

Revision history

Revision	Release data	Description
0.1	2014-8-08	Initial draft

## 概述

HA6211D是一款高精度降压型LED分段开关恒流驱动芯片。可以通过外部引脚来选择分三段和四段。芯片工作在电感电流临界连续和断续模式，适用于85Vac~265Vac全范围输入电压的非隔离降压型LED恒流电源。

当HA6211D采用四段调光时，第一次开关上电输出电流时100%，第二次开关输出电流则变为50%，第三次开关输出电流变为25%，第四次开关则变为 12.5%。如果芯片设置在三段调光则分别为100%，50%，12.5%，当开关关闭的时间超过 5S，芯片就会重启到第一次开关上电状态。

HA6211D芯片内部集成500V功率开关，芯片的工作电流极低，无需辅助绕组检测和供电，只需要很少的外围元件，即可实现优异的恒流特性，极大的节约了系统成本和体积。

HA6211D芯片内带有高精度的电流采样电路，实现高精度的LED恒流输出和优异的线电压调整率，输出电流不随电感量和LED工作电压的变化而变化，实现优异的负载调整率。

HA6211D 具有多重保护功能，包括 LED 开路/短路保护，CS 电阻短路保护，欠压保护，芯片温度过热调节等。

HA6211D 采用 DIP-8 封装。

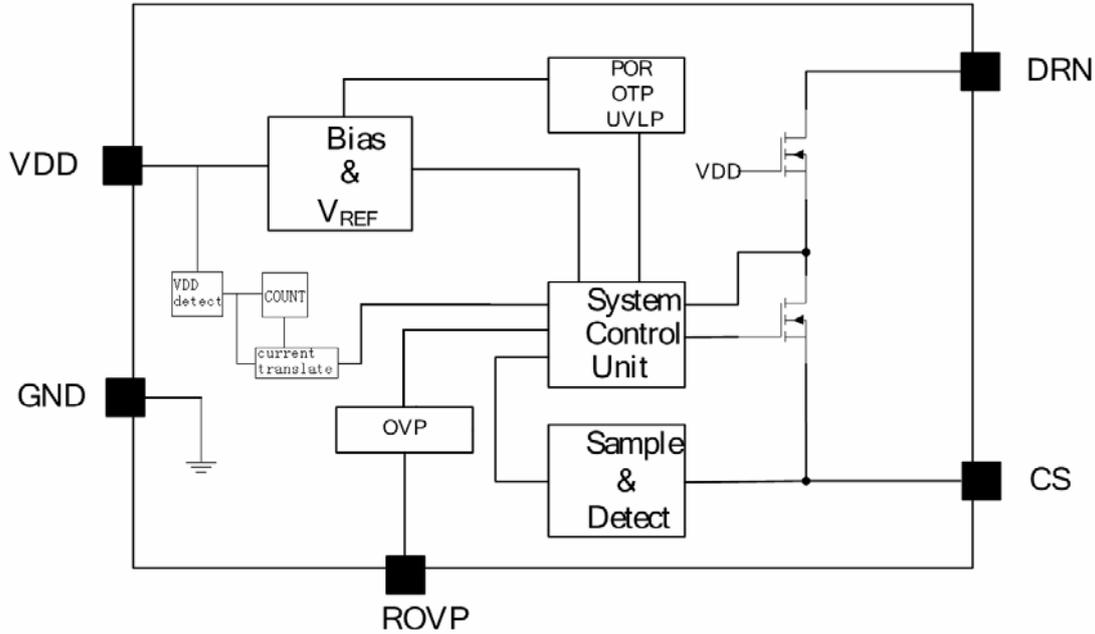
## 特性

- 四段、三段调光可通过外部管脚选择
- 内部集成 500V 功率管
- 无需辅助绕组检测和供电
- 芯片超低工作电流
- 宽输入电压
- LED 开路保护
- LED 短路保护
- CS 电阻短路保护
- 芯片供电欠压保护
- 过热调节功能

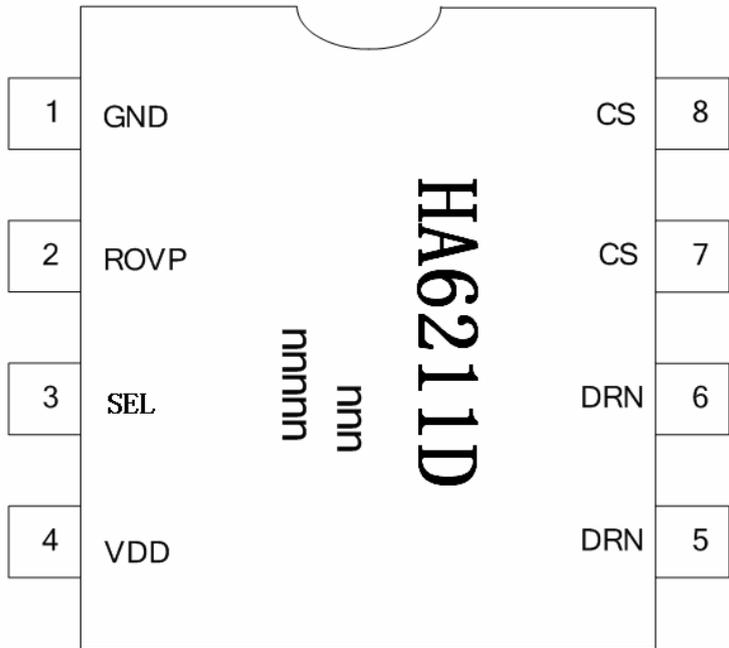
## 应用

- LED 彩灯
- LED 球泡灯
- LED 床头灯
- LED 吸顶灯
- 其他可调光 LED

功能框图



引脚图



## 引脚说明

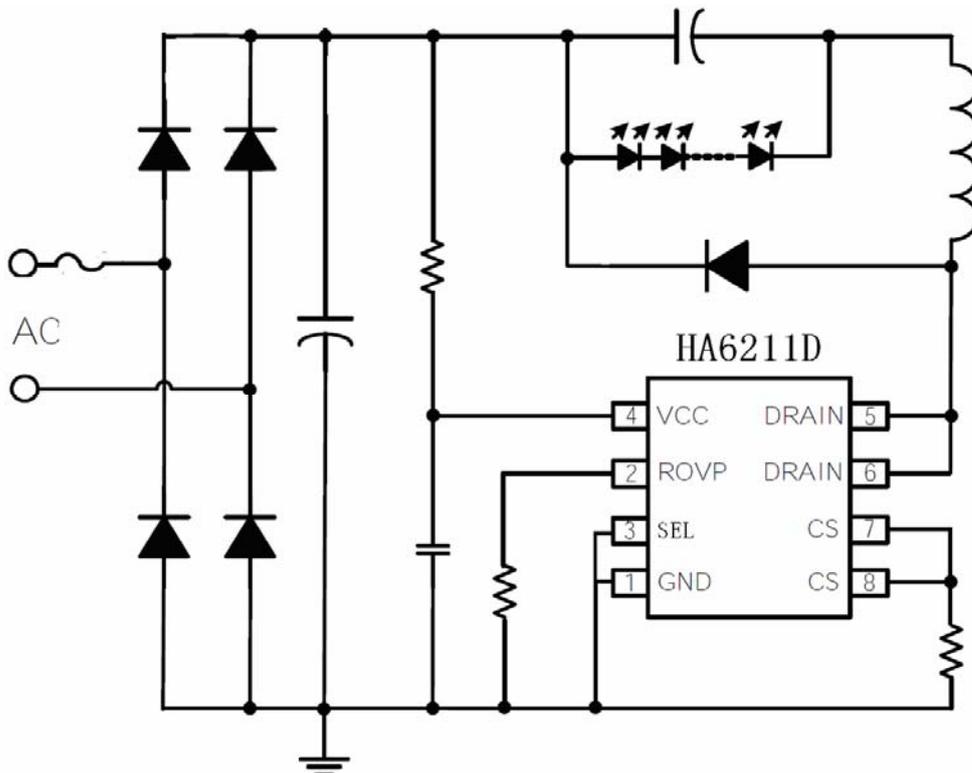
引脚号	符号	功能
1	GND	电源地
2	ROVP	设置开路保护，外接电阻
3	SEL	分段选择，悬空三段，接地四段
4	VDD	工作电源
5, 6	DRN	功率 MOSFET 的漏端
7, 8	CS	电流采样端，接电阻到地

## 极限参数

项目	符号	参数范围	单位
VCC 引脚最大电源电流	$I_{CC\_MAX}$	10	mA
内部高压功率管漏极到源极峰值电压	$V_{DRN}$	-0.3~500	V
电流采样端电压	$V_{CS}$	-0.3~6	V
开漏保护电压调节端	$R_{OVP}$	-0.3~6	V
工作结温范围	$T_J$	-40~150	°C
存储温度范围	$T_{STG}$	-55~150	°C
ESD		2000	V

注：超过极限参数范围，本产品的性能及可靠性将得不到保障，实际使用中不得超过极限参数范围

## 典型应用图



## 电气特性

电气特性 ( $V_{CC}=15V$ ,  $T_{TP} = 25^{\circ}C$ )

项目	符号	测试条件	范围	单位
电源电压				
$V_{CC}$ 钳位电压	$V_{CC\_CLAMP}$	1mA	16.5~17.5	V
$V_{CC}$ 启动电压	$V_{CC\_ON}$	$V_{CC}$ 上升	13.5~14.5	V
$V_{CC}$ 欠压保护阈值	$V_{CC\_UVLO}$	$V_{CC}$ 下降	8.5~9.5	V
$V_{CC}$ 启动电流	$I_{ST}$	$V_{CC}=V_{CC\_ON} - 1V$	$\leq 180$	$\mu A$
$V_{CC}$ 工作电流	$I_{OP}$	$F_{OP}=70KHz$	$\leq 150$	$\mu A$
电流采样				
电流检测阈值	$V_{CS\_TH}$		780~820	mV
短路时电流检测阈值	$V_{CS\_SHORT}$	输出短路	200	mV
前沿消隐时间	$T_{LEB}$		350	ns
芯片关断延迟	$T_{DELAY}$		200	ns
工作频率				
最小退磁时间	$T_{OFF\_MIN}$		4.5	us
最大退磁时间	$T_{OFF\_MAX}$		240	us
最大开通时间	$T_{ON\_MAX}$		40	us
ROVP 引脚电压	$V_{ROVP}$		0.5	V
功率管				
功率管导通阻抗	$R_{DS\_ON}$	$V_{GS}=15V / I_{DS}=0.5A$	5	$\Omega$
功率管的击穿电压	$BV_{DSS}$	$V_{GS}=0V / I_{DS}=250\mu A$	500	V
功率管漏电流	$I_{DSS}$	$V_{GS}=0V / V_{DS}=600V$	1	$\mu A$
过热调节				
过热调节温度	$T_{REG}$		150	$^{\circ}C$

## 功能说明

HA6211D 是一款专用于 LED 照明的分段调光驱动芯片，应用于非隔离降压型 LED 驱动电源。芯片内部集成 500V 功率开关，只需要极少的外围组件就可以达到优异的恒流特性。而且无需辅助绕组供电和检测，系统成本极低。

## 启动

系统上电后，母线电压通过启动电阻对电容充电，当 VDD 电压达到芯片开启阈值时，芯片内部控制电路开始工作。HA6211D 内置 17V 稳压管，用于钳位 VDD 电压。芯片正常工作时，需要的 VDD 电流极低，所以无需辅助绕组供电。

## 采样电阻与恒流控制

芯片逐周期检测电感的峰值电流，CS 端连接到内部的峰值电流比较器的输入端，与内部 800mV 阈值电压进行比较，当 CS 电压达到内部检测阈值时，功率管关断。

电感峰值电流的计算公式为：

$$I_{PK} = \frac{800}{R_{CS}} mA$$

其中， $R_{CS}$  为电流采样电阻阻值。

CS 比较器的输出还包括一个 350ns 前沿消隐时间。LED 输出电流计算公式为：

$$I_{LED} = \frac{I_{PK}}{2}$$

其中， $I_{PK}$  是电感的峰值电流。

## 储能电感

HA6211D 工作在电感电流临界模式，当功率管导通时，流过储能电感的电流从零开始上升，导通时间为：

$$t_{on} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{IN} - V_{LED}}$$

其中， $L$  是电感量； $I_{PK}$  是电感电流的峰值； $V_{IN}$  是经整流后的母线电压； $V_{LED}$  是输出 LED 上的电压。当功率管关断时，流过储能电感的电流从峰值开始往下降，当电感电流下降到零时，芯片内部逻辑再次将功率管开通。功率管的关断时间为：

$$t_{off} = \frac{L \times I_{PK}}{V_{LED}}$$

储能电感的计算公式为：

$$L = \frac{V_{LED} \times (V_{IN} - V_{LED})}{f \times I_{PK} \times V_{IN}}$$

其中， $f$  为系统工作频率。HA6211D 的系统工作频率和输入电压成正比关系，设置 HA6211D 系统工作频率时，选择在输入电压最低时设置系统的最低工作频率，而当输入电压最高时，系统的工作频率也最高。

HA6211D 设置了系统的最小退磁时间和最大退磁时间，分别为 4.5us 和 240us。由  $t_{off}$  的计算公式可知，如果电感量很小时， $t_{off}$  很可能会小于芯片的最小退磁时间，系统就会进入电感电流断续模式，LED 输出电流会背离设计值；而当电感量很大时， $t_{off}$  又可能会超出芯片的最大退磁时间，这时系统就会进入电感电流连续模式，输出 LED 电流同样也会背离设计值。所以选择合适的电感值很重要。

## 开路过压保护电阻设置

开路保护电压可以通过 ROVP 引脚电阻来设置，ROVP 引脚电压为 0.5V。

当 LED 开路时，输出电压逐渐上升，退磁时间变短。因此可以根据需要设定的开路保护电压，来计算退磁时间  $T_{OVP}$ 。

$$T_{OVP} \approx \frac{L \times V_{CS}}{R_{CS} \times V_{OVP}}$$

其中， $V_{CS}$  是 CS 关断阈值（800mV）， $V_{OVP}$  是需要设定的过压保护点。然后根据  $T_{OVP}$  时间来计算  $R_{OVP}$  的电阻值，公式如下：

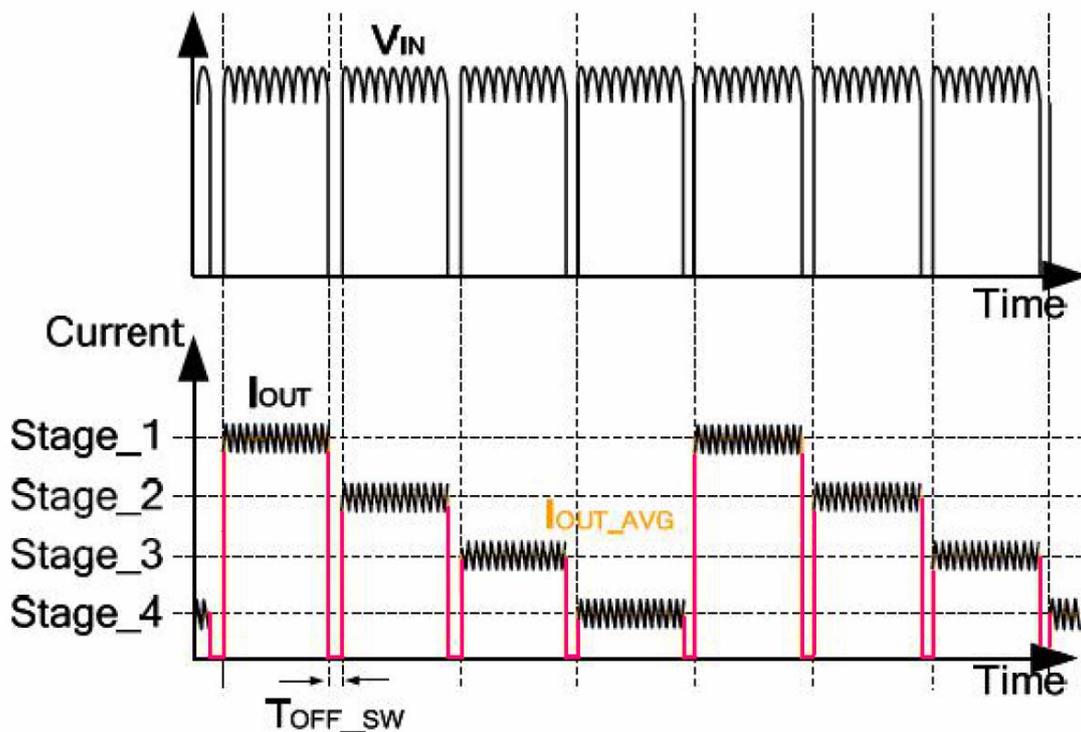
$$R_{OVP} \approx 15 * T_{OVP} * 10^6$$

## 开关调光

HA6211D 采用了传统的开关调光功能，无需额外的器件和输入信号。用户只需要开关输入电压就可以实现 LED 亮度的调节，如下图所示：

当电路第一次上电启动，通过启动电阻对电源上的电容充电，并初始化系统，电路工作在 LED 100%亮度的状态（stage\_1），当电源开关关闭，并且保持时间大于 300ms，关闭的时间小于 5S，开关重新打开，电路就会切换到状态二（stage\_2），LED 电流切换为 50%，因此如果你想要切换到第三状态和第四状态，可以通过切换开关来实现，如果开关关闭的时间大于 5S，电路就会重启，系统初始化到状态一。

如果 SEL 脚悬空，则切换的状态是 stage\_1, stage\_2, stage\_4



## 保护功能

HA6211D 内置多种保护功能，包括 LED 开路/短路保护，CS 电阻短路保护，VDD 欠压保护，芯片温度过热调节等。当输出 LED 开路时，系统会触发过压保护逻辑并停止开关工作。

当 LED 短路时，系统工作在 5KHz 低频，CS 关断阈值降低到 200mV，所以功耗很低。当有些异常的情况发生时，比如 CS 采样电阻短路或者变压器饱和，芯片内部的快速探测电路会触发保护逻辑，系统马上停止开关工作。

系统进入保护状态后，VDD 电压开始下降；当 VDD 到达欠压保护阈值时，系统将重启。同时系统不断的检测负载状态，如果故障解除，系统会重新开始正常工作。

## 过温调节功能

HA6211D 具有过热调节功能，在驱动电源过热时逐渐减小输出电流，从而控制输出功率和温升，使电源温度保持在设定值，以提高系统的可靠性。芯片内部设定过热调节温度点为 150°C。

## PCB 设计注意事项

在设计HA6211D PCB时，需要遵循以下指南：

### 旁路电容

VDD的旁路电容需要紧靠芯片VDD和GND引脚。

### OVP电阻

开路保护电压设置电阻需要尽量靠近芯片ROVP引脚。

### 地线

电流采样电阻的功率地线尽可能短，且要和芯片的地线及其它小信号的地线分头接到母线电容的地端。

### 功率环路的面积

减小功率环路的面积，如功率电感、功率管、母线电容的环路面积，以及功率电感、续流二极管、输出电容的环路面积，以减小EMI辐射。

### DRN 引脚

增加 DRN 引脚的铺铜面积以提高芯片散热。

封装形式

DIP8 package outline dimensions

