

**生産終了品**

#### ■ 概要

R5210xシリーズはCMOSプロセスによるボルテージディテクタ (VD)、ボルテージレギュレータ (VR) 付きのPWM制御型、低消費電流の降圧DC/DCコンバータICです。

降圧DC/DCコンバータは、発振回路、PWMコントロール回路、基準電圧源、電圧検出抵抗網、誤差増幅回路、ソフトスタート回路、電流制限回路、位相補償回路、出力Tr等からなっており外付け部品として、コイル、コンデンサを用いるだけで、容易に低リップル、高効率の降圧DC/DCコンバータを構成できます。発振周波数は800kHzと高周波数であるためコイル、コンデンサを小型化することができます。

本ICは低電圧誤動作防止回路 (UVLO) を備えており入力電圧がTYP. 2.35V以下になるとDC/DCコンバータ出力はOFFされます。但し、ボルテージレギュレータ、ボルテージディテクタは動作しています。

ボルテージレギュレータは、基準電圧源、電圧検出抵抗網、誤差増幅器、短絡電流制限回路、出力Tr等から構成されています。

ボルテージディテクタ (VD) は、入力電位を監視し、出力は、Nchオープンドレインとなっています。復帰遅延回路は内蔵されておりTYP.10msに設定されています。

#### ■ 特長

- 入力電圧範囲 ..... 2.7V~5.5V
- ソフトスタート機能 (TYP.2ms)、VD復帰遅延機能 (TYP.10ms) を内蔵
- 最大出力電流 ..... 500mA (DC/DC)、200mA (VR)
- 出力電圧精度が高い ..... ±2.0% (DC/DC出力、VR出力)
- 検出電圧精度が高い ..... ±2.5%
- 出力電圧設定範囲 (VR) ..... 2.5V~3.6Vの範囲 0.1Vステップで指定可能
- 出力電圧設定範囲 (DC/DC) ..... 1.5V~3.3Vの範囲 0.1Vステップで指定可能
- 検出電圧設定範囲 (VD) ..... 3.0V~4.5Vの範囲 0.1Vステップで指定可能
- パッケージはSOT-23-6W (高さ MAX. 1.3mm) または、HSO-6 (高さ MAX. 0.9mm) に封止

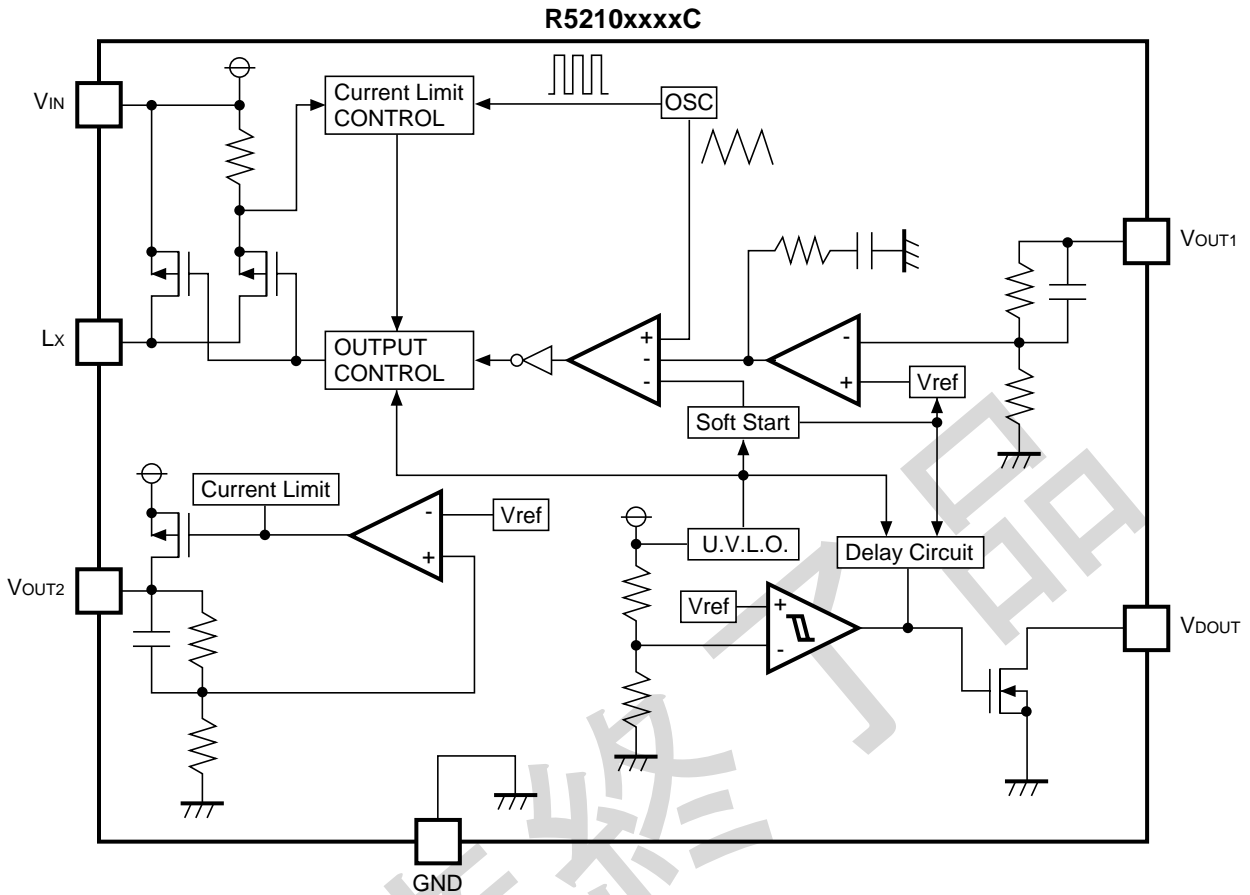
#### ■ アプリケーション

- 携帯用通信機器、CDドライブ及びDVDドライブ用の定電圧電源
- バッテリー使用機器の定電圧電源

# R5210x

生産終了品

## ■ ブロック図



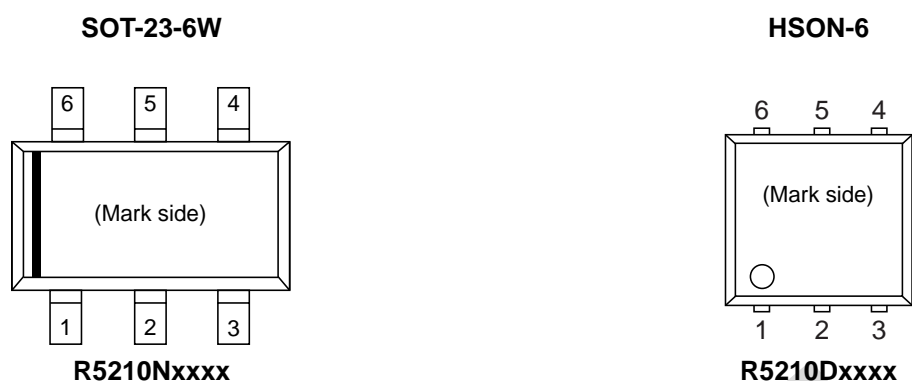
## ■ セレクションガイド

R5210xシリーズはバージョンを用途によって選択指定することができます。  
 選択指定の方法はデバイスの形式番号を用いて下記のようにおこないます。

R5210xxxx-TR ←形式番号  
 ↑↑ ↑ ↑  
 a b c d

番号	内容
a	パッケージの選択指定に用います。 N : SOT-23-6W D : HSON-6
b	電圧設定用開発番号です。
c	バージョン指定 (Cのみ)
d	テーピング方向を示します。(テーピング仕様参照)

## ■ 端子接続図



## ■ 端子説明

番号端子		端子名	機能
R5210N	R5210D		
1	5	V <sub>OUT2</sub>	VR 出力端子
2	4	V <sub>DOUT</sub>	VD 出力端子 (Nch オープンドレイン出力)
3	3	V <sub>OUT1</sub>	DC/DC コンバータ降圧出力電圧監視
4	1	LX	スイッチング端子 (Pch オープンドレイン出力)
5	2	GND	グランド端子
6	6	V <sub>IN</sub>	電源入力端子

## ■ 絶対最大定格

(GND=0)

記号	項目	定格	単位
V <sub>IN</sub>	V <sub>IN</sub> 端子電圧	6.5	V
V <sub>LX</sub>	LX 端子電圧	-0.3~ V <sub>IN</sub> +0.3	V
V <sub>OUT1</sub>	V <sub>OUT1</sub> 端子電圧	-0.3~ V <sub>IN</sub> +0.3	V
V <sub>OUT2</sub>	V <sub>OUT2</sub> 端子電圧	-0.3~ V <sub>IN</sub> +0.3	V
V <sub>DOUT</sub>	V <sub>DOUT</sub> 端子電圧	-0.3~ 6.5	V
I <sub>LX</sub>	LX 端子出力電流	800	mA
I <sub>OUT2</sub>	I <sub>OUT2</sub> 端子出力電流	250	mA
P <sub>D</sub>	許容損失(SOT23-6W)	250	mW
	許容損失(HSON-6)	400	mW
T <sub>opt</sub>	動作周囲温度	-40~ +85	°C
T <sub>stg</sub>	保存周囲温度	-55~ +125	°C

**R5210x**

生産終了品

## ■ 電気的特性

## ● R5210x001C

(Topt=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
$V_{IN}$	動作入力電圧		2.7		5.5	V
$I_{DD}$	消費電流	$V_{IN}=5.0V, V_{OUT1}=5.0V$		150	300	$\mu A$
$V_{UVLO1}$	UVLO 検出電圧		2.15	$V_{UVLO2}$ -0.15		V
$V_{UVLO2}$	UVLO 解除電圧		2.35	2.50	2.65	V

## DC/DC 部

(Topt=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
$V_{OUT1}$	DC/DC 出力電圧	$V_{IN}=5.0V$ 無負荷	2.646	2.700	2.754	V
$\Delta V_{OUT1}/\Delta T$	DC/DC 出力電圧温度係数	$-40^{\circ}C \leq T_{opt} \leq 85^{\circ}C$		$\pm 100$		ppm/ $^{\circ}C$
fosc	発振周波数	$V_{IN}=5.0V$	640	800	960	kHz
$\Delta f_{osc}/\Delta T$	発振周波数温度係数	$-40^{\circ}C \leq T_{opt} \leq 85^{\circ}C$		1.5		KHz/ $^{\circ}C$
$R_{LX}$	Lx “ON” 抵抗	$V_{IN}=5.0V, I_{LX}=100mA$		0.4	0.8	$\Omega$
$I_{LXleak}$	Lx リーク電流	$V_{IN}=V_{OUT1}=5.0V, V_{LX}=0V$		0.01	5.00	$\mu A$
$I_{LXLIM}$	Lx 制限電流	$V_{IN}=5.0V$	600	750		mA
Maxduty	最大デューティ比		100			%
Tstart	ソフトスタート時間	$V_{IN}=5.0V$	0.7	2.0	5.0	ms

## VR 部

(Topt=25°C)

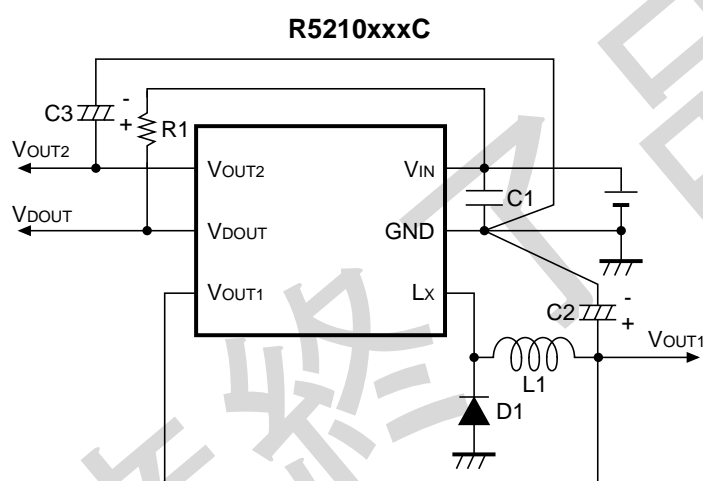
記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
$V_{OUT2}$	VR 出力電圧	$V_{IN}=5.0V, I_{OUT2}=10mA$	3.332	3.400	3.468	V
$I_{OUT2}$	最大 VR 出力電流	$V_{IN}=5.0V$	200			mA
$V_{REG2}$	VR 負荷安定度	$V_{IN}=5.0V,$ $1mA \leq I_{OUT2} \leq 80mA$		30	70	mV
$V_{DIF2}$	入出力電圧差	$I_{OUT2}=100mA$		0.2	0.3	V
$I_{LIM2}$	短絡電流	$V_{OUT2}=0V$		50		mA
$\Delta V_{OUT2}/\Delta T$	VR 出力電圧温度係数	$-40^{\circ}C \leq T_{opt} \leq 85^{\circ}C$		$\pm 100$		ppm/ $^{\circ}C$

## VD 部

(T<sub>opt</sub>=25°C)

記号	項目	条件	MIN.	TYP.	MAX.	単位
-V <sub>DET</sub>	VD 検出電圧		4.095	4.200	4.305	V
$\Delta$ -V <sub>DET</sub> / $\Delta$ T	VD 検出電圧温度係数	-40°C ≤ T <sub>opt</sub> ≤ 85°C		±100		ppm/°C
V <sub>HYS</sub>	ヒステリシス幅			-V <sub>DET</sub> × 0.05		V
tPLH	VD 復帰遅延時間		5	10	20	ms
I <sub>DOU TL</sub>	V <sub>DOU T</sub> “L” 出力電流	V <sub>IN</sub> =2.0V, V <sub>DOU T</sub> =0.1V	2	7	15	mA

## ■ 基本回路例



## 部品例

コイル L1

10 $\mu$ H LQH4C シリーズ (村田製作所社製) 又は LDR655312T (TDK 社製)

ショットキダイオード D1

RB491D (ROHM 社製) 又は EP05Q03L (日本インター社製)

プルアップ抵抗 R1

50k $\Omega$ 

コンデンサ

C1=10 $\mu$ F セラミックコンデンサ、C2=22 $\mu$ F タンタルコンデンサ、  
C3=10 $\mu$ F タンタルコンデンサ

## ■ 外付け部品に関する注意点

・外付け部品を極力 IC の近くに置き、配線を短くしてください。特に  $V_{IN}$ -GND 間に接続されているコンデンサは最短距離で配線してください。また、電源配線、グランド配線を十分強化してください。電源配線、グランド配線、コイル、及び  $V_{OUT1}$  配線にはスイッチングによる大電流が流れます。電源配線、グランド配線のインピーダンスが高いと IC 内部の電位がスイッチング電流により変動し、動作が不安定になることがあります。

・ $V_{IN}$ -GND 間に接続するコンデンサの容量は  $10\mu\text{F}$  以上とし、ESR の低いセラミックコンデンサをご使用下さい。 $V_{OUT1}$  端子のコンデンサの容量は  $22\mu\text{F}$  以上とし、タンタルコンデンサ等の高周波特性の良いものを使用してください。 $V_{OUT2}$  端子のコンデンサの容量は  $10\mu\text{F}$  程度のタンタルコンデンサをご使用ください。

・コイルの選択にご注意下さい。直流抵抗が小さく、許容電流が十分あり磁気飽和しにくいものを選んで下さい。また、コイルのインダクタンス値が小さすぎると最大負荷時に  $Lx$  トランジスタ、コイルに流れる電流  $I_{Lx}$  が絶対最大定格を越える可能性があります。適正な値を選択してください。

・ダイオードにはショットキータイプのスイッチング速度の速いものを選んでください。また、電流容量にご注意ください。

・ $Lx$  端子のスパイクノイズが大きい場合は  $Lx$ -GND 間にスナバ回路 (CR の直列接続等) を配置しスパイクノイズの低減を図ってください。CR の時定数は基板によって大きく左右されますので実機でご評価ください。

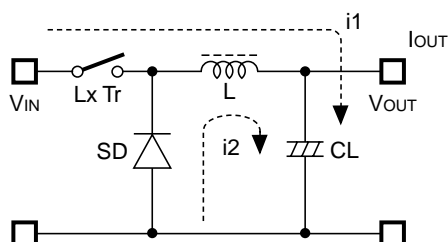
・ボルテージレギュレータの出力電流が小さい場合、DC/DC コンバータのスイッチングノイズにより  $V_{OUT2}$  出力電圧が上昇することがあります。そのためボルテージレギュレータの出力電流は  $1\text{mA}$  以上でご使用ください。

☆本 IC を用いた電源回路の性能は周辺回路に大きく依存します。周辺部品の設定には十分注意してください。特に各部品、基板パターン及び本 IC について各定格値 (電圧、電流、電力) を超えないように周辺回路を設計してください。

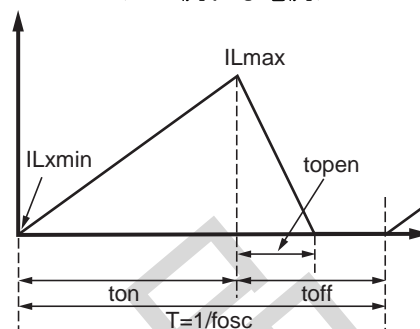
## ■ 降圧 DC/DC コンバータの動作と出力電流

降圧 DC/DC コンバータは、Lx トランジスタが ON 時に出力すると同時にコイルにエネルギーを貯め OFF 時にコイルに貯めた電流を放出し、それを平滑化してエネルギー損失を少なく入力電圧より低い出力電圧を供給します。図に従って説明します。

<基本回路図>



<Lに流れる電流>



- Step1. LxTr が ON し、電流  $IL=i1$  が流れ、L にエネルギーがチャージされ、CL に電荷がチャージされ出力電流  $I_{OUT}$  を供給します。このとき、LxTr の ON している時間 ( $t_{on}$ ) に比例して  $IL=i1$  は  $IL=IL_{min}=0$  から増加し、 $IL_{max}$  に達します。
- Step2. LxTr が OFF すると、L は  $IL=IL_{max}$  を保とうとするため、ショットキー・ダイオードを ON し電流  $IL=i2$  を流します。
- Step3.  $IL=i2$  は徐々に減少し、 $t_{open}$  時間後、 $IL=IL_{min}=0$  となって SD は OFF します。但し、後述の連続モードの場合、 $IL=IL_{min}=0$  になる前に  $t_{off}$  時間が無くなり、次のサイクルに入って LxTr が ON し、SD が OFF します。この場合、 $IL_{min}>0$  が残っているため、 $IL=IL_{min}>0$  から増加して行くことになります。

PWM 制御方式の場合、単位時間当たりのスイッチング回数 ( $f_{osc}$ ) を一定とし、 $t_{on}$  をコントロールすることによって出力電圧を一定に保っています。

### 断続モードと連続モード

降圧動作が一定状態で安定しているとき、コイルに流れる電流の最大値 ( $IL_{max}$ ) と最小値 ( $IL_{min}$ ) は上に示したように、LxTr が ON しているときと OFF しているときとで同じになります。

この  $IL_{max}$  と  $IL_{min}$  の差を  $\Delta I$  とすると、

$$\Delta I = IL_{max} - IL_{min} = V_{OUT} \cdot t_{open} / L = (V_{IN} - V_{OUT}) \cdot t_{on} / L \dots \dots \dots \text{式 1}$$

但し、 $T = 1/f_{osc} = t_{on} + t_{off}$

$$\text{duty (\%)} = t_{on} / T \cdot 100 = t_{on} \cdot f_{osc} \cdot 100$$

$$t_{open} \leq t_{off}$$

の関係があります。左辺が ON 時、右辺が OFF 時の電流変化量を示します。

出力電流 ( $I_{OUT}$ ) が比較的小さいときは、上の図に示すように  $t_{open} < t_{off}$  となります。この場合、コイルに  $t_{on}$  の間に蓄積されたエネルギーが  $t_{off}$  の間に全て開放され、 $IL_{min}=0$  となります。 $I_{OUT}$  を徐々にとっていくと、ついに  $t_{open}=t_{off}$  となり、さらに  $I_{OUT}$  をとると  $IL_{min}>0$  となります。前者を断続モード (非連続モード)、後者を連続モードと呼びます。

連続モードにおいて、 $t_{on}$  について式 1 を解いて、その解を  $t_{onc}$  とすると、

$$t_{onc} = T \cdot V_{OUT} / V_{IN} \dots \dots \dots \text{式 2}$$

となります。 $t_{on} < t_{onc}$  のときは断続モード、 $t_{on} = t_{onc}$  のときが連続モードとなります。

## ■ 出力電流と周辺部品の選択

回路について出力電流と周辺部品の関係を説明します。

まず、Lx トランジスタが ON している時

(リップル電流の P-P 値を「 $I_{RP}$ 」、Lx トランジスタの ON 抵抗を「 $R_P$ 」インダクタの直流抵抗を「 $R_L$ 」、ショットキダイオードの閾値を「 $V_F$ 」と置きます。)

$$V_{IN}=V_{OUT}+ (R_P+R_L) \cdot I_{OUT}+L \cdot I_{RP}/T_{ON} \dots\dots\dots \text{式 1}$$

次に Lx トランジスタが OFF している時

$$L \cdot I_{RP}/T_{OFF}=V_F+V_{OUT}+R_L \cdot I_{OUT} \dots\dots\dots \text{式 2}$$

式 1 に式 2 を代入して ON デューティ  $T_{ON}/(T_{OFF}+T_{ON})=D_{ON}$  について解くと、

$$D_{ON}= (V_{OUT}+V_F+R_L \cdot I_{OUT}) / (V_{IN}+V_F-R_P \cdot I_{OUT}) \dots\dots\dots \text{式 3}$$

となります。

リップル電流は

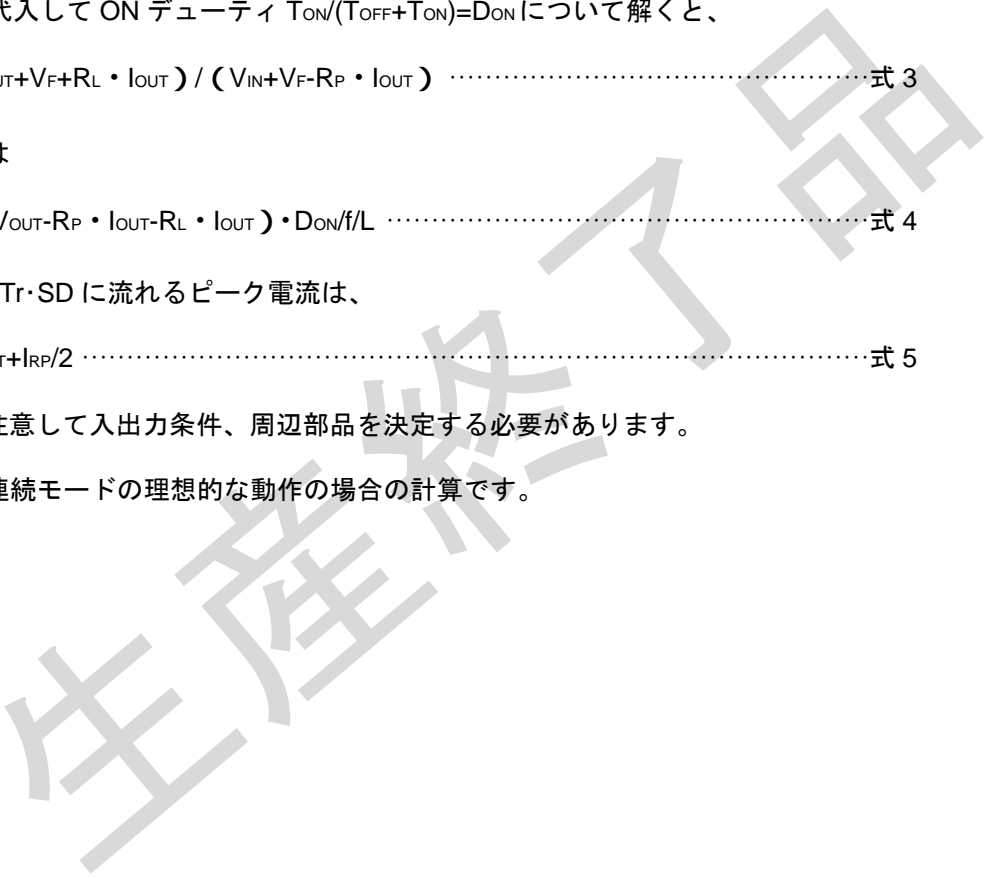
$$I_{RP}= (V_{IN}-V_{OUT}-R_P \cdot I_{OUT}-R_L \cdot I_{OUT}) \cdot D_{ON}/f/L \dots\dots\dots \text{式 4}$$

この時、 $L \cdot LxTr \cdot SD$  に流れるピーク電流は、

$$I_{Lmax}=I_{OUT}+I_{RP}/2 \dots\dots\dots \text{式 5}$$

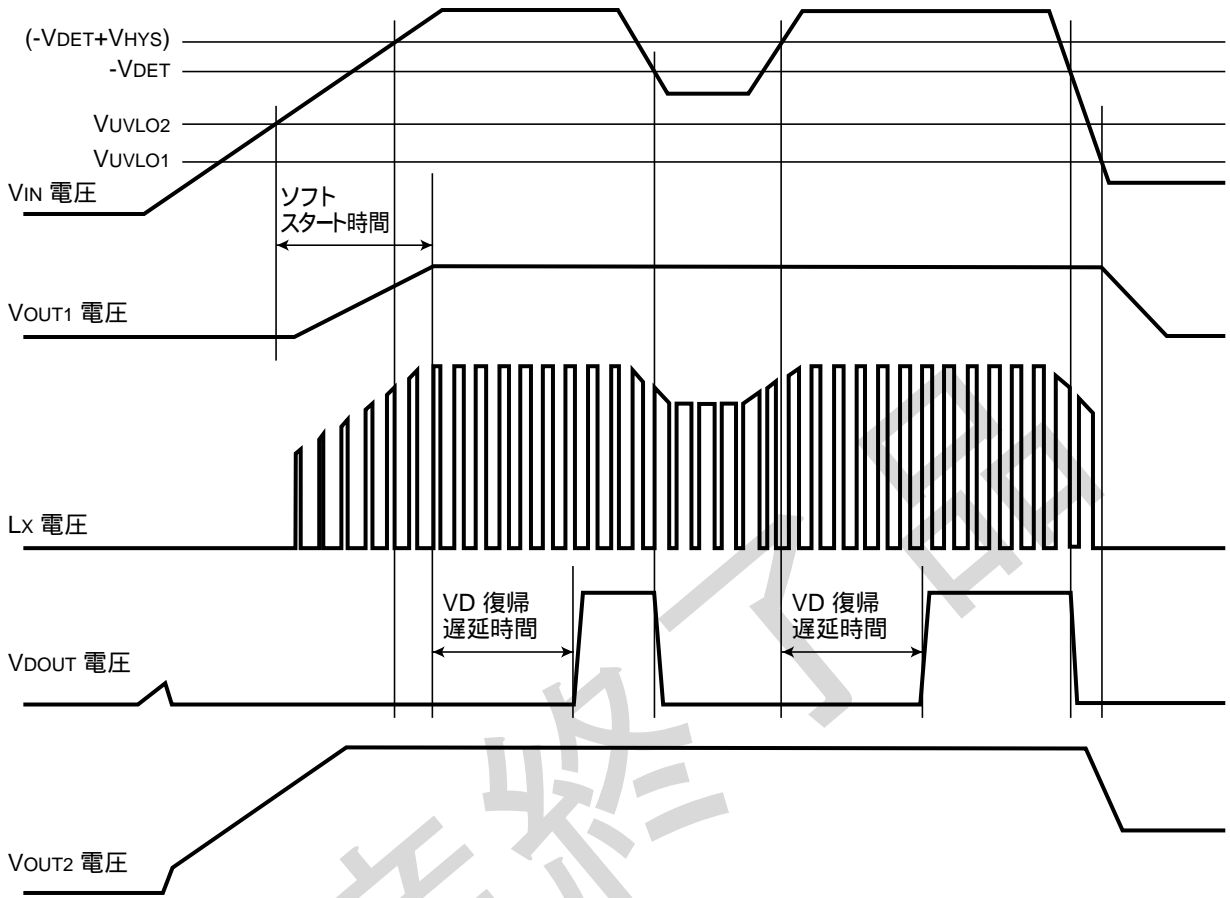
です。ILmax に注意して入出力条件、周辺部品を決定する必要があります。

★以上の説明は連続モードの理想的な動作の場合の計算です。





## ■ タイミングチャート



電源電圧の変動による DC/DC コンバータ、VD、VR のタイミングチャートを説明します。

### (1) DC/DC コンバータについて

電源が投入され  $V_{IN}$  電圧が上昇する場合、 $V_{IN}$  電圧が UVLO 解除電圧 ( $V_{UVLO2}$ ) 以下であれば DC/DC コンバータの動作は停止しておりスイッチングを行なわないので  $V_{OUT1}$  電圧は上昇しません。 $V_{IN}$  電圧が UVLO 解除電圧以上になると DC/DC コンバータはソフトスタートを開始しスイッチングをしばらく  $V_{OUT1}$  電圧が上昇します。ソフトスタート時間後、 $V_{IN}$  電圧が  $V_{OUT1}$  設定電圧以上になっていれば  $V_{OUT1}$  電圧は設定電圧となります。 $V_{IN}$  電圧が UVLO 検出電圧 ( $V_{UVLO1}$ ) 以下になれば DC/DC コンバータはスイッチングを停止し IC 内部の Lx トランジスタは OFF されます。

### (2) VD について

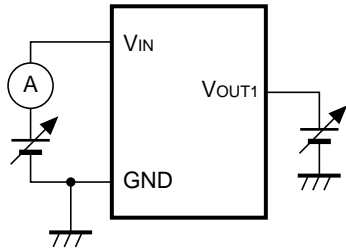
VD の動作は  $V_{IN}$  電圧が VD 検出電圧 ( $-V_{DET}$ ) 以下になっていれば  $V_{DOUT}$  端子の Nch トランジスタが ON して  $V_{DOUT}$  端子に “L” レベルを出力します。次に  $V_{IN}$  電圧が VD 検出電圧+ヒステリシス巾 ( $-V_{DET}+V_{HYS}$ ) 以上になると VD 復帰遅延時間 ( $t_{pLH}$ ) 後 IC 内部の Nch トランジスタが OFF し、 $V_{DOUT}$  端子は外部抵抗で pull up された電圧となります。ただし、VD 復帰遅延回路が動作しはじめるのはソフトスタートが終了し、かつ  $V_{IN}$  電圧が ( $-V_{DET}+V_{HYS}$ ) 以上になった状態から動作しはじめます。

### (3) VR について

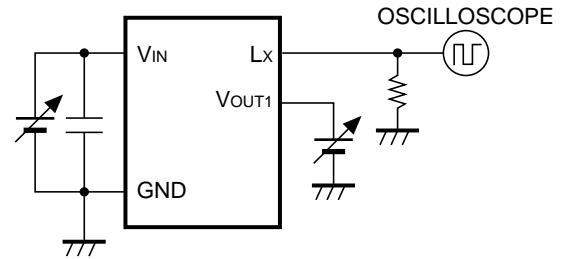
VR の動作は UVLO 機能とは関係なく動作します。そのため  $V_{IN}$  電圧が  $V_{OUT2}$  設定電圧以下の場合は  $V_{OUT2}$  の負荷電流により  $V_{OUT2}$  電圧は  $V_{IN}$  電圧とほぼ同等になります。その後  $V_{IN}$  電圧が  $V_{OUT2}$  設定電圧以上になると  $V_{OUT2}$  電圧は設定電圧となります。

■ 測定回路

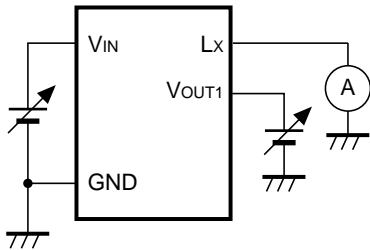
(A) 消費電流



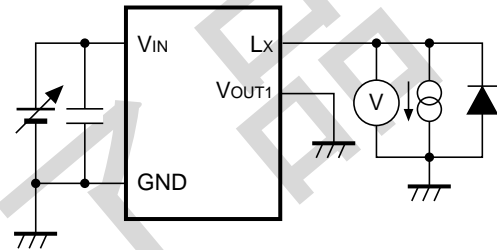
(B) UVLO 検出電圧、解除電圧



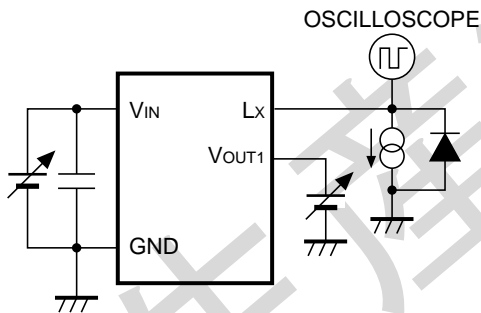
(C) Lx リーク



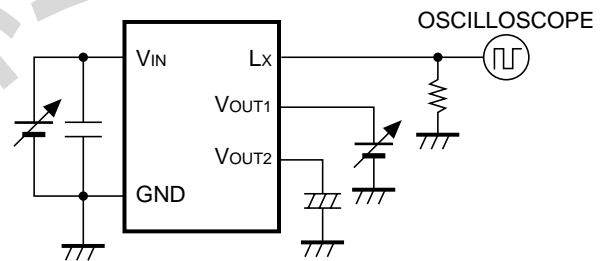
(D) Lx ON 抵抗



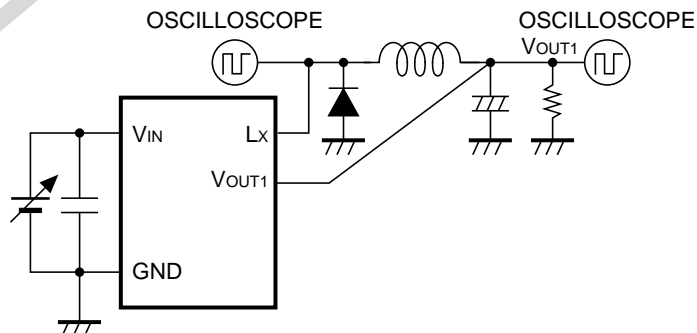
(E) Lx 制限電流



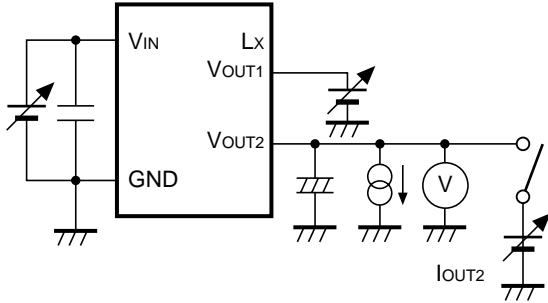
(F) VOUT1 出力電圧



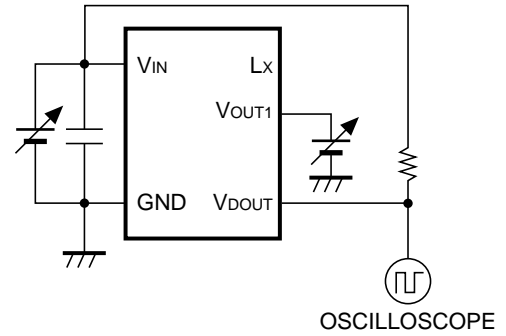
(G) 発振周波数、ソフトスタート時間



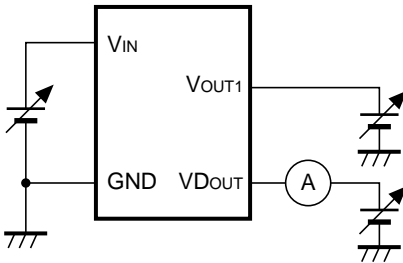
(H) V<sub>OUT2</sub> 出力電圧、負荷安定度、  
入出力電圧差、制限電流、短絡電流



(I) V<sub>DOUT</sub> 検出電圧、ヒステリシス幅  
VD 復帰遅延時間



(J) V<sub>DOUT</sub> “L” 出力電流



これらの測定回路を用いて以下の特性を得ました。

#### R5210xxxxC

- 特性例 1 : 基本回路例
- 特性例 2 : 基本回路例
- 特性例 3 : 測定回路 F
- 特性例 4 : 測定回路 H
- 特性例 5 : 測定回路 I
- 特性例 6 : 測定回路 G
- 特性例 7 : 測定回路 G
- 特性例 8 : 測定回路 I
- 特性例 9 : 測定回路 H
- 特性例 10 : 測定回路 H
- 特性例 11 : 基本回路例
- 特性例 12 : 基本回路例

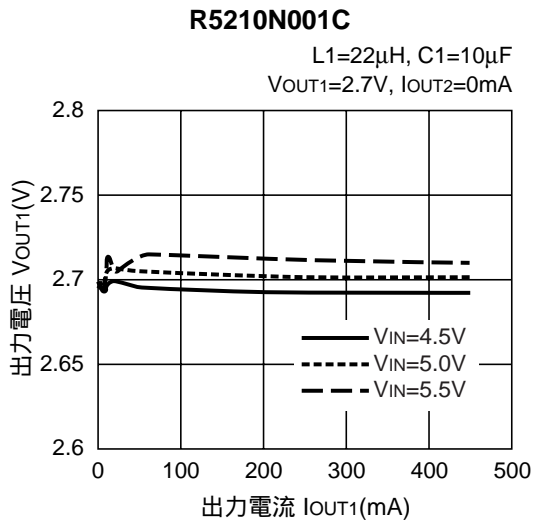
注意)

効率 $\eta$  (%) は次式で表されます。

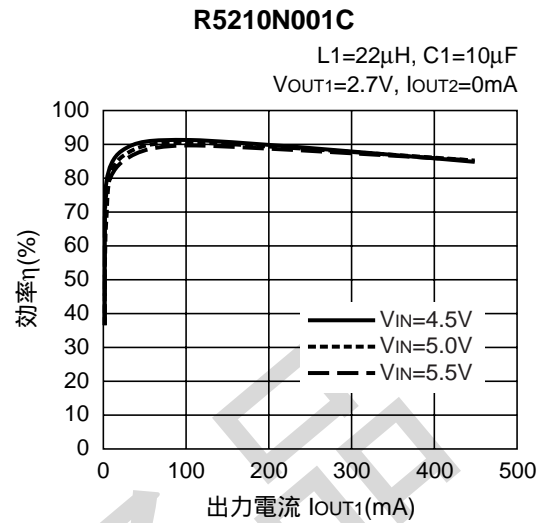
$$\eta = (V_{OUT1} * I_{OUT1}) / (V_{IN} * I_{IN}) * 100$$

■ 特性例

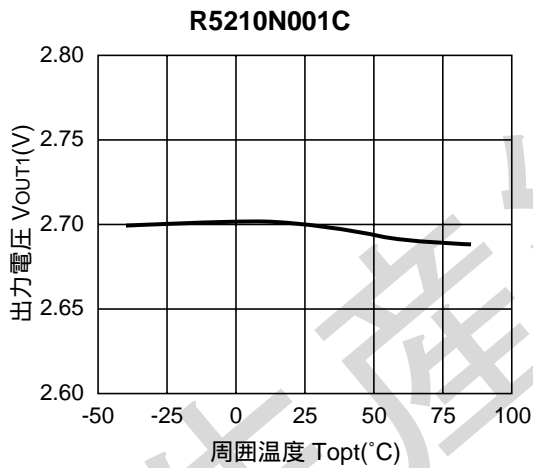
1) 出力電圧対出力電流特性例



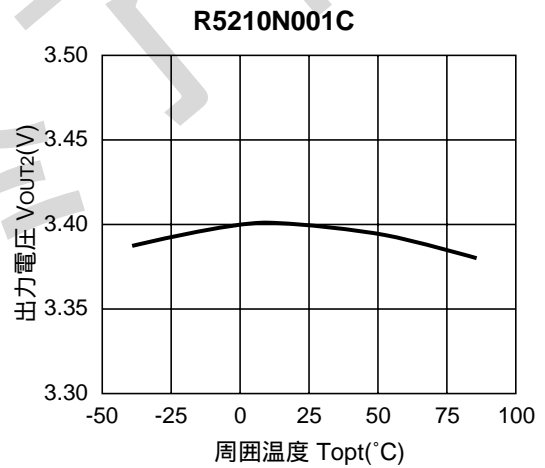
2) 効率対出力電流特性例



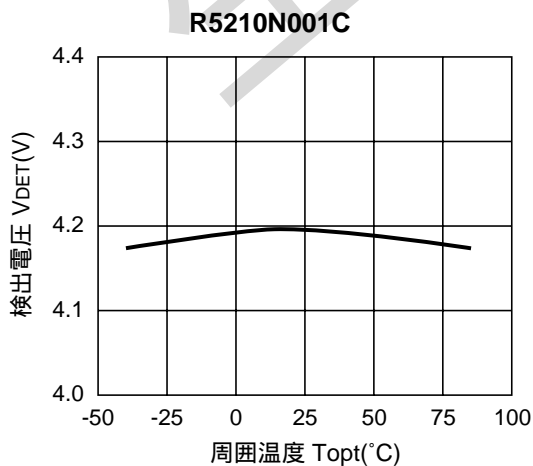
3) DC/DC出力電圧対周囲温度特性例



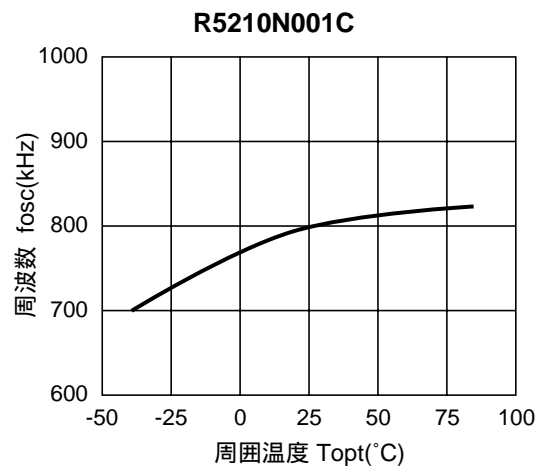
4) VR出力電圧対周囲温度特性例



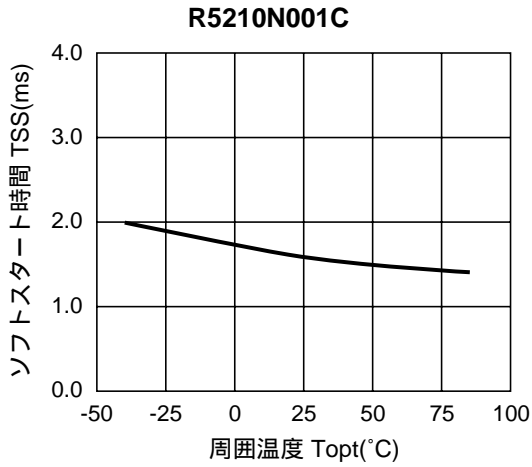
5) VD検出電圧対周囲温度特性例



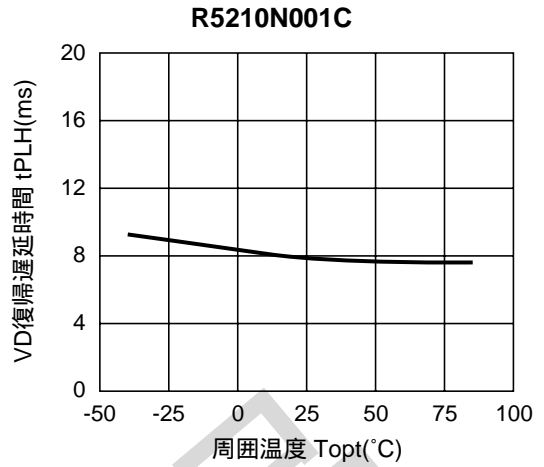
6) 周波数対周囲温度特性例



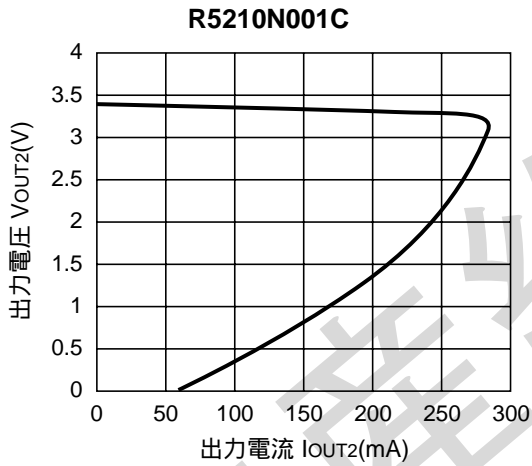
7) ソフトスタート時間対周囲温度特性例



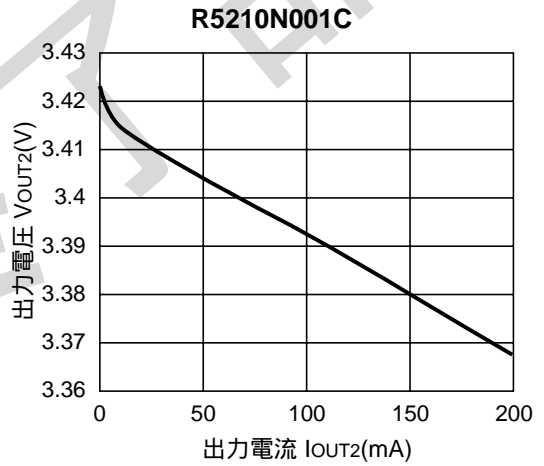
8) VD復帰遅延時間対周囲温度特性例



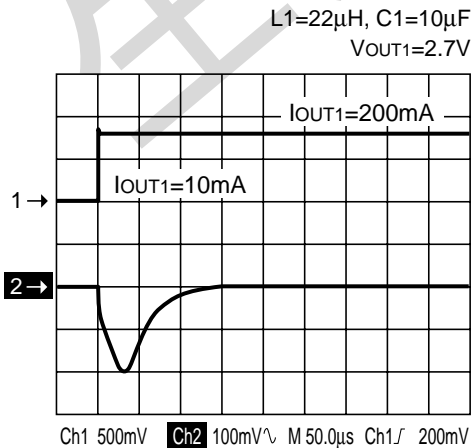
9) VR出力電圧対出力電流特性例



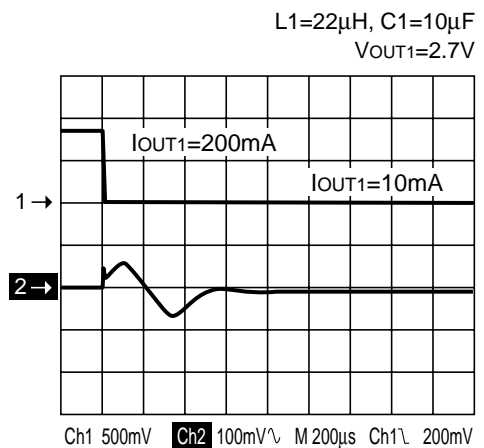
10) VR出力電圧対出力電流特性例



11) 負荷過渡応答特性例1



12) 負荷過渡応答特性例2





本ドキュメント掲載の技術情報及び半導体のご使用につきましては以下の点にご注意ください。

1. 本ドキュメントに記載しております製品及び製品仕様は、改良などのため、予告なく変更することがあります。又、製造を中止する場合がありますので、ご採用にあたりましては当社又は販売店に最新の情報をお問合せください。
2. 文書による当社の承諾なしで、本ドキュメントの一部、又は全部をいかなる形でも転載又は複製されることは、堅くお断り申し上げます。
3. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報のうち、「外国為替及び外国貿易管理法」に該当するものを輸出される場合、又は国外に持ち出される場合は、同法に基づき日本国政府の輸出許可が必要です。
4. 本ドキュメントに記載しております製品及び技術情報は、製品を理解していただくためのものであり、その使用に関して当社及び第三者の知的財産権その他の権利に対する保証、又は実施権の許諾を意味するものではありません。
5. 本ドキュメントに記載しております製品は、標準用途として一般的電子機器(事務機、通信機器、計測機器、家電製品、ゲーム機など)に使用されることを意図して設計されております。故障や誤動作が人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある特別な品質、信頼性が要求される装置(航空宇宙機器、原子力制御システム、交通機器、輸送機器、燃焼機器、各種安全装置、生命維持装置等)に使用される際には、必ず事前に当社にご相談ください。
6. 当社は品質、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ます。故障の結果として人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意ください。誤った使用又は不適切な使用に起因するいかなる損害等についても、当社は責任を負いかねますのでご了承ください。
7. 本ドキュメントに記載しております製品は、耐放射線設計はなされてございません。
8. X線照射により製品の機能・特性に影響を及ぼす場合があるため、評価段階で機能・特性を確認の上でご使用ください。
9. WLCSPパッケージの製品は、遮光状態でご使用ください。光照射環境下(動作、保管中含む)では、機能・特性に影響を及ぼす場合があるためご注意ください。
10. パッケージ捺印は、画像認識装置の仕様によって文字認識に差が生じることがあります。画像認識装置にて文字認識をする場合は、事前に弊社販売店または弊社営業担当者までお問い合わせください。
11. 本ドキュメント記載製品に関する詳細についてのお問合せ、その他お気付きの点がございましたら当社又は販売店までご照会ください。



**当社は地球環境保全の観点から環境負荷物質の低減に取り組んでいます。**

2006年4月1日以降、弊社はRoHS指令に適合した製品を提供しています。また、2012年4月1日以降は、ハロゲンフリー製品を提供しています。

**RICOH** リコー電子デバイス株式会社

弊社デバイスに関する詳しい内容をお知りになりたい方は下記へアクセスしてください。

<http://www.e-devices.ricoh.co.jp/>

本ドキュメント掲載製品に関するお問い合わせは下記宛までお願いします。

- 東日本地区 〒140-8655 東京都品川区東品川3-32-3  
03(5479)2854 (直) FAX 03(5479)0502
- 西日本地区 〒563-8501 大阪府池田市姫室町13-1  
072(748)6262 (直) FAX 072(753)2120

●お問い合わせ・ご用命は・・・