

# MAXIM

## NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

### 概要

MAX712/MAX713は、ニッケル水素(NiMH)及びニッケル・カドミウム(NiCd)バッテリーを、バッテリーの最大電圧から少なくとも1.5V以上高いDC電源から急速に充電するためのコントローラです。1~16個の直列セルを最大4Cのレートで充電することができます。電圧勾配を検出するアナログ-デジタル・コンバータ、タイマ、温度ウィンド・コンパレータにより、充電が完了したことを検出します。MAX712/MAX713は、内蔵の+5Vシャント・レギュレータを介してDC電源から電力を受け、充電中でないバッテリーからは最大5 $\mu$ Aしか流れません。ローサイドの電流検出抵抗により、バッテリー負荷に電力を供給中でもバッテリーへの充電電流も安定化することができます。

MAX712は、電圧勾配がゼロになった時点で急速充電を完了し、MAX713は負の電圧勾配を検出した時点で完了します。いずれの製品も16ピンDIP及びSOPパッケージで提供されます。必要となる外付け部品は、PNPパワー・トランジスタ、ブロッキング・ダイオード、3個の抵抗と3個のコンデンサのみです。

よりハイパワーの充電を行う場合には、MAX712/MAX713をスイッチモード・バッテリー充電器として構成することができ、消費電力を最小化することが可能です。評価キットには、リニア充電用にMAX712EVKIT-DIP、スイッチモード充電用にMAX713EVKIT-SOの2種類が提供されています。

### アプリケーション

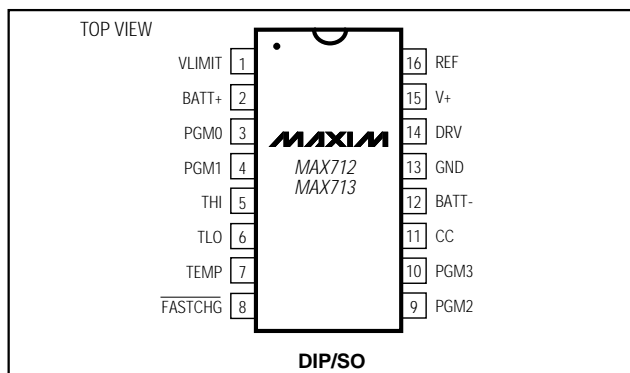
#### バッテリー駆動機器

ラップトップ、ノートブック、  
パームトップ型コンピュータ  
ハンディターミナル、セルラーホン

#### 携帯用機器

携帯型ステレオ  
コードレス電話

### ピン配置



### 特長

- ◆ NiMH、NiCdバッテリーの急速充電
- ◆ 急速充電の完了：電圧勾配、温度およびタイマによる
- ◆ 1~16個の直列セルの充電
- ◆ 充電時にバッテリー負荷への電力供給(リニアモード)
- ◆ 急速充電：C/4~4Cレート
- ◆ トリクル充電：C/16レート
- ◆ 急速充電からトリクル充電への自動切替え
- ◆ リニアまたはスイッチモードの電力制御
- ◆ 非充電時の5 $\mu$ A Maxのバッテリーからの流出し
- ◆ +5Vシャント・レギュレータによる外部ロジックへの電源供給

### 型番

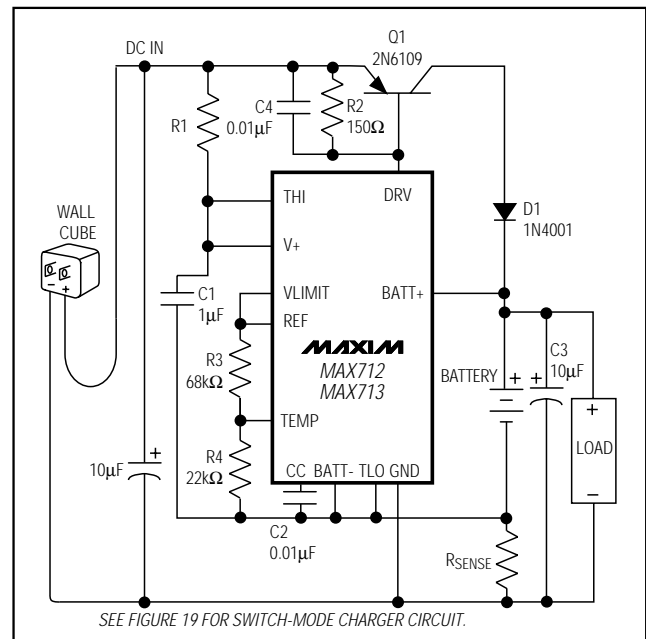
PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX712CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX712CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX712C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX712EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX712ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX712MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

型番の続きはデータシートの最後にあります。

\* diceの詳細についてはお問い合わせ下さい。

\*\* 入手性及びMIL-STD-883へのプロセッシングについてはお問い合わせ下さい。

### 標準動作回路



SEE FIGURE 19 FOR SWITCH-MODE CHARGER CIRCUIT.

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

## ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V+ to BATT-.....	-0.3V, +7V	REF Current.....	10mA
BATT- to GND.....	±1V	Continuous Power Dissipation (T <sub>A</sub> = +70°C)	
BATT+ to BATT-		Plastic DIP (derate 10.53mW/°C above +70°C.....)	842mW
Power Not Applied.....	±20V	Narrow SO (derate 8.70mW/°C above +70°C.....)	696mW
With Power Applied.....	The higher of ±20V or ±2V x (programmed cells)	CERDIP (derate 10.00mW/°C above +70°C.....)	800mW
DRV to GND.....	-0.3V, +20V	Operating Temperature Ranges	
FASTCHG to BATT-.....	-0.3V, +12V	MAX71_C_E.....	0°C to +70°C
All Other Pins to GND.....	-0.3V, (V+ + 0.3V)	MAX71_E_E.....	-40°C to +85°C
V+ Current.....	100mA	MAX71_MJE.....	-55°C to +125°C
DRV Current.....	100mA	Storage Temperature Range.....	-65°C to +150°C
		Lead Temperature (soldering, 10s).....	+300°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

(I<sub>V+</sub> = 10mA, T<sub>A</sub> = T<sub>MIN</sub> to T<sub>MAX</sub>, unless otherwise noted. Refer to the *Typical Operating Circuit*. All measurements are with respect to BATT-, not GND.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V+ Voltage	5mA < I <sub>V+</sub> < 20mA	4.5		5.5	V
I <sub>V+</sub> (Note 1)		5			mA
BATT+ Leakage	V+ = 0V, BATT+ = 17V			5	µA
BATT+ Resistance with Power On	PGM0 = PGM1 = BATT-, BATT+ = 30V	30			kΩ
C1 Capacitance		0.5			µF
C2 Capacitance		5			nF
REF Voltage	0mA < I <sub>REF</sub> < 1mA	1.96		2.04	V
Undervoltage Lockout	Per cell	0.35		0.50	V
External VLIMIT Input Range		1.25		2.50	V
THI, TLO, TEMP Input Range		0		2	V
THI, TLO Offset Voltage (Note 2)	0V < TEMP < 2V, TEMP voltage rising	-10		10	mV
THI, TLO, TEMP, VLIMIT Input Bias Current		-1		1	µA
VLIMIT Accuracy	1.2V < V <sub>LIMIT</sub> < 2.5V, 5mA < I <sub>DRV</sub> < 20mA, PGM0 = PGM1 = V+	-30		30	mV
Internal Cell Voltage Limit	V <sub>LIMIT</sub> = V+	1.6	1.65	1.7	V
Fast-Charge VSENSE		225	250	275	mV
Trickle-Charge VSENSE	PGM3 = V+	1.5	3.9	7.0	mV
	PGM3 = open	4.5	7.8	12.0	
	PGM3 = REF	12.0	15.6	20.0	
	PGM3 = BATT-	26.0	31.3	38.0	
Voltage-Slope Sensitivity (Note 3)	MAX713		-2.5		mV/tA per cell
	MAX712		0		
Timer Accuracy		-15		15	%
Battery-Voltage to Cell-Voltage Divider Accuracy		-1.5		1.5	%
DRV Sink Current	V <sub>DRV</sub> = 10V	30			mA

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

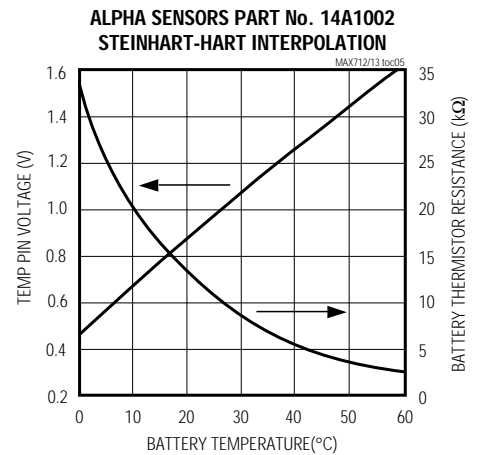
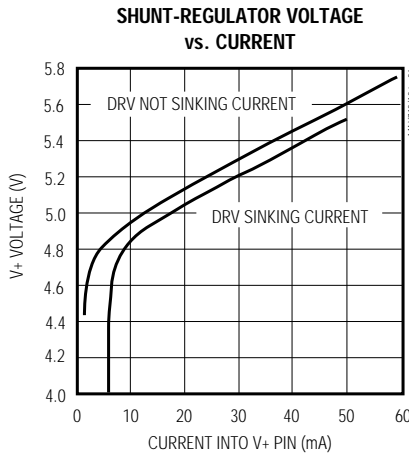
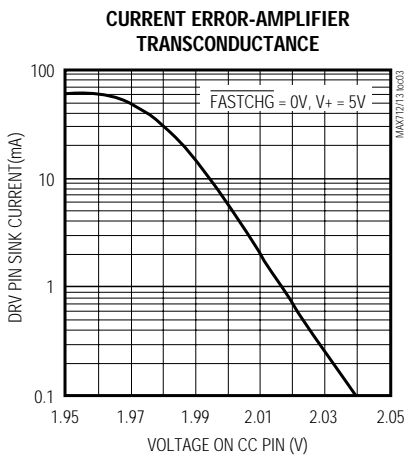
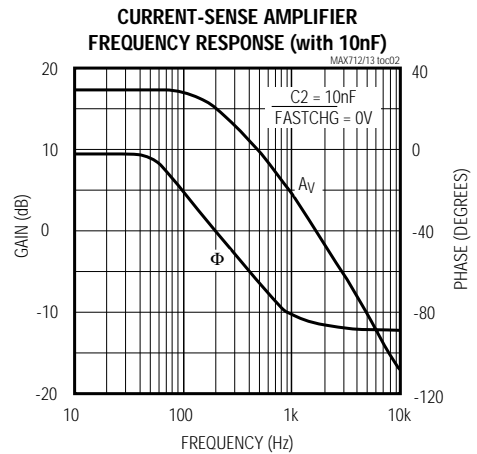
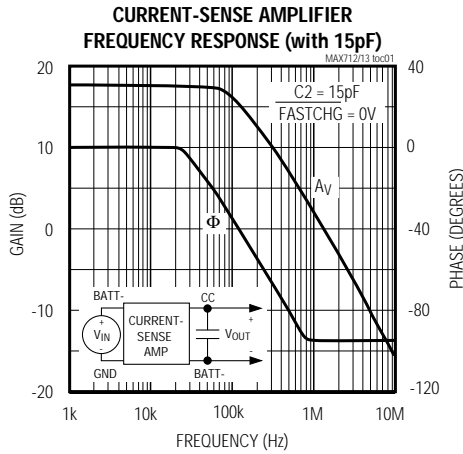
( $V_+ = 10\text{mA}$ ,  $T_A = T_{\text{MIN}}$  to  $T_{\text{MAX}}$ , unless otherwise noted. Refer to the *Typical Operating Circuit*. All measurements are with respect to BATT-, not GND.)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
FASTCHG Low Current	$V_{\text{FASTCHG}} = 0.4\text{V}$	2			mA
FASTCHG High Current	$V_{\text{FASTCHG}} = 10\text{V}$			10	$\mu\text{A}$
A/D Input Range (Note 4)	Battery voltage $\div$ number of cells programmed	1.4		1.9	V

- Note 1:** The MAX712/MAX713 are powered from the  $V_+$  pin. Since  $V_+$  shunt regulates to +5V,  $R_1$  must be small enough to allow at least 5mA of current into the  $V_+$  pin.
- Note 2:** Offset voltage of THI and TLO comparators referred to TEMP.
- Note 3:**  $t_A$  is the A/D sampling interval (Table 3).
- Note 4:** This specification can be violated when attempting to charge more or fewer cells than the number programmed. To ensure proper voltage-slope fast-charge termination, the (maximum battery voltage)  $\div$  (number of cells programmed) must fall within the A/D input range.

## 標準動作特性

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)

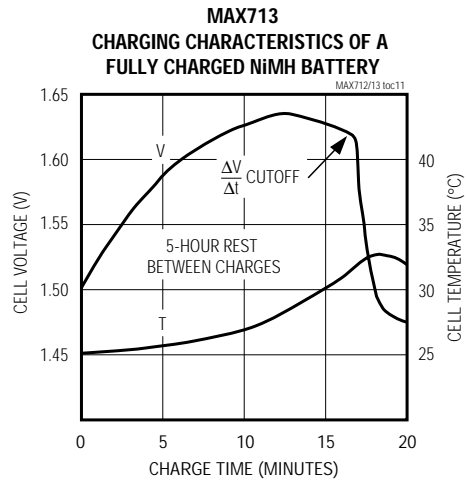
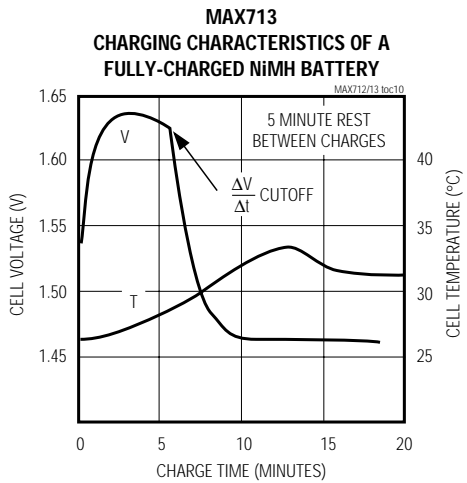
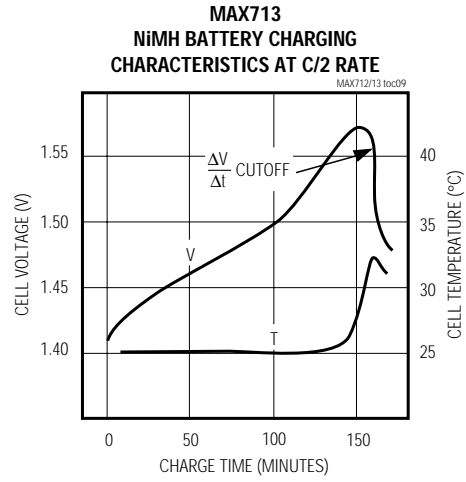
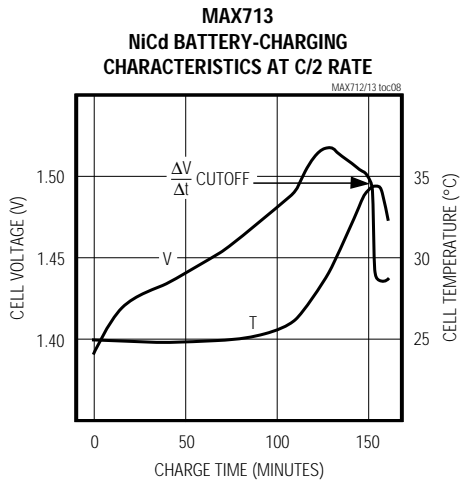
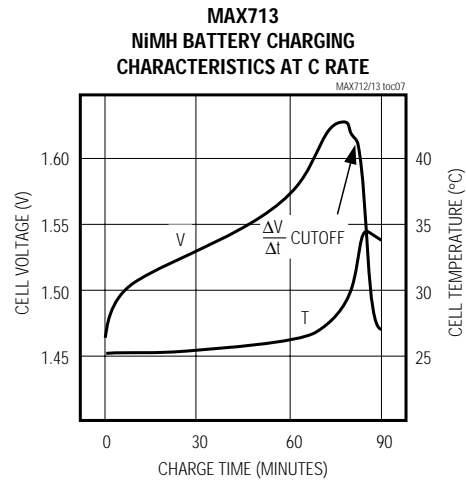
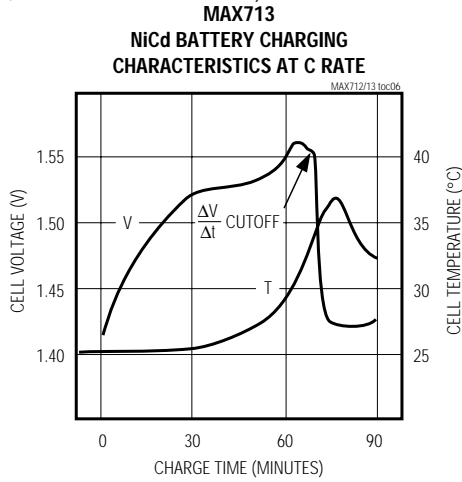


# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

## 標準動作特性(続き)

( $T_A = +25^\circ\text{C}$ , unless otherwise noted.)



# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

## 端子説明

端子	名称	機能
1	VLIMIT	セルの最大電圧を設定します。バッテリーの端子電圧(BATT+-BATT-)は、VLIMIT × (セル数)以上にはなりません。VLIMITを+2.5V以上にはしないでください。通常動作では、VLIMITをVREFに接続します。
2	BATT+	正のバッテリーの端子です。
3, 4	PGM0, PGM1	PGM0及びPGM1は、充電対象となる直列セル数を設定します。PGM0およびPGM1を、V+、REF、BATT-のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、充電するセル数を1~16個に設定することができます(表2)。セル数が11以上の場合には、“リニアモード”、“高直列セル数”の項を参照してください。プログラムされたセル数よりも多い、または少ないセル数を充電すると、V急速充電完了機能が妨げられることがあります。
5	THI	上限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMPピンの電圧がTHIを越えた時点で、急速充電は完了します。
6	TLO	下限温度コンパレータのトリップ・ポイントを設定します。TEMPピンの電圧がTLO以下の状態でMAX712/MAX713がパワーアップした場合、急速充電は禁止され、TEMP電圧がTLO以上となるまで充電は開始しません。
7	TEMP	サーミスタからの温度電圧用の検出入力です。
8	FASTCHG	オープンドレインの急速充電ステータス出力です。MAX712/MAX713がバッテリーを急速充電中には、FASTCHGは電流をシンクします。充電完了時にはトリクル充電が開始し、FASTCHGはシンクを中止します。
9, 10	PGM2, PGM3	PGM2およびPGM3は、急速充電の最大時間を設定します。PGM2及びPGM3を、V+、REF、BATT-のいずれかのピンに接続するか、またはオープンにすることで、タイムアウトを33~264分間に設定することができます(表3)。また、PGM3は急速充電とトリクル充電時の電流比の設定にも用います(表5)。
11	CC	定電流安定化ループの補償入力です。
12	BATT-	負のバッテリーの端子です。
13	GND	システム・グランド。BATT-とGND間に接続した抵抗により、バッテリーに流れ込む電流をモニタします。
14	DRV	外部PNP電流ソースを駆動するための電流シンクです。
15	V+	シャント・レギュレータ。V+ピンの電圧はBATT-を基準とし、+5Vに安定化され、MAX712/MAX713はこの+5Vから電力を得て動作します。
16	REF	2.0Vのリファレンス出力です。

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

始めに \_\_\_\_\_  
MAX712/MAX713の使い方は簡単です。完全なリニアモード又はスイッチモードの急速充電回路は、いくつかの簡単なステップによって設計することができます。リニアモードの設計は、部品点数が少なく充電中でも負荷に電流を供給でき、一方スイッチモードの設計は、発熱を抑える必要がある場合には重要になります。

- 1) 使用する特定のバッテリーについての、最大充電電流や充電の完了方法に関しては、バッテリーメーカーの推奨方法にしたがって下さい。表1に、一般的なガイドラインを示します。

表1．急速充電の完了方法

充電レート	NiMHバッテリー	NiCdバッテリー
> 2C	V/ tおよび温度、MAX712またはMAX713	V/ tおよび温度、MAX713
2C - C/2	V/ tと温度の両方またはいずれか。MAX712またはMAX713	V/ tと温度の両方またはいずれか。MAX713
< C/2	V/ tと温度の両方またはいずれか。MAX712	V/ tと温度の両方またはいずれか。MAX713

- 2) 充電レートを決定します(表3、表5参照)。急速充電の最大タイムアウト時間は264分のため、最も低速な急速充電レートはC/4になります。C/3レートでは、約3時間でバッテリーを充電できます。このレートで充電する際に必要な電流は、以下の式によってmA単位で算出できます。

$$I_{FAST} = (\text{mAh単位でのバッテリー容量}) / (\text{h単位での充電時間})$$

バッテリーによっては充電効率は80%まで低下するため、C/3レートの急速充電では3時間45分かかかる可能性があります。これはMAX712/MAX713の電力変換効率ではなく、バッテリー内で電気エネルギーが化学エネルギーに変換される際の効率によるものです。

- 3) 充電するセル数を決定します(表2)。もしバッテリースタックが11セル以上の場合には、“リニアモードの高直列セル数”の項を参照してください。PGM0及び

PGM1によって充電するセル数を必ず設定する必要があります。設定したセル数よりも多い、又は少ないセル数を充電する場合には、電圧スロープによる急速充電完了機能をディセーブルしてください。内部ADCの入力電圧範囲は、1.4V ~ 1.9Vに制限されており(電気的特性参照)、バッテリー電圧をセル数(表2のPGM0、PGM1によって設定)で割った値と等しくなります。ADCの入力電圧が規定電圧範囲を越えた場合には、電圧スロープによる充電完了機能はディセーブルされます。

- 4) 外部DC電源(ACアダプターなど)を選択します。電源の最低出力電圧(リップルを含む)は、充電中は6V以上で少なくともバッテリーの最大電圧より1.5V(スイッチモードでは2V)以上高くします。通常の急速充電完了はこの最低電圧が維持された場合のみ確実に実行されるため、この規格は重要になります(詳細については“MAX712/713への電源”の項を参照)。

- 5) リニアモード設計の場合には次式を用いて、パワーPNPとダイオード(“標準動作回路”のQ1とD1)の、消費電力の最悪値をW単位で算出します。

$$P_{D\ PNP} = (\text{負荷接続時の最大ACアダプター電圧} - \text{最低バッテリー電圧}) \times (\text{A単位での充電電流})$$

算出した最大消費電力が許容できない場合、“詳細”を参照するかまたはスイッチモード設計を用いてください(アプリケーション情報の項の“スイッチモード動作”、及びMAX713EVキットのマニュアルを参照してください)。

- 6) リニア及びスイッチモード設計においては、V+への電流は5mA ~ 20mAに制限してください。入力電圧が固定または変動が小さい場合には、標準動作回路でのR1を次式を用いて算出します。

$$R1 = (\text{最低ACアダプター電圧} - 5V) / 5mA$$

入力電圧変動が大きい場合には、図19に示すような電流制限ダイオードD4を挿入してください。

- 7) 次式を用いてR<sub>SENSE</sub>の値を算出します。

$$R_{SENSE} = 0.25V / I_{FAST}$$

- 8) 電源を投入する前に、表2と表3からピン接続を決定します。例えば、C/2レートで急速充電を行う場合、タイムアウト時間は充電期間の1.5倍から2倍とし、3時間から4時間とします。

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

表2. セル数のプログラミング表

セル数	PGM1の接続	PGM0の接続
1	V+	V+
2	Open	V+
3	REF	V+
4	BATT-	V+
5	V+	Open
6	Open	Open
7	REF	Open
8	BATT-	Open
9	V+	REF
10	Open	REF
11	REF	REF
12	BATT-	REF
13	V+	BATT-
14	Open	BATT-
15	REF	BATT-
16	BATT-	BATT-

表3. 最大充電時間のプログラミング表

タイムアウト (min)	A/Dサンプリング検出機能 (秒)(t <sub>A</sub> )	電圧スロープ間隔	PGM3の接続	PGM2の接続
22	21	Disabled	V+	Open
22	21	Enabled	V+	REF
33	21	Disabled	V+	V+
33	21	Enabled	V+	BATT-
45	42	Disabled	Open	Open
45	42	Enabled	Open	REF
66	42	Disabled	Open	V+
66	42	Enabled	Open	BATT-
90	84	Disabled	REF	Open
90	84	Enabled	REF	REF
132	84	Disabled	REF	V+
132	84	Enabled	REF	BATT-
180	168	Disabled	BATT-	Open
180	168	Enabled	BATT-	REF
264	168	Disabled	BATT-	V+
264	168	Enabled	BATT-	BATT-

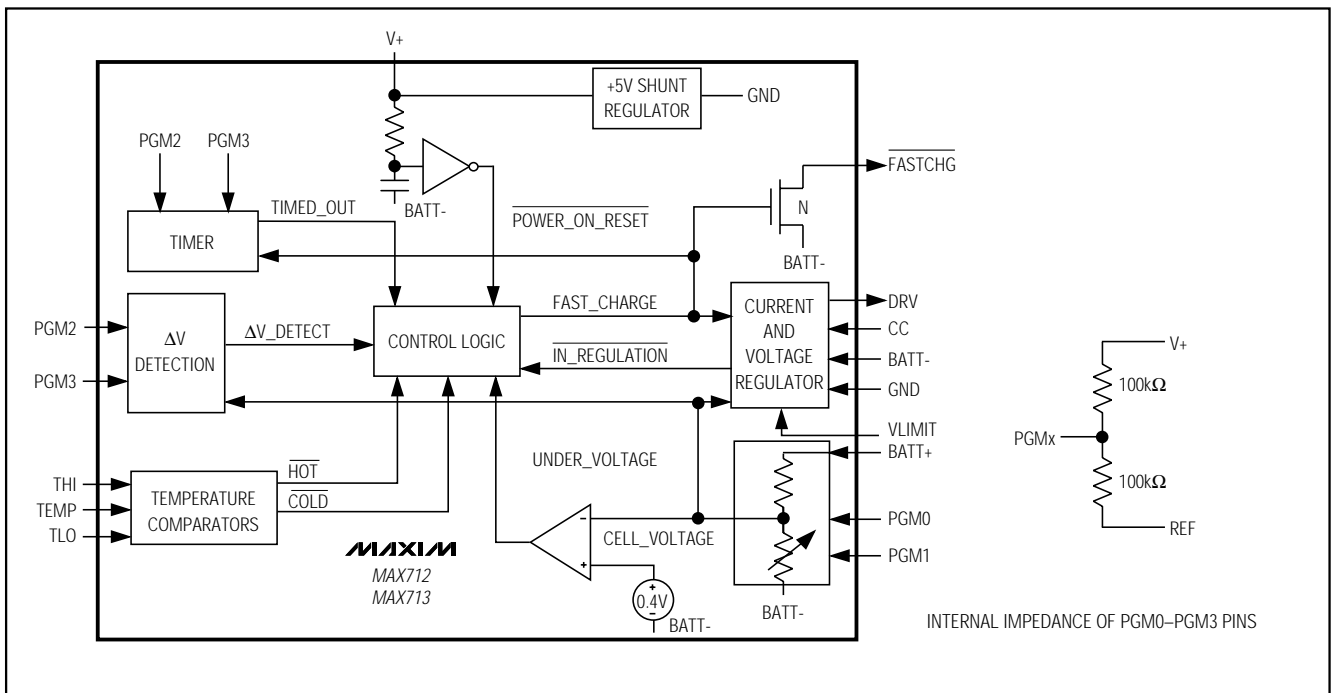


図1. ブロック図

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

## 詳細

MAX712/MAX713は、バッテリーに定電流を与えることによりNiMHまたはNiCdバッテリーを急速充電します。MAX712/MAX713は常に、急速充電またはトリクル充電のいずれかの状態にあります。急速充電中は電流レベルが高く、一度フル充電したことを検出すると、電流レベルが下がりトリクル充電状態となります。バッテリーがフル充電状態に達したかどうかの検出を行うために、製品は電圧勾配、バッテリー温度、充電時間の3つの値をモニタしています。

図1に、MAX712/MAX713のブロック図を示します。ブロック図内のタイマ、電圧勾配検出、温度コンパレータは、フル充電状態を検出するために用いています。

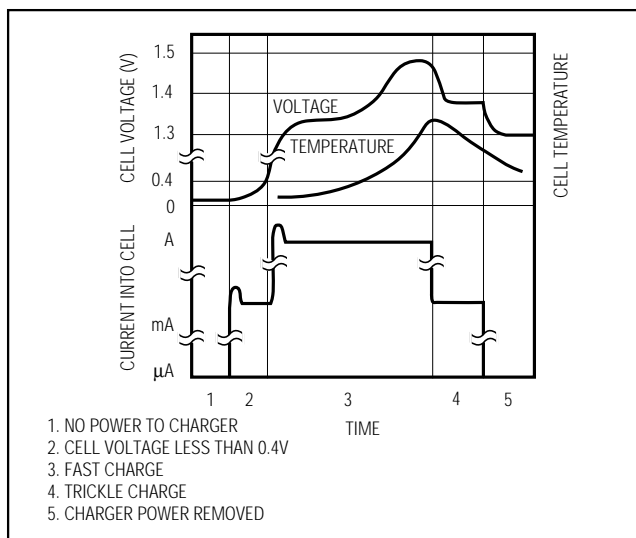


図2. 電圧勾配を用いた標準的な充電プロセス

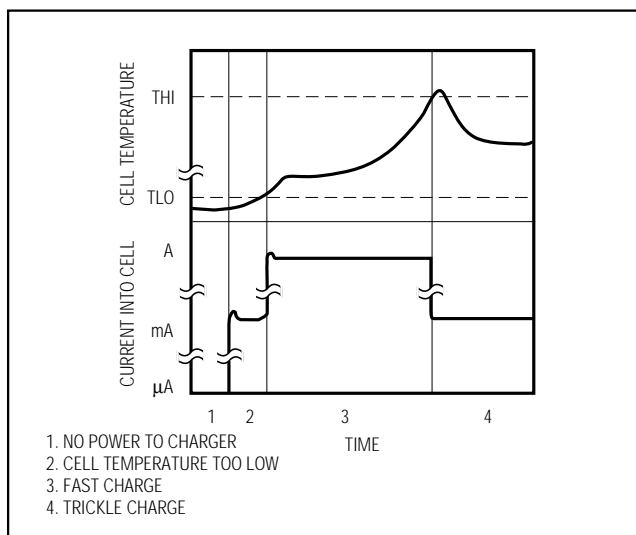


図3. 温度を用いた標準的な充電プロセス

電圧及び電流レギュレータは、出力電圧及び出力電流を制御するとともに、バッテリーが接続されているかどうかを検出します。

図2は、充電器に電源を与える前にあらかじめバッテリーがセットされている場合の、標準的な充電プロセスを示しています。時間1において、MAX712/MAX713は、バッテリーから無視できる程度の電流しか流し出しません。DC INに電源電圧が与えられると(時間2)パワー・オン・リセット回路がMAX712/MAX713をトリクル充電状態に保ちます(図1内のPOWER\_ON\_RESET信号を参照)。POWER\_ON\_RESET信号がハイになると(時間3)、セル電圧が低電圧ロックアウト(UVLO)電圧(セル毎に0.4V)以上ならば、デバイスは急速充電状態に入ります。急速充電は、(バッテリー電圧)/(セル数)が0.4Vを越えるまで開始しません。

充電中のセルの電圧勾配が負になると、急速充電は即座に完了しMAX712/MAX713はトリクル充電状態に復帰します(時間4)。電源電圧が失われると(時間5)、デバイスはバッテリーから流れ出す電流を無視し得る程度に抑えます。

図3に、温度によるフル充電状態の検出を行う際の標準的な充電プロセスを示します。この場合、急速充電を行うにはバッテリー・パックの温度が低過ぎます(例えば、低温な外気中で用いていたバッテリーをセットした場合です)。時間2の間、MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。急速充電が安全に行える温度に達すると(時間3)、急速充電が開始します。バッテリーの温度がTHIで設定する上限を越えると、MAX712/MAX713はトリクル充電状態に戻ります(時間4)。

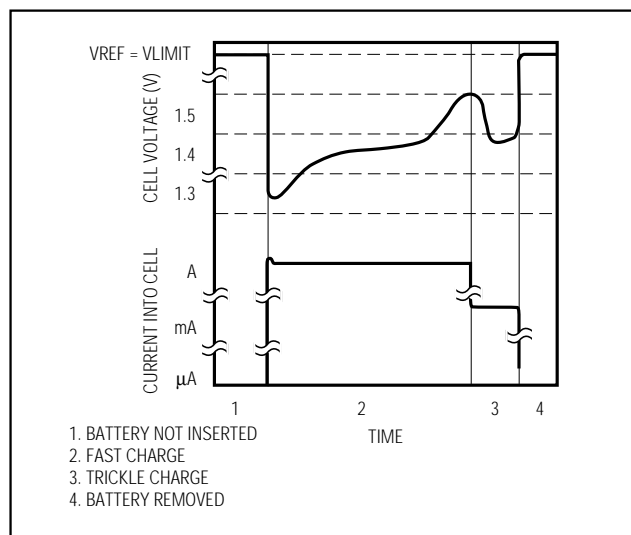


図4. バッテリーの取付けを含めた標準的な充電プロセス



# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713は、電圧勾配または温度のいずれか、又は両方によってフル充電状態を検出するように設定することができます。

図4は、既に電源を与えられたMAX712/MAX713にバッテリーをセットする場合の充電プロセスです。時間1の間、充電器の出力はセル数×VLIMITで得られる電圧に安定化されます。MAX712/MAX713はトリクル充電状態にあります。バッテリーがセットされると(時間2)、MAX712/MAX713はバッテリーに流れ込む電流を検出し、急速充電状態に切り替わります。そしてフル充電状態に達したことを検出するとデバイスはトリクル充電状態に戻ります(時間3)。バッテリーが取り外された場合(時間4)、MAX712/MAX713はトリクル充電状態を保ち出力電圧は時間1と同様に安定化されます。

## MAX712/MAX713への電源

AC-DCアダプターは標準的に、トランス、全波ブリッジ整流器およびコンデンサから構成されています。図10～12に3種類の民生用AC-DCアダプター製品の特性を示します。これらの出力電圧には、120Hzの大きなリップルを伴っています。MAX712/MAX713と共に用いるACアダプターは、急速充電中及び全負荷時において最低

電圧が、急速充電中の最大バッテリー電圧よりも少なくとも1.5V(スイッチモードでは2V)以上高いものを選択してください。一般的に、急速充電中のバッテリーパックの電圧は、トリクル充電中又は負荷に電流を供給中に比べて高くなります。バッテリーパックによっては、電圧が約1.9V/セルに達することがあります。

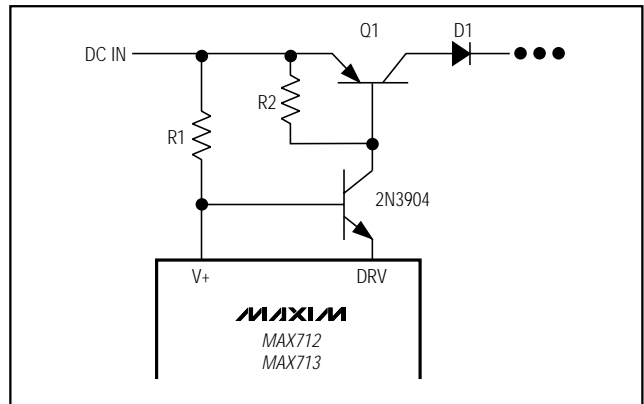


図5. DRVピン・カスコード接続(リニアモードにおいてDC IN電圧が高い場合、または、MAX712/MAX713の消費電力を抑えるために用います。)

表4. MAX712/MAX713の充電状態遷移表†

POWER_ON_RESET	UNDER_VOLTAGE	IN_REGULATION	COLD	HOT	Result*
0	x	x	x	x	Set Trickle
↑	1	x	x	x	No change
↑	x	1	x	x	No change
↑	x	x	0	x	No change
↑	x	x	x	0	No change***
↑	0	0	1	1	Set fast
1	0	0	1	1	No change
1	0	0	↓	1	No change
1	↓	0	1	1	Set fast
1	0	↓	1	1	Set fast
1	0	0	1	↑	No change***
1	0	0	↑	1	Set fast**
1	x	x	0	x	Trickle to fast transition inhibited
1	x	x	x	0	Trickle to fast transition inhibited
1	↑	0	x	x	Set trickle
1	0	↑	x	x	Set trickle
1	x	x	x	↓	Set trickle

† 急速充電とトリクル充電の、2つの状態しかありません。

\* 他のロジック・ラインの状態に関わらず、タイムアウトまたは電圧勾配の検出によりトリクル充電状態になります。

\*\* 電源投入時にバッテリーが低温の場合、COLDの最初の立上りエッジにおいて急速充電がトリガされます。しかしながら、2度目以降の立上りエッジは何ら影響しません。

\*\*\* バッテリーが熱い状態で挿入された場合(または電源が投入された場合)には、バッテリー温度が低下し電源が再投入されるまで、急速充電には入りません。

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

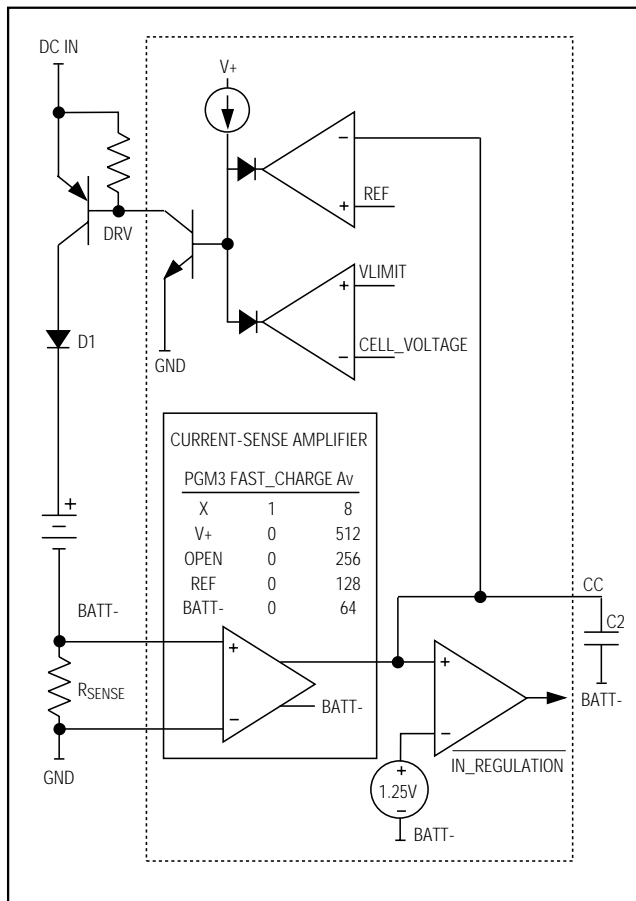


図6. 電流および電圧レギュレータ(リニアモード)

パストランジスタ(標準動作回路のQ1)、ダイオード(D1)、及び検出抵抗( $R_{SENSE}$ )での最悪の電圧ドロップを考慮した場合、1.5Vのマーヅンが必要になります。この最低入力電圧要求は、急速充電の完了を正しく行うために大変重要になります。正しく動作するためには、最低入力電圧が $1.5V + (1.9V \times \text{最大セル数})$ 以上の電源を使用します。DC INでの入力電圧が $1.5V + (1.9V \times \text{最大セル数})$ 以下に低下した場合、急速充電とトリクル充電を交互に繰り返し、急速充電が完全に完了しなくなることがあります。

MAX712/MAX713はACアダプターが接続されていない限りアクティブにはならず、バッテリーから流れる電流は最大で $5\mu A$ です。ダイオードD1は、DRVピンへ電流が流れることを防止します。ACアダプターが接続されると、R1(標準動作回路参照)、または電流制限ダイオード(図19)によりC1を充電します。C1が5Vまで充電されると、内部シャント・レギュレータはV+を+5Vに安定化

するために電流をシンクし、急速充電が開始します。MAX712/MAX713は、3つの急速充電完了条件のいずれかを検出するまで、急速充電を行います。

DC INが20Vを越える場合、DRVピンの絶対最大定格を越えないように、図5に示すようにDRVピンと直列にカソード接続を追加してください。図19のDC INの電圧が15V以上になる場合は、MOSFETのゲートに正しい電圧スイングを供給するために、トランジスタによるレベルシフタが必要になります。詳細については、MAX713の評価キットマニュアルを参照してください。

最低のDC IN電圧において、5mAの最低電流が流れるように電流制限部品(R1またはD4)を選択します(“始めに”の節のステップ6を参照)。V+への最大電流により、MAX712/MAX713の消費電力が決まります。

$$V+への最大電流 = (\text{最大DCIN電圧} - 5V) / R1$$

$$\text{シャント・レギュレータによる消費電力} = 5V \times (V+への最大電流)$$

DRVピンへのシンク電流も電力損失の要因となります。消費電力が“絶対最大定格”に示す規定値を越えないようにしてください。

## 急速充電

MAX712/MAX713は以下に示すいずれかの条件において急速充電状態に入ります。

- 1) 充電器への電源投入時(バッテリーが既にセットされている場合)で、バッテリー電流を検出し(GND電圧がBATT-電圧以下)、TEMPがTLOよりも高くTHIよりも低い状態で、セル電圧がUVLO電圧よりも高い場合。
- 2) バッテリーのセット時で、TEMPがTLOよりも高くTHIよりも低い状態で、セル電圧がUVLO電圧よりも高い場合。

$R_{SENSE}$ によりバッテリーへの急速充電電流を設定します。急速充電では、BATT-とGNDピン間の電位差は250mVに安定化されます。この電圧が250mV以下になるとDRVピンのシンク電流が増加し、250mV以上になるとDRVピンのシンク電流は減少します。

$$\text{急速充電電流}(I_{FAST}) = 0.25V / R_{SENSE}$$

## トリクル充電

急速充電電流( $I_{FAST}$ )をC/2、C、2C、4Cとしたとき、C/16トリクル充電電流は保証されます。他の急速充電レートも使用できますが、トリクル充電電流は正確にC/16にはなりません。

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

表5. PGM3によるトリクル充電電流の決定

PGM3	Fast-Charge Rate	Trickle-Charge Current ( $I_{TRICKLE}$ )
V+	4C	$I_{FAST}/64$
OPEN	2C	$I_{FAST}/32$
REF	C	$I_{FAST}/16$
BATT-	C/2	$I_{FAST}/8$

MAX712/MAX713は、 $R_{SENSE}$ での電圧を調整する電流アンプのゲイン(図6)を増すことにより、トリクル充電電流を内部的に設定します(“電気的特性”のトリクル充電 $V_{SENSE}$ を参照)。

## 標準的でないトリクル充電電流例

構成：

標準動作回路を使用

パナソニック製P-50AA 500mAh単三NiCdバッテリー×2  
C/3急速充電レート

タイムアウト時間264分

負の電圧勾配による急速充電完了

6Vの最低DC IN電圧

設定：

MAX713を使用

PGM0=V+、PGM1=オープン、PGM2=BATT-、

PGM3=BATT-、 $R_{SENSE}=1.5$  (急速充電電流、

$I_{FAST}=167\text{mA}$ )、 $R1=(6\text{V}-5\text{V})/5\text{mA}=200$

PGM3=BATT-であることから、トリクル充電の間、 $R_{SENSE}$ にかかる電圧は31.3mVに安定化され、電流は20.7mAとなります。したがって、トリクル充電電流はC/16ではなく、実際にはC/25となります。

## NiMHバッテリー用のトリクル充電電流の抑制

図7の回路を用いることにより、トリクル充電電流をC/16以下に抑えることができます。トリクル充電では、Q2がオンになるため電流の一部はシャントされます。次式によりR7の値を算出します。

$$R7 = (V_{BATT} + 0.4\text{V}) / (I_{TRICKLE} - I_{BATT})$$

ここで、 $V_{BATT}$ =充電後のバッテリー電圧

$I_{TRICKLE}$ =MAX712/MAX713のトリクル充電電流設定

$I_{BATT}$ =必要とするトリクル充電電流

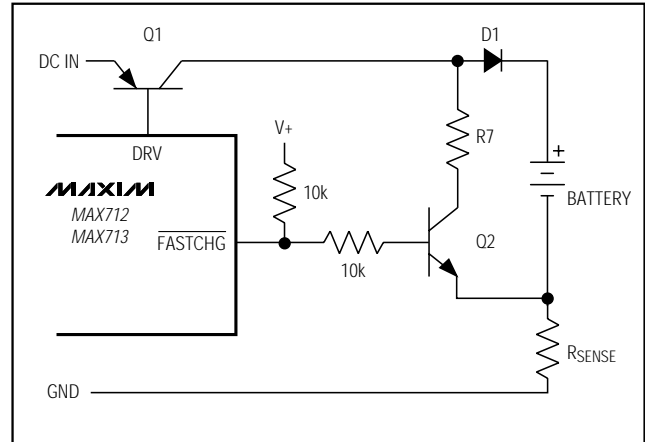


図7. NiMHバッテリー用のトリクル充電電流の抑制 (リニアモード)

## 安定化ループ

安定化ループは、BATT+とBATT-ピン間の出力電圧と、BATT-とGND間の電圧を介したバッテリー電流を制御します。DRVからのシンク電流は、出力電圧が(セル数)×( $V_{LIMIT}$ )を越えるか、あるいは、バッテリー電流がプログラムされた充電電流を越えると制限されます。

リニアモードの回路では、このループは以下のような機能を実現します。

- 1) 充電器に電源が与えられた場合、負荷への電力供給を絶やすことなくバッテリーを取り外すことができます。
- 2) “標準動作回路”で示すような負荷が接続されている場合、バッテリー電流は負荷電流に関わり無く安定化されます(入力電源が両者に電源を供給します)。

## 電圧ループ

電圧ループは、BATT+とBATT-ピン間の最大出力電圧を設定します。 $V_{LIMIT}$ が2.5V以下に設定されている場合：

最大BATT+電圧(BATT-基準) =  $V_{LIMIT} \times (\text{PGM0とPGM1で決まるセル数})$

$V_{LIMIT}$ は、1.9V～2.5Vの間で設定します。 $V_{LIMIT}$ が最大セル電圧以下に設定された場合、急速充電の完了が正しく行われません。バッテリーパックによっては、急速充電中のセル電圧が1.9V/セルに達することもあります。通常動作においては、 $V_{LIMIT}$ は $V_{REF}$ に接続してください。

バッテリーがセットされていない場合、MAX712/MAX713は上記のようにBATT+を最大電圧に安定化しているため、定電流を供給しません。

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

電圧ループは、出力のフィルタ・コンデンサによって安定化されています。バッテリーが無い状態でMAX712/MAX713から負荷に電源を供給する場合にのみ、大きな値のフィルタ・コンデンサが必要となります。この場合、 $C_{OUT}$ の値は以下の式で算出します。

$$C_{OUT} = (50 \times I_{LOAD}) / (V_{OUT} \times BW_{VRL})$$

ここで、 $BW_{VRL}$  = ループ帯域幅(Hz)  
(推奨値10,000)

$$C_{OUT} > 10\mu F$$

$I_{LOAD}$  = 外部負荷電流(A)

$V_{OUT}$  = プログラムされた出力電圧( $V_{LIMIT} \times$  セル数)

## 電流ループ

図6に、リニアモードでの電流安定化ループを示します。ループの安定性を保つため、電流安定化ループの帯域幅( $BW_{CRL}$ )はトランジスタQ1のポール周波数( $f_B$ )以下にしてください。C2を選択することで $BW_{CRL}$ を設定します。

$$BW_{CRL} = gm / C2$$

ここで、 $gm = 0.0018S$

PNPパス・トランジスタQ1のポール周波数は、単一ポールの電流ゲイン応答に仮定することで得られます。 $f_T$ および $B_0$ は、いずれもQ1に用いるトランジスタのデータ・シートに規定されているはずで

$$f_B = f_T / B_0$$

ここで、 $f_B$ 、 $f_T$ はHz単位、 $B_0$ は、DC電流ゲイン

電流安定化ループの安定性が得られる条件は、次式になります。

$$BW_{CRL} < f_B$$

MAX712/MAX713は、DRVピンにおける電流電圧積によって電力を消費します。消費電力が“絶対最大定格”に示す規定値を越えないようにしてください。DRVでの電力損失は図5に示すカスコード接続を用いるか、スイッチモードの回路を用いることで軽減することができます。

$$\text{DRVシンク電流による消費電力} = (\text{DRVへの電流}) \times (\text{DRVの電圧})$$

## 電圧勾配による急速充電の完了

MAX712/MAX713に内蔵されたアナログ-デジタルコンバータは、2.5mVの分解能を有しています。このADCは2つの異なる時間にバッテリーの電圧を比較することで、バッテリー電圧が立上っているか、立下っているか、不変を維持しているかを判断します。パワーアップ後、21秒~168秒の時間間隔 $t_A$ (表3及び図8参照)が過ぎ、バッテリー電圧が測定されます。測定には5msかかります。最初の測定が完了した後、もう一度 $t_A$ 間隔が過ぎ、2回目の測定が行われます。この2つの測定値が

比較され、充電を完了するかどうか決定されます。充電が完了されなければ、再度2回測定のサイクルが充電が完了するまで繰り返されます。各サイクルでは2つの $t_A$ 間隔があり、電圧測定が2回行われます。

MAX712は、比較によりバッテリー電圧が変わっていないと判断されたとき急速充電を完了します。MAX713は、変換によりバッテリー電圧がセル当たり少なくとも2.5mV低下したとき急速充電を完了します。MAX712とMAX713の違いはこの点のみです。

## 温度による急速充電の完了

図9aは、MAX712/MAX713が負の温度係数をもつサーミスタを用いて、バッテリー温度の下限および上限状態を検出する方法を示しています。T1とT2が同じ公称抵抗値をもつように同じモデルのサーミスタを用いてください。バッテリーの温度が周囲温度と等しいとき、TEMPの電圧は1V(BATT-基準)となります。

THIで設定されたスレッシュホールドにより、急速充電が完了するポイントが決まります。TEMPの電圧がTHI以上となった時点で急速充電は完了し、TEMP電圧がTHIよりも下がるまで再開しません。

TLOで設定されたスレッシュホールドにより、急速充電が禁止される低温の下限温度が決まります。TLO > TEMPの状態ではMAX712/MAX713が動作を開始した場合、TLOがTEMP以下となるまで急速充電は開始しません。

この低温での急速充電禁止機能は、R5、T3、0.022 $\mu F$ コンデンサを取り除きTLOをBATT-に接続することで無効にすることができます。

以上の温度コンパレータによる急速充電完了機能の全体を禁止する際には、T1、T2、T3、R3、R4、R5及び関連するコンデンサを取り除き、THIをV+に、TLOをBATT-に接続します。また68kの抵抗をREFとTEMP間に、22kをBATT-とTEMP間に接続します。

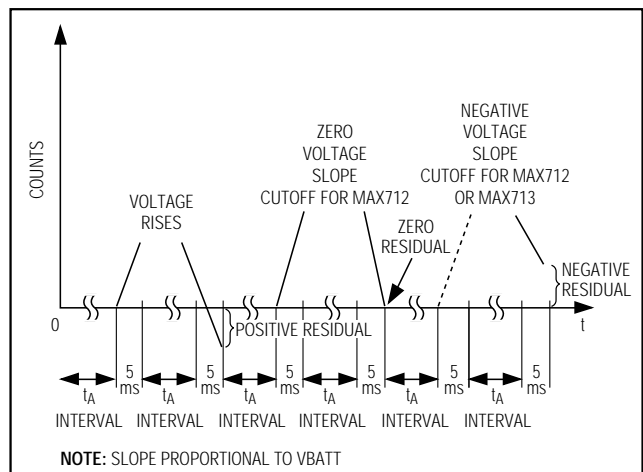


図8. 電圧スロープ検出

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

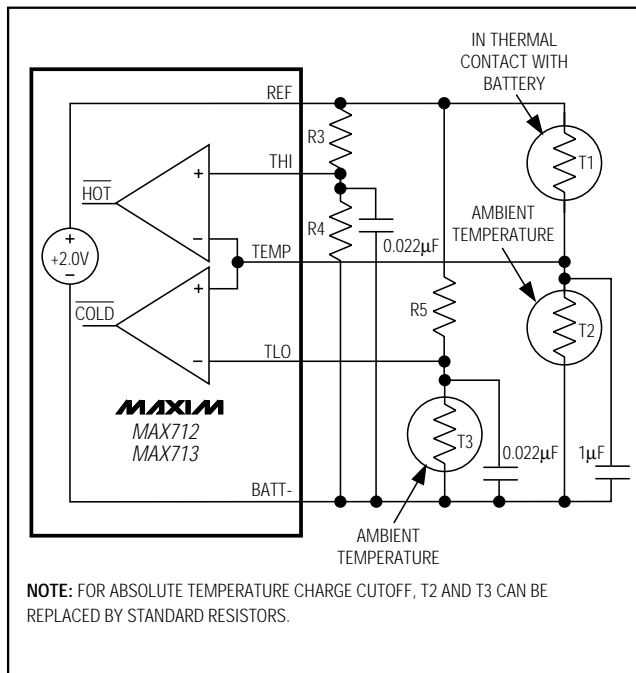


図9a. 温度コンパレータ

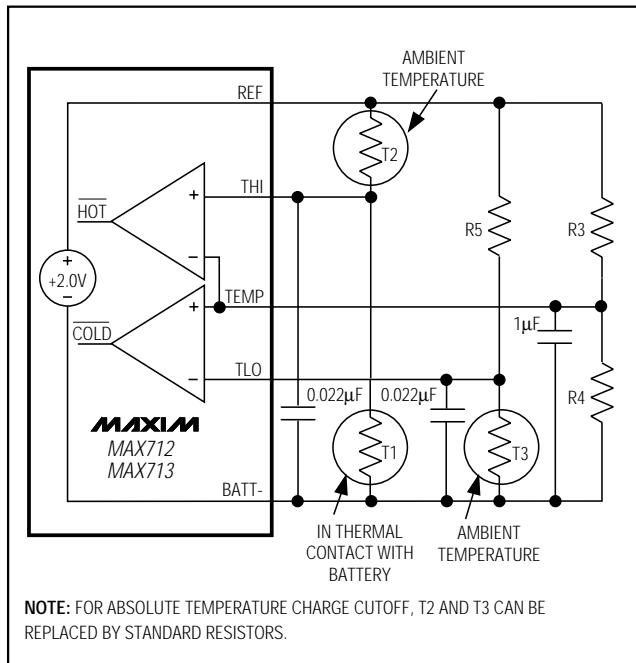


図9b. もう一つの温度コンパレータ構成

バッテリー・パックによっては、バッテリーの負端子側にあらかじめ温度検出サーミスタが接続されています。この場合、図9bに示す構成を用いてください。絶対温度によるカットオフが許容できる場合には、サーミスタT2及びT3を標準的な抵抗に置き換えることができます。図9a及び図9bに示された全ての抵抗は、10k ~ 500kの値にしてください。

## アプリケーション情報

### スイッチモード動作

バス・トランジスタにおける電力損失が許容できないアプリケーション(ヒートシンクの使用が好ましくないが、コスト的に問題がある場合)においては、スイッチモードの充電器が推奨されます。

スイッチモードの動作は、図19の回路を用いることで簡単に構成できます。図19の回路は、CCピンでのエラーアンプを、ヒステリシスを加えるための33pFのコンデンサと共にコンパレータとして用いています。図19は、2セルを1Aで充電する回路構成を示しています。より低い充電電流またはセル数が異なる場合には、 $R_{SENSE}$ を変更し、PGM0 ~ PGM3の接続を変えることで実現できます(表2、3参照)。

急速充電モードでの入力電源電圧範囲は8V ~ 15Vで、最大バッテリー電圧より少なくとも2V以上高くしてください。図19に示した回路では、電源は1.3A以上の電流能力を備えていなくてはなりません。この電流能力は大変重要で、もし能力が低い場合には急速充電の完了が正しく行われません。入力電圧が15V以上の場合、MAX713SWEVKITのデータシートを参照してください。

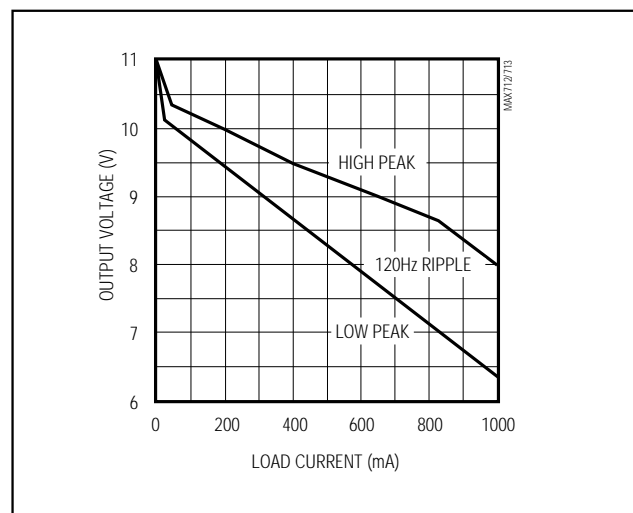


図10. ソニー製ラジオ用ACアダプタAC-190の負荷特性、DC9V/800mA

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

充電するセルがプログラム設定されたセル数と異なる場合には、電圧スロープによる急速充電完了の回路がディセーブルされることがあります。

スイッチング周波数(公称30kHz)は、CCとBATT-間に接続されたコンデンサ容量を増加することで、低減することができます。CCピンに接続されている2個のコンデンサは、できるだけMAX712/MAX713のCCピンの近くに配置し、リード線も短くします。CCピンはハイインピーダンスのため、このピンの近くにロジックラインを配線しないでください。図19の回路では、充電中に負荷に電力供給することはできません。

MAX712/MAX713をスイッチモード動作で評価する場合には、MAX713SWEVKIT-SOを用いてください。スイッチモード動作の詳細情報及び外付け部品については、MAX713EVKITのデータシートを参照して下さい。

## バッテリー充電例

図13及び図14に、それぞれMAX712とMAX713によりゴールド・ピーク社製の単三、1000mAh、NiMHバッテリー×3(GP1000AAH、GPバッテリー社)を1Aレートで充電した結果を示します。“標準動作回路”を図9aのサーミスタ構成と共に用いた回路を用いています。

DC IN=ソニー製AC-DCアダプタAC-190、  
+9VDC/800mA

PGM0=V+

PGM1=REF、PGM2=REF、PGM3=REF

R1=200、R2=150、 $R_{SENSE}=0.25$

C1=1 $\mu$ F、C2=0.01 $\mu$ F、C3=10 $\mu$ F、 $V_{LIMIT}=REF$

R3=10k、R4=15k

T1、T2=部品番号14A1002(Alpha Sensors) R5は省略、T3は省略、TLO=BATT-

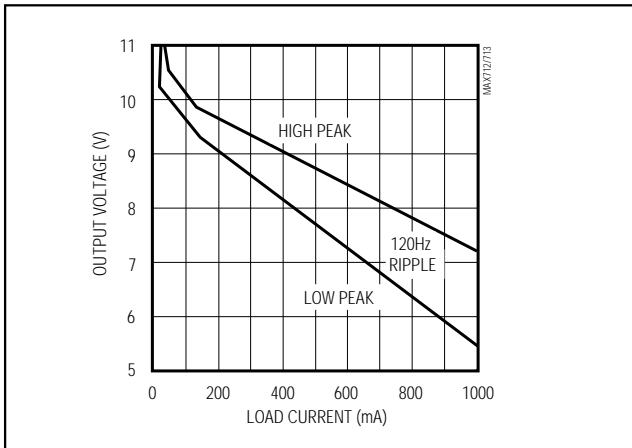


図11. ソニー製CDプレーヤー用ACアダプタAC-96Nの負荷特性、DC9V/600mA

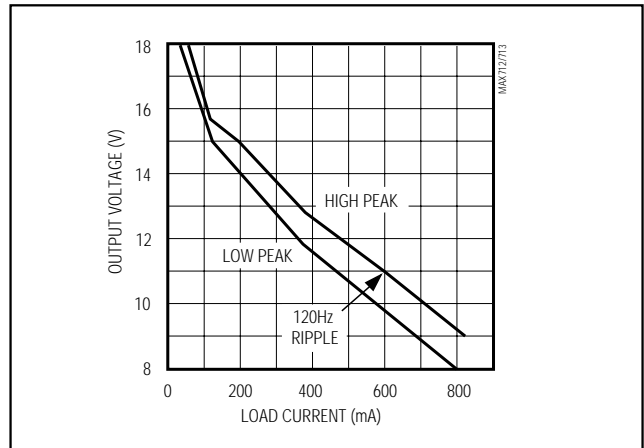


図12. パナソニック製モデム用ACアダプタKX-A11の負荷特性、DC12V/500mA

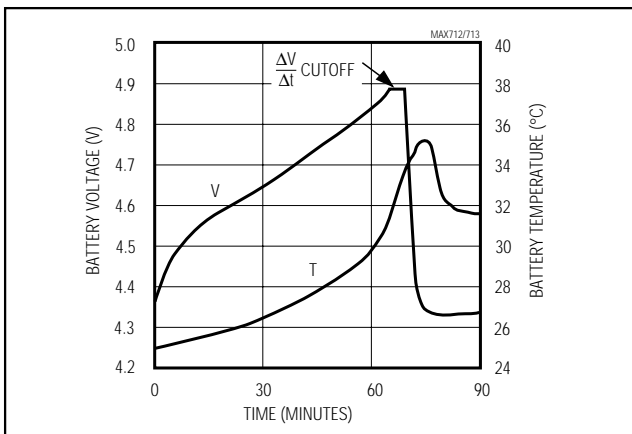


図13. MAX712を用いた3セルNiMHセルの充電

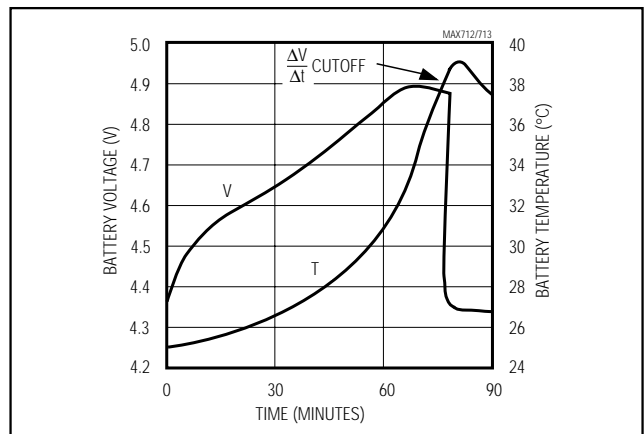


図14. MAX713を用いたNiMHセルの充電

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

## リニアモードでの高直列セル数

MAX712/MAX713に電源が与えられている時には、BATT+ピンの絶対最大定格電圧規定は、電源が与えられていない時より、高い値になる場合があります。バッテリーで11個以上のセルが用いられている場合、DC INが与えられていない時には、BATT+入力電圧を外部回路によって制限する必要があります(図15)。

## 放電時の効率

バッテリーを使用している場合(放電時)には、電流センス

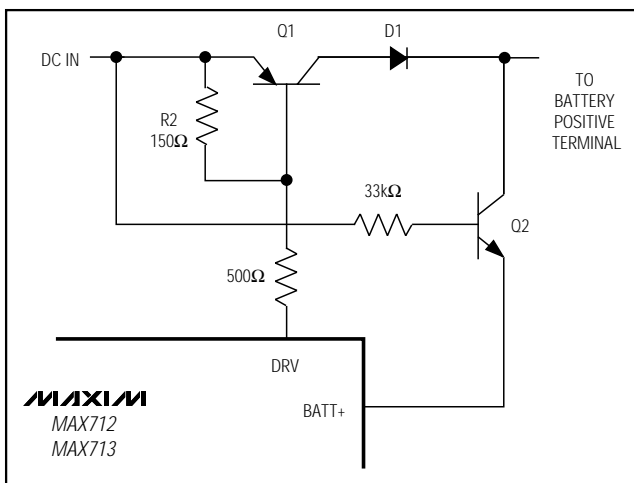


図15. リニアモードでより多くのセル数に対応するためのカスコード接続

抵抗 $R_{SENSE}$ は効率を若干損ないます。 $R_{SENSE}$ がバッテリー・スタックの内部抵抗よりかなり大きい場合にのみ、効率の損失は著しくなります。図16の回路は、充電器に電源が与えられていない場合には常にセンス抵抗をシャントし効率を改善します。

## 状態出力

図17に、充電器の状態をロジック・レベルで示すための回路を示します。図18に、充電器と電源の状態をLEDで示すための回路を示します。

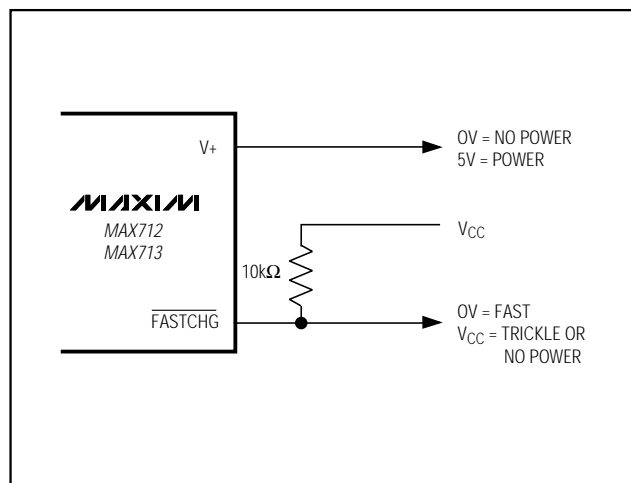


図17. ロジックレベルの状態出力

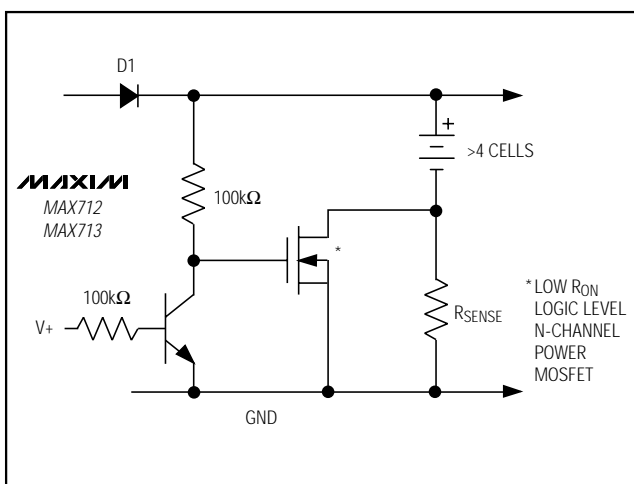


図16.  $R_{SENSE}$ のシャントによる効率の改善

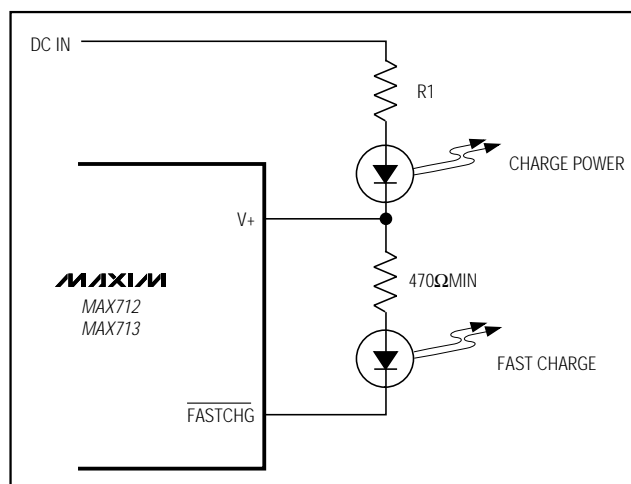


図18. 状態出力用のLED接続

# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

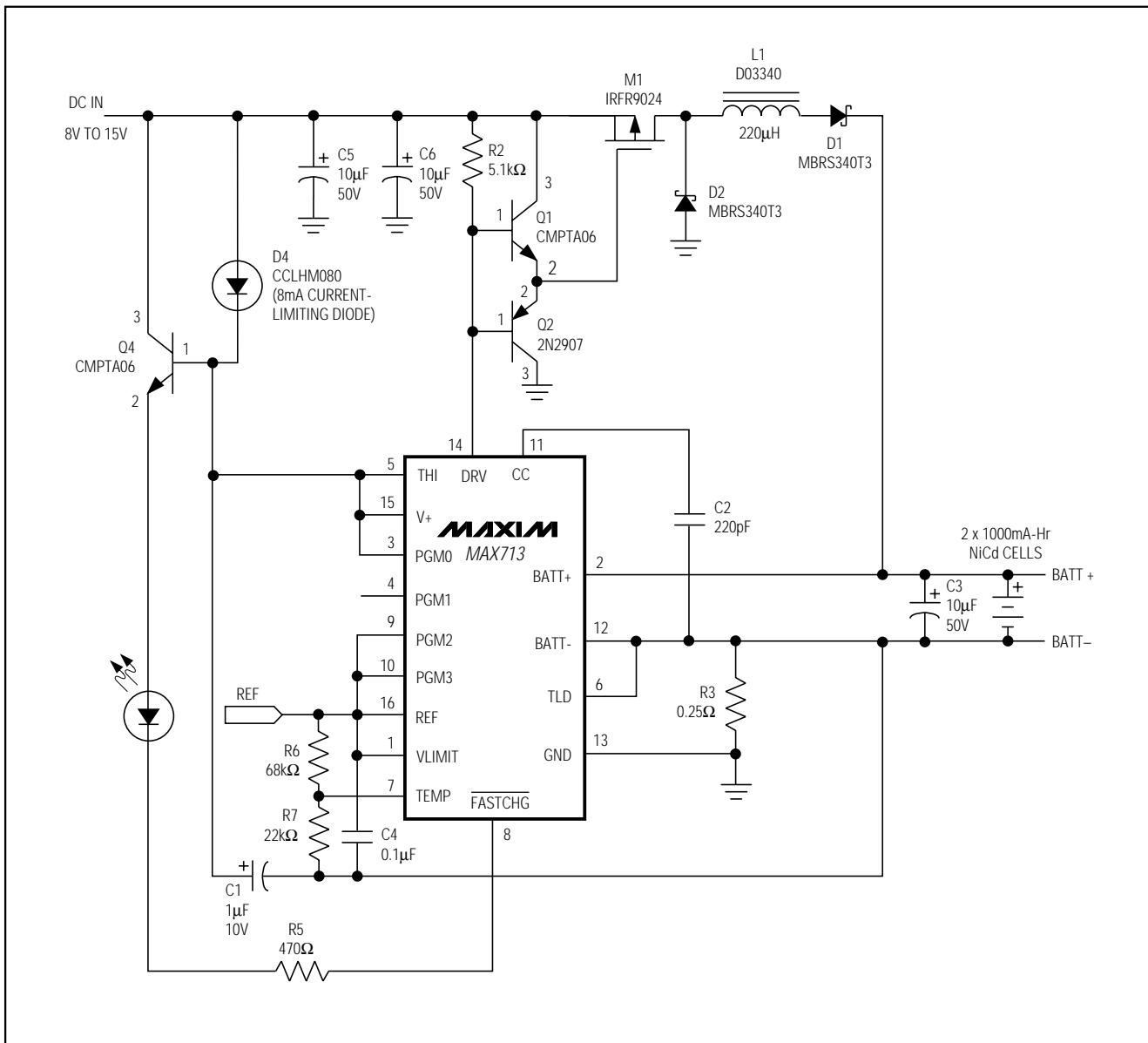


図19. 簡単なスイッチモード充電器



# NiCd/NiMHバッテリー用 急速充電コントローラ

MAX712/MAX713

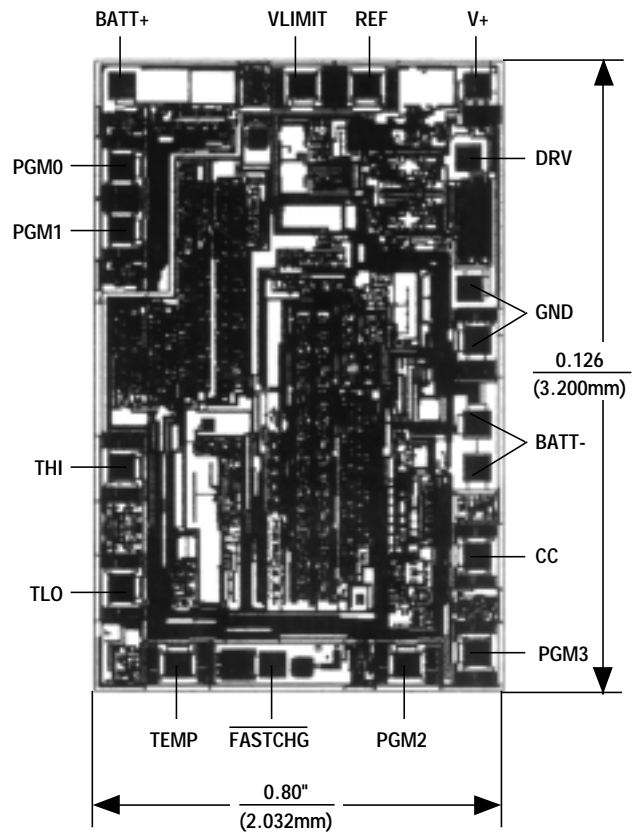
型番(続き) \_\_\_\_\_

チップ構造図 \_\_\_\_\_

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX713CPE	0°C to +70°C	16 Plastic DIP
MAX713CSE	0°C to +70°C	16 Narrow SO
MAX713C/D	0°C to +70°C	Dice*
MAX713EPE	-40°C to +85°C	16 Plastic DIP
MAX713ESE	-40°C to +85°C	16 Narrow SO
MAX713MJE	-55°C to +125°C	16 CERDIP**

\* diceの詳細についてはお問い合わせ下さい。

\*\* 入手性及びMIL-STD-883へのプロセッシングについてはお問い合わせ下さい。



TRANSISTOR COUNT: 2193  
SUBSTRATE CONNECTED TO V+

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

マキシムは完全にマキシム製品に組込まれた回路以外の回路の使用について一切責任を負いかねます。回路特許ライセンスは明言されていません。マキシムは随時予告なく回路及び仕様を変更する権利を留保します。

Maxim Integrated Products, 120 San Gabriel Drive, Sunnyvale, CA 94086 (408) 737-7600 \_\_\_\_\_ 17