

Type-C 自适应 USB3.0 模拟开关芯片 CH9441

手册

版本: 1.11

1、概述

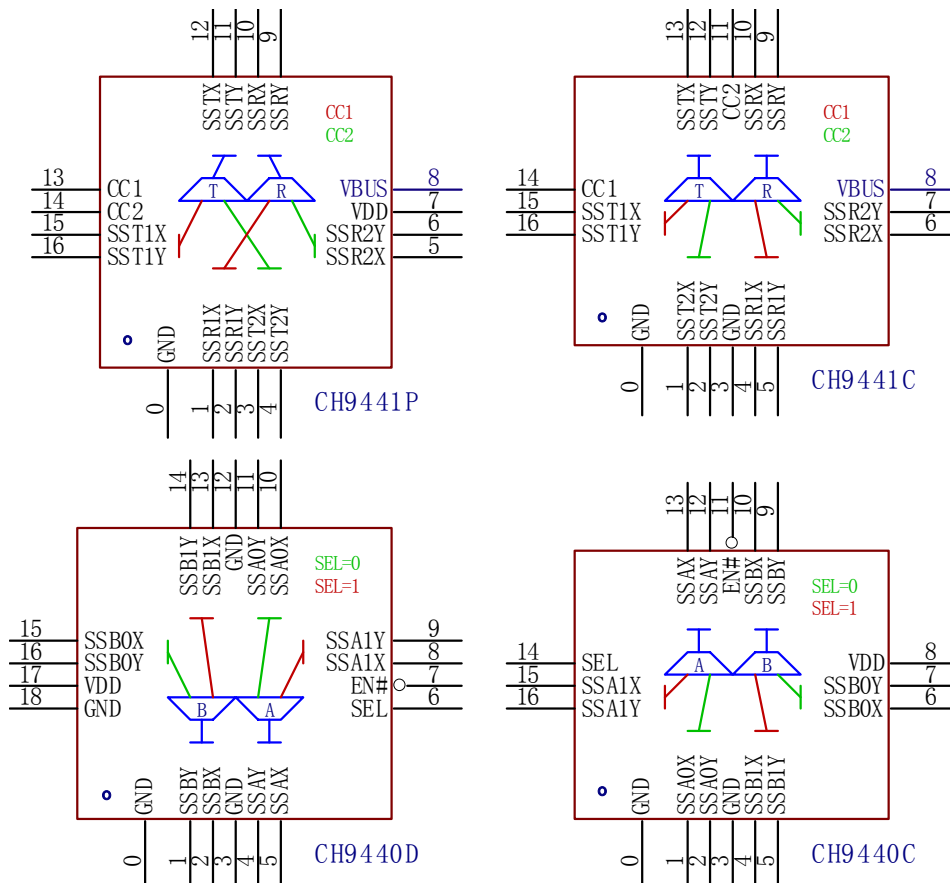
CH9441 是 Type-C 正反插 USB 3.0 通道自适应模拟开关芯片，高带宽，支持 Type-C 的 CC 引脚自动识别，内置 Type-C 高压 LD0，支持额定 3.3V、5V、12V、20V 或 28V 等电源电压，用于 Type-C 任意正反插应用中的 USB 3.0 信号通道自动切换，支持 Type-C 供电端或受电端应用。

CH9440 是 USB 3.0 高速差分信号 QPDT 二选一模拟开关芯片，高带宽，宽电源电压，用于将两对低压超高速差分信号 2:1 MUX，四刀双掷且支持三态关闭，支持 USB 3.0 Super Speed、PCIe Gen1/2、SATA/SAS、Display Port 等双差分对的二选一切换。

2、特点

- 高带宽，支持 6Gbps 差分信号，支持 SS 超速 USB3.2 Gen1 信号。
- 4 个双向二选一模拟开关 QPDT，组成 2 对差分通道。
- CH9441 内置 CC 引脚自动识别模块，支持 Type-C 正反插自适应、USB3.0 自动切换。
- 控制信号独立于电源电压，支持 5V、3.3V、2.5V、1.8V 控制信号，无需电平转换。
- 宽电源电压范围，内置 LD0，支持 Type-C 和 PD 快充高压，电压范围 2.7V~29V。
- CH9440 提供使能引脚，关闭后功耗低。
- 提供 QFN16、QFN16C2 等小体积的封装形式，兼容 RoHS。

3、封装



| 封装形式 | 外形尺寸 | 引脚节距 | | 封装说明 | 订货型号 |
|------------|---------|-------|---------|----------------|---------|
| QFN16 | 3*3mm | 0.5mm | 19.7mil | 四边无引线 16 脚 | CH9441P |
| QFN16C_2x2 | 2*2mm | 0.4mm | 15.7mil | WCH 四边无引线 16 脚 | CH9441C |
| QFN16C_2x2 | 2*2mm | 0.4mm | 15.7mil | WCH 四边无引线 16 脚 | CH9440C |
| QFN18_2x28 | 2*2.8mm | 0.4mm | 15.7mil | WCH 四边无引线 18 脚 | CH9440D |

注：0#引脚是指 QFN 封装的底板。

CH9441C/CH9440C 封装体积较小，印字仅有 9441/9440 及第二行的批号代码。

相比 CH9440C，CH482C 带宽加倍但耐压低，封装相同但引脚不兼容。

4、引脚

4.1. CH9441P 和 CH9441C 引脚

| 引脚号 CH9441P | 引脚号 CH9441C | 引脚名称 | 类型 | 引脚说明 |
|----------------|----------------|-----------------------------|----------|---|
| 7 | - | VDD | 电源 | 工作电源输入和内部电源调节器 LDO 输出。 当 VBUS 小于 3V 时，建议 VDD 也输入外部电源， 当 VBUS 大于 3V 时，VDD 悬空或外接 0.1uF 电容 |
| - | 3 | GND | 电源 | 公共接地，信号参考地 |
| 0 | 0 | GND | 电源 | 公共接地，信号参考地，必须连接 |
| 8 | 8 | VBUS | 电源 | Type-C 电源，内部电源调节器 LDO 输入 |
| 13 | 14 | CC1 | 输入 | Type-C 的 CC1 引脚输入 |
| 14 | 11 | CC2 | 输入 | Type-C 的 CC2 引脚输入 |
| 12、11、 10、9 | 13、12、 10、9 | SSTX、SSTY、 SSRX、SSRY | 模拟 信号 | 正反插自动二选一模拟开关的公共端 |
| 3、4、 5、6 | 1、2、 6、7 | SST2X、SST2Y、 SSR2X、SSR2Y | 模拟 信号 | 模拟开关的 2#端，CC2 有效时自动选中 |
| 15、16、 1、2 | 15、16、 4、5 | SST1X、SST1Y、 SSR1X、SSR1Y | 模拟 信号 | 模拟开关的 1#端，CC1 有效时自动选中 |

4.2. CH9440D 和 CH9440C 引脚

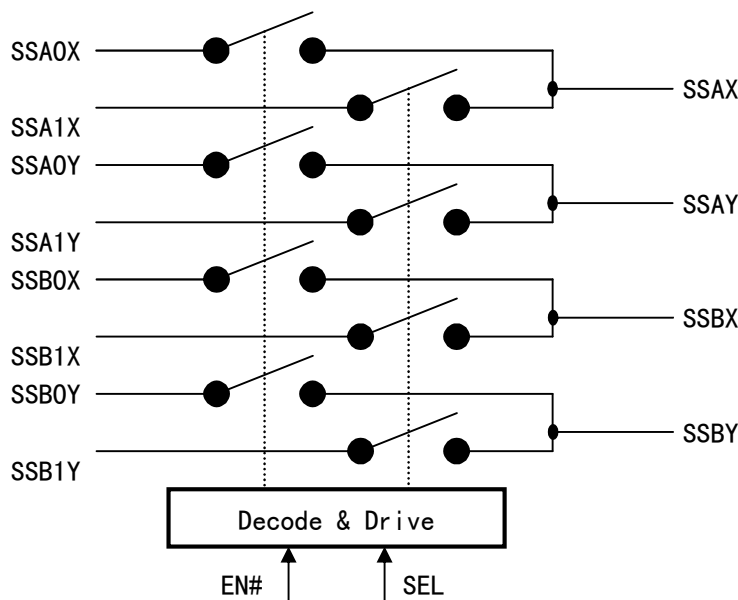
| 引脚号 CH9440D | 引脚号 CH9440C | 引脚名称 | 类型 | 引脚说明 |
|-----------------|----------------|-----------------------------|----------|--------------------------------------|
| 7 | 8 | VDD | 电源 | 工作电源输入，额定 3.3V 或 5V |
| 3、12、 18 | 3 | GND | 电源 | 公共接地，信号参考地 |
| 0 | 0 | GND | 电源 | 公共接地，信号参考地，必须连接 |
| 7 | 11 | EN# | 输入 | 全局使能输入，低电平有效；高电平断开且下电 |
| 6 | 14 | SEL | 输入 | 二选一模拟开关的选择输入： 高电平选择 1#端；低电平选择 0#端 |
| 5、4、 2、1 | 13、12、 10、9 | SSAX、SSAY、 SSBX、SSBY | 模拟 信号 | 二选一模拟开关的公共端 |
| 10、11、 15、16 | 1、2、 6、7 | SSA0X、SSA0Y、 SSB0X、SSB0Y | 模拟 信号 | 模拟开关的 0#端，SEL 引脚输入低电平选中 |
| 8、9、 13、14 | 15、16、 4、5 | SSA1X、SSA1Y、 SSB1X、SSB1Y | 模拟 信号 | 模拟开关的 1#端，SEL 引脚输入高电平选中 |

5、功能说明

5.1. CH9440C 和 CH9440D

CH9440 是 QPDT 宽带超速双向模拟开关芯片，包含 2 个差分通道 2:1 MUX 模拟开关（共 4 通道二选一），可以用于不超过 2.2V 电压及 6Gbps 的差分信号的二选一切换，支持 USB 3.2 Gen1。

SSAX 和 SSAY 构成超速差分通道 SSA；SSBX 和 SSBY 构成超速差分通道 SSB。差分信号 X 和 Y 可以根据 PCB 设计优化的需要设定为+/-（p/n）或反之；通道 SSA 和 SSB 可以根据 PCB 设计优化的需要设定为 TX/RX 或反之。



CH9440 由 EN#引脚控制实现统一使能，由 SEL 引脚选择进行统一切换。下表是其控制表。

| EN# | SEL | SSAX | SSAY | SSBX | SSBY |
|-----|-----|----------|----------|----------|----------|
| L | L | 选择 SSA0X | 选择 SSA0Y | 选择 SSB0X | 选择 SSB0Y |
| L | H | 选择 SSA1X | 选择 SSA1Y | 选择 SSB1X | 选择 SSB1Y |
| H | X | 全部断开 | 全部断开 | 全部断开 | 全部断开 |

EN#和 SEL 引脚内部分别带有微弱的下拉电流，用于在没有控制信号时默认连接 0#端口。

EN#输入高电平时，模拟开关关闭，并且 CH9440 进入下电状态，功耗降低。

EN#和 SEL 信号电压独立于电源电压，可以直连 MCU 或 FPGA 的 I/O 引脚，支持 5V、3.3V、2.5V、1.8V 等多种电压的控制信号，无需额外的电平转换电路。

5.2. CH9441C 和 CH9441P

CH9441 是 C 口正反插 USB 3.0 通道自适应模拟开关芯片，支持 USB 3.2 Gen1 超高速差分信号，支持 USB 主机或 USB 设备，支持 Type-C 主从，支持 PD 供电端 Source 或 PD 受电端 Sink 应用，支持 UFP 或 DFP 应用，提供两个 CC 引脚，支持 C 口正反面自动识别并自动切换到对应的 USB3.0 信号通道，可以用于普通 USB3.0 扩展为 Type-C、A 口转 C 母口、C 公口转 C 母口等应用。

CH9441 内置 Type-C 高压 LDO，支持额定 3.3V、5V、9V、12V、15V、20V 或 28V 等电源电压，支持 Type-C 或 PD 快充高压直接供电。CH9441 的 LDO 仅用于内部供电，可以为上拉电阻供电。

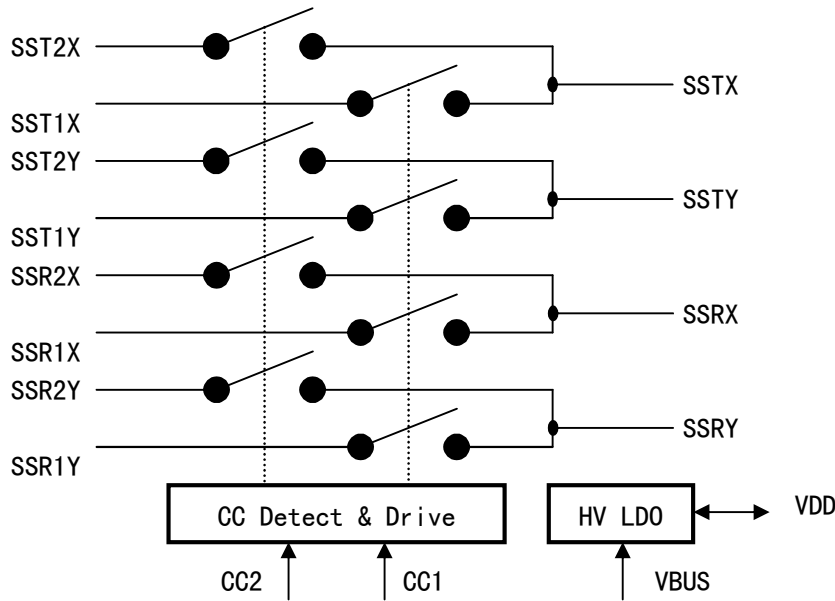
CH9441 相当于 CH9440 加 CC 引脚正反面自动识别模块和高压 LDO 降压器，单芯片，小体积。

对于受电端 Sink 应用，CC1 和 CC2 引脚可以分别外接 5.1K 下拉电阻，可定制电阻全内置。

对于供电端 Source 应用，CC1 和 CC2 引脚可以分别外接上拉电阻到 VDD 或者其它 3.3V 或 5V 电源，可以参考相关规范根据供电能力选择，默认供电能力可用 36K 上拉电阻到 3.3V。

SSTX 和 SSTY 构成 USB3.0 发送差分通道 SST，可以根据 PCB 设计优化的需要改用于接收；SSRX 和 SSRY 构成 USB3.0 接收差分通道 SSR，可以根据 PCB 设计优化的需要改用于发送。差分信号 X 和 Y

可以根据 PCB 设计优化的需要设定为+/- (p/n) 或反之。



CH9441 实时检测 CC1 和 CC2 引脚连接状态和电压，根据 Type-C 规范自动切换 USB 3.0 模拟开关选择相应的信号通道。下表是其控制表。

| CC1 | CC2 | SSTX | SSTY | SSRX | SSRY |
|----------|-----|----------|----------|----------|----------|
| - | Act | 选择 SST2X | 选择 SST2Y | 选择 SSR2X | 选择 SSR2Y |
| Act | - | 选择 SST1X | 选择 SST1Y | 选择 SSR1X | 选择 SSR1Y |
| 其它组合: 无效 | | 保持或随机 | 保持或随机 | 保持或随机 | 保持或随机 |

6、参数

6.1. 绝对最大值 (临界或者超过绝对最大值将可能导致芯片工作不正常甚至损坏)

| 名称 | 参数说明 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|---------------------------------|----------------------|------|------|
| T _A | 工作时的环境温度 | -40 | 85 | °C |
| T _S | 储存时的环境温度 | -55 | 150 | °C |
| V _{BUS} | Type-C 输入 VBUS 电源电压 (相对 GND) | -0.5 | 31.0 | V |
| V _{DD} | VDD 工作电源电压 (相对 GND) | -0.5 | 6.0 | V |
| V _{SW} | 模拟开关引脚 SS*上的电压 (相对 GND) | -0.5 | 3.6 | V |
| V _{CI} | EN#/SEL/CC1/CC2 引脚上的电压 (相对 GND) | -0.5 | 6.0 | V |
| I _{SW} | 模拟开关的连续通过电流 | -10 | 10 | mA |
| I _{GND} | VDD/GND 引脚的连续通过电流 | -50 | 50 | mA |
| V _{ESD} | HBM 人体模型 ESD 耐压 | 模拟开关引脚 SS*引脚 | 2 | KV |
| | | EN#/SEL/CC1/CC2 引脚 | 4 | KV |
| θ _{JA} | 封装热阻 | QFN16C_2x2 | 150 | °C/W |
| | | QFN16_3x3、QFN18_2x28 | 90 | °C/W |

6.2. 电气参数 (测试条件: TA=25°C, VDD=3.3V, 模拟信号为超高速 USB 信号)

| 名称 | 参数说明 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|--------------------|------|-----|-----|------|----|
| V _{BUS} | VBUS 电源电压、LDO 输入电压 | | 3 | 5 | 29.5 | V |

| | | | | | | |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------|------|-------|------|----|
| V _{DD} | VDD 电源电压 | LDO 输出电压 (禁止外部负载) | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V |
| | | 外部输入电源电压 | 2.7 | 3.3 | 5.5 | V |
| I _{DDCC} | CH9441 电源电流 | | | 80 | 2000 | μA |
| I _{DDEN} | CH9440 工作态电源电流 | EN#=GND, SEL=L/H | | 75 | 2000 | μA |
| I _{DDPD} | CH9440 下电态电源电流 | EN#=VDD, SEL=L/H | | 25 | 40 | μA |
| V _{ICC} | CC 引脚有效电压范围 | VDD=3.3V | | 0~2.5 | | V |
| R _{CCPD} | Type-C 受电端 CC 引脚建议的下拉电阻 | | 4.7 | 5.1 | 5.6 | KΩ |
| R _{CCPU} | Type-C 供电端 CC 引脚 建议的 3.3V 上拉电阻 | 3A 供电能力 | 4.5 | 4.7 | 5.0 | KΩ |
| | | 默认供电能力 | 33 | 36 | 39 | KΩ |
| V _{IL} | EN#/SEL 引脚 低电平输入电压 | VDD=3.3V | 0 | | 0.65 | V |
| | | VDD=5V | 0 | | 0.8 | V |
| V _{IH} | EN#/SEL 引脚 高电平输入电压 | VDD=3.3V | 1.2 | | 5 | V |
| | | VDD=5V | 1.4 | | 5 | V |
| I _{PD} | EN#/SEL 引脚的微弱下拉电流 | | | 0.6 | 1 | μA |
| I _{LEAK} | EN#/SEL 引脚的输入泄漏电流 | | | 0.6 | 3 | μA |
| V _{SWUSB} | 推荐的模拟信号的电压范围 | | 0 | | 1.5 | V |
| V _{SWX} | 允许通过的模拟信号的电压范围 | | -0.2 | | 3.3 | V |
| R _{ONU} | 模拟开关导通电阻 | 模拟信号电压 =0V~0.5V | | 7 | 10 | Ω |
| ΔR _{ONU} | 开关导通电阻匹配性 | | | 0.2 | 0.8 | Ω |
| R _{FONU} | 开关导通电阻平坦性 | | | 0.4 | 2.5 | Ω |

6.3. 时序参数 (测试条件: TA=25℃, VDD=3.3V, R_L=50Ω, 模拟信号为超高速 USB 信号)

| 名称 | 参数说明 | 测试条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|----------------------|----------|-----|------|-----|------|
| C _{IN} | EN#/SEL/CC1/CC2 引脚电容 | F=1MHz | | 2 | | pF |
| C _{OFF} | 开关关闭时模拟信号引脚电容 | F=1MHz | | 0.4 | | pF |
| C _{ON} | 开关导通时模拟信号引脚电容 | F=1MHz | | 0.5 | | pF |
| T _{VBUSR} | VBUS 高压电源上升速率 | | 0.1 | | | μS/V |
| T _{SW} | 模拟开关切换延时 | | | 0.5 | 2 | μS |
| T _{ON} | 模拟开关开启延时 | | | 20 | 100 | μS |
| T _{OFF} | 模拟开关关闭延时 | | | 0.05 | 0.2 | μS |
| BW | 模拟开关-3dB 带宽 | | | 5 | | GHz |
| D _{ILS} | 差分插入损耗 | F=10MHz | | -0.6 | | dB |
| D _{OIS} | 差分关断隔离度 | F=2.5GHz | | -30 | | dB |
| D _{RLS} | 差分回损 | F=2.5GHz | | -21 | | dB |
| NECS | 差分近端串扰 | F=2.5GHz | | -28 | | dB |

7、应用

7.1. Type-C 双面 USB 自动切换: 受电端

CH9441 支持 Type-C 母口正反面自动识别和 USB 3.0 信号通道自动切换。P1 为 USB Type-C Receptacle, 经过 CH9441 自动切换处理后, 连接 P2 或者 U2, P2 为 USB-B 口或 A 口, U2 为 USB 3.0 接口芯片、SoC 或 MCU, 可以是 USB Device 或者 USB HUB, 也可以是 USB Host。

CH9441 的 VBUS 支持高压供电, 支持 Type-C、USB PD 高功率电源传输或快充, 外围精简。

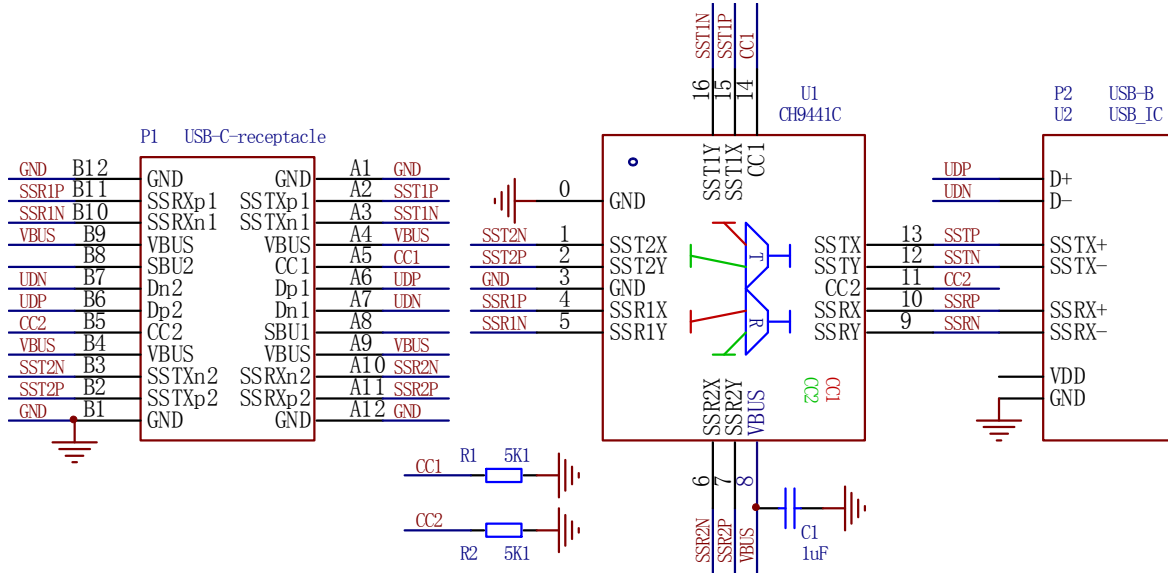
模拟开关支持有限的信号电压范围, 如有 AC 交流耦合电容, 建议放置于对外连接器一侧。

在受电端应用中, R1 和 R2 为 5.1KΩ 下拉电阻, 适配 Type-C/PD 受电应用, U1 可以连接 U2 的上行口, U2 可以是 USB device、HUB 或者接口芯片, CH9441 将只支持 A 口、B 口或 C 公口的 U2 转换为

更通用的 C 母口。

CH9441 还可以定制电阻 R1 和 R2 全内置，外围更精简，体积更小。另外，CC1 和 CC2 可以连接 PD 芯片，R1 和 R2 可以由 PD 受电芯片的内置电阻代替。

PCB 对信号质量、传输距离、兼容性等影响较大，建议参考成熟设计。USB3.0 信号线尽量短，避免过孔，必须重点关注高频信号的布线（阻抗匹配、差分对匹配、通道间匹配、串扰与隔离、线宽、线距、地平面、EMI 等），根据 PCB 布线便利性调整优化引脚或连接，例如+/-交换等。



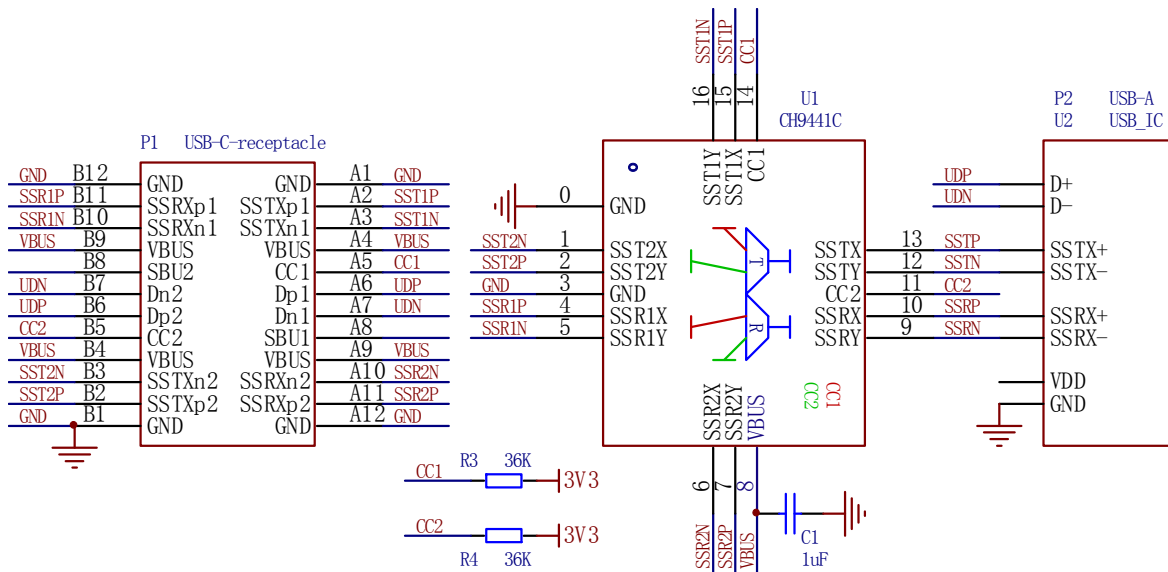
7.2. Type-C 双面 USB 自动切换：供电端

在供电端应用中，R3 和 R4 为根据供电能力按规范选择的上拉电阻，适配 Type-C/PD 供电应用，U1 可以连接 U2 的下行口，U2 可以是 USB host 或者 SoC/AP 主机芯片，CH9441 将只支持 A 口的 U2 转换为 C 口。

R3 和 R4 通常由 U2 的系统电源供电。由 3.3V 供电的上拉电阻 36KΩ、12KΩ、4.7KΩ 分别指示默认供电能力、1.5A 供电能力、3A 供电能力；如改用 5V 电源连接上拉电阻，则阻值依次是 56K、22K、10K。该图尚未包含 VBUS 供电开关。

CH9441 还可以定制电阻 R3 和 R4 全内置。另外，CC1 和 CC2 可以连接 PD 芯片，R3 和 R4 可以由 PD 供电芯片的内置电阻或者上拉电流代替。

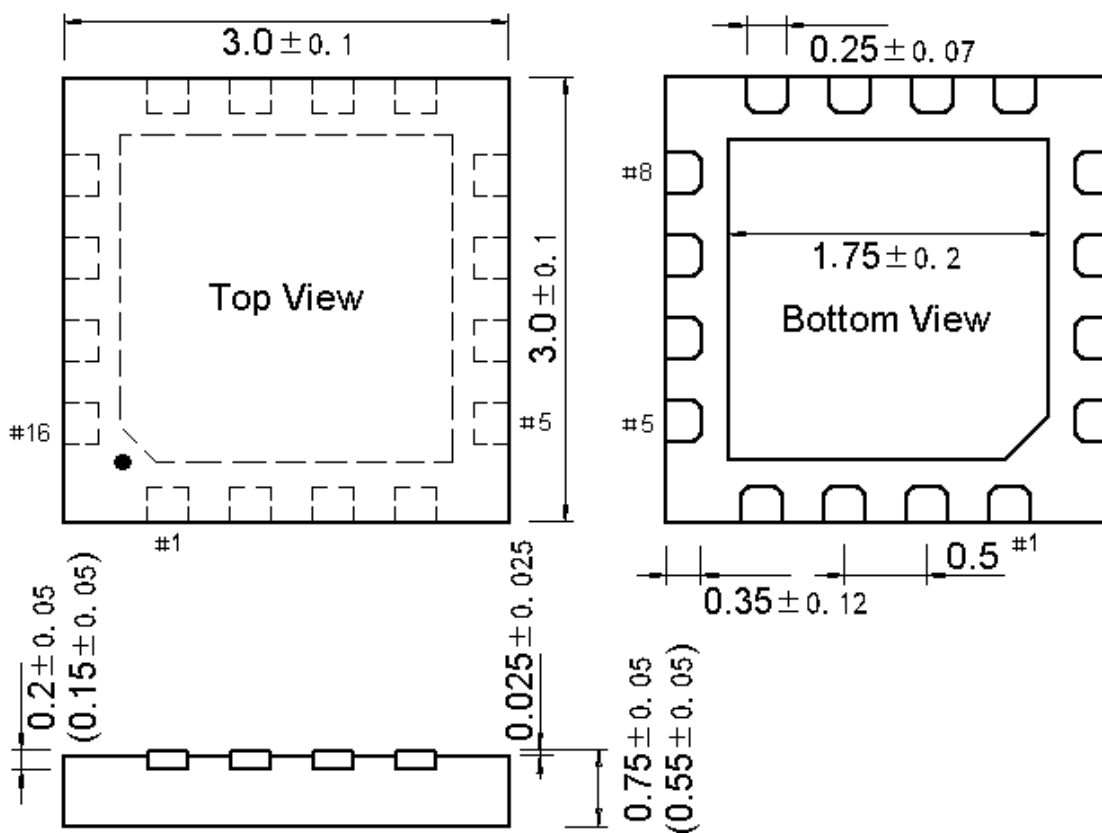
去掉 U2 并将 R3 和 R4 改由 CH9441P 的 VDD 供电，则为 A 口转 C 母口应用，P2 连接 PC 的 A 口。



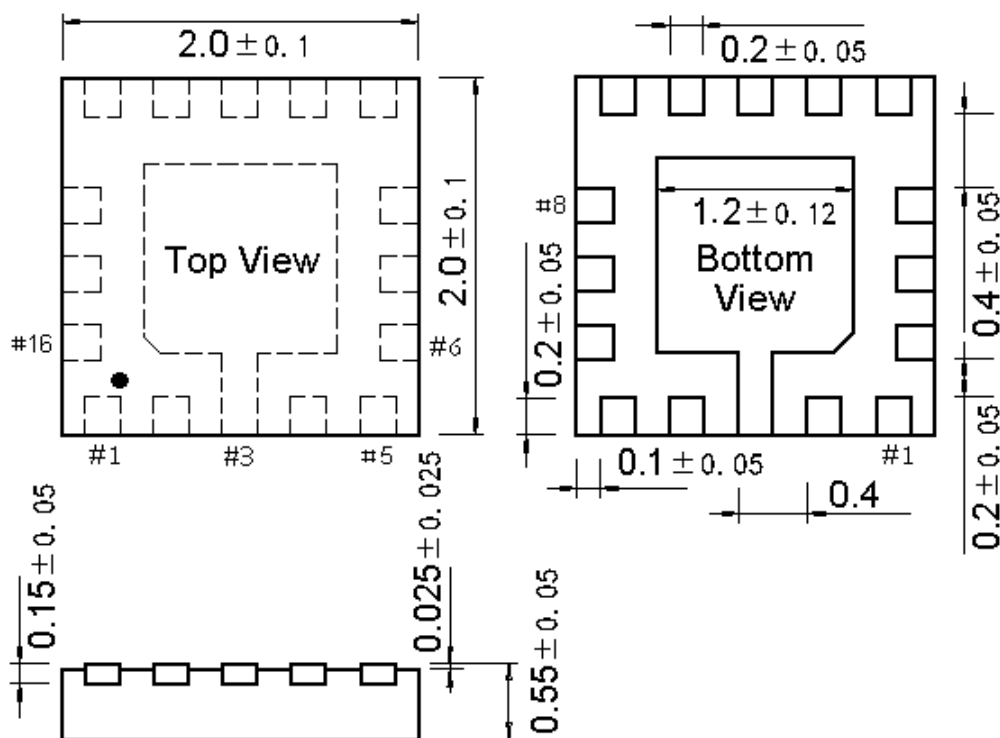
8、封装信息

说明：尺寸标注的单位是 mm（毫米），引脚中心间距是标称值，除此之外的尺寸误差不大于 ±0.2mm。

8.1. QFN16_3x3x0.75-0.4



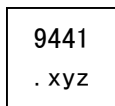
8.2. QFN16C_2x2x0.55-0.4



CH9441C 印字为

| |
|-------|
| 9441 |
| . xyz |

 , 其中 xyz 为批号代码, “.” 对应 pin 1#。



8.3. QFN18_2x2.8x0.55-0.4

