

LED照明方案体验研讨会

瑞萨电子（中国）有限公司 上海分公司
MCU产品中心

2010 Apr. 8

日程

■ 高亮度**LED**照明的方案设计要领

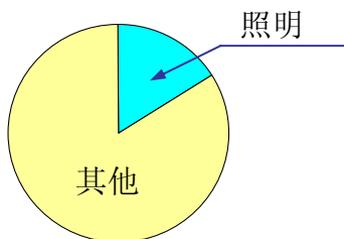
- 照明市场简介
- 恒流控制基本原理
- 照明领域常用通信协议
- 面向照明应用的**ASSP 78K0/Ix2**及相应参考方案

■ 瑞萨电子**LED**照明方案演示与体验

■ **LED**驱动芯片、**MOSFET**、二极管介绍

LED照明市场简介

发展LED照明是大势所趋



Electric consumption in family&Office

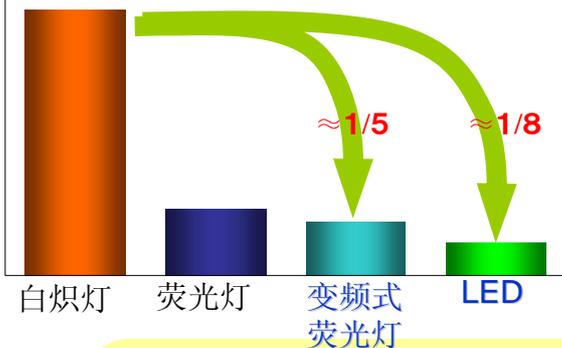
在家庭和办公楼宇的耗电量中，照明的耗电量占据相当大的部份。



耗费能源导致温室效应等全球性问题

全球范围内『绿色节能照明系统』需求激增。

中国两会热议低碳经济，『绿色照明工程』、『半导体照明工程』相继出台。



Lighting source

白炽灯



LED照明

照明系统

考虑通过通信、传感器等控制照明系统有效工作。

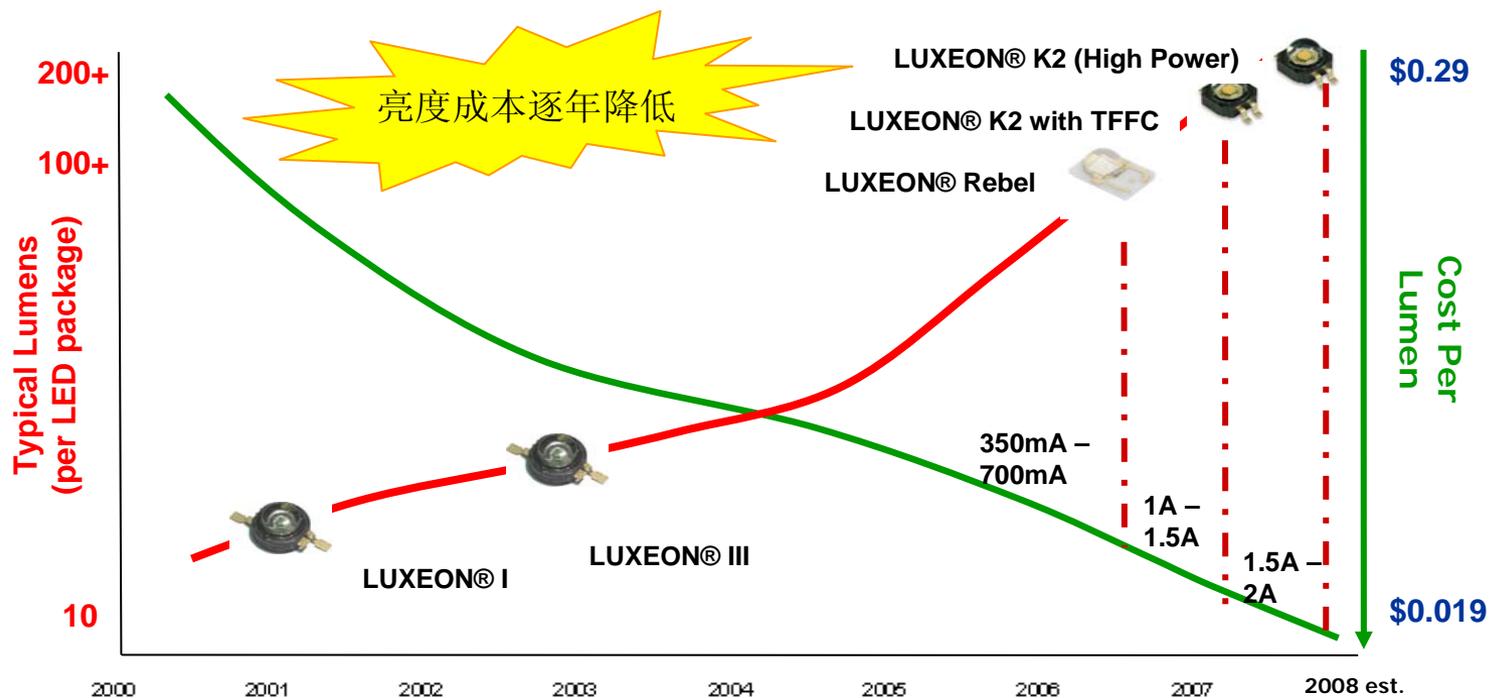
瑞萨电子

为实现『绿色节能照明系统』献计献策！



LED的光效与亮度成本

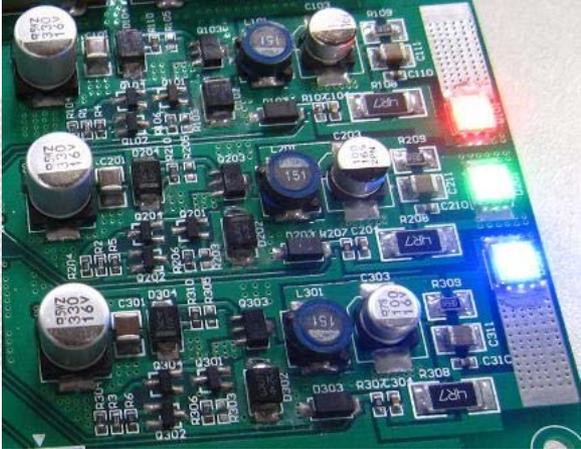
	光效	寿命	成本
白炽灯	20lm/W	2000小时	极低
节能灯	50lm/W	2000小时	低
HID	90lm/W	3000小时	中
LED	100lm/W	50000小时	高



HB-LED市场细分



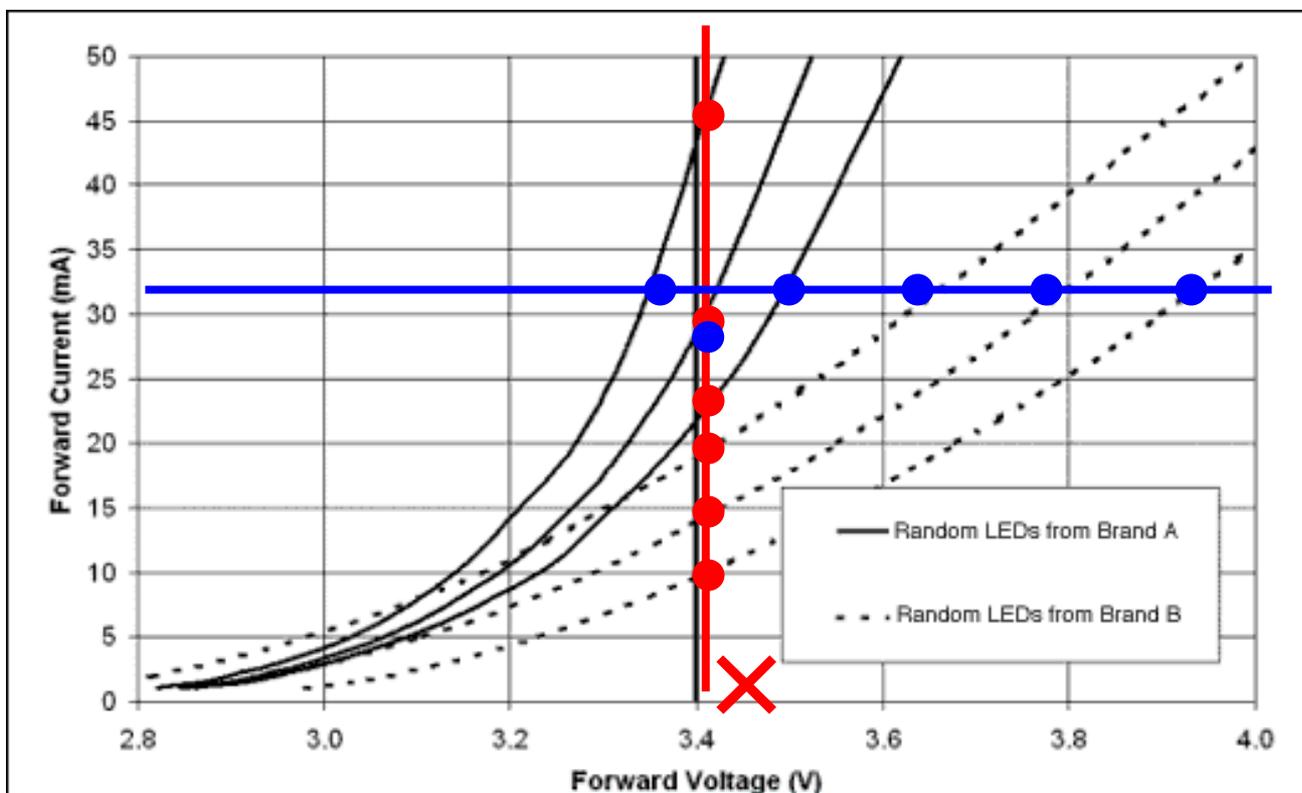
恒流控制基本原理



LED需要恒流控制

■ LED必须进行恒流控制

- LED的亮度由电流决定。
- 如果是定电压控制的话，**会超过最大承受电流，造成损坏，亮度降低，寿命缩短。**（参考下图）

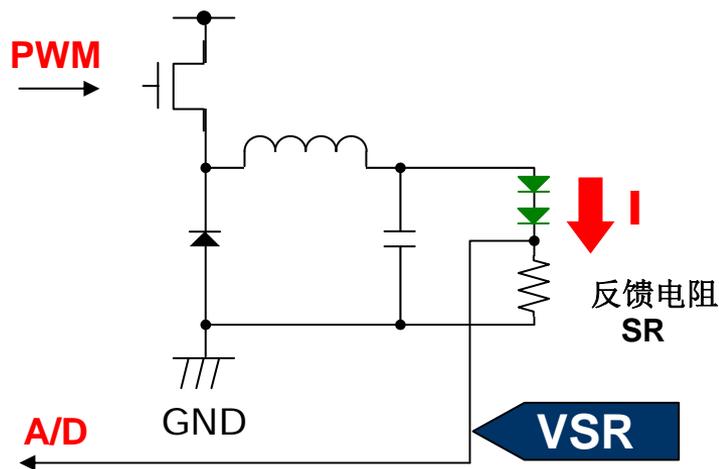


因此必须使用恒流控制

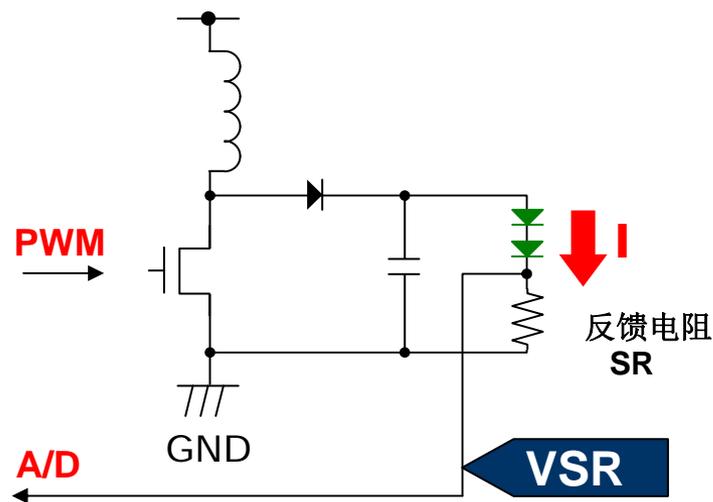
LED的恒流控制实现电路

主要有2种（主要取决于DC电源电压和LED个数）

降压型DC/DC变换电路
(Buck Converter)



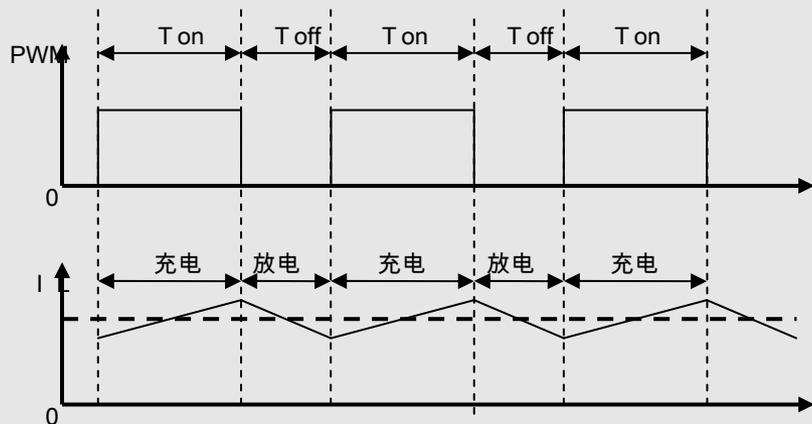
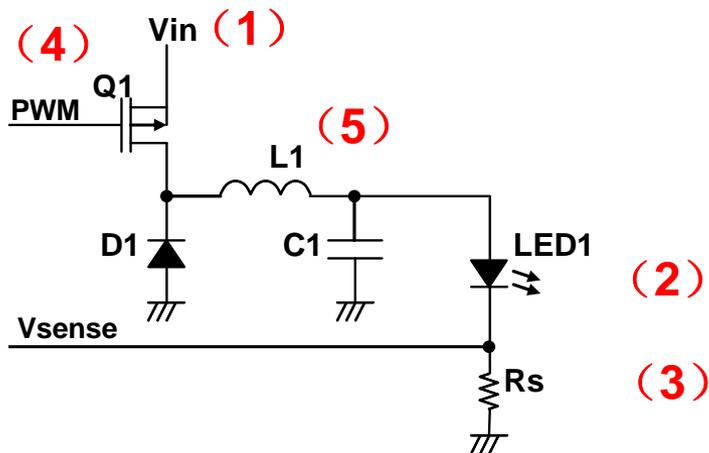
升压型DC/DC变换电路
(Boost Converter)



- ① 用A/D监控感应电阻的电压，保持恒定
- ② 通过欧姆定律的「 $I = V / R$ 」，保持恒定电压V，电流I也能保持恒定。

单片机的工作是对反馈电阻进行恒压控制
(对于LED来说就是恒流控制)

降压式恒流控制电路参数选择



计算

电感L1上的电压

$$V_{on} = V_{in} - R_{on} * I_{LED} - N * V_{F_LED} - R_s * I_{LED}$$

$$V_{off} = N * V_{F_LED} + R_s * I_{LED} + V_{F_SBD}$$

Q1的开关频率

$$D = V_{off} / (V_{on} + V_{off})$$

允许的电流纹波

$$\Delta I = V_{on} / L * DT = V_{on} / L * 1 / f_{sw} * D$$

计算得到电感L合适的参数为

$$L = V_{on} / (\Delta I * f_{sw}) * D$$

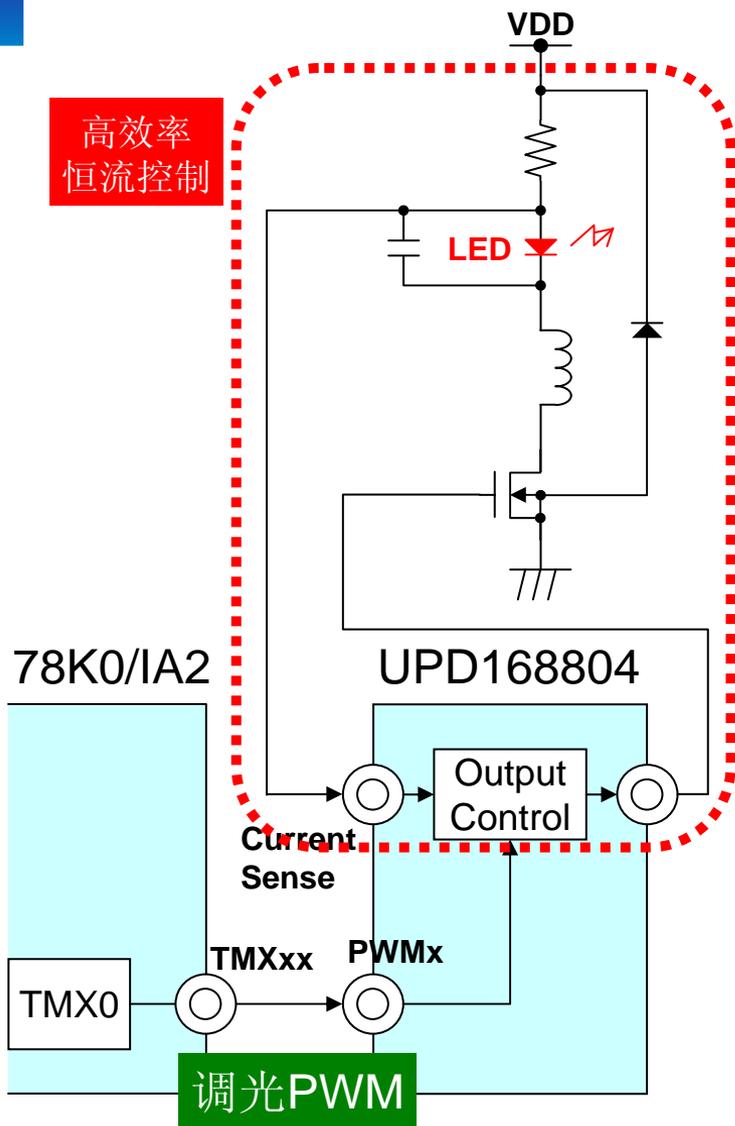


PWM频率越高，电感越小
反馈速度越快，电流越稳定
反馈电阻越小，整体效率越高

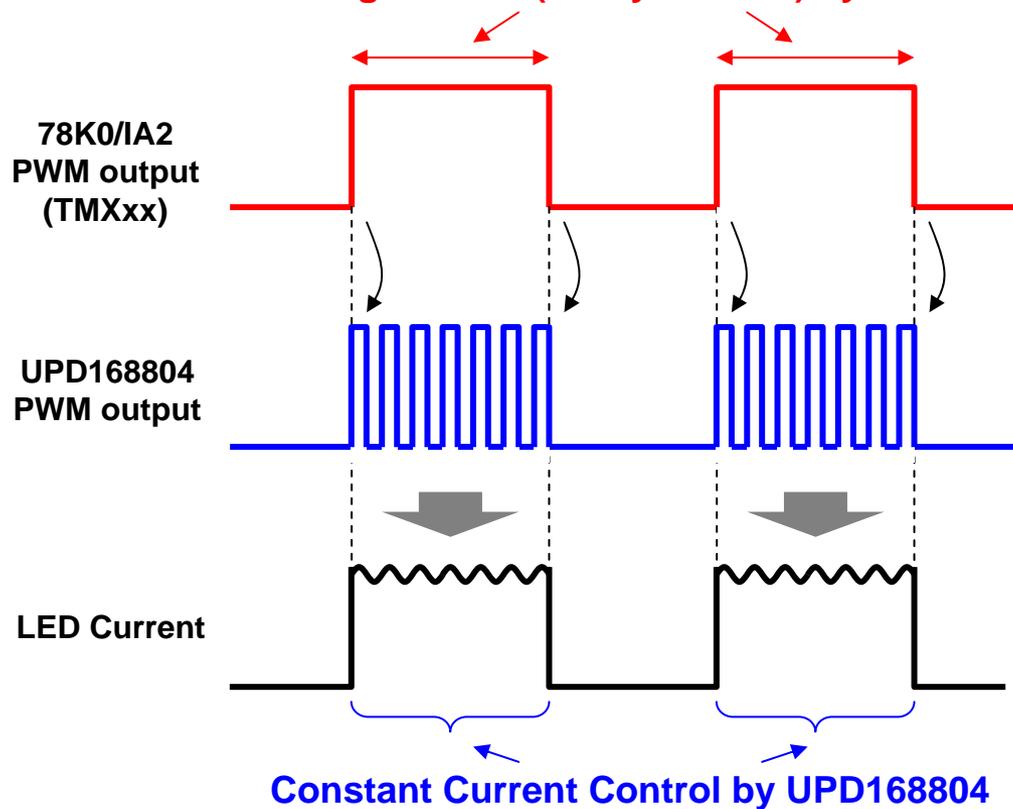
更多信息请参阅瑞萨电子提供LED照明方案应用笔记。

http://www2.renesas.com/maps_download/pdf/U19666EJ1V0AN00.pdf

高效率高精度LED控制(16位PWM调光控制)



Dimming Control (=Duty Control) by 78K0/Ix2



- uPD168804为高效率的4通道LED恒流控制
- 通过78K0/IA2进行4通道16位调光控制。

通过78K0/x2微控制器进行LED的恒流控制

可通过下面的方式进行恒流控制

■ 恒流控制 1 ■ 通过比较器反馈

LED电流经过感应电阻变化再通过比较器监控。

电流比目标大的时候：降低PWM占空比

电流比目标小的时候：增大PWM占空比

※ 对应目标电流的PWM占空比，根据实验值设定高占空比/低占空比表。

高占空比： 电流较小时设定的占空比（增大电流）

低占空比： 电流较小时设定的占空比（减小电流）

因此，恒流控制时的纹波电流稍大。

■ 恒流控制 2 ■ 通过A/D转换器反馈

LED电流经过感应电阻变化再通过A/D转换器监控。

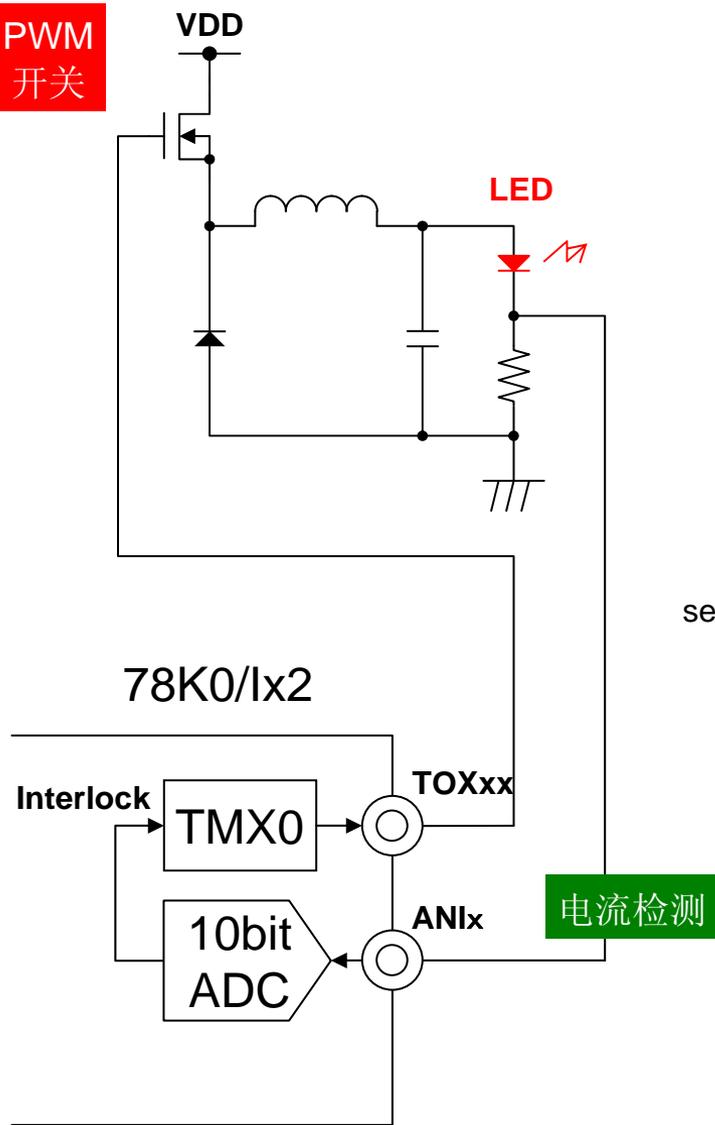
电流比目标大的时候:降低PWM占空比（逐步减少）

电流比目标小的时候:增大PWM占空比（逐步增大）

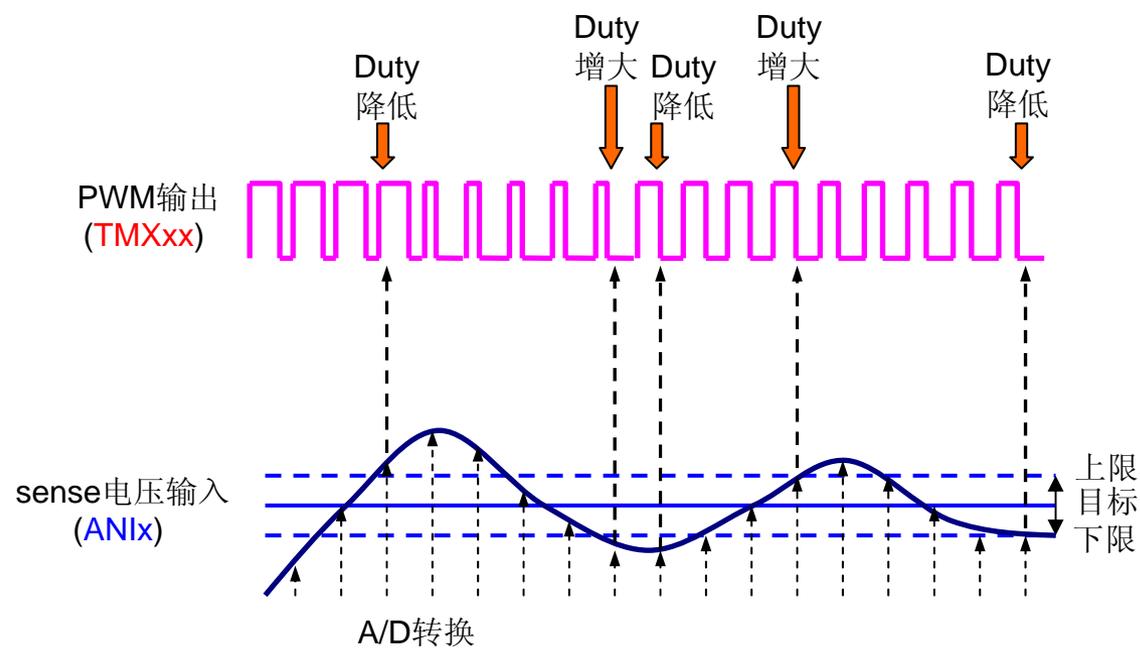
※ 不通过PWM进行调光的时候，最终的PWM占空比几乎是一个恒定的值、纹波电流也会变得很小。

恒流控制2(通过A/D转换器进行反馈控制)

PWM
开关

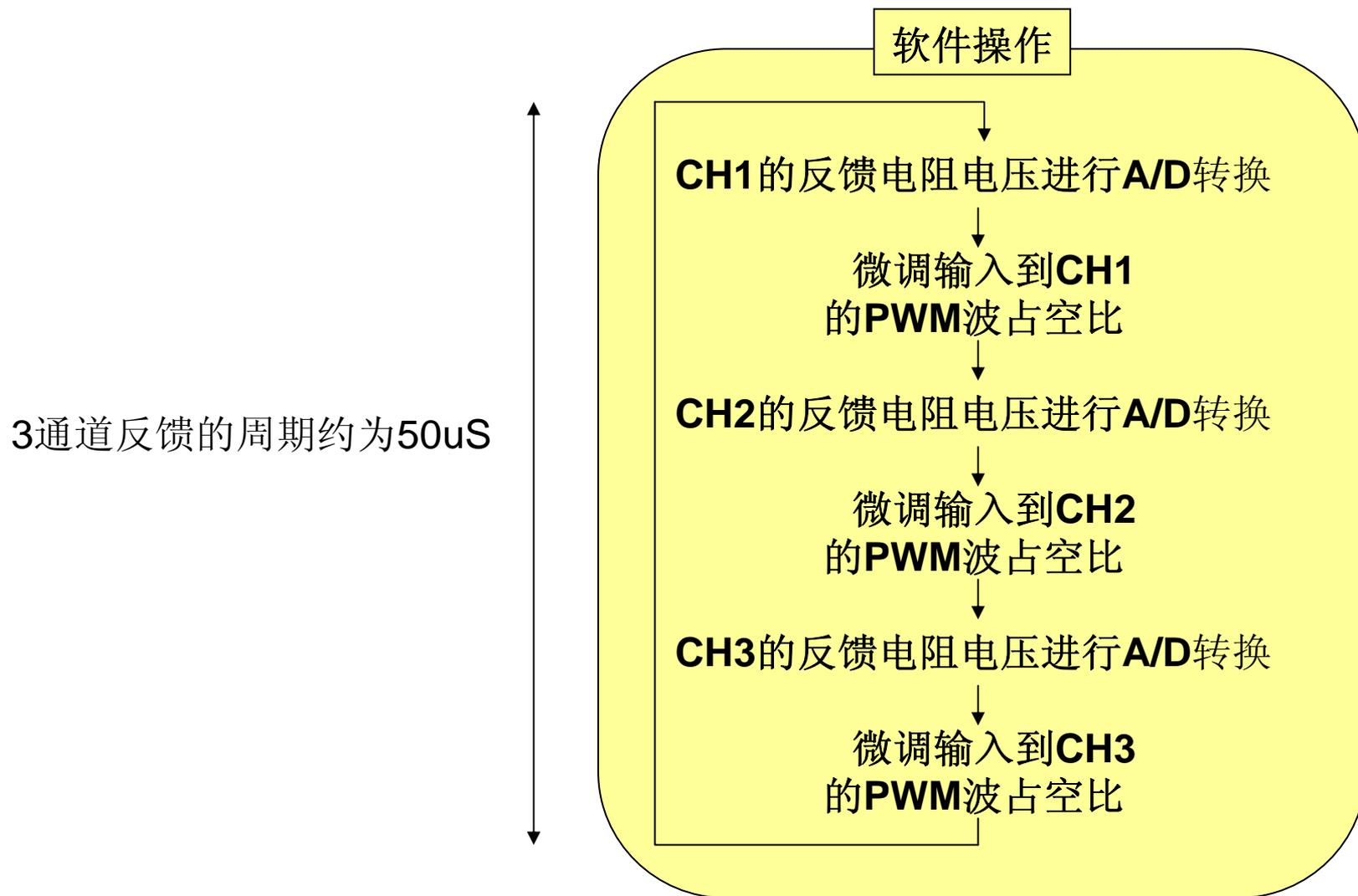


与A/D转换结果比较以更新占空比



- 使用A/D转换器检测LED电流，通过改变PWM输出占空比实现恒流控制
- 通过改变A/D转换的目标值实现各通道的独立调光。

LED恒流控制（LED=3通道）



「A/D转换」 → 「PWM输出的微调」的重复操作

照明常用通信协议

什么是「DALI」通信功能？

- **DALI (Digital Addressable Lighting Interface)** 是国际公开规格的照明控制通信协议，通信速度为 **1200 BPS ± 10 %**
- 主要用于多个荧光灯以及**LED**照明的调光控制
- **DALI**可以通过最大**64**个短地址和**16**个的组地址构成网络，一个主机可以控制一个或者多个从机，以半双工方式进行通信
- **DALI**的命令
 - 设定**8**位精度的调光级别
 - 设定保存任意的调光级别或者切换

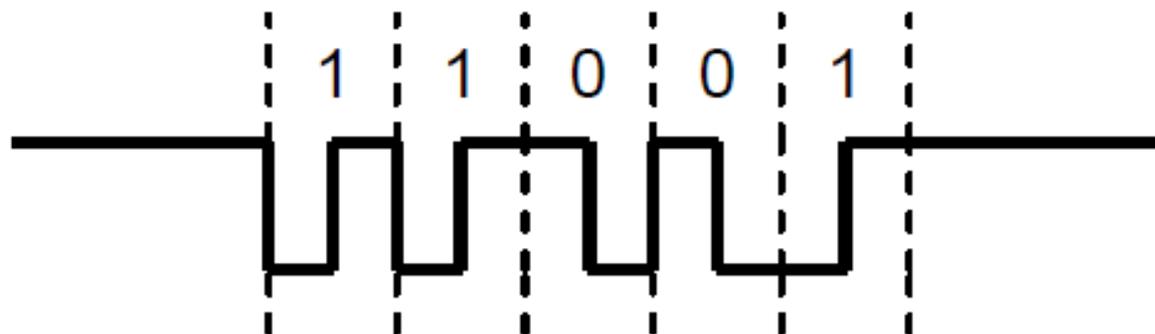
DALI的数据构成 (1)

① 位定义

DALI通信使用曼彻斯特编码

位定义为上升沿的时候是「1」，下降沿的时候是「0」

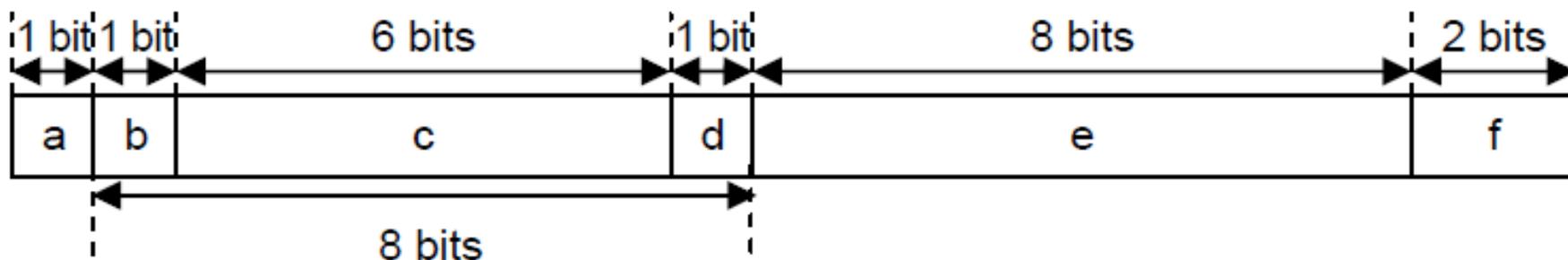
另外无通信的时候，固定为「1」



DALI的数据构成（2）

② Forward帧

从主机向从机发送的帧，总共为**19位**



a: 起始位

在帧的前端，固定为「1」

b-d: 地址字节

指定帧的接收地址

e: 数据字节

指定命令

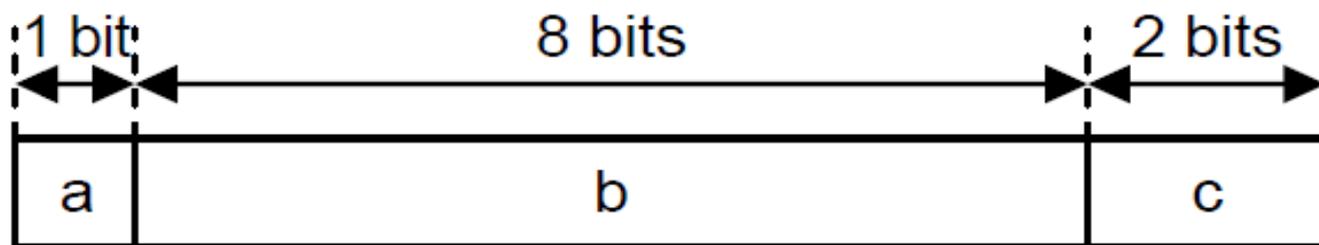
f: 结束位

在帧的最后，固定为「1」

DALI的数据构成（3）

③ Backward帧

从从机向主机发送的帧，共11位

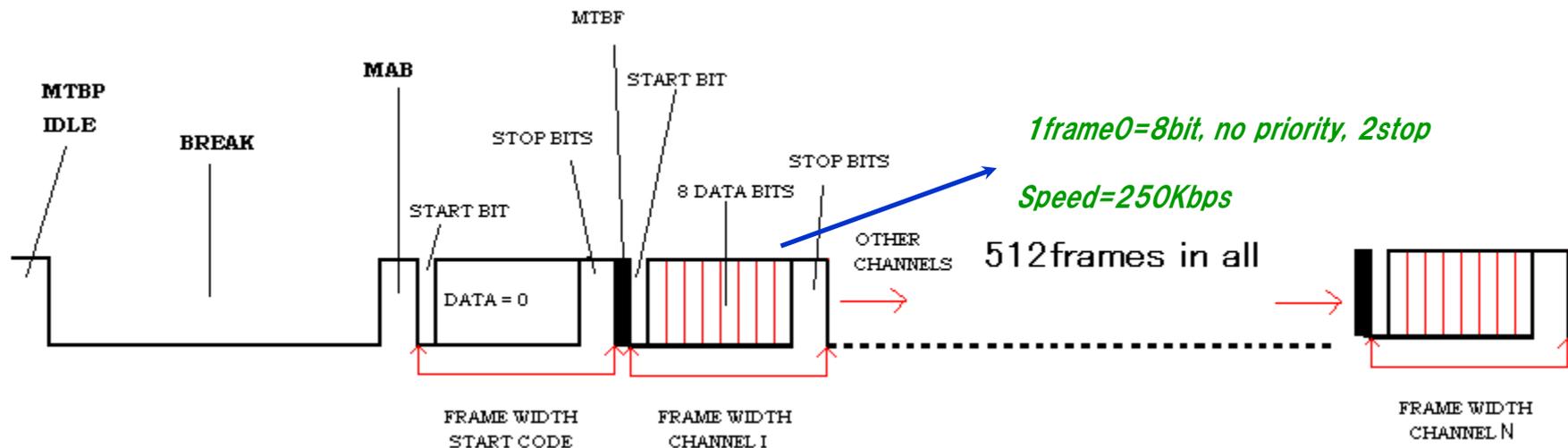


- a:** 起始位
在帧的前端，固定为「1」
- b:** 数据字节
执行向主机的回信
- c:** 结束位
在帧的最后，固定为「1」



● 78K0/lx2系列微控制器内置DALI协议数据接收模块，硬件解码，简化用户程序。

「DMX512」协议的数据格式

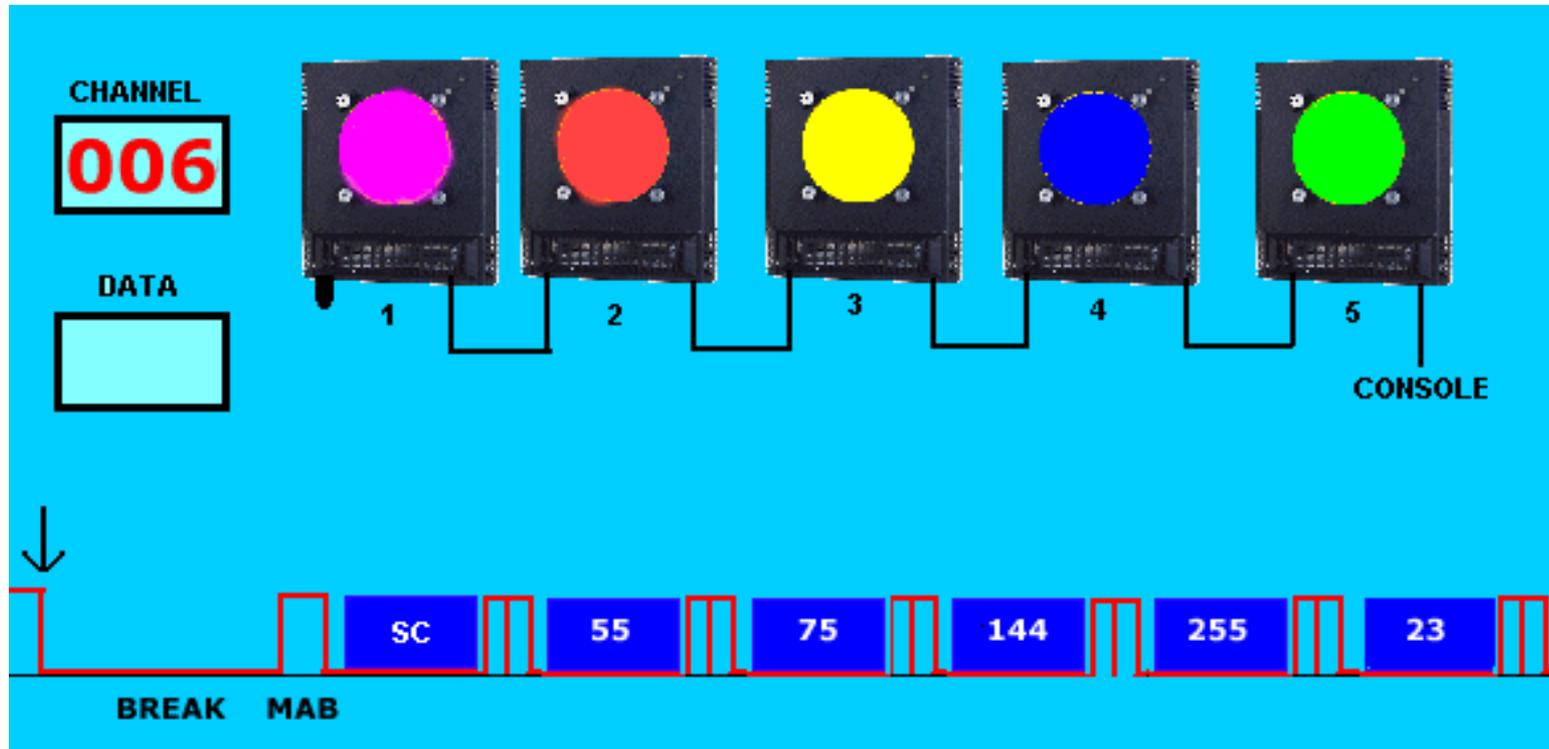


Description	MIN	TYP	MAX	UNIT
BREAK	88	88	1000000	usec
MAB		8		usec
FRAME WIDTH		44		usec
START/DATA/STOP BITS		4		usec
MTBF	0	NS	1000000	usec
MTBP	0	NS	1000000	usec

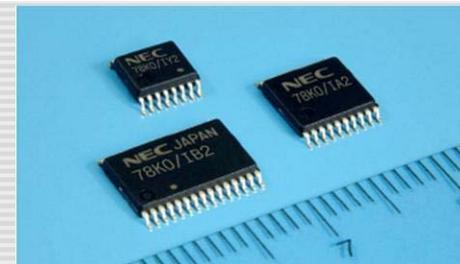
Note:
MAB: Mark After Break
MTBF: Mark Time Between Frame
MTBP: Mark Time Between Packets

packet

「DMX512」协议通信控制效果



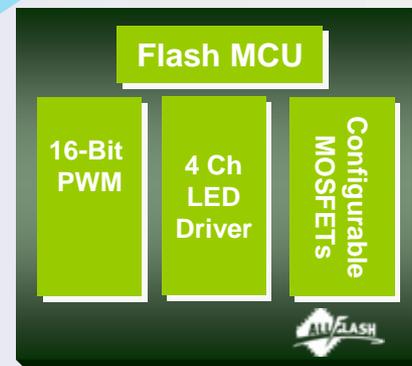
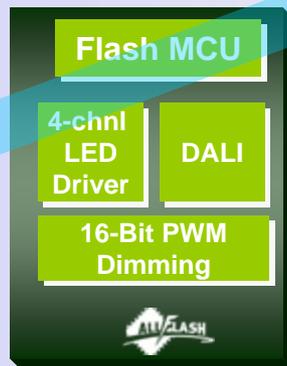
面向照明应用的ASSP 78K0/Ix2的介绍



LED照明MCU路线图

高集成度

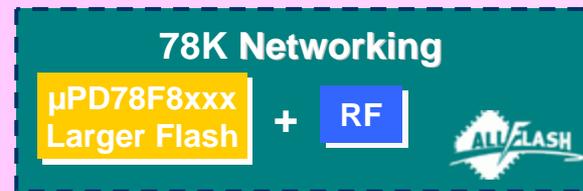
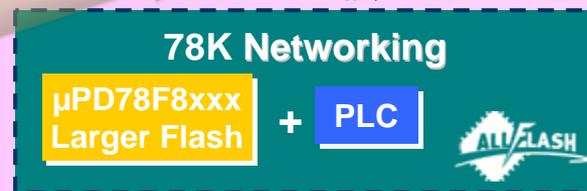
- 集成4路LED_Driver 增加ROM空间
- 高效率



低成本



- 16bitPWM with 40MHz clock
- 3 Ch LED
- DALI I/F



企划中

Today

2011

2012

2013

照明用ASSP单片机78K0/Ix2 (1)

产品线

Flash Size (bytes)	RAM Size			
	16K	768	768	768
8K	512	512	512	512
4K	384			
	16pin SSOP	20pin SSOP	30pin SSOP	
	78K0/IY2	78K0/IA2	78K0/IB2	



多种内存容量和管脚数可选，
对应简单到复杂的LED照明应用

※样品提供时根据封装不同有所差异

照明用ASSP单片机78K0/Ix2 (2)

特点

- 内置高速晶振（**CPU最高20MHz**）
- 内置OCD
- **16bit PWM定时器2输出 x 2ch**
- 串行通信（UART, I2C, CSI）
 - ※ 内置**DALI**（照明用通信）功能
- 操作周围温度达到**105°C**



可独立控制最多**4路LED**
可适应**LED照明器具大量发热**的使用环境
可简单实现**DALI协议接收/发送**



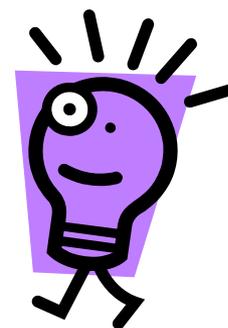
照明用ASSP单片机78K0/Ix2 (3)

内置照明控制用16位PWM定时器

- 计数时钟最快达到**40MHz**
- 带死区时间**PWM**输出
- 可进行全/半桥控制
- **4**通道同步输出
- 可与比较器连动进行紧急停止的功能
- 可配合**A/D**转换器进行**LED**



可用作**LED**恒流控制的开关信号
或用作调光亮度控制信号



照明用ASSP单片机78K0/Ix2 (4)

模拟功能

- 定时器同步A/D转换器
- 3通道比较器，内置参考电压0~1.6V
- 运放

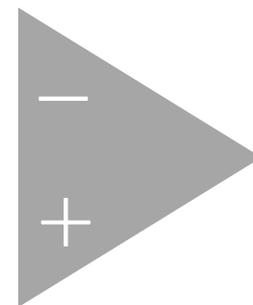
固定倍率 (4 / 8 / 16 / 32 倍)

±输入，输出端口

※20,30pin产品中内置



可用于LED恒流控制快速响应进行反馈操作
可用于检测来自传感器的微小信号控制LED灯具亮度



※样品提供时根据封装不同有所差异

面向LED照明的方案

高亮度LED

通信·调光+3通道LED控制

30pin
20pin
16pin



LED驱动

【单片机控制】

3通道独立控制 (PWM+Comp)

降压控制

开关频率: 156KHz

最大28级调光

通信·调光

通信: DMX512、DALI
UART、I2C、SPI

调光: 比较器+PWM
(最大28级)

•10bitADC、内置20MHz

30pin
20pin
16pin



高效率4通道独立控制LED驱动
可选择降压/升压控制

对应LED电流: 350mA~1.5A

最高1MHz开关频率

输入电压: 9V~38V

保护电路 (OV, OC, UVLO, TSH)

通信: DMX512、DALI
UART、I2C、SPI

调光: 16bit PWM x4ch
•10bitADC、内置20MHz

64pin

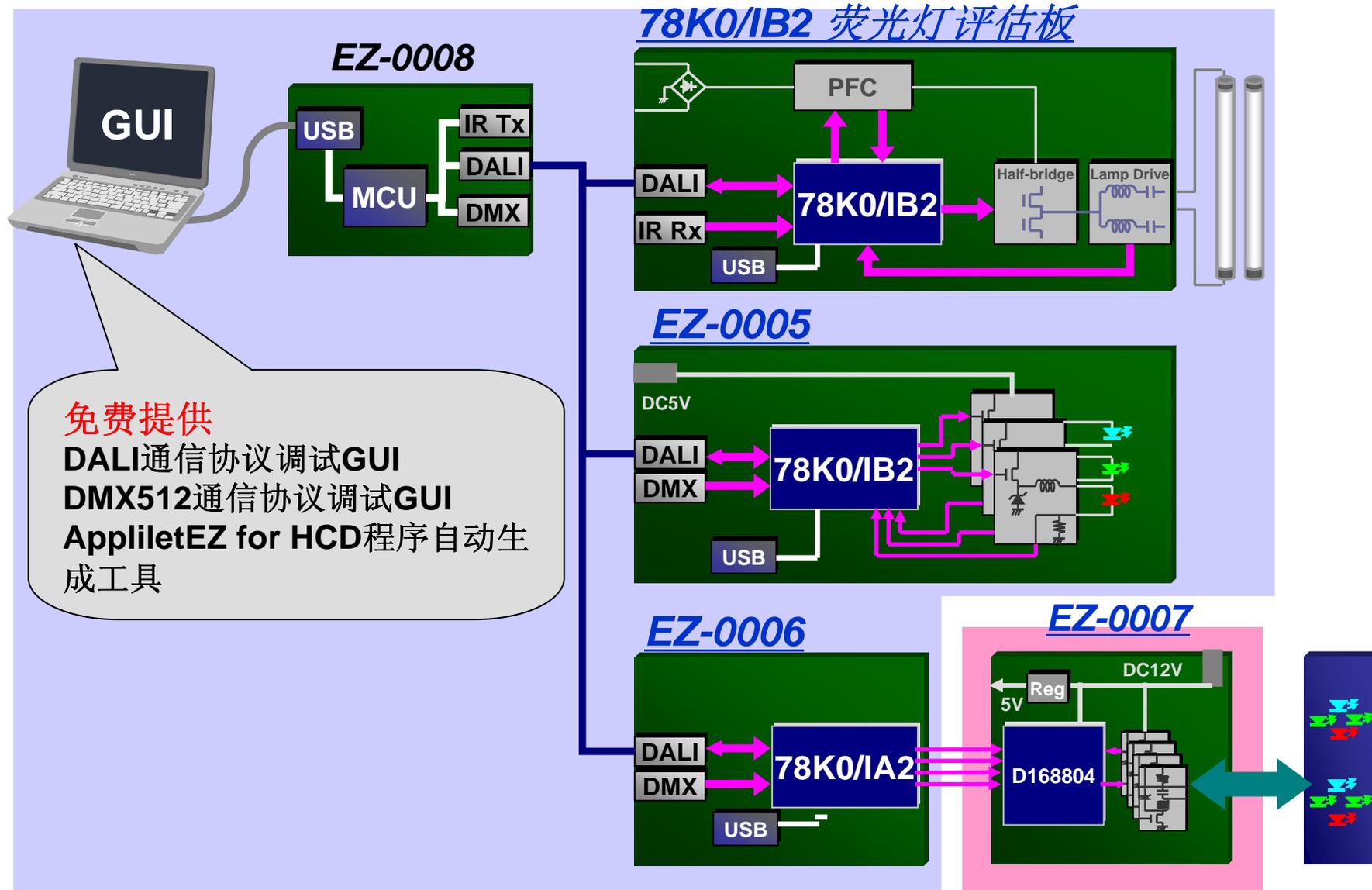


通信: DMX512、UART
I2C、SPI

调光: 8bit PWM x4ch
•10bitADC、内置8MHz

高集成度SiP方案

照明参考方案套件



照明参考方案套件



DALI通信

DMX512通信

PLC通信

开发中



Time (Sec.)	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
Address 1	0	10	30	50	60	70	80	90	100	0	0
Address 2	0	20	10	0	34	0	295	0	0	0	0
Address 3	0	30	30	0	0	1	0	0	0	0	0
Address 4	0	40	90	0	0	5	0	0	0	0	0
Address 5	0	50	0	0	205	0	0	0	0	0	0
Address 6	0	60	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Address 7	0	70	123	0	0	0	0	0	0	0	0
Address 8	0	80	0	0	0	0	295	0	0	0	0
Address 9	0	90	0	205	0	0	0	0	0	0	0
Address 10	0	0	90	0	0	0	90	0	0	0	0
Address 11	0	0	0	205	0	0	0	0	50	90	0
Address 12	0	90	0	0	0	0	0	295	0	0	0
Address 13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0



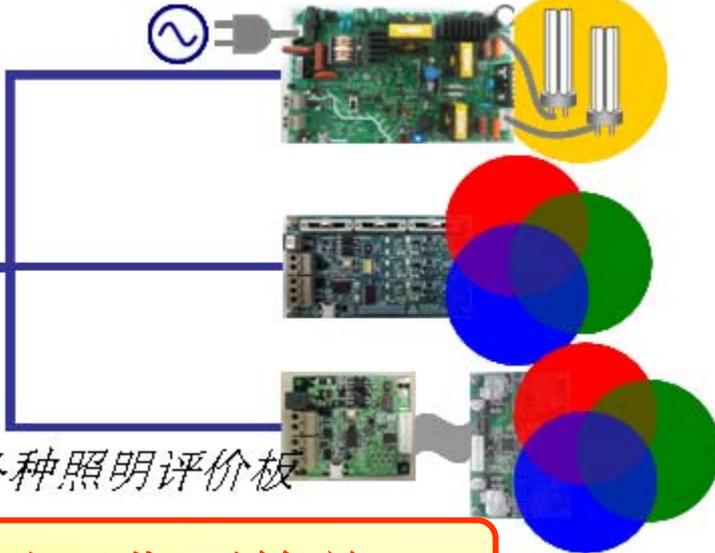
免费

免费

EZ-0008



DALI/DMX512通信主板



各种照明评价板

利用免费工具使开发和调试工作更简单

照明参考方案套件

即使初次接触MCU
也能迅速上手!



程序自动生成工具

免费

Applilet EZ for HCD

随时烧写，随时评价

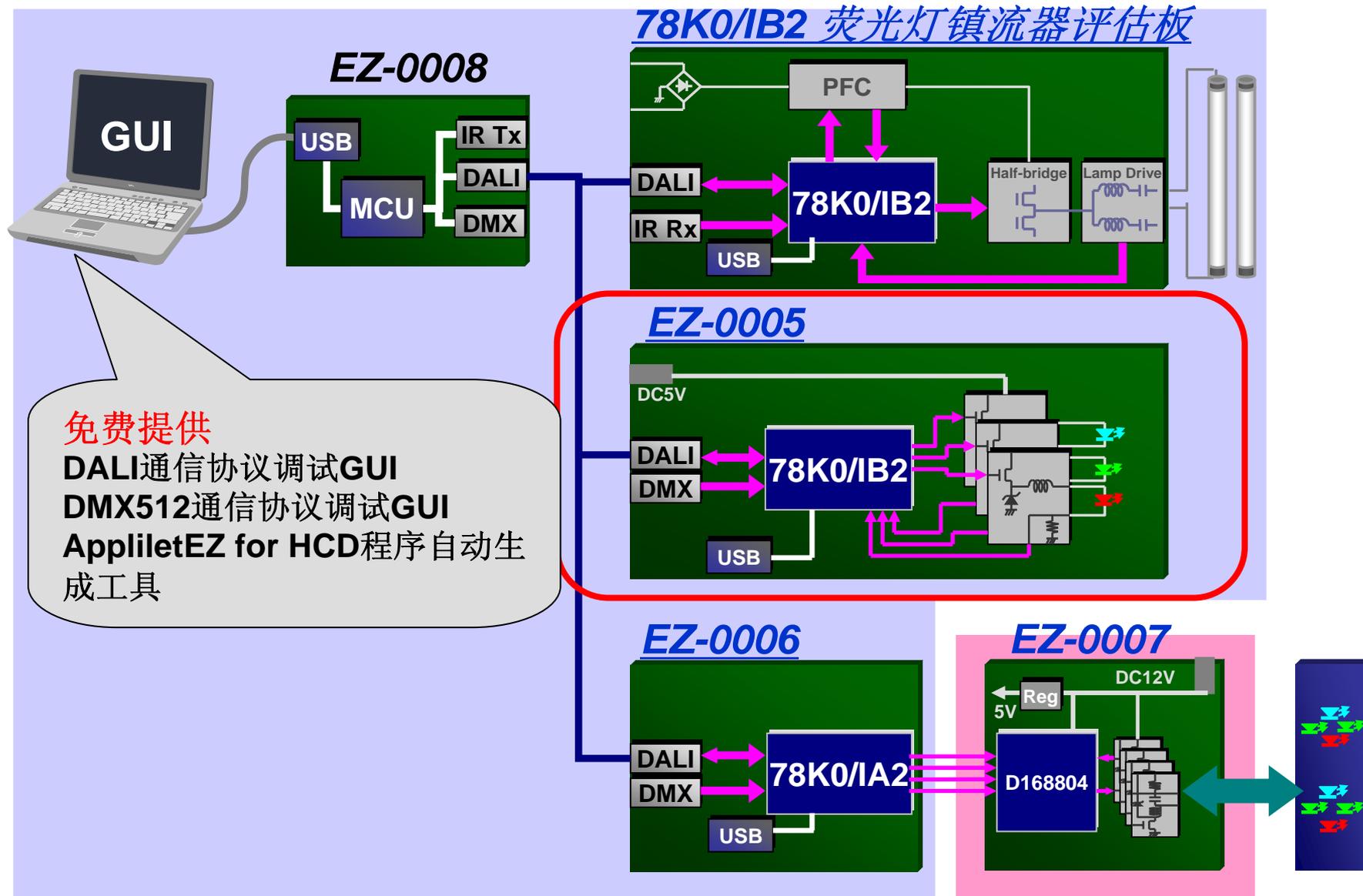
鼠标操作即可自动生成程序

缩短开发时间，节约开发成本

更多信息请参阅瑞萨电子照明方案页面

<http://www2.renesas.com/micro/en/solution/lighting/index.html>

照明参考方案1



免费提供

DALI通信协议调试GUI

DMX512通信协议调试GUI

AppiletEZ for HCD程序自动生成工具

低成本高亮度LED控制（特点）



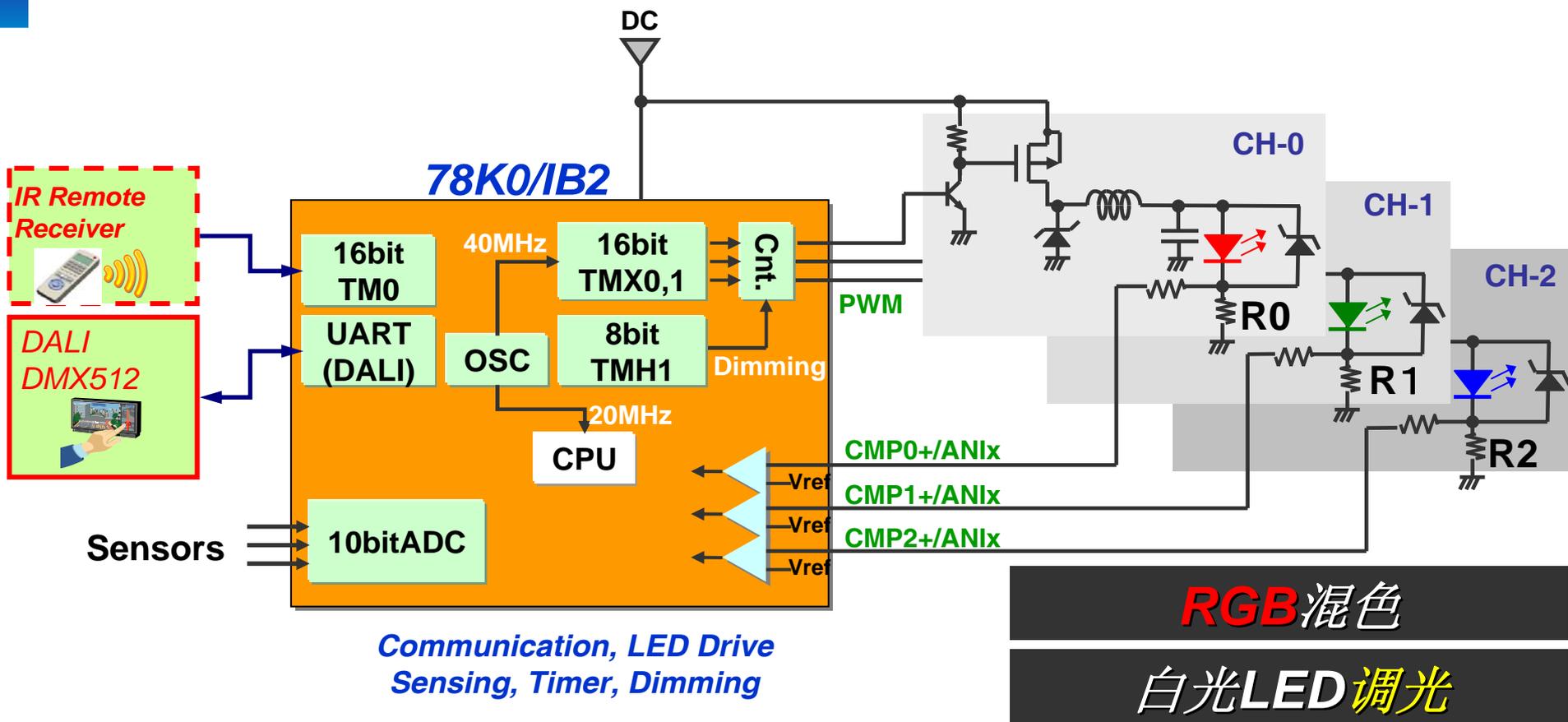
EZ-0005

- ✓ 78K0/IB2 (30pin)
- ✓ 3通道独立恒流控制
 - 16位PWM定时器X, 比较器(3通道)
- ✓ 3种类型通信模式
 - DALI通信/DMX512/模拟输入
- ✓ 通过USB对FLASH写入, 可进行OCD

使用78K0/IB2的低成本高亮度LED调光（调色）控制的优点

- 3通道独立恒流控制（高亮度LED）
- 调光控制, 调色控制
- 通信控制(DALI,DMX512)

高亮度LED控制



Communication, LED Drive
Sensing, Timer, Dimming

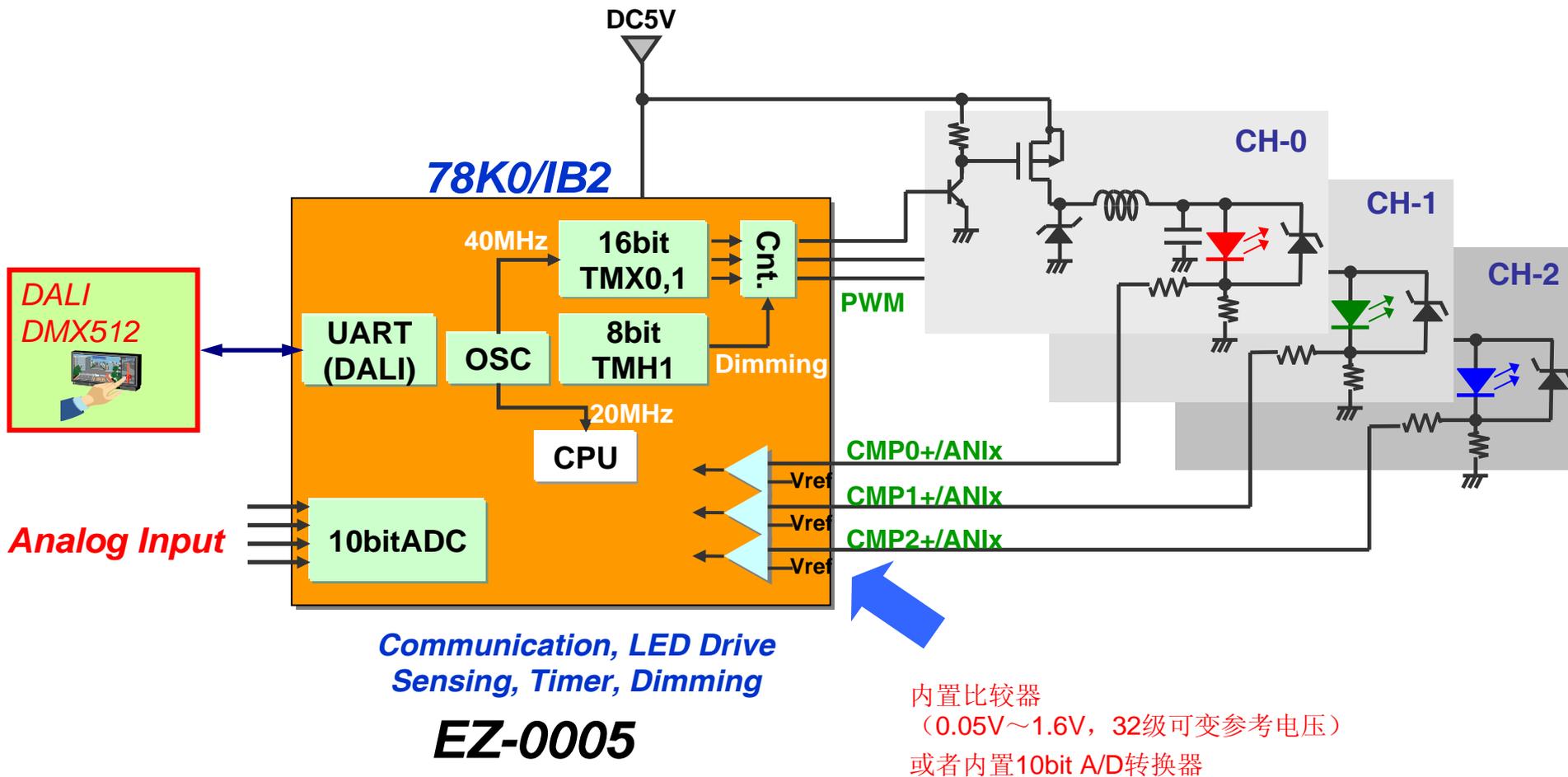
RGB混色

白光LED调光

- 通过比较器内部参考电压或A/D转换器反馈微调PWM占空比可实现3通道独立LED调光（28级）
- 通过8位PWM TMH1的同步控制，可进一步提高调光精度。

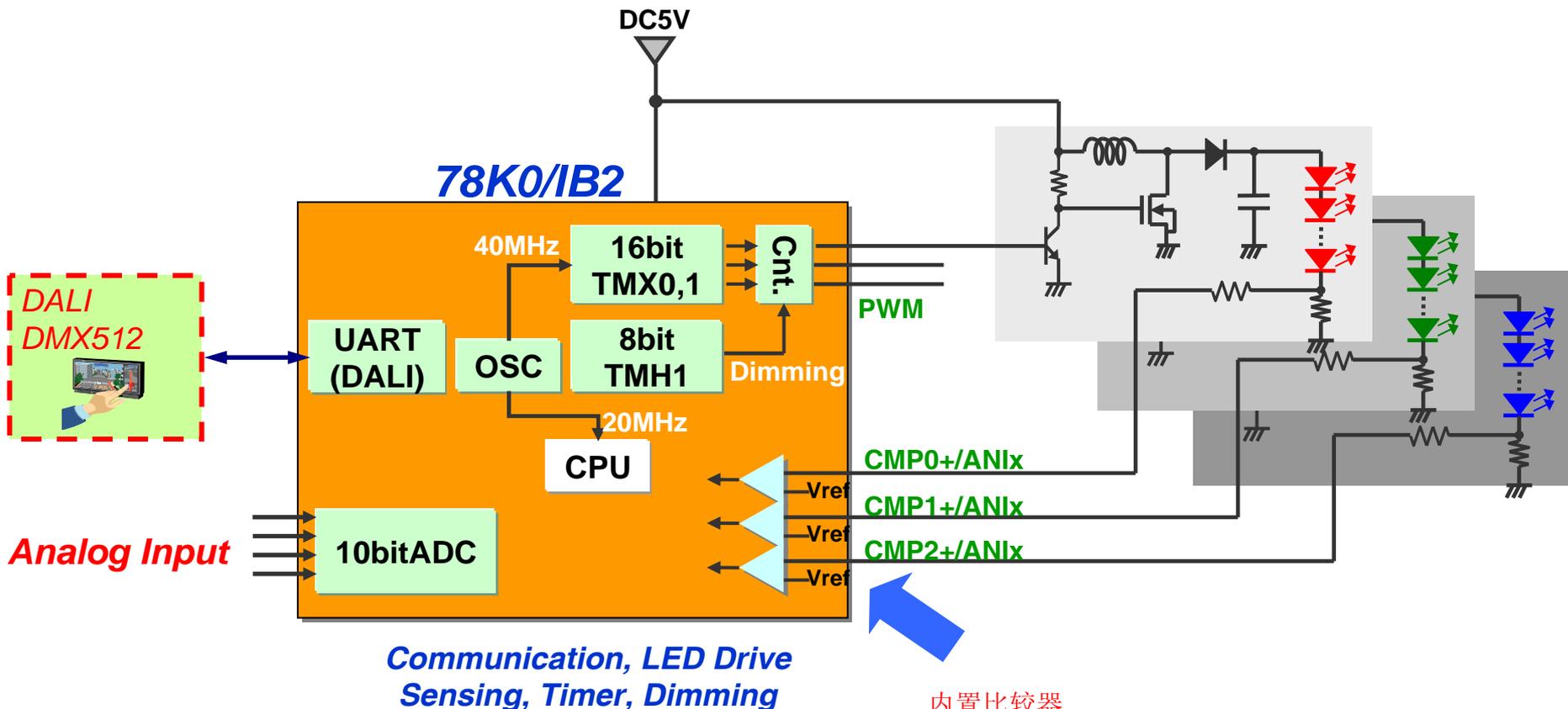
框图（降压控制）

仅使用78K0/IB2



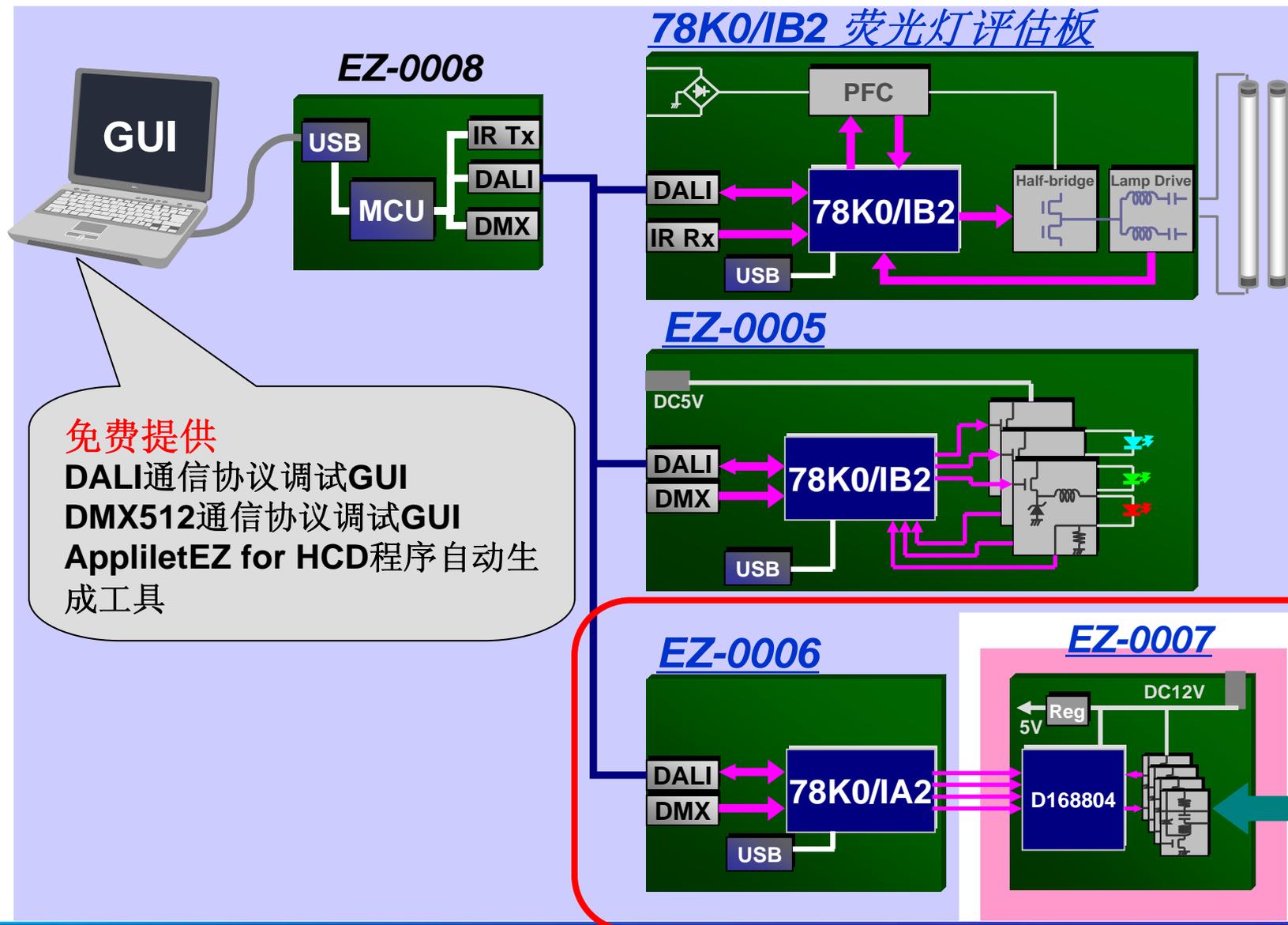
框图(升压控制)

仅使用78K0/IB2



内置比较器
(0.05V~1.6V, 32级可变参考电压)
或者内置10bit A/D转换器

照明参考方案2



免费提供
 DALI通信协议调试GUI
 DMX512通信协议调试GUI
 AppiletEZ for HCD程序自动生成工具

高效率高精度LED控制（特点）



EZ-0006



EZ-0007

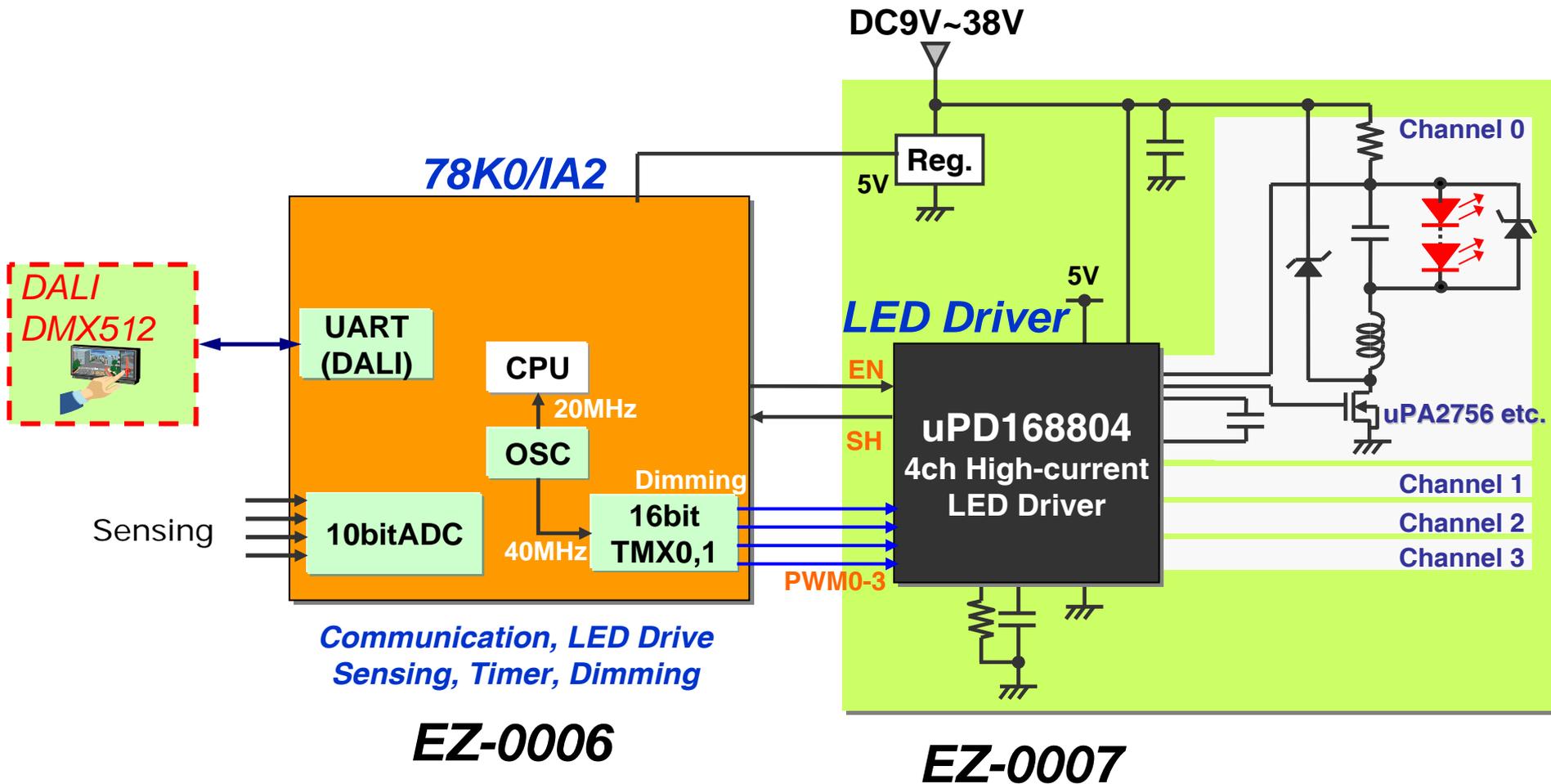
- ✓ 78K0/IA2 (20pin)
- ✓ 4通道独立恒流控制 (uPD168804)
- ✓ 高精度调光控制 (4通道独立)
- 16位PWM定时器X
- ✓ 2种通信模式
- DALI通信 / DMX512
- ✓ 通过USB对FLASH写入，可进行OCD

使用78K0/IA2, uPD168804实现的高效率高精度LED调光（调色）控制的优点为

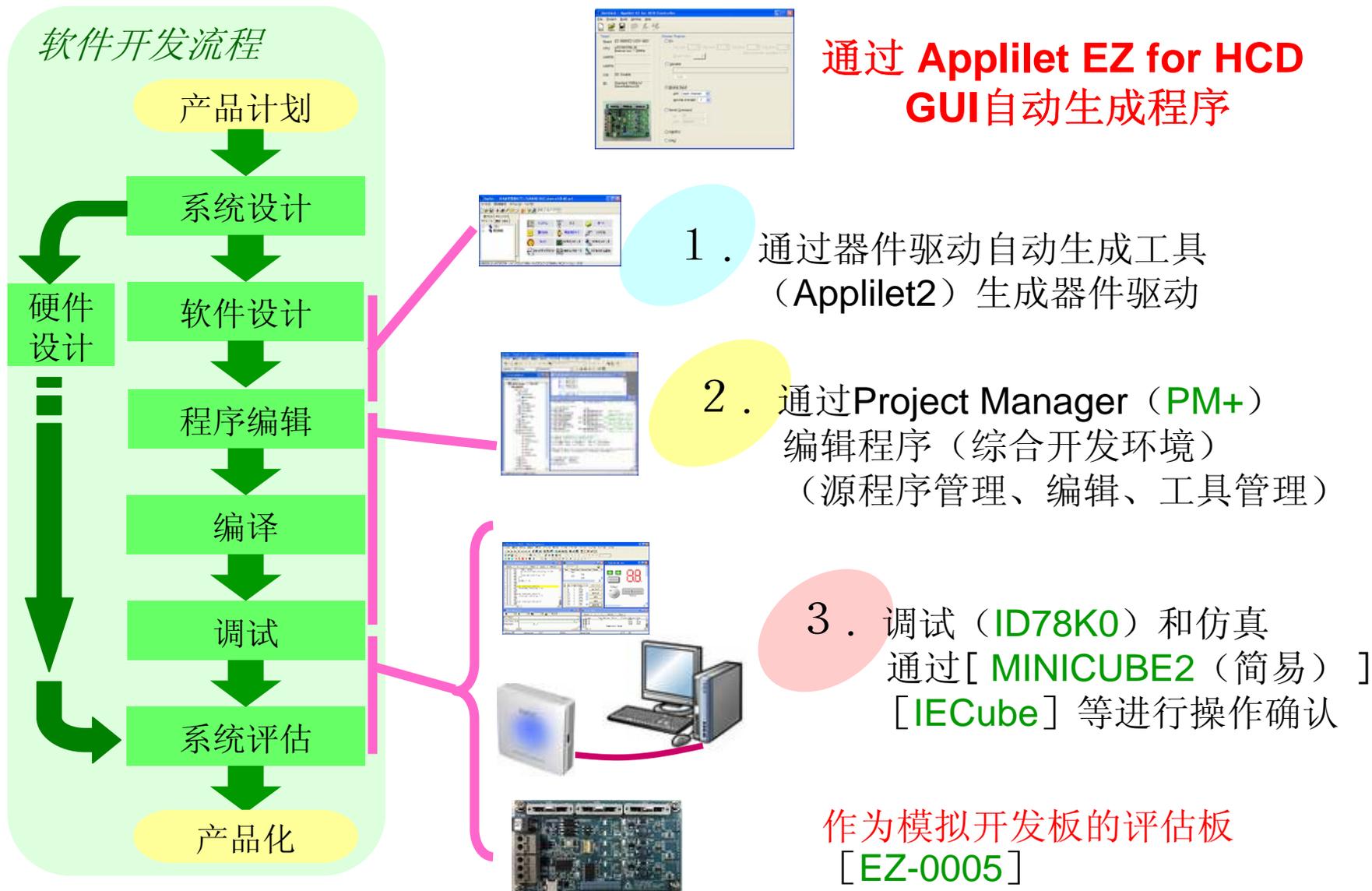
- 4通道独立恒流控制（高亮度LED驱动IC：uPD168804）
- 高精度调光控制，调色控制
- 通信控制（DALI, DMX512）

高效率高精度LED控制（框图）

使用78K0/IA2 + UPD168804(LED Driver)



各开发阶段以及其使用工具

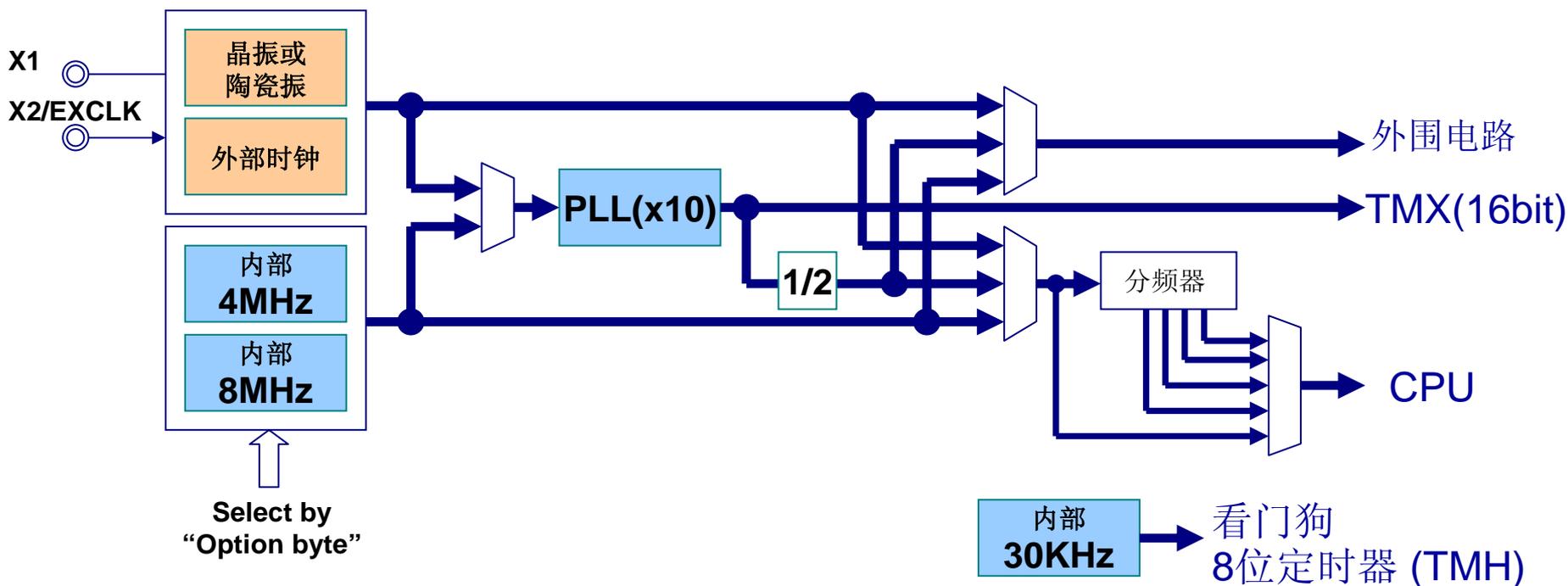


补充资料

78K0/Ix2功能概要

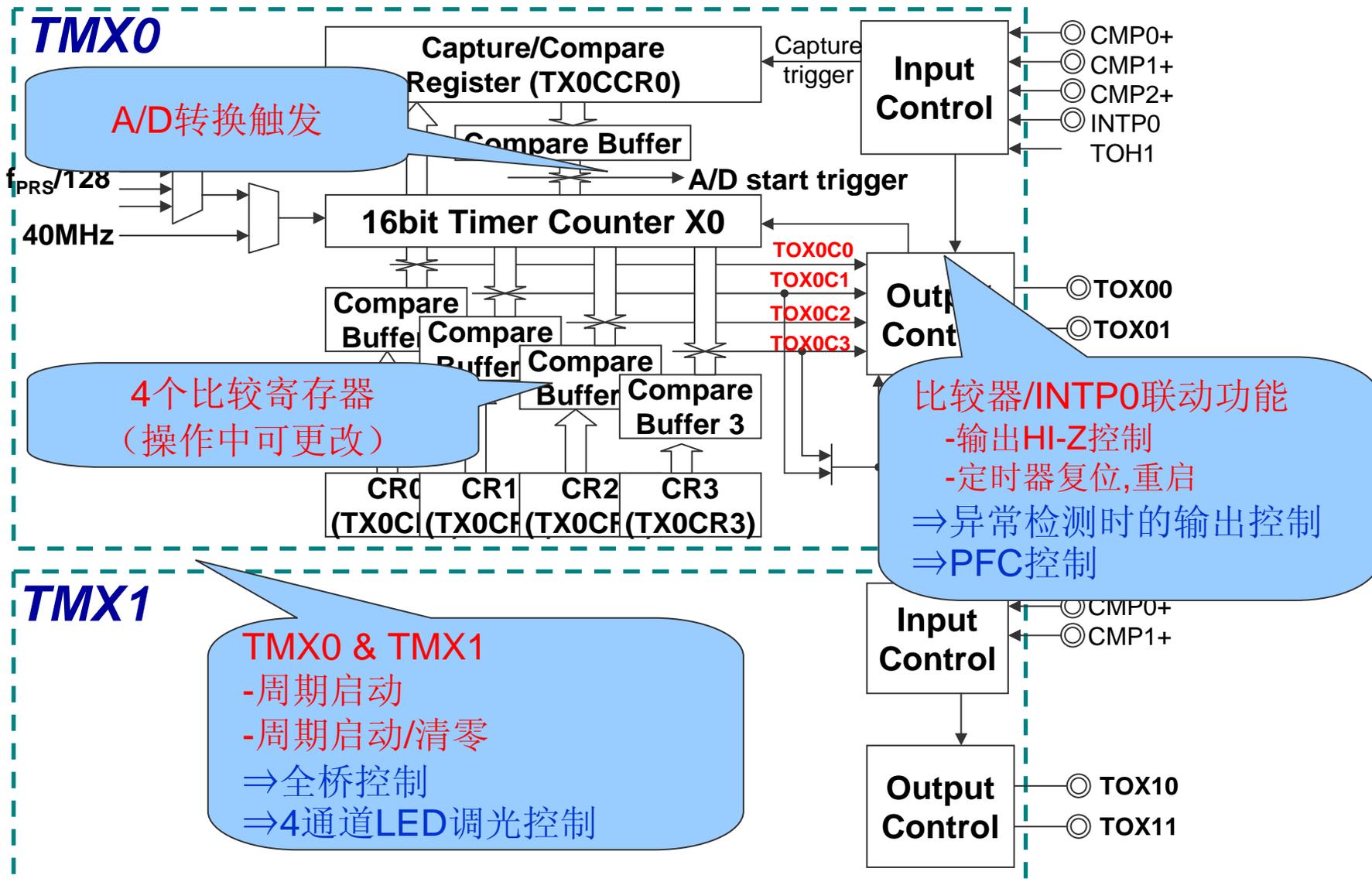
		16引脚	20引脚	30引脚
Flash		4K/8K/16K	8K/16K	8K/16K
RAM		384/512/768	512/768	512/768
系统时钟		<ul style="list-style-type: none"> ● 内置高速晶振 4MHz +/-2%、外置晶振 2MHz to 10MHz ● 内置PLL(x10) → 40MHz用于PWM定时器、20MHz(40MHz/2) 用于CPU 		
看门狗时钟		低速内置晶振 30KHz+/-10%		
I/O		I/O:9 I:3	I/O:13 I:3	I/O:22 I:3
定时器	16位TMX	2输出 x 2ch (PWM专用定时器, 操作中可以更改周期和占空比)		
	16位TMO	1通道		
	8位	TM5: 1通道、TMH: 1通道		
	WDT	1通道		
串行I/F		-	UART/I2C: 1通道	UART/I2C: 通道、3wire CSI:1通道
10位A/D		5通道	6通道	9通道
OP-AMP		1通道: PGA模式(x4, x8, x16, x32)	1通道: PGA模式(x4, x8, x16, x32)、单体模式 (使用3个端口)	
比较器		3通道		
乘法器		8位 x 8位、16位 x 16位		
外部中断		4通道		6通道
片上调试		支持		
POC, LVI		内置		
VDD/Ta工作条件		VDD=2.7V ~ 5.5V, Ta=-40 ~ +105°C		

可选择时钟源



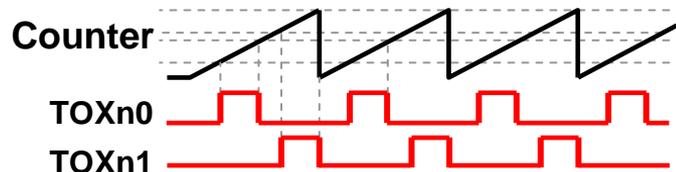
- CPU操作最快20MHz
- 16位PWM定时器操作最快40MHz
- 通过完全独立时钟（内置30KHz）给看门狗提供时钟

16位PWM定时器 (TMX0, TMX1)

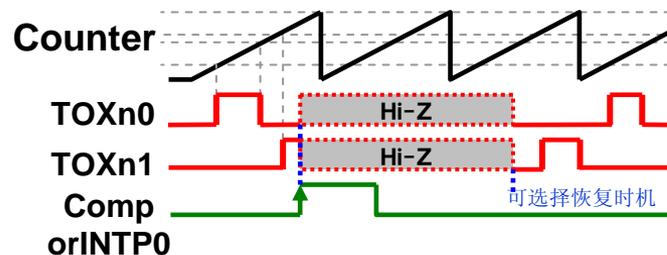


16位PWM定时器

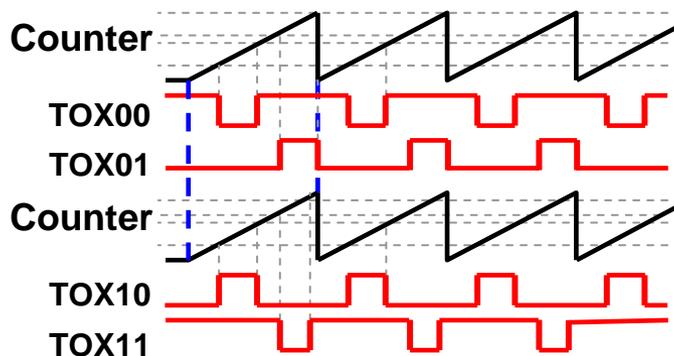
变频控制（半桥）



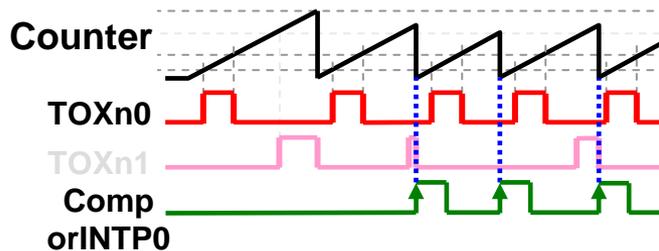
异常检测时的Hi-Z控制（半桥）



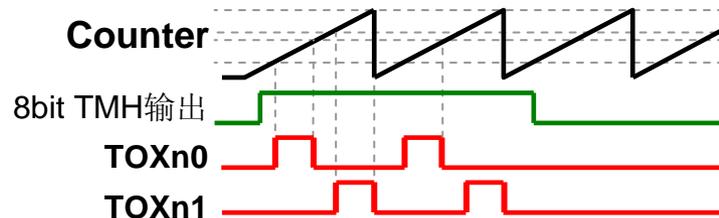
变频控制（全桥）



PFC控制

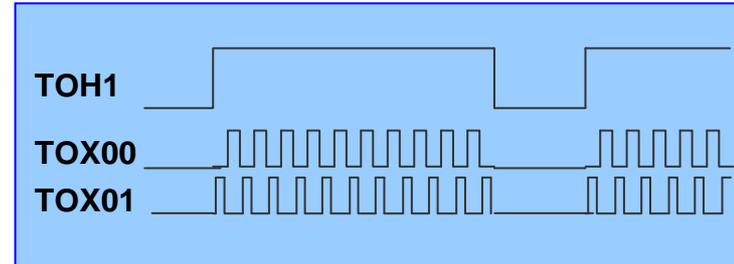
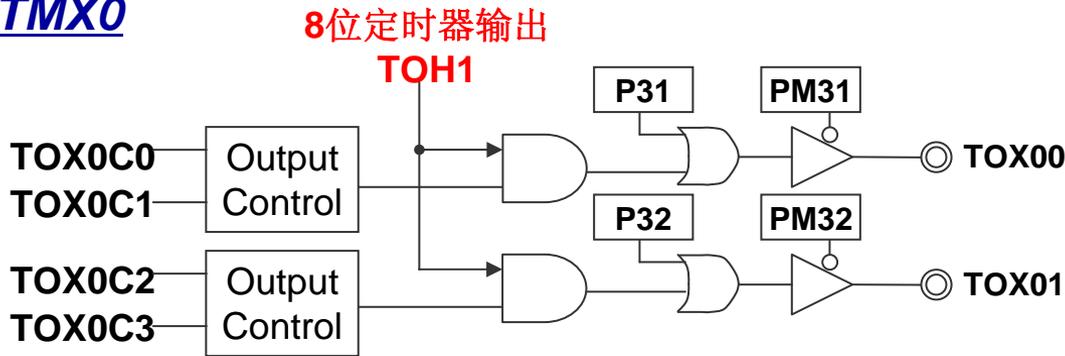


变频控制+调光



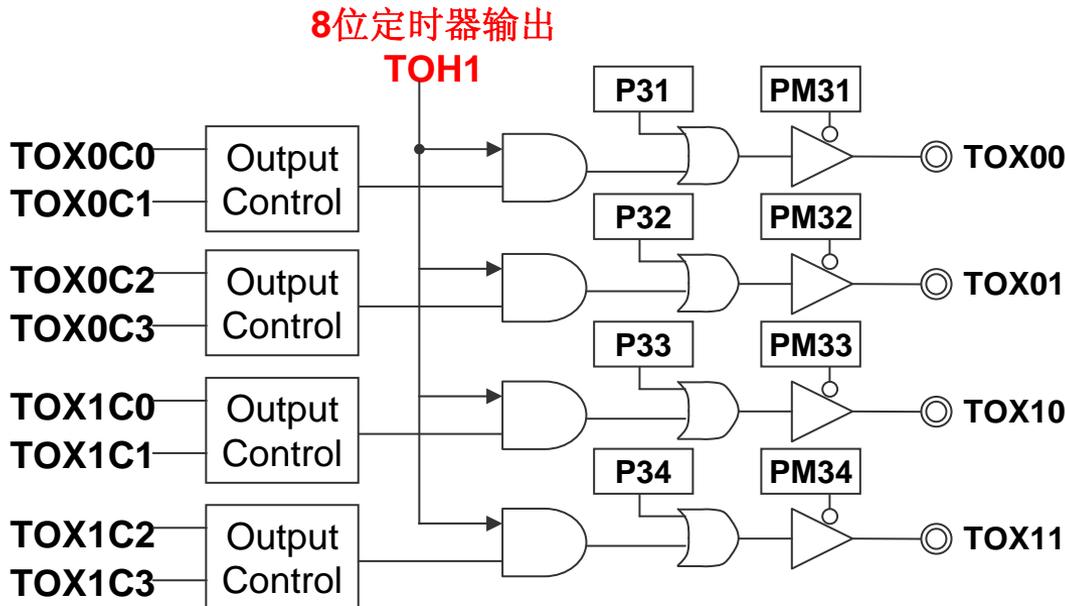
通过8位PWM(TMh1)输出控制16位PWM输出

TMX0



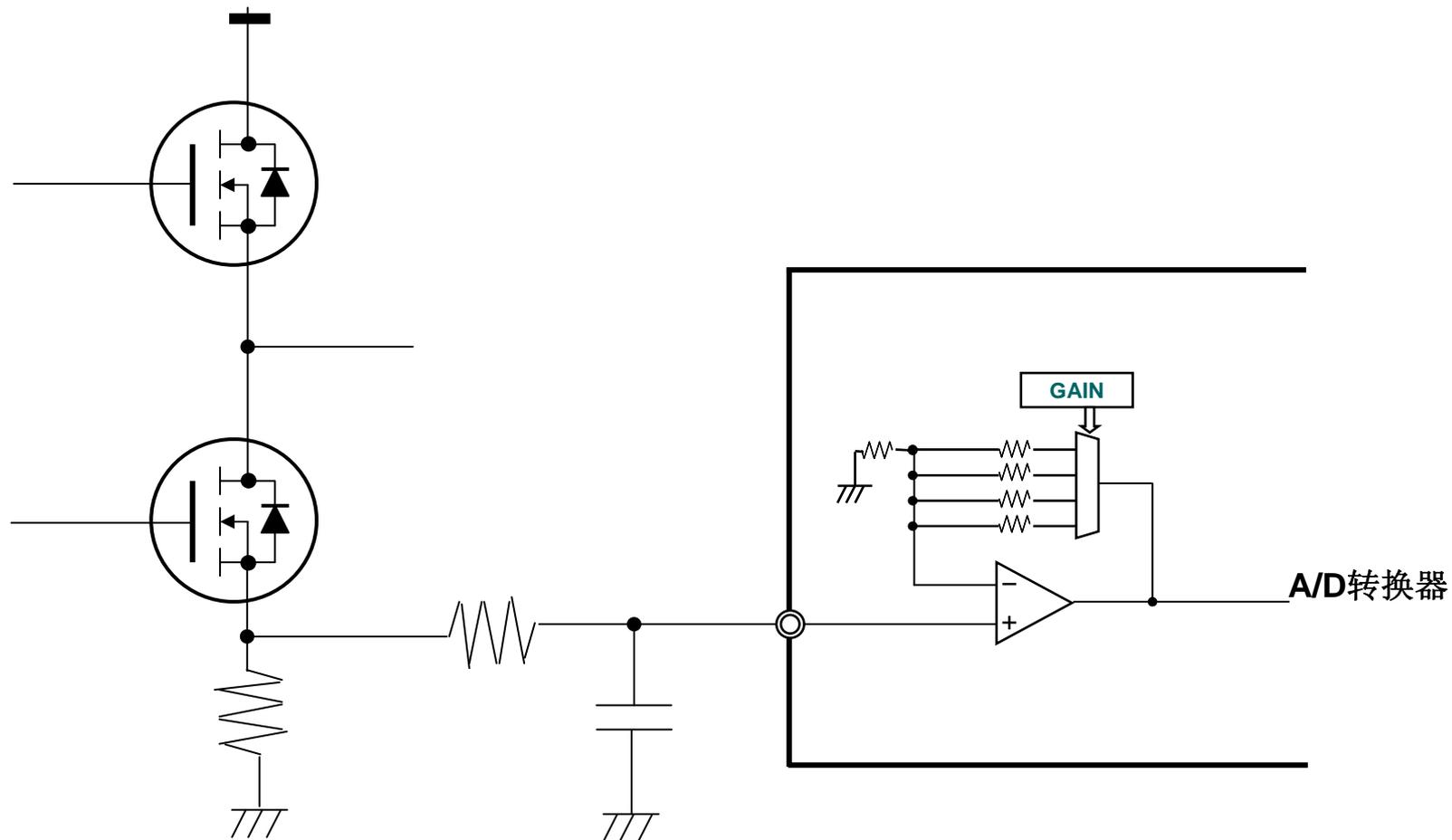
LED调光时有效

TMX0, TMx1 同步模式



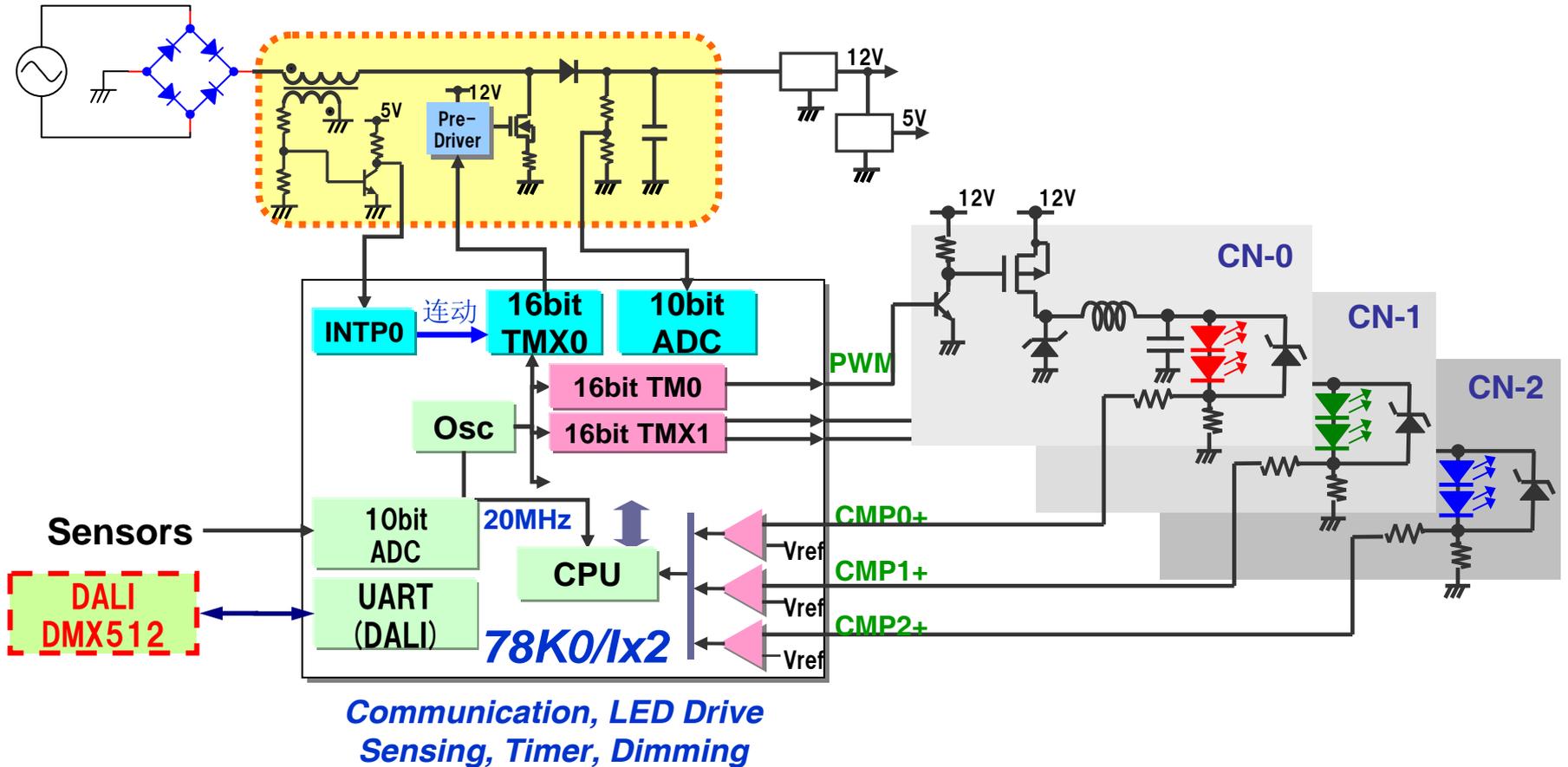
通过单片机进行LED驱动时
⇒8位PWM可用于调光
恒流驱动：通过16位PWM+比较器
进行控制
调光控制：通过8位PWM (TMH)
进行控制

运算放大器



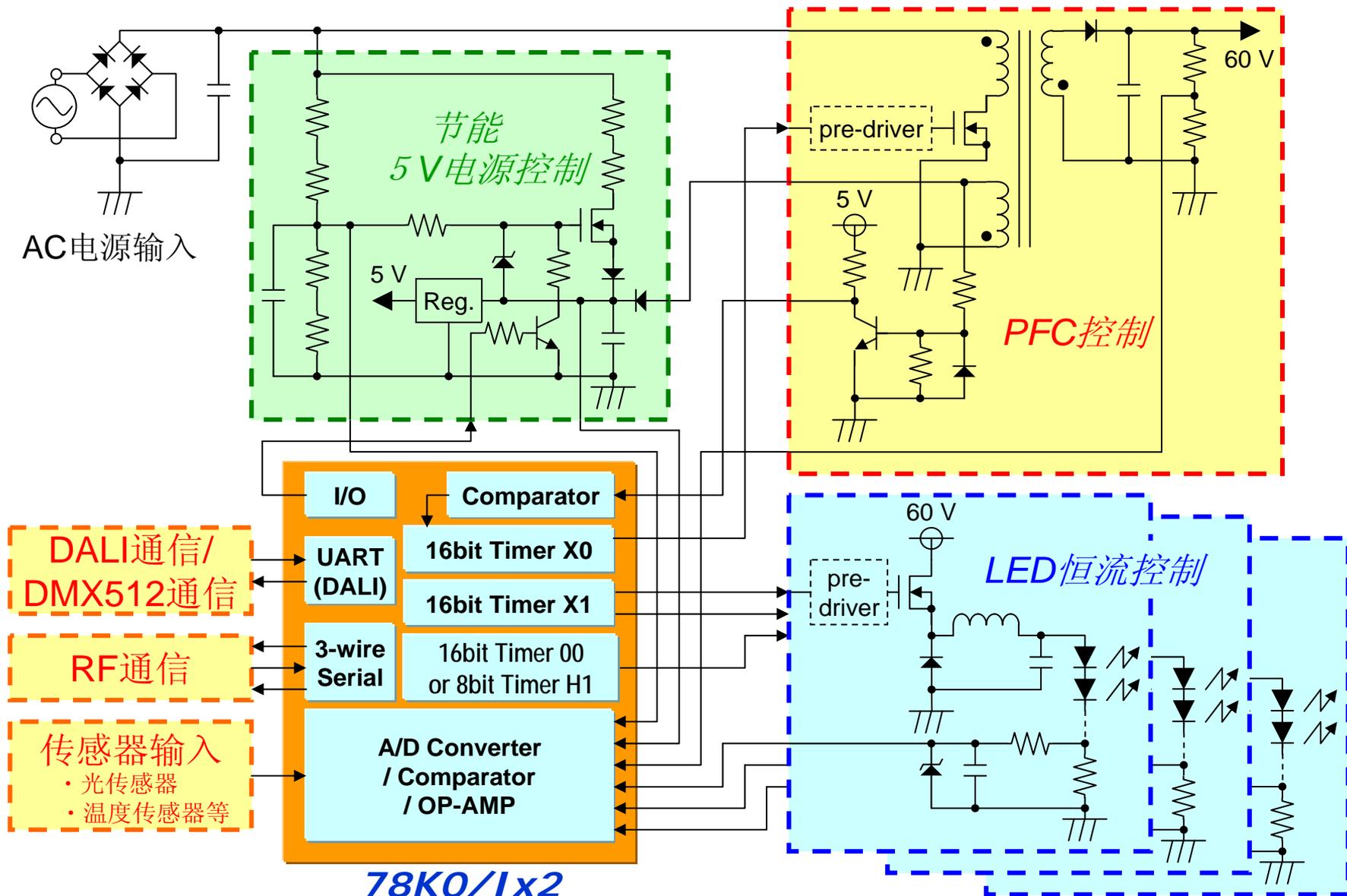
可降低电流感应电阻阻值，减少能量损耗

PFC控制+3通道LED恒流控制的实现例



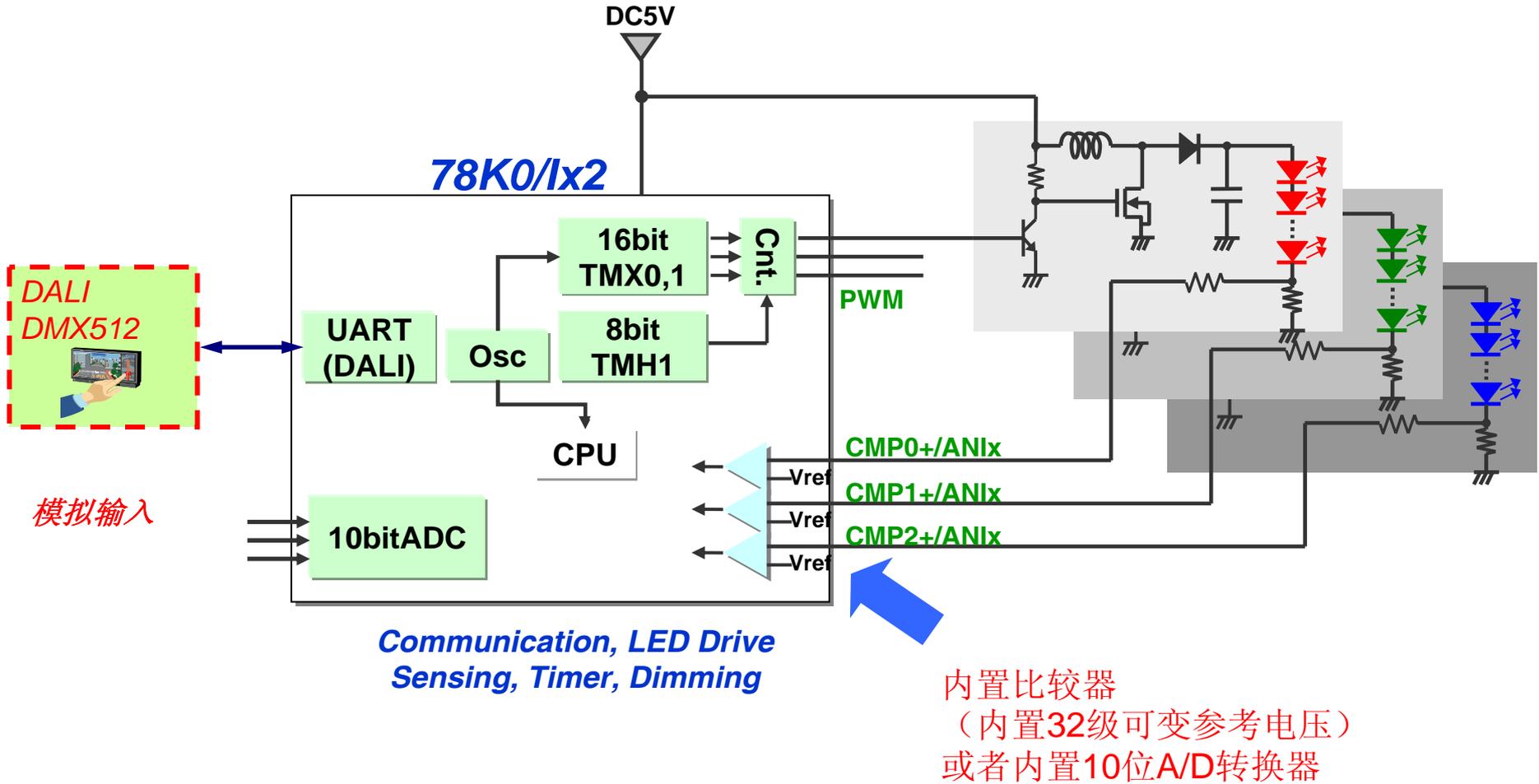
- 通过比较器内部参考电压/PWM占空比变更可进行3通道独立LED调光（28级）

PFC控制 + 3通道LED恒流控制实现示例



78K0/Ix2

3通道LED恒流控制（升压）的实现示例





瑞萨电子株式会社

© 2010 Renesas Electronics Corporation. All rights reserved.