

*Torex...Powerfully Small!*

**HiSAT-COT®制御コイル一体型 降圧 micro DC/DCコンバータ**

**XCL237 / XCL238 シリーズ (1.5A)**

**XCL239 / XCL240 シリーズ (1.0A)**

**XCL241 / XCL242 シリーズ (超低EMI/0.5A)**

**XCL243 / XCL244 シリーズ (低背h=0.75mm/0.7A)**

2024/03

トレックス・セミコンダクター株式会社

Rev. 1.1

## HiSAT-COT® コイル一体型 降圧 micro DC/DC, XCLシリーズ

省面積 / HiSAT-COT制御高速応答 / 低EMI / 高効率。LDOのように設計容易な コイル一体型 DC/DC XCLシリーズ  
 $I_{OUT}$ 、ノイズ、サイズのバランスから4種類、各々 F-PWM, PWM/PFM制御をラインアップ。

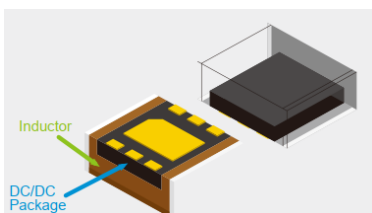
### ■ HiSAT-COT® 降圧コイル一体型 DC/DC, XCL シリーズ

Series		XCL237 / XCL238	XCL239 / XCL240	XCL241 / XCL242	XCL243 / XCL244			
出力電流		1.5A	1.0A	500mA	700mA			
選択ポイント		1.5Aで FPGA等への POLに最適	あらゆる用途に XCLのスタンダード	1.0Aと Pin to Pin 超低EMI RFやセンサーに	700mA出力 薄型 h=0.75mm max			
パッケージ	名称 (Type)	USP-9B01 (Multiple)	CL-2025-02 (Pocket)		USP-8B04 (Multiple)			
	サイズ	2.5 x 3.2 x 1.05mm	2.5 x 2.0 x 1.04mm		2.25 x 1.5 x 0.75mm			
パッケージ	ソリューション	5.4 x 5.1mm		5.7 x 3.3mm				
	サイズ							
入力電圧		2.5V ~ 5.5V (絶対最大定格: 6.2V)						
出力電圧範囲		内部固定 0.8V ~ 3.6V (±2.0%)						
発振周波数 (fosc)		3.0MHz	3.0MHz	1.2MHz	3.0MHz			
Iq		25µA	25µA	15µA	25µA			
HiSAT-COT® 高速応答制御								
制御方式	XCL237	F-PWM	XCL239	F-PWM	XCL241	F-PWM	XCL243	F-PWM
	XCL238	PWM/PFM Auto	XCL240	PWM/PFM Auto	XCL242	PWM/PFM Auto	XCL244	PWM/PFM Auto

### ■ コイル一体型パッケージ

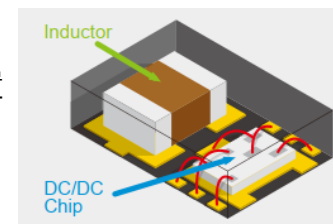
#### Pocket タイプ

コイルを ICに被せた構造  
 小型かつ低 EMIを実現



#### Multiple タイプ

コイルと ICを最短/最適配置  
 より高放熱や薄型を実現

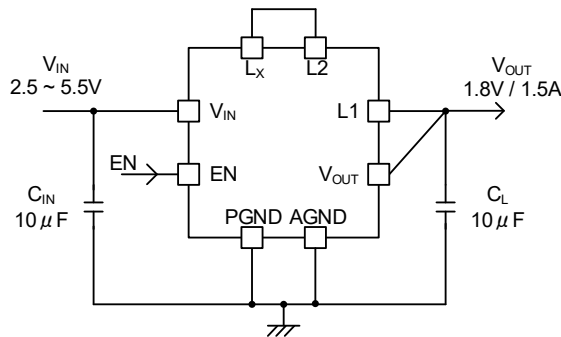


## 超小型 / 低EMI / 高速過渡応答

### ■ 代表特性

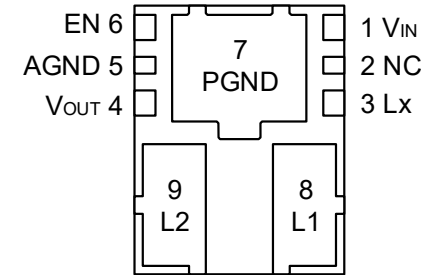
入力電圧	: 2.5V ~ 5.5V (絶対最大定格:6.2V)
出力電圧範囲	: 0.8V ~ 3.6V (±2.0%)
出力電流	: 1.5A
発振周波数	: 3.0MHz
消費電流	: 25μA
制御方式	: HiSAT-COT制御 F-PWM (XCL237) PWM/PFM (XCL238)
効率	: 89% ( $V_{IN}=3.8V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=500mA$ )
機能	: ソフトスタート $C_L$ ディスチャージ, UVLO
保護機能	: 短絡保護 電流制限 サーマルシャットダウン
パッケージ	: USP-9B01
動作温度範囲	: -40°C ~ 105°C

### ■ 代表標準回路



### ■ パッケージ

USP-9B01  
(2.5x3.2x1.05mm)

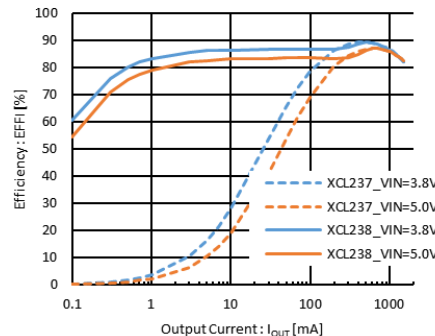


### ■ 実装面積



XCL237/XCL238  $V_{OUT}=1.8V$

$C_{IN}=10\mu F$  (GRM188C81A106KA73)  
 $C_L=10\mu F$  (GRM188C81A106KA73)

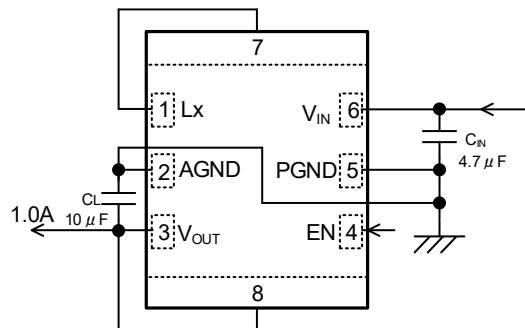


## 超小型 / 低EMI / 高速過渡応答

### ■ 代表特性

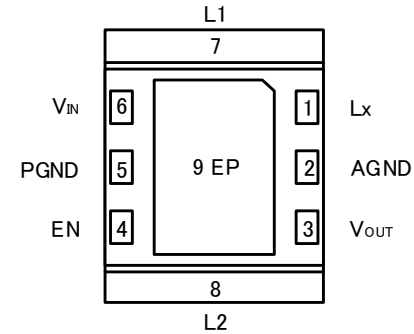
入力電圧	: 2.5V ~ 5.5V (絶対最大定格:6.2V)
出力電圧範囲	: 0.8V ~ 3.6V (±2.0%)
出力電流	: 1.0A
発振周波数	: 3.0MHz
消費電流	: 25μA
制御方式	: HiSAT-COT制御 F-PWM (XCL239) PWM/PFM (XCL240)
効率	: 90% ( $V_{IN}=3.8V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=200mA$ )
機能	: ソフトスタート $C_L$ ディスチャージ, UVLO
保護機能	: 短絡保護 電流制限 サーマルシャットダウン
パッケージ	: CL-2025-02
動作温度範囲	: -40°C ~ 105°C

### ■ 代表標準回路

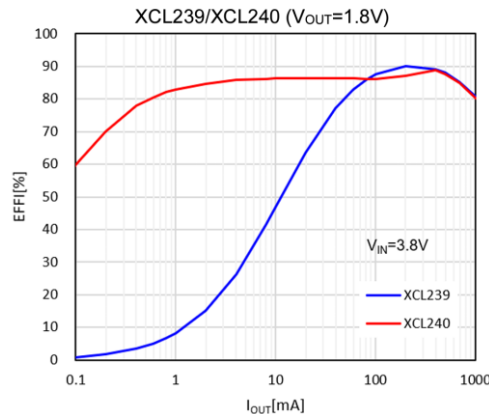
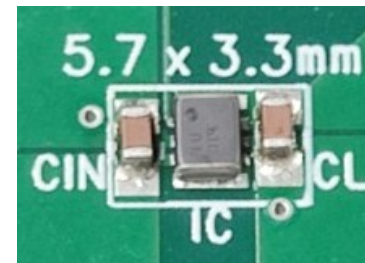


### ■ パッケージ

CL-2025-02  
(2.5x2.0x1.04mm)



### ■ 実装面積

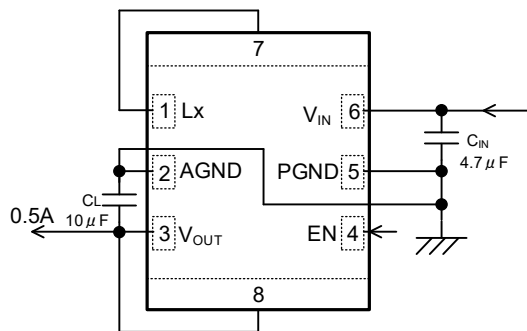


## 超小型 / 超低EMI / 高速過渡応答

### ■ 代表特性

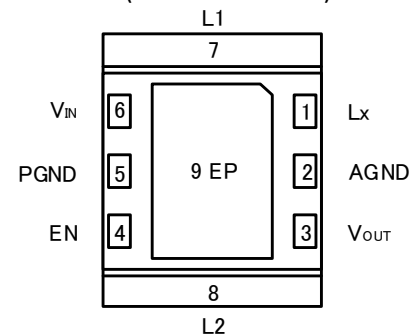
入力電圧	: 2.5V ~ 5.5V (絶対最大定格:6.2V)
出力電圧範囲	: 0.8V ~ 3.6V (±2.0%)
出力電流	: 500mA
発振周波数	: 1.2MHz
消費電流	: 15μA
制御方式	: HiSAT-COT制御 F-PWM (XCL241) PWM/PFM (XCL242)
効率	: 92% ( $V_{IN}=3.8V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=200mA$ )
機能	: ソフトスタート $C_L$ ディスチャージ, UVLO
保護機能	: 短絡保護 電流制限 サーマルシャットダウン
パッケージ	: CL-2025-02
動作温度範囲	: -40°C ~ 105°C

### ■ 代表標準回路

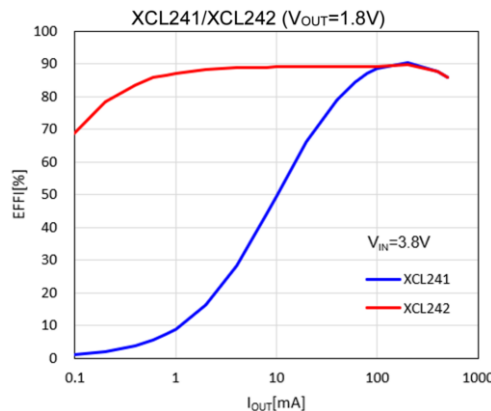
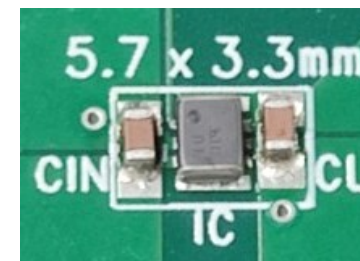


### ■ パッケージ

CL-2025-02  
(2.5x2.0x1.04mm)



### ■ 実装面積

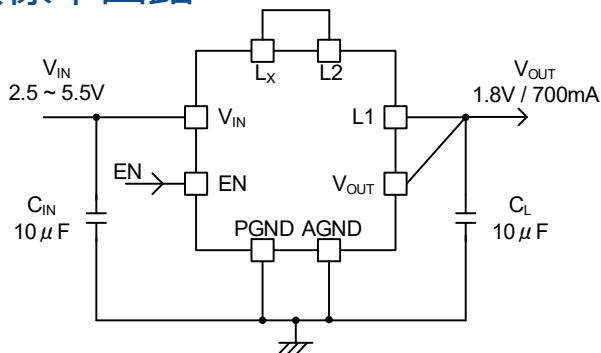


低背 h=0.75mm max / 低EMI / 高速過渡応答

## ■ 代表特性

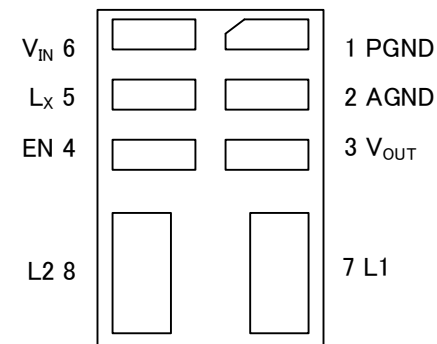
入力電圧	: 2.5V ~ 5.5V (絶対最大定格:6.2V)
出力電圧範囲	: 0.8V ~ 3.6V (±2.0%)
出力電流	: 700mA
発振周波数	: 3.0MHz
消費電流	: 25μA
制御方式	: HiSAT-COT制御 F-PWM (XCL243) PWM/PFM (XCL244)
効率	: 83% ( $V_{IN}=3.8V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=400mA$ )
機能	: ソフトスタート $C_L$ ディスチャージ, UVLO
保護機能	: 短絡保護 電流制限 サーマルシャットダウン
パッケージ	: USP-8B04
動作温度範囲	: -40°C ~ 105°C

## ■ 代表標準回路



## ■ パッケージ

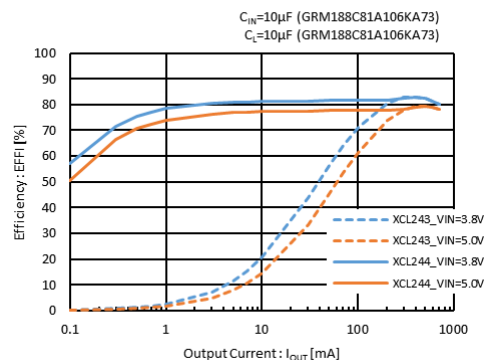
USP-8B04  
(2.25x1.5x0.75mm)



## ■ 実装面積



XCL243/XCL244  $V_{OUT}=1.8V$



HiSAT-COT® コイル一体型 降圧 micro DC/DC, XCLシリーズ

■ HiSAT-COT®制御 と コイル一体型で超省面積かつ、高速応答 / 低EMI / 高効率を実現

HiSAT-COT®  
コイル一体型降圧  
micro DC/DC

XCL237/XCL238  
XCL239/XCL240  
XCL241/XCL242  
XCL243/XCL244



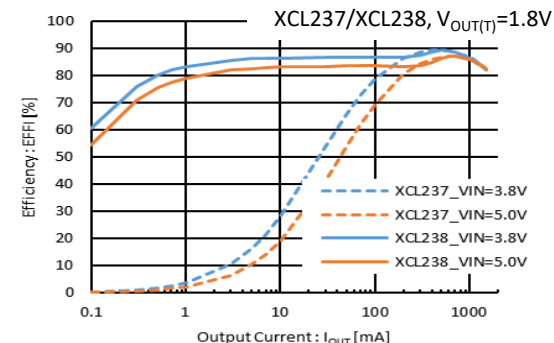
XCL239/XCL240

HiSAT-COT® と  
コイル内蔵で  
超省面積

①

① コイル一体型構造で超小型電源 & LDO感覚で使えるDC/DC

- ✓ TOREX独自のコイル一体型構造で超小型電源
- ✓ 外付け部品が入力/出力容量のみ LDO感覚で使えるDC/DC

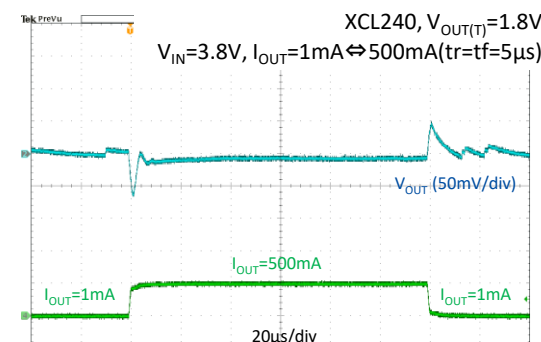


②

② 高速応答、低リップル、低EMI

- ✓ HiSAT-COT®で高速過渡応答を実現
- ✓ 低リップル電圧 + 低EMI をコイル内蔵によりさらに低減
- ✓ POL電源に最適

高速過渡応答  
低ノイズ



高速応答・高効率・低ノイズが要求されるあらゆる機器 / モジュールに最適。

➤ 産業用途/各種制御系

: SoC/FPGA用 POLマルチ電源

➤ 各種モジュール/センサー

: カメラモジュール, 無線モジュール, SSD, 各種小型センサー

## ■ TOREX 独自のコイル一体型 "micro DC/DC" XCLシリーズ

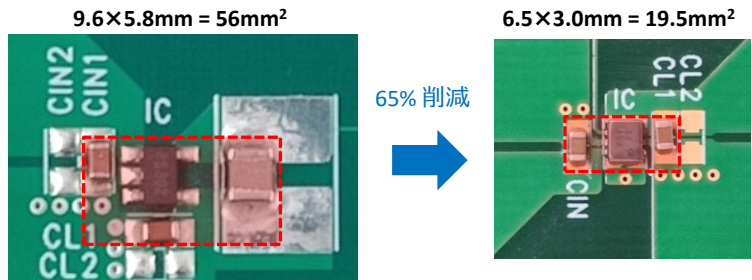
### ● トレンド、狙い

- 機器の安定動作のためには、MCUや FPGA等の直近に電源 ICを配置することが重要。特に複数電源が必要なケースでは **POL (Point of Load)** に適した電源 ICの選択が課題。
- ICを含めた電源回路の小型化や、低 EMIが必須。

### ● TOREXの提案 : コイル一体型 "micro DC/DC"

#### ➢ 電源回路の大幅な小型化

- 大幅な実装面積の削減を達成し、最小クラスの電源ソリューションサイズを提供。
- 独自のパッケージ構造 / 搭載 ICに最適なインダクタ特性。
- IC/コイルを低抵抗で基板接続する構造で高放熱性能。



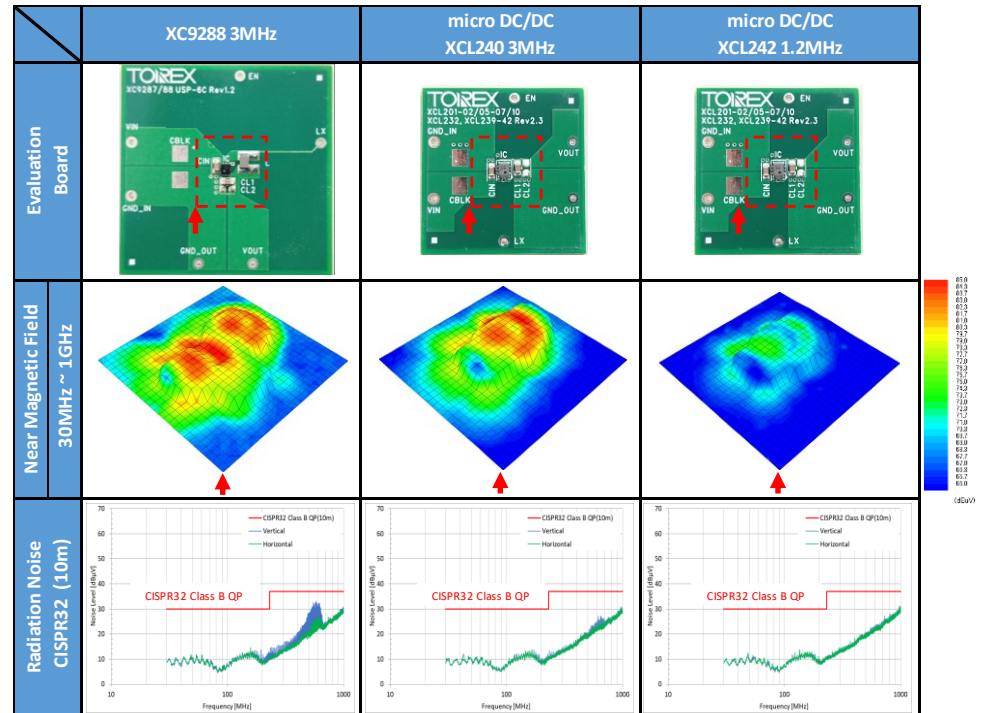
コイル外付け DC/DC  
主要部品 : 3点

コイル一体型 "micro DC/DC"  
主要部品 : 2点

#### ➢ 独自のコイル一体型構造による、EMI低減

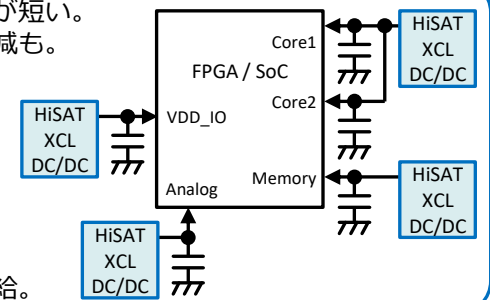
- ✓ ICをコイルで覆うポケットタイプ構造や最適配置により、IC単体と比べて **放射ノイズ** を大幅に低減可能。
- ✓ 通信チップ/センサー等の直近にも配置でき、小型化に貢献。

## ■ コイル一体型 "micro DC/DC" と 単体 DC/DC の EMI比較



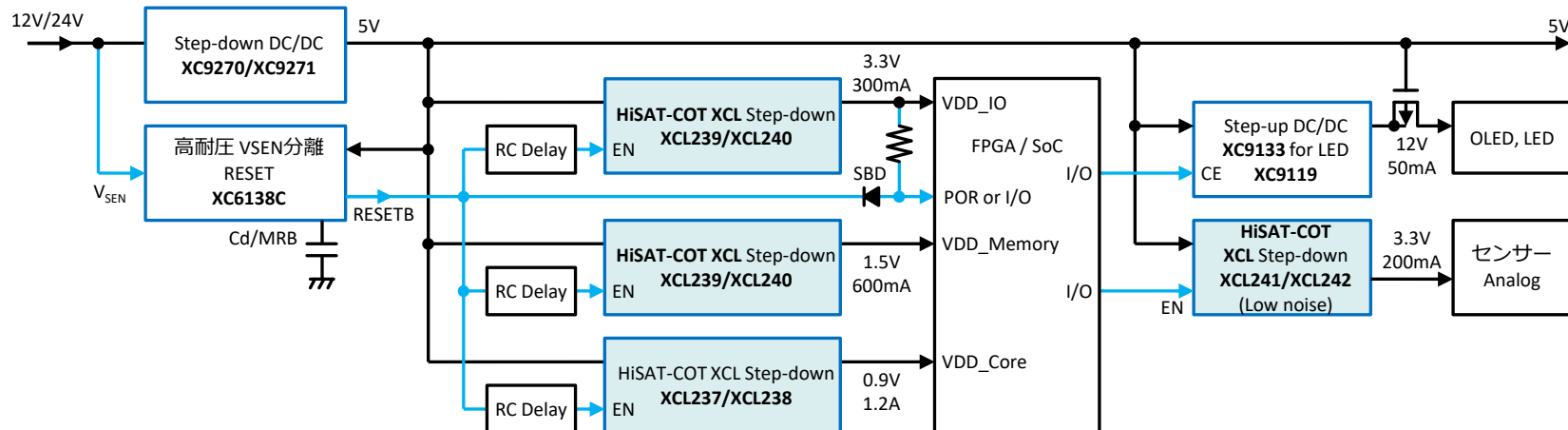
## POL (Point of Load) 電源のメリットと “micro DC/DC” & HiSAT-COT®

- 直近に置くことにより電源配線長が短い。安定動作に加え、コンデンサの削減も。熱分散により放熱も容易。
- コイル一体型 “micro DC/DC” XCLシリーズを POL電源に使用することにより、さらなる小型化 / 低 EMI / 設計容易化を実現。
- HiSAT-COT 制御採用で、過渡応答を含め高精度の電源を供給。

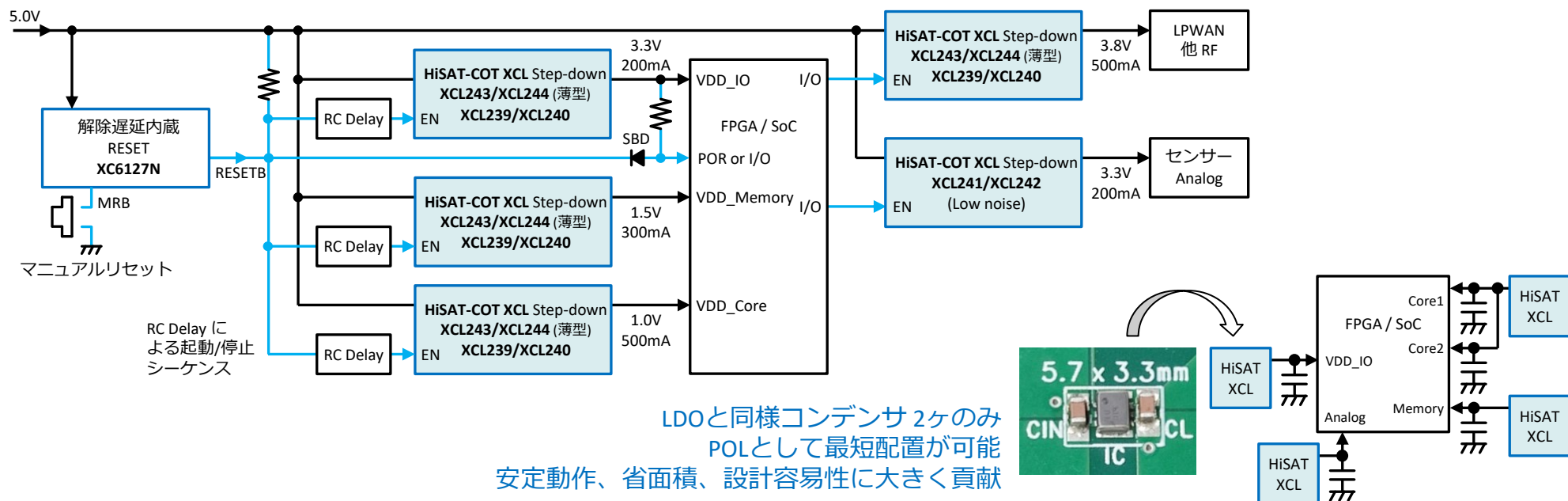




## ■ 12V / 24V入力、マルチ電源例



## ■ 5V 入力、マルチ電源例



## TOREX 独自の COT制御 : HiSAT-COT® 制御

### ●トレンド、狙い

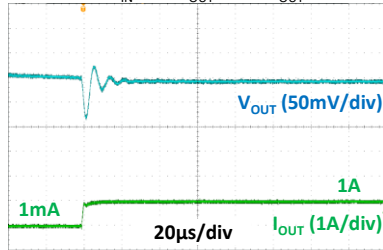
- MCU/SoC/FPGA等に、過渡応答を含めた高精度の電源供給が重要。
- ICの周辺部品を含めた電源回路の小型化 や 低 EMIが必須。

### ●TOREXの提案 : HiSAT-COT® 制御 降圧 DC/DCコンバータ

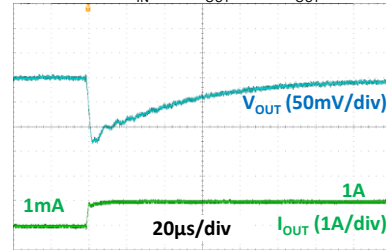
#### ➢過渡応答の大幅な高速化

- 従来の PWM制御と比較し、**圧倒的な高速応答**。

HiSAT-COT®  $V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=1mA \rightarrow 1A$



Conventional  $V_{IN}=5V, V_{OUT}=1.8V, I_{OUT}=1mA \rightarrow 1A$



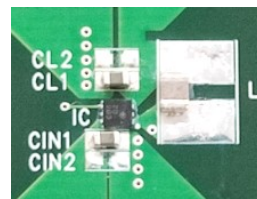
#### ➢周辺部品を含めた小型化

- 高速過渡応答により、従来の PWM制御の応答不足により必要だった**大容量の出力容量を大幅に削減可能**。
- 従来の PWM制御の位相補償と異なり、出力容量 CLの削減が可能。DCバイアス効果で容量抜けが大きい、**超小型セラミックコンデンサ**にも対応可能。

HiSAT-COT®



Conventional

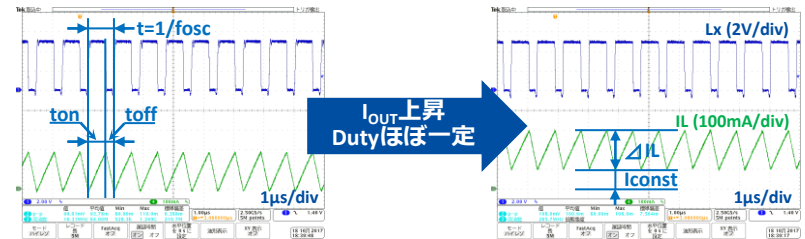


## COT制御と HiSAT-COT®制御

### COT (Constant On Time) 制御とは

- $V_{IN}, V_{OUT}$ によって  $t_{on}$ を調整することで、PWM制御のように一定の発振周波数になるPFM制御。**コンパレータによる PFM制御であるため、高速過渡応答を実現。**
- PWM制御に見えるよう、発振周波数  $f_{osc}$ での**連続モード(CCM)の理想的なオンタイム  $t_{on}$** を、 $V_{IN}$ と  $V_{OUT}$ から生成。

### ●連続モード(CCM)のオンタイム



- 降圧 DC/DCの PWM制御@連続モードの理想的なDuty/ $t_{on}$ 比は、  
 $t_{on} = (1/f_{osc}) \times \text{Duty} = (1/f_{osc}) \times (V_{OUT} / V_{IN})$   
で決まる。損失が無ければ  $I_{OUT}$ が上昇しても **Duty/ $t_{on}$ は一定**。

### ●COT制御の発振周波数 決まり方

- COT制御の  $t_{on}$ を、理想的なPWM制御の  $t_{on}$ になるよう生成。この $t_{on}$ で連続モード動作させると、発振周波数  $f_{osc}$ でのPWM制御と同じDutyで動作する。

### ●COT制御の課題とHiSAT-COT®

HiSAT-COTではCOT制御の問題点を、独自回路で改善。

- 出力電流により、発振周波数が増加する問題を改善。
- 負荷安定度の悪化を、アンプを追加する独自回路で改善。