

众所皆知,电源电路设计,乃是在整体电路设计中最基础的必备功夫,因此,在接下来的文章中,将会针对实体电源电路设计的案例做基本的探讨。

## 电源 device 电路

### 1 输出电压可变的基准电源电路

(特征:使用专用 IC 基准电源电路)

图 1 是分流基准 (shunt regulator) IC 构成的基准电源电路,本电路可以利用外置电阻 与 的设定,使输出电压在 范围内变化,输出电压 可利用下式求得:

$$V_{out} = \frac{R_{2-1} + R_{2-2} + R_3}{R_{2-2} + R_3} \times V_{ref} \quad \text{----- (1)}$$

: 内部的基准电压。

图中的 TL431 是 TI 的编号,NEC 的编号是  $\mu$  PC1093,新日本无线电的编号是 NJM2380,日立的编号是 HA17431,东芝的编号是 TA76431。

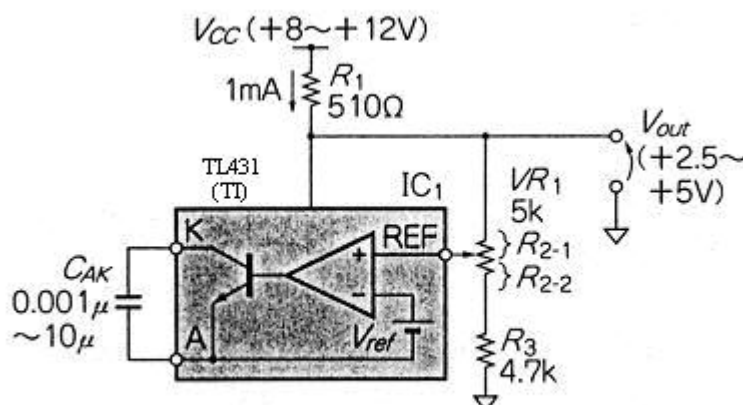


图1 分流基准IC构成的基准电源电路  
(电压精度  $\pm 4\%$ , 温度电动范围:  $4 @ 0 < T_1 < 70^\circ C$ )

(特征:高精度、电压可变)

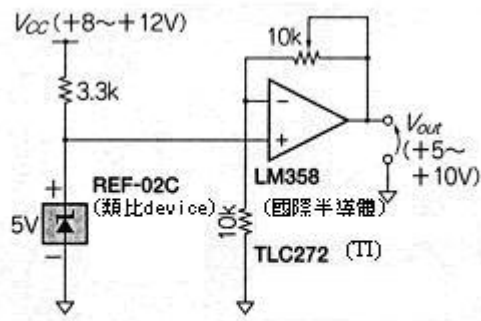


圖2 輸出電壓可變的高精度基準的基準電源電路  
(電壓精度  $\pm 1\%$ ，溫度變動範圍： $1.4mV @ 0 < T_a < 70^\circ C$ )

类似 REF-02C 属于高精度、输出电压不可变的基准电源 IC，因此设计上必需追加图 2 的 OP 增幅 IC，利用该 IC 的 gain 使输出电压变成可变，它的电压变化范围为 ，输出电流为 。

## 2 利用单电源制作正负电压同时站立的电源电路

(特征：正负电压同时站立)

虽然 battery device 的电源单元，通常是由 battery 构成单电源电路，不过某些情况要求电源电路具备负电源电压。

图 3 的电源电路可输出由单电源送出的稳定化正、负电源，一般这类型的电源电路是以正电压当作基准再产生负电压，因此负电压的站立较缓慢，不过图 3 的电源电路正、负电压却可以同时站立，图中的 TPS60403 IC 可使 的电压极性反转。

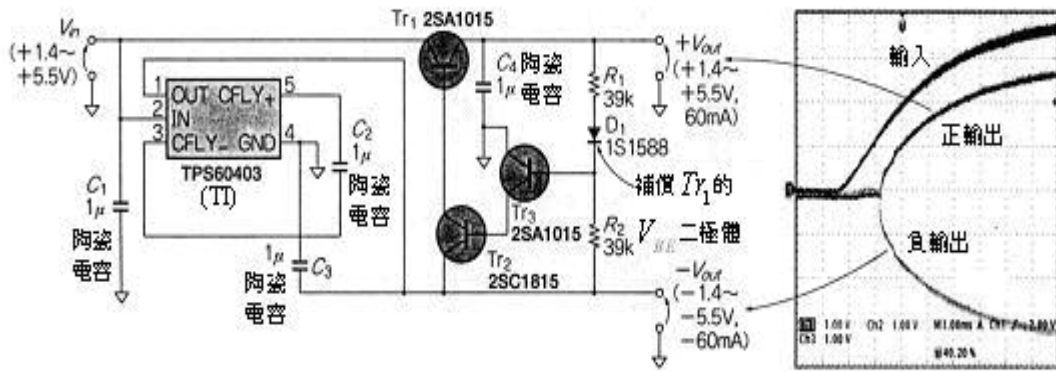


圖3 利用單電源製成的正負電壓同時站立的電源電路

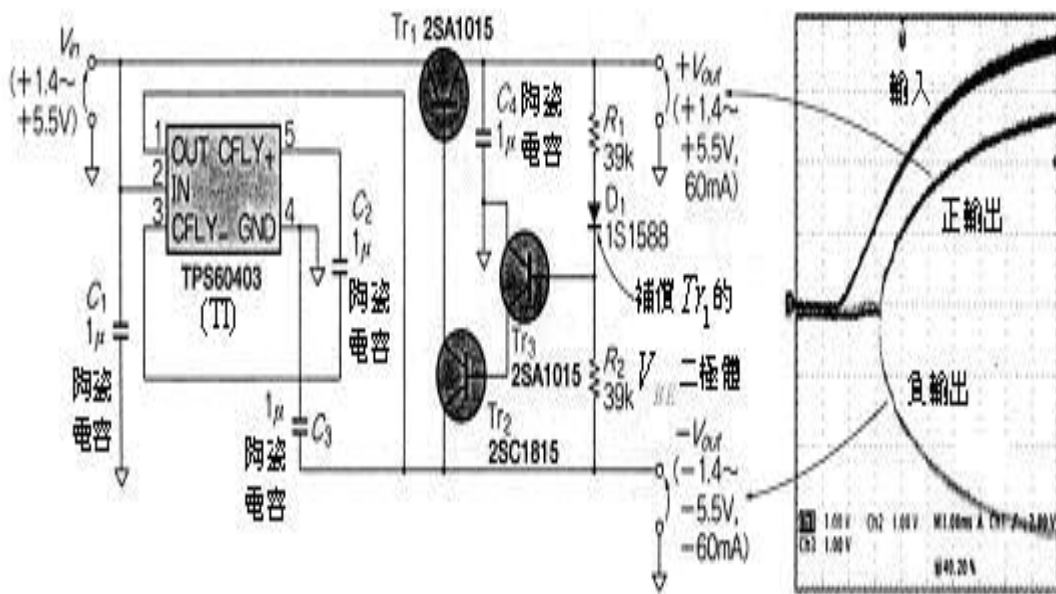


圖3 利用單電源製成的正負電壓同時站立的電源電路

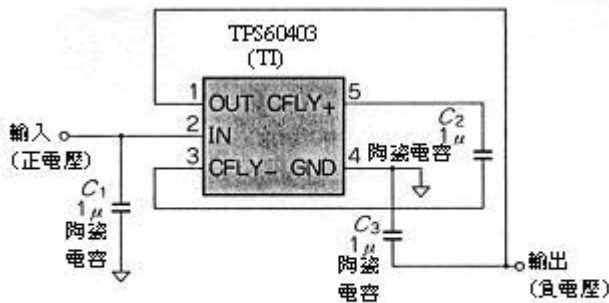


圖4 極性反轉的DC-DC converter  
(輸入電壓 2.5V ~ 5.5V, 輸出電流 -60mA)

### 3 40V 最大输出电压的 Serial Regulator

(特征：可以输出三端子 Regulator IC 无法提供的高电压)

虽然三端子 Regulator IC 的输出电压大约是 24V，不过若超过该电压时电路设计上必需与 IC 以 disk lead 等组件整合。

图 5 的 Serial Regulator 最大可以输出+40V 的电压，图中 D2 Zener 二极管的输出电压被设定成一半左右，再用 R7 VR1 R8 将输出电压分压，使该电压能与 VZ2 的电压一致藉此才能决定定数。必需注意的是 R7 R8 若太大的话，会引发输出电压噪声上升与波动等问题；反 R7 R8 之若太小的话，会有发热耗损电力之虞，因此一般以 R7 R8 2-5K 比较合适。

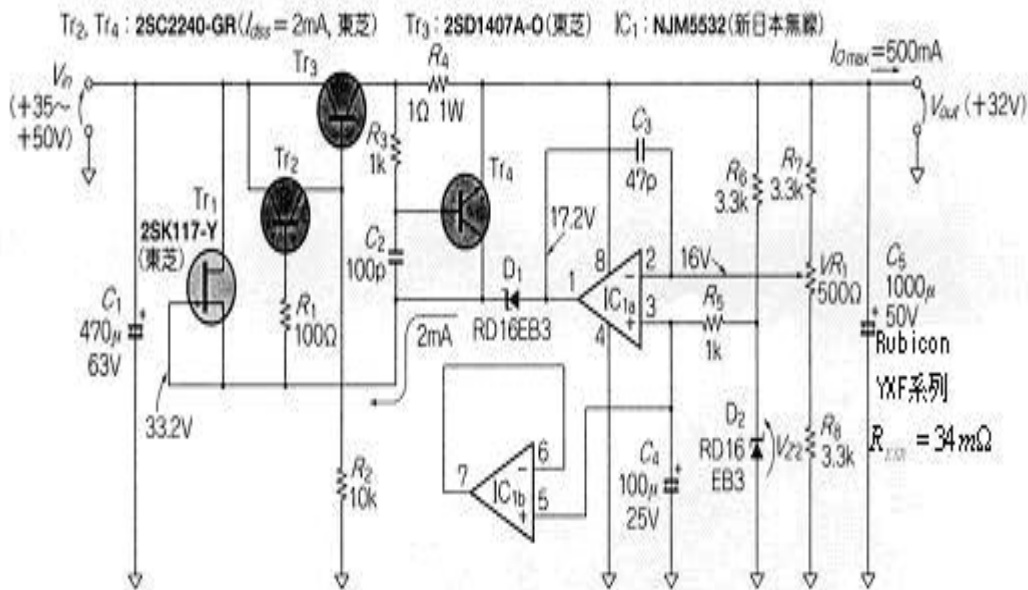


图5 输出电压+32V，输出电流500mA的Serial Regulator

### 5 输出电压为 40-80 的 Serial Regulator

(特征：利用 disk lead 组件输出高电压)

图 6 是可以输出电压为 40-80 的 Serial Regulator，由于本电路的输出电压非常高，因此无法使用 OP 增幅 IC。图中的 VCEO 是利用 120V

的 2SC2240-GR 构成误差增幅器。此外本电路还追加 TR5 与 Cascode 增幅器，藉此改善误差增幅器的频率特性。

2SK373-Y 是  $V_{DS}=100V$  的 FET，它可以构成高耐压的定电流电源。除了 FET 之外还可以使用最大使用电压为  $100V$ ，定格电力为  $300MW$ ，石冢电子的定电流二极管 E-202。

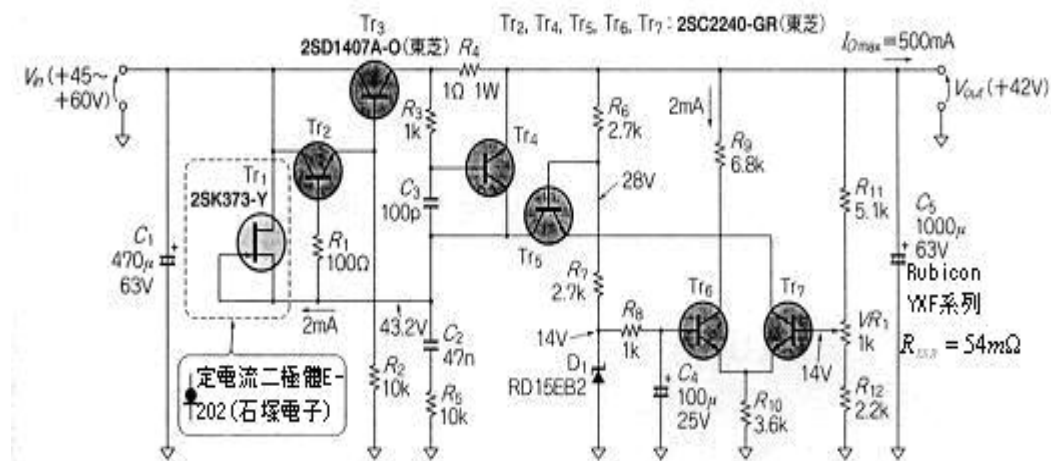


图6 输出电压 +42V，输出电流 500mA 的 Serial Regulator

输出电压为 150V 的高电压 Serial Regulator

(特征：设有输出短路保护电路)

如图 7 所示本 Serial Regulator 的 base 的共通增幅电路与 OP 增幅器输出端连接，因此可以输出高电压。如果输出发生短路的话，TR3 的保护电路就会动作，TR3 将流入 120MA 限制在 范围内，此时输入电压会施加至 TR2 的 drain 与 source 之间，所以会有 20W 左右的损失。

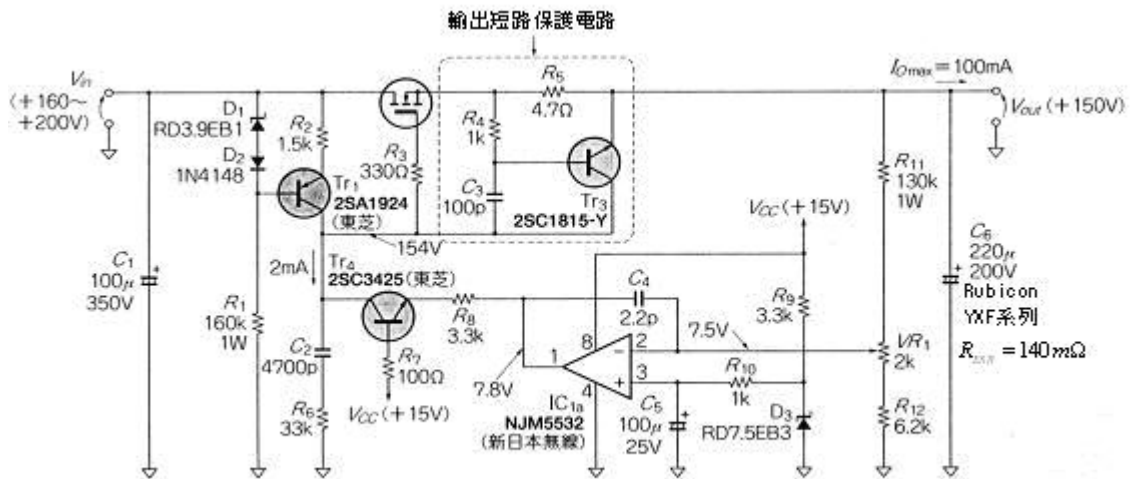


图7 输出电压 +150V，输出电流 100mA 的 Serial Regulator

输出电压为 400V 的高电压 Serial Regulator

(特征：设有输出短路保护电路)

如图 8 所示误差增幅器的基准电位与输出电位连接，形成浮动增幅型 Serial Regulator。虽然电源变压器 (transistor) 必需使用误差增幅器专用的绕线，不过误差增幅器是由 OP 增幅器构成，因此非常适用于高电压 Regulator。此外为避免输出短路时的大电力损失，因此保护电路具备倒 V 型特性。

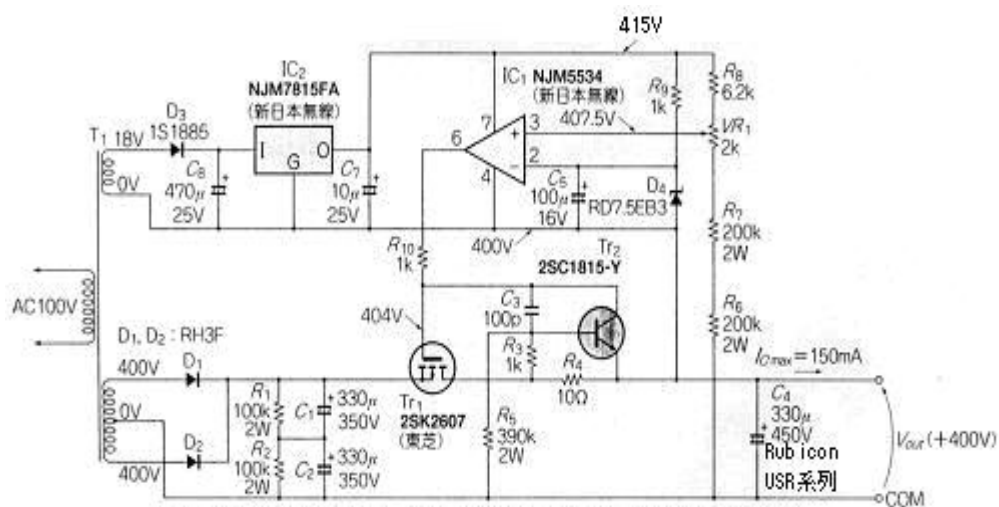


图8 输出电压 +400V，输出电流 150mA 的 Serial Regulator

## T0-220 封装的非绝缘型 Step Down Converter

(特征：无封装面积变大之虞，可将线性电源变成 switching 电源)  
三端子 Regulator 的损失若超过 3W 时，冷却片的面积会变得非常大，因此必需改用非线性而且效率极高较不易发热的 switching type DC-DC Converter，不过实际上由于 DC-DC Converter 使用的组件数量非常多，因此有可能造成封装面积过大等问题。

如图 9 所示若使用与三端子 Regulator 同级的 T0-220 封装控制 IC，就能获得输入电压为 8-24V，输出 5V，电流为 3.5A 的 Step Down Converter。这种 Converter 最大特征是结构简单动作稳定，而且使用组件的数量非常少，因此不需刻意变更印刷电路板的 pattern，或是担心封装面积变大等困扰，虽然价格稍为偏高不过 Serial Regulator 几乎网罗所有的规格。

本电路是由外置的二极管 (diode)、电容、线圈，以及设定电压的电阻所构成，只有电容比较特殊必需使用 switching 电源专用低阻抗 (impedance) type。

PQ1CG 系列的产品几乎涵盖所有电压、电流规格，从 2.5V 低输出电压到 5A 以下机型一应俱全而且都已经商品化。表 1 是 T0-220 封装非绝缘型 Step Down Converter IC 的规格一览，表中的 PQ1CG3032FZ 第五根脚兼具 soft start 与 ON/OFF 功能，因此使用上

非常方便。

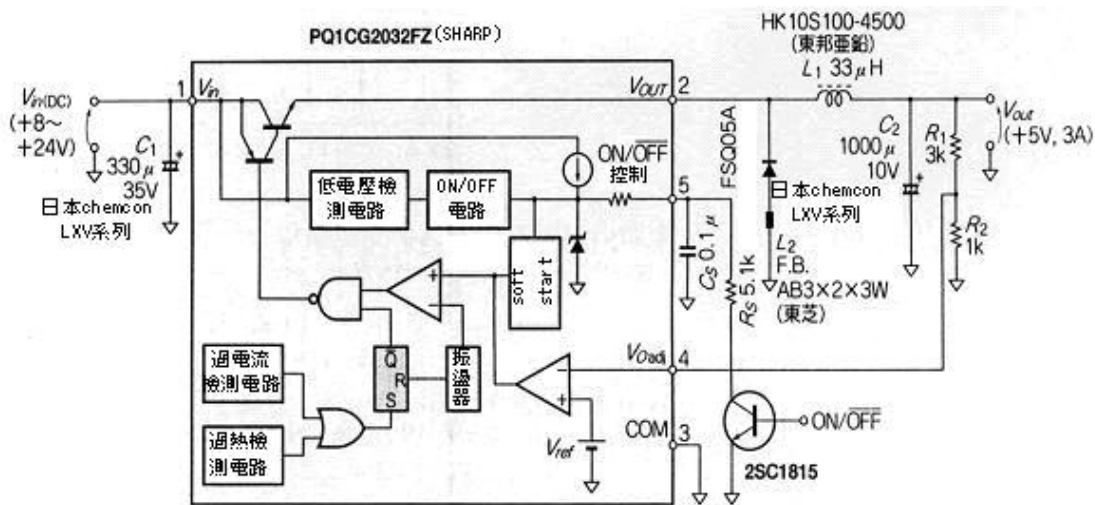


圖9 T0-220封裝的非絕緣型 Step Down Converter  
(輸入電壓: +8V ~ +24V, 輸出: +5V, 3.5A)

型號	廠商	輸出電流	switching 頻率	腳架的功能				
				第一pin	第二pin	第三pin	第四pin	第五pin
PQ1CG2032F Z	SHARP	3.5A	75kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	$V_{oad}$	ON/OFF
PQ1CG3032F Z	SHARP	3.5A	150kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	$V_{oad}$	ON/OFF
LM2575	NS	1A	52kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	feedback	ON/OFF
LM2575	NS	3A	52kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	feedback	ON/OFF
LM2596	NS	3A	150kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	feedback	ON/OFF
SI-8XXX系列	Sunken	1.5A	120kHz	$V_{in}$	$V_{out}$	GND	feedback	ON/OFF
LT1074	線性技術	5A	100kHz	feedback	$V_c$	GND	ON/OFF	$V_{in}$
LT1076	線性技術	2A	100kHz	feedback	$V_c$	GND	ON/OFF	$V_{in}$
MAX724	松下	5A	100kHz	feedback	$V_c$	GND	ON/OFF	$V_{in}$
MAX726	松下	2A	100kHz	feedback	$V_c$	GND	ON/OFF	$V_{in}$
NHM2367	新日本無線	5A	72kHz	feedback	$V_{out}$	GND	$V_{in}$	ON/OFF

: VODJ 输出电压调整端子; feedback: 输出归返 (return) 端子

$V_c$ ; : 位相补偿用端子

ON/OFF: standby 端子; : 输入端子  $V_{in}$ ; : 输出端子  $V_{out}$ ;

NS: 国家半导体。

表 1 T0-220 封裝的 DC-DC Converter 控制 IC 的规格



## 寻址 Step Down Converter

(特征：IC 容易取得价格低廉)

图 10 使用历史相当长久的 Step Down Converter 控制 IC ,它的输入电压为 8-16V ,输出电压为 5V 600MA。本 Converter 最大特点是价格低廉容易取得。图中的 MC34063 ( On Semiconductor Co ) 动作频率被设为 45KHZ ,因此线圈与电容器的外形可能会变大 ,不过只要印刷 pattern 设计得宜的话 , 上述问题对动作上尚不致构成困扰。

必须注意的是类似新日本无线的 NJM2360 与 NJM2374A , 虽然是特性相同的 IC ,不过结构上却不相同 ,只有国家半导体的 LM2574N-ADJ 与 Sunken 的 SAI01 是寻址 Step Down Converter 用 IC。

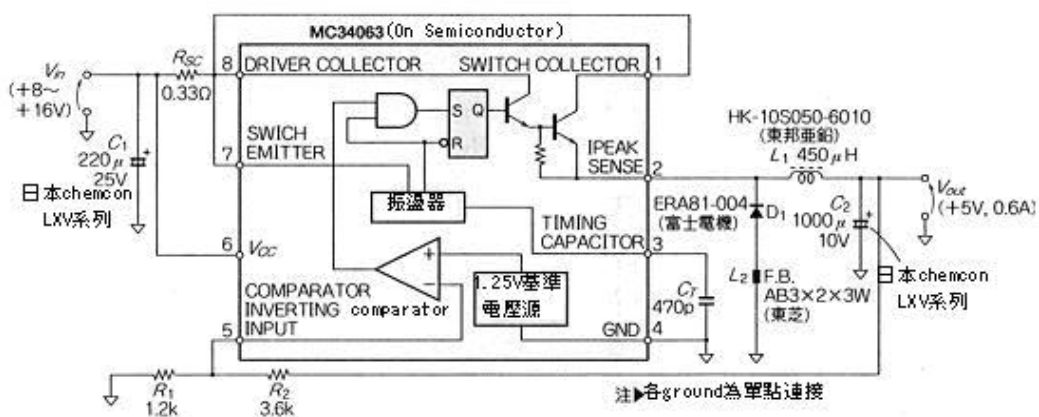


图 10 利用MC34063定址控制IC構成的Step Down Converter  
(輸入電壓: +8V ~ +16V, 輸出: +5V, 0.6A)

## On Board 电源用 Step Down Converter

(特征：封装面积小，操作简易的 DC-DC Converter)

图 11 是利用寻址控制 IC 构成封装面积很小的 Step Down Converter，它的输入电压为 6-16V，输出电压为 5V 450MA。

图中的 MAX738 IC 为 8pin 的 DIP 封装，输入端的积层陶瓷电容 C2 必需贴近 IC 的 lead

否则无法顺利动作。本 IC 的动作频率为 160-170KHZ 左右，因此周边的被动组件可以使用 lead type。电容的等价串联阻抗必需使用低于 0.5 欧的 type；线圈的 inductance 为 100UH 或是 33UH

效率 95% 的超小型 Step Down Converter

(特征：由 5\*5MM 的控制 IC 构成)

如图 12 所示超小型 Step Down Converter，是由外型尺寸为 5\*5MM 的 IC 与数个外置组件构成，本电路内建两个 power MOSFET 属于同步整流 type，它可以利用 FBSEL 端子的设定，使输出电压 VOUT 作 1.5 1.8 2.5V 三种切换。

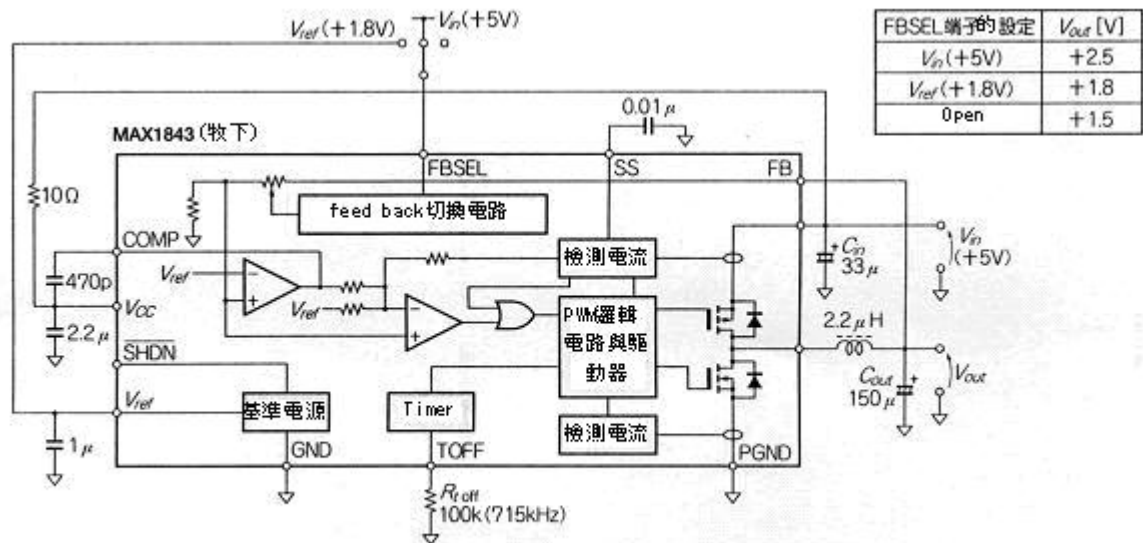


圖 12. 5×5mm 的 IC 與 數個外置元件構成的超小型 Step Down Converter  
(輸入電壓: +5V, 輸出: +1.5V ~ 2.5V, 200mA)

可輸出 5-10V 低噪訊 DC-DC Converter

( 特征 : 适用于 電池 device 等 模拟 电路 电源 )

電池 device 的单电源 , 经常被要求必需能够提供 OP 增幅器的数个模拟电路正、电源 , 由于电流值相当低因此使用的组件数量相对很少。13 是输入电压为 5V , 输出电压为 10V 的 DC-DC Converter , 图中的 MAX865 是 8 pin 的 μ MAX 封装内建 CMOS charge pump 的控制 IC , 它只要四个外置电容就可以 1.5-6V 输入电源 , 制作两倍的正负电压 , 由于本电路未使用线圈 , 所以峰值电位 ( spike ) 的噪讯 ( noise ) 非常低。

charge pump 的电容 C1 C2 必需使用低等价串联阻抗 , 耐压超过 16V 以上的电容组件 , 因为加大容量时可以降低波动 ( ripple ) 电压提高效率。根据规格书 ( datasheet ) 的记载 MAX865 内部的输出阻抗 , 分

别是正电压端为 90 欧，负输出为 160 欧（输入为 5V 时）。若流入 5mA 的负载电流时，正电压端会产生 0.45V 的电压下降，负电压端则产生 0.8V 的电压下降，要求无电压变动的电路可以采用 MAX865 并联连接，或是改用 MAX743 type。此外 V- 电路的负载电流较大时，基于保护电路等考虑，可以将 shot key barrier 二极管连接于 V- 端子与 GND 端子（第 4 pin）之间。

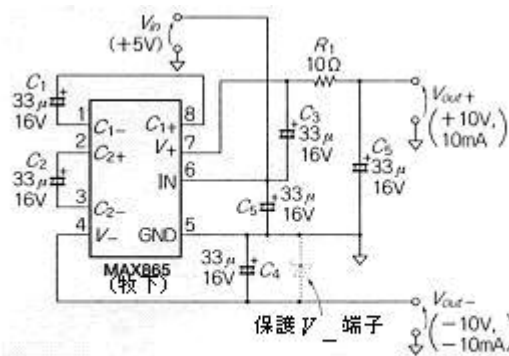


图 13 從單電源製作類比電路用雙電源的 DC-DC Converter  
(輸入電壓: +5V, 輸出: ±10V, 10mA)

可输出+5V -- -5V 的 DC-DC Converter

(特征: 可辅助正电源系统得负电源需求)

小型量测设备经常会有负电源需求，如果不需大电流容量时，可以使用 charge pump 的极性反转 Converter。图 14 的 DC-DC Converter 可以使 5V 的极性反转，同时输入 -5V 50mA 的电力，图中的 MAX860 是 8 pin 表面封装 type 控制 IC；表 2 是表面封装 type 控制 IC 的规格一览。上述 Converter 的动作频率可设定成 6K 50K 130K 三种形式，无小型化要求时可将 VC 端子与输出端连接设定成 130K，同时使用低容量的小型电容。图 14 的设定值为 50KHZ，输入电压范围为 1.5-5V，输出阻抗为 12，最大负载电流为 50。如果希望利用负载

降低电压时，可将 MAX860 并联连接。

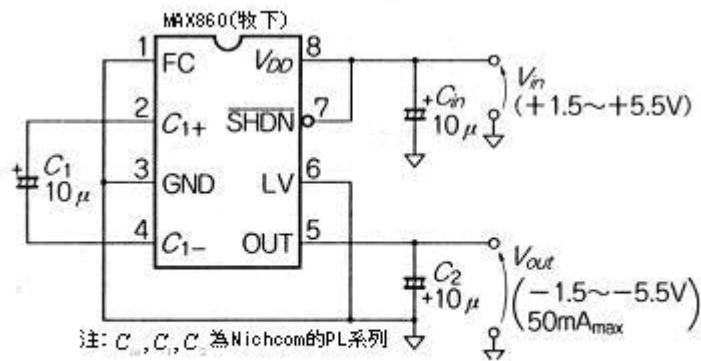


圖 14 可使輸入電壓的極性反轉、輸出的 DC-DC Converter  
(輸入電壓: +5V, 輸出: -5V, 50mA)

型號	廠商	輸入電壓範圍 $V_{in}(V)$	輸出電壓 $V_{out}(V)$	輸出電流 (mA)	內部阻抗 ( $\Omega_{pp}$ )	switching 頻率 (kHz)	封裝方式
MAX660	枚下	+1.5V ~ +5.5V	0.5V <sub>in</sub>	100	6.5	10/80	8 pin DIP/SOP
LM2660	NS	+1.5V ~ +5.5V	0.5V <sub>in</sub>	100	6.5	10/80	8 pin DIP/SOP
LTC660	LT	+1.5V ~ +5.5V	0.5V <sub>in</sub>	100	6.5	10/80	8 pin DIP/SOP
MAX860	枚下	+1.5V ~ +5.5V	0.5V <sub>in</sub>	50	12	6/50/130	8 pin SOP/ $\mu$ MAX
LM2662	NS	+1.5V ~ +5.5V	0.5V <sub>in</sub>	200	3.5	20/150	8 pin SOP

表 2 极性反转型 Step Down Converter 控制 IC 的规格

可使电池电压上升的 Step Up Converter

(特征: 电池能量 100% 发挥)

使用二次电池驱动的可携式电子产品, 要求即使电池电压下降亦能长时间动作, 因此出现可将 5V 的电池电压 Step Up, 输出 200mA 的 Converter (图 15)。如表 3 所示具备上述功能的 IC 种类非常多, 由于这类 IC 大多具有 shut down 端子 (pin), 因此可用 logic level 控制输出的 ON/OFF。此外 即使 shut down 输出与输入也不会连通线圈,

使得输入电压（电池电压）直接被输出。要求大电流的场合（case）建议改用流入线圈的峰值电流极小，而且又是固定频率的 PWM type MAX1700 IC。

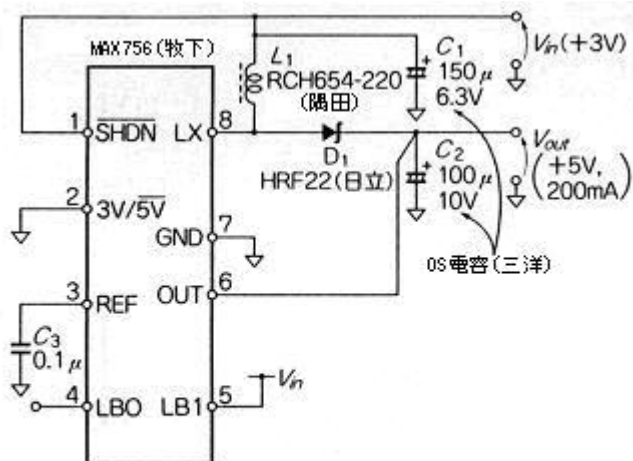


图 15 可使电池电压上升的 Step Up Converter  
(输入电压: +3V, 输出: +5V, 200mA)

型号	输入电压范围 $V_{in}$ (V)	输出电压 $V_{out}$ (V)	输出电流 (mA)	控制方式	switching 频率 (kHz)	封装方式
MAX756	+1.1/+5.5	+3.3/+5.5	250	PFM	最大 500	8 pin DIP/SOP
MAX1674	+0.7/+5.5	+3.3/+5.5	700	PFM	最大 500	8 pin $\mu$ MAX
MAX1700	+0.7/+5.5	+3.3/+5.5	1000	PWM/PPM	300	16 pin QSOP
MAX1595	+1.8/+5.5	+3.3/+5.5/可變	125	charge pump	1000	8 pin $\mu$ MAX

表 3 Step Up Converter 控制 IC 的规格

### 高电压 Step Down Converter

(特征: 无变压器可使 100-400V 直流电压转换成 15V )

如图 16 所示本 Step Down Converter 可将 100V 以上高电压转换成 15V, 由于本电路未使用变压器就可以获得低电压, 因此使用上非常方便。设计规格如下所示:

>DC 输入：100-400V 。

>DC 输出：15V 200MA 。

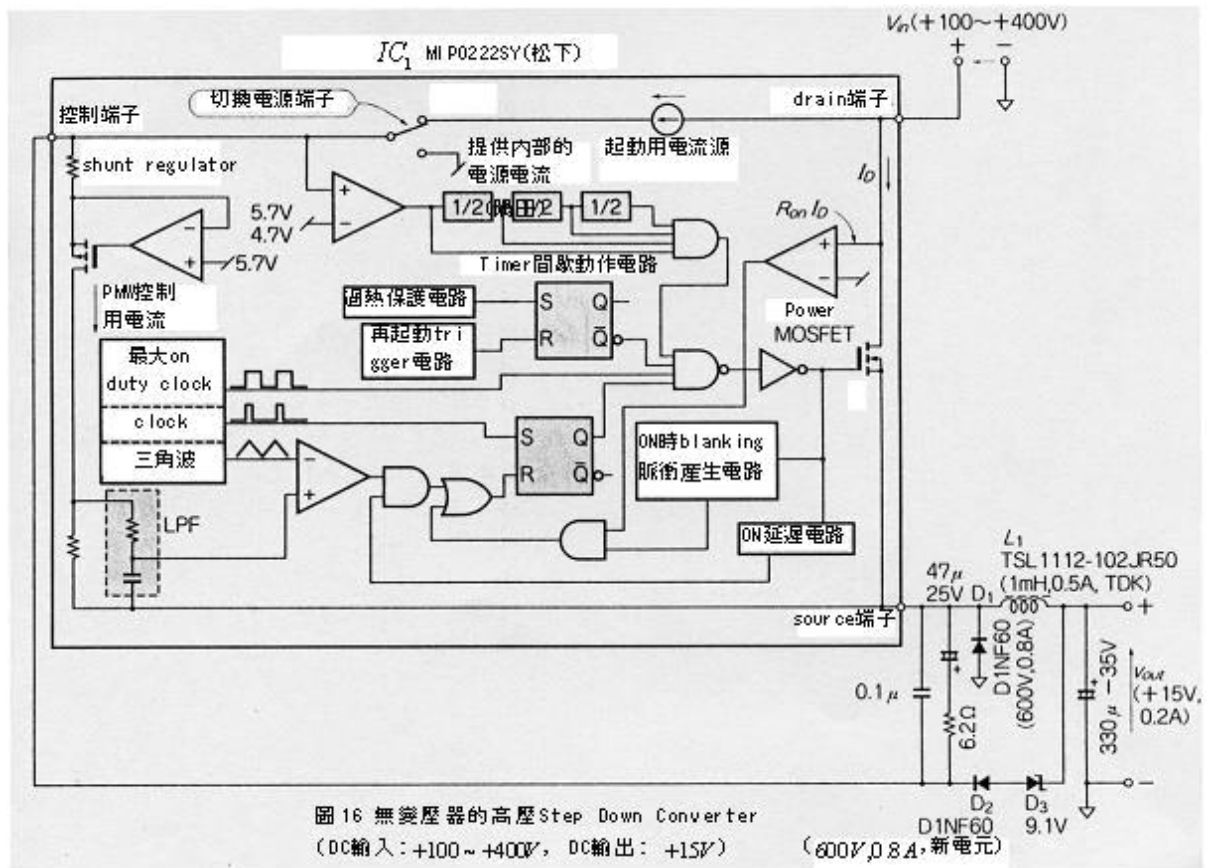
由于控制端子的电压高达 5.7V ，所以输出电压无法低于 5.7V ，输出电压  $V_{OUT}$  可以从 Zener  $V_Z$  V 二极管的电压 求得：

$$V_{OUT}=V_Z+5.7$$

图中的 MIP0222SY 与 power MOSFET 同样是三端子控制 IC ,内建有 switching 电源必需具备的所有功能，因此只需利用该 IC 就可以用简易的电路，形成高电压用 Step Down Converter，值得一提的是与同等级的产品有 Power Integration 公司开发的 TOP222Y；以外的同等级组件基本上可以从其它公司的产品型录中寻得。

为了抑制线圈 L1 波动( ripple )电流，因此线圈必需大于必需 1MH ，在 L1 流动的最大电流值则是根据 IC1 的最大电流规格设定成 500MA 。当 IC1 为 ON 时输入电压会流入 D1 D2 ，因此必需选用耐压超过 400V 的组件，此处考虑延迟 ( delaying ) 时间所以选用耐压 600V 的 type，若是要抑制 switching 损失的话，就必需使用高速、高效率、低损失的的二极管。

如上所述由于输入电压非常高，所以波动电流也很高，此处为降低输出波动电压，所以输出电容必需尽量挑选低等价串联阻抗的 type。



### Memory Backup 电源电路

(特征: 即使系统电源 OFF 时, 电源持续提供电力至内存)

如果 PC 使用简易系统的话, 一旦电源 OFF 时的内存电力也会一并被切断, 造成储存于内存 (Memory) 内部的数据面临全毁的厄运。

图 17 是电源 OFF 时仍旧可以维持 SRAM 电力的电路, 当电源 ON 时镍氢二次电池进行充电动作, 电源 OFF 时二次电池便自动释电力。

由于 SRAM 动作时的电源电压超过 4.5V 以上无法将 TR1 变更成二



极管,所以利用 VDROP 很小的 PNP 晶体管( transistor )构成 switch。  
 当电源 OFF 时 SRAM 的 CE2 会变成 L level 成为待机状态。

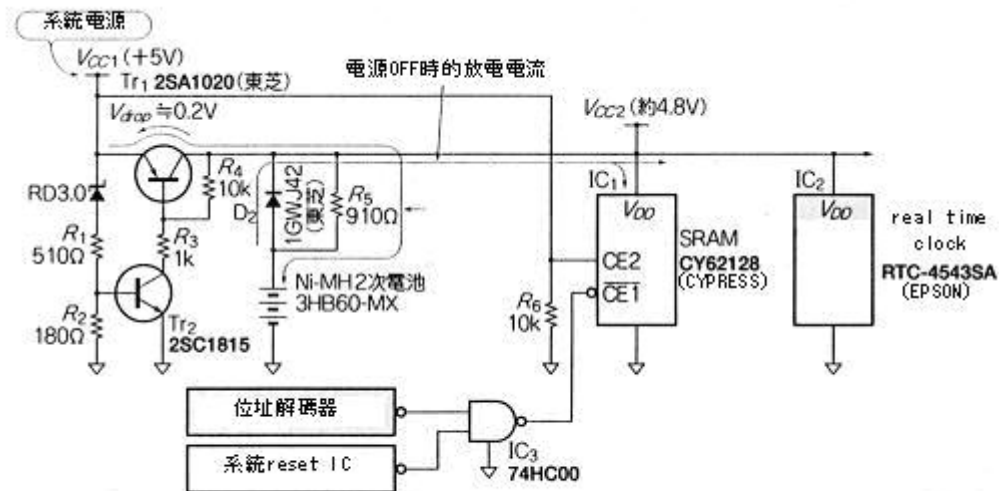


图 17 Memory Backup 电源电路

World Wide 输入, 三频输出简易型 Switching 电源

(特征: 利用内建 Power MOSFET 的单芯片控制 IC 获 Switching 电源)

图 18 是数字、模拟混载系统用输入 World Wide/三频输出, 绝缘型 Switching 电源电路, 它适用于 10-45W 的 device。

本电源电路主要规格如下:

- >AC 输入: 85-264V
- >DC 输出 1: 15V 1.5A
- >DC 输出 2: -15V 200MA
- >DC 输出 3: 5V 3A

图中的 MIP0224SY 控制 IC 内建有 switching 电源必需具备的所有功能，此外本 IC 采用与 Power MOSFET 相同的三端子（pin）封装，动作上则属于一般电压模式（mode）fly back converter，因此内建于输出段的 Power MOSFET drain 耐压高达 700V。

使用 MIP0224SY 时只需注意耐压问题，就可以轻易获得制作上非常繁琐的绝缘型 Switching 电路。变压器的设计是最棘手的一环，建议读者利用 Power Integration 公司的网页，下载设计用 Excel sheet 就可以轻易设计变压器。

必需注意的是绝缘距离，尤其是适用的安全规范会随着用途有很大的差异，图 18 的电路是根据 IEC60905 规范设计。

此外与市面上有许多与 IC1 同等级的控制 IC，例如 Power Integration 公司的 TOP224Y 就是典型代表，若使用 TOP224Y 的话就可以制作 180W 的 fly back converter。

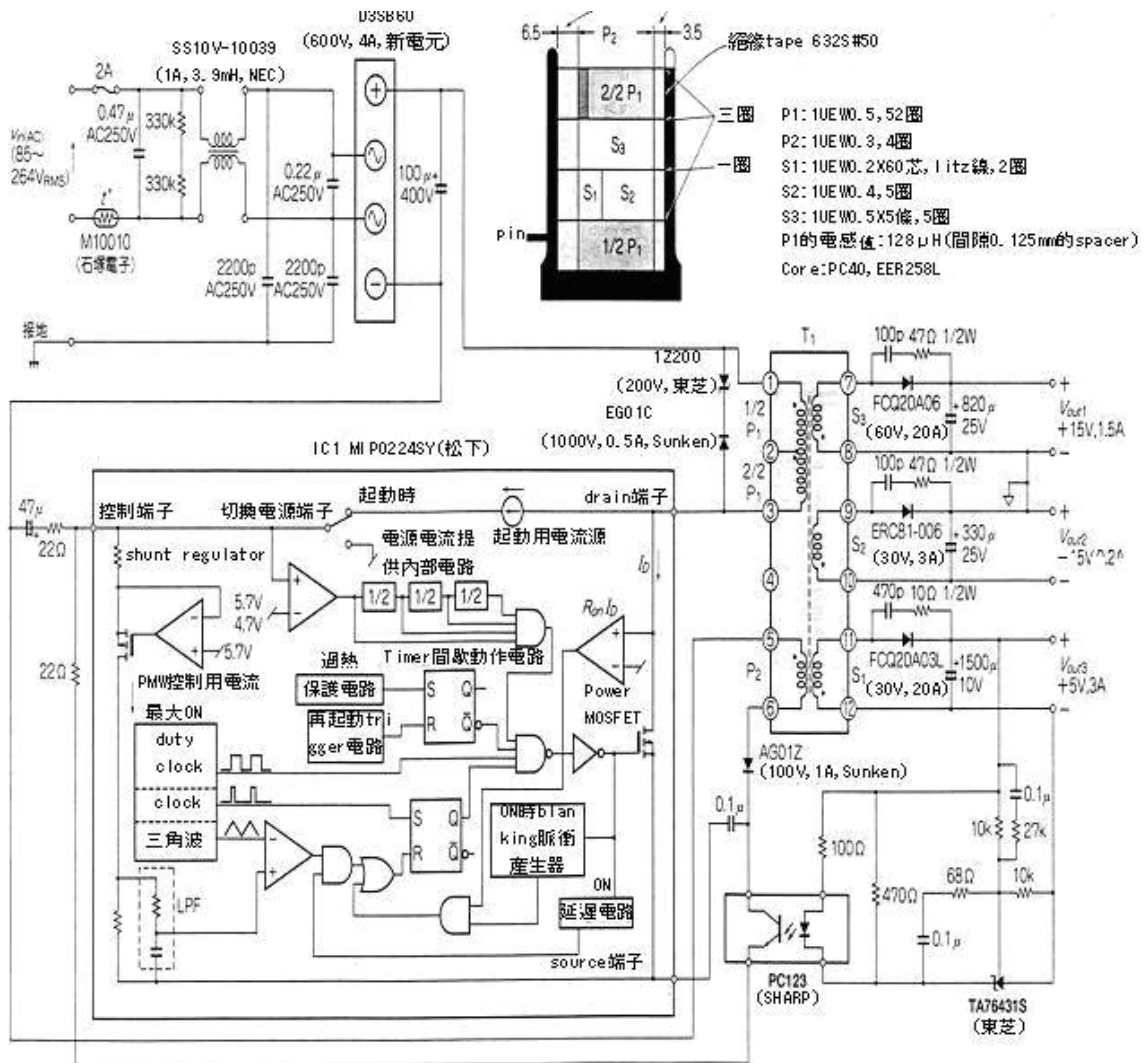


图 18 World Wide 输入的 Switching 电源

(输入 85~264V: ,DC 输出 1:15V 1.5A: ,DC 输出 2:-15V 200MA ,DC 输出 3:5V 3A)

输出 5V 1.5A 的 Step Down Converter

(特征：利用免费 web tool 轻松设计周边组件)

图 19 是利用 monolithic switching regulator IC LM2576T-5.0 , 制作可

输出 5V 1.5A 的 Step Down Converter , 该 Converter 非常适用于利用 24V 电源驱动 5V CPU 主板等领域。

有关 L1 C2 、 的最适值以及 D1 的峰值电流 , 建议读者利用 National Semiconductor 公司的网页 , 下载「WEBENCH design program」的免费 tool 就可以轻易计算。该网页除了组件定数之外同时还会教导有关 IC 与二极管的具体名称 , 以及温度与动作的仿真分析与 pattern 的设计。

必须注意的是 L1 若不选择特洛伊酒桶型 core 无间隙 type , 或是类似 pot core 兼具磁气 shield 功能的组件时 , 强大的磁气噪讯 ( noise ) 可能会四处扩散 ; 此外图中的 C2 主要工作是频繁的充放电 , 因此必须使用低 ESR、抗 ripple 的电容器。

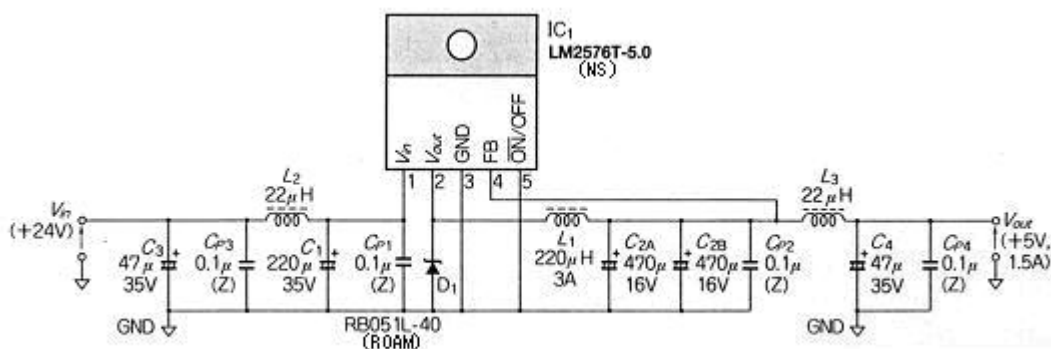


圖 19 可輸出 +5V, 1.5A, on board 用的 Step Down Converter

输入 World Wide , 输出 100W 的改良型电路

( 特征 : AC 输入电流的高频波电流低于规范值 )

图 20 是 World Wide 输入的改良型电路，该电路主要功能是将输出的绝缘型 Converter 整流电路，置换并符合高频波规范值。本电路的设计规格如下：

>AC 输入：85 -264V

>DC 输出：390V 300MA

本电路属于电流间断型，因此非常适合应用于 200W 以下低输出电源等领域。由于电感 ( inductance ) LB 的电流间断流动，因此转流二极管的逆回复损失的影响很小，其结果连带造成 switching 损失与辐射噪讯也随着降低。此外最大电流是输入电流峰值的二倍以上，所以成为选择 LB 与 Power MOSFET TR1 时的主要考虑因素。

LB 在 B-H curve 呈巨大的 minor loop 因此必需使用低铁损的 ferrite core，此外 core 要求很大间隙 ( gap )，从该部位散发的磁束动乱，会造成卷线涡卷电流损失变大，所以必需使用编织线 ( litz wire ) 加以隔绝。

本电路的动作为电流模式 ( mode )，所以内建有过电流保护单元，问题是过电压保护，尤其是与第一 pin 连接的输出电压分压电阻，一旦 open 或是短路的话，输出会立刻变成高电压，而电容则遭到破坏，因此过电压保护单元使用 TA76431S IC。虽然同等级的 FA5500/FA5501 ( 富士电机 ) 具备完整的过电压保护对策，不过由于

检测 level 太高，反而造成必需使用耐压超过 450V 的平整电容的后果。

事实上并无与上涨 IC1 功能完全的同等级产品，而功能性的代替品同时也是业界标准品，分别有 MC33261、FAN7527B、L6561、NJM2375 等等可供选择。

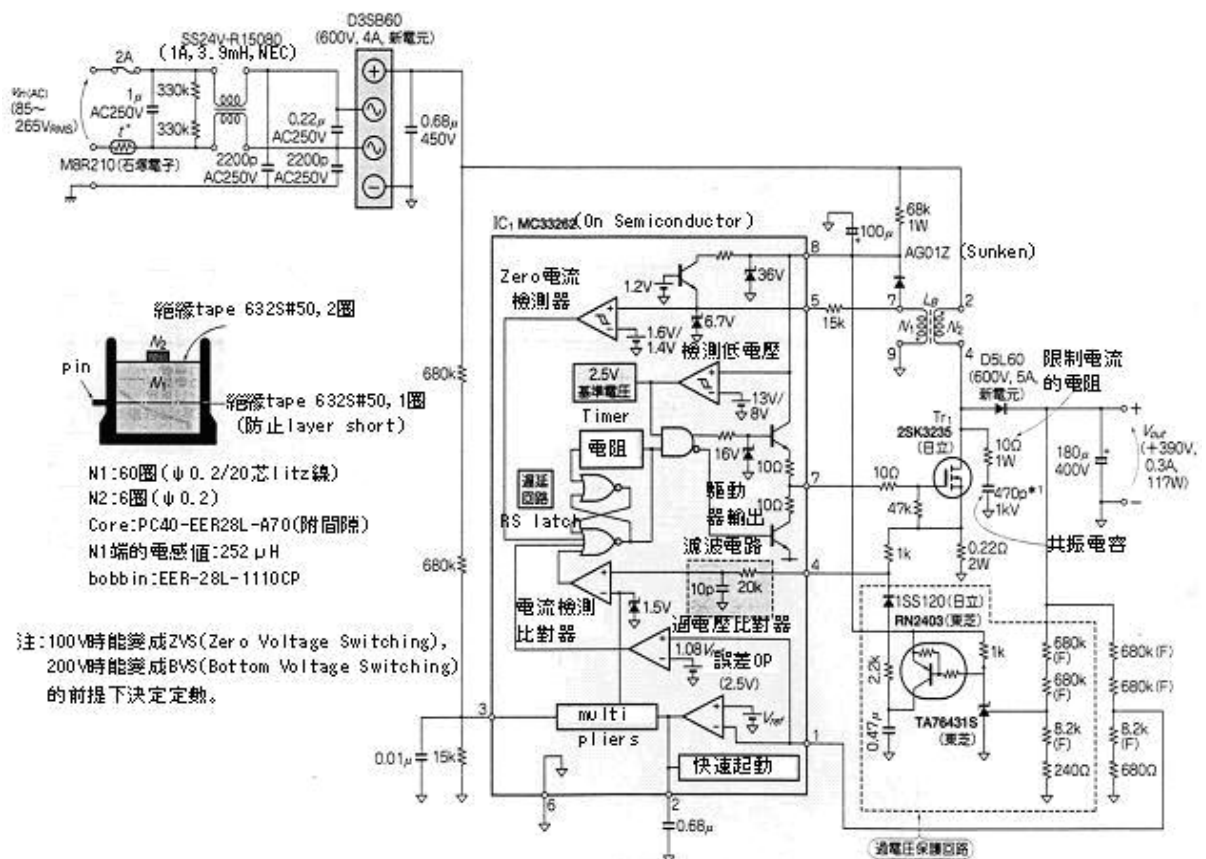


圖20 輸入 World Wide, 輸出 100W 的改良型電路  
(輸入: 85 ~ 264V, 輸出: +390V, 0.3A)

## 锂离子二次电池的充电电路

(特征：以 USB 界面为电源)

如果 USB 接口具备 5V 500MA 的话，就能当作便利的电源使用，反之若超过 500mA 时，USB 内部的 breaker 就会开始动作。

图 21 是利用 TI 的 bq24010 IC 串联构成锂离子二次电池的充电电路，该电路是以 USB 接口当作电源，因此系统一旦起动后电池的电压若低于 4V 时，就会开始自动充电。最大充电电流 I 可以利用 RSET 设定，为符合 USB 的规格，因此 RSET 被设定成 1.68K，I 则被设定成 498MA。

最大充电保留温度与最低充电保留温度，则分别利用电阻 RT1 与 RT2 设定成 60 度与 0 度。图 22 是上述充电电路与 USB 接口连接时，锂离子二次电池实际充电的特性。

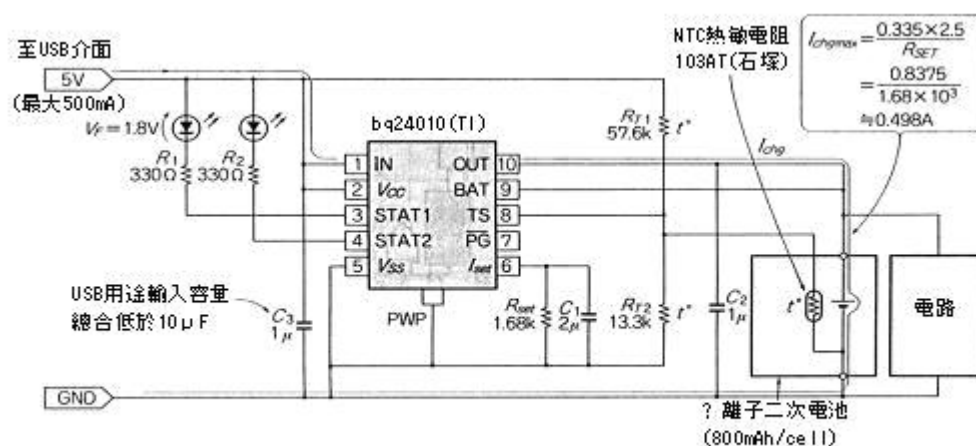


图 21 利用 USB 介面作电源的串联锂离子二次电池的充电电路

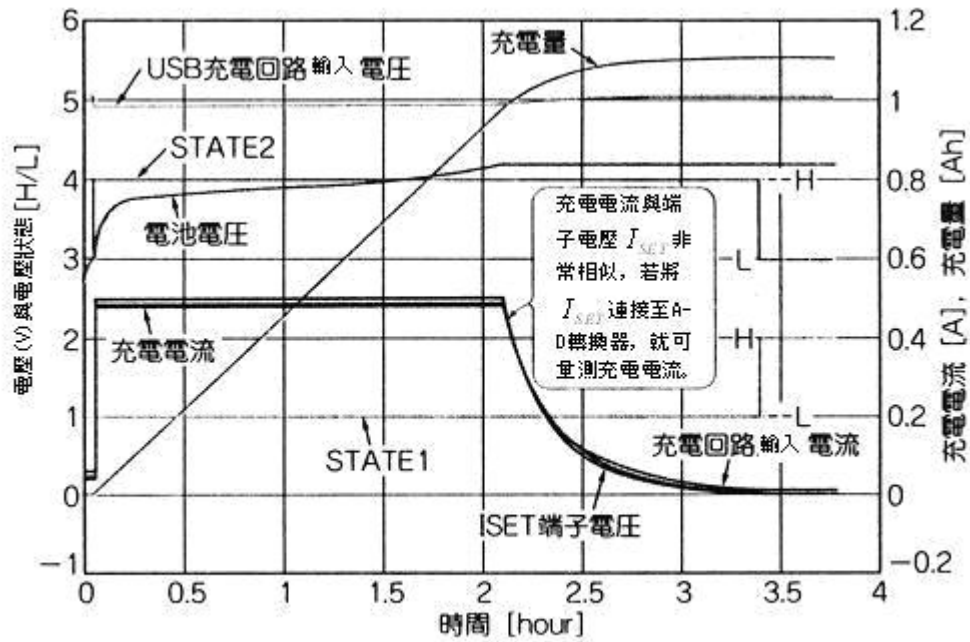


圖 22 ? 離子二次電池的實測充電特性

### 两镍氢电池串联的充电电路

(特征：以 USB 界面为电源)

图 23 是以 USB 为电源的两 cell 镍氢电池串联的充电电路，充电时电压若低于 2.5V 时，会被视为满溢充电进而停止充电。Timer 会以最大充电时间 160 分动作，当电池达 60 度 时就会停止充电。

快速充电结束后会以 C/32 进行 160 分的补充电，接着再以 C/64 无期限持续进行 pulse trickle 充电。

充电器利用  $-\Delta V$  或是  $\Delta T/\Delta t$  检测出满溢充电时，每单位电池 cell 的充电电压会变成 1.6V 左右，由于主电源为 5V 因此本电路若三电池 cell 串联充电的话，就会显得相当吃力。



图 24 是本电路的实测充电特性，由图可知两 cell 镍氢电池串联时的最大充电电压会上升至 3V，由于单 cell 电池为 1.5V 所以三 cell 电池串联时的最大充电电高达 4.5V。必须注意的是系统内若设有上述电路的话，会因系统的驱动电流与布线阻抗产生噪讯，进而造成错误检测成满充电信号，为防止这类现象发生，因此必需将 signal ground (S.GND) 与 power ground (G.GND) 分开布线。

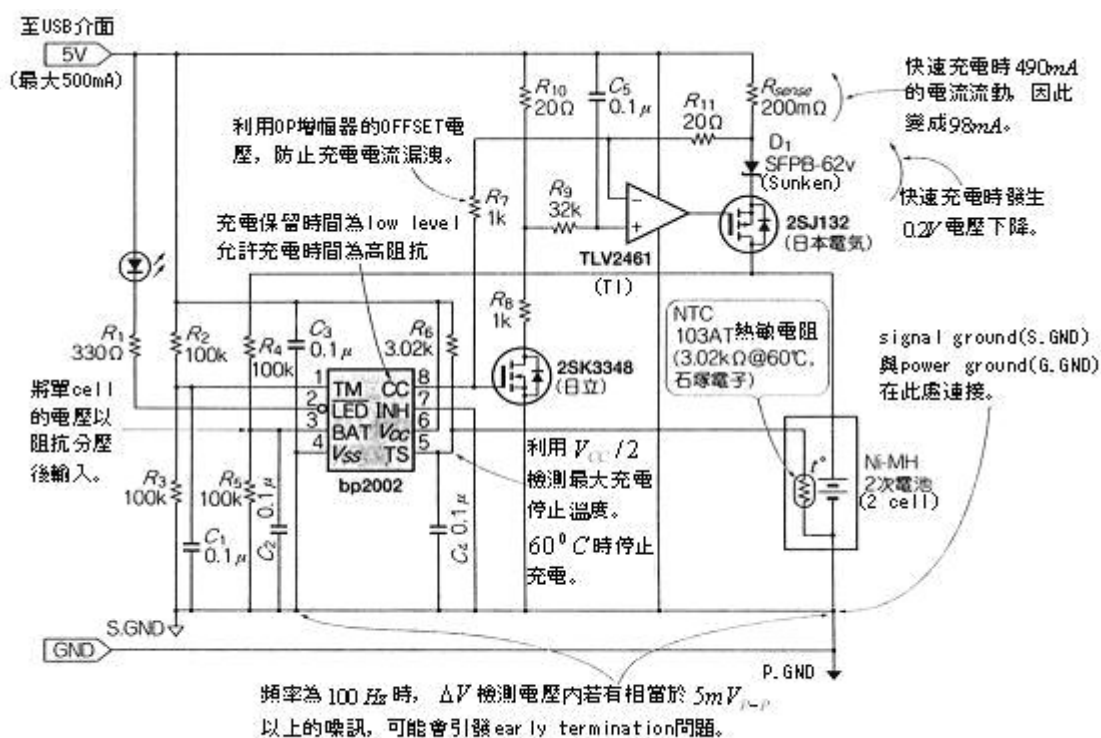


圖 23 以USB介面為電源的兩串聯鎳氫電池的充電電路

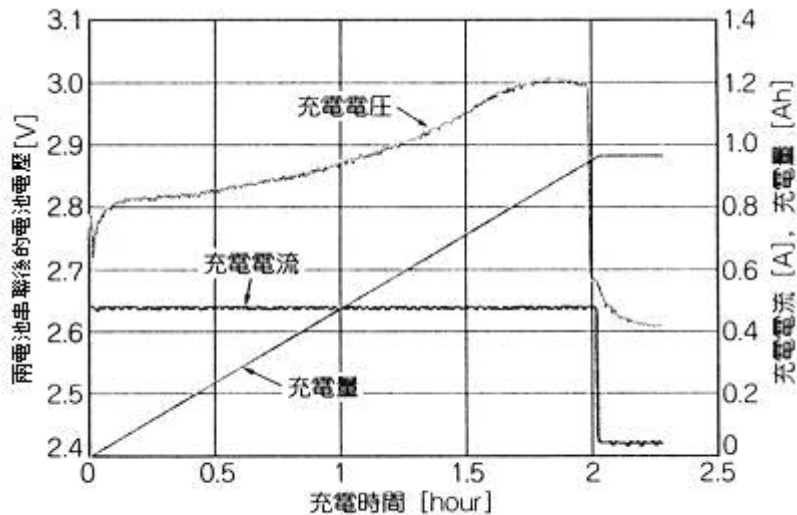


圖 24 鎳氫二次電池的實測充電特性

### 小容量简易绝缘电源电路

(特征：利用 Timer IC 555 驱动绝缘变压器)

图 25 是可应用于感测 (sensor) 的小容量绝缘电源电路。驱动 TR1 的 ON/OFF 时间可用 R1 R2 电阻调整，当 R1=R2 时，理论上 IC 会输出 50% 的 duty cycle 矩形波，然而实际上有 TR1 OFF 时的延迟，因此必需作微调。

若从脉冲变压器的 ET 积求取 TR1 的最大 ON 时间，就可以决定 switching 频率与必要的 ON/OFF 时间。ON 的时间是由 C1 与 C3 决定。输出电压「H」时的充电时间  $t_1(s)$ ，与「L」 $t_2(s)$  时的放电时间 可利用下式求得：

$$t_1 = 0.693 \times R_2 \times C_3$$

$$t_2 = 0.693 \times R_1 \times C_3$$

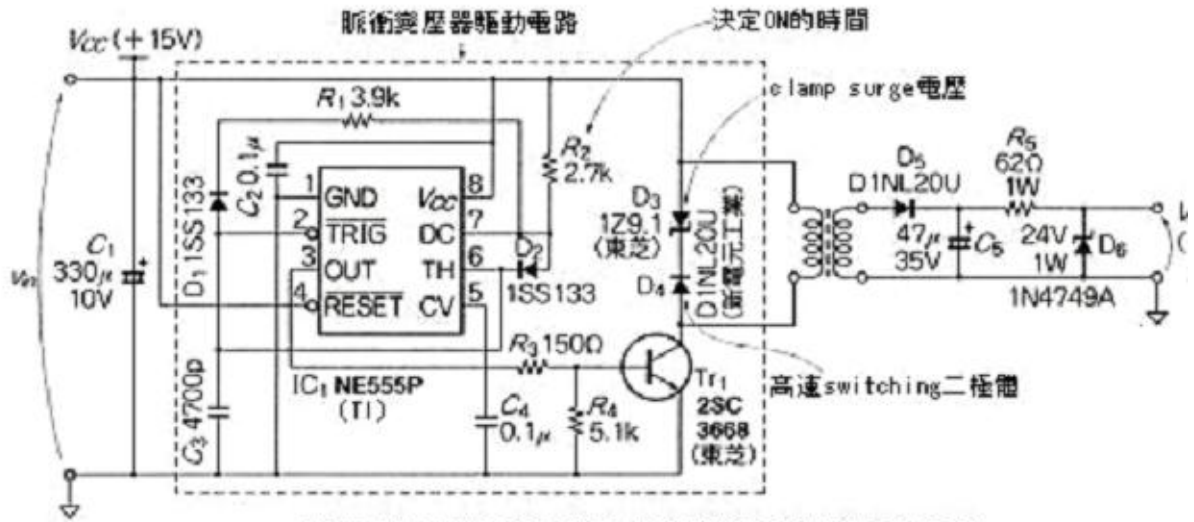


圖 25 以 USB 介面為電源的兩串聯鎳氫電池的充電電路

### Flash Memory 写入用电源

(特征：OFF 时电源 line 被 ground short)

图 26 是可以输出 Flash Memory 改写内容时，必要的 12V 直流电压的电源电路。

写入控制信号为「H」时，输出 VOUT 变成 0V，写入控制信号为「L」时，输出 VOUT 变成 11.8V，未写入期间为提高噪讯耐性，所以将电源线与 ground 短路 (short)，VOUT 的升降则是利用控制输入端子控制。

如果控制输入端子变成 5V 的话，线性 regulator M5237L 的电压监控 (monitor) 输入 (第三 pin) 电压会超过 1.5V 以上，M5237L 为阻止电流的吸入会将 TR1 关闭 (OFF)，TR2 呈 ON 状使 VOUT 与 ground

短路。

如果控制输入端子为 0V 时，上述第三 pin 的电位会变成 1.26V 并将电流吸入，当 TR1 开启(ON)，TR2 关闭(OFF)时，就变成 12V。

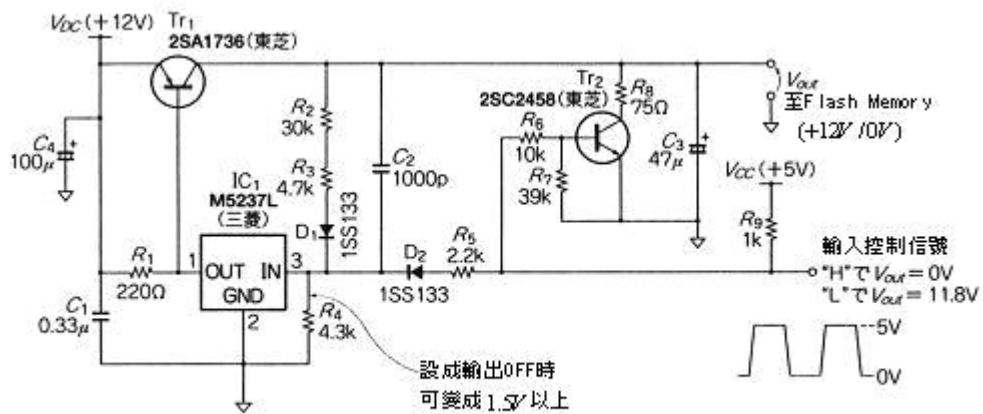


圖26 輸出電壓可作 +12V/0V 切換的Flash Memory寫入用電源