

## 高速低压差 (LDO)

## MD73RXX 系列

### CMOS 电压稳压电路 (带控制端)

300mA



MD73RXX 系列是使用 CMOS 技术开发的低压差, 高精度输出电压, 超低功耗电流的正电压型电压稳压电路。由于内置有低通态电阻晶体管, 因而输入输出电压差低。同时具有高输入电压承受能力, 最高工作电压可达 15V, 适合需要较高耐压的应用电路。

#### ■ 特性:

- 输出电压精度高。精度  $\pm 2\%$
- 输出电流 典型值 300mA
- 输入输出电压差低。典型值  $I_{out}=1mA$  3mV
- 超低功耗电流。典型值 15uA
- 低输出电压温漂 典型值 50 PPM/°C
- 高输入耐压。升至 15V 保持输出稳压
- 输出短路保护 短路电流小于 50 mA

#### ■ 用途:

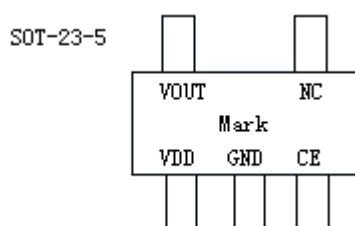
- 使用电池供电设备的稳压电源
- 通信设备的稳压电源
- 家电玩具的稳压电源
- 移动电话用的稳压电源
- 便携式医用仪器稳压电源

#### ■ 产品目录

型号	输出电压 (注)	误差	打印 MARK SOT-23-5
MD73R25	2.7V	$\pm 2\%$	MR25
MD73R28	2.8V	$\pm 2\%$	MR28
MD73R30	3.0V	$\pm 2\%$	MR30
MD73R33	3.3V	$\pm 2\%$	MR33
MD73R36	3.6V	$\pm 2\%$	MR36
MD73R44	4.4V	$\pm 2\%$	MR44
MD73R50	5.0V	$\pm 2\%$	MR50

注 1: 在希望使用上述输出电压档以外的产品, 客户可要求定制, 输出电压范围 1.5V~12V, 每 0.1V 进行细分。

#### 封装型式和管脚 (Package and Pin Assignment)



■ 绝对最大额定值:

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

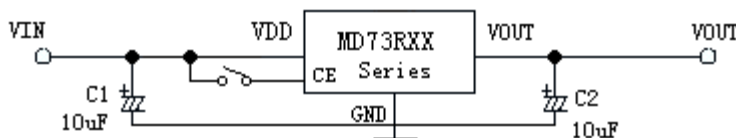
项目	记号	绝对最大额定值	单位
输入电压	V <sub>IN</sub>	18	V
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>ss</sub> -0.3~V <sub>IN</sub> +0.3	
容许功耗	P <sub>D</sub>	SOT_89 300 TO 92 250	Mw
工作周围温度范围	T <sub>opr</sub>	-40~+85	°C
保存周围温度范围	T <sub>stg</sub>	-40~+125	

注意: 绝对最大额定值是指无论在任何条件下都不能超过的额定值。

万一超过此额定值, 有可能造成产品劣化等物理性损伤。

基本应用电路

Application Circuits:



注: CE 输入电压高电平时, 输出有效.

电气特性 **Electrical Characteristics:**

MD73RXX 系列 (MD73R25, 输出电压+2.5V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> =4.5V, I <sub>OUT</sub> =50mA	2.450	2.5	2.550	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> =4.5V	250			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =50 mA		5 150		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	3.5V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =4.5V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 250mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =4.5V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	I <sub>CEH</sub>	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R28, 输出电压+2.8V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 4.8V, I <sub>OUT</sub> =50mA	2.744	2.8	2856	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 4.8V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =50 mA		5 120		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	3.8V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =4.8V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =4.8V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT(S)</sub> +2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R30, 输出电压+3.0V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.0V, I <sub>OUT</sub> =50mA	2.940	3.0	3.060	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.0V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =100 mA		5 250		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	4.0V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =5.0V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =5.0V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT(S)</sub> +2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R33, 输出电压+3.3V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.3V, I <sub>OUT</sub> =50mA	3.234	3.3	3.366	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.3V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =100 mA		5 220		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	4.3V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =5.3V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT</sub> (S)+2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =5.3V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> (S)+2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R36, 输出电压+3.6V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.6V, I <sub>OUT</sub> =50mA	3.528	3.6	3.672	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 5.6V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =100 mA		5 200		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	4.6V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =5.6V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT</sub> (S)+2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =5.6V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT</sub> (S)+2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R44, 输出电压+4.4V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 6.4V, I <sub>OUT</sub> =50mA	4.312	4.4	4.488	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 6.4V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =100 mA		5 180		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	5.4V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =6.4V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =6.4V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT(S)</sub> +2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

MD73RXX 系列 (MD73R50, 输出电压+5.0V)

(除特殊注明以外: Ta=25°C)

项目	记号	条件	最小值	典型值	最大值	单位	测定电路
输出电压	V <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 7.0V, I <sub>OUT</sub> =50mA	4.900	5.0	5.100	V	1
输出电流*1	I <sub>OUT</sub>	V <sub>IN</sub> = 7.0V	300			mA	3
输入输出电压差	V <sub>drop</sub>	I <sub>OUT</sub> =1 mA I <sub>OUT</sub> =100 mA		5 180		mV	1
输入稳定度	$\frac{\Delta V_{OUT1}}{\Delta V_{IN} \cdot V_{OUT}}$	7.0V ≤ V <sub>IN</sub> ≤ 15V I <sub>OUT</sub> =1mA		0.05	0.2	%/V	
负载稳定度	ΔV <sub>OUT2</sub>	V <sub>IN</sub> =7.0V 1.0mA ≤ I <sub>OUT</sub> ≤ 300mA		45	90	mV	
抗纹波率	PSRR	V <sub>IN</sub> =V <sub>OUT(S)</sub> +2V f = 1KC		60		dB	
输出电压温度系数	$\frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta Ta \cdot V_{OUT}}$	V <sub>IN</sub> =7.0V, I <sub>OUT</sub> =10mA -40°C ≤ Ta ≤ 85°C		± 50	± 100	Ppm/°C	
电流消耗	I <sub>SS</sub>	V <sub>IN</sub> = V <sub>OUT(S)</sub> +2V 无负载		15	25	uA	
静态电流	I <sub>SS1</sub>	V <sub>IN</sub> =15V CE=GND 无负载		0.1	1	uA	2
CE 上拉电流	ICEH	V <sub>IN</sub> =V <sub>CE</sub> =V <sub>out</sub> +1V		0.2	1	uA	4
CE 输入高电平	V <sub>CEH</sub>		1.5	1	V <sub>IN</sub>	V	4
CE 输入低电平			0		0.25	V	4
输入电压	V <sub>IN</sub>	--			15	V	
输出短路电流	I <sub>lim</sub>	V <sub>out</sub> =0V		15	50	mA	

\*1. V<sub>OUT(S)</sub> 设定输出电压值. \*2.缓慢增加输出电流, 当输出电压下降 2%时的输出电流值

\*3.缓慢下降输入电压, 当输出电压下降 2%时的输入输出电压差.

\*1. V<sub>OUT(S)</sub> Specified output voltage.\*2.Increasing output current slowly, The I<sub>OUT</sub> when output voltage decreasing two percent.\*3.Decreasing Vin, the dropout is (V<sub>IN</sub>-V<sub>OUT</sub>) when output voltage decreasing two percent.

测定电路

1.

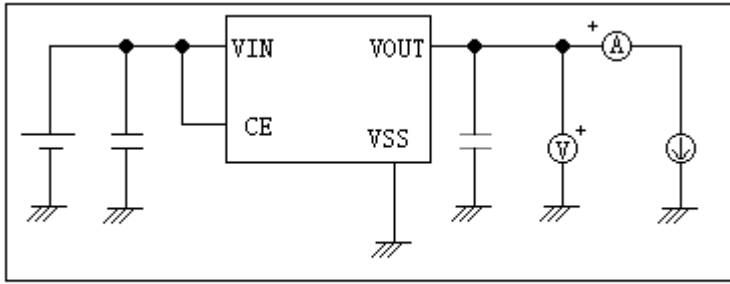


图 1

2.

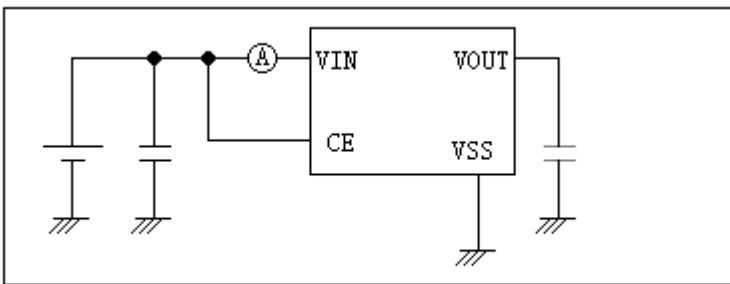


图 2

3.

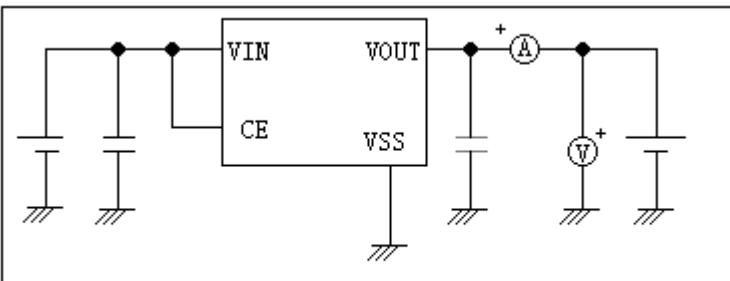


图 3

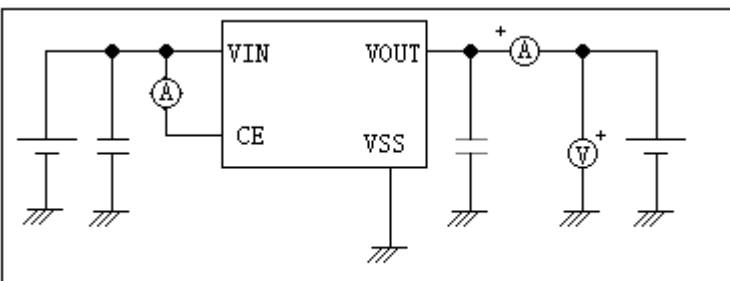
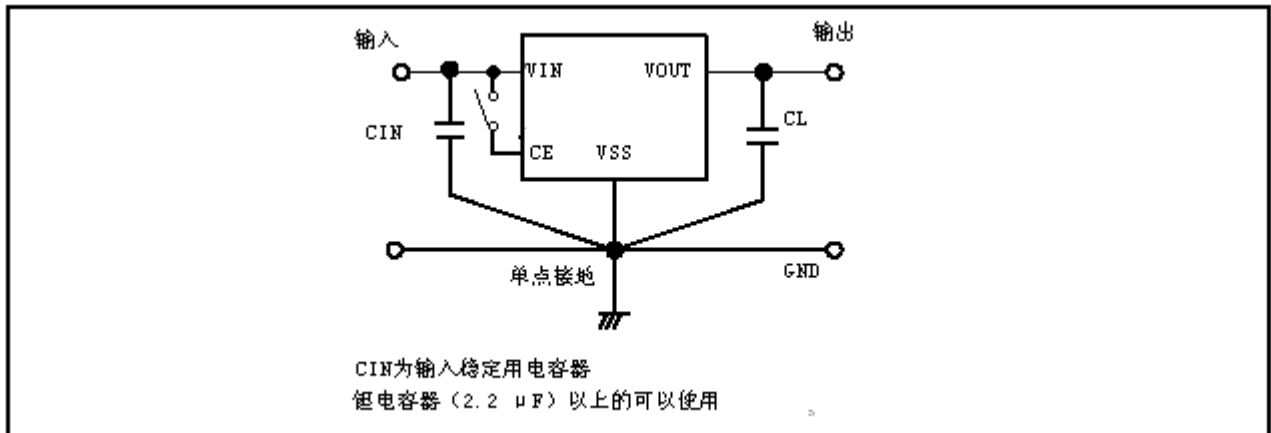


图 4

## 标准电路



注意 上述连接图以及参数并不作为保证电路工作的依据。实际的应用电路请在进行充分的实测基础上设定参数。

### ■ 使用条件:

输入电容器(C<sub>IN</sub>): 1.0  $\mu$ F以上

输出电容器(C<sub>L</sub>): 2.2  $\mu$ F以上(钽电容器)

注意 一般而言,线性稳压电源因选择外接零件的不同有可能引起振荡。上述电容器使用前请确认在应用电路上不发生振荡。

### ■ 用语的说明

#### 1. 低压差型电压稳压器

采用内置低通态电阻晶体管的低压差的电压稳压器。

#### 2. 输出电压 (V<sub>OUT</sub>)

输出电压, 输入电压\*1, 输出电流, 温度在一定的条件下, 可保证输出电压精度为 $\pm 2.0\%$ 。

\*1. 因产品的不同而有所差异。

注意 当这些条件发生变化时, 输出电压的值也随之发生变化, 有可能导致输出电压的精度超出上述范围。详情请参阅电气特性, 及各特性数据。

#### 3. 输入稳定度 { $\Delta V_{OUT1} / \Delta V_{IN} * V_{OUT}$ }

表示输出电压对输入电压的依存性。即, 当输出电流一定时, 输出电压随输入电压的变化而产生的变化量。

#### 4. 负载稳定度 ( $\Delta V_{OUT2}$ )

表示输出电压对输出电流的依存性。即, 当输入电压一定时, 输出电压随输出电流的变化而产生的变化量。

#### 5. 输入输出电压差 (V<sub>drop</sub>)

表示当缓慢降低输入电压 V<sub>IN</sub>, 当输出电压降到为 V<sub>IN</sub>=V<sub>OUT</sub>+2.0V 时的输出电压值 V<sub>OUT (E)</sub> 的 98% 时的输入电压 V<sub>IN1</sub> 与输出电压的差。

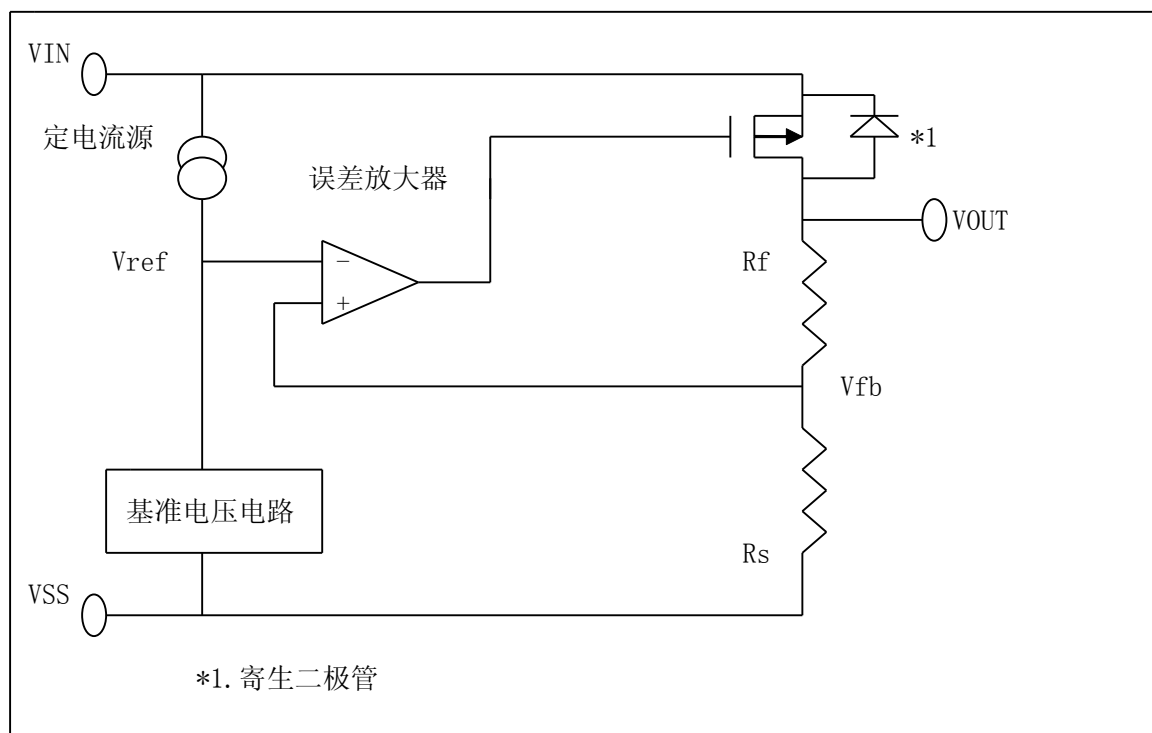
$$V_{drop} = V_{IN1} - (V_{OUT (E)} \times 0.98)$$

## ■ 工作说明

### 1. 基本工作

图 11 所示为 MD73RXX 系列的框图。

误差放大器根据反馈电阻  $R_s$  及  $R_f$  所构成的分压电阻的输入电压  $V_{fb}$  同基准电压 ( $V_{ref}$ ) 相比较。通过此误差放大器向输出晶体管提供必要的门极电压，而使输出电压不受输入电压或温度变化的影响而保持一定。



### 2. 输出晶体管

MD73RXX 系列的输出晶体管，采用了低通态电阻的 P 沟道 MOSFET 晶体管。

在晶体管的构造上，因在  $V_{IN}$ - $V_{OUT}$  端子间存在有寄生二极管，当  $V_{OUT}$  的电位高于  $V_{IN}$  时，有可能因逆流电流而导致 IC 被毁坏。因此，请注意  $V_{OUT}$  不要超过  $V_{IN}+0.3V$  以上。

### 3. 短路保护电路

MD73RXX 系列为了在  $V_{OUT}$ - $V_{SS}$  端子之间的短路时保护输出晶体管，可以选择短路保护即使在  $V_{OUT}$ - $V_{SS}$  端子之间为短路的情况下，也能抑制输出电流大约 40 mA。

但是，短路保护电路并没有兼有加热保护功能，在包括了短路条件的使用条件下，请充分地注意输入电压、负载电流的条件，保证 IC 的功耗不超过封装的容许功耗。即使在没有短路的情况下，若输出较大的电流，并且输入输出的电压差较大时，为了保护输出晶体管短路保护电路开始工作，电流被限制在所定值内。



## 输出电容器（CL）的选定

MD73RXX 系列，为了使输出负载有变化的情况下也能稳定工作，在 IC 内部使用了相位补偿电路和输出电容器的 ESR（Equivalent Series Resistance:等效串联电阻）来进行相位补偿。因此，在 VOUT-VSS 之间一定请使用 2.2 $\mu$ F 以上的电容器（CL）。

为了使 MD73RXX 系列能稳定工作，必须使用带有适当范围 ESR 的电容器。跟适当范围(0.5~5  $\Omega$  左右)相比 ESR 或大或小，都可能使输出不稳定并引起振荡。因此，推荐使用钽电解电容器。

使用小 ESR 的陶瓷电容器或 OS 电容器的情况下，有必要增加代替 ESR 的电阻与输出电容器串联。要增加的电阻值为 0.5~5  $\Omega$  左右，因使用条件而不同故请在进行充分的实测试验证后再决定。通常，建议使用 1.0  $\Omega$  左右的电阻。

铝电解电容器，因在低温时 ESR 可能增大并引起振荡。特请予以注意。在使用时，请对包括温度特性等予以充分的实测试验证。

### ■ 注意事项：

- VIN端子、VOUT端子以及GND的配线，为降低阻抗，充分注意接线方式。另外，请尽可能将输出电容器接在VOUT.VSS端子的附近。
  - 线性稳压电源通常在低负载电流(1.0 mA以下)状态下使用时，输出电压有时会上升，请加以注意。
  - 本IC在IC内部使用了相位补偿电路和输出电容器的ESR来进行相位补偿。因此，在VOUT-VSS端子之间一定要使用2.2  $\mu$ F以上的电容器。建议使用钽电容器。
- 另外，为了使MD71XX系列能稳定工作，必须使用带有适当范围(0.5 ~ 5  $\Omega$ )的ESR的电容器。跟这个适当范围相比ESR或大或小，都可能使输出不稳定,引起振荡的可能。因此，在实际的使用条件下进行充分的实测试验证后再做出决定。
- 在电源的阻抗偏高的情况下，当IC的输入端未接电容或所接电容值很小时，会发生振荡，请加以注意。
  - 请注意输入输出电压、负载电流的使用条件，使IC内的功耗不超过封装的容许功耗。
  - 本IC虽内置防静电保护电路，但请不要对IC印加超过保护电路性能的过大静电。