

LED驱动用
控制 IC



MV1001SC








应用手册
Ver. 2.0

使用上的注意事项

首先感谢选用本公司的产品。

在使用本 IC 产品时，为了确保您的安全，请在使用时务必遵守以下警告以及注意事项。

警告		如果错误地使用本产品，会有导致死亡等重大人身事故以及严重的物品受损事故的危险。
注意		如果错误地使用本产品，可能会至人轻伤，或使物品受到轻微损害。

警告	 	<p>本公司一贯致力于提高产品质量以及可靠性，但是半导体产品有可能出现一定比例的故障或误动作。希望您能本着负责的态度进行冗余设计、阻燃设计、防误动作设计以及安全设计，避免由于本公司产品的故障引起人身事故、火灾事故及社会性的损害等。</p> <p>本资料所记载的本公司半导体产品并非设计及制造用于要求极高的品质和可靠性、当出现故障及误动作会直接威胁人的生命或对人体造成危害的设备或系统上。如您在下述特殊用途、特定用途的设备、装置上使用本公司产品时，请事先与本公司联系以获得相关确认。</p> <p>特殊用途 运输设备（车载、船舶等）、基幹用通信设备、交通信号设备、防灾/防犯设备、各種安全设备、医療设备等</p> <p>特定用途 原子能控制系统、航空设备、航空宇宙设备、海底中继器、生命维持装置等</p> <p>关于 IC 产品，不只限于特殊用途及特定用途，如需要用于连续工作为前提的要求长寿命的设备及装置，请事先与本公司联系。</p>
注意	    	<p>请勿擅自对产品进行维修或改造，否则有可能引起严重的事故。 《会有触电、破损、火灾、误动作等危险。》</p> <p>出现工作异常时，输出端子会出现过高电压或电压降低的情况。请在整机产品设计中考虑出现工作异常带来负载误动作、破损等情况下的保护措施（过电压保护、过电流保护等保护措施）。</p> <p>请确认输入端子、输出端子的极性，确定没有出现错误连线后再进行通电。 《有可能会保护元件断路、冒烟或着火的情况。》</p> <p>请严格遵守规定的输入电压规格，同时务必在输入端中插入保护元件。 《出现异常情况时有可能出现冒烟或着火的情况。》</p> <p>使用时如果出现故障或发生异常时，请立即切断输入停止电源，同时立即联系本公司。</p>

- 由于产品改良等原因，本资料所记载的内容可能会有所变更，请予谅解。
- 在使用本产品前，请互换签署产品规格书。
- 此处所记载的所有资料内容正确并值得信赖，但对于使用这些资料引起的损害或专利权侵权或其他侵权行为等，本公司概不负责。
- 本资料不保证对第三方或本公司的专利权或其他权利的使用，或承诺其使用权。
- 禁止在无本公司许可的情况下对本资料的部分或全部内容进行转载或复制。

目录

1. 概要	4
1.1 特长	4
1.2 功能框图	4
1.3 端子配置图	5
1.4 端子功能一览	5
2. 基本工作说明	6
3. 元器件选择步骤及设计方法	7
3.1 基本电路结构	7
3.2 元器件的选择	8
3.2.1 MOSFET 的选择	8
3.2.2 回流二极管的选择	8
3.2.3 电流检测电阻的选择	9
3.2.4 电感的选择	9
3.2.5 门极驱动电路的选择	10
3.2.6 CS 端子滤波电路的选择	10
3.2.7 Vcc 端子平滑电容的选择	10
3.2.8 REF 端子电容的选择	10
3.2.9 Svin,Svout 端子电阻的选择	10-11
3.2.10 Svin 端子电容的选择	11
3.2.11 Svout 端子电容的选择	11-12
3.2.12 共振电容的选择	13
3.2.13 输入电容、输出电容的选择	13
3.3 利用辅助绕组型电路	13
3.3.1 利用辅助绕组型电路结构	13
3.3.2 辅助绕组的选择	14
3.3.3 辅助绕组整流用二极管的选择	14-15
3.3.4 高电位端驱动电路	15-16
4. 布线设计上的注意	17
4.1 注意事项	17
4.2 线路板布线范例	18

5. 调光特性	19
5.1 各模式的动作	19-21
5.2 PWM 调光	22
5.2.1 最大调光与最小调光领域的 PWM 调光	22
5.2.2 不使用最小调光领域的 PWM 调光	23
5.2.3 线性调光与 PWM 调光的组合	24
6. 保护功能	25
6.1 LED 开路保护	25
6.2 LED 短路保护	25
6.3 过热保护	26
6.4 CS 端子开路保护	26
6.5 CS-GND 端子短路保护	26
6.6 电流检测电阻开路保护	26
6.7 电流检测电阻短路保护	26
7. 标准电路范例	27
7.1 电源规格及电路图	27
7.2 电源特性	28
7.3 工作波形范例	28-29

1.概要

1.1 特长

MV1001SC 是直接通电即可工作的 LED 照明用驱动 IC。

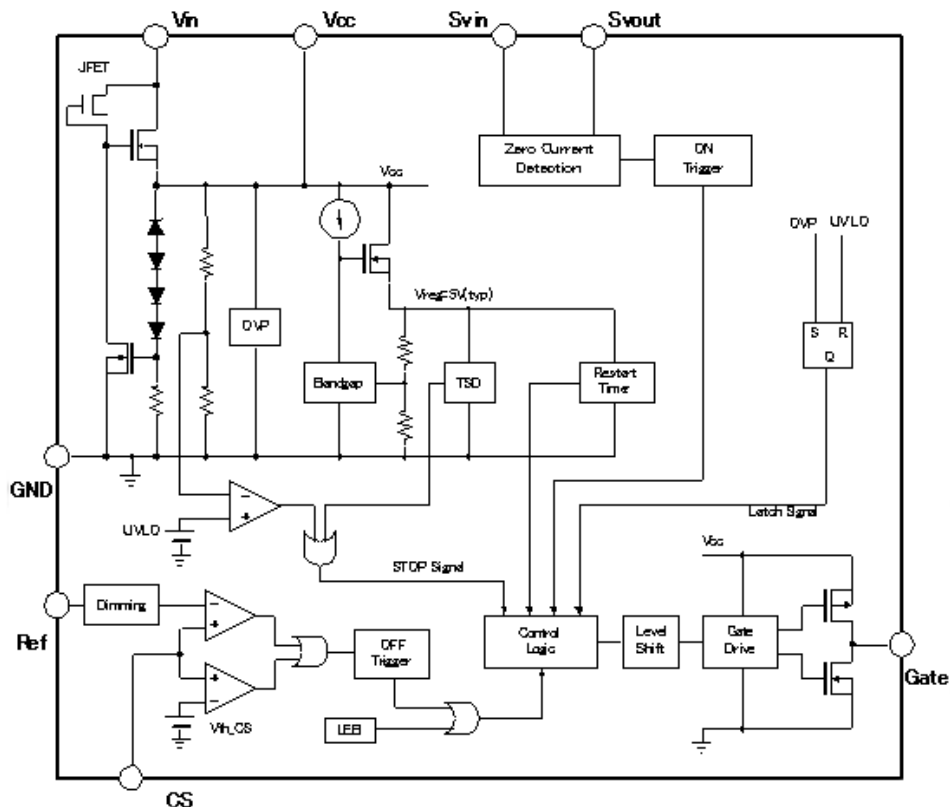
不使用辅助绕组就可以进行电流临界模式的准谐振工作，通过简单的电源结构即可实现高效率·低噪声。

另外，线性调光可以实现流畅的无闪烁深度调光。

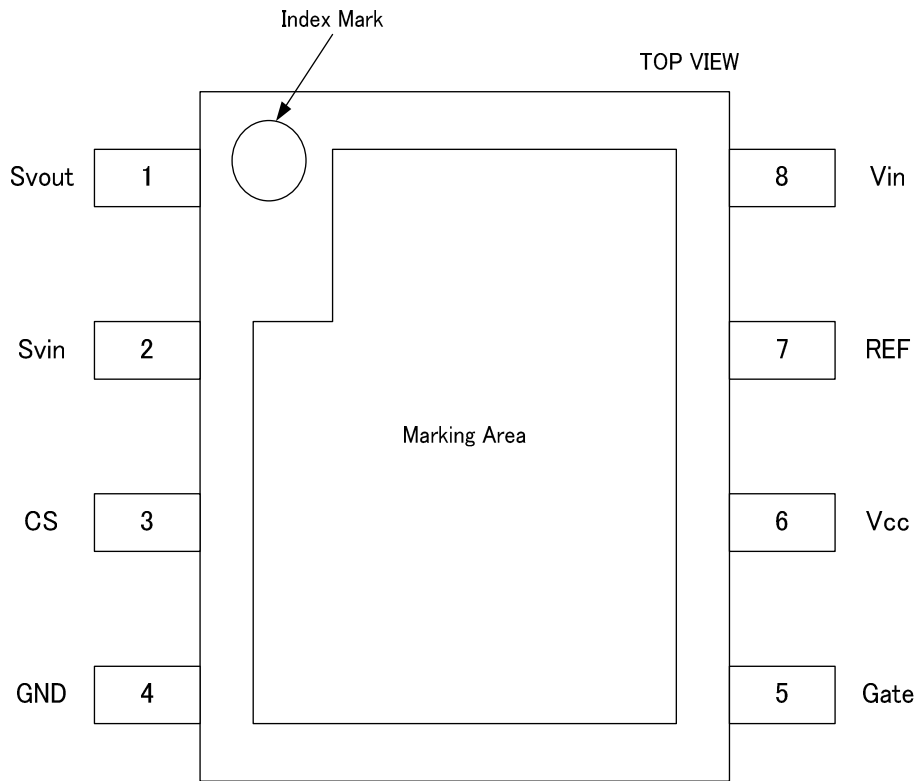
MV1001SC 的主要特长如下：

- 不需辅助绕组即可实现准谐振工作
- 电流临界模式的准谐振工作，实现输入变动小，高效率·低噪声。
- 关断脉宽调制实现深度调光(1%以下)
- 可以进行 PWM 调光及线性调光
- 适用于带指示灯开关
- 可以通过使用辅助绕组实现 LED 开路保护
- 内置过热保护·UVLO·LED 短路保护功能
- 直接通电即可工作

1.2 功能框图



1.3 端子配置图



Package : SOP8J

1.4 端子功能一览

端子编号	符号	端子名称
1	Svout	零电流检测端子
2	Svin	零电流基准端子
3	CS	电流检测端子
4	GND	接地端子
5	Gate	主开关用 MOSFET 驱动端子
6	Vcc	IC 电源端子
7	REF	调光端子
8	Vin	AC 输入端子

2.基本工作说明

MV1001SC 采用临界型降压斩波电路结构, 电路结构如图 1, 主 SW 及二极管中流过的电流波形分别为图 2 中的 I_d, I_F 。

临界型降压斩波电路由于在二极管电流归零后主 SW 才启动的, 一方面二极管几乎没有恢复电流, 实现低损耗低噪声。另一方面由于随着输出电流的变化, 振荡频率也发生很大变化, 存在调光性能及效率降低的缺点。

MV1001SC 通过关断脉宽调制功能, 可以抑制调光时的频率上升, 在深度调光时也能获得稳定的效率及调光性能。

(请参考第 5 项 【调光性能】)

另外, IC 检测并比较电感线圈两端的电压(图 2 中的①和②), 可实现无控制绕组情况下的临界工作。

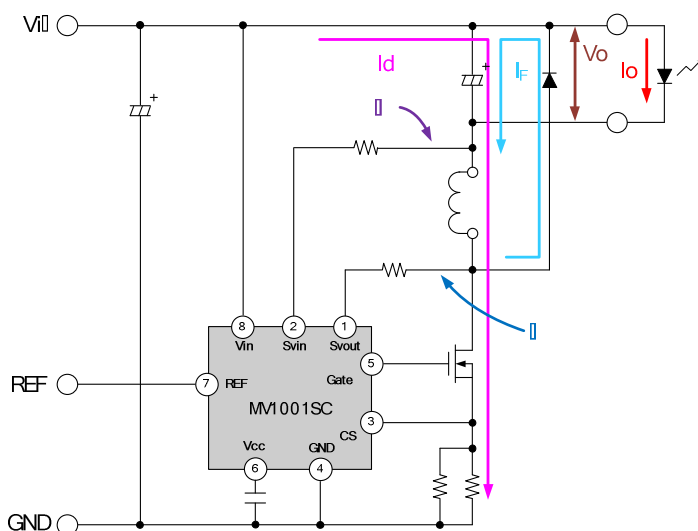


图 1 临界型降压斩波电路

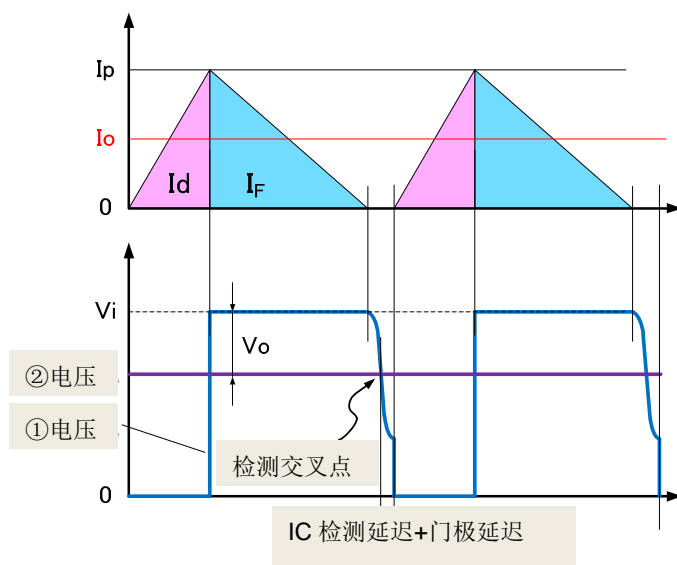


图 2 临界型降压斩波中电路中 MOS 管和二极管的电流波形及电感线圈两端的电压波形

3. 元器件的选择步骤和计算方法

计算仅仅是粗略计算，在实际的电路中，会由于各个元器件的特性和 IC 的检测延迟等因素的影响会出现误差。请在样机上实际确认并进行调整。

另外请注意，在使用示波器验证波形时，探测器的电容成分会带来波形及特性的变化。在测试 Svin 端子、Svout 端子、CS 端子、MOSFET 的 D-S 间的波形时更加要注意。

此外，本资料内记载的数值在没有特别指明的情况下，均采用 TYP 值。

3.1 基本电路结构

MV1001SC 可以由 Vin 端子内置的高压启动电路提供内部电源，可以直接输入全波整流后的高压(直接通电型)。

直接通电型的电路的结构简单，成本低。基本电路结构如图 3，工作波形如图 4 所示。

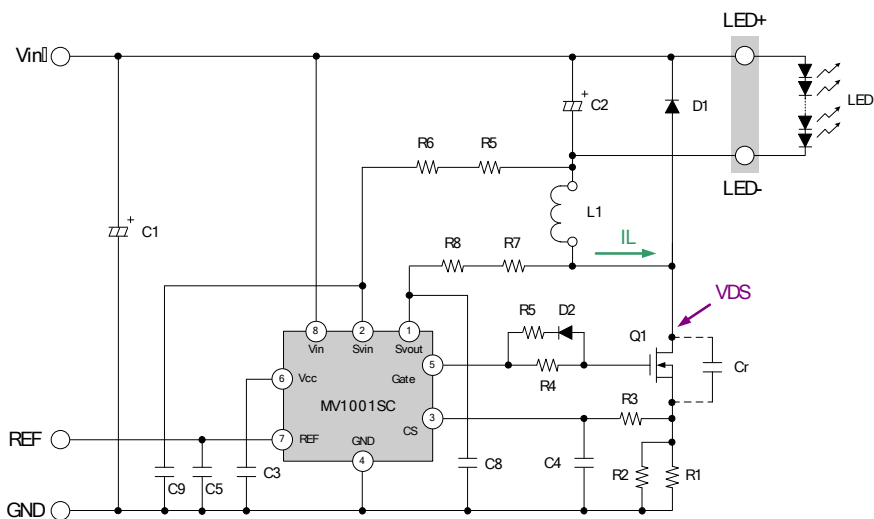


图 3 直接通电型电路结构

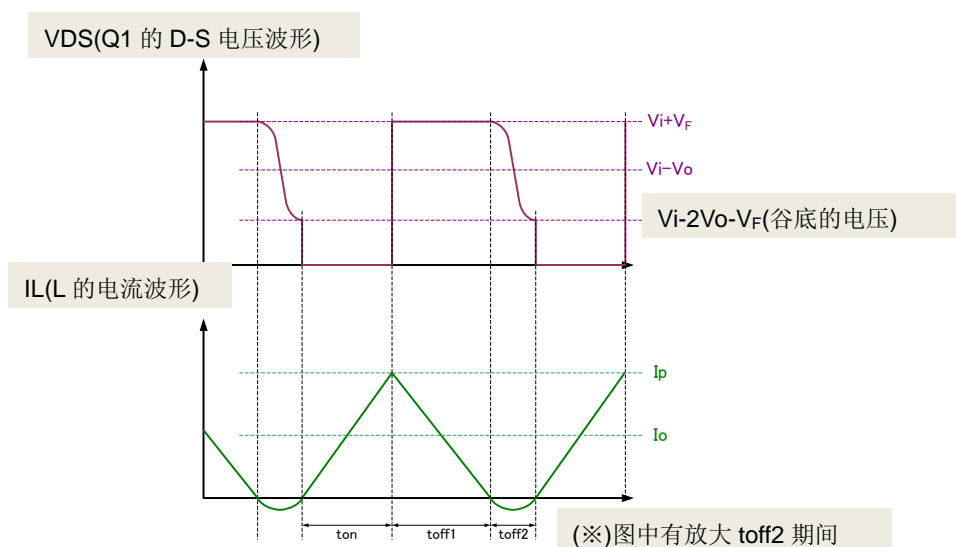


图 4 工作波形

3.2 元器件的选择

3.2.1 MOSFET(Q1)的选择

MOSFET 上施加有如图 4 所示的电压。施加电压的最大值基本与输入电压的最大值相同，但是实际上由于走线的 L 成分等因素影响，有时会产生尖峰电压。因此请在样机上实际确认后，选择有一定耐压余量的元器件。

功率较大的照明器具使用导通电阻较低的 MOSFET 较为有利，而较小功率的照明器具选用 Ciss 及 Coss 等容量较小的 MOSFET 效率会更高，并能够获得良好的调光性能。

推荐元器件(截至 2013 年 4 月)

产品名称	耐压(V)	ID(A)	Ron(typ)	Ron(max)	Qg(nC)	Ciss(pF)	Coss(pF)	厂家	产品系列
P3B28HP2	280	3	1.70	2.00	3.6	120	25	新电元	FB
P9B40HP2	400	9	0.65	0.80	14.5	575	60	新电元	FB
P1B52HP2	525	1	6.00	7.20	4.3	125	20	新电元	FB
P5B52HP2	525	5	1.40	1.70	10.5	400	45	新电元	FB
P6B52HP2	525	6	1.10	1.35	15	520	58	新电元	FB
P3B60HP2	600	3	1.92	2.30	10	400	40	新电元	FB
P4B60HP2	600	4	1.50	1.80	12.5	505	48	新电元	FB

IC 的功耗为输入电压与消费电流的乘积，而消费电流是逻辑电路的电流与门极驱动电流之和，因此请尽量选择门极容量较小的 MOSFET。

3.2.2 再生二极管(D1)的选择

与 MOSFET 相同，也需要耐压高于输入电压。另外，请选择 trr=100nsec 以下的适合高速工作的 FRD(快恢复二极管)。

推荐元器件(截至 2013 年 4 月)

产品名称	耐压(V)	Io(A)	V _F (V)	C _j (pF)	trr(ns)	厂家	产品系列
D1FK60	600	0.8	1.3	11	75	新电元	1F
D2FK60	600	1.5	1.3	16	75	新电元	2F
D1FL40U	400	1.5	1.2	11	25	新电元	1F
D1FL20U	200	1.1	0.98	-	35	新电元	1F

3.2.3 电流检测电阻(R1,R2)的选择

CS 端子的电流检测阈值为 $V_{cs}=495mV$, $R1//R2=R_{cs}$ 。图 4 中, 实际的 $toff2$ 比 $ton, toff1$ 小很多, 因此 Drain 电流峰值 I_p 是输出电流(LED 电流) I_o 的 2 倍, R_{cs} 按照以下公式进行计算。

$$R_{cs} = \frac{V_{cs}}{I_p} = \frac{V_{cs}}{2 \times I_o}$$

实际上, $toff2$ 及检测延迟会使实际的电流值与计算值略有出入, 因此需要在实际的样机上进行调整以确定最合适的电阻值。

3.2.4 电感(L1)的选择

利用输入电压 V_i 、输出电压(LED 电压) V_o 、工作频率 f 、电感 L 、再生二极管 $D1$ 的正向压降 V_F , 忽略 $toff2$, 电感值可以按照以下公式进行计算。

$$L = \frac{(V_i - V_o) \times (V_o + V_F)}{2 \times f \times I_o \times (V_i + V_F)}$$

工作频率会随输入电压的变动及调光发生变化。

电感一般都具有如图 5(a)所示的直流叠加特性, 当电流值增加时电感值会下降。因此, 主 SW 的电流波形会出现如图 5(b)中实线所表示的波形, 即输出电流 I_o 比计算值会略小。

此外, 电感的峰值电流 I_p 约为输出电流 I_o 的 2 倍, 选择元器件时请注意由于 I_p 造成的电感值下降的情况。

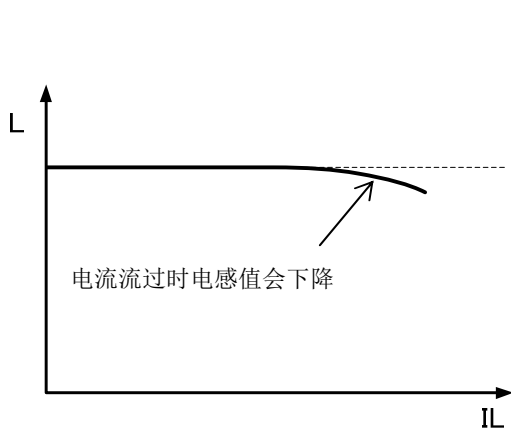


图 5(a) 电感的直流叠加特性

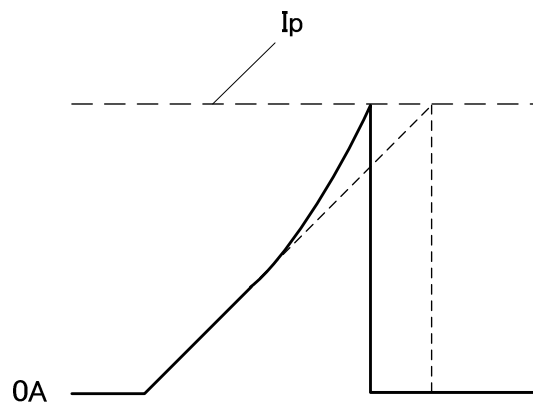


图 5(b) 电感值下降时的主 SW 电流波形

3.2.5 门极驱动电路(R4,R9,D2)的选择

IC 内部门极的充电电流(IG_source)上限约 40mA，放电电流(IG_sink)上限约 425 mA，R4=0Ω，即直接驱动也可以使用。通过插入 R4，可以调整延迟时间、降低噪声、改善调光性能等。插入 R4 时，放电电流也会受到限制，为了获得良好的恒流特性，需要缩短延迟时间，这就需要放电二极管 D2。放电电流可以通过电阻 R9 进行调整。

此外，上文提到的充电电流、放电电流均指直接通电型(Vcc=9V)时的数值，使用辅助绕组型电路中 Vcc 会变化，充电电流、放电电流值等也会随之变化。使用辅助绕组型电路的详细信息请参考第 3.3 项。

3.2.6 CS 端子滤波器(R3,C4)的选择

用于防止噪声进入 CS 端子的滤波电路。R3 在 0Ω 的情况下也可以使用，如将 R3 调整为 1kΩ 左右、C4 调整为 10pF~100pF，可以改善微小调光领域的闪烁情况。但是，当滤波时间常数增加时，检测延迟也会增加，设定输出电流值及输入电压导致的输出电流变动也会增大。

3.2.7 Vcc 端子平滑用电容(C3)的选择

用于稳定 Vcc 端子电源电压的电容。请选择 0.1uF 以上的电容。如果选用容量过大的电容，会导致启动时间延长，具体请在样机上进行确认。

3.2.8 REF 端电容(C5)的选择

用于防止噪声引起误动作的电容。请使用 1000pF 以上的电容。调光方法请参考 5 项【调光性能】。

3.2.9 Svin,Svout 端子电阻(R5,R6,R7,R8)的选择

Svin,Svout 端子是用于检测 L1 两端电压的反转点并决定启动时机(Zero Current Detection)的比较器输入端。为了实现良好的比较特性，请将端子输入电压设为 3.5V 以下。L 的两端为高电压，因此需要使用如图 6 的电路图所示的分压电阻(R5,R6,R7,R8)。

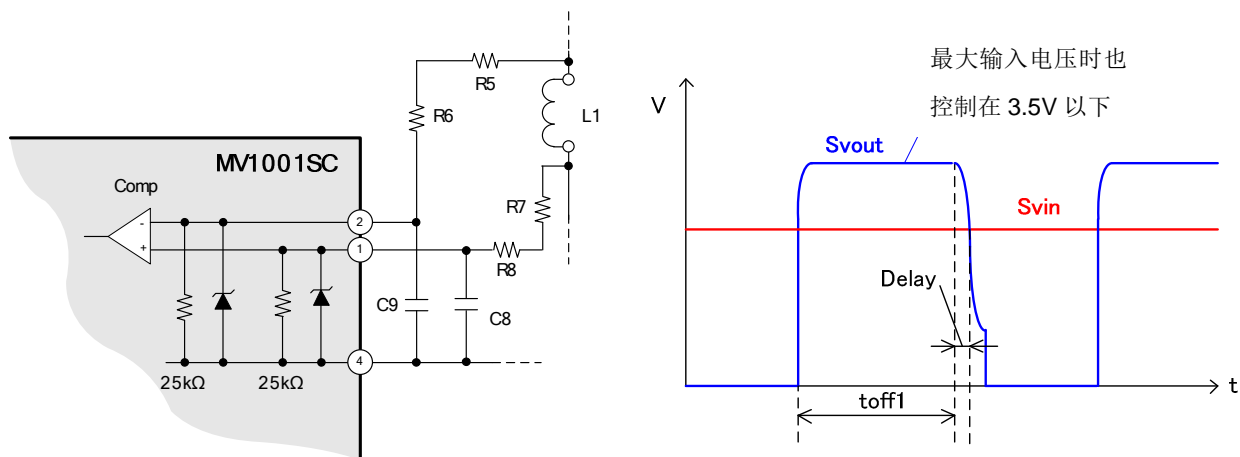


图 6 Zero Current Detection 工作波形和内部电路

Svin 端子、Svout 端子的电压波形如图 6 所示。

当输入电压达到最大时，请按照以下计算式选择 R7,R8 使 Svout 端子的电压保持在约 3.5V。

$$R7 + R8 = \frac{25k \times (Vi - V_F)}{3.5} - 25k$$

R5,R6 请选择比 R7,R8 小 5% 的电阻值。（请参考第 6.2 项【LED 短路保护功能】）

R5,R6,R7,R8 请选择 ±1% 以下的高精度产品。

另外，当输出电压 Vo 比最大输入电压 Vi 小 10% 时，可能出现无法检测开启时机的情况。出现这种情况时，请参照第 3.3 项记载的利用辅助绕组型电路进行设计。

3.2.10 Svin 端子电容(C9)的选择

用于防止噪声引起的误动作的电容。请选用 1000pF 的电容。

3.2.11 Svout 端子电容(C8)的选择

用于调整第 3.2.9 项的图 6 中的延时，并决定开启时机的电容。共振周期会跟随电感和 MOSFET 等元件发生改变。如果调整延时使图 7 的 toff2 为共振周期的一半，则 MOSFET 在谷底开启，开关损耗及噪声为最小。C8 越大延时越大，通常 10~100pF 左右最为适合。另外，为了防止由噪声引起的误动作，C8 推荐使用 10pF 以上的电容。

关于准谐振中共振周期的补充说明

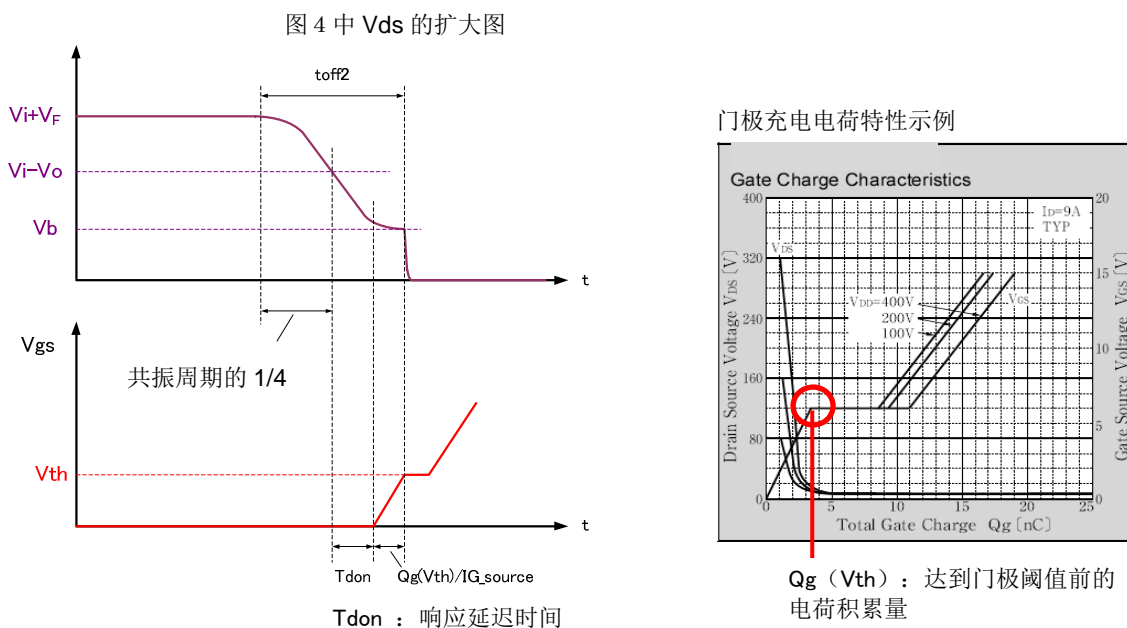


图 7 延时时间的调整

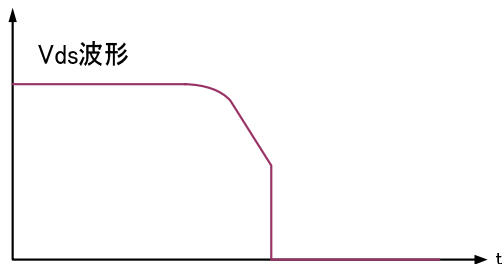
理想情况如图 7 所示，在共振的谷点处 MOSFET 开启，这种情况所需的条件可用以下公式表示。

$$\frac{1}{4} \times 2\pi \sqrt{L \times (C_r + C_{oss} + C_j)} = T_{don} + \frac{Q_g(V_{th})}{I_g}$$

Coss: MOSFET 的输出容量 Cr: D-S 间容量 Cj: 再生二极管的结合容量

此时， $V_b = V_i - 2V_o - V_f$ ，开关损耗达到最小。实际上，并不一定遵照上述条件，也没有必要一定在最低点开启。如果出现很大的偏差，可以按照以下的方法进行调整。

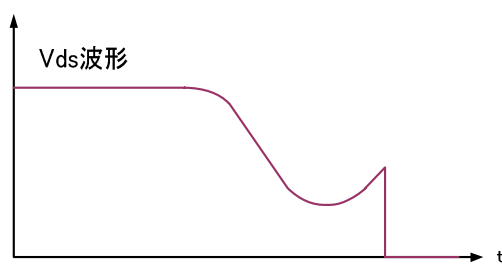
(1) 左侧偏大的情况



⇒ 推迟开启时机

• 增大 C8 或 R4 的参数

(2) 右侧偏大的情况



⇒ 延长共振周期

• 增大 Cr 的参数

3.2.12 共振电容(Cr)的选择

一般情况下不需要用到 Cr，但可以起到降低关断时噪声的效果。但是，需要注意的是，有时会出现开启时噪声增加的情况。另外，如果 Cr 增大，调光性能及效率会恶化，因此增大 Cr 时请控制在所需要的最小限度。

3.2.13 输入电容(C1)、输出电容(C2)的选择

在选择输入和输出电容时，请综合考虑最大容许纹波电流、使用寿命、输出电压保持时间等因素。电容的纹波电流可以用以下计算式进行计算。

输入电容的纹波电流

$$I_{ripin} = I_p \times \sqrt{D \times \left(\frac{1}{3} - \frac{D}{4} \right)}$$

输出电容的纹波电流

$$I_{ripout} = \frac{I_o}{\sqrt{3}}$$

这里的 D 表示开关占空比。

根据输入、输出电压的关系，D 可以根据以下的计算式求得。

$$D = \frac{V_o}{V_i}$$

选择时请考虑输入电容会叠加全波整流及 PFC 等输入电路侧的波纹。

3.3 使用辅助绕组型电路

3.3.1 使用辅助绕组型电路结构

MV1001SC 如图 8 所示，也可以采用使用辅助绕组型的电路结构，由于 IC 的耗电量变小，可以搭建效率更高的电源。元器件选择方面和直接通电型电路相同，但需要选择第 3.3.2 项（辅助绕组）和第 3.3.3 项（辅助绕组整流二极管）。

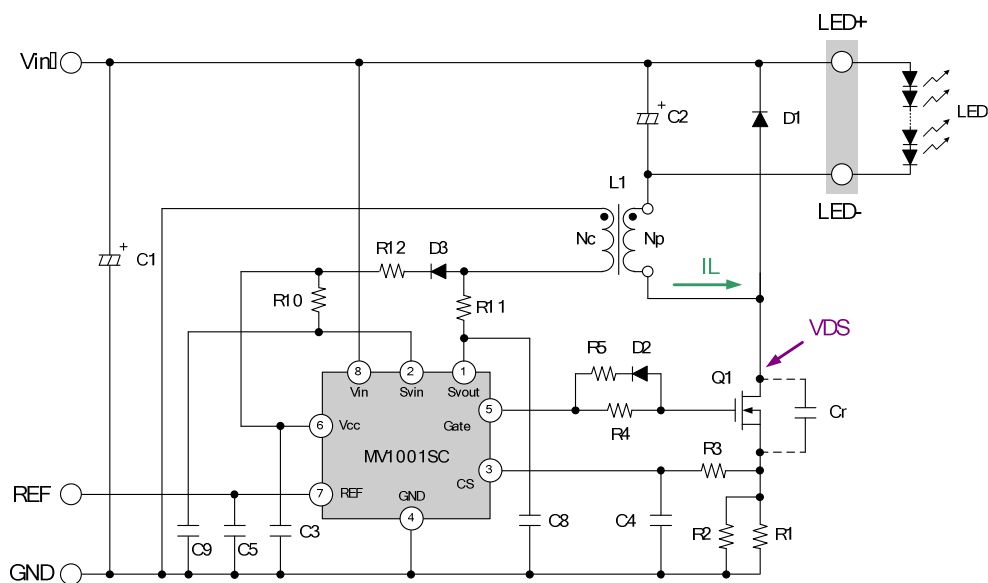


图 8 使用辅助绕组型电路结构

3.3.2 辅助绕组(Nc)的选择

如图 8 所示, 可以由电感 L1 辅助绕组向 MV1001SC 供电, 从而降低耗电量。此时辅助绕组向 Vcc 端子供电的电压 Vcc 可以通过以下的计算式确定匝数比, 使 Vcc 保持在 10V~16V 的范围之内。

$$\frac{N_c}{N_p} = \frac{V_{cc} + V_{F3}}{V_o + V_{F1}}$$

Np: 电感 L1 的匝数[T]

Nc: 辅助绕组的匝数[T]

V_{F1}: 二极管 D1 的 V_F

V_{F3}: 二极管 D3 的 V_F

辅助绕组中产生的电压会随着调光发生变化, 因此, 当辅助绕组的供电电压低于 10V 时, 就会切换到由 IC 内部的启动电路供应, IC 耗电量会随之增加。在设计时请充分考虑到辅助绕组的参数偏差。

Vcc 端子具备检测到过电压时锁定停止功能, 当 Vcc 端子电压达到 20.7V(typ.)时会停止工作。如图 8 的极性绕制的辅助绕组, 辅助绕组中产生的电压与输出电压成正比, 因而可以间接检测出 LED 开路导致的过电压, 并停止工作。

停止工作时的输出电压 Vovp 可以按照以下计算式进行计算。

$$V_{ovp} = \frac{20.7}{V_{cc}} \times V_o$$

当输入电压 Vi 和输出电压 Vo 的差很小时, 有时会出现 LED 开路保护无法启动的情况。

3.3.3 辅助绕组整流二极管(D3)的选择

D3 上施加有如以下计算式所表示的反向电压 Vr。选择时请注意耐压。

$$V_r = V_i \times \frac{N_c}{N_p}$$

输入电压最大时, D3 的反向电压也最大。另外, D3 请选择使用 FRD (快恢复二极管)。

推荐元器件(2013 年 4 月)

产品名称	耐压(V)	Io(A)	V _F (V)	Cj(pF)	trr(ns)	厂家	封装
D1FK60	600	0.8	1.3	11	75	新电元	1F
M1FL20U	200	1.1	0.98	-	35	新电元	M1F
M1FL40U	400	1.5	1.2	11	25	新电元	M1F

与二极管串联插入电阻(R12), 可以降低 Vcc 端子的噪音, 并调整电压。

R10,R11 请使用 R10=1MΩ、R11=220kΩ。

另外，使用辅助绕组型电路的 Svin 端子, Svout 端子的波形如图 9 所示。

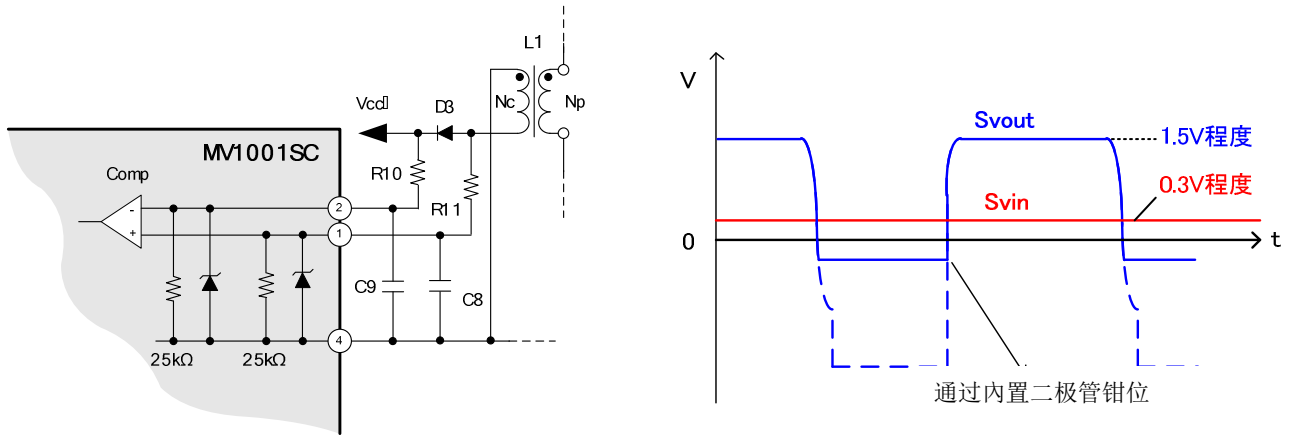


图 9 使用辅助绕组型电路的 Svin 端子, Svout 端子波形

3.3.4 高电位端驱动电路

使用辅助绕组型电路可以使用如图 10 所示的高电位端驱动电路。元器件选择方面与第 3.2.1~3.3.3 项相同。

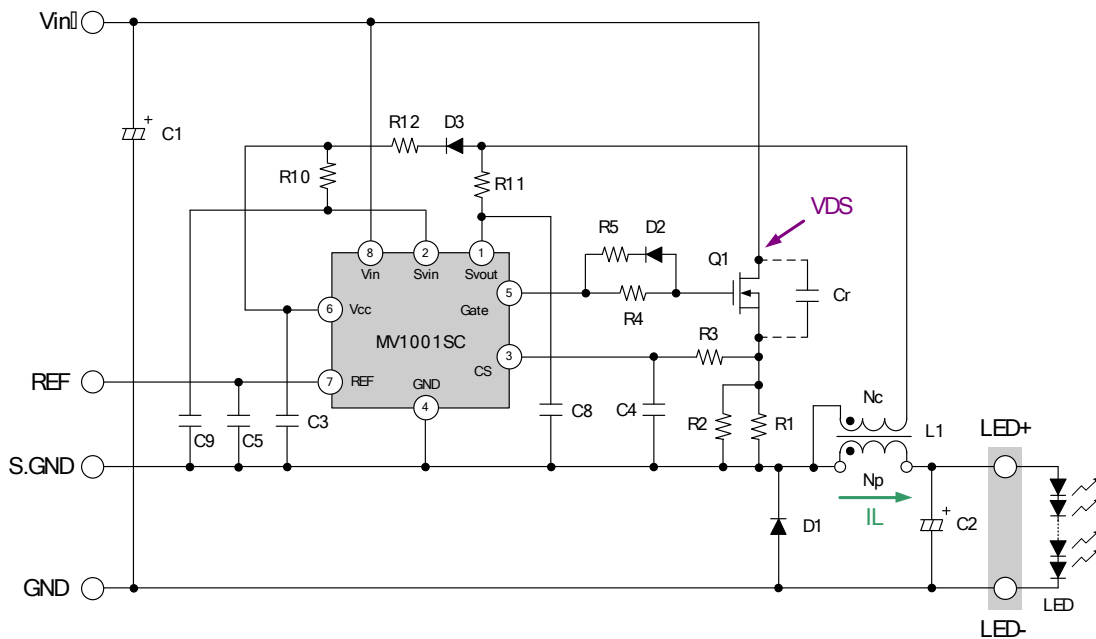


图 10 高电位端驱动电路结构

高电位端驱动电路的调光需要以 IC 的 GND(S.GND)为基准，向 REF 端子发送信号。调光电路示例如图 11 所示。图 11 中，如果光耦 P1 在开启和关断状态下的 REF 端子电压分别为 V_{REF_H} 、 V_{REF_L} ，则各电压的概略值就可以通过以下计算式进行计算。

$$V_{REF_H} = V_{CC} \times \frac{R2}{(R1+R2)}$$

$$V_{REF_L} = I_{ref} \times R3$$

I_{ref} 是 REF 端子电压上拉电流，数值为 $32 \mu A$ 。如果 $R3$ 过大，则有可能出现最小输出电流变大的情况。在使用深度调光区域时，请调整 $R3$ 以使 V_{REF_L} 保持在 $0.15V$ 以下。

另外，关于调光性能的详细情况请参考 p19 的【5.调光性能】。

图 11 中，由于是在频率为 $1kHz$ 、为使占空比为 D 时开启/关断 P1，通过 $R3, C1$ 平滑过的电压 V_{REF} 会施加到 REF 端子上， V_{REF} 可以通过以下的计算式计算。 V_{REF} 与调光率的关系请参考 p19 的图 13。

$$V_{REF} = D \times V_{REF_H} + (1-D) \times V_{REF_L}$$

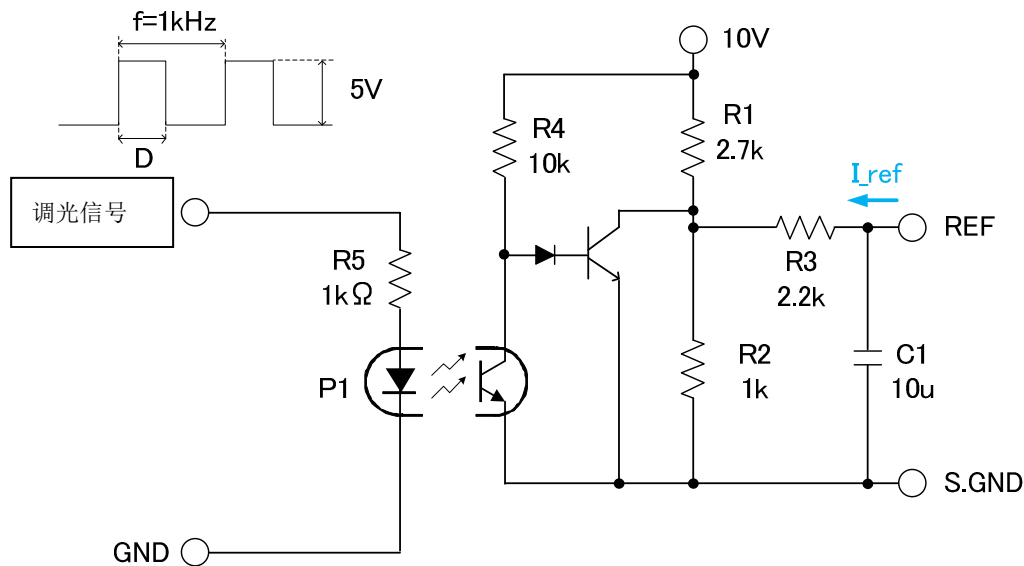


图 11 高电位端驱动结构的调光电路例

4. 布线设计上的注意

4.1 注意事项

图 12 是将图 3 的电路加入布线设计考虑后的电路示意图。

1. 网点阴影部分是流过开关电流的主电路。布线要尽量短，以使这部分的面积尽量小最为最优先目标。
2. 用虚线框中的部分是控制电路。要注意尽量避免让控制电路受到主电路的噪声和磁场变化的影响。控制电路的 GND 要尽量设计在一点，并与输入电容的负极等主电路的电位稳定部分相连接。特别是向 REF, Svin, Svout, CS 等端子输入信号的走线，要尽可能注意远离高压电路。
3. 电感周围会产生磁场。请选择漏磁比较小的闭磁路型的电感，并使信号线不要靠近电感的正下方。
4. 配线时请尽量使 Svin, Svout 端子的走线平行。

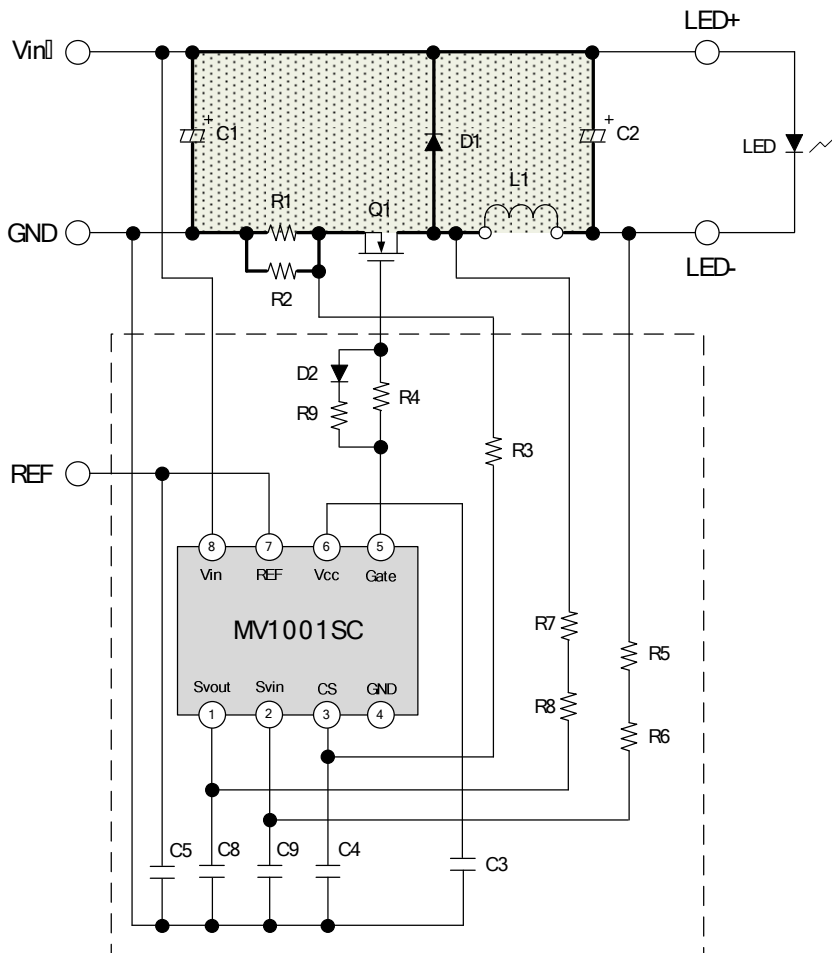
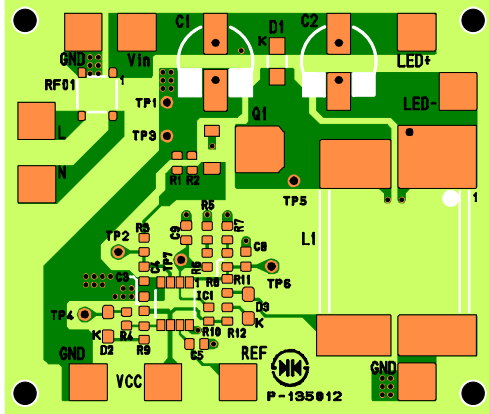


图 12 考虑到布线设计的电路图

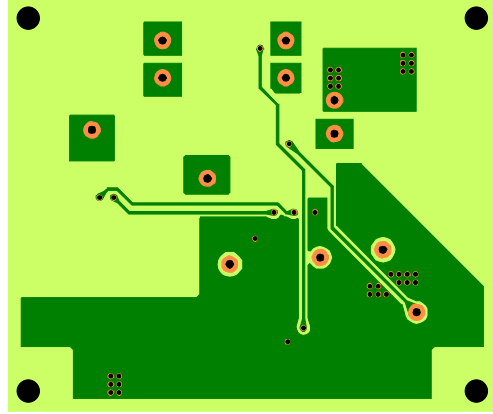
4.2 电路板布线范例

本公司样板上的参考布线如下图所示。样板上没有输入保险管及输入滤波器的布线，在实际使用时请另外追加。

<正面>



<背面>



【电路板尺寸 长 55mm×宽 65mm】

上图的布线仅为范例，不保证一定可以正常工作。实际中请务必在样机上确认正常工作后定版。

5.调光特性

MV1001SC 具备如图 13 所示的调光特性，可以根据 REF 端子的电位线性比例控制输出电流。针对逐个脉冲进行电流检测可以使输出电流为直流（线性调光），不会发生闪烁的情况。在输出电流较小的领域，通过延长并控制关断脉宽，可以实现深度调光。另外，还可以利用小于 1kHz 的 PWM 信号进行 PWM 控制。

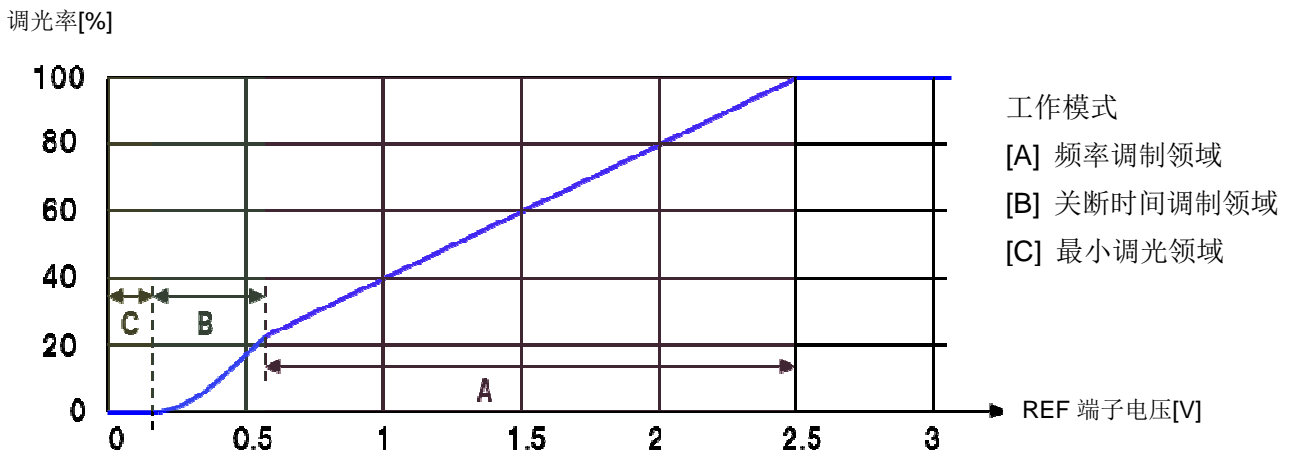
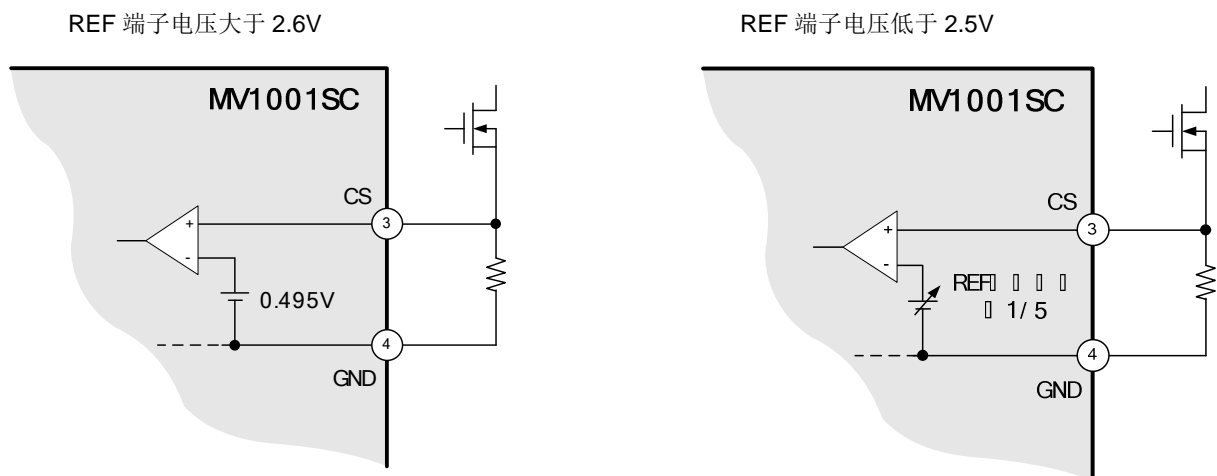


图 13 REF 端子电压和调光率的关系

5.1 各模式下的工作

[A]频率调制领域

在此领域进行如图 14 所示的临界工作。当 REF 端子电压低于 2.5V 时，不使用 CS 端子的电流检测阈值，而是用 REF 端子电压的 1/5 作为基准电压来决定电流值。



严格来说，电流检测阈值 0.495V、REF 端子的 1/5 的电压都会存在偏差，由于检测电流时会优先检测电位低的一方，所以在 REF 端子电压 2.5V 附近的切换点也可以实现顺畅的调光。在进行 100% 的调光时，考虑到阈值的偏差等因素，请将 REF 端子电压设定在 2.6V 以上。

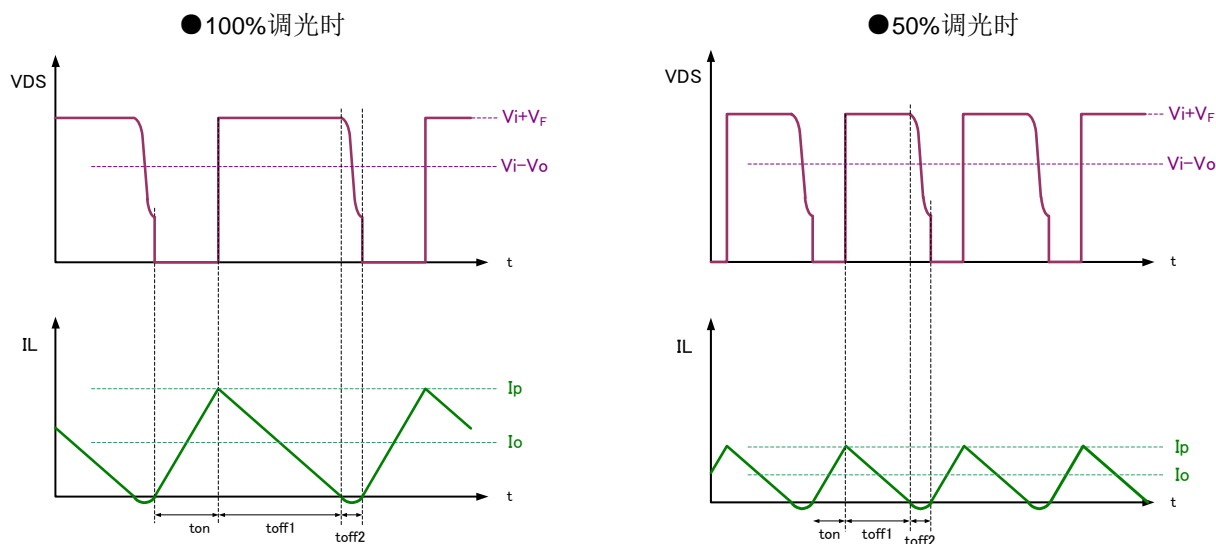


图 14 [A]频率调制领域的工作波形

在进入关断时间调制领域前会一直维持临界工作状态。实际的 toff2 相比 ton, toff1 要小很多，因此 $I_o \approx 1/2 \times I_p$ ，输出电流与 REF 端子电压基本成正比关系。

[B]关断时间调制领域

这一领域与 A 领域一样，要在降低 CS 检测阈值的同时，强制性地延长关断时间。因此，相对 REF 端子电压的变化，输出电流的变化比 A 领域时大。从图 14 可以看出，一般来说在进行临界控制时，随着负载电流的减少，工作频率会上升。因此，会有调光范围受限制，开关损耗和驱动损耗增加等缺点。MV1001SC 通过设定有关断时间调制区域，可以在抑制工作频率上升的同时，实现连续的宽范围的调光，在轻负载时也可以实现高效率的电转换。（已申请专利）

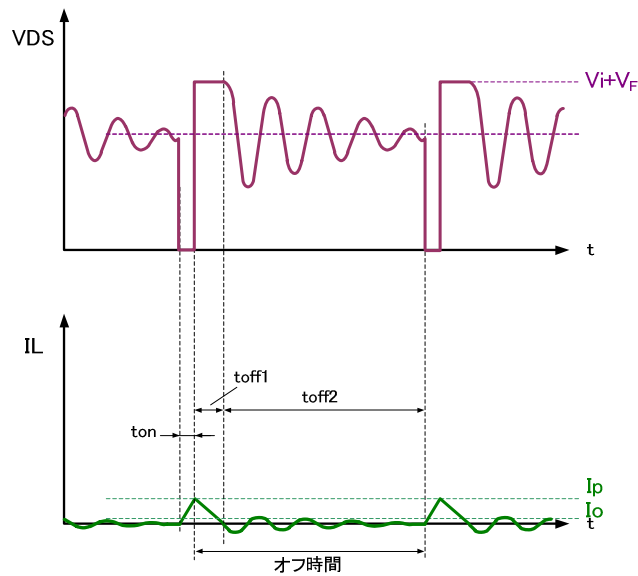


图 15 [B]关断时间调制领域的工作波形

如图 15 所示，REF 端子电压降低的同时，关断时间也就是($toff1+toff2$)会最大延长至约 $60\ \mu\text{s}$ 。关断时间延长后，平均值 $Io \ll 1/2 \times Ip$ ，即使是在微小的电流领域内也可以实现连续的调光。这一区域内开启的实际与共振的最低点错开，因此电流的精度及调光的平滑性也会降低。

[C]最小调光领域

当 REF 电压低于 0.15V 时会进入最小调光领域。此领域中的导通时间约为 250ns 、关断时间固定在约 $60\ \mu\text{s}$ ，输出电流达到最小。

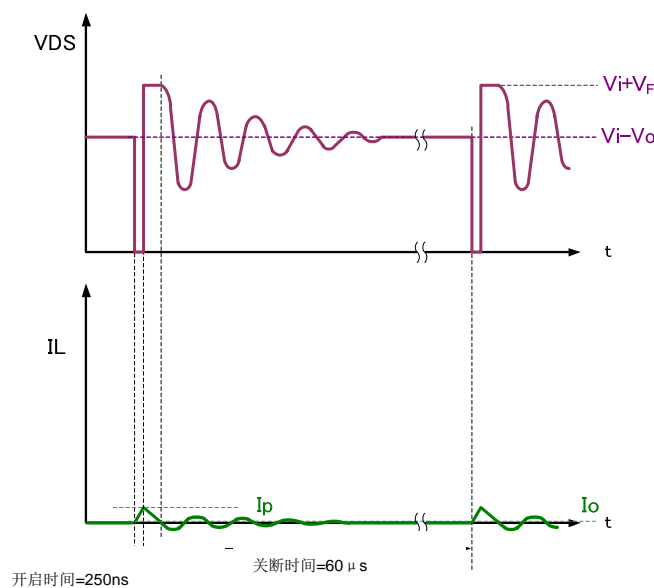


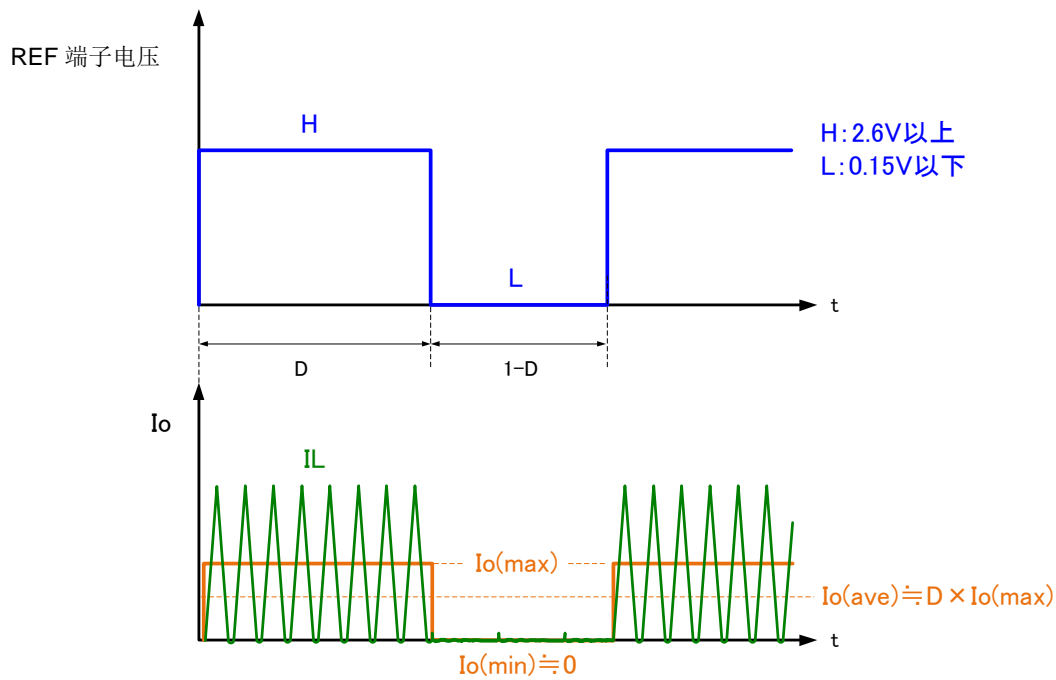
图 16 [C]最小调光领域的工作波形

此模式下输出的 Io 会根据输入/输出电压比及电感值发生变化，约可以达到最大调光时的 $0.1 \sim 1\%$ 程度。

5.2 PWM 调光

5.2.1 最大调光和最小调光领域的 PWM 调光

将图 13 中的 100% 调光领域设为“H”，最小调光领域设为“L”，可以进行 PWM 调光。请将 PWM 信号的频率 f 及占空比分别设定在 $f=1\text{kHz}$ 以下、占空比=1%以上。



$I_o(\max)$:最大调光时的输出电流

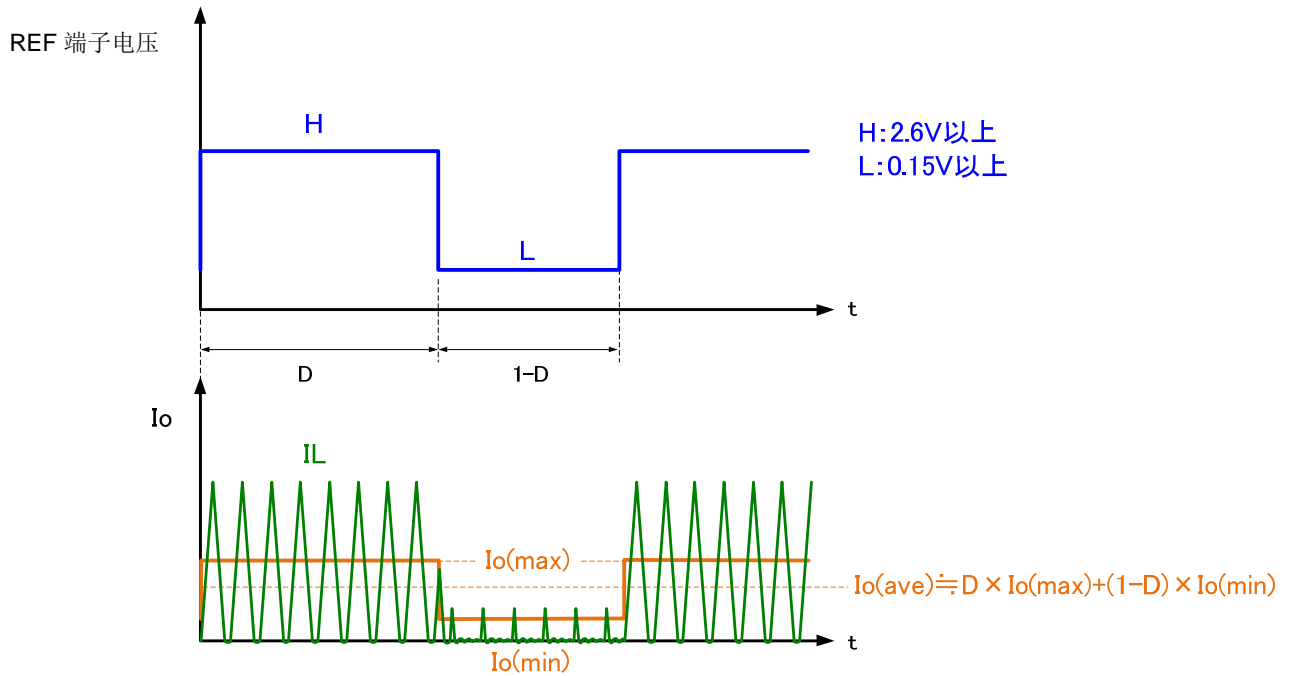
$I_o(\min)$:最小调光时的输出电流

当向 REF 端子施加占空比= D 的 PWM 信号时，输出电流 I_o 会如实线所示，平均电流 $I_o(\text{ave})=D \times I_o(\max)+(1-D) \times I_o(\min)$ 。由于 $I_o(\min)$ 非常小，因此可以用 $I_o(\text{ave}) \doteq D \times I_o(\max)$ 表示。也就是说，平均输出电流与 PWM 的占空比成正比。

另外，REF 端子电压从 L 信号切换到 H 信号时，检测到 REF 端子电位达到阈值 0.15V 后开始振荡，每个周期内 H 信号期间的最初的启动时机都相同。由此可以减少微小电流领域内的闪烁现象。

5.2.2 不使用最小调光领域的 PWM 调光

通过向 L 信号施加一个任意的电压，可以进行如下图所示的调光。



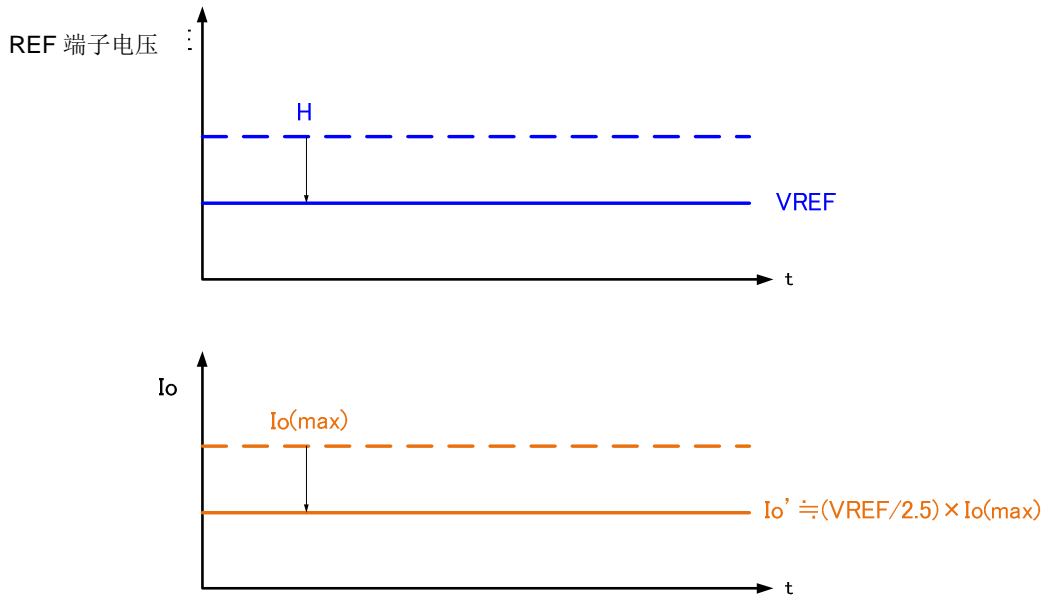
通过进行这种 PWM 调光方式，可以减少闪烁现象。

由于 L 信号大于 REF 端子的阈值 0.15V，有时会出现 H 信号期间的最初出现振荡不规则的情况。尤其是 PWM 调光的占空比较小时，可能会导致出现闪烁现象。

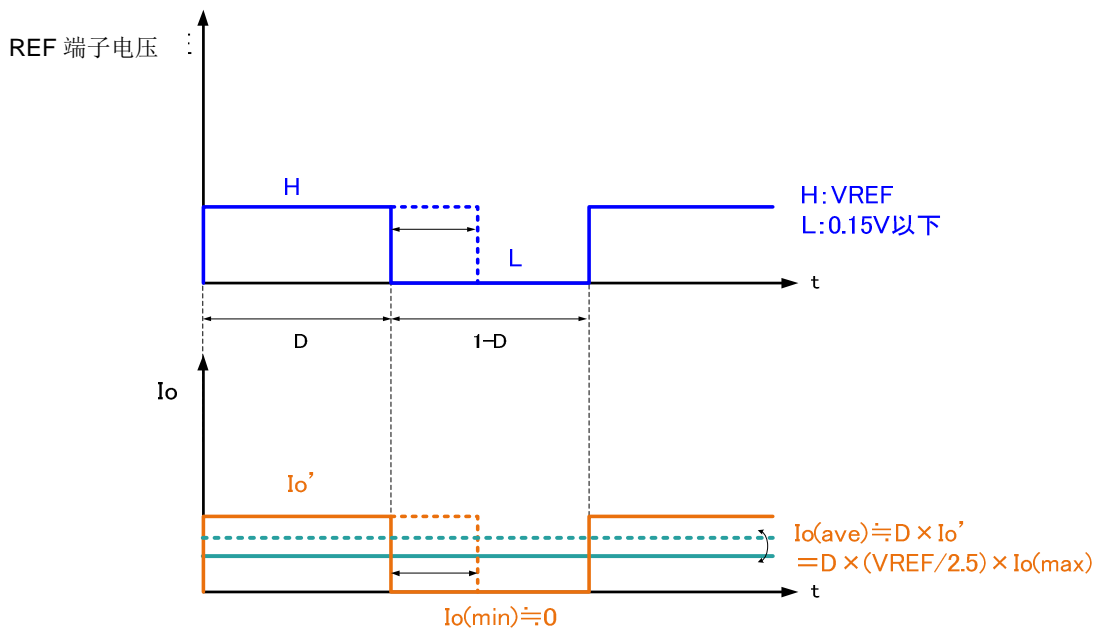
5.2.3 线性调光和 PWM 调光的组合

图 13 中的 A 领域使用了线性调光，其以下领域的调光不使用 B 领域，通过在 A 领域和 C 领域进行 PWM 调光，可以实现从 100% 到深度调光的高精度调光。并且工作频率的上升得到抑制，也有助于减少开关损耗和噪声。

① A 领域内的调光 (与 5.1 [A]相同)



② A 领域和 C 领域内的 PWM 调光 (将①的 REF 电压设定为 H 信号的 PWM 调光)



6. 保护功能

MV1001SC 内置下保护功能，但 IC 也可能会出现无法进行保护的异常模式。

最终请在样机上通过开路·短路试验进行确认。

以下就各保护功能的动作进行具体说明。

LED 开路保护

① 使用辅助绕组时 ⇒ 通过辅助绕组的电压进行间接检测，锁定停止

② 不使用辅助绕组时

⇒ 由于 $V_{in}=V_o$ ，输出电容请使用耐压参数与输入电容相同的电容。

6.2 LED 短路保护

在最小导通脉宽 T_{on_min} (250ns) 和最大关断脉宽 T_{off_max} (60 μ s) 的情况下工作。

当满足下列条件时，有时会出现短路电流增大的情况。

$$V_i > \frac{T_{off_max}}{T_{on_min}} \times V_{FI}$$

LED 短路时理想的 $Svout$ 端子及 $Svin$ 端子的波形如图 17 所示。考虑到 $Svout$ 端子、 $Svin$ 端子各自内部的下拉电阻、以及 $R5,R6,R7,R8$ 的参数偏差，请将 $R5+R6$ 设定为比 $R7+R8$ 小 5%，以防止 LED 短路时的 $Svout$ 端子电压超过 $Svin$ 端子电压。另外，为了防止噪声引起的误动作，请使用滤波用电容 ($C8,C9$)。(请参考第 3.2.10 项、3.2.11 项)

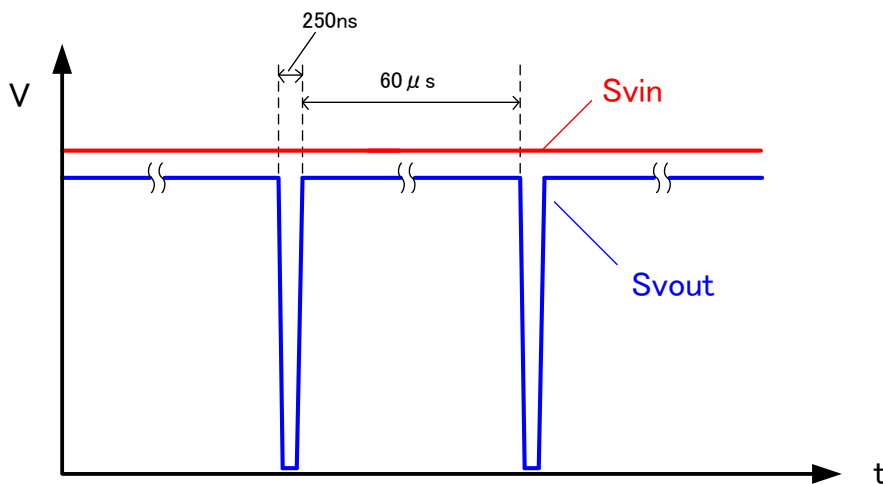


图 17: LED 短路时的 $Svin$ 端子, $Svout$ 端子的波形

6.3 过热保护

当 IC 的结温 (T_j) 达到 150°C 时, 过热保护会启动, IC 工作停止。当 T_j 下降到 100°C 时, IC 恢复工作。

6.4 CS 端子开路保护

在 T_{on_min} (250ns) 和 T_{off_max} ($60\ \mu\text{s}$) 的情况下启动。

6.5 CS-GND 端子短路保护

在最大导通脉宽下启动, 会导致 LED 电流增大, 因此请利用保险丝进行切断或者设置其他保护电路。

6.6 电流检测电阻开路保护

MOSFET (Q1) 关断, 停止振荡。输出电流降低至接近零。

6.7 电流检测电阻短路保护

在最大开启脉宽下启动, 会导致 LED 电流增大, 因此请利用保险丝进行切断或者设置其他保护电路。

7.标准电路范例

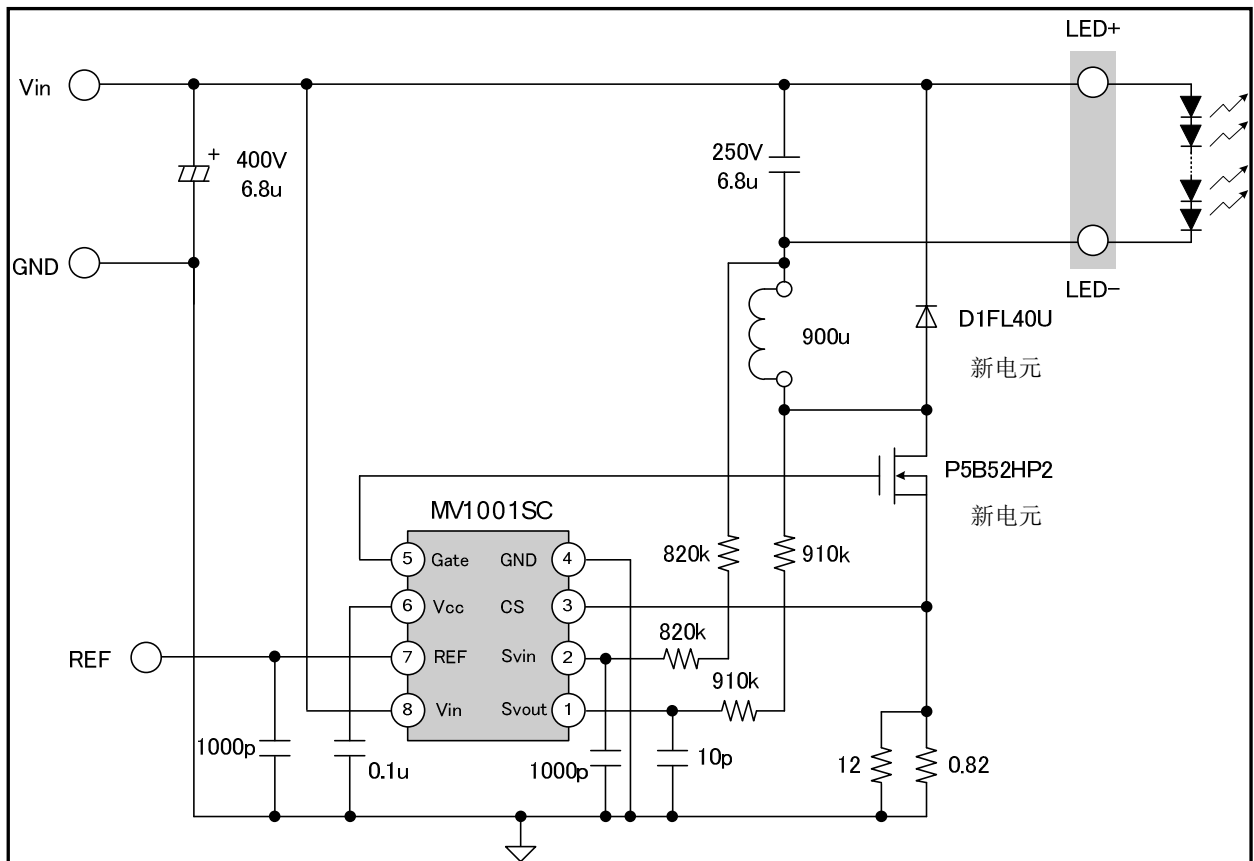
7.1 电源规格及电路图

◆ 电源规格

	Min	Typ	Max	Unit
输入电压 (DC)	180		220	V
输出电压	80	140	160	V
输出电流	0.9(※)		300	mA

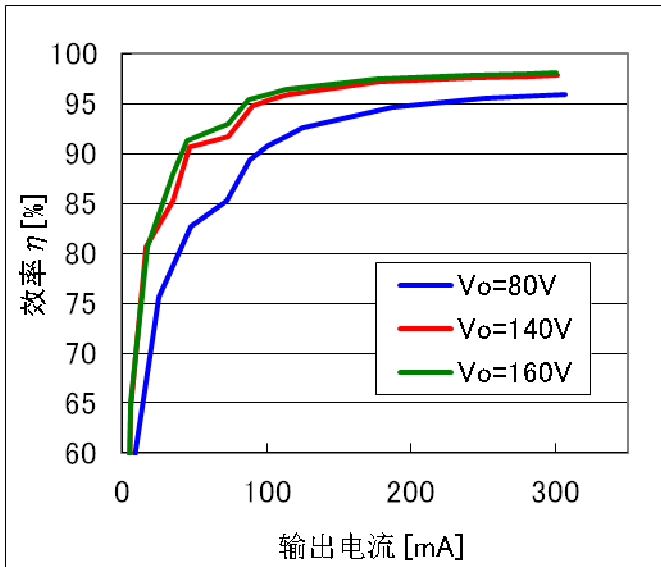
(※) Vin=DC220V、Vo=80V 时

◆ 电路图

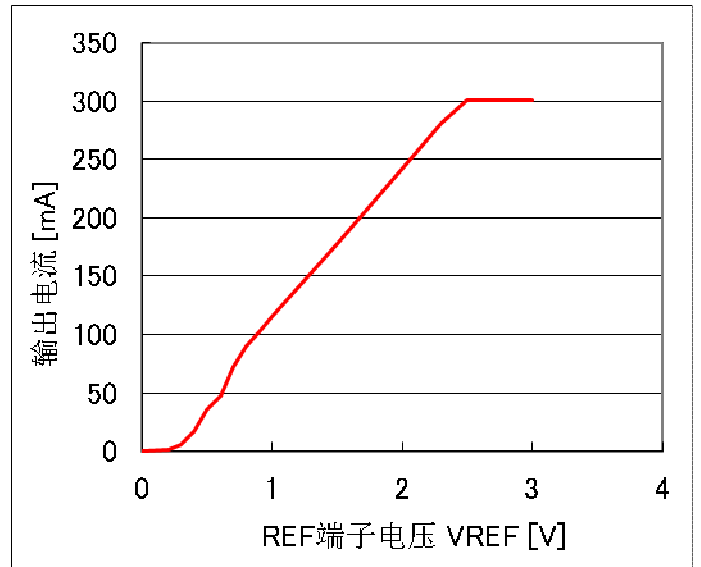


7.2 电源特性

◆效率特性(Vin=DC200V)

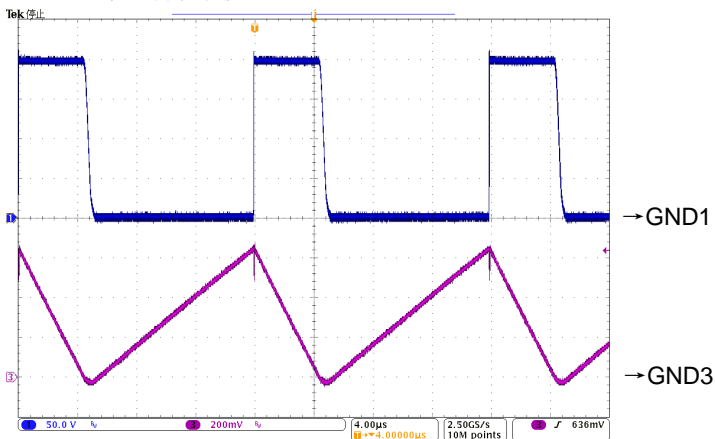


◆调光性能 (Vin=DC200V Vo=140V)



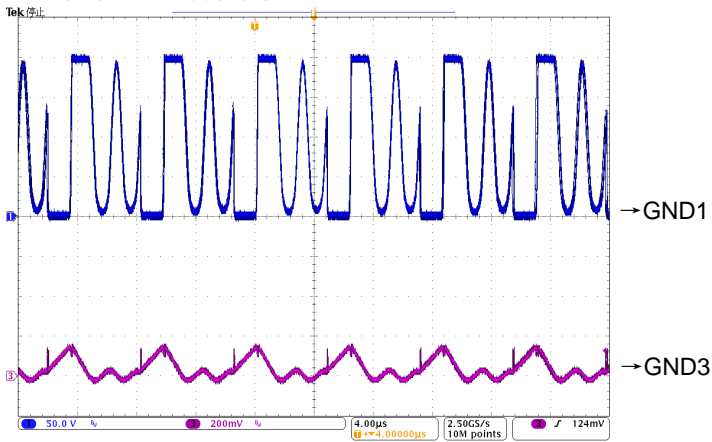
7.3 工作波形范例

【A】频率调制领域波形



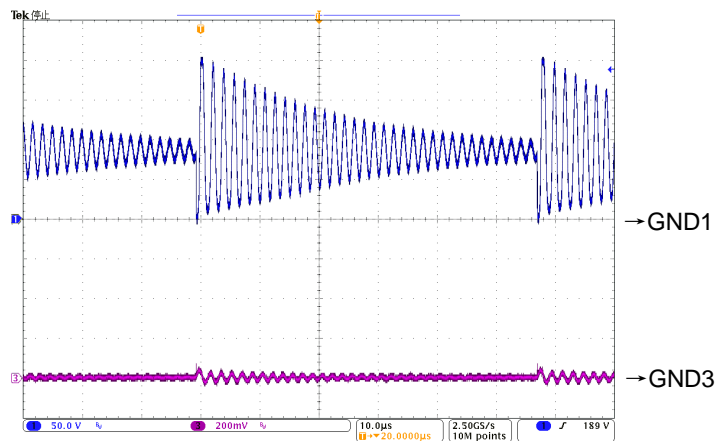
CH1	VDS	50V/div
CH3	Id	0.2A/div
time		4us/div
Vin		DC200V
Io		300mA
调光 100%		
Vo=140V		

【B】 关断时间调制领域波形



CH1	VDS	50V/div
CH3	Id	0.2A/div
time	4us/div	
Vin	DC200V	
Io	30mA	
调光 10%		
Vo=140V		

【C】 最小调光领域



CH1	VDS	50V/div
CH3	Id	0.2A/div
time	10us/div	
Vin	DC200V	
Io	0.43mA	
最小调光		
Vo=140V		

