

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日  
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】<http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

昇圧・降圧選択可能 1チャンネル定電流ドライバ

$\mu$  PD168830は電流コントローラ/ドライバを1チャンネル分内蔵した電源制御ICです。

パワーMOSFETを外付けし、0.35~1.5 Aの定電流で負荷を駆動でき、外部部品の構成と選択端子の設定により昇圧/降圧のいずれか一方の動作条件を選択して使用できます。

過熱、低電圧、過電流、過電圧（昇圧動作時のみ）の各保護回路を内蔵し、また外部からPWM信号を入力することで、負荷電流の制御が可能です。

**特 徴**

- 昇圧または降圧動作のどちらかを選択可能（外付け部品の構成およびMODE端子の設定による）
- 外付け電流検出抵抗の設定により、大電流に対応（最大1500 mA×1チャンネル）
- 外部抵抗、容量により内蔵クロック周波数を最大1 MHzまで設定可能
- 広い入力電圧範囲（9~38 V）
- PWM信号による負荷電流のON/OFF制御と、外部抵抗による負荷電流値の設定が可能
- ドライバICの過熱保護機能
- 過電流保護機能内蔵
- 過電圧保護機能内蔵（昇圧動作時のみ）
- 低電源電圧保護機能（UVLO）
- スタンバイ（Enable）端子装備
- 当社フラッシュメモリ内蔵マイコンとの組み合わせにより、効率的なソフト開発、多彩な制御が可能

**用 途**

- 特殊/汎用LED照明
- 産業用ヒーター
- 産業用照明
- 液晶パネルバックライト
- イルミネーション照明 他

**オーダー品名**

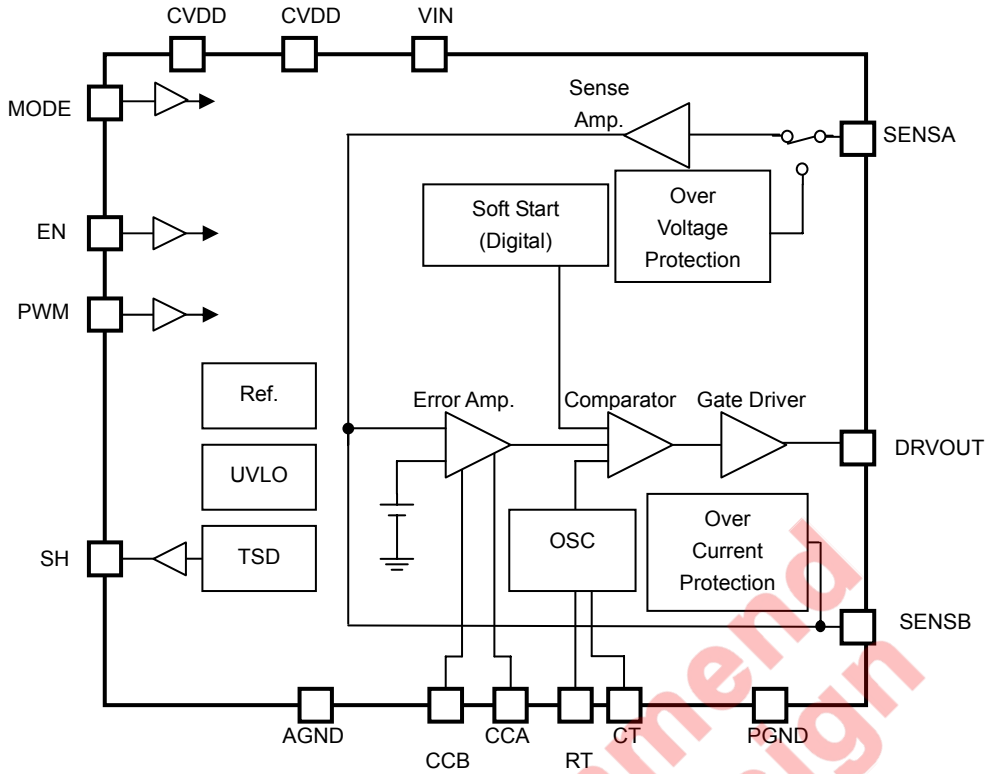
$\mu$  PD168830MA-6A5-E1-A

**品質水準**

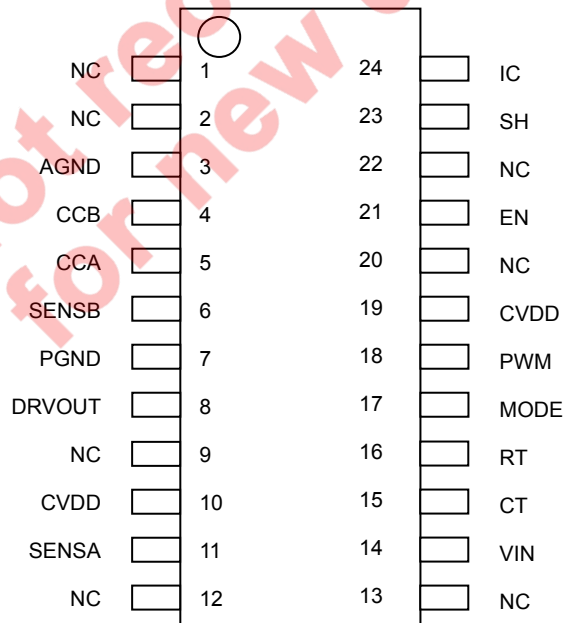
標準

本資料の内容は、予告なく変更することがありますので、最新のものであることをご確認の上で使用ください。

ブロック図



端子接続図



## 端子機能一覧

端子番号	端子名称	I/O	機能
1	NC	-	未接続
2	NC	-	未接続
3	AGND	-	制御部接地
4	CCB	-	位相補償容量接続端子
5	CCA	-	位相補償容量接続端子
6	SENSB	I	昇圧動作時電流検出端子
7	PGND	-	ドライバ出力部接地
8	DRVOUT	O	外付MOSFETゲート駆動端子
9	NC	-	未接続
10	CVDD <sup>※</sup>	-	制御部電源端子
11	SENSA	I	(降圧動作時)電流検出端子 / (昇圧動作時)過電圧検出端子
12	NC	-	未接続
13	NC	-	未接続
14	VIN	-	負荷電源端子
15	CT	-	三角波発振周波数設定容量端子
16	RT	-	三角波発振周波数設定抵抗端子
17	MODE	I	動作モード設定端子 (Low : 昇圧, High : 降圧)
18	PWM	I	PMW調光信号入力端子
19	CVDD <sup>※</sup>	-	制御部電源端子
20	NC	-	未接続
21	EN	I	動作 / スタンバイ 制御端子
22	NC	-	未接続
23	SH	O	エラー信号出力端子
24	IC	I	内部接続端子 (動作時は開放のこと)

注 10番と19番のCVDD端子は、できるだけ太い銅箔パターンで、最短距離で接続してください。

## 機能説明

μ PD168830は電流コントローラ / ドライバを1チャンネル分内蔵した定電流制御ICです。

パワーMOSFETを外付けし、0.35 ~ 1.5 Aの定電流で負荷を駆動でき、外部部品の構成と選択端子の設定により昇圧 / 降圧のいずれか一方の動作条件を選択して使用できます。

推奨電源電圧は9 ~ 38 V (降圧時) または9 ~ 28 V (昇圧時) であり、制御部電源 (CVDD) として5.0 Vが必要です。LEDを流れる負荷電流値を $I_{LOAD}$ とすると電流検出抵抗 $R_s = 0.115 (V) / I_{LOAD}$ の設定により、最大1.5 Aまでの電流値を設定できます。

調光については、PWM信号入力端子に入力されるPWM信号によって負荷電流がON/OFFされ、PWMのデューティにより平均電流が制御されます。また、初回起動時 (電源投入直後) には、内部回路によるデジタルソフトスタートが動作します。

## トポロジーの選択

MODE端子への印加電圧と外部部品の接続により、降圧 (Buck, アプリケーション例 (1))、または昇圧 (Boost, アプリケーション例 (2)) のどちらかを選択できます。

MODE端子は “昇圧”, “降圧” の選択に応じて、直接AGNDまたはCVDDに接続してください。その際、モード設定と異なる外部部品を接続すると、最悪の場合は破壊する可能性がありますので、十分ご注意ください。

MODE	トポロジー
L	昇圧
H	降圧

## 負荷電流の設定

負荷電流値 $I_{LOAD}$ は、電流検出抵抗の値によって設定できます。

設定電流値は $I_{LOAD} = 0.115 (V) / R_s (\Omega)$ として求められます。

電流検出抵抗値の許容誤差は、直接に電流精度に影響するため、 $\pm 1\%$ 以内を推奨します。

### 設定例

$R_s (\Omega)$	$I_{LOAD} (A)$	PRS (W)
0.33	0.35	0.04
0.18	0.64	0.073
0.12	0.96	0.11
0.082	1.4	0.16

**外付け MOSFET の選択**

外付けMOSFETは使用する電源電圧，電流に応じて，ゲート電圧4.5 Vで十分オンする，高速なものを選択してください。耐圧は動作時のノイズを含めても，最大定格電圧を超えないものとし，電流値も同様に余裕のあるものを選択してください。特に昇圧時に，MOSFETには負荷電流の昇圧比倍の電流が流れます。

(参考) 組み合わせる外付けPower MOSFETの特性 (特に指定のない場合,  $T_A = 25^{\circ}C$ )

項目	記号	試験条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
ゲート閾値電圧	$V_{gst}$		1.5	2.0	2.5	V
ON時ゲート電圧	$V_{gs}$		4.0	4.5	5.0	V

**備考** 外付けMOSFETの参考例

$I_{LOAD} \leq 0.75 A$   $0.75 A < I_{LOAD} \leq 1.5 A$   
 Nch: μ PA2756 (NEC: Dual), 2SK2055 (NEC: Single) Nch: 2SK3377 (NEC: Single), 2SK2414 (NEC: Single)

**保護回路**

μ PD168830は4種類の保護回路を内蔵しており，それぞれの動作は次表のとおりです。

**保護回路動作**

保護回路	保護動作時	保護動作後の処理	SH出力
過熱保護	停止	保持 (Latch動作)	H
過電圧保護	停止	保持 (Latch動作)	L
過電流保護	停止	保持 (Latch動作)	L
低電圧保護 (UVLO)	停止	自動復帰	L

過熱保護回路は安全のため，絶対最大接合部温度 $150^{\circ}C$ より高い温度で動作します。

したがって，一度過熱保護回路が動作したあとは，デバイスの信頼性，電気特性は保証されません。

過熱保護回路は，EN信号の立ち上がりの $400 \mu s$ 以降に機能します。

過電圧 / 過電流保護回路は，ノイズによる誤動作を避けるため， $12 \mu s$  TYP.以下の瞬間ノイズには応答しないように，フィルタリングされています。

チョッピングのための最大デューティは，昇圧動作時の過昇圧を防ぐために，80%以下に制限されています。

電気的特性

絶対最大定格（特に指定のない場合,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ）

項目	記号	測定条件	最大定格	単位
入力電圧	$V_{in}$		-0.3 ~ 42	V
電源電圧	$CV_{DD}$		-0.3 ~ 6	V
負荷電流検出端子電圧	$V_{sensA}$	SENSA昇圧時	-0.3 ~ 42	V
		SENSA降圧時	$V_{in}-5 \sim V_{in}$	V
負荷電流検出端子電圧	$V_{sensB}$	SENSB昇圧時	-0.3 ~ $CV_{DD}$	V
ゲート駆動端子出力電圧	$V_{drvout}$		-0.3 ~ $CV_{DD}$	V
Logic入力電圧	$V_i$	EN, PWM	-0.3 ~ $CV_{DD}$	V
ゲート駆動端子ピーク電流	$I_{drv\_peak}$	外付けPower-MOSFET駆動電流, $F_{chop} = 1 \text{ MHz}$ , pulse width = 10 ns	700	mA
全損失	$P_t$	$T_a = 25$ 基板: JEDEC準拠, $100 \times 100 \text{ mm}$ , $t = 1.6 \text{ mm}$ , 4層FR-4基板に実装	0.5	W
保存温度	$T_{stg}$		-55 ~ 150	$^\circ\text{C}$
接合部温度	$T_j$		150	$^\circ\text{C}$

推奨動作条件（特に指定のない場合,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ ）

項目	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
入力電圧 <sup>注1</sup>	$V_{in}$	降圧時 ( $V_{in} > V_{out}$ )	9		38	V
		昇圧時 ( $V_{in} < V_{out}$ )	9		28	
昇圧動作時出力電圧 <sup>注2</sup>	$V_{sensA}$	昇圧時 ( $V_{in} < V_{out}$ )			37	V
電源電圧 <sup>注1</sup>	$CV_{DD}$		4.5	5.0	5.5	V
PWM周波数 (PWM端子入力)	$F_{pwm}$	PWM Duty = 50%			500	Hz
PWM ON Duty <sup>注3</sup>	$D_{pwm}$	PWM入力	0		100	%
動作温度	$T_{op}$		-40		85	$^\circ\text{C}$
接合部温度	$T_j$		-40		125	$^\circ\text{C}$
PWM待機時間	$t_{wait}$	ENの立ち上がりからの待機時間	100			$\mu\text{s}$
ゲート駆動端子 平均出力電流	$I_{drv}$	$C_{load} = 1000 \text{ pF}$		30		mA

注1. 電源投入順序 :  $CV_{DD}$   $V_{in}$

電源切断順序 :  $V_{in}$   $CV_{DD}$

2. 直列接続負荷の推奨個数 : 7 個 (LEDの場合, チョッピング信号のオン・デューティ比による)

3. PWM への入力信号のデューティ比が 0% 近傍, および 100% 近傍では, PWM 入力信号のデューティ比と負荷電流の直線性が維持できません。この付近では, MCU による補正を推奨します。



電気特性（ウェハでの試験）

（降圧動作時、特に指定のない場合、 $V_{IN} = 30\text{ V}$ 、 $CV_{DD} = 5.0\text{ V}$ 、 $Temp = 25^{\circ}\text{C}$ 、外付けPower MOSFETなし）

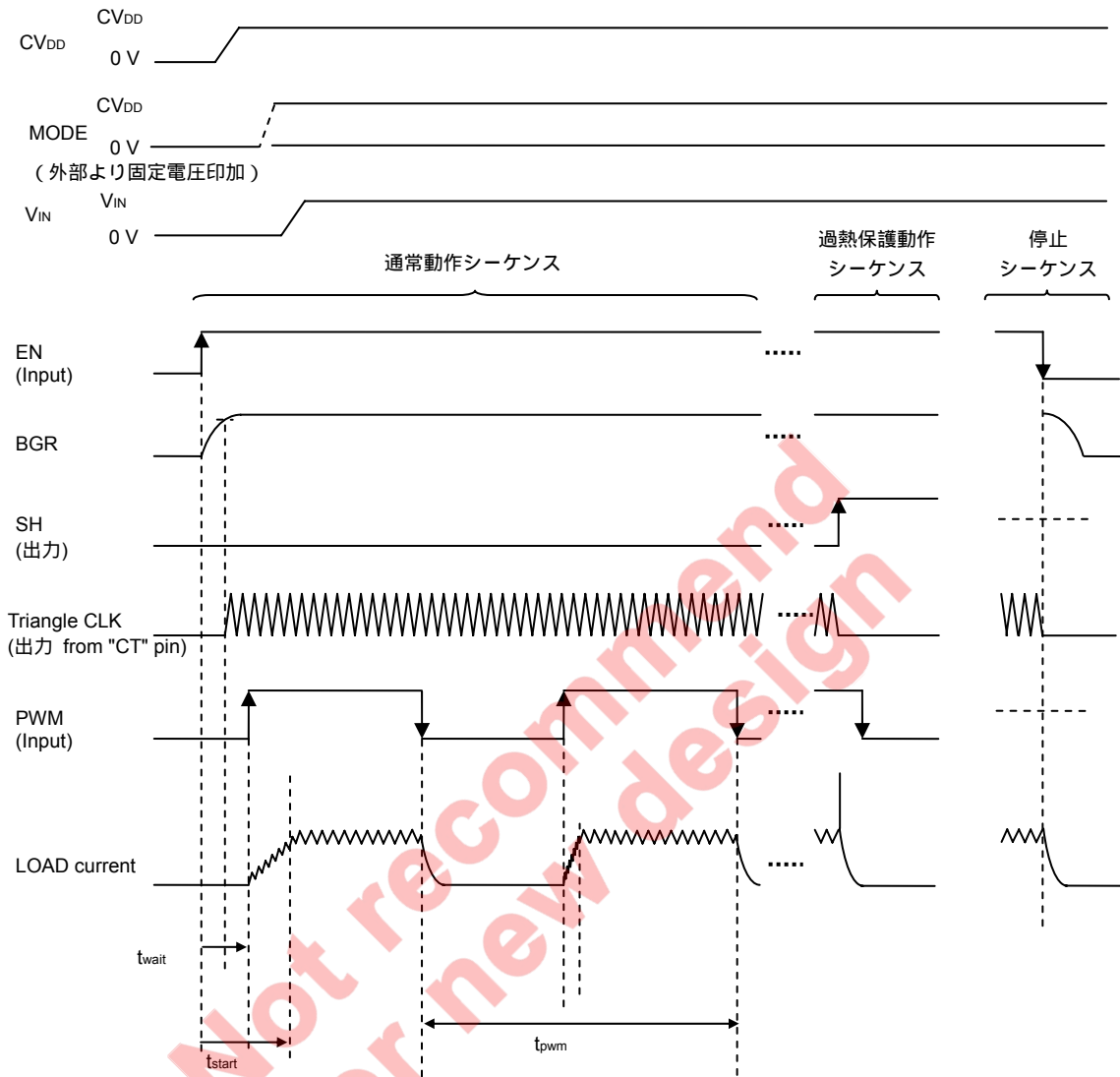
項目	項目	測定条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
共通						
動作時消費電流	$I_{opCVDD}$	EN = High, PWM = High, CVDD端子		2.0	3.0	mA
	$I_{opVIN}$	VIN端子, 降圧動作時			60	$\mu\text{A}$
VIN端子, 昇圧動作時				60		
待機時消費電流	$I_{stby1}$	MODE = Low (昇圧動作時) EN = Low, CVDD端子			10	$\mu\text{A}$
	$I_{stby2}$	MODE = High (降圧動作時) EN = Low, CVDD端子			60	$\mu\text{A}$
ゲート駆動部						
出力ON抵抗	$R_{on(source)}$	$I_{source} = 100\text{ mA}$		7	12	$\Omega$
	$R_{on(sink)}$	$I_{sink} = 100\text{ mA}$		7	12	
保護回路						
UVLO動作電圧	$V_{lUVLO}$	下側閾値	-	3.3	-	V
	$V_{hys\_UVLO}$	ヒステリシス幅	-	0.3	-	
SH出力High電圧	$V_{SHH}$	$I_{out} = 10\text{ mA}$	$0.8 \times CV_{DD}$		$CV_{DD}$	V
SH出力Low電圧	$V_{SHL}$	$I_{out} = -10\text{ mA}$	0		$0.2 \times CV_{DD}$	V
過電流検出閾値電圧 <sup>※</sup>	$V_{tsensb}$	MODE = Low (昇圧動作時)	0.315	0.35	0.385	V
過電圧保護 <sup>※</sup>	$V_{ovp}$	MODE = Low (昇圧動作時)	38	39.5	41	V
論理回路部						
High入力レベル	$V_{IH}$	EN端子にはプルダウン抵抗 (200 k $\Omega$ ) 内蔵	$0.7 \times CV_{DD}$		$CV_{DD}$	V
Low入力レベル	$V_{IL}$		0		$0.3 \times CV_{DD}$	V
プルダウン抵抗値	$R_{pd}$		100	200	300	k
基準電圧部, 他						
基準電圧	$V_{ref}$	CCAx - CCBx 端子間ショート	0.102	0.115	0.128	V
デジタル・ソフト・スタート時間	$t_{so}$	EN = High, PWM = Low $\rightarrow$ High	32		128	$\mu\text{s}$
電流検出アンプ (高圧側)						
出力電圧	$V_{tsens}$	MODE = High, 降圧動作時 $V_{in} - V_{sensa} = 0.115\text{ V}$ , VSENSB 端子で測定	0.105	0.115	0.125	V

注 昇圧動作時に、時間幅8 $\mu\text{s}$ 以下の突入電流は検出されません。

備考 過熱保護回路動作温度：150 $^{\circ}\text{C}$ より高い温度で動作します。

動作説明およびタイミングチャート

タイミングチャート



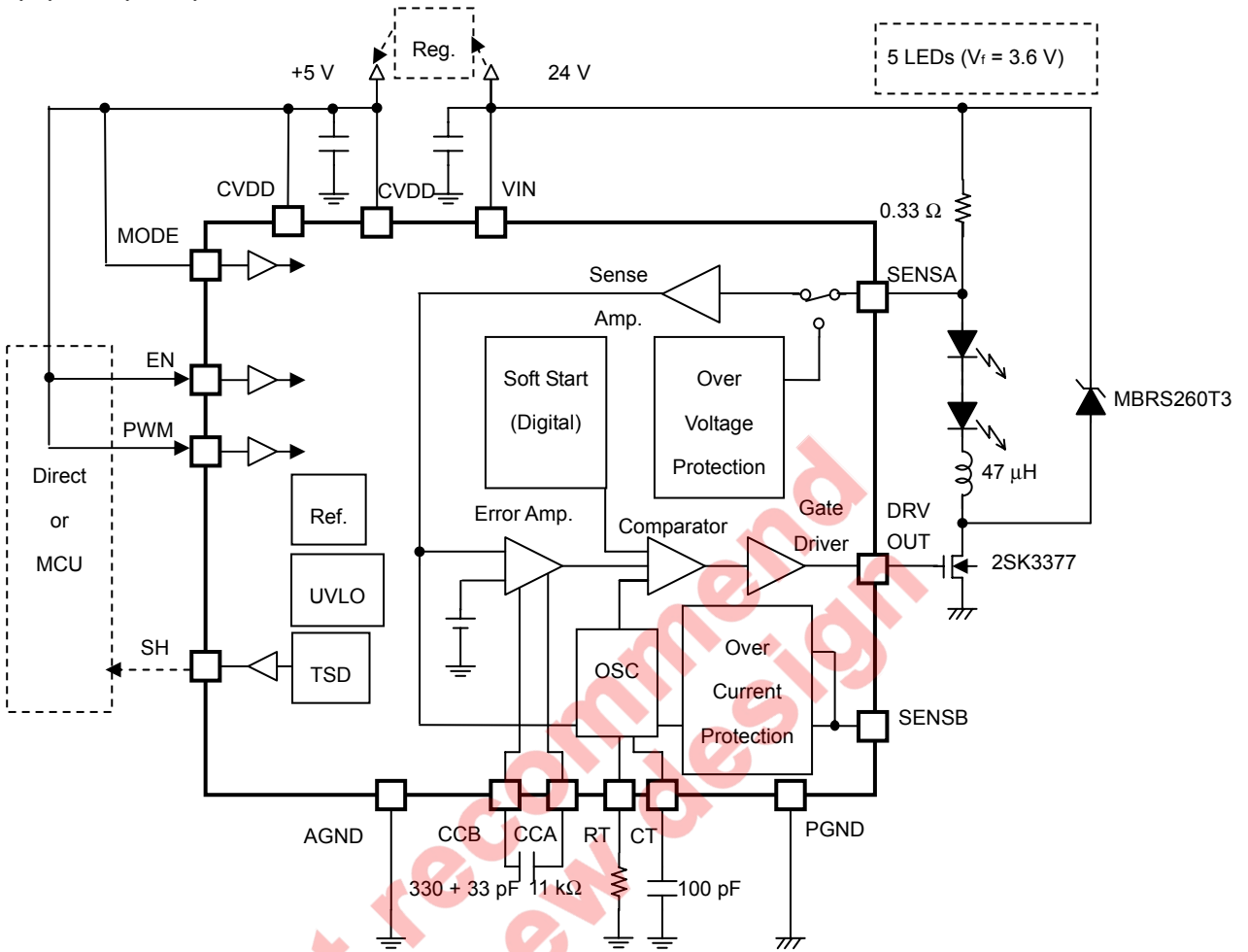
$t_{start}$  : 総立ち上がり時間 (EN信号立ち上がりから、負荷電流が通常の90%になるまでの時間)

$t_{pwm}$  : PWM周期

**備考** MPUはPWM待機時間 $t_{wait}$  (100  $\mu$ s) 経過後にPWM信号を送るよう設定してください。

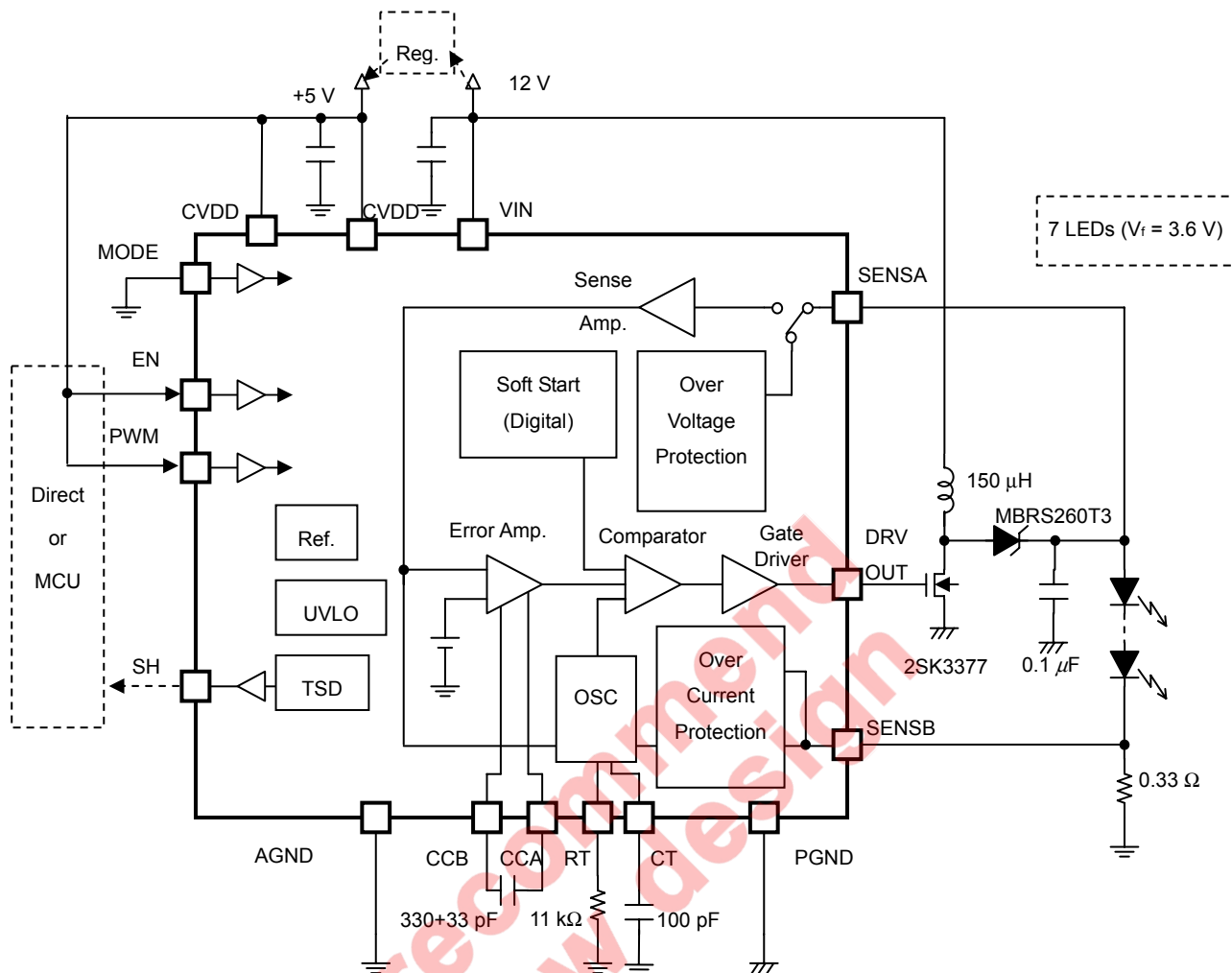
アプリケーション例

(1) 降圧 (Buck) 動作



備考 本回路図は参考用であり、実際の特性を保証するものではありません。

(2) 昇圧 (Boost) 動作



備考 本回路図は参考用であり、実際の特性を保証するものではありません。

アプリケーションノート

製品概要

μ PD168830はBuckモード、Boostモードの両方式に対応した、スイッチング方式の定電流LEDドライバICです。駆動するLEDの直列数によって、LEDの順方向電圧降下 (V<sub>f</sub>) の合計が電源電圧より小さい場合は、Buckモード、合計が電源電圧より大きい場合は、Boostモードで使用します。

Buckモードアプリケーション

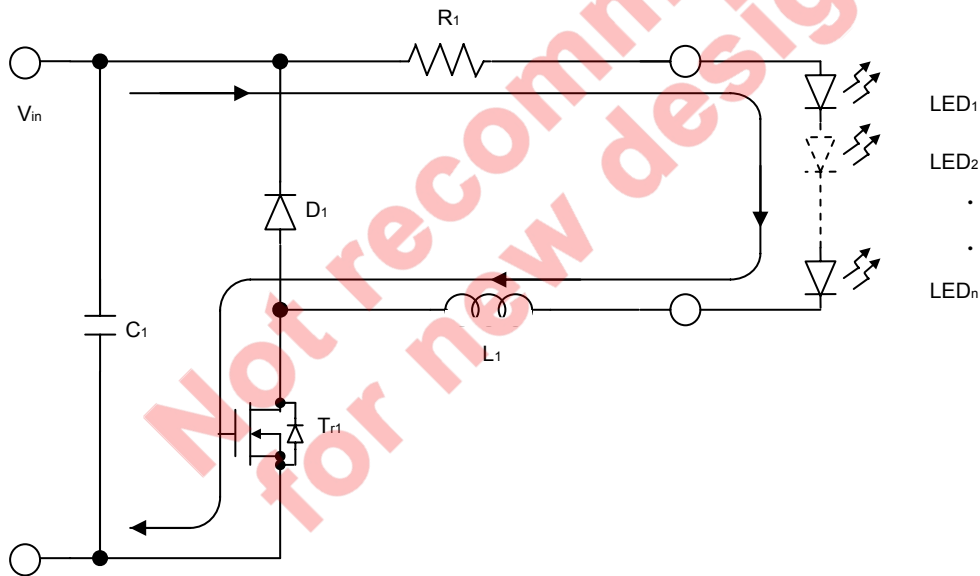
Buckモード動作原理

Buckモード時の動作を次に示します。

T<sub>r1</sub>をONすると図1-1のルートで電流が流れます。ONする時間をt<sub>on</sub>とすると、L<sub>1</sub>に流れる電流は(1-1)式で示されます。

$$I_L = I_0 + \frac{V_{in} - 0.115 - N \cdot V_f - R_{on} \cdot I_L}{L} \cdot t_{on} \dots (1-1)$$

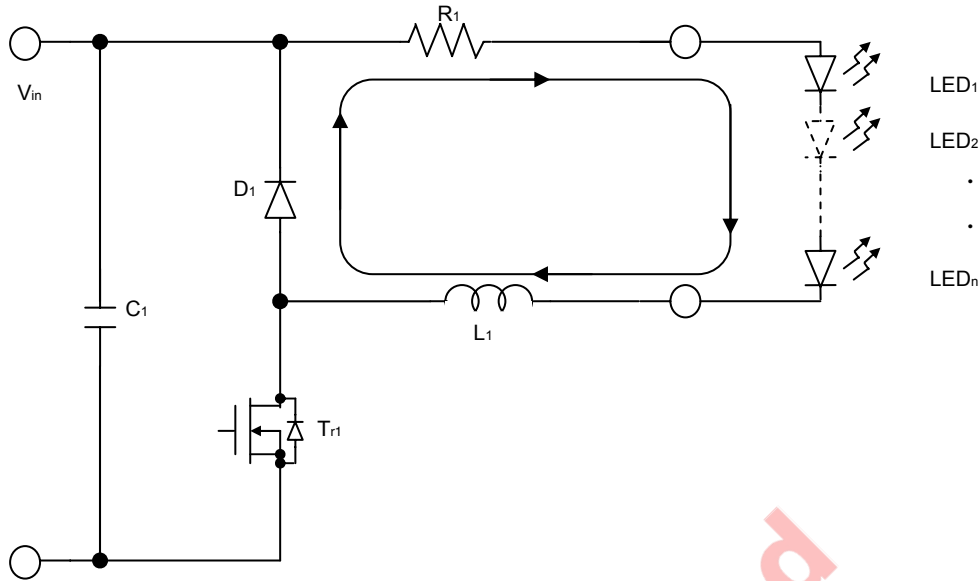
図 1-1 Tr1 ON 時の電流ルート



T<sub>r1</sub>がOFFすると、L<sub>1</sub>に生じる逆起電力によりD<sub>1</sub>が導通して、図1-2のルートで電流が流れます。OFFする時間をt<sub>off</sub>とすると、この時のL<sub>1</sub>に流れる電流は、(1-2)式となります。

$$I_L = I_p - \frac{0.115 + N \cdot V_f + V_d}{L} \cdot t_{off} \dots (1-2)$$

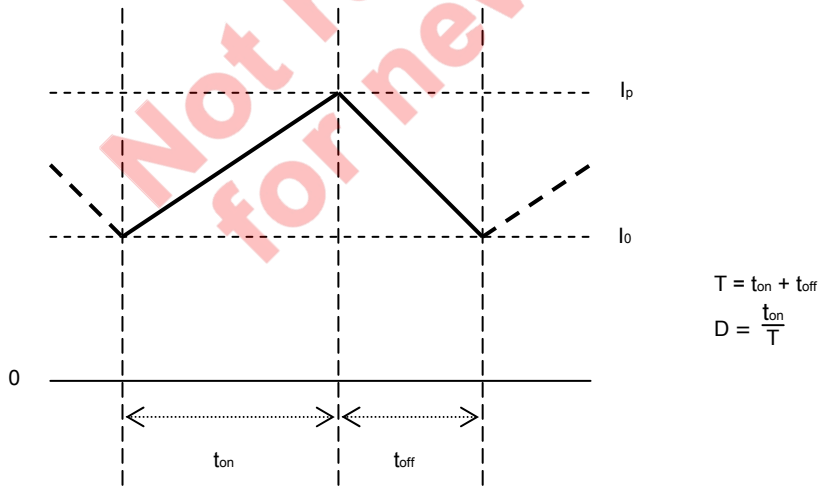
図1-2  $T_{r1}$  OFF 時の電流ルート



$L_1$ に流れる電流は図1-3のようになり、定常状態ではON期間とOFF期間の電流変化が釣り合っているため、 $T_{r1}$ のオン・デューティをDとすると、(1-3)式が成り立ちます。

$$\frac{1-D}{D} = \frac{V_{in} - 0.115 - N \cdot V_f - R_{on} \cdot I_L}{0.115 + N \cdot V_f + V_d} \dots (1-3)$$

図 1-3  $L_1$ に流れる電流



Buckモードでは、上記の関係が維持されるように $T_{r1}$ のオン・デューティをコントロールすることで、LEDに流れる電流を一定に保ちます。

## Buckモード設計手順

ICの動作周波数（スイッチング周波数）の決定

入力電圧と出力電圧（LED個数）から動作デューティを求めます。

$T_{r1}$ 、 $D_1$ 等の選定が済んでいませんので電流検出電圧（0.115）、 $R_{on}$ 、 $V_d$ は入力電圧 $V_{in}$ および出力電圧 $N \cdot V_f$ と比較して十分に小さいものとして、（1-3）式を簡略化して（1-4）式で求めます。

$$\frac{1-D}{D} = \frac{V_{in} - N \cdot V_f}{N \cdot V_f}$$

$$D = \frac{N \cdot V_f}{V_{in}} \dots (1-4)$$

LED電流からLの値を決定します。

Buckモードでは、Lに流れる電流がそのままLED電流となるので、電流変化 $\Delta I$ を許容リップル電流の仕様に合わせて、Lの値を決定します。

$$L = \frac{(V_{in} - N \cdot V_f) \cdot D \cdot T}{\Delta I} \dots (1-5)$$

Lが大きいほど電流リップルは小さくなりますが、その分応答速度が遅くなるため、Lの値は、 $\Delta I$ の値がLED電流の5%を切らない範囲で選択するのが望ましい値です。

## 入力コンデンサの決定

ON期間とLED電流から入力コンデンサに流れる電流を求めます。

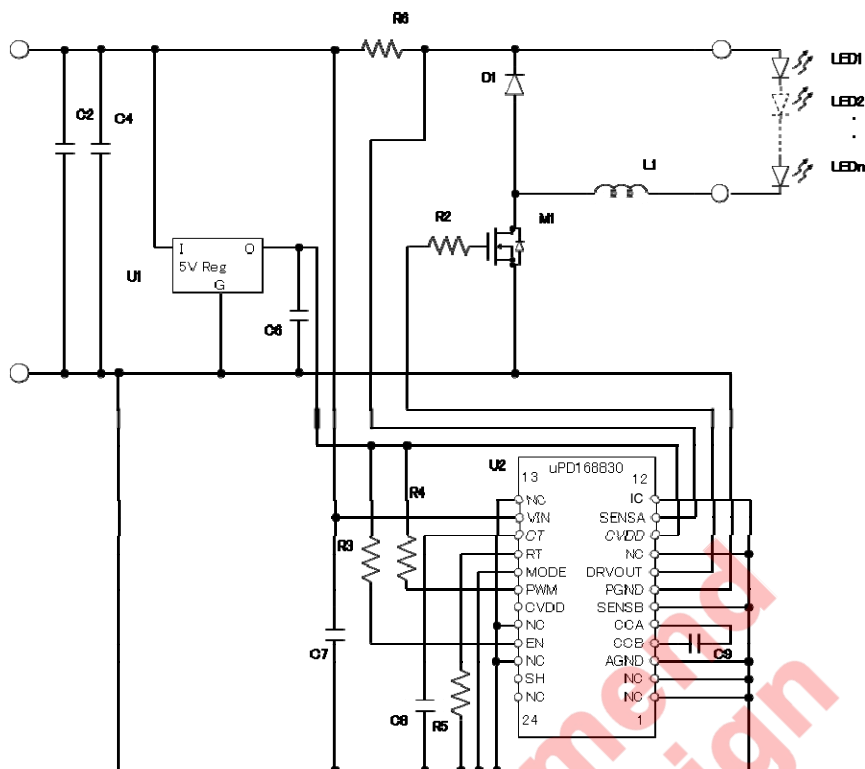
入力コンデンサに流れる電流は、使用する直流電源の出力インピーダンスによって変わるため、一概には求めることはできません。目安としてスイッチング電流を全て入力コンデンサで賄うものと仮定して、図1-3における $t_{on}$ 期間の電流の交流成分をコンデンサに流れる電流とします。この条件でコンデンサに充放電される電荷量 $\Delta Q$ から入力電圧変動 $\Delta V$ が十分小さくなるように（入力電圧の5%以下）容量Cを決定します。

$$\Delta Q = (1-D) \cdot \frac{I_p + I_o}{2} \cdot t_{on}$$

$$C = (1-D) \cdot \frac{I_p + I_o}{2 \Delta V} \cdot t_{on} \dots (1-6)$$

コンデンサの選定にあたっては、容量だけでなく許容リップル電流による電力損失が許容値を超えないよう注意が必要です。

Buckモードアプリケーション実施例

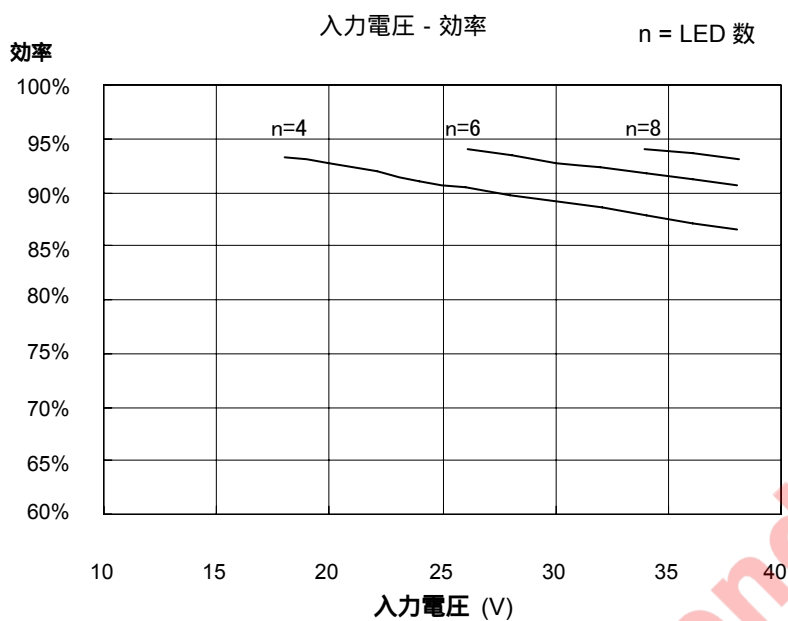


部品表

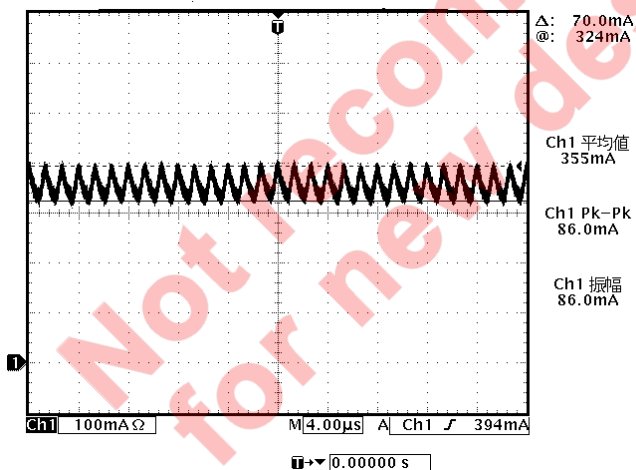
部品番号	定 格	メーカー名	部品番号	定 格	メーカー名
C2	47 μF 50 V		U1	μ PD168830	NECエレクトロニクス
C4	0.1 μF 50 V		U2	μ PC7805AHF	NECエレクトロニクス
C6	0.47 μF 50 V				
C7	0.1 μF 50 V				
C8	100 pF 50 V				
			R2	22 Ω	
			R3	10 kΩ	
			R4	10 kΩ	
L1	22 μH		R5	15 kΩ	
			R6	0.33 Ω	
M1	2SK3377	NECエレクトロニクス			



入力電圧 - 効率特性 (参考値)



出力電流リップル (参考値)



Boostモードアプリケーション

Boostモード動作原理

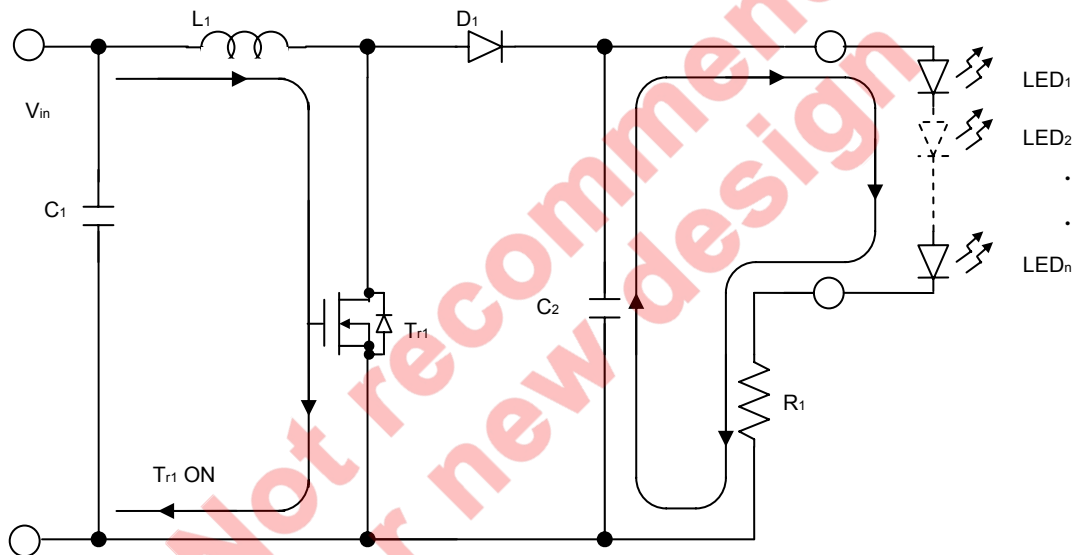
Boostモードの動作原理は、一般的なBoost型DC-DCコンバータと同じであり、LEDの $V_f$ - $I_f$ 特性に依存して印加電圧を調節することで電流制御を行います。

$T_{r1}$ をONすると、図2-1のように電流が流れ、 $L_1$ にエネルギーを蓄えます。ONする時間を $t_{on}$ とすると、この時の $L_1$ に流れる電流 $I_L$ は、初期電流を $I_0$ とすると、(2-1)式にて示されます。

$$I_L = I_0 + \frac{V_{in} - R_{on} \cdot I_L}{L} \cdot t_{on} \dots (2-1)$$

$T_{r1}$ がONしている期間は、入力からの電力供給がなくなるので、出力平滑コンデンサにより出力電圧を維持して、LED電流を供給しつづけます。

図2-1  $T_{r1}$  ON 時の電流



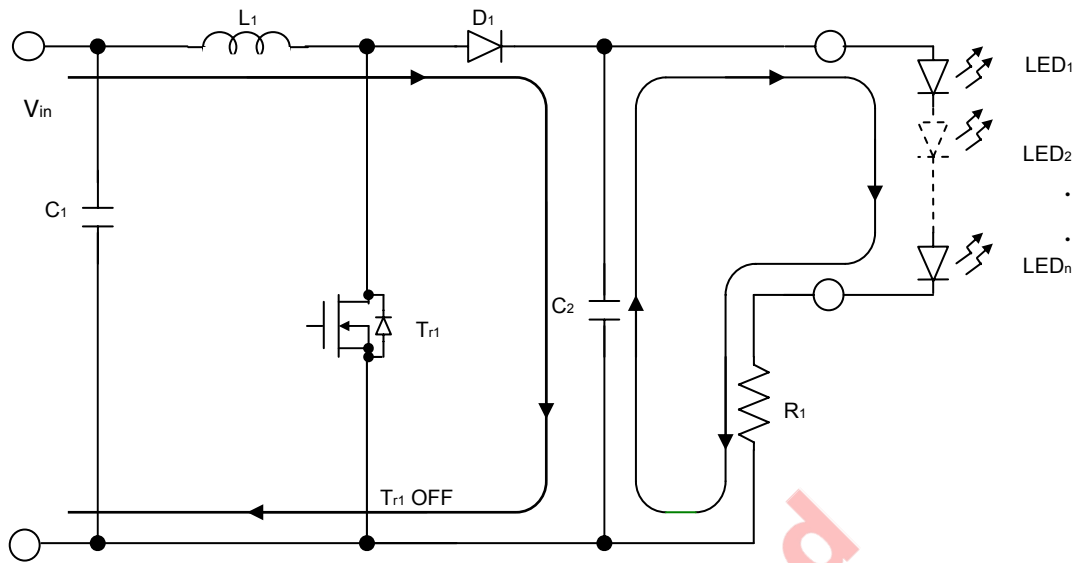
次に、 $T_{r1}$ をOFFすることで図2-2のように、 $L_1$ に生じる逆起電力を入力電圧に上乗せすることで、高い出力電圧を得ます。この時の出力電圧 $V_o$ は(2-2)式で表されます。

$$V_o = N \cdot V_f + 0.115 \dots (2-2)$$

$L_1$ に生じる電圧が $V_o - V_{in} - V_d$ になることから、 $T_{r1}$ がOFFしている時間を $t_{off}$ とすると、 $L_1$ に流れる電流は、(2-3)式となります。

$$I_L = I_p - \frac{N \cdot V_f + 0.115 - V_{in} - V_d}{L} \cdot t_{off} \dots (2-3)$$

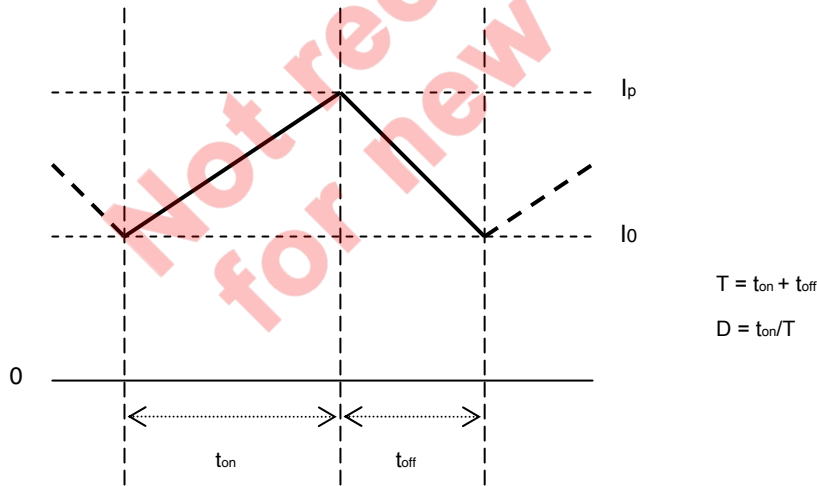
図 2-2  $T_{r1}$  OFF 時の電流



$L_1$ に流れる電流は図2-3のようになり、定常状態ではON期間とOFF期間の電流変化が釣り合っているため、 $T_{r1}$ のオン・デューティをDとすると、(2-4)式が成り立ちます。

$$\frac{1-D}{D} = \frac{V_{in} - R_{on} \cdot I_L}{N \cdot V_f + 0.115 \cdot V_{in} - V_d} \dots (2-4)$$

図 2-3  $L_1$ に流れる電流



$L_1$ を小さくすると、平均電流を一定に保ったまま電流の傾きが大きくなり、 $I_p$ 、 $I_o$ が変化します。 $I_o$ がゼロになる状態を臨界状態といい、通常は $I_o$ が正になる領域で使用します。この状態は、 $L_1$ に流れる電流が途切れない（連続である）ため、連続モードと呼ばれます。 $L_1$ のインダクタンスをさらに下げると、 $L_1$ に流れる電流が途切れる状態となります。これを不連続モードと呼びます。不連続モードでは、前述の入出力電圧とデューティの関係が電流の導通期間に対して成り立ち、 $T_{r1}$ のON/OFF時間に依存しない形となります。このため、出力電圧は最大オン・デューティによる制限を受けなくなりますので、注意が必要です。

## Boostモード設計手順

入力電圧と出力電圧（LED個数）から動作デューティを求めます。

$T_{r1}$ 、 $D_1$ 等の選定が済んでいませんので、電流検出電圧（0.115）、 $R_{on}$ 、 $V_d$ は、入力電圧 $V_{in}$ および出力電圧 $N \cdot V_f$ と比較して十分に小さいものとして、（2-4）式を簡略化して（2-5）式にて求めます。

$$\frac{1-D}{D} = \frac{V_{in}}{N \cdot V_f}$$

$$D = \frac{N \cdot V_f}{V_{in} + N \cdot V_f} \dots (2-5)$$

出力電力と効率 $\eta$ 、および入力電圧から入力電流 $I_{in}$ を求めます。この電流が $L_1$ に流れる平均電流となります。（効率 $\eta$ は、一般的には0.75～0.95ですので、この範囲で設定します。）

$$I_{in} = \frac{N \cdot V_f \cdot I_{out}}{V_{in} \cdot \eta} \dots (2-6)$$

$L_1$ の値を決定するために電流の変化量 $\Delta I$ を決めます。Boostモードの場合は、 $L_1$ に流れる電流とLEDに流れる電流は別になりますので比較的自由に設定できますが、連続モードで動作させる場合は、 $\Delta I$ を $I_{in}$ の2倍未満としてください。

## 出力平滑コンデンサの決定

出力電圧のリプルがLED電流のリプルとして現れるため、LEDの $V_f-I_f$ 特性を参考にして、出力電圧リプル $\Delta V_o$ を決定します。

出力電圧リプルとコンデンサに流れる電流から必要な最低容量を求めます。

出力平滑コンデンサに充電されるのは $T_{r1}$ がOFFしている期間のみで、出力電流（LED電流）は全期間で一定なので、図2-3の $t_{off}$ 期間の電流の交流成分がコンデンサに流れる電流となります。

電荷の変化量 $\Delta Q$ とコンデンサのESRによる電位変動から必要容量は、（2-7）式で求められます。

$$\Delta Q = \frac{I_p + I_o}{2} \cdot t_{off}$$

$$C_o = \frac{I_p + I_o}{2} \cdot \frac{(1-D) \cdot T}{\Delta V_o - ESR \cdot I_p} \dots (2-7)$$

出力コンデンサに積層セラミックを使用する場合は、ESRは殆ど無視できますが、電圧印加により静電容量が低下する特性を持つので、必要容量の2～3倍程度の余裕を持って容量を決定します。また、アルミ電解コンデンサ等のESRの大きいコンデンサを使用する場合は、 $\Delta Q$ よりも $ESR \cdot I_p$ の値が支配的になります。また、許容リプル電流による電力損失が許容値を越えないように注意が必要です。

## 入力コンデンサの決定

入力コンデンサに流れる電流は、使用直流電源の出力インピーダンスによって変動するため、一概には求めることができません。目安としてスイッチング電流を全て入力コンデンサで賄うものと仮定して、図2-3に示す $L_1$ の電流の交流成分を、コンデンサに流れる電流とします。この条件でコンデンサに充放電される電荷量 $\Delta Q$ から、入力電圧変動 $\Delta V_i$ が十分小さくなるように（入力電圧の5%以下）、容量 $C_i$ を決定します。

$$\Delta Q = \frac{I_p - I_o}{2} \cdot T$$

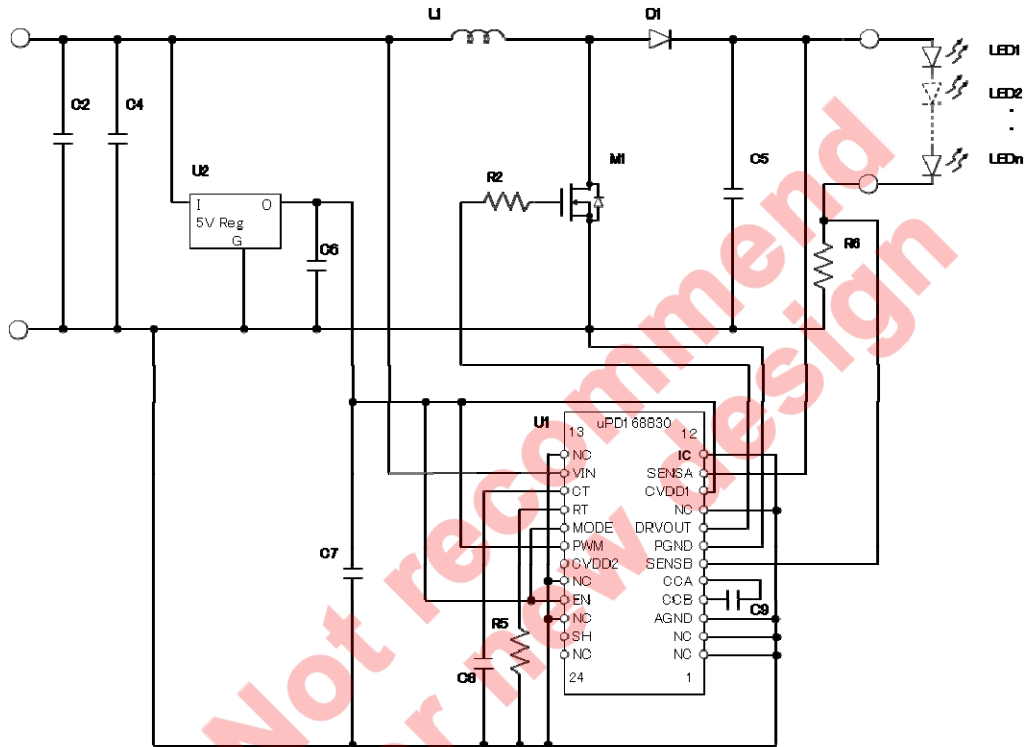
$$C_i = \frac{I_p - I_o}{2\Delta V_i} \cdot T \dots (2-8)$$

Boostモードアプリケーション実施例

アプリケーション回路仕様は次のとおりです。

入力電圧 9 ~ 32 V , 出力電流 350 mA , 接続可能 LED 数 5 ~ 10 個

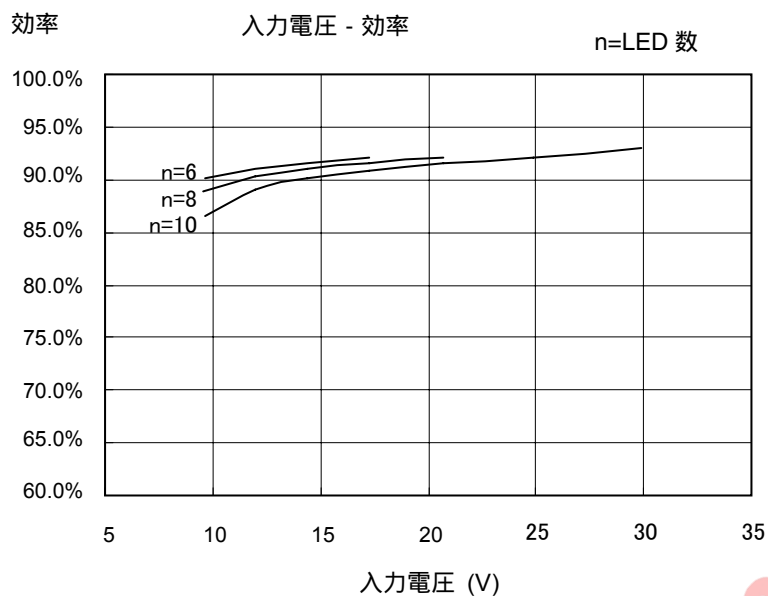
回路図



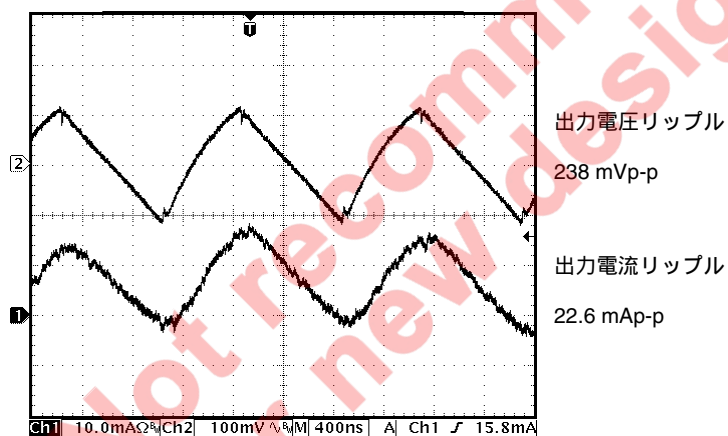
部品表

部品番号	定 格	メーカ名	部品番号	定 格	メーカ名
C2	1 μF 50 V		M1	2SK3377	NECエレクトロニクス
C4	0.1 μF 50 V				
C5	2.2 μF 50 V		U1	μ PD168830	NECエレクトロニクス
C6	0.47 μF 50 V		U2	μ PC7805AHF	NECエレクトロニクス
C7	0.1 μF 50 V				
C8	100 pF 50 V		R2	22 Ω	
			R5	15 kΩ	
L1	22 μH		R6	0.33 Ω	

入力電圧 - 効率特性 (参考値)

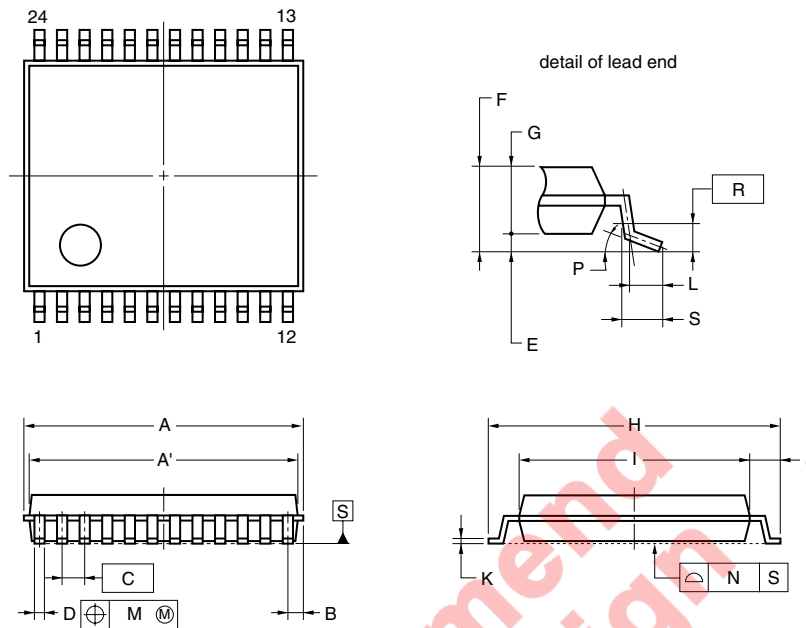


出力電圧, 電流リップル波形 (参考値)



外形図

24-PIN PLASTIC TSSOP (5.72 mm (225))



NOTE

Each lead centerline is located within 0.10 mm of its true position (T.P.) at maximum material condition.

ITEM	MILLIMETERS
A	6.65±0.10
A'	6.5±0.1
B	0.575
C	0.5 (T.P.)
D	0.22±0.05
E	0.1±0.05
F	1.2 MAX.
G	1.0±0.05
H	6.4±0.1
I	4.4±0.1
J	1.0±0.1
K	0.17±0.025
L	0.5
M	0.10
N	0.08
P	3° <sup>+5°</sup> / <sub>3°</sub>
R	0.25
S	0.6±0.15
P24MA-50-6A5	

Not recommended for new design

**半田付け推奨条件**

この製品の半田付け実装は、次の推奨条件で実施してください。

なお、推奨条件以外の実装方式および半田付け条件については、当社販売員にご相談ください。

半田付け推奨条件の技術的内容については、下記を参照してください。

「半導体デバイス実装マニュアル」(<http://www.com/pkg/ja/jissou/index.html>)

μ PD168830MA-6A5

半田付け方式	半田付け条件	推奨条件記号
赤外線リフロ	パッケージ・ピーク温度：260°C 時間：10秒以内（最大温度）、60秒以内（220°C以上） 予備加熱：160～180°Cで60～120秒 回数：3回 制限日数：7日間*（以降は125°Cベーキング10時間以上必要）、 フラックス：塩素分の少ないロジン系フラックス（塩素0.2 Wt%以下）を推奨 <留意事項> 耐熱トレイ以外（マガジン、テーピング、非耐熱トレイ）は、包装状態でのベーキングができません。	IR60-00-3

注 ドライパック開封後の保管日数で管理条件は5～30°C，70%RH以下。

注意 半田付け方式の併用は避けてください。

Not recommended for new design



## CMOS デバイスの一般的注意事項

- (1) 入力端子の印加波形: 入力ノイズや反射波による波形歪みは誤動作の原因になりますので注意してください。CMOS デバイスの入力がノイズなどに起因して、VIL (MAX.) から VIH (MIN.) までの領域にとどまるような場合は、誤動作を引き起こす恐れがあります。入力レベルが固定な場合はもちろん、VIL (MAX.) から VIH (MIN.) までの領域を通過する遷移期間中にチャタリングノイズ等が入らないようご使用ください。
- (2) 未使用入力の処理: CMOS デバイスの未使用端子の入力レベルは固定してください。未使用端子入力については、CMOS デバイスの入力に何も接続しない状態で動作させるのではなく、プルアップかプルダウンによって入力レベルを固定してください。また、未使用の入出力端子が出力となる可能性 (タイミングは規定しません) を考慮すると、個別に抵抗を介して VDD または GND に接続することが有効です。資料中に「未使用端子の処理」について記載のある製品については、その内容を守ってください。
- (3) 静電気対策: MOS デバイス取り扱いの際は静電気防止を心がけてください。MOS デバイスは強い静電気によってゲート絶縁破壊を生じることがあります。運搬や保存の際には、当社が出荷梱包に使用している導電性のトレイやマガジン・ケース、または導電性の緩衝材、金属ケースなどを利用し、組み立て工程にはアースを施してください。プラスチック板上に放置したり、端子を触ったりしないでください。また、MOS デバイスを実装したボードについても同様の扱いをしてください。
- (4) 初期化以前の状態 電源投入時、MOS デバイスの初期状態は不定です。電源投入時の端子の出力状態や入出力設定、レジスタ内容などは保証しておりません。ただし、リセット動作やモード設定で定義している項目については、これらの動作ののちに保証の対象となります。リセット機能を持つデバイスの電源投入後は、まずリセット動作を実行してください。
- (5) 電源投入切断順序 内部動作および外部インタフェースで異なる電源を使用するデバイスの場合、原則として内部電源を投入した後に外部電源を投入してください。切断の際には、原則として外部電源を切断した後に内部電源を切断してください。逆の電源投入切断順により、内部素子に過電圧が印加され、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源投入切断シーケンス」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。
- (6) 電源 OFF 時における入力信号 当該デバイスの電源が OFF 状態の時に、入力信号や入出力プルアップ電源を入れないでください。入力信号や入出力プルアップ電源からの電流注入により、誤動作を引き起こしたり、異常電流が流れ内部素子を劣化させたりする場合があります。資料中に「電源 OFF 時における入力信号」についての記載のある製品については、その内容を守ってください。

- ・本資料に記載されている内容は2010年3月現在のもので、今後、予告なく変更することがあります。量産設計の際には最新の個別データ・シート等をご参照ください。
- ・文書による当社の事前の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。当社は、本資料の誤りに関し、一切その責を負いません。
- ・当社は、本資料に記載された当社製品の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、一切その責を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
- ・本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責を負いません。
- ・当社は、当社製品の品質、信頼性の向上に努めておりますが、当社製品の不具合が完全に発生しないことを保証するものではありません。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品をお客様の機器にご使用の際には、当社製品の不具合の結果として、生命、身体および財産に対する損害や社会的損害を生じさせないように、お客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計を行ってください。
- ・当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定していただく「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。

「標準水準」: コンピュータ, OA 機器, 通信機器, 計測機器, AV 機器, 家電, 工作機械, パーソナル機器, 産業用ロボット

「特別水準」: 輸送機器 (自動車, 電車, 船舶等), 交通用信号機器, 防災・防犯装置, 各種安全装置, 生命維持を目的として設計されていない医療機器

「特定水準」: 航空機器, 航空宇宙機器, 海底中継機器, 原子力制御システム, 生命維持のための医療機器, 生命維持のための装置またはシステム等

当社製品のデータ・シート, データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は, 標準水準製品であることを表します。意図されていない用途で当社製品の使用をお客様が希望する場合には, 事前に当社販売窓口までお問い合わせください。

注 1. 本事項において使用されている「当社」とは, NEC エレクトロニクス株式会社および NEC エレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいう。

注 2. 本事項において使用されている「当社製品」とは, 注 1 において定義された当社の開発, 製造製品をいう。

(M8E0909J)

【発行】 NEC エレクトロニクス株式会社 (<http://www.necel.co.jp/>)

【問い合わせ先】 <http://www.necel.com/contact/ja/>