

# REF68020 : 2.5kW LLC Converter Reference Design

## 目次

1. REF68020 : Reference Design Brief
2. LLC Converter 概要
3. Reference Designs for Power Supply Unit (PSU)
4. LLCコンバータをシミュレーションする (シミュレーションツールとデモ回路)
5. Recommended Products for 3kW~5.5kW Power Supply Unit (PSU)
6. リファレンスデザイン使用上の注意事項

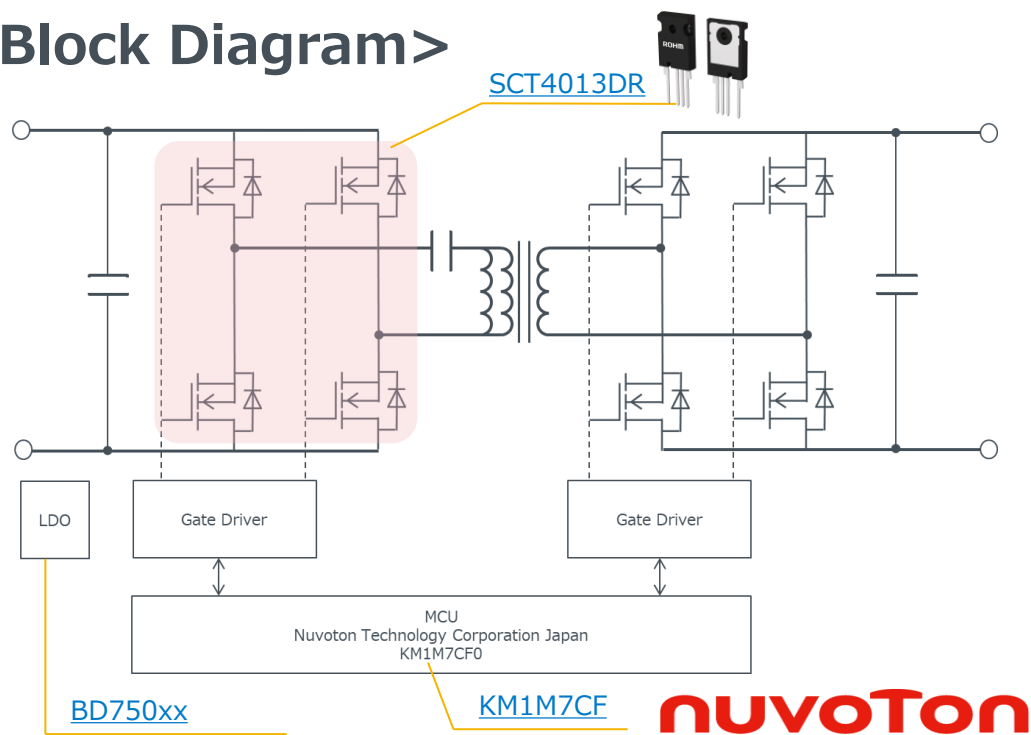
## 2.5kW LLC Converter, DC390Vin, DC48Vout

### REF68020 –Reference Design

#### Feature

- 幅広いアプリケーションに使用されるフルブリッジ（1次側、2次側）LLCコンバータ
- DC390Vin, Output DC48V, 53A (2.5kW)
- 1次側 SiC MOSFET使用により高効率 (97.3% peak)
- Nuvoton Technology社開発ボード ([LLC EVB – Nuvoton](#) 外部サイトへジャンプします。)

#### <Block Diagram>



\* 外部サイトへジャンプします。

#### <Specification>

入力電圧 : DC390V

出力電圧、電流 : DC48V, 53A

fsw = 125kHz (定常運転時)

効率 : 97.3%

#### <Circuit configuration>

フルブリッジ LLC Converter

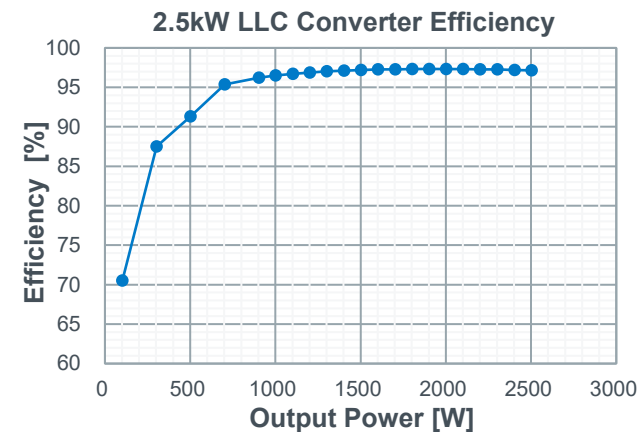
電源制御用高分解能PWM 32-bit MCU (ヌヴォトン製 KM1M7CF0)

シングルMCUで1次側と2次側制御

1次側フルブリッジ回路には、SiC MOSFET採用で高効率

\* ボードの詳細は、ヌヴォトン社へ問い合わせください。

EcoSiC

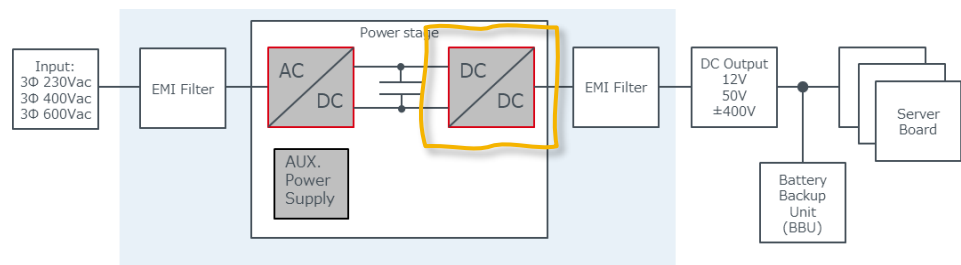


# LLC Converter 概要

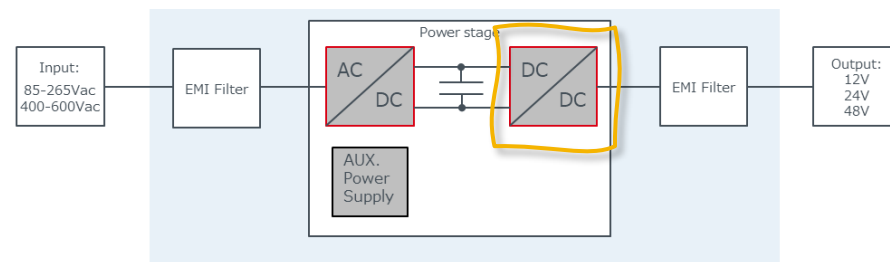
LLCコンバータは、1次側の励磁インダクタンス、共振インダクタ、共振コンデンサ、スイッチング素子及び2次側の整流回路で構成され、共振現象を利用した電力変換回路です。ZVS(Zero Voltage Switching)(1次側スイッチ)とZCS (Zero Voltage Switching) (2次側スイッチ) のソフトスイッチング技術を用いる事でスイッチング損失を大幅に低減し、高効率を実現し、スイッチングノイズを抑えて低EMIを実現します。電力変換回路として様々なアプリケーションに適用されます。

DC400Vレベルを入力するLLCコンバータは、商用AC電源入力からPFCでDC電圧変換した後にシステムに必要な電圧に変換して分配するアプリケーション（サーバー用電源、産機用電源、PV ハイブリッドインバータ、ESS、UPS、xEV OBC(オンボードチャージャー) など）や、xEVの400Vバッテリーからの電圧変換（xEV DC-DCコンバータなど）に活用されます。2次側のフルブリッジ整流回路は、比較的高い電力の（～数十kW）、比較的高い出力電圧（>48V）で良く使われるトポロジです。本リアレンスデザインは、ヌヴォンテクノロジー社の高分解能の電源制御用32bit MCU(KM1M7CF0)を搭載し、1次側スイッチング素子にSiC MOSFETを使用するDC390V入力、48V出力の2.5kW LLCコンバータです。

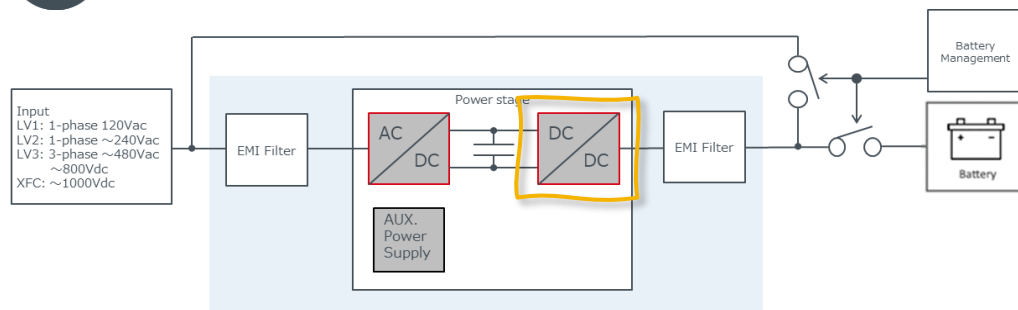
## Data Center / AI Server 電源装置



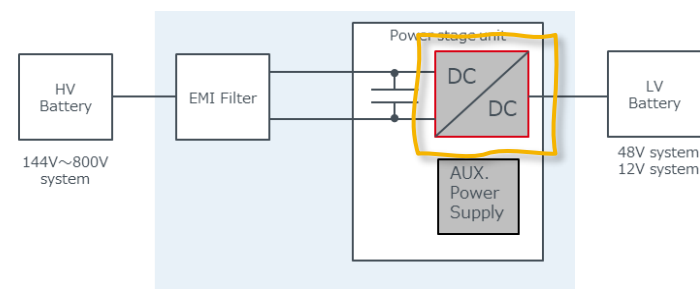
## SMPS 産機電源



## xEV OBC



## xEV DC-DC



# Reference Designs for Power Supply Unit (PSU)



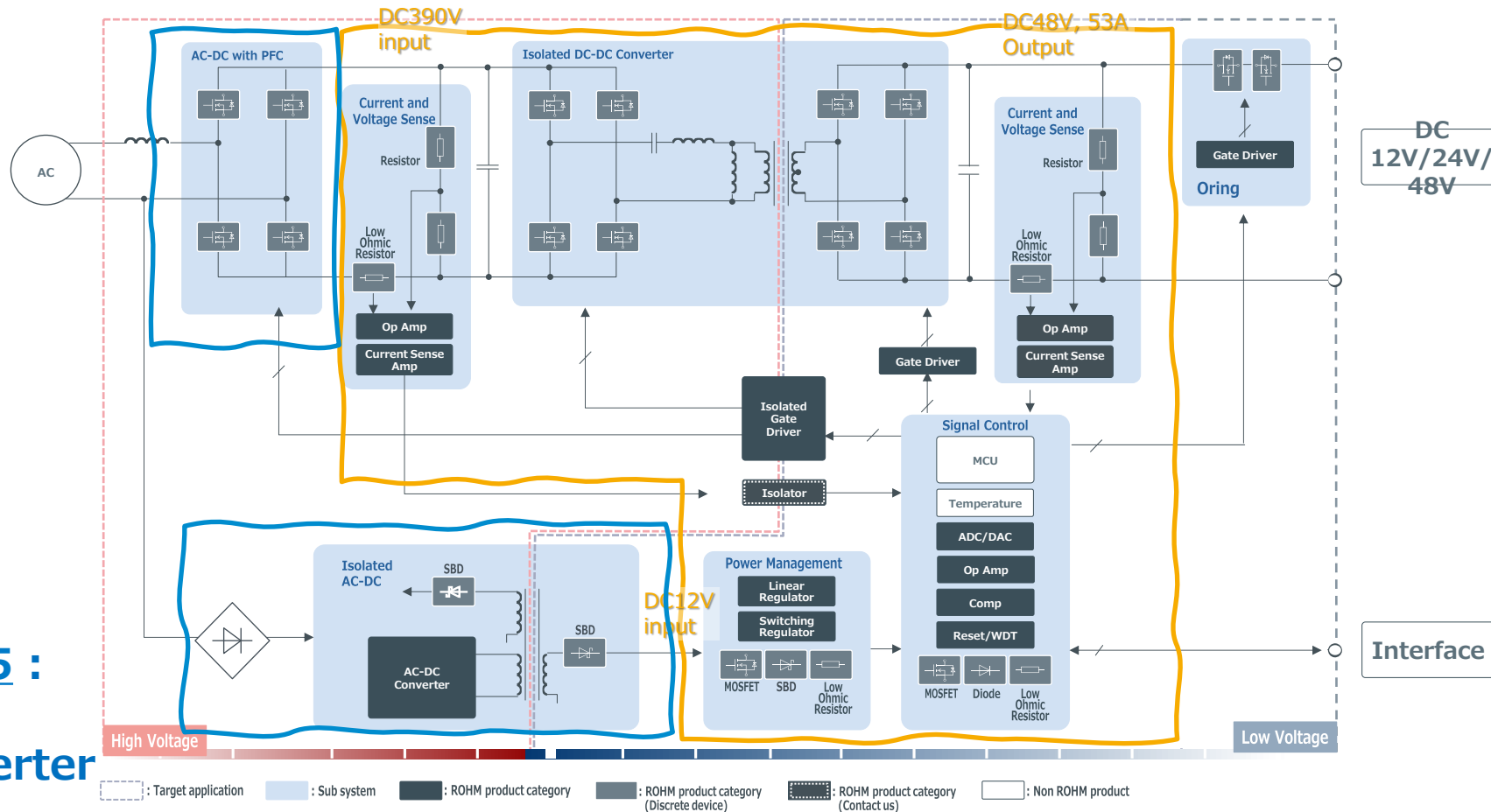
**REF67010 : 3.6kW Interleaved PFC**  
**APEVK66001 : 3.6kW Totem Pole PFC**



**REF68020**  
**2.5kW LLC Converter**







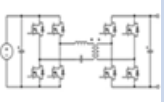
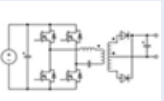
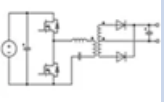
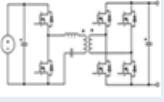
**REFACDC025 :**  
**24W 12Vout**  
**AC-DC Converter**



# LLCコンバータをシミュレーションする (シミュレーションツールとデモ回路)

パワー回路の設計時にシミュレーションを活用し、設計工数を削減。

ロームは、オンラインツールとオフライン用Demo回路集を提供し、Web経由ですぐにシミュレーション実施または、シミュレーション回路をすぐに入手可能です。

		ROHM Solution Simulator	ROHM PLECS Simulator	LTSpice® Demo回路集	PLECS® Demo回路集
オンライン/オフライン用		オンラインでシミュレーション可能		オフラインツール用回路をダウンロード可能	
シミュレーションエンジン		PARTQUEST™ Explore 	PLECS® 	LTSpice® 	PLECS® 
特徴		アナログ波形再現性高い AC解析可能	損失や熱を数秒で検証	アナログ波形再現性高い AC解析可能	損失や熱を数秒で検証
用途		サージやリングング、AC特性を検証し 安定性、安全性を設計する	トポロジ回路の損失や発熱からデバイ スを選定する	サージやリングング、AC特性を検証し 安定性、安全性を設計する	トポロジ回路の損失や発熱からデバイ スを選定する
LLC Converter Simulation Circuit			<a href="#">ROHM PLECS Simulator</a> C-014-D : Discrete Package C-014-DOT : DOT-247 Package	<a href="#">C-014-D4 : Full Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> TO-247-4L package <a href="#">C-014-DOT : Full Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> DOT-247 package	<a href="#">C-014-D : Full Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> Discrete Package <a href="#">C-014-DOT : Full Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> DOT-247 package
		<a href="#">C-013. Full Bridge LLC, Diode Recti.</a>			
		<a href="#">C-012. Half Bridge LLC, Diode Recti.</a>		<a href="#">C-012 : Half Bridge LLC, Diode Recti.</a> TO-247N package	
			<a href="#">ROHM PLECS Simulator</a> C-023-D : Discrete Package C-023-DOT : DOT-247 Package		<a href="#">C-023-D : Half Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> Discrete Package <a href="#">C-023-DOT : Half Bridge LLC, Full Bridge Recti.</a> DOT-247 Package

# Recommended Products for 3kW~5.5kW Power Supply Unit (PSU)

**Totem Pole PFC**

Fast Leg : SCT40xxDR(TO-247-4L)  
SCT40xxDLL(TOLL)

Slow Leg : R60xxWNZ4(TO-247N)\*  
R60xxWNJ3(DFN8080)\*

**Isolated Gate Driver**

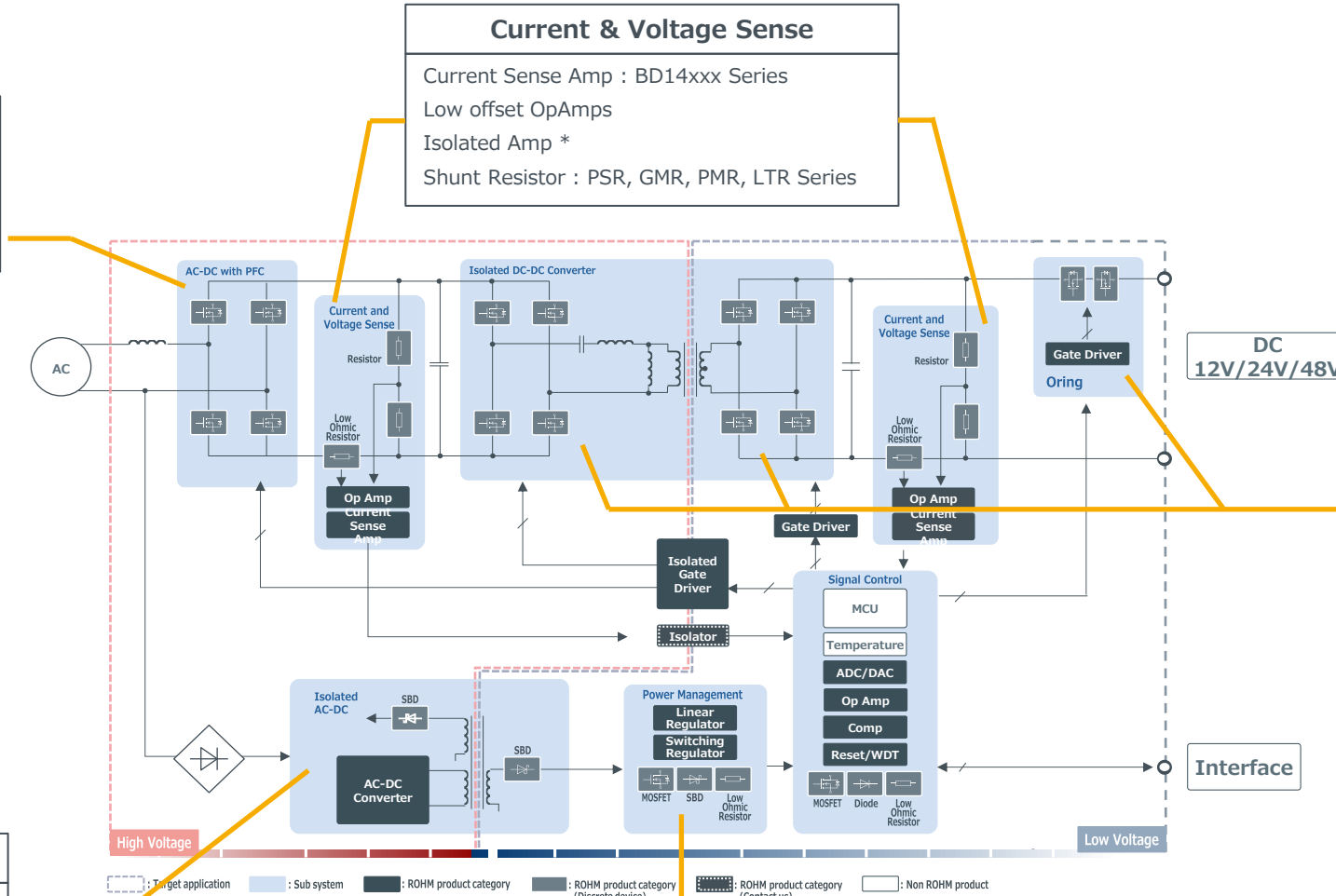
For SiC : BM61S41RFV-C  
For SJ-MOS : BM61M41RFV-C

**AUX power supply**

AC-DC Converter  
Built in 1700V SiC : BM2SC Series  
AC-DC Controller : BD768x Series

**Current & Voltage Sense**

Current Sense Amp : BD14xxx Series  
Low offset OpAmps  
Isolated Amp \*  
Shunt Resistor : PSR, GMR, PMR, LTR Series



**LLC Converter(Primary)**

SJ-MOS  
R60xxWNZ4(TO-247N)\*  
R60xxWNJ3(DFN8080)\*

SiC-MOS  
SCT40xxDWA(TO-263-7L)  
SCT40xxDLL(TOLL)

GaN HEMT  
GNP30xxTD-Z(TOLL)\*

Gate Driver for SJ-MOS  
BM62T40RFU \*

Gate Driver for SiC-MOS  
BM61S41RFV

Gate Driver for GaN-HEMT  
BM6GD11BFJ

**LLC Converter(Secondary)  
Oring [option]**

Si-MOSFET  
30V RS6Exx, RS7Exx  
40V RS6Gxx, RS7Gxx, RH6Gxx  
60V RH6, RH8, RS6L, RG6L, RS7L  
80V RS7N200BH(DFN5060)\*  
100V RS7P200CH \*

Gate Driver for Si-MOSFET  
BD2310G  
BD2320EFJ  
BM60214FU \*

**Power Management**

LDOs  
DC/DC Converter  
Flyback DC-DC Converter : BD7Fxx Series

\* : Under Development  
As Of Apr.2026



Electronics for the Future

## リファレンスデザインのご使用上注意事項

- 1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。
- 2) ロームは、リファレンスデザイン（回路図、レイアウトデータ、部品表やリファレンスボードとその評価結果等を含むがこれらに限られない）及び評価ボードに関係する一切の資料（以下あわせて「リファレンスデザイン等」といいます）をお客様が当社製品を組み込んだ装置、機器、ソフトウェア等（以下あわせて「お客様の製品」といいます）を開発するうえで参照することを目的として提供いたします。なお、お客様の製品を開発するうえで必要となる設計、検証等はおお客様の責任と費用負担で行ってください。いかなる場合であっても、お客様はリファレンスデザイン等を上記目的以外に使用してはいけません。
- 3) リファレンスデザイン等は、現状有姿で提供されます。ロームは、明示的にせよ黙示的にせよ、有用性、機能、正確性、商品性等の、特定の目的への適合性等につき一切保証しません。また、ロームは、契約責任、不法行為責任を問わず、リファレンスデザイン等の使用又は適用から生じる一切の損害（逸失利益、その他の付随的損害、結果的損害、懲罰的損害を含みますがこれらに限られません）について、いかなる場合においても一切責任を負いません。なお、疑義が生じないように付言すると、ロームは、リファレンスデザイン等がおお客様の製品で作動することを保証しません。
- 4) リファレンスデザイン等のご使用に際しては、別途最新の仕様書（リファレンスデザイン等を構成する製品の仕様書を含みます）を必ずご請求のうえ、ご確認ください。
- 5) お客様は、リファレンスデザイン等を参照して開発したお客様の製品により、人身事故、火災損害等が起こらないようデレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保を自らの責任で実施するものとします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。
- 6) リファレンスデザイン等に記載されている応用回路例やその定数などの情報は、標準的な動作や使い方を説明するものです。したがって、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。
- 7) リファレンスデザイン等は、代表的な動作及び応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。リファレンスデザイン等の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。
- 8) リファレンスデザイン等を下記のような特に高い信頼性が要求されるお客様の製品に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
  - ・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム等
- 9) リファレンスデザイン等を極めて高い信頼性が要求される下記のようなお客様の製品には、使用しないでください。
  - ・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器等
- 10) リファレンスデザイン等を、大量破壊兵器の開発等、軍事利用、あるいはその他の軍事使用目的で使用しないでください。
- 11) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。
- 12) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。
- 13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。



ローム製品のご検討ありがとうございます。  
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

**ROHM Customer Support System**

<http://www.rohm.co.jp/contact/>