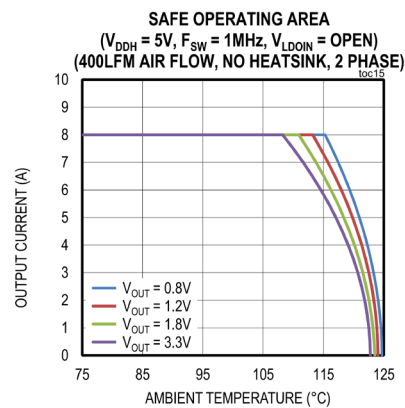
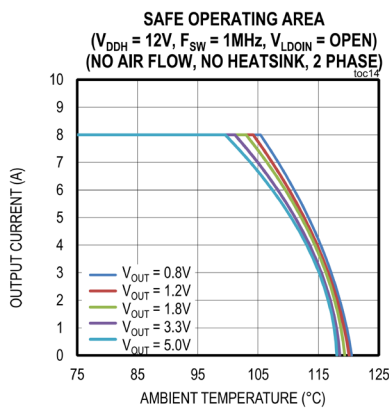
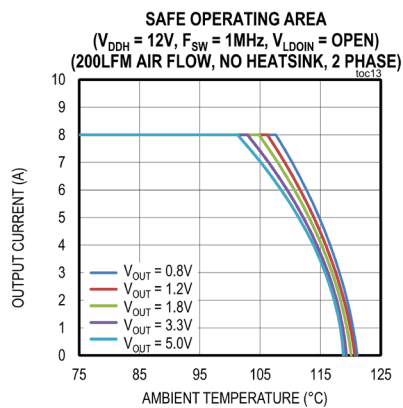
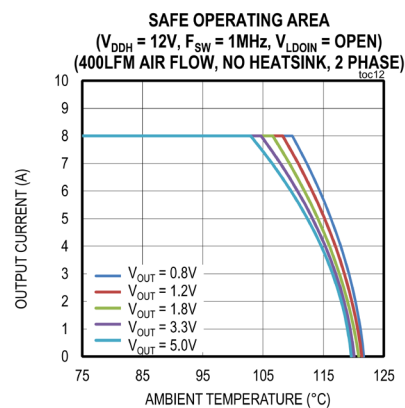
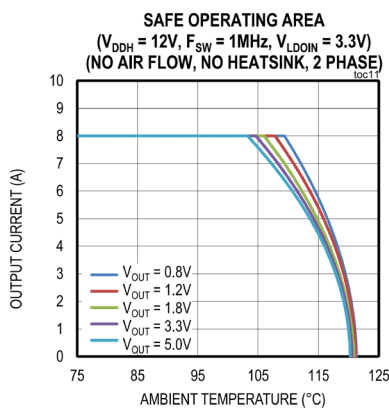
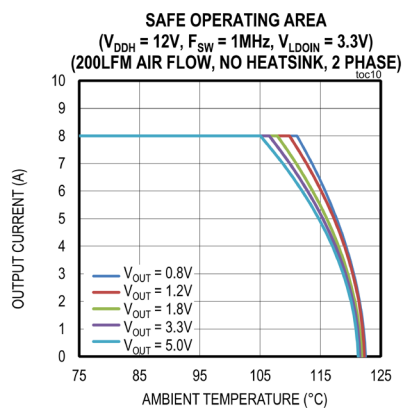
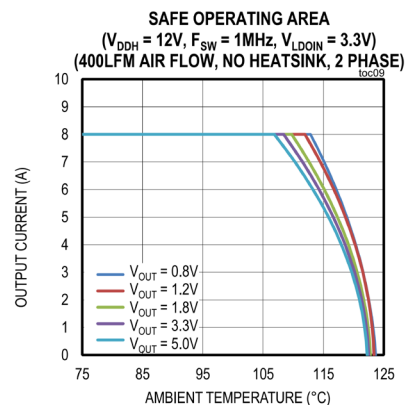
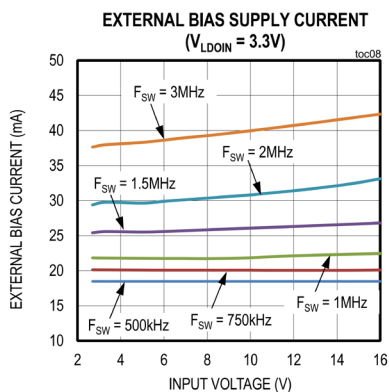
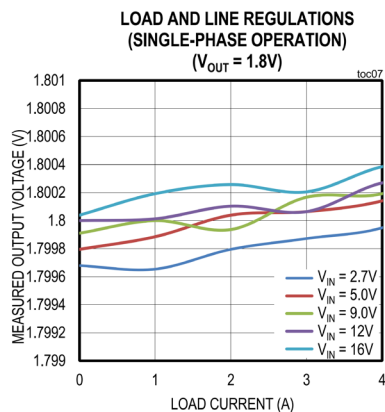
**Note 3:** 設計により性能を確保しています。

## 標準動作特性

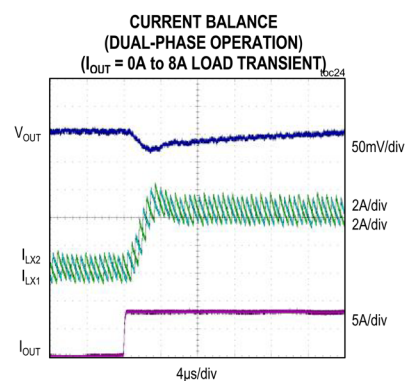
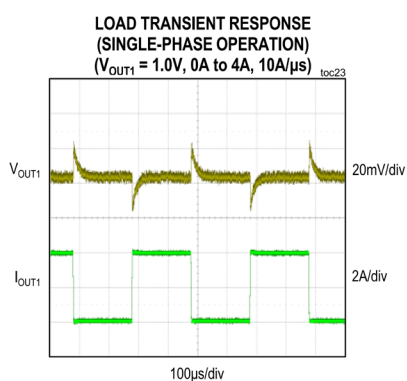
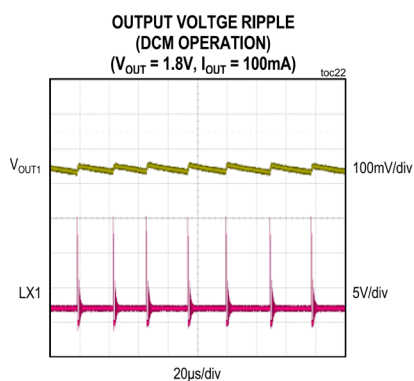
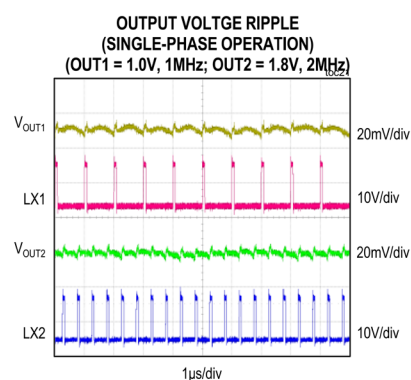
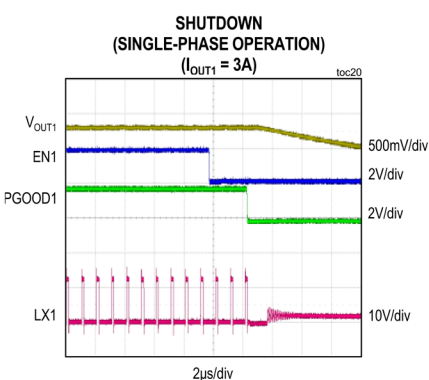
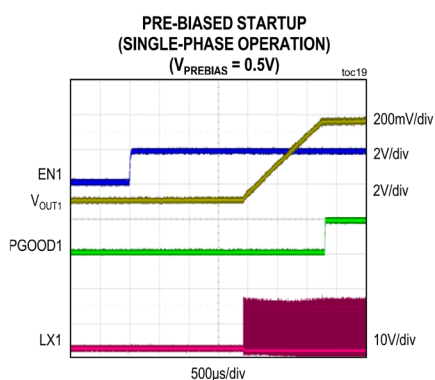
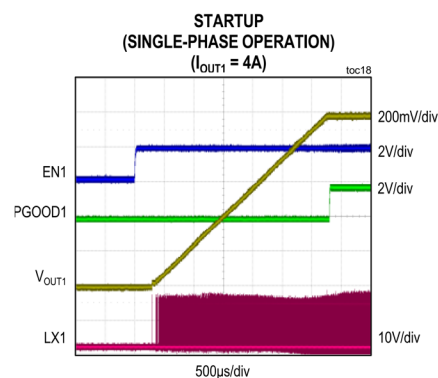
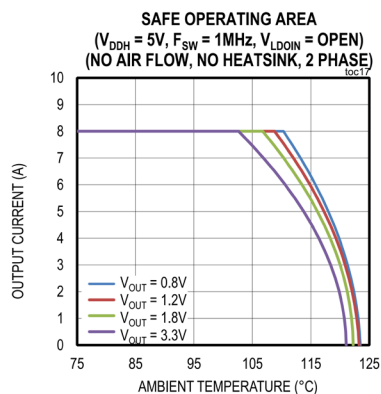
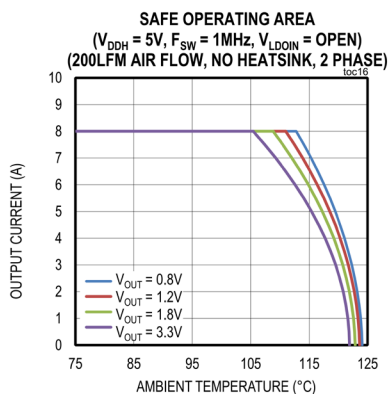
(特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、MAX20808EVKIT#でテスト、 $T_A = +25^{\circ}C$ 。)



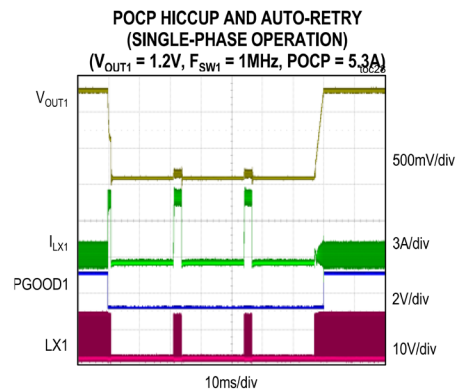
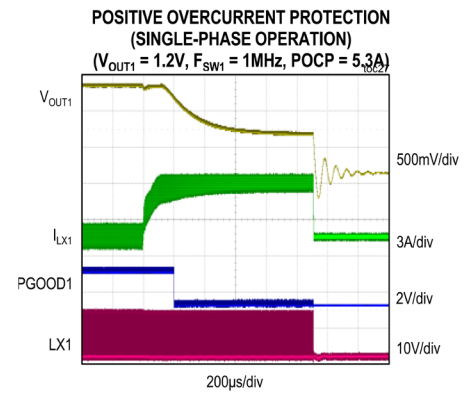
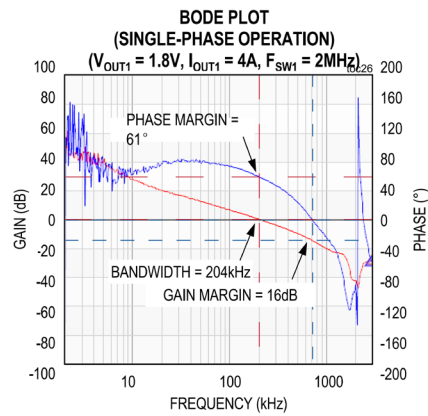
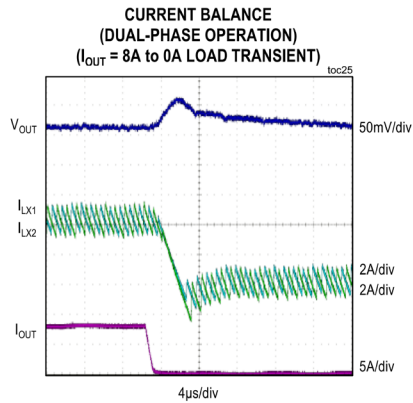
(特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、MAX20808EVKIT#でテスト、 $T_A = +25^{\circ}C$ 。)



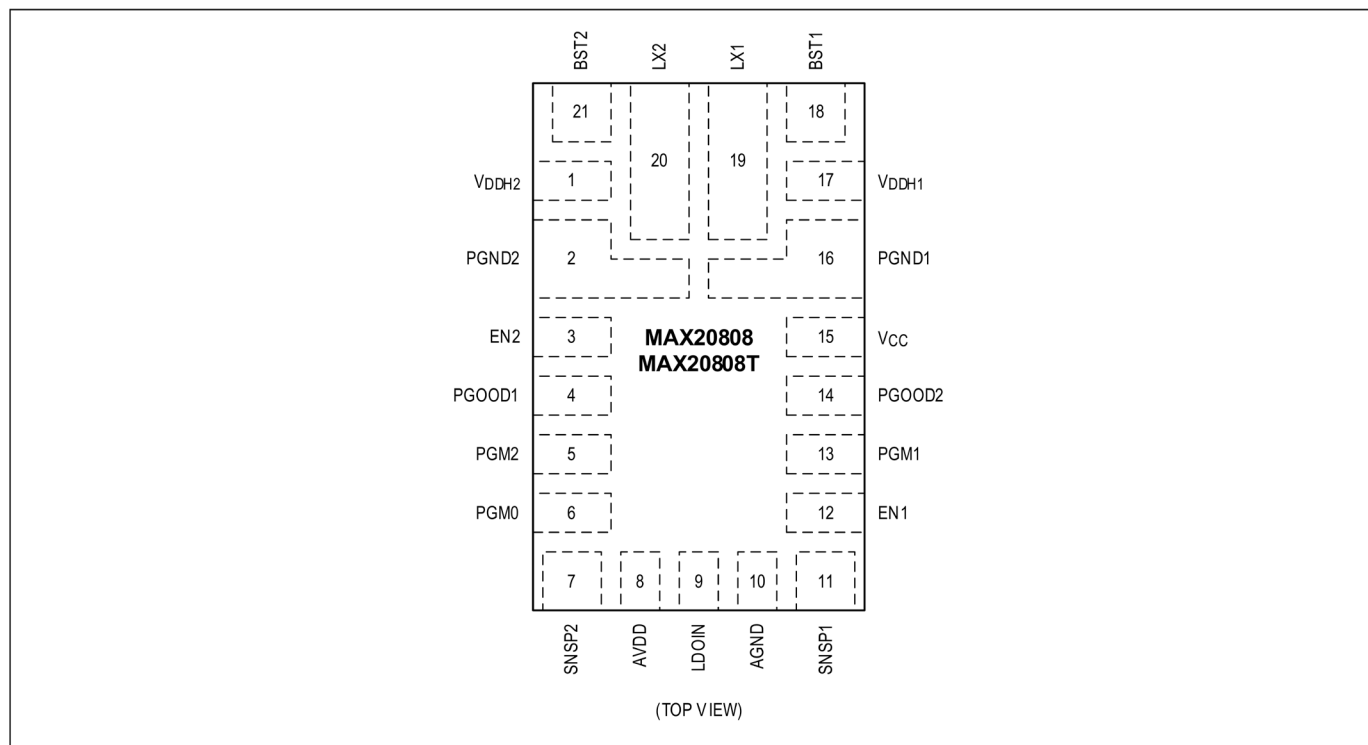
(特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、MAX20808EVKIT#でテスト、 $T_A = +25^{\circ}C$ 。)



(特に指定のない限り、 $V_{DDH} = 12V$ 、MAX20808EVKIT#でテスト、 $T_A = +25^{\circ}C$ 。)



## ピン配置

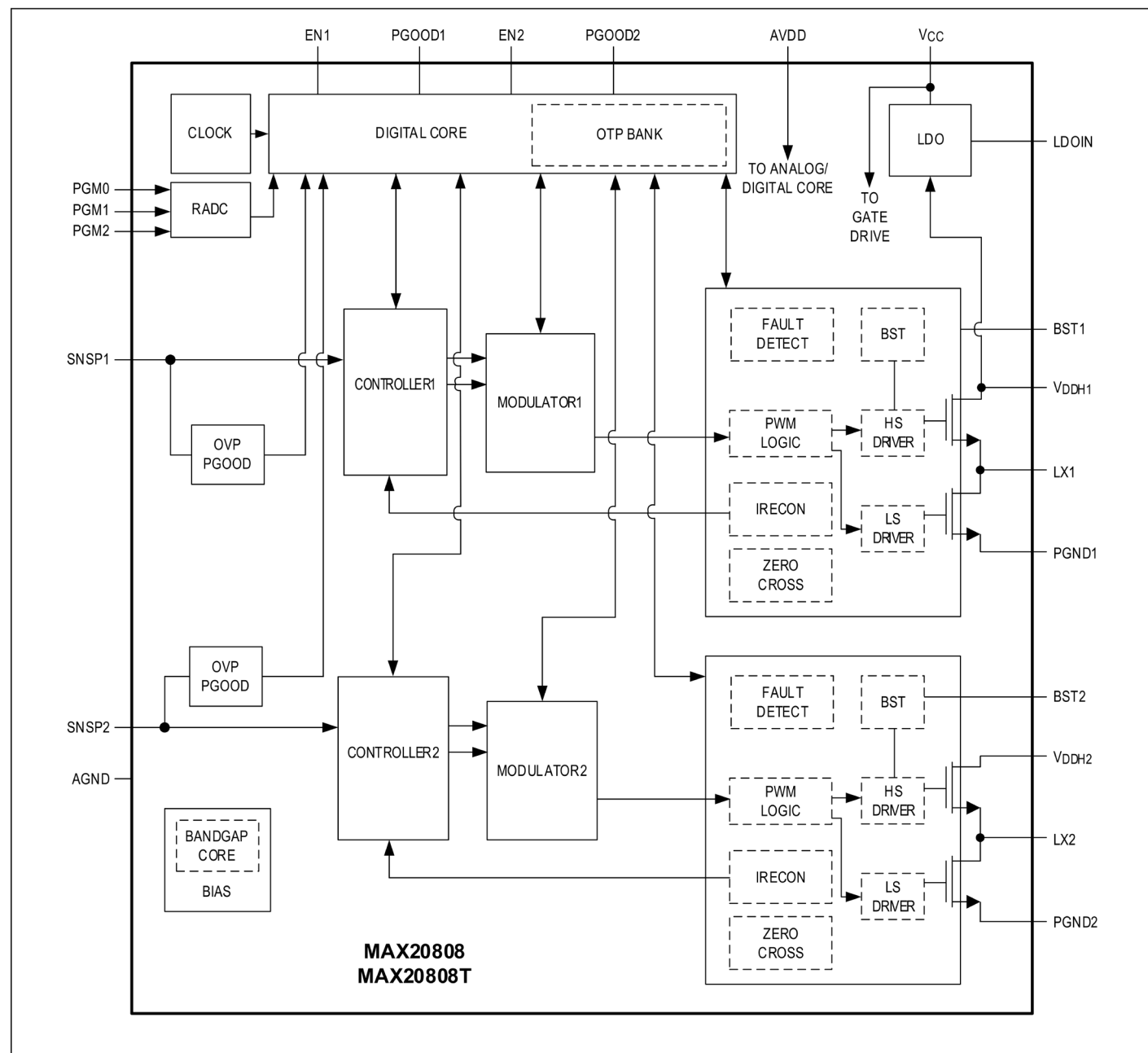


## 端子説明

| ピン | 名称                | 機能                                                                                                                                                       |
|----|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | V <sub>DDH2</sub> | 出力 2 のレギュレータ入力電源。V <sub>DDH1</sub> と V <sub>DDH2</sub> は PCB 上で相互に接続します。                                                                                 |
| 2  | PGND2             | 電源グランド。PGND1 と PGND2 は PCB 上で相互に接続します。                                                                                                                   |
| 3  | EN2               | 出力 2 の出力イネーブル。                                                                                                                                           |
| 4  | PGOOD1            | 出力 1 のオープン・ドレイン、パワー・グッド出力。                                                                                                                               |
| 5  | PGM2              | プログラム入力。プログラミング抵抗を介して、このピンをグランドに接続します。                                                                                                                   |
| 6  | PGM0              | プログラム入力。プログラミング抵抗を介して、このピンをグランドに接続します。                                                                                                                   |
| 7  | SNSP2             | 出力 2 の電圧検出帰還ピン。SNSP2 と V <sub>OUT2</sub> を負荷ポイントで接続します。出力と SNSP2 の間に抵抗分圧器を挿入すると、0.5V の固定リファレンス電圧を基準とした出力のレギュレーションができます。SNSP2 を AVDD に接続すると、2 相動作が選択されます。 |
| 8  | AVDD              | アナログ回路用の 1.8V 電源。AVDD と V <sub>CC</sub> の間に 2.2Ω~4.7Ω の抵抗を接続します。AVDD と AGND の間には 1μF 以上のセラミック・コンデンサを接続します。                                               |
| 9  | LDOIN             | オプションの 2.5V~5.5V LDO 入力電源。このピンは AVDD と GND のいずれかに接続するか、使用しない場合はフロート状態のままにします。                                                                            |
| 10 | AGND              | アナログ・グランド。                                                                                                                                               |
| 11 | SNSP1             | 出力 1 の電圧検出帰還ピン。SNSP1 と V <sub>OUT1</sub> を負荷ポイントで接続します。出力と SNSP1 の間に抵抗分圧器を挿入すると、0.5V の固定リファレンス電圧を基準とした出力のレギュレーションができます。                                  |
| 12 | EN1               | 出力 1 の出力イネーブル。                                                                                                                                           |
| 13 | PGM1              | プログラム入力。プログラミング抵抗を介して、このピンをグランドに接続します。                                                                                                                   |
| 14 | PGOOD2            | 出力 2 のオープン・ドレイン、パワーグッド出力。                                                                                                                                |
| 15 | V <sub>CC</sub>   | 内部 1.8V LDO 出力。V <sub>CC</sub> と PGND の間に 2.2μF 以上のセラミック・コンデンサを接続します。                                                                                    |

|    |                   |                                                                          |
|----|-------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 16 | PGND1             | 電源グランド。PGND1 と PGND2 は PCB 上で相互に接続します。                                   |
| 17 | V <sub>DDH1</sub> | 出力 1 のレギュレータ入力電源。V <sub>DDH1</sub> と V <sub>DDH2</sub> は PCB 上で相互に接続します。 |
| 18 | BST1              | 出力 1 のブートストラップ・ピン。BST1 と LX1 の間に 0.22μF のセラミック・コンデンサを接続します。              |
| 19 | LX1               | 出力 1 のスイッチ・ノード。LX1 は出力インダクタに直接接続します。                                     |
| 20 | LX2               | 出力 2 のスイッチ・ノード。LX2 は出力インダクタに直接接続します。                                     |
| 21 | BST2              | 出力 2 のブートストラップ・ピン。BST2 と LX2 の間に 0.22μF のセラミック・コンデンサを接続します。              |

## ブロック図



## 詳細説明

### デュアル出力と 2 相動作の選択

MAX20808/MAX20808T は、デフォルトでデュアル出力の降圧レギュレータとして構成されています。2つの出力用にそれぞれ独立の制御ループを備えており、ループのパラメータを独立に選択できます。

MAX20808 のみ、SNSP2 ピンを AVDD に接続することで単一出力の 2 相 8A コンバータとして構成することもできます。2 相動作の構成にした場合には、OUTPUT1 の制御ループのみが動作し、OUTPUT2 の制御ループはバイパスされます。2 相動作モードでは、EN1 ピンと PGOOD1 ピンを使用してデバイスのイネーブルとパワー・グッド状態の表示を行います。EN2 ピンと PGOOD2 ピンは接続する必要がありません。

### 制御アーキテクチャ

#### 固定周波数、ピーク電流モード制御ループ

MAX20808/MAX20808T の制御ループは、固定周波数のピーク電流モード制御アーキテクチャに基づいています。図 1 に、制御アーキテクチャの簡略図を示します。各ループには、エラー・アンプ段、内部電圧ループ補償回路、電流検出、内部スロープ補償、パルス幅変調 (PWM) モジュレータが含まれており、この PWM モジュレータが PWM 信号を生成してハイサイドおよびローサイド MOSFET を駆動します。デバイスは 0.5V の固定リファレンス電圧 ( $V_{REF}$ ) を備えています。 $V_{REF}$  と出力電圧検出値との差は、最初のエラー・アンプによって増幅されます。その出力電圧 ( $V_{ERR}$ ) を電圧ループ補償回路の入力として使用します。補償回路の出力 ( $V_{COMP}$ ) は、電流検出信号 ( $V_{ISENSE}$ ) およびスロープ補償 ( $V_{RAMP}$ ) と共に、PWM コンパレータに送られます。PWM コンパレータの出力は PWM モジュレータの入力になります。ハイサイド MOSFET は内部クロックに合わせてオンになります。AMS が有効の場合、そのクロックは、固定周波数クロックまたは位相シフト・クロックのいずれかになります。

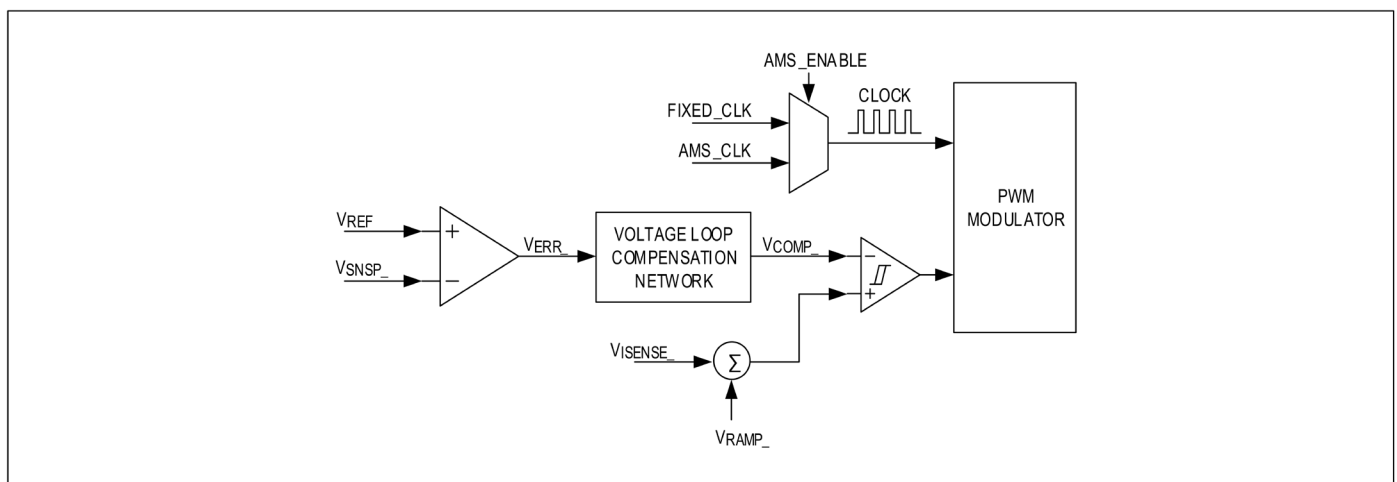


図 1. 簡略化した制御アーキテクチャ

### 高度変調方式

MAX20808/MAX20808T では、動的な負荷過渡応答の改善が可能な AMS を選択できます。AMS は、一般的な固定周波数 PWM 方式よりも大きな利点が得られます。AMS 機能を有効にすると、立上がりおよび立下りの両エッジでの変調が可能で、大きな負荷過渡応答時のスイッチングの反応が高速になります。図 2 に、AMS が有効な場合に、従来の立下りエッジ変調に加えて立上がりエッジ変調を行う方式を示します。この変調方式により、最小限の遅延でオン/オフの切り替えが可能になります。全インダクタ電流が非常に急速に増加するため、負荷要求が満たされ、出力コンデンサから引き出される電流は減少します。AMS が有効の場合、システムのクローズドループ帯域幅は、位相マージンを犠牲にせずに拡張できます。その結果、出力容量を最小限に抑えることができます。

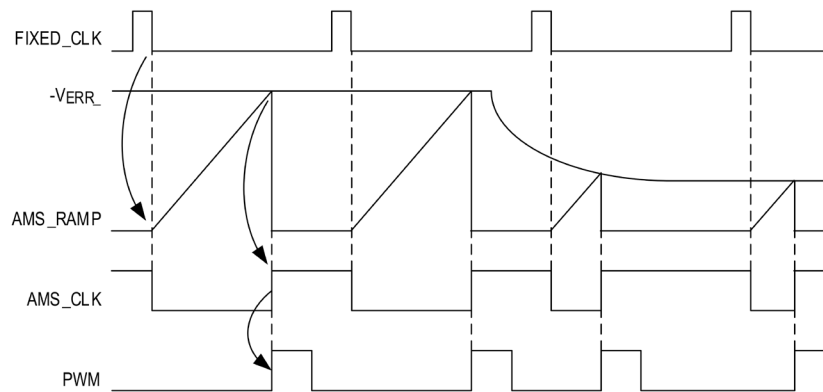


図 2. AMS の動作

### 不連続電流モード（DCM）動作

不連続電流モードの動作をイネーブルすると、軽負荷時の効率が改善されます。DCM で動作させるためには、必要とする  $V_{OUT}$  より  $V_{DDH}$  が 2V 以上高い必要があります。このデバイスは DCM 電流検出コンパレータを備えており、連続導通モード（CCM）での動作時にはインダクタの谷電流をモニタします。軽負荷時にインダクタの谷電流が 48 サイクル連続して DCM コンパレータのスレッシュホールドを下回ると、デバイスはシームレスに DCM 動作に移行します。DCM に移行すると、負荷の減少につれてスイッチング周波数が減少します。MAX20808/MAX20808T は、インダクタの谷電流が 100mA よりも高くなると、直ちに CCM 動作に戻ります。

### アクティブ電流バランス

MAX20808 は、2 相動作するように設定されている場合、両相の間の動的な電流分担あるいはバランスの改善のため、アクティブに電流バランスを取りながら動作します。この機能は、スイッチング周波数やその高調波に近い負荷ステップ周波数においても、負荷過渡応答時の電流バランスを維持します。アクティブ電流バランス回路は、相間の電流不均衡を最小化するように、各相の電流制御信号を調整します。

### 内蔵リニア・レギュレータ

MAX20808/MAX20808T は 1.8V リニア・レギュレータを内蔵しています。デフォルトでは、 $V_{CC}$  の 1.8V 電圧は  $V_{DDH1}$  ピンから供給されます。効率を改善するためには、 $LDOIN$  ピンに 2.5V~5.5V の外部バイアス入力電源を供給し、 $V_{CC}$  の 1.8V 電圧が  $LDOIN$  ピンによって変圧されるようにすることを推奨します。出力電圧が 2.5V~5.5V の範囲内である場合には、 $LDOIN$  ピンを出力電圧に接続することができます。オプションの  $LDOIN$  バイアス入力電源は、レギュレーション中いつでも印加や停止が可能で、レギュレーションに影響が及ぶことはありません。

$V_{CC}$  ピンの 1.8V 電圧は、両方の出力の MOSFET ドライバに電流を供給します。 $V_{CC}$  と  $PGND$  の間には 2.2 $\mu$ F 以上のデカップリング・コンデンサを接続してください。デバイス内部のアナログ回路に電力を供給するため、 $AVDD$  ピンにも 1.8V 電源が必要です。 $AVDD$  と  $V_{CC}$  の間には 2.2 $\Omega$ ~4.7 $\Omega$  の抵抗を接続してください。 $AVDD$  と  $AGND$  の間には、1 $\mu$ F 以上のデカップリング・コンデンサを接続してください。

### 起動およびシャットダウン

図 3 に、起動とシャットダウンのタイミングを示します。 $AVDD$  ピン電圧が  $UVLO$  の立上がりスレッシュホールドを超えると、デバイスは初期化手順を実行します。デュアル出力が 2 相動作かが検出されます。 $PGM_$  ピンの設定抵抗が読み込まれます。初期化が完了すると、デバイスは  $V_{DDH}$   $UVLO$  および  $EN_$  の状態を検出します。この両方が立上がりスレッシュホールドを上回っていれば、ソフトスタートが開始し、スイッチングがイネーブルされます。イネーブルされた出力の出力電圧が上昇し始めます。ソフトスタートのランプ昇降時間は 3ms です。フォルトが発生しなければ、ソフトスタートの上昇が完了した後、オープン・ドレインの  $PGOOD_$  ピンがロー保持状態から開放されます。このデバイスは、出力がブリバイアスされたスムーズな起動に対応しています。

動作中に、 $V_{DDH}$   $UVLO$  または  $EN_$  がそのスレッシュホールドを下回ると、スイッチングは直ちに停止します。 $PGOOD_$  ピンがローに駆動されます。出力電圧は負荷電流により放電されます。

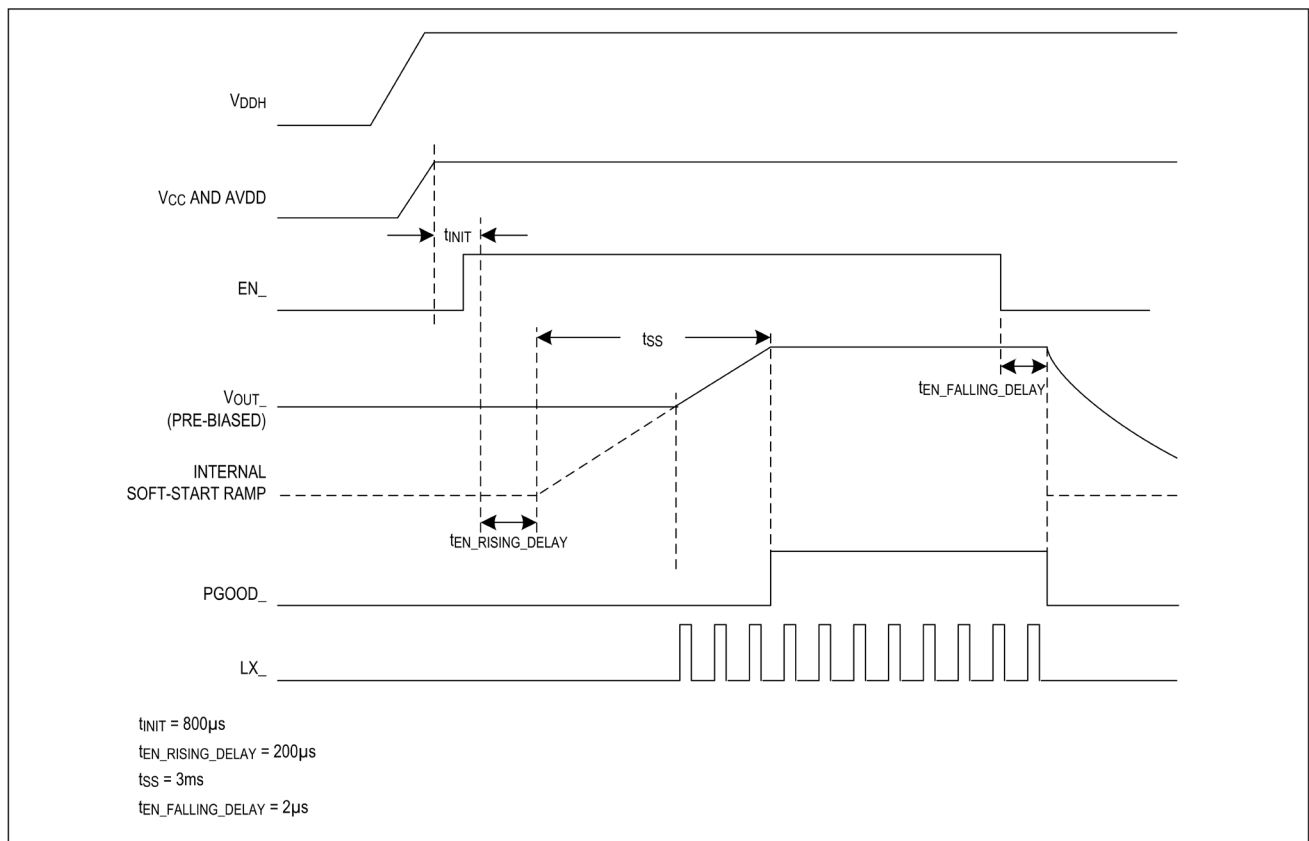


図 3. 起動とシャットダウンのタイミング

## フォルトの処理

### 入力低電圧ロックアウト ( $V_{DDH}$ UVLO)

MAX20808/MAX20808TはUVLO回路により内部で $V_{DDH}$ をモニタしています。入力電源電圧がUVLOスレッシュホールドを下回ると、スイッチングを停止しPGOOD\_ピンをローに駆動します。 $V_{DDH}$  UVLOステータスがクリアされると、デバイスは20msのヒカップ保護時間経過後に再起動します。起動シーケンスについては、[起動およびシャットダウン](#)のセクションを参照してください。

### 出力過電圧保護 (OVP)

ソフトスタート時の上昇が完了すると、過電圧状態に備えてSNSP\_の帰還電圧がモニタされます。帰還電圧がOVPデグリッチ・フィルタ遅延時間より長い間OVPスレッシュホールドを上回ると、デバイスはスイッチングを停止しPGOOD\_ピンをローに駆動します。OVPステータスがクリアされると、20msのヒカップ保護時間経過後に再起動します。デュアル出力動作に設定されている場合は、一方の出力のOVPが他方の出力の動作に影響を与えることはありません。

### 正の過電流保護 (POCP)

このデバイスのピーク電流モード制御アーキテクチャは、固有の電流制限および短絡保護の機能を備えています。インダクタ電流は、スイッチング中は常にモニタされます。インダクタのピーク電流はサイクル単位で制限されます。各スイッチング・サイクルにおいて、インダクタ電流検出値がPOCPスレッシュホールドを超えると、デバイスは、ハイサイドMOSFETをオフにし、ローサイドMOSFETをオンにして、インダクタ電流を出力電圧によって放電できるようにします。アップダウン・カウンタを使用して、スイッチング・サイクルごとのPOCPイベントの連続発生数を累積します。このカウンタが1024を超えると、デバイスはスイッチングを停止しPGOOD\_ピンをローに駆動します。20msのヒカップ保護時間が経過すると、再起動します。デュアル出力動作に設定されている場合は、一方の出力のPOCPが他方の出力の動作に影響を与えることはありません。

MAX20808にはPOCPスレッシュホールドが2つ(5.3Aと4A)あり、PGM1ピンとPGM2ピンによって出力ごとに選択できます([ピンストラップのプログラマビリティ](#)のセクションを参照)。POCPデグリッチ遅延があるため、アプリケーションのユース・ケースによっては、実際のPOCPスレッシュホールドを更に高く設定する必要があります([出力インダクタの選択](#)のセクションを参照)。

負の過電流保護（NOCP）

本デバイスには、インダクタの谷電流に対する負の過電流保護機能もあります。NOCP スレッシュホールドは POCP スレッシュホールドの-83%です。各スイッチング・サイクルにおいて、インダクタ電流検出値が NOCP スレッシュホールドを超えると、デバイスは、ローサイド MOSFET をオフにし、ハイサイド MOSFET を 180ns の固定時間、オンにして、入力電圧によってインダクタ電流を充電できるようにします。POCP と同様に、アップダウン・カウンタを用いて、NOCP イベントの連続発生回数を累積します。このカウンタが 1024 を超えると、デバイスはスイッチングを停止し PGOOD\_ピンをローに駆動します。20ms のヒカップ保護時間が経過すると、再起動します。デュアル出力動作に設定されている場合は、一方の出力の NOCP が他方の出力の動作に影響を与えることはありません。

過熱保護（OTP）

過熱保護のスレッシュホールドは+155°C で、ヒステリシスは 20°C です。動作中にジャンクション温度が OTP スレッシュホールドに達すると、デバイスはスイッチングを停止し PGOOD\_ピンをローに駆動します。OTP ステータスがクリアされると、デバイスは再起動します。

ピンストラップのプログラマビリティ

MAX20808/MAX20808T には 3 つの設定用ピン（PGM0、PGM1、PGM2）があり、一部の主要設定を設定できます。ピンストラップ抵抗を PGM\_ピンと AGND の間に接続します。その値は起動時の初期化中に読み取られます。PGM0 では、両方の出力に適用される共通設定（AMS、DCM、スイッチング周波数）を選択します。デュアル出力動作に設定されている場合、PGM1 で出力 1 についての POCP と内部補償パラメータを選択し、PGM2 で出力 2 についての POCP と内部補償パラメータを選択します。2 相動作に設定されている場合には、POCP と内部補償パラメータの設定は PGM1 のみで選択します。制御ループの性能を最適化するための補償パラメータの設定方法については、[内部補償の選択](#)のセクションを参照してください。

表 1. PGM0 の設定

| PGM0 CODES | R (Ω) | AMS     | DCM     | f <sub>sw1</sub> (kHz) | f <sub>sw2</sub> (kHz) |
|------------|-------|---------|---------|------------------------|------------------------|
| 0          | 95.3  | Disable | Disable | 500                    | 500                    |
| 1          | 200   |         |         | 500                    | 1000                   |
| 2          | 309   |         |         | 750                    | 750                    |
| 3          | 422   |         |         | 750                    | 1500                   |
| 4          | 536   |         |         | 1000                   | 500                    |
| 5          | 649   |         |         | 1000                   | 1000                   |
| 6          | 768   |         |         | 1000                   | 2000                   |
| 7          | 909   |         |         | 1500                   | 750                    |
| 8          | 1050  |         |         | 1500                   | 1500                   |
| 9          | 1210  |         |         | 2000                   | 1000                   |
| 10         | 1400  |         |         | 2000                   | 2000                   |
| 11         | 1620  | Enable  | Disable | 3000                   | 3000                   |
| 12         | 1870  |         |         | 500                    | 500                    |
| 13         | 2150  |         |         | 500                    | 1000                   |
| 14         | 2490  |         |         | 750                    | 750                    |
| 15         | 2870  |         |         | 750                    | 1500                   |
| 16         | 3740  |         |         | 1000                   | 500                    |
| 17         | 8060  |         |         | 1000                   | 1000                   |
| 18         | 12400 |         |         | 1000                   | 2000                   |
| 19         | 16900 |         |         | 1500                   | 750                    |
| 20         | 21500 |         |         | 1500                   | 1500                   |
| 21         | 26100 |         |         | 2000                   | 1000                   |
| 22         | 30900 |         |         | 2000                   | 2000                   |
| 23         | 36500 |         |         | 3000                   | 3000                   |
| 24         | 42200 |         | Enable  | 500                    | 500                    |
| 25         | 48700 |         |         | 500                    | 1000                   |
| 26         | 56200 |         |         | 750                    | 750                    |
| 27         | 64900 |         |         | 1000                   | 500                    |
| 28         | 75000 |         |         | 1000                   | 1000                   |

|    |        |  |  |      |      |
|----|--------|--|--|------|------|
| 29 | 86600  |  |  | 1500 | 1500 |
| 30 | 100000 |  |  | 2000 | 2000 |
| 31 | 115000 |  |  | 3000 | 3000 |

表 2. PGM1 による出力 1 もしくは 2 相動作時の設定

| PGM1<br>CODES | R <sub>PGM1</sub><br>(Ω) | POCP1<br>(A) | VOLTAGE<br>LOOP GAIN<br>MULTIPLIER 1 | SLOPE1<br>(μA) |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------|
| 0             | 95.3                     | 5.3          | 0.4                                  | 1.5            |
| 1             | 200                      |              |                                      | 2.6            |
| 2             | 309                      |              |                                      | 3.7            |
| 3             | 422                      |              |                                      | 6.0            |
| 4             | 536                      |              |                                      | 7.0            |
| 5             | 649                      |              |                                      | 8.0            |
| 6             | 768                      |              | 0.7                                  | 1.5            |
| 7             | 909                      |              |                                      | 2.6            |
| 8             | 1050                     |              |                                      | 3.7            |
| 9             | 1210                     |              |                                      | 6.0            |
| 10            | 1400                     |              |                                      | 7.0            |
| 11            | 1620                     |              |                                      | 8.0            |
| 12            | 1870                     |              | 1                                    | 1.5            |
| 13            | 2150                     |              |                                      | 2.6            |
| 14            | 2490                     |              |                                      | 3.7            |
| 15            | 2870                     |              |                                      | 6.0            |
| 16            | 3740                     |              |                                      | 7.0            |
| 17            | 8060                     |              |                                      | 8.0            |
| 18            | 12400                    |              | 1.5                                  | 1.5            |
| 19            | 16900                    |              |                                      | 2.6            |
| 20            | 21500                    |              |                                      | 3.7            |
| 21            | 26100                    |              |                                      | 6.0            |
| 22            | 30900                    |              |                                      | 7.0            |
| 23            | 36500                    | 4            | 0.4                                  | 1.5            |
| 24            | 42200                    |              |                                      | 2.6            |
| 25            | 48700                    |              |                                      | 7.0            |
| 26            | 56200                    |              | 0.7                                  | 1.5            |
| 27            | 64900                    |              |                                      | 2.6            |
| 28            | 75000                    |              |                                      | 7.0            |
| 29            | 86600                    |              | 1                                    | 1.5            |
| 30            | 100000                   |              |                                      | 2.6            |
| 31            | 115000                   |              |                                      | 7.0            |

表 3. PGM2 による出力 2 の設定

| PGM2<br>CODES | R <sub>PGM2</sub><br>(Ω) | POCP2<br>(A) | VOLTAGE<br>LOOP GAIN<br>MULTIPLIER 2 | SLOPE2<br>(μA) |
|---------------|--------------------------|--------------|--------------------------------------|----------------|
| 0             | 95.3                     | 5.3          | 0.4                                  | 1.5            |
| 1             | 200                      |              |                                      | 2.6            |
| 2             | 309                      |              |                                      | 3.7            |
| 3             | 422                      |              |                                      | 6.0            |
| 4             | 536                      |              |                                      | 7.0            |
| 5             | 649                      |              |                                      | 8.0            |
| 6             | 768                      |              | 0.7                                  | 1.5            |
| 7             | 909                      |              |                                      | 2.6            |
| 8             | 1050                     |              |                                      | 3.7            |
| 9             | 1210                     |              |                                      | 6.0            |
| 10            | 1400                     |              |                                      | 7.0            |
| 11            | 1620                     |              |                                      | 8.0            |
| 12            | 1870                     |              | 1                                    | 1.5            |
| 13            | 2150                     |              |                                      | 2.6            |
| 14            | 2490                     |              |                                      | 3.7            |
| 15            | 2870                     |              |                                      | 6.0            |
| 16            | 3740                     |              |                                      | 7.0            |
| 17            | 8060                     |              |                                      | 8.0            |
| 18            | 12400                    |              | 1.5                                  | 1.5            |
| 19            | 16900                    |              |                                      | 2.6            |
| 20            | 21500                    |              |                                      | 3.7            |
| 21            | 26100                    |              |                                      | 6.0            |
| 22            | 30900                    |              |                                      | 7.0            |
| 23            | 36500                    | 4            | 0.4                                  | 1.5            |
| 24            | 42200                    |              |                                      | 2.6            |
| 25            | 48700                    |              |                                      | 7.0            |
| 26            | 56200                    |              | 0.7                                  | 1.5            |
| 27            | 64900                    |              |                                      | 2.6            |
| 28            | 75000                    |              |                                      | 7.0            |
| 29            | 86600                    |              | 1                                    | 1.5            |
| 30            | 100000                   |              |                                      | 2.6            |
| 31            | 115000                   |              |                                      | 7.0            |

## リファレンス・デザインの手順

## 出力電圧の検出

MAX20808/MAX20808T は、0.5V のリファレンス電圧を内蔵しています。目的の出力電圧が 0.5V より高い場合、抵抗分圧器 R<sub>FB1</sub> および R<sub>FB2</sub> を用いて、出力電圧を検出する必要があります（[標準アプリケーション回路](#)を参照）。R<sub>FB2</sub> の値は 5kΩ 以下にすることを推奨します。抵抗分圧比は次の式で求められます。

$$V_{OUT} = V_{REF} \times \left(1 + \frac{R_{FB1}}{R_{FB2}}\right)$$

ここで、

V<sub>OUT</sub> = 出力電圧

V<sub>REF</sub> = 0.5V 固定リファレンス電圧

R<sub>FB1</sub> = 抵抗分圧器の上側

R<sub>FB2</sub> = 抵抗分圧器の下側

## スイッチング周波数の選択

MAX20808/MAX20808T では、スイッチング周波数を 500kHz~3MHz の広い範囲から選択できます。様々なアプリケーションに応じて、最適なスイッチング周波数を選択できます。ソリューション・サイズを優先するアプリケーションには、出力 LC フィルタの値とサイズを小さくできるように、より高いスイッチング周波数を推奨します。スイッチング損失の低減のため効率と放熱を優先するアプリケーションには、より低いスイッチング周波数を推奨します。周波数は、制御可能な最小のオン時間およびオフ時間の制限を破ることがないように選択します。推奨最大スイッチング周波数は、次の式で計算します。

$$f_{SWMAX} = MIN \left\{ \frac{V_{OUT}}{t_{ONMIN} \times V_{DDHMAX}}, \frac{V_{DDHMIN} - V_{OUT}}{t_{OFFMIN} \times V_{DDHMIN}} \right\}$$

ここで、

$f_{SWMAX}$  = 選択可能な最大スイッチング周波数

$V_{DDHMAX}$  = 最大入力電圧

$V_{DDHMIN}$  = 最小入力電圧

$t_{ONMIN}$  = 制御可能な最小オン時間

$t_{OFFMIN}$  = 制御可能な最小オフ時間

システム・ノイズの混入により、定常状態の動作であっても、LX の立上がりエッジと立下がりエッジには、ランダムなジッタ・ノイズが発生します。スイッチング周波数 ( $f_{sw}$ ) の選択は、このジッタを考慮し  $f_{SWMAX}$  より低くする必要があります。LX ジッタを改善するには、より小さいインダクタ値を用いて、電圧ループ・ゲインを低くし、ノイズ感度を最小限に抑えることを推奨します。

## 出力インダクタの選択

出力インダクタは、電圧レギュレータの全体的なサイズ、コスト、効率に大きな影響を及ぼします。インダクタは通常、システム内では比較的大きな部品の 1 つであるため、最小インダクタ値は、スペースに制約のあるアプリケーションでは特に重要です。インダクタ値を小さくすると、過渡応答も速くなり、過渡耐性の維持に必要な出力容量の値が減少します。

電流ループのノイズ耐性を改善するため、出力インダクタは通常、インダクタの電流リップルが最低 1A となるように選択します。インダクタ値は、次の式で計算します。

$$L = \frac{V_{OUT}(V_{DDH} - V_{OUT})}{V_{DDH} \times I_{RIPPLE} \times f_{SW}}$$

ここで、

$V_{DDH}$  = 入力電圧

$I_{RIPPLE}$  = インダクタ電流リップルのピーク to ピーク値

インダクタは、選択した POCP スレッシュホールドで最大負荷電流の供給能力が確保されるように選択することも必要です。MAX20808/MAX20808T には POCP スレッシュホールドが 2 つ (5.3A と 4A) あり、PGM1 ピンと PGM2 ピンで出力ごとに選択できます ([ピンストラップのプログラマビリティ](#)のセクションを参照)。POCP コンパレータのトリップからハイサイド MOSFET のオフまでのデグリッチ遅延のため、アプリケーションの個々のユース・ケースに対し、POCP スレッシュホールドの調整値はインダクタ値、入力電圧、出力電圧を考慮して、次式で計算できます。

$$POCP_{ADJUST} = POCP + \frac{(V_{DDH} - V_{OUT}) \times t_{POCP}}{L}$$

ここで、

$POCP_{ADJUST}$  = 調整済みの POCP スレッシュホールド

POCP = [電气的特性](#)の表で規定されている POCP レベル

$t_{POCP}$  = POCP デグリッチ遅延時間 (代表値 36ns)

通常動作時のピーク・インダクタ電流が、調整後の最小 POCP スレッシュホールドを超えていないことを確認する必要があります。

$$\frac{I_{OUTMAX}}{N} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} < POCP_{ADJUST(MIN)}$$

ここで、

N = 位相数

I<sub>OUTMAX</sub> = 最大負荷電流

POCP<sub>ADJUST(MIN)</sub> = 調整後の最小 POCP スレッシュホールド (POCP スレッシュホールドの最小値を用いて計算)。

表 4 に、使用に適したインダクタの製品番号の一部を示します。これらは、最適な性能を発揮することが MAX20808 評価用キットで確認されています。

表 4. 推奨インダクタ

| COMPANY | VALUE (μH) | ISAT (A) | R <sub>DC</sub> (mΩ) | FOOTPRINT (mm) | HEIGHT (mm) | PART NUMBER          |
|---------|------------|----------|----------------------|----------------|-------------|----------------------|
| TDK     | 0.22       | 9        | 8                    | 2.5 × 2.0      | 1.2         | TFM252012ALMAR22MTAA |
| TDK     | 0.33       | 8.4      | 10                   | 3.2 × 2.5      | 1.2         | TFM322512ALMAR33MTAA |
| Pulse   | 0.47       | 26       | 3.75                 | 5.5 × 5.3      | 2.9         | PA5003.471NLT        |
| Pulse   | 0.56       | 22.2     | 4.05                 | 5.5 × 5.3      | 2.9         | PA5003.561NLT        |
| Pulse   | 1.0        | 16.5     | 6.9                  | 5.5 × 5.3      | 2.9         | PA5003.102NLT        |
| Pulse   | 2.2        | 10       | 13.2                 | 5.5 × 5.3      | 2.9         | PA5003.222NLT        |

## 出力コンデンサの選択

必要な総出力容量を決めるための重要な条件の 1 つが、出力電圧リップルです。出力電圧リップル要件を満たすには、最小出力容量が次の式を満たす必要があります。

$$C_{OUT} \geq \frac{I_{RIPPLE}}{8 \times N \times f_{SW} \times (V_{OUTRIPPLE} - ESR \times I_{RIPPLE})}$$

ここで、

V<sub>OUTRIPPLE</sub> = 最大許容出力電圧リップル

ESR = 出力コンデンサの ESR

必要な出力容量を決めるためのもう 1 つの重要な条件は、負荷過渡応答における出力電圧オーバーシュートおよびアンダーシュートの最大許容値です。所定の増加または減少の電流ステップに対し、最小限必要な出力容量は次の式も満たす必要があります。

$$C_{OUT} \geq \max \left\{ \frac{\left( \frac{\Delta I}{N} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right)^2 \times L \times N}{2 \times \Delta V_{OUT} \times (V_{DDH} - V_{OUT})}, \frac{\left( \frac{\Delta I}{N} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right)^2 \times L \times N}{2 \times \Delta V_{OUT} \times V_{OUT}} \right\}$$

ここで、

C<sub>OUT</sub> = 出力容量

ΔI = 増加または減少の電流ステップ

ΔV<sub>OUT</sub> = 最大許容出力電圧アンダーシュートまたはオーバーシュート

## 入力コンデンサの選択

入力容量の選択は、入力電圧リップルの条件によって決まります。MAX20808/MAX20808T の V<sub>DDH1</sub> および V<sub>DDH2</sub> ピンは PCB 上で相互に接続します。デュアル出力動作に設定されている場合、入力容量は 2 つの出力の間で共有されます。最小限必要な入力容量は、次の式で算出します。

$$C_{IN} \geq \max \left\{ \frac{I_{OUT1(MAX)} \times V_{OUT1}}{f_{SW1} \times V_{DDH} \times V_{INPP}}, \frac{I_{OUT2(MAX)} \times V_{OUT2}}{f_{SW2} \times V_{DDH} \times V_{INPP}} \right\}$$

ここで、

C<sub>IN</sub> = 入力容量

I<sub>OUT(MAX)</sub> = OUTPUT\_ の最大出力電流

V<sub>OUT\_</sub> = OUTPUT\_ の出力電圧

f<sub>SW\_</sub> = OUTPUT\_ のスイッチング周波数

V<sub>INPP</sub> = ピーク to ピーク入力電圧リップル

2 相動作に設定されている場合、最小限必要な入力容量は次式で算出します。

$$C_{IN} \geq \frac{I_{OUT(MAX)} \times V_{OUT}}{2 \times f_{SW} \times V_{DDH} \times V_{INPP}}$$

最小限必要な入力容量の他に、V<sub>DDH\_</sub> ピンの近くに 0.1μF と 1μF の高周波デカップリング・コンデンサを配置して、高周波スイッチング・ノイズを抑制することを推奨します。

内部補償の選択

電圧ループ・ゲイン

安定性を確保するために、電圧ループの帯域幅（BW）はスイッチング周波数の 1/5 より低くすることを推奨します。多層セラミック・チップ（MLCC）の出力コンデンサを使用するケースを考えます。このコンデンサは、対象とする周波数範囲内ではほぼ理想的なインピーダンス特性をもち、等価直列抵抗（ESR）と等価（実効）直列インダクタンス（ESL）は無視できるレベルであるとしします。電圧ループ BW は、次の式で算出することができます。

$$BW = \frac{N \times \frac{R_{FB2}}{R_{FB2} + R_{FB1}} \times \frac{R_{VGA}}{10k\Omega}}{2\pi \times 20m\Omega \times C_{OUT}}$$

ここで、

R<sub>VGA</sub> = 電圧ループ・ゲイン抵抗。この値は PGM\_ ピンの抵抗によって選択されるスイッチング周波数および電圧ループ・ゲイン倍率により決まります（表 5 を参照）。

表 5. 電圧ループ・ゲイン抵抗

| SWITCHING<br>FREQUENCY (kHz) | VOLTAGE<br>LOOP GAIN<br>MULTIPLIER | R <sub>VGA</sub><br>(kΩ) |
|------------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| 500                          | 0.4                                | 15.6                     |
|                              | 0.7                                | 27                       |
|                              | 1                                  | 37                       |
|                              | 1.5                                | 52.2                     |
| 750                          | 0.4                                | 22                       |
|                              | 0.7                                | 31                       |
|                              | 1                                  | 44.5                     |
|                              | 1.5                                | 62.3                     |
| 1000                         | 0.4                                | 22                       |
|                              | 0.7                                | 37                       |
|                              | 1                                  | 52.2                     |
|                              | 1.5                                | 74.5                     |
| 1500                         | 0.4                                | 27                       |
|                              | 0.7                                | 44.5                     |
|                              | 1                                  | 62.3                     |
|                              | 1.5                                | 104.4                    |

|              |     |       |
|--------------|-----|-------|
| 2000 or 3000 | 0.4 | 31    |
|              | 0.7 | 52.2  |
|              | 1   | 74.5  |
|              | 1.5 | 104.4 |

### スロープ補償

スロープ補償は、デューティサイクルが 50% よりも高いときに電流ループの安定性を確保するために適用されます。デューティサイクルが 50% より低いアプリケーションに対しても、電流ループのノイズ耐性を改善するためにスロープ補償を適用することを推奨します。スロープ補償の最小値と最大値は次の式で計算されます。

$$\frac{V_{OUT}}{L} \times C_{SLOPE} \times \frac{1.6\Omega}{25} \leq SLOPE \leq \frac{V_{IN} \times f_{SW} \times C_{SLOPE}}{V_{OUT}} \left[ 800mV - \left( \frac{I_{OUTMAX}}{N} + \frac{I_{RIPPLE}}{2} \right) \times \frac{1.6\Omega}{25} \right]$$

ここで、

$$C_{SLOPE} = 5pF$$

MAX20808/MAX20808T のスロープ補償オプションは、PGM1 ピンと PGM2 ピンに接続する抵抗値によって選択できます。デューティサイクルのジッタ低減と安定性向上のため、スロープ値を高くすることを推奨します。

### PCB レイアウト時のガイドライン

- 電気的および熱的な理由から、PCB の上面から 2 番目および下面から 2 番目のレイヤを電源グラウンド (PGND) プレーン用に確保してください。
- 入力デカップリング・コンデンサは、IC にできるだけ接近させ、V<sub>DDH</sub> ピンから 40mil 以内になるよう配置します。
- V<sub>CC</sub> デカップリング・コンデンサは、PGND に接続し、V<sub>CC</sub> ピンにできるだけ近くに配置します。
- すべてのアナログ制御信号グラウンドの接続には、アナログ・グラウンドの銅ポリゴンまたはアイランドを使用してください。この「静かな」アナログ・グラウンドの銅ポリゴンまたはアイランドは、AGND ピンの近くで単一の接続部を介して PGND に接続してください。アナログ・グラウンドはシールドや制御信号 (PGM<sub>-</sub>や SNSP<sub>-</sub>) のグラウンド・リファレンスとしても使用できます。
- AVDD デカップリング・コンデンサは AGND に接続し、AVDD ピンにできるだけ近づけて配置します。
- 昇圧コンデンサは LX<sub>-</sub> ピンと BST<sub>-</sub> ピンにできるだけ近づけて、IC と同じ PCB 面に配置してください。
- 帰還抵抗分圧器とオプションの外部補償回路は、ノイズの混入を最小限に抑えるため、IC の近くに配置してください。
- 電圧検出ラインはグラウンド・プレーンでシールドし、スイッチング・ノードおよびインダクタから離して配置します。
- 大電流を流す経路のすべて、および放熱のために、複数のビアの使用を推奨します。
- 入力コンデンサと出力インダクタは、IC の近くに配置し、部品までのパターンはできるだけ短く幅広くして、寄生インダクタンスと抵抗を最小限に抑える必要があります。

### 代表的なリファレンス・デザイン

リファレンス回路図の例については、[標準アプリケーション回路](#)を参照してください。表 6 に、一般的な出力電圧に対応したリファレンス・デザインの例を示します。

表 6. リファレンス・デザインの例

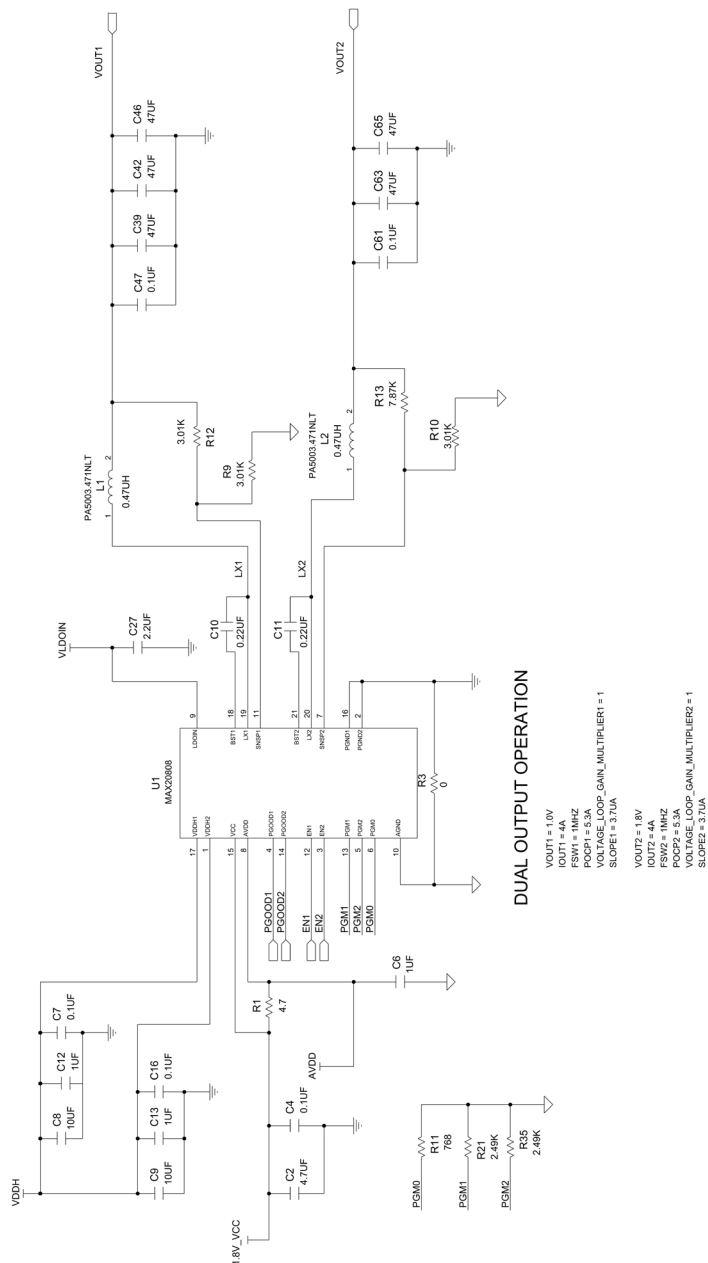
| V <sub>OUT</sub><br>(V) | I <sub>OUT</sub> (A)<br>(PER<br>PHASE) | f <sub>SW</sub><br>(kHz) | R <sub>FB1</sub><br>(kΩ) | R <sub>FB2</sub><br>(kΩ) | PGM0<br>(kΩ) | PGM1<br>OR<br>PGM2<br>(kΩ) | L<br>(μH) | C <sub>IN</sub> (PER EACH<br>V <sub>DDH</sub> PIN) | C <sub>OUT</sub> |
|-------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|----------------------------|-----------|----------------------------------------------------|------------------|
| 0.8                     | 4                                      | 750                      | 1.82                     | 3.01                     | 2.49         | 1.05                       | 0.47      | 10μF + 1μF + 0.1μF                                 | 2 × 47μF         |
| 0.9                     | 4                                      | 1000                     | 2.40                     | 3.01                     | 8.06         | 1.05                       | 0.47      | 10μF + 1μF + 0.1μF                                 | 2 × 47μF         |
| 1.0                     | 4                                      | 1000                     | 3.01                     | 3.01                     | 8.06         | 1.05                       | 0.47      | 10μF + 1μF + 0.1μF                                 | 2 × 47μF         |
| 1.2                     | 4                                      | 1000                     | 4.22                     | 3.01                     | 8.06         | 1.05                       | 0.56      | 10μF + 1μF + 0.1μF                                 | 2 × 47μF         |

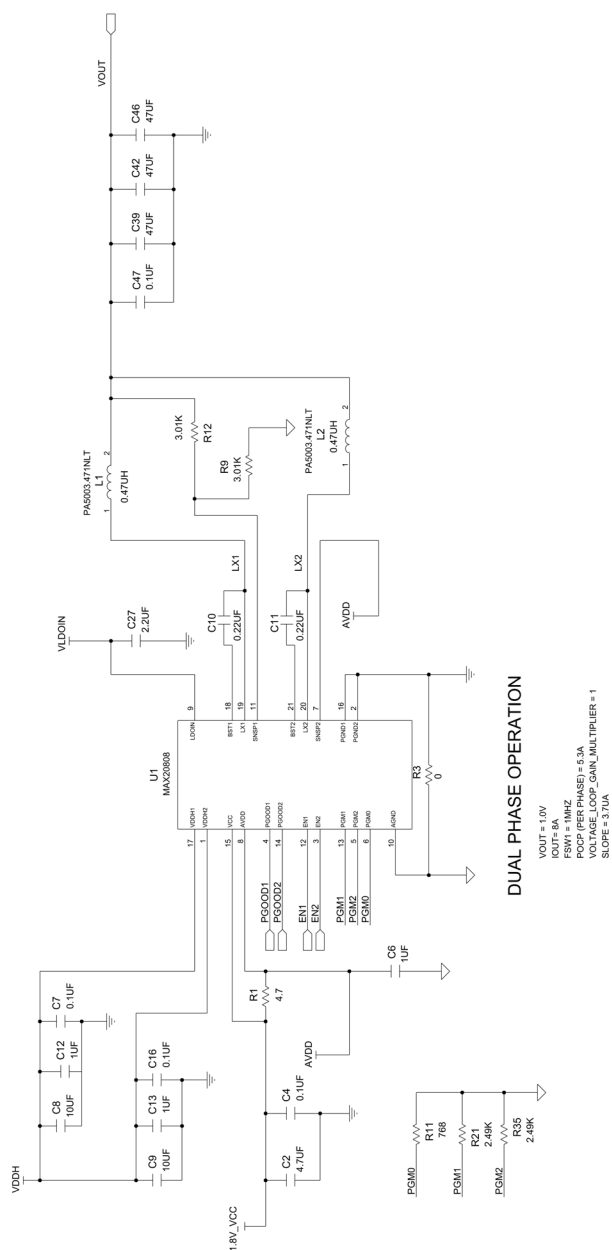
MAX20808

デュアル出力、4A、3MHz、2.7V~16V  
降圧スイッチング・レギュレータ

|     |   |      |      |      |      |      |      |                  |          |
|-----|---|------|------|------|------|------|------|------------------|----------|
| 1.8 | 4 | 1500 | 7.87 | 3.01 | 21.5 | 2.49 | 0.56 | 10μF +1μF +0.1μF | 2 × 47μF |
| 3.3 | 4 | 2000 | 16.9 | 3.01 | 30.9 | 2.15 | 1.0  | 10μF +1μF +0.1μF | 2 × 47μF |
| 5.0 | 3 | 2000 | 22.6 | 2.49 | 30.9 | 100  | 2.2  | 10μF +1μF +0.1μF | 1 × 47μF |

## デュアル出力動作





型番

| PART NUMBER    | TEMPERATURE RANGE | PIN-PACKAGE            | DUAL-PHASE OPERATION |
|----------------|-------------------|------------------------|----------------------|
| MAX20808AFH+   | -40°C to +125°C   | 21 FC2QFN (Open Top)   | YES                  |
| MAX20808AFH+T  | -40°C to +125°C   | 21 FC2QFN (Open Top)   | YES                  |
| MAX20808TAFH+  | -40°C to +125°C   | 21 FC2QFN (Closed Top) | NO                   |
| MAX20808TAFH+T | -40°C to +125°C   | 21 FC2QFN (Closed Top) | NO                   |

+は鉛 (Pb) フリー／RoHS 準拠のパッケージであることを示します。  
T = テープ& リール。

改訂履歴

| 版数 | 改訂日  | 説明                     | 改訂ページ    |
|----|------|------------------------|----------|
| 0  | 5/21 | 初版発行                   | —        |
| 1  | 5/22 | アプリケーション、パッケージ情報、型番を更新 | 1, 3, 26 |