

# AN13106

## 从i.MX RT1060到i.MX RT1170的迁移指南

第 1 版 — 2021年2月18日

应用笔记

作者：恩智浦半导体

### 1 简介

本文档介绍了i.MX RT1170与i.MX RT1060的主要区别和新功能。本文档可用作迁移的参考。它是为以下读者准备的：

- 开发了一些基于i.MX RT1060的项目，并决定将该项目迁移到i.MX RT1170。
- 熟悉i.MX RT1060并希望根据先前对i.MX RT1060的了解启动新项目的人员。

### 目录

1	简介	1
2	SoC的比较	2
3	封装	4
4	管脚复用	4
5	电源更换	5
6	时钟	5
6.1	概述	5
6.2	振荡器和锁相环	6
7	电源模式/管理	6
8	DMA	6
9	内存映射	6
10	ECC	7
11	图形和显示	8
11.1	图形处理单元 (GPU2D)	8
11.2	LCDIFv2	8
12	音频	9
12.1	ASRC	9
12.2	PDM话筒接口	9
13	低速外围设备	10
13.1	FlexIO	10
14	EMVSIM	10
15	看门狗	10
16	模拟	11
17	Boot	11
18	安全	12
19	软件迁移考虑	14
20	参考资料	14
21	修订历史	14



## 2 SoC的比较

表 1列出了SoC的比较。红色文本是i.MX RT1170上的新功能。

表1. SoC比较

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
<b>Core 和片上 RAM</b>		
Core 0	CM7 @ 高达600MHz 32 KB I-Cache 32 KB D-Cache	CM7 @ 高达 <b>1GHz</b> 32 KB I-Cache 32 KB D-Cache
Core 1	—	<b>CM4 @ 高达400MHz</b> <b>16 KB I-Cache</b> <b>16 KB D-Cache</b>
FLEX RAM	512 KB	512 KB
OCRAM	512 KB	512 KB + <b>128 KB</b> OCRAM1 <b>512 KB + 128 KB</b> OCRAM2 <b>256 KB (与 CM4 TCM 共享)</b>
<b>外部存储器接口</b>		
SEMC - SDRAM	8/16位SDRAM 高达166MHz	8/16/ <b>32</b> 位SDRAM <b>高达200MHz</b>
SEMC - NAND	8/16位 SLC NAND 闪存	8/16位 SLC NAND 闪存
SEMC - Parallel NOR FLASH/SRAM	高达16位	高达16位
uSDHC - SD/eMMC	eMMC 4.5/SD 3.0	eMMC <b>5.0</b> /SD 3.0
Flex SPI	2	2
Flex SPI - 宽度	最多8位	高达 <b>16</b> 位
Flex SPI - 单/双/四SPI接口	√	√
Flex SPI - Hyper	√	√
柔性 SPI - <b>PSRAM</b>	—	√
支持XIP的Flex SPI-OCT接口	√	√
<b>图形、显示器和摄像功能</b>		
LCDIF	√	√
<b>LCDIFv2</b>	—	√

表格在下一页继续.....

表1. SoC比较 (续)

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
PXP	√	√
GPU	—	√
并行 CSI	√	√
并行 DSI	√	√
MIPI CSI	—	√
MIPI DSI	—	√
<b>连接性</b>		
USB	2	2
10/100M以太网, 带IEEE1588	2	1
带AVB的1G以太网	—	1
带TSN的1G以太网	—	1
UART	8	12
LPSPi	4	6
I2C	4	6
FlexCAN	3	3
灵活性	3	2
EVMSIM	—	2
GPIO	149	174
<b>音频</b>		
SAI	3	4
SPDIF	1	1
ASRC	—	1
PDM MIC	—	1
MQS	1	1
<b>计时器</b>		
WDOG	4	5

表格在下一页继续.....

表1. SoC比较 (续)

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
GPT	6	6
QDC	4	4
QTimer	4	4
FlexPWM	4	4
PIT	1	2
<b>模拟</b>		
ACMP	4	4
ADC	2	0
LPADC	0	2
ADC ETC	1	1
DAC	0	1
TSC	1	0
<b>其他</b>		
eDMA	1	2
8 × 8 键盘	√	√
安全性	√	√

### 3 封装

如表 2所示, i.MX RT1170是289-pin MAPBGA, 而i.MX RT1060是196-pin MAPBGA。i.MX RT1170有一个更大的封装, 以适应额外的功能和电源架构的变化。

表2. 封装比较

	RT1060	RT1170
封装	196-pin MAPBGA	289-pin MAPBGA

### 4 管脚复用

对于i.MX RT1170上的新pin mux, 用户可参考表 3。

表3. 管脚复用信息/工具

管脚复用信息/工具	描述
RM中的Muxing选项表	提供外围设备的管脚列表信息。
RM中的管脚分配	给出管脚上的管脚多路复用器列表信息，并显示焊盘设置。
excel格式的管脚分配	此表作为管脚分配选项位于本文件附件中。
MCUXpresso中的管脚配置工具或独立工具	一个强大的图形工具可以帮助客户为应用程序分配管脚。

## 5 电源更换

以下描述了 i.MX RT1170 和 RT1060 之间的主要区别。有关详细信息，请参阅 MIMXRT1170 处理器的硬件开发指南（文档 [MIMXRT1170HDUG](#)）和 MIMXRT1170 EVK板硬件用户指南（文档 [MIMXRT1170EVKHUG](#)）。

- i.MX RT1170 比 RT1060 具有更多的电源域，特别是引入了 NVCC\_LPSR 域。只有在 VDD\_LPSR\_DIG 稳定的情况下，才能在通电过程中看到，VDD\_SOC\_IN 可在1毫秒延迟后应用。
- i.MX RT1170 在 VDD\_SNVS\_DIG (1.8 V) 域中使用 POR 引脚复位，这意味着添加外部上拉或使用外部 POR 逻辑，首先保证了电压电平。
- i.MX RT1170 内部DCDC有两个输出，VDD\_DIG 用于核心平台，1.8V 用于芯片电源。i.MX RT1060 只有一个输出。
- i.MX RT1170 是一种汽车级产品，内部 DCDC 负载容量有限，因此需要外部 PMIC 为核心平台供电。对于 RT1060，建议为不同的标准产品提供内部 DCDC。

## 6 时钟

### 6.1 概述

i.MX RT1170 时钟结构是新的。它由三部分组成：

- 晶体/OSC/PLL/PLL\_PFD作为时钟源
- 可用时钟源提供时钟root和除法器设置
- 时钟门

有关以下内容的更多重要信息，请参阅 i.MX RT1170 处理器参考手册（文档 [IMXRT1170RM](#)）。

- **系统时钟表**：给出系统时钟源的IP时钟映射。
- **时钟树**：给出从时钟源到每个根时钟的时钟路径。
- **时钟源表**：列出所有可能的时钟源。
- **时钟root表**：给出每个root时钟的可用时钟源。
- **时钟选通表**：列出所有选通控制。
- **时钟组**：列出所有时钟组（同步时钟）。

## 6.2 振荡器和锁相环

表4. 振荡器和锁相环比较

振荡器与锁相环	RT1060	RT1170
晶体振荡器 24 MHz	√	√
晶体振荡器 32 KHz	√	√
RC振荡器 32 KHz	√	√
RC振荡器 16 MHz	—	√
RC振荡器 24 MHz	√	—
RC振荡器 48 MHz	—	√
RC振荡器 400 MHz	—	√
PLL1	ARM PLL (高达600 MHz核)	ARM PLL (高达1 GHz核)
PLL2	系统锁相环 (专用528 MHz)	系统PLL1 (专用1 GHz)
PLL3	USB1锁相环 (专用480 MHz)	系统PLL2 (专用528 MHz)
PLL4	音频锁相环 (650-1300 MHz)	系统PLL3 (专用480 MHz)
PLL5	视频锁相环 (650-1300 MHz)	音频锁相环 (650-1300 MHz)
PLL6	ENET PLL (专用500 MHz)	视频锁相环 (650-1300 MHz)
PLL7	USB2锁相环 (专用480 MHz)	—

## 7 电源模式/管理

与 i.MX RT1060 相比, i.MX RT1170 基于全新的电源架构。有关更多详细信息, 请参阅 i.MX RT1170 处理器参考手册 (文档 [IMXRT1170RM](#)) 以及 RT1170 时钟和低功耗功能的调试和应用 (文档 [AN13104](#))。

## 8 DMA

表5. i.MX RT1060和i.MX RT1170的DMA

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
eDMA (32 channel)	√	√
eDMA_LPSR (32 channel)	—	√

## 9 内存映射

表 6列出了一些用于比较的关键内存映射。有关更多详细信息, 请参阅 i.MX RT1170 处理器参考手册 (文档 [IMXRT1170RM](#))。

表6. 片内/外部存储器的存储器映射

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
CM7 FLEX RAM ITCM	0x0000_0000 - 0x0001_FFFF (默认128 KB)	0x0000_0000 - 0x0003_FFFF (Default 256 KB)
CM7 FLEX RAM DTCM	0x2000_0000 - 0x2001_FFFF (默认128 KB)	0x2000_0000 - 0x2003_FFFF (Default 256 KB)
CM7 OCRAM (映射自CM4 TCM)	—	0x2020_0000 - 0x2023_FFFF (256 KB)
CM7 OCRAM1	0x2020_0000 - 0x2027_FFFF (512 KB)	0x2024_0000 - 0x202B_FFFF (512 KB)
CM7 OCRAM2	—	0x202C_0000 - 0x2033_FFFF (512 KB)
CM7 OCRAM1 ECC	—	0x2034_0000 - 0x2034_FFFF (64 KB)
CM7 OCRAM2 ECC	—	0x2035_0000 - 0x2035_FFFF (64 KB)
CM7 OCRAM(FLEX RAM ECC)	—	0x2036_0000 - 0x2037_FFFF (128 KB)
CM7 FLEX RAM OCRAM	0x2028_0000 - 0x2028_FFFF (默认256 KB)	0x2038_0000 - 0x2038_0000 (默认为0 KB, 最大为512 KB)
CM4 ITCM	—	0x1FFE_0000 - 0x1FFF_FFFF (128 KB)
CM4 DTCM	—	0x2000_0000 - 0x2001_FFFF (128 KB)
CM4 OCRAM (来自CM4 TCM)	—	0x2020_0000 - 0x2023_FFFF (256 KB)
CM4 OCRAM1	—	0x2024_0000 - 0x202B_FFFF (512 KB)
CM4 OCRAM2	—	0x202C_0000 - 0x2033_FFFF (512 KB)
CM4 OCRAM1 ECC	—	0x2034_0000 - 0x2034_FFFF (64 KB)
CM4 OCRAM2 ECC	—	0x2035_0000 - 0x2035_FFFF (64 KB)
CM4 OCRAM (来自FLEX RAM ECC)	—	0x2036_0000 - 0x2037_FFFF (128 KB)
CM4 OCRAM (来自CM7 FLEX RAM)	—	0x2038_0000 - 0x2038_0000 (默认为0KB, 最大为512KB)
SEMC	0x8000_0000 - 0xDFFF_FFFF (1.5 GB)	0x8000_0000 - 0xDFFF_FFFF (1.5 GB)
FlexSPI1	0x6000_0000 - 0x6FFF_FFFF (256 MB)	0x3000_0000 - 0x3FFF_FFFF (256 MB)
FlexSPI2	0x7000_0000 - 0x7EFF_FFFF (240 MB)	0x6000_0000 - 0x6FFF_FFFF (256 MB)

## 10 ECC

表 7列出了ECC特性比较。

表7. ECC比较

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
FLEX RAM ECC	—	√
OCRAM MECC64	—	√
External XECC	—	√

## 11 图形和显示

### 11.1 图形处理单元 (GPU2D)

图形处理单元 (GPU) 提供高性能、低功耗和高质量的图形。它支持包含大多数嵌入式图形用例场景的光栅、矢量图形。提供了以下独立于硬件平台和操作系统的API。这些API提供用户控件，用于优化GPU可用的加速功能。

- 矢量图形加速的OpenVG
- VGLite图形API

#### 11.1.1 矢量图形加速的OpenVG 1.1 API标准

OpenVG 是由 [Khronos Group](#) 管理的免版权跨平台API。它为 Flash和SVG 等矢量图形库提供了底层硬件加速接口。OpenVG 用于加速小屏幕设备上用户界面和文本的高质量矢量图形。

#### 11.1.2 VGLite图形API

GPU 也可以与 VGLite 图形API一起使用。它旨在支持菜单驱动的用户界面，并针对系统的总体资源需求进行优化。目标是提供最大的性能，并将内存占用保持在最小。它的功能集小于通过 Khronos OpenVG CTS 所需的功能集。支持的功能包括：Porter-Duff 混合、渐变控制、快速清除、任意旋转、路径填充规则、路径绘制和图案路径填充。

VGLite API进行了分区，以提供以下功能的控件：

- **初始化**：用于硬件和软件初始化
- **像素缓冲区管理**：用于GPU表面缓冲区分配/释放
- **矩阵控制**：用于变换，包括旋转、缩放和平移
- **Blit**：用于具有合成、混合、CSC等功能的光栅渲染
- **矢量路径控制**：用于二维路径数据设置
- **绘图**：用于绘图操作

VGLite Graphics API文档作为软件开发工具包 (SDK) 的一部分提供。

### 11.2 LCDIFv2

LCDIFv2 是 i.MX RT1170 上的一个新图形 IP，具有以下功能：

- 显示层最多可支持八层alpha混合。
  - 一个用于静态背景图像的背景 (BG) 层
  - 一个用于视频的前景 (FG) 层

- 用于图标、测试、移动指针等的六个用户界面 (UI) 层。
- UI层用于可存储在OCRAM中的小对象。
- 索引颜色 (1/2/4/8 bpp) 支持每个层, 并使用单独的。颜色查找表 (CLUT) 内存为32位ARGB像素。
- 每层支持:
  - 面板上的可编程平面尺寸、宽度/高度/节距和X/Y偏移。
  - 平面图形的背景色
  - 嵌入alpha和全局alpha
  - 索引颜色, 1/2/4/8 bpp
  - 其他图层编码格式:
    - RGB565/ARGB1555/ARGB4444
    - YCbCr422, 在混合操作中最多支持两层YCbCr
    - RGB888/ARGB8888/ABGR8888
- 支持一个并行摄像机接口输入和CSI-2的以下数据格式:
  - YUV422/RGB888/RGB666/RGB565/RGB555/RGB444

## 12 音频

### 12.1 ASRC

异步采样率转换器 (ASRC) 是 i.MX RT1170 上的一个新IP, 它将输入时钟相关的信号的采样率转换为与不同输出时钟相关的信号。

ASRC支持最多10个通道 (约-120 dB THD+N) 的并行采样率转换, 并支持最多三个采样率对。

输入到该芯片的音频数据可以从不同来源以不同的采样率接收。该芯片的输出音频数据可能具有不同的采样率, 并且可以与与输入时钟异步的输出时钟相关联。

### 12.2 PDM话筒接口

i.MX RT1170 有一项新功能, 支持四通道多达八通道的PDM D-MIC音频输入。

特征:

- 抽取过滤器
  - 音频应用的固定滤波特性
  - 24位有符号滤波器输出
  - 动态范围: 1KHz音调时<140dB (0dBFS) ; 根据AES17
  - 用于可编程PDM时钟生成的内部时钟分配器
  - 带有单独启用控制的全部或部分通道操作集
  - 可编程抽取率
  - 可编程直流去除器
  - 范围调整能力
  - 具有中断和DMA功能的FIFO
    - 每个FIFO具有8个输入长度

- 硬件语音活动检测器 (HWVAD)
  - 中断能力
  - 过零检测 (ZCD) 选项

## 13 低速外围设备

### 13.1 FlexIO

表8. FlexIO

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
实例计数	3	2
端口大小	最多32位	最多32位
移位器计数	4	8
计时器计数	4	8

## 14 EMVSIM

相对于 i.MX RT1060, EMVSIM 模块是 i.MX RT1170上的一个新IP, 支持以下功能:

- SIM逻辑 (发射机+接收机) 的独立时钟和寄存器读写接口的独立时钟
- 用于发射机和接收机的16字节deep FIFO
- 奇偶校验错误和接收器FIFO溢出错误时自动生成NACK
- 逆约定和正约定
- 根据智能卡NACK请求重新传输字节, 可编程重新传输阈值
- 自动检测接收器中的初始字符, 并设置数据格式 (反向或直接)
- 接收机中的NACK检测
- 测量字符等待时间、块等待时间和块保护时间的独立计时器
- 两个通用计数器, 可供软件应用程序使用, 可为计数器选择可编程时钟
- DMA支持可用于向FIFO传输数据或从FIFO传输数据。可编程选项可用于选择中断或DMA feature
- 可编程预定标器为卡时钟生成所需频率, 波特率除数为任何F/D比的发射机和接收机生成内部ETU时钟
- 通过智能卡状态检测中断实现深度睡眠唤醒
- 手动控制所有智能卡接口信号
- 智能卡存在检测上的端口逻辑自动断电
- 8位LRC和16位CRC, 用于从发射器生成字节, 并为接收器生成传入消息校验和

## 15 看门狗

表 9列出了看门狗比较。

表9. 看门狗比较

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
Watchdog	2	2
RTWDOG	1	2
外部看门狗监视器 (EWM)	1	1

## 16 模拟

RT1170不包含触摸屏控制器 (TSC)。

RT1170的ADC外围设备是重新设计的LPADC，其框图结构与i.MX RT1060完全不同。有关详细信息，请参阅i.MX RT1170处理器参考手册（文档IMXRT1170RM）。

表 10列出了特征比较。

表10. i.MX RT1060和i.MX RT1170的ADC

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
最大采样率	1 MS/s	4.2 MS/s
外部模拟输入	16	20
13位分辨率的差分运算	—	√
支持结果数据FIFO	—	√
命令缓冲区	—	15
通道缩放	—	√

## 17 Boot

表 11列出了RT1060和RT1170之间与系统Boot相关的差异。

表11. RT1060和RT1170之间的系统Boot差异

特征	解密	i.MX RT1060	i.MX RT1170
启动设备	<ul style="list-style-type: none"> <li>串行 NOR/NAND</li> <li>原始 NAND</li> <li>SD/MMC</li> <li>1位 SPI NOR/EEPROM</li> </ul>	支持	支持
	<ul style="list-style-type: none"> <li>平行 NOR</li> </ul>	支持	无支撑
串行下载程序	协议	斯德福斯特	blhost
	<ul style="list-style-type: none"> <li>USB-HID</li> </ul>	支持	支持

表格在下一页继续.....

表11. RT1060和RT1170之间的系统Boot差异 (续)

Feature	Decryption	i.MX RT1060	i.MX RT1170
	• 通用异步收发器		
Boot Core	N/A	CM7	CM7/CM4
外部RAM	• DCD	支持	支持
	• XMCD	无支撑	支持
内部RAM ECC	N/A	无支撑	支持

## 18 安全

表 12列出了RT1060和RT1170之间与安全性相关的差异。

表12. RT1060和RT1170之间的安全性差异

特征	解密	i.MX RT1060	i.MX RT1170
安全 Boot	认证 & 加密 boot	• 支持	• 支持
	签名格式	• CMS PKCS#1	• CMS PKCS#1
	公钥类型	• RSA公钥 (1024位、2048位、3072位和4096位)	• RSA公钥 (1024位、2048位、3072位和4096位) • ECC (P256/P384/P-521)
	证书格式	• X.509v3 证书	• X.509v3 证书
	加密 XIP	• BEE — AES-128 ECB 和 CTR — 解密FlexSPI的密码上下文	• OTFAD1/2 — CTR-AES (128位) — 解密FlexSPI的密码上下文 • IEE — XTS-AES 256, 512位 — CTR-AES 128, 256位 — RAM加密/解密 — 仅限FlexSPI解密
加密引擎	Hash Algorithm Engine	• DCP — SHA-1, SHA-256	• CAAM — SHA-1、SHA-2 224/256/384/512 — MD5 — HMAC

表格在下一页继续.....

表12. RT1060和RT1170之间的安全性差异 (续)

特征	解密	i.MX RT1060	i.MX RT1170
	对称的算法引擎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DCP               <ul style="list-style-type: none"> <li>— AES-128 (ECB 和 CBC 模式)</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAAM               <ul style="list-style-type: none"> <li>— AES 128、192、256和基线模式 (其他模式包括GCM、CMAC)</li> <li>— 3DES/DES</li> </ul> </li> </ul>
	不对称算法引擎	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DCP               <ul style="list-style-type: none"> <li>— Unsupported</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAAM               <ul style="list-style-type: none"> <li>— RSA (最高4096位)</li> <li>— ECDSA (最多521个)</li> <li>— ECDH</li> <li>— 标数算术</li> <li>— ECC点算法</li> </ul> </li> </ul>
	RNG	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SA-TRNG               <ul style="list-style-type: none"> <li>— 熵源</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CAAM               <ul style="list-style-type: none"> <li>— RNG4 seeded by TRNG</li> </ul> </li> </ul>
密钥管理	密钥管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OCOTP               <ul style="list-style-type: none"> <li>— OTPMK</li> <li>— SW_GP2</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• OCOTP               <ul style="list-style-type: none"> <li>— OTPMK</li> <li>— 用户密钥1/2/3/4/5</li> </ul> </li> <li>• PUF</li> </ul>
Always-on域	安全非易失性存储 (SNVS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全实时时钟 (SRTC)</li> <li>• 零主密钥 (ZMK 128位)</li> <li>• 数字低压检测器</li> <li>• 电源故障检测器</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 安全实时时钟 (SRTC)</li> <li>• 零主密钥 (ZMK 256位)</li> <li>• 数字低压检测器</li> <li>• 电源故障检测器</li> <li>• 4 KB安全保留RAM</li> <li>• 提供受篡改保护的1K位寄存器</li> <li>• 电压、温度和频率干扰检测器 (仅限 RT1173)</li> <li>• 10个外部 Tamper PINs (仅限 RT1173)</li> </ul>
安全调试	挑战应对机制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SJC (56位响应)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• JTAGC (128位响应)</li> </ul>
其他	访问保护	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CSU</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RDC</li> <li>• xRDC</li> <li>• IEE_APC</li> </ul>

表格在下一页继续.....

表12. RT1060和RT1170之间的安全性差异 (续)

特征	解密	i.MX RT1060	i.MX RT1170
	生产保护 (MP)	• 不支持	• 支持

有关篡改功能应用，请参阅如何使用篡改功能（文档AN13078）。

## 19 软件迁移考虑

对于软件迁移，与i.MX RT1060类似，i.MX RT1170软件生态系统基于MCUXpresso SDK/IDE/Tools，如表 13所示。

表13. SW系统比较

比较项目	i.MX RT1060	i.MX RT1170
MCUXpresso SDK	√	√
MCUXpresso IDE	√	√
MCUXpresso配置工具	√	√
MCUXpresso安全资源调配工具	√	√
IAR	√	√
Keil	√	√
GCC	√	√

对于与软件相关的芯片功能，如时钟、电源模式、i.MX RT1170上的新IP，用户需要在i.MX RT1170平台上移植代码或重新设计。与i.MX RT1170和i.MX RT1060上相同IP功能相关的代码可以重复使用。应考虑不同SDK版本造成的差异。

## 20 参考资料

- *i.MX RT1170 Processor Reference Manual* (文件IMXRT1170RM)
- *i.MX RT1170 Crossover Processors Data Sheet for Consumer Products* (文件IMXRT1170CEC)

## 21 修订历史

表14. 修订历史

版本号	日期	描述
0	2020年12月30日	初版发布
1	2021年2月18日	把RT1050/60更新为RT1060

## How To Reach Us

### Home Page:

[nxp.com](http://nxp.com)

### Web Support:

[nxp.com/support](http://nxp.com/support)

Information in this document is provided solely to enable system and software implementers to use NXP products. There are no express or implied copyright licenses granted hereunder to design or fabricate any integrated circuits based on the information in this document. NXP reserves the right to make changes without further notice to any products herein.

NXP makes no warranty, representation, or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does NXP assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters that may be provided in NXP data sheets and/or specifications can and do vary in different applications, and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "typicals," must be validated for each customer application by customer's technical experts. NXP does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. NXP sells products pursuant to standard terms and conditions of sale, which can be found at the following address: [nxp.com/SalesTermsandConditions](http://nxp.com/SalesTermsandConditions).

**Right to make changes** - NXP Semiconductors reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

**Security** — Customer understands that all NXP products may be subject to unidentified or documented vulnerabilities. Customer is responsible for the design and operation of its applications and products throughout their lifecycles to reduce the effect of these vulnerabilities on customer's applications and products. Customer's responsibility also extends to other open and/or proprietary technologies supported by NXP products for use in customer's applications. NXP accepts no liability for any vulnerability. Customer should regularly check security updates from NXP and follow up appropriately. Customer shall select products with security features that best meet rules, regulations, and standards of the intended application and make the ultimate design decisions regarding its products and is solely responsible for compliance with all legal, regulatory, and security related requirements concerning its products, regardless of any information or support that may be provided by NXP. NXP has a Product Security Incident Response Team (PSIRT) (reachable at [PSIRT@nxp.com](mailto:PSIRT@nxp.com)) that manages the investigation, reporting, and solution release to security vulnerabilities of NXP products.

NXP, the NXP logo, NXP SECURE CONNECTIONS FOR A SMARTER WORLD, COOLFLUX, EMBRACE, GREENCHIP, HITAG, ICODE, JCOP, LIFE, VIBES, MIFARE, MIFARE CLASSIC, MIFARE DESFire, MIFARE PLUS, MIFARE FLEX, MANTIS, MIFARE ULTRALIGHT, MIFARE4MOBILE, MIGLO, NTAG, ROADLINK, SMARTLX, SMARTMX, STARPLUG, TOPFET, TRENCHMOS, UCODE, Freescale, the Freescale logo, Altivec, CodeWarrior, ColdFire, ColdFire+, the Energy Efficient Solutions logo, Kinetis, Layerscape, MagniV, mobileGT, PEG, PowerQUICC, Processor Expert, QorIQ, QorIQ Qonverge, SafeAssure, the SafeAssure logo, StarCore, Symphony, VortiQa, Vybrid, Airfast, BeeKit, BeeStack, CoreNet, Flexis, MXC, Platform in a Package, QUICC Engine, Tower, TurboLink, EdgeScale, EdgeLock, eIQ, and Immersive3D are trademarks of NXP B.V. All other product or service names are the property of their respective owners. AMBA, Arm, Arm7, Arm7TDMI, Arm9, Arm11, Artisan, big.LITTLE, Cordio, CoreLink, CoreSight, Cortex, DesignStart, DynamIQ, Jazelle, Keil, Mali, Mbed, Mbed Enabled, NEON, POP, RealView, SecurCore, Socrates, Thumb, TrustZone, ULINK, ULINK2, ULINK-ME, ULINK-PLUS, ULINKpro, µVision, Versatile are trademarks or registered trademarks of Arm Limited (or its subsidiaries) in the US and/or elsewhere. The related technology may be protected by any or all of patents, copyrights, designs and trade secrets. All rights reserved. Oracle and Java are registered trademarks of Oracle and/or its affiliates. The Power Architecture and Power.org word marks and the Power and Power.org logos and related marks are trademarks and service marks licensed by Power.org.

© NXP B.V. 2020-2021.

All rights reserved.

For more information, please visit: <http://www.nxp.com>

For sales office addresses, please send an email to: [salesaddresses@nxp.com](mailto:salesaddresses@nxp.com)

Date of release: February 18, 2021

Document identifier: AN13106

