

1 简介

1.1 Dual-USB 介绍

LPC4300系列、LPC54000系列和LPC5500系列包含称为双USB接口的功能。该功能有助于将LPC产品组合与竞争对手区分开来。这些型号中的大多数，如LPC5500系列，都有带片上内置PHY的高速（HS）USB和全速（FS）USB。双USB型号提供高达480Mbit/s的吞吐量，可满足任何MCU应用的高速数据传输要求。

与仅使用 FS USB PHY 的竞争对手不同，双USB型号同时包含FS和HS片上PHY，这可以大大降低设计复杂性。

目录

1	简介	1
1.1	双USB介绍	1
1.2	USB历史，标准，速度定义	2
2	为什么使用高速USB	3
2.1	低延迟的中断传输	3
2.2	较大长度的数据包	3
2.3	USB HID鼠标应用程序示例	4
3	使用SDK开始USB演示	6
3.1	USB堆栈配置	8
3.2	硬件连接	8
3.3	USB设备示例	8
4	硬件设计	10
5	总结	12
6	参考资料	12
7	修订历史	12

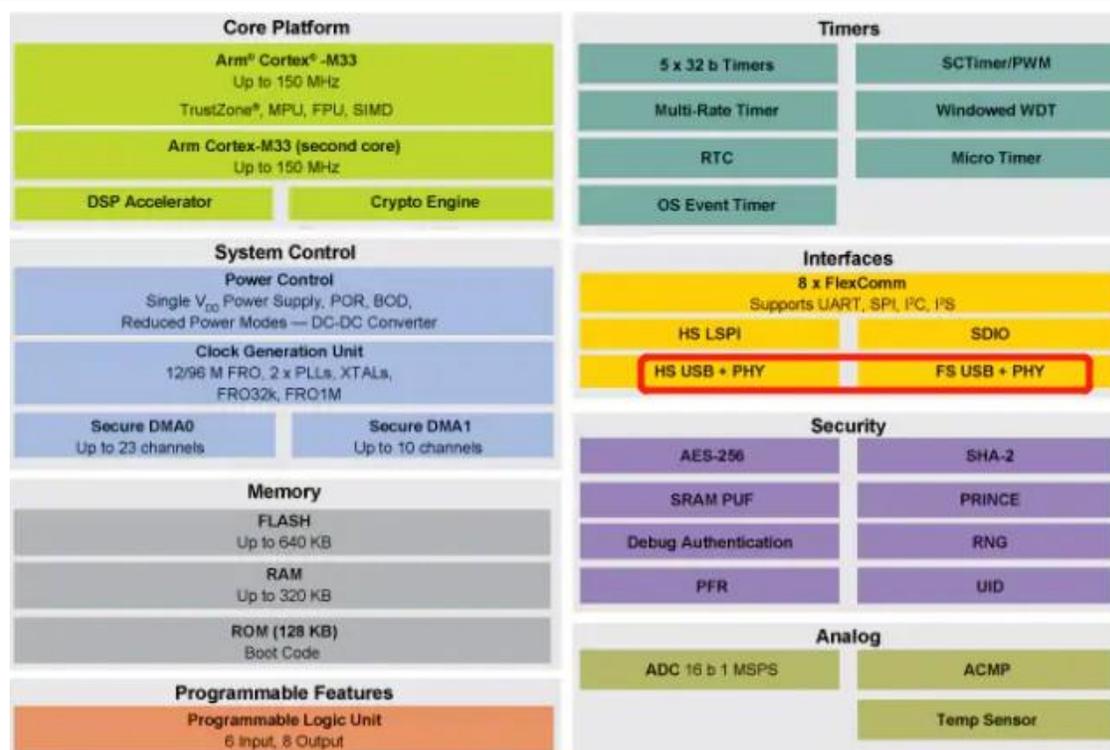
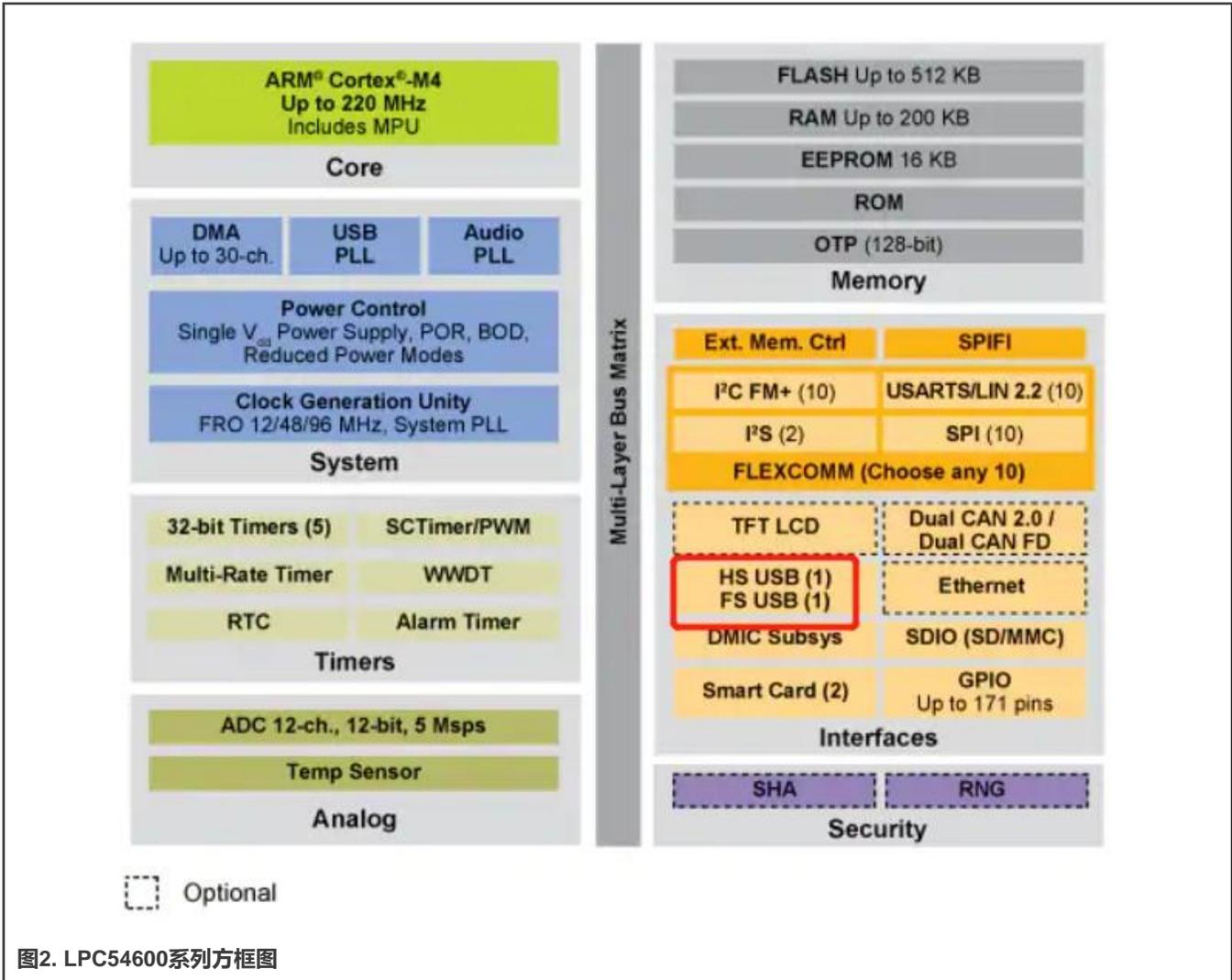


图1. LPC5500系列框图



双USB接口支持许多有趣且有用的应用，如 [LPC5500 MCU 系列](#)。

1.2 USB 历史记录、标准和速度定义

USB实施者论坛（USB-IF）是一家维护USB文档和合规程序的非营利组织，负责监管USB。USB规范经历了多次修订。

1. USB 1.0于1996年1月定稿。原始规格仅包括两种速度的支架：
 - 低速（LS）：支持1.5Mb/s
 - 全速（FS）：支持12Mb/s
2. USB 1.1于1998年开发。在这次修订中，对USB 1.0规范进行了一些澄清和改进。
3. USB 2.0于2000年4月发布，接下来发生了重大变化。在这次修订中，规范中增加了一个新的速度，即高速（HS）。速度高达480Mb/s。此规范版本向后兼容USB 1.1和1.0。
4. USB 3.0于2008年11月发布，并保持了相同的向后兼容性。此版本提供了高达5Gb/s的速度。USB 3.0还提供了一个新的物理连接器。
5. 最近，USB-IF宣布了USB 3.1的计划，届时速度将提高到10Gb/s。

表1. 版本

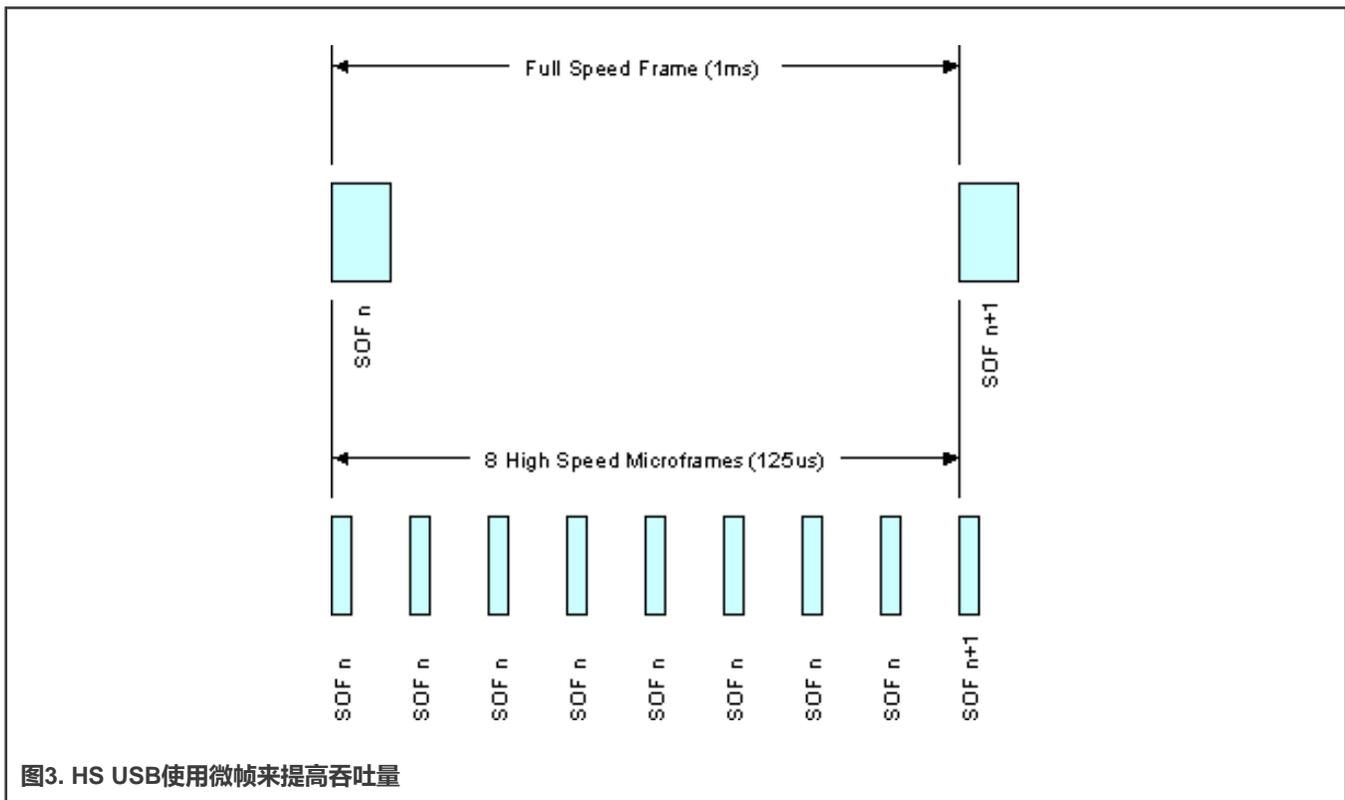
标准	也称作	推出年份	最大数据传输速率	线缆长度
USB1.1	全速USB	1998	12 Mbps	3 m
USB2.0	高速USB	2000	480 Mbps	5 m
USB3.2 Gen1	USB3.0/USB3.1 超速	2008	5 Gbps	3 m
USB3.2 Gen2	USB3.1 超速+	2013	10 Gbps	3 m

2 为什么使用高速USB

HS USB的性能增强取决于USB 2.0标准的新功能。

2.1 低延迟的中断传输

在FS/LS USB中，1毫秒的帧速率用于多种用途，例如调度对总线的访问，并用作中断和同步传输的定时基准。对于HS，引入了更高的帧速率，同时仍保持与现有1 kHz速率的关系。HS使用125us长的微帧（每毫秒8个微帧）。通过在八个连续的微帧中重复每个帧编号，在HS-SOF分组中保持与1ms帧编号的对应。HS可能指定每个微帧最多三次同步或中断传输。FS每帧传输一次，提供192MB/s的最大同步或中断传输速率。



2.2 较大长度的数据包

LS、FS和HS的最大数据包大小见[表 2](#)。

表2. 数据包尺寸

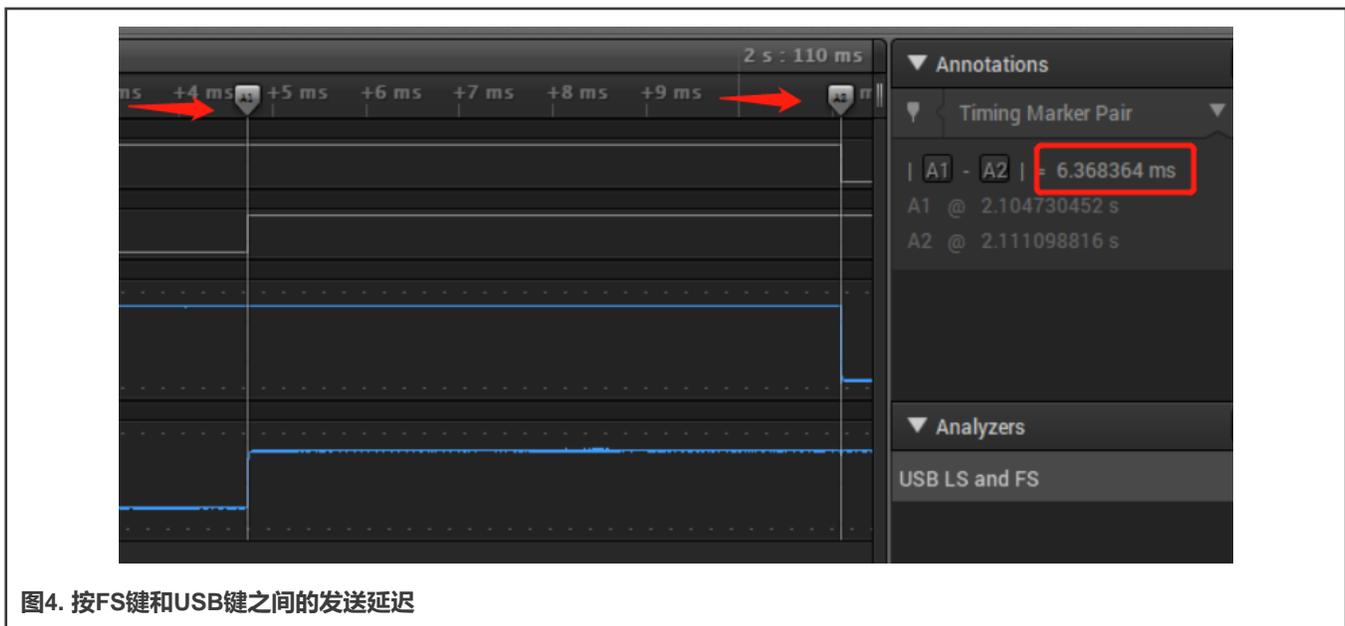
传输类型	最大数据包尺寸		
	LS (低速)	FS (全速)	HS (高速)
Control (控制)	8	8, 16, 32, 64	64
Bulk (大块)	—	8, 16, 32, 64	512
Interrupt (中断)	最大8	最大64	最大1024
Isochronous (同步)	—	最大1023	最大1024

2.3 USB HID 鼠标应用程序示例

大多数市面上的USB鼠标使用125Hz的更新频率，可以满足一般要求。但进入电子竞技游戏鼠标领域时，125Hz的更新速度不够快。

USB鼠标使用USB HID类（中断传输）。图4显示了市场上典型的FS USB鼠标延迟。

A1是按下鼠标按钮的时间，A2是USB向PC发送HID报告的时间。如图4所示，延迟可能高达6毫秒（125Hz报告速率）。在最坏的情况下，延迟可能达到8毫秒。



在对HS USB进行相同测试时，报告速率配置为最大8kHz，延迟为119us。在最坏的情况下，延迟只有125us。

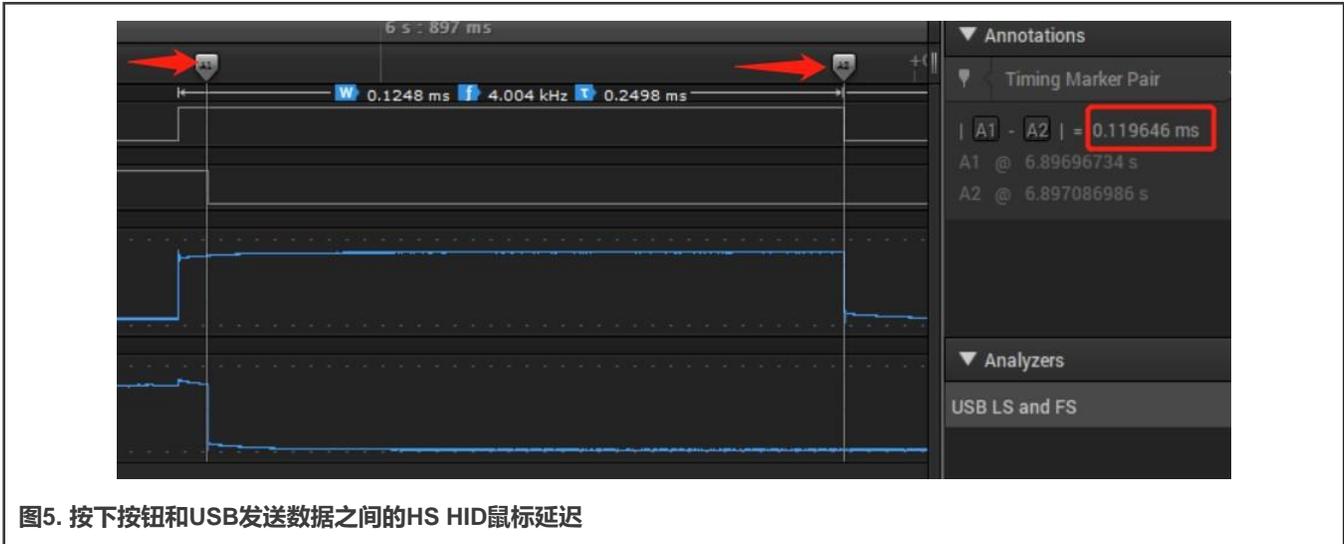


图5. 按下按钮和USB发送数据之间的HS HID鼠标延迟

中断传输间隔也可以从USB数据线信号中看出：

- 在FS USB中：最小中断传输间隔为1毫秒。
- 在HS USB中：中断传输最小间隔可达到41.6us（125/3us，参见[低延迟的中断传输](#)）。在大多数用例中，125us间隔足够快。

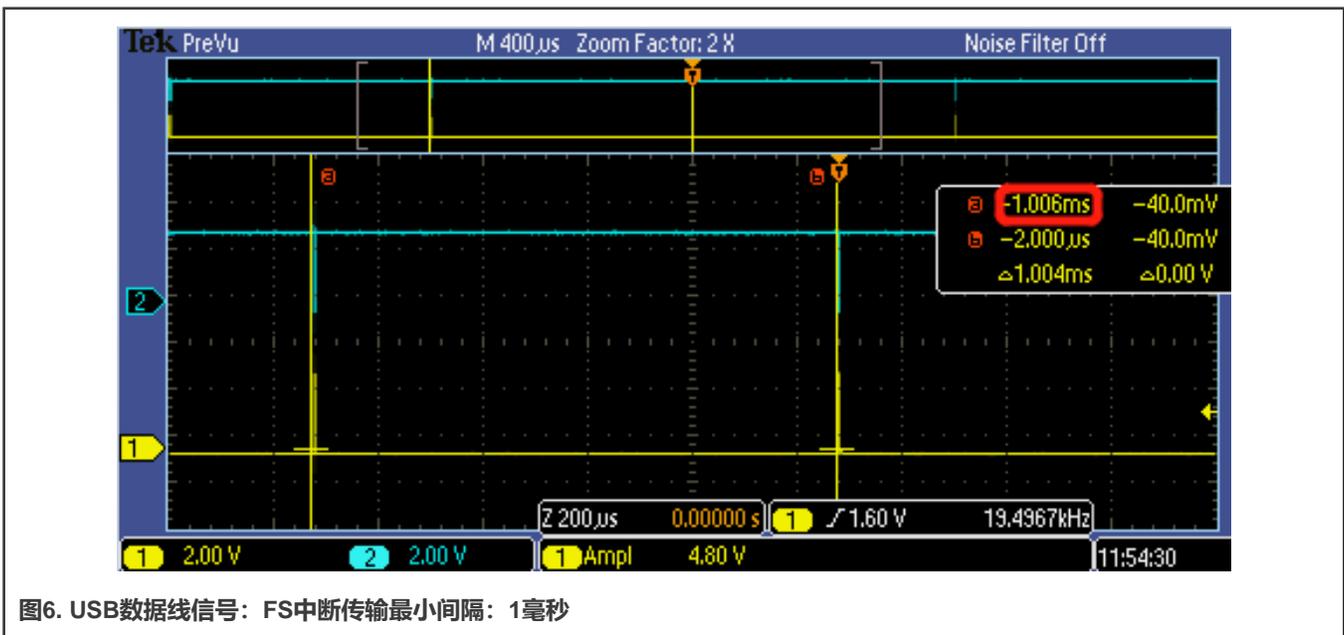
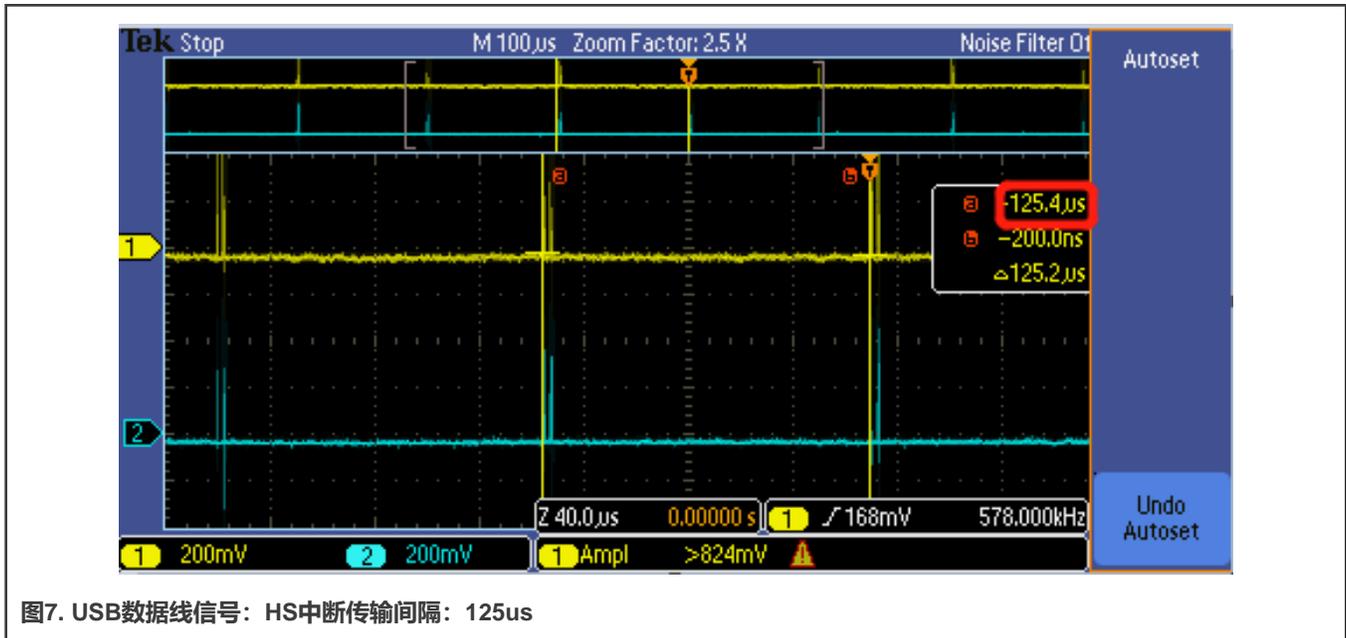


图6. USB数据线信号：FS中断传输最小间隔：1毫秒



3 使用SDK开始USB演示

本节提供了一个实践指南，帮助您开始使用SDK评估USB演示。让我们以LPC55S69为例。LPC55S69 EVB板有四个USB微型连接器：P10、P5、P9、P6。

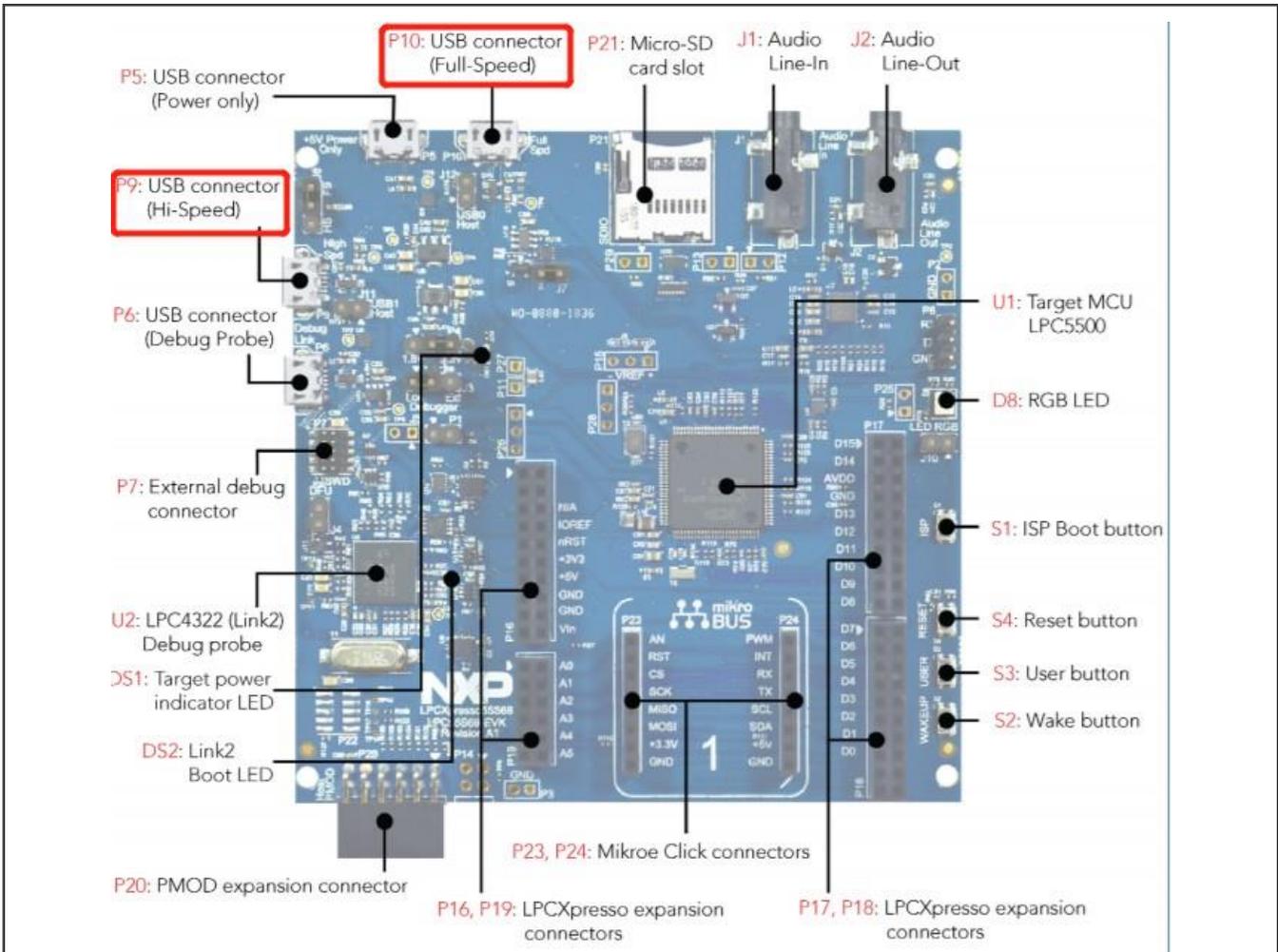


图8. LPC55S69 EVB板

表3. LPC55S69 EVB 板

电路参考	描述
P10	LPC55Sxx USB0 (FS) micro AB端口连接器
P9	LPC55Sxx USB1 (HS) micro AB端口连接器
P6	Link2 Debug Probe 连接器 Micro USB type B 连接，用于板载Link2 Debug Probe 注意 使用外部 Debug Probe 时，不要使用该连接。
P5	外部+5V 电源 Micro USB 连接，给 LPC55Sxx 目标和外设电路供电 (Link2 Debug Probe除外) <ul style="list-style-type: none"> For USB device demo, P5 is not used.对于USB设备示例，不要用P5。 For USB host demo, P5 must be powered.对于USB主机示例，必须给P5供电。

有关该板的更多详细信息，请参阅[LPC55S69-EVK评估板入门](#)。

3.1 USB 堆栈配置

3.1.1 启用/禁用双USB端口

在USB0 (FS) 和USB1 (HS) 之间切换。Change the macro in `usb_device_config.h`.

- 要启用/禁用 USB1, change `USB_DEVICE_CONFIG_LPCIP3511HS` to 1/0。
- 要启用/禁用 USB0, change `USB_DEVICE_CONFIG_LPCIP3511FS` to 1/0。

3.2 硬件连接

- 对于USB0 (FS) 演示, 请将P10连接到PC。
- 对于USB1 (HS) 演示, 请将P9连接到PC。
- 要下载和调试固件, 请将P6连接到PC。
- 如果您有三根USB电缆, 可以将所有三个USB接口连接到PC。
- 建议直接将USB端口连接到PC USB端口, 而不是通过USB集线器。

3.3 USB 设备示例

3.3.1 HID 鼠标示例

演示项目位置:

```
\boards\lpcxpresso55s69\usb_examples\usb_device_hid_mouse
```

HID传输间隔在端点描述符的**bInterval**字段中控制。

对于FS/LS中断端点, 此字段的值可能在1到255之间。

- 修改 `FS_HID_MOUSE_INTERRUPT_IN_INTERVAL` 值, 它在 `usb_device_descriptor.h`. 例如:
将FS HID传输间隔更改为2毫秒。

```
#define FS_HID_MOUSE_INTERRUPT_IN_INTERVAL (0x02U)
```

对于HS中断端点, **bInterval** 值用作 $2^{(bInterval-1)}$ 值的指数。该值必须在1到16之间。

- 修改 `HS_HID_MOUSE_INTERRUPT_IN_INTERVAL` 值, 它在 `usb_device_descriptor.h`.
例如, **bInterval** 为6, 意味着间隔为 $(2^{(6-1)}) = 32 * 125 \text{ us} = 4 \text{ ms}$.

```
#define HS_HID_MOUSE_INTERRUPT_IN_INTERVAL (0x06U) /* 2^(6-1) = 4ms */
```

将高速HID传输间隔更改为4毫秒。

如果**bInterval**值改变, 鼠标移动速度也会改变。此外, 在使用HS端口时, 您可以配置为 **bInterval** 1 达到125us帧间隔。

- 对于FS端口, 最小帧间隔为1毫秒。
- 对于HS端口, 最小帧间隔为125us。

详细信息, 可参见USB游戏鼠标示例。

3.3.2 MSC示例

演示项目位置:

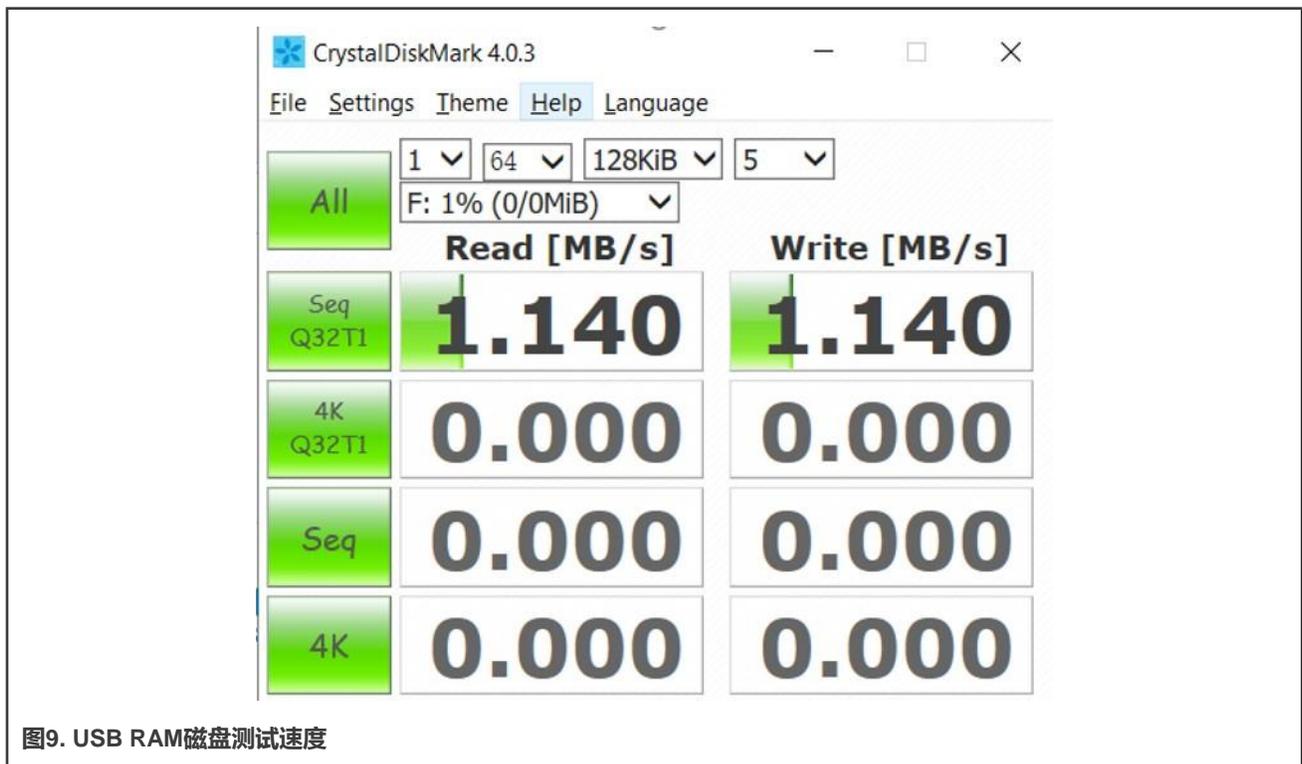
```
\boards\lpcxpresso55s69\usb_examples\usb_device_msc_ramdisk
```

更改宏:

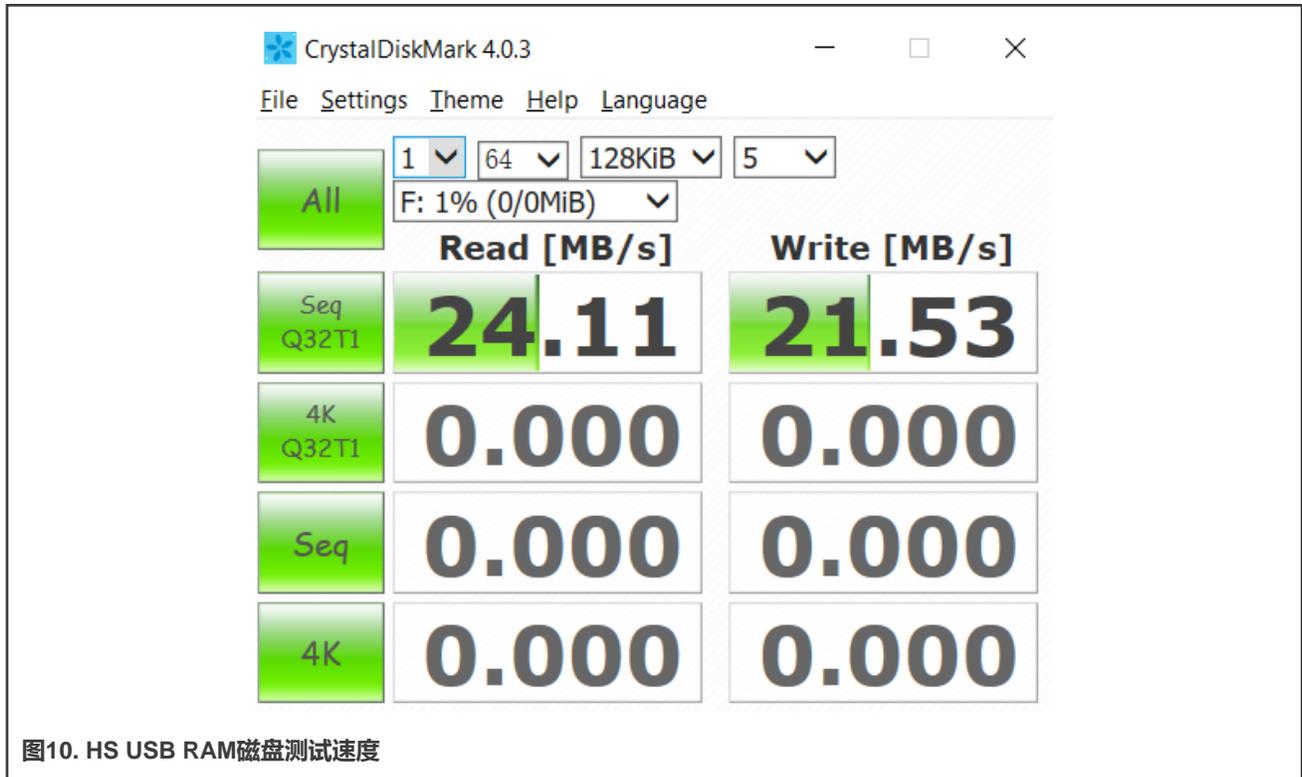
```
#define TOTAL_LOGICAL_ADDRESS_BLOCKS_NORMAL (360U)
```

然后, RAM磁盘大小可以满足 PC MSC 测试软件 CrystalDiskMark 的最低要求。

- FS USB: Buck传输速度可达1.14MB/s。测试结果见图9。



- HS USB: Buck传输速度可达24MB/s。测试结果见图10。



有关详细信息，请参阅 [USB HID 鼠标应用程序示例](#)。

4 硬件设计

FS和HS USB端口都包含片上PHY，使原理图设计更加简单。图11和图12是FS和HS端口的示意图参考。

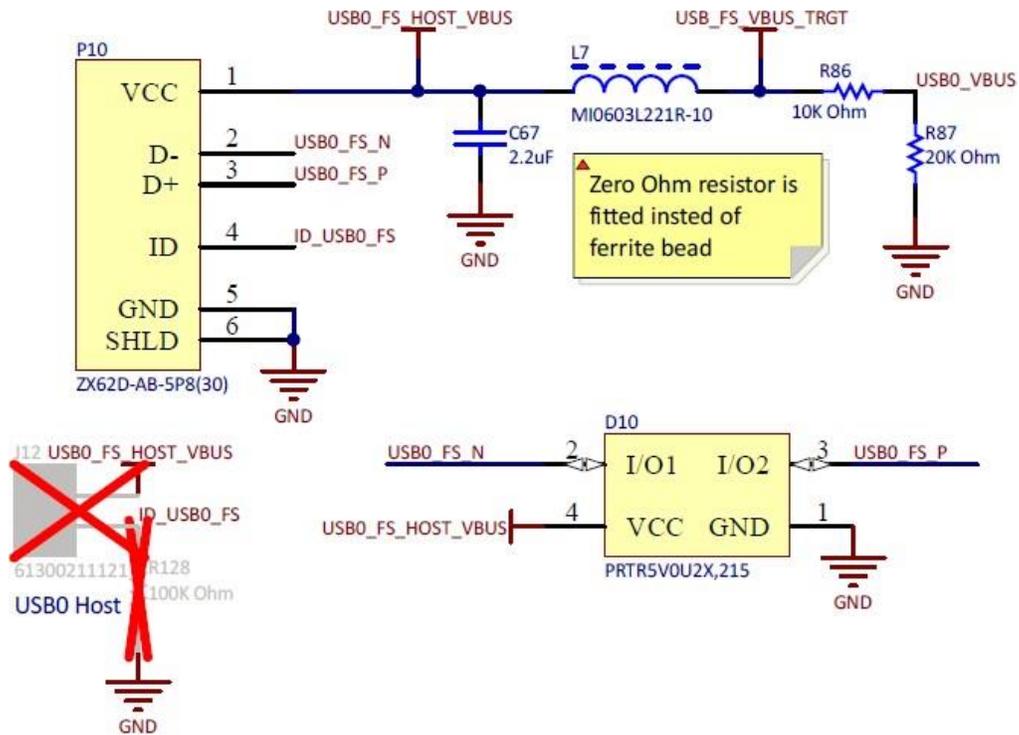


图11. FS USB端口示意图

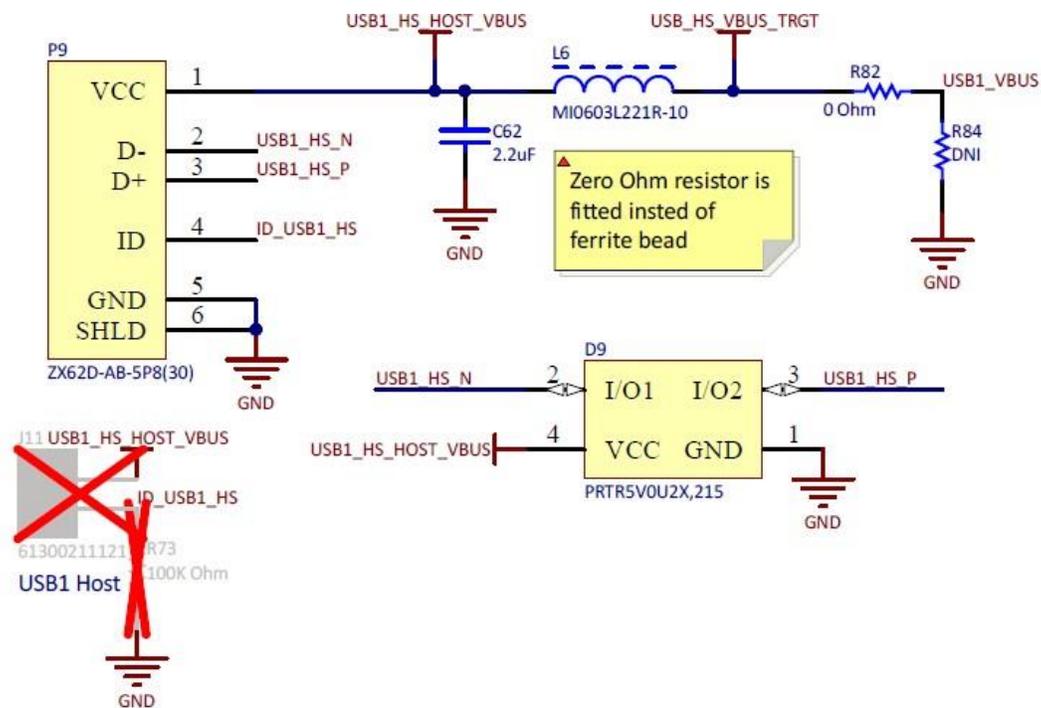


图12. HS USB端口示意图

对于USB时钟源：

- 用于设备操作的FS USB端口。外部晶体是可选的，因为FS USB设备支持无晶体操作。

- 使用FS USB主机、HS USB主机/设备时，必须连接外部晶振。

PCB布局:

- 避免在参照平面中创建槽、空洞和裂缝。
- 在不同参考地平面之间转换时，在距离信号层过渡过孔100 mil的范围内提供接地回路过孔。

提高EMC的性能:

- 建议在VBU、D+、D-和ID上使用TVS阵列进行ESD保护。
- 将共模扼流圈连接至USB信号。
- 为了隔离高频噪声，在电源引脚（VBUS、GND）上使用铁氧体磁珠。

有关硬件设计指南的更多详细信息，请参阅 *LPC55(S)xx 微控制器的硬件设计指南*（文件AN13033）。

5 总结

本应用说明讨论以下主题:

1. LPC54600和LPC5500系列中的双USB功能介绍。
2. HS和FS USB的比较以及使用HS USB的优势。
3. 使用MCUXpresso SDK（LPC5500系列）探索USB功能的实践指南。
4. LPC54000和LPC5500系列的USB硬件设计提示。

6 参考资料

1. [LPC55S69-EVK: LPCXpresso55S69 Development Board](#)
2. [USB Descriptors](#)
3. [Frames and Microframes](#)
4. [LPC5500 MCU Series](#)
5. [USB Document Library](#)
6. *Guidelines for full-speed USB on NXP's LPC microcontrollers* (document [AN11392](#))
7. *Hardware Design Guidelines for LPC55(S)xx Microcontrollers* (document [AN13033](#))

7 修订历史

版本号	日期	描述
0	2021年11月11日	初版发布

How To Reach Us

Home Page:

nxp.com

Web Support:

nxp.com/support

Limited warranty and liability— 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.

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) 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. M, M Mobileye and other Mobileye trademarks or logos appearing herein are trademarks of Mobileye Vision Technologies Ltd. in the United States, the EU and/or other jurisdictions.

© NXP B.V. 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

Date of release: 11 November 2011

Document identifier: AN13449

