Provisional & Confidential

开关电源用集成电路

STR-W6700＆STR-X6700 系列应用手册

Engineering Division
Semiconductor Operations

Sanken Electric Co., Ltd
三垦电气株式会社

STR-W6700/ X6700 系列应用手册

1 概要 3

2 特点 3

3 STR-W6700/X6700 系列一览表 3

4 STR-W6700 外形图(LF2003)和 STR-X6700 外形图(LF1901) 4

5 电路方框图 6

6 电气特性（代表例：STR-W6756） 7

7 应用电路例 9

8 各功能説明 10

8.1 V_{CC} 端子（4 号端子） 10

8.2 SS/OLP 端子（5 号端子） 12

8.3 FB 端子（6 号端子） 15

8.4 OCP/BD 端子（7 号端子） 16

8.5 准共振和 Bottom-Skip 准共振 17

8.6 待机时的动作 19

8.7 Step-Driver 电路 20

8.8 最大 ON 时间限制功能 20

注意！

●本製品は開発中的製品につき，本書に記載されている内容は，改良などにより予告なく変更することがあります的でご了承ください。従って，最終的な設計，ご購入，ご使用に際しましては，最新的情報であることをご確認下さい。

●本書に記載されている動作例および回路例は，設計的補助的なも的であり，使用条件や部品バラツキを考慮したも的ではありません。十分にこれらを，考慮した設計を御願いします。

●本書に記載されている動作例および回路例は，使用上的参考として示したも的で，これらに起因する当社もしくは第三者的工業所有権，知的所有権，その他的権利的侵害問題について当社はいっさい責任を負いません。

●当社は品質，信頼性的向上に努めていますが，半導体製品では，ある確率で的欠陥，故障的発生は避けられません。部品的故障により結果として，人身事故，火災事故，社会的な損害等を発生させないよう，使用者的責任において，装置やシステム上で十分な安全設計及び確認を行ってください。

●本書に記載された内容を文書による当社的承諾無しに転記複製を禁じます。

1 概要

本产品为内藏功率 MOSFET 和控制器，以准共振方式工作的厚膜集成电路。通常工作以准共振或 Bottom-Skip 准共振动作，实现了开关电源的高效率，低噪声等优良性能。待机时以间隙振荡方式工作以降低待机功耗。

使用小型绝缘封装（STR-W6700/TO220F-6L，STR-X6700/TO3P），减小实装面积，便以实现电源的小型化、標準化。由于构成电源时仅需要很少的外接元件，大大简化了电路的设计。

2 特点

①在待机状态下，当输出电压下降时电源以间隙振荡方式工作，实现了高效率的待机工作，降低待机功耗。
②在原来准共振工作方式的基础上增加了 Bottom-Skip 功能，改善了中小负载时电源的效率。
③电源起动时,电源以 Soft-Start 方式起动。
④内藏 Step-Driver 功能以减小开关噪声。
⑤保证 MOSFET 的雪崩耐量。
⑥内藏过电流保护电路、过电压保护电路、过负载保护电路，最大 ON 时间限制电路。
⑦电源评価简便，短时期内开发可能。

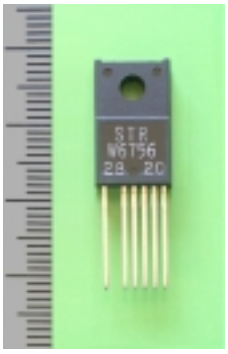
3 STR- W6700/X6700 系列一览表

Type	MOSFET V_{DSS}[V]	$R_{DS(ON)}$ MAX[Ω]	$V_{ACINPUT}$[V]	Pout [W] ※1	Mass production	Engineering Sample
STR-W6754	650	1.00 ※2	WIDE	100 ※2	2Q/2003	4Q/2002
			220	160 ※2		
STR-W6756	650	0.73 ※2	WIDE	140 ※2	2Q/2003	OK
			220	240 ※2		
STR-X6757	650	0.62 ※2	WIDE	170 ※2	2Q/2003	OK
			220	290 ※2		
STR-X6759	650	0.39 ※2	WIDE	220 ※2	2Q/2003	OK
			220	360 ※2		

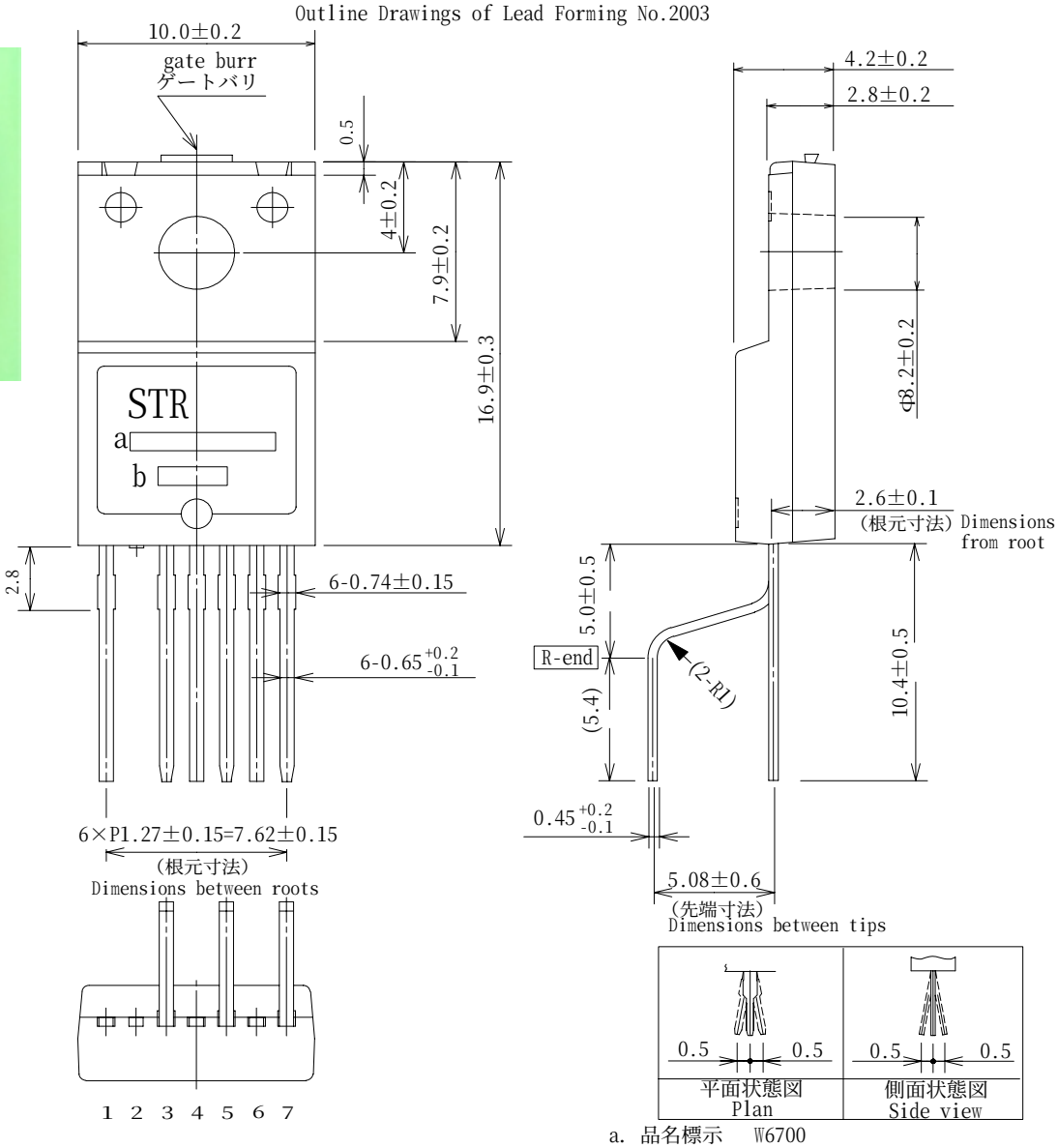
※1. 上记的输出功率为供设计时参考的热额定功率，最大输出功率可设计为热额定功率的 120％～140％程度。但是，输出电压较低的电源、或占空比较狭时，输出功率的能力可能小于表中的值。
※2. 开发中产品的暂定值。

敬请注意： STR-X6700 与 STR-W6700 的封装不同，但各相应端子的功能相同。
本手册以 STR-W6700 的端子进行动作的说明。

4 STR-W6700 外形图(LF2003)



STR-W外形寸法図 ＬＦ2003
Outline Drawings of Lead Forming No.2003



a. 品名標示 W6700
Type Number

b. ロット番号
Lot Number
第１文字 西暦年号下一桁
1st letter The last digit of year

第２文字 製造月
2nd letter Month
１～９月 アラビア数字
１０月 O
１１月 N
１２月 D
(1 to 9 for Jan. to Sept.,
O for Oct. N for Nov. D for Dec.)

第３、４文字 製造日
3rd &4th letter Day
０１～３１ アラビア数字
Arabic numerals

端子の材質: Ｃｕ
Material of terminal:Cu
端子の処理：Ｎｉメッキ＋半田ディップ
Treatment of terminal: Ni plating+solder dip
製品質量 :約2.3ｇ
Weight : Approx. 2.3g

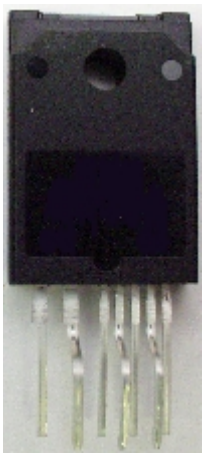
注記 Note
▬ ▬ ▬ 部は高さ0.3maxのゲートバリ発生個所をしめす。
shows a point where 0.3max gate burr is produced.

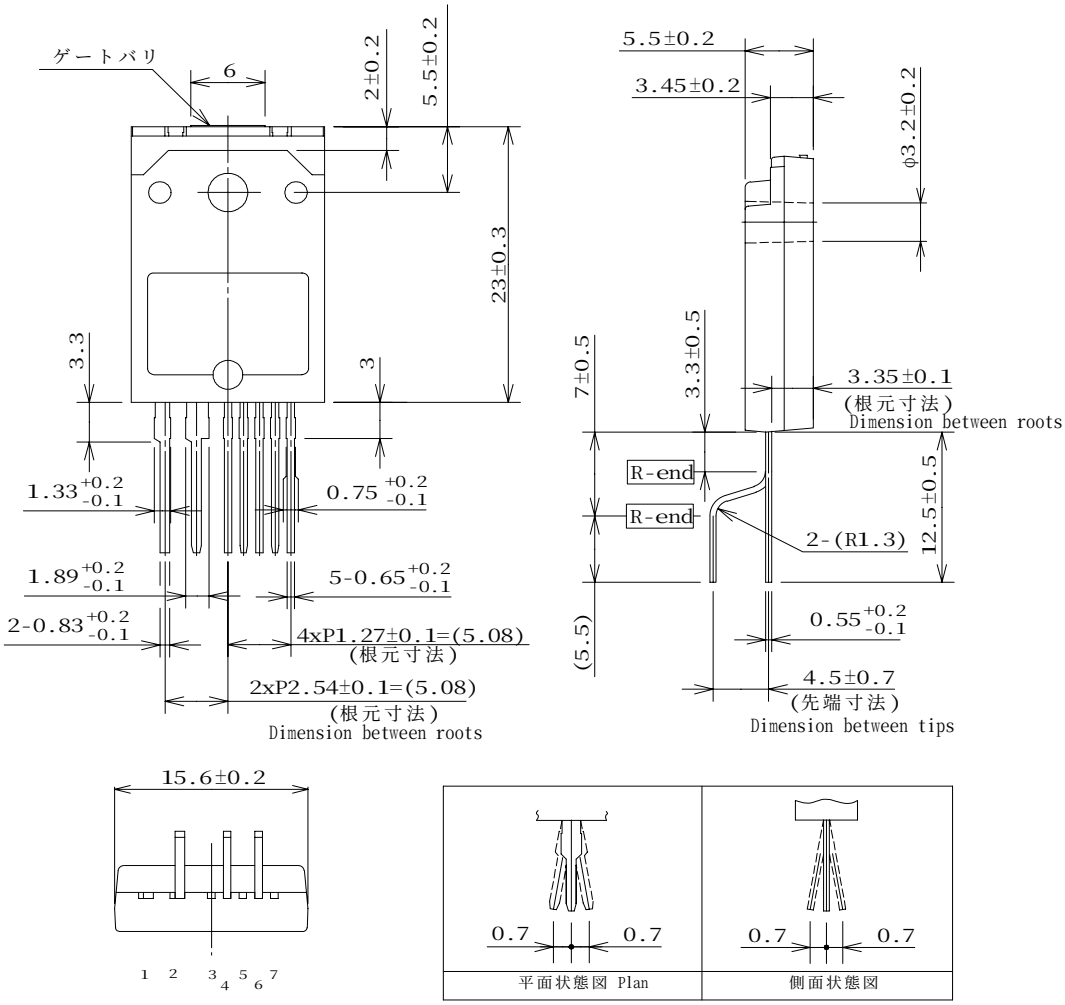
図番 :
DWG.No. :

単位：mm
Dimensions in mm

※注：参考图。详细规格请参考各产品规格書。

STR-X6700 外形图(LF1901)



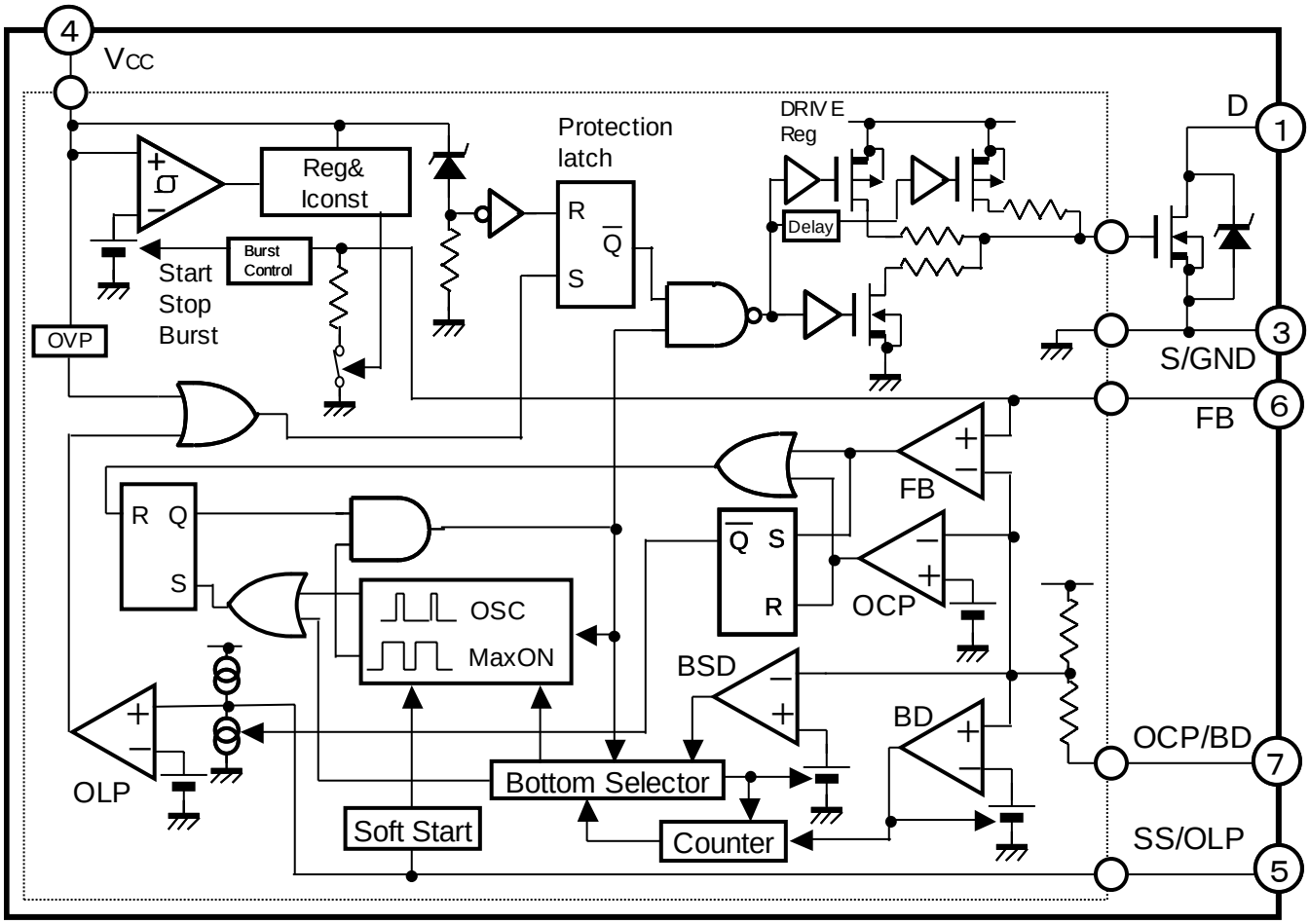


端子材質：Cu
Material of terminal: Cu
端子的处理：Ni メッキ＋半田ディップ
Treatment of terminal: Ni plating+solder dip
・品質量：約 6.0g
Weight: Approx. 6.0g
・号 : TG3A-1901B
DWG.No : TG3A-1901B
注記 1) —— 部は高さ 0.3 max 的ゲートバリ発生箇所を示す。
Note1) — denote the location where gate burr of 0.3 max is produced.
単位：mm

a.品名標示 X6757
Type Number
b.ロット号号
Lot Number
第 1 文字 西暦年号下一桁
1st letter The last digit of year
第 2 文字 月
2nd letter Month
1～9 月 ：アラビア数字
10 月 ：O
11 月 ：N
12 月 ：D
(1 to 9 for Jan. to Sept.,O for Oct. N for Nov.
第 3,4 文字 製造日
3rd & 4th letter Day
01～31 アラビア数字
Arabic Numerical

※注：参考图。詳細规格请参考各产品规格書。

5 电路方框图



各端子功能

端子号	端子记号		名称	功 能
	STR-W6700［TO220F-6L］	STR-X6700※1［TO3PF-7L］		
1	D		Drain 端子	MOSFET 的 Drain
2	—※2	S	Source/Ground 端子	MOSFET Source 及 Ground
3	S/GND	GND		
4	Vcc		电源端子	控制电源输入
5	SS/OLP		Soft-Start 设定端子 / 过负载	Soft-Start 动作及 过负载检测时的延迟时间设定
6	FB		Feed Back 端子	定电压控制信号输入 间隙振荡控制
7	OCP/BD		过电流保护输入 / Bottom 检测端子	过电流检测信号输入 / Bottom 检测信号输入

※1 STR-X6700 与 STR-W6700 的封装不同。

※2 未使用的引脚（请参照外形图）。

敬请注意： STR-X6700 与 STR-W6700 的封装不同，但各相应端子的功能相同。
本手册以 STR-W6700 的端子进行动作的说明。

6 电气特性（代表例：STR-W6756）

6.1 绝对最大额定（Ta＝25℃）

项　　目	端　子	記　　号	规格值	单位	备　　注
Drain 电流	1 - 3	I_{Dpeak}※1		A	Single pulse
最大开关电流	1 - 3	I_{DMAX}※2		A	Ta=-20～+125℃
雪崩能量耐量	1 - 3	E_{AS}※3		mJ	Single pulse VDD=99V,L=20mH I_L= A
控制部电源电压	4 - 3	V_{CC}	35	V	
SS/OLP 端子电压	5 - 3	V_{OLPSS}	-0.5～6	V	
FB 端子流入电流	6 - 3	I_{FB}	10	mA	※検討中
FB 端子电压	6 - 3	V_{FB}	-0.5～7.5	V	
OCP/BD 端子电压	7 - 3	V_{OCPBD}	-1.5～5	V	
MOS FET 部許容損耗	1 - 3	P_{D1}※4		W	使用无限大散熱器
					无散熱器
控制部许容損耗（MIC）	4 - 3	P_{D2}※5		W	以 V_{CC}×I_{CC} 規定
动作时内部 Frame 温度	—	T_F	－20～+115	℃	参考推奨动作温度
动作周围温度	—	Top	－20～+115	℃	
保存温度	—	Tstg	－40～+125	℃	
Channel 温度	—	Tch	+150	℃	

※ 1　参考规格书记载的 MOS FET A.S.O 曲线
※ 2　参考规格书记载的最大开关电流
　　最大开关电流是由 IC 内部的驱动电压和 MOS FET 的 Vth 决定的 Drain 电流。
※ 3　参考规格书记载的 MOS FET Tch-E_{AS} 曲线。
※ 4　参考规格书记载的 MOS FET Ta-P_{D1} 曲线。
※ 5　参考规格书记载的 MIC T_F-P_{D2} 曲线。

6.2 Power MOSFET 部电气特性（Ta=25℃）

項目	端子	记号	规格值			单位	测定条件
			MIN	TYP	MAX		
Drain-Source 间电压　※7	1 – 3	V_{DSS}	650	—	—	V	※6
Drain 漏电流	1 – 3	I_{DSS}	—	—	300	μA	
ON 电阻　※7	1 – 3	$R_{DS(ON)}$	—	—	0.73	Ω	
Switching time	1 – 3	t f	—	—	400	nsec	
热阻　※7	—	θ ch-F	—	—		℃/W	Channel－内部 Frame 间

※6　详细规格请参考产品规格书。
※7　与各产品有关，详细请参考各自规格书。

6.3 电气特性（Ta＝25℃）

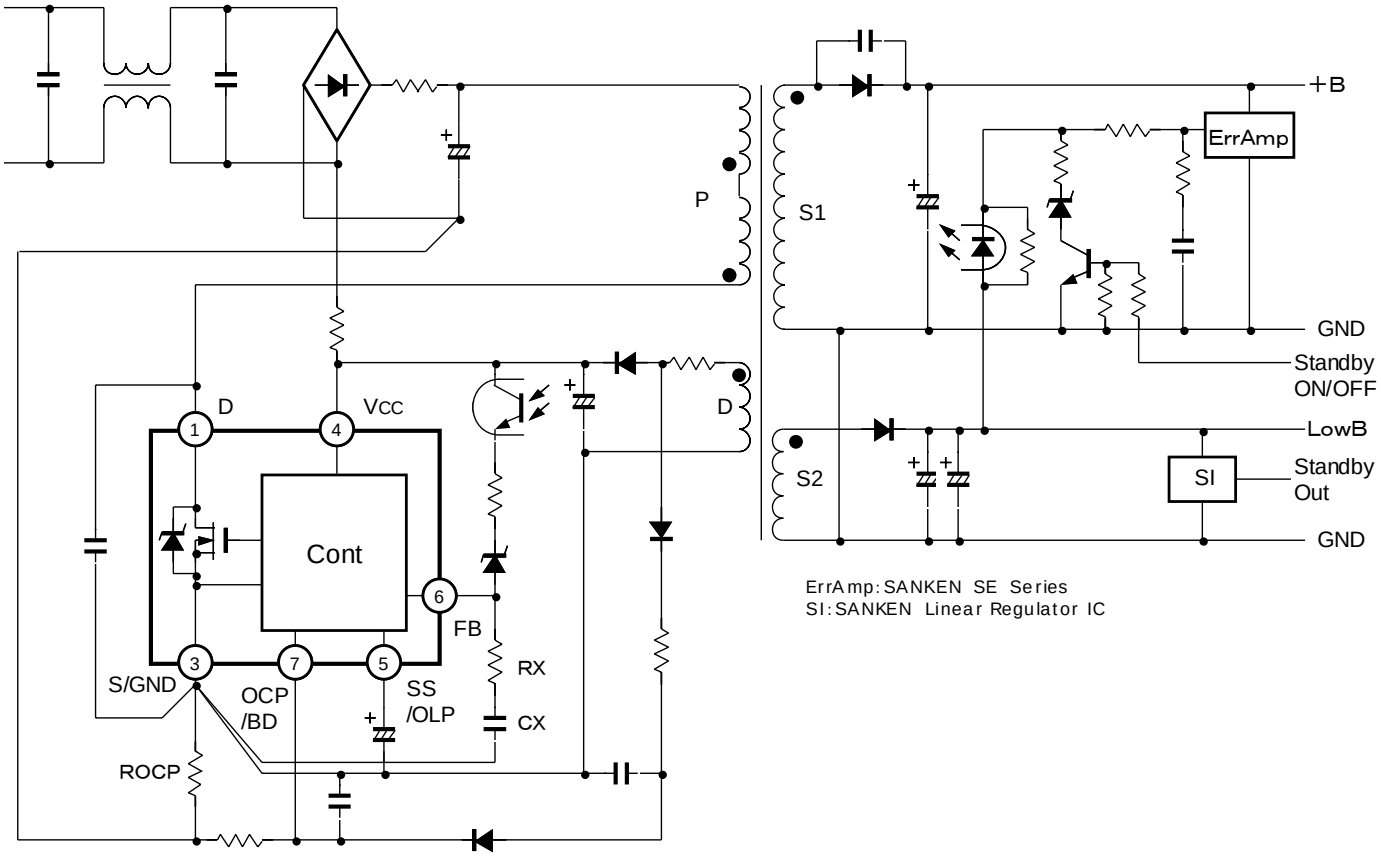
项　　目	端 子	記　号	规格值			单位	测定条件
			MIN	TYP	MAX		
电源起动动作							
动作开始电源电压	4 - 3	$V_{CC(ON)}$	16.3	18.2	19.9	V	
动作停止电源电压	4 - 3	$V_{CC(OFF)}$	8.8	9.7	10.6	V	
动作时电路电流	4 - 3	$I_{CC(ON)}$	－	－	6	mA	
非动作时电路电流	4 - 3	$I_{CC(OFF)}$	－	－	100	μA	
振荡频率	1 - 3	f_{OSC}	19	22	25	kHz	
Soft-Start 动作停止电压	5 - 3	$V_{SSOLP(SS)}$		1.2		V	
Soft-Start 动作充电电流	5 - 3	$I_{SSOLP(SS)}$		-500		μA	
通常动作							
Bottom-Skip 动作门坎电压 1	7 - 3	$V_{OCPBD(BS1)}$		-0.66		V	
Bottom-Skip 动作门坎电压 2	7 - 3	$V_{OCPBD(BS2)}$		-0.44		V	
过电流检测门坎电压	7 - 3	$V_{OCPBD(LIM)}$		-0.95		V	
OCP/BD 端子流出电流	7 - 3	I_{OCPBD}	-250	-100	-40	μA	
准共振动作门坎电压 1	7 - 3	$V_{OCPBD(TH1)}$		0.4		V	
准共振动作门坎电压 2	7 - 3	$V_{OCPBD(TH2)}$		0.8		V	
FB 端子门坎电压	6 - 3	$V_{FB(OFF)}$		1.45		V	※8
FB 端子流入电流（通常动作时）	6 - 3	$I_{FB(ON)}$		1000		μA	
待机动作							
待机时动作开始电源电压	4 - 3	$V_{CC(S)}$		11.2		V	
待机时电源电压间隔	4 - 3	$V_{CC(SK)}$		1.45		V	
待机状态非动作时电路电流	4 - 3	$I_{CC(S)}$		20		μA	
FB 端子流入电流（待机时）	6 - 3	$I_{FB(S)}$		4		μA	
FB 端子待机动作门坎电压	6 - 3	$V_{FB(S)}$		1.1		V	
最小 ON 时间	1 - 3	$T_{ON(MIN)}$				μsec	
保护电路							
最大 ON 时间	1 - 3	$T_{ON(MAX)}$	27	32	37	μS	
OLP 动作门坎电压	5 - 3	$V_{SSOLP(OLP)}$	4.2	5	5.8	V	
OLP 动作时充电电流	5 - 3	$I_{SSOLP(OLP)}$		-11		μA	
OVP 动作电源电压	4 - 3	$V_{CC(OVP)}$	25.5	27.7	29.9	V	
锁定电路保持电流 ※10	4 - 3	$I_{CC(H)}$	－	45	140	μA	
锁定电路解除电源电压 ※10	4 - 3	$V_{CC(La.OFF)}$	6.0	7.2	8.5	V	

※8　详细内容请参考产品规格書。

※9　电流的规定以 IC 为基准，流入为“＋”，流出为“－”。

※10　锁定电路在 OVP，OLP 发生时动作。

7 应用电路例


+B
ErrAmp
P
S1
GND
Standby
ON/OFF
D
Vcc
D
LowB
S2
SI
Standby
Out
GND
Cont
FB
RX
CX
S/GND
OCP
/BD
SS
/OLP
ROCP
ErrAmp: SANKEN SE Series
SI: SANKEN Linear Regulator IC

8 各功能的说明

8.1 关于Vcc端子（4号端子）

8.1.1 起动电路

起动电路是通过检测 Vcc 端子（4 号端子）的电压，控制 IC 的动作开始、动作停止的电路。电源的起动电路（Vcc 端子）如图 1 所示。

AC 输入电源投入后，起动电阻 R2 对 C3 充电。R2 的值请按在电源的 AC 输入电压最低时能确保后述的 140μA MAX 以上锁定电路用电流来进行设计。R2 的值过大时，C3 的充电电流较小，因此到达 IC 动作开始电压的时间变长。因此，R2 的电阻值需要和后述的 C3 的容量一起进行调整。

Vcc 端子电压在控制电路动作开始后，将会有下降的倾向，增加 C3 的容量，可以减小 Vcc 端子电压的下降的量。这样，即使补助绕组 D 的电压上升稍迟，Vcc 端子电压也不会下降到动作停止电压以下，电源可以起动起来。但是，C3 的容量增大时，电源在 AC 输入投入后，C3 充电到达动作开始电压的时间变长。

对一般的电源规格而言，C3 取 10～47μF 程度，R2 取 47kΩ～150kΩ（宽电源输入，AC100V 输入电源），82k～330kΩ（AC200V 输入电源）的值，可以使电源正常起动起来。

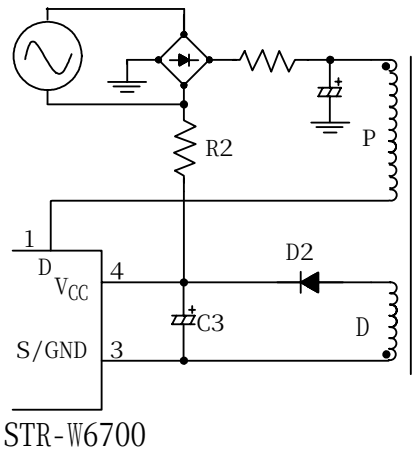


图 1 起动电路

如图 2 所示，在控制电路开始动作以前，控制器电路电流被控制在 100μA MAX（Vcc＝15V，Ta＝25℃）以下，因此 R2 可以使用较高阻值的电阻。当 Vcc 端子电压达到 18.2V（TYP）时，IC 内的起动电路开始动作，消耗电流增大。如果 Vcc 端子电压由于此电流的增大，电压降低到动作停止电压 9.7V（TYP）以下时，低输入时动作禁止电路（UVLO）动作，IC 停止工作、回到起动前的状态（再起动）。

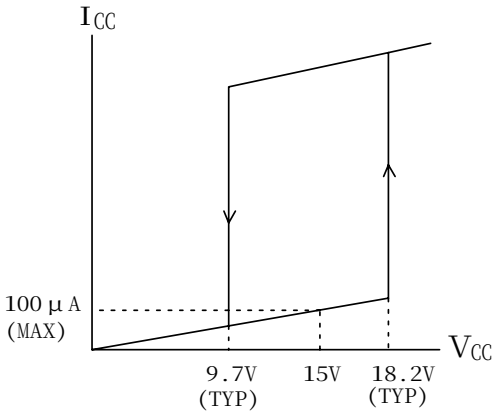


图 2 Vcc 端子电压-电路电流 Icc

8.1.2 补助绕组的设定

控制电路动作后，補助绕组 D 的电压在整流滤波后得到 IC 的工作电源。起动时的 V_{CC} 端子电压波形如图 3 所示。補助绕组电压在控制电路动作后不会立即上升到设定电压，V_{CC} 端子电压会有一段下降的过程，但是由于动作停止电压 ULVO 设定在比较低的 10.6V（MAX）,只要在 Vcc 电压下降到动作停止电压以前，補助绕组 D 的电压能上升到达設定值，控制电路的工作就可以继续下去。

通常，请将補助绕组的电压 Vcc 设定在动作停止电压 ULVO［$V_{CC(OFF)}$ 10.6V(MAX)］和 OVP 动作电压［$V_{CC(OVP)}$ 25.5V（MIN）］之间。

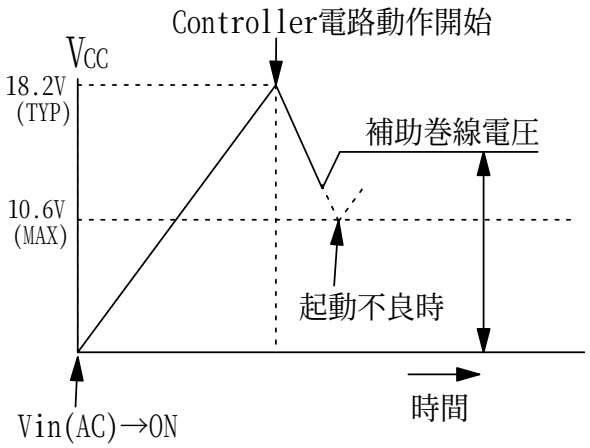


图 3 起动时的 Vcc 端子电压

此外，在实际的电源电路中，V_{CC} 端子电压有时随副边输出电流的大小而发生变化，如图 4 所示。这是因为 STR-W6700 控制器所需要的工作电流很小，MOSFET 在关断瞬間发生的浪涌电压向 C3 充电所至。

为了防止 Vcc 电压的上升，可如图 5 所示与整流二极管 D2 串联一个数Ω～数十Ω的电阻（R7）。

由于输出电流对 V_{CC} 端子电压的变化率与使用的开关变压器的构造有关，R7 电阻的最佳值请在实际使用的电源电路中调整。此外，开关变压器中原-副边绕阻的耦合，辅助绕组-输出电压检测绕组的耦合越差，Vcc 电压的变化率越大，请注意开关变压器中辅助绕组的位置的设计。

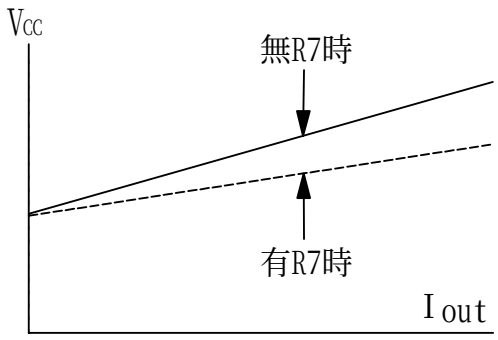


图 4 输出电流 Iout-Vcc 端子电压

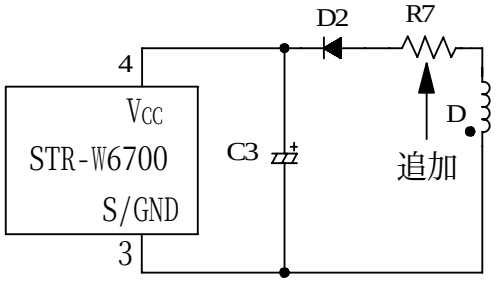


图 5 减小输出电流 Iout 影响的辅助电源电路

8.1.3 过电压保护电路

V_{CC} 端子-GND 端子间印加 27.7V（Typ）以上的电压时，控制 IC 内的 OVP 电路开始动作，停止控制 IC 的振荡。IC 的 OVP 是以锁定方式进行的。通常，V_{CC} 端子的电压是由开关变压器的辅助绕组提供的，由于此电压与输出电压成比例，输出电压检测电路发生开路等异常状况时，此 OVP 功能可以进行副边输出过电压的保护。

此时，过电压保护动作时的副边输出电压为：

$$V_{out(OVP)} \quad \frac{\text{通常動作時輸出電圧 } V_{OUT}}{\text{通常動作時 } V_{CC}\text{端子電圧}} \times 27.7\text{V（TYP）} \qquad \text{(1)式}$$

8.1.4 锁定电路

过电压保护（OVP）电路、过负载保护（OLP）电路动作时，振荡器的输出保持低电平，停止电源电路的动作。锁定电路的保持电流，在 Vcc 端子电压为(动作停止电压-0.3)V 时，为 140μAMAX（Ta＝25℃）。

为了防止锁定电路由于干扰而出现誤动作，控制 IC 内藏有一个 Timer 电路，只有 OVP、OLP 电路动作持续动作一定时间以上时锁定电路才能动作。锁定电路动作后，控制电路内的定电压（Reg）电路依然处于工作状态，Vcc 端子电压会由于 IC 内电路电流而下降。

Vcc 端子电压下降到动作停止电压（9.7V（TYP））以下时，电路电流切换为 140μA（Ta＝25℃）以下，由于起动电阻提供的电流大于此电流，因此 Vcc 端子电压又开始上升。当 Vcc 达到动作开始电压（18.2V（TYP）时，IC 电路电流再次增加，Vcc 端子电压又开始下降。因此，在锁定电路动作时，V_{CC} 端子电压在 9.7V（TYP）与 18.2V（TYP）的之间上下来回变动，此项功能是为了防止 Vcc 电压的上升而设置的。

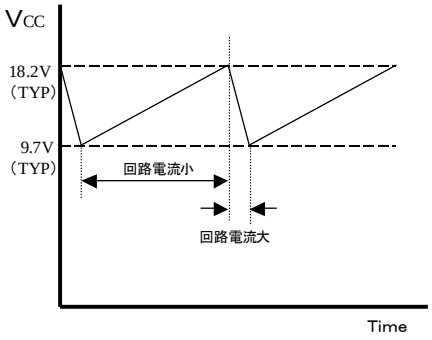


图 6 锁定电路动作时的 Vcc

锁定电路动作时的 V_{CC} 端子电压波形如图 6 所示。当 Vcc 端子电压降到 7.2V（Typ）以下时，锁定电路被解除。对一般的电源而言，需要切断 AC 输入使 IC 复位，然后可再次起动电源。

8.2 关于 SS/OLP 端子（5 号端子）

SS/OLP 端子具有两个功能，电源起动时的 Soft-Start 功能和过负载保护功能。SS/OLP 端子通常连接一个 0.47μF～3.3μF 的电容器。

8.2.1 电源起动时的 Soft-Start 功能

电源起动时，从 SS/OLP 端子流出 Soft-Start 动作充电电流（$I_{SSOLP(SS)}$）向外接电容器充电，直至 Soft-Start 停止门坎电压（$V_{SSOLP(SS)}$）。这期间 SS/OLP 端子电压从约 0V 上升到 1.2V，利用此电压变化电源进行 Soft-Start 起动。如图 7 所示，SS/OLP 端子电压与控制部内部的振荡器波形进行比较，逐渐地增加 ON 幅度。在间隙振荡的待机工作状态时，在每次的电源工作期间，由于 Soft-Start 功能的作用，Drain 电流是被逐渐增加的，此项功能可以抑制开关变压器发出的声音。

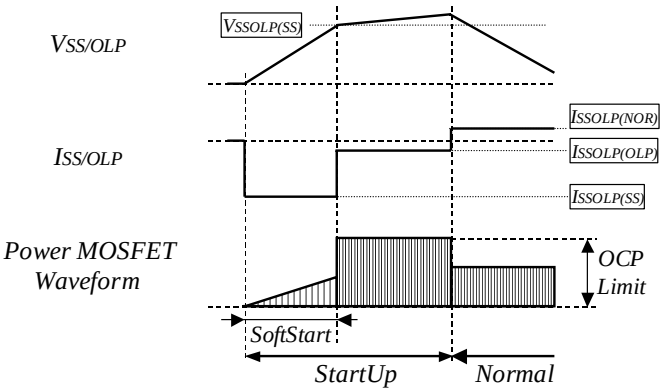


图 7 Soft-Start 动作

8.2.2过负载保护动作

电源副边输出过负载状态发生时，副边的输出特性如图 8 所示。过负载状态时，由于原边辅助绕组电压和输出电压按比例下降，当 Vcc 端子电压下降到动作停止电压以下时，停止 IC 动作。此时，由于 IC 控制器电路电流同时减少，Vcc 端子电压在起动电阻 Rs 充电电流下再次上升，达到动作开始电压后电源再行起动，进入间隙动作。但是，输出绕组的组数较多，变压器的耦合不十分好的情况下，即便在过负载状态下输出电压下降，而原边辅助绕组电压下降的幅度不足，电源也有可能不能进入间隙动作。

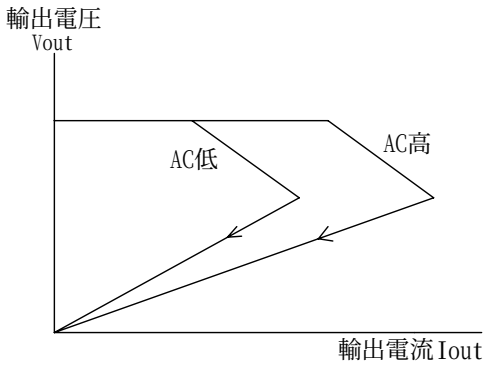


图 8 电源输出的过负载特性

即使在此种不能进入间隙动作的情况，过负载保护电路（OLP）可以进行保护。

在过负载状态（OCP 保护动作时 Drain 电流被限制的状态），副边输出电压下降。副边誤差增幅器及光藕被关断。STR-W6700/STR-X6700 系列在 FB 信号为零、OCP 保护动作持续时，判断为发生过负载状态。如图 9 所示，由 $I_{SSOLP（OLP）}$ 向 SS/OLP 端子充电，SS/OLP 电压开始上升。当 SS/OLP 端子上升到 $V_{SSOLP（OLP）}$（Typ5V）时，振荡停止，IC 移行至锁定保护动作。

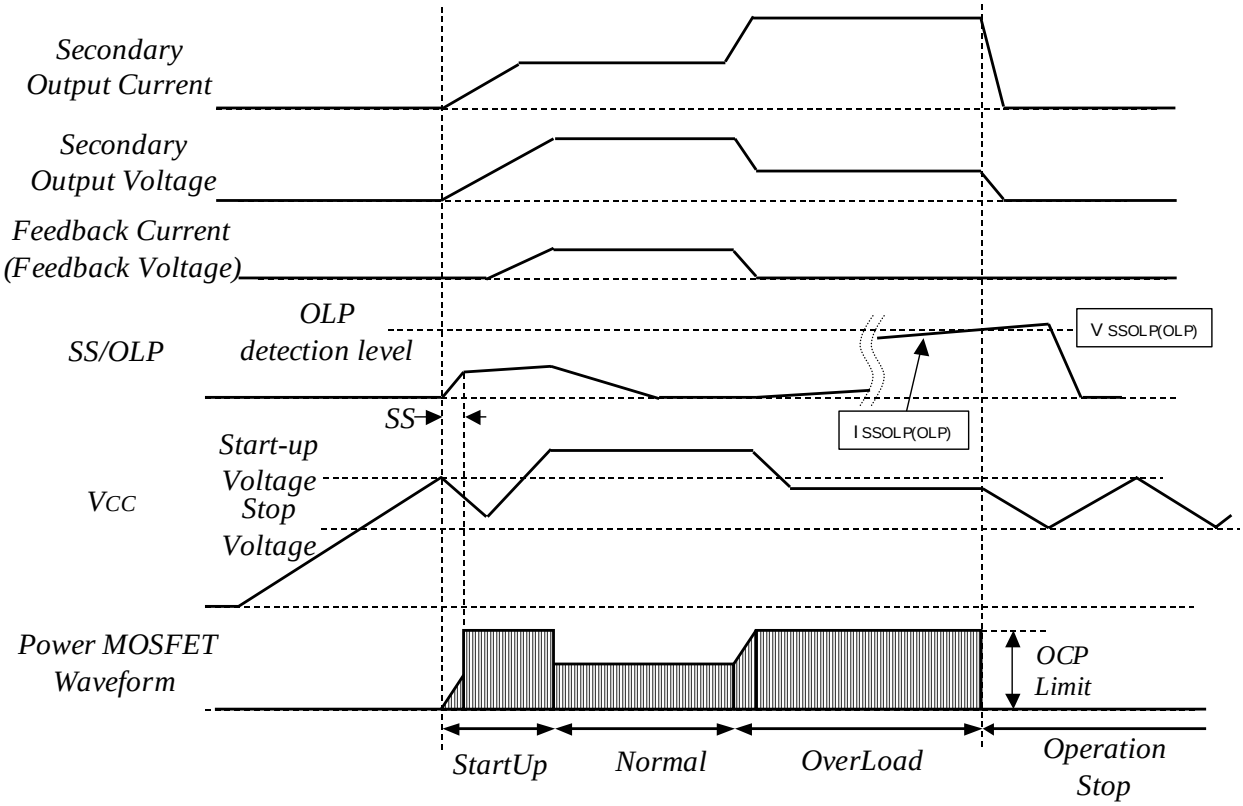


图 9 过负载时的时序图

由于 $I_{SSOLP（OLP）}$ 为定电流，可以概略計算从 OCP 开始动作到锁定保护动作的时间：

C（电容量）×⊿V（电容量的充电电压/ 约 5V）＝$I_{SSOLP（OLP）}$ × t （时间） （2）式

请注意，$I_{SSOLP（OLP）}$与 SS/OLP 端子的电压有一定的依存性。当 SS/OLP 端子电压上升时，$I_{SSOLP（OLP）}$随之减少，因此（2）式与实测值不完全一致。此时间请在实际负载条件进行调试。此外，由于在电源起动期间电源处于 OCP 保护动作状态，请确认在此期间电源不会进入锁定保护动作。

8.2.3 电源 OFF 时的动作

电源 AC 的 OFF 时，IC 内部的 Reset 电路对 SS/OLP 端子外接的电容器进行放电。电源在正常工作时（IC 内部的定电压电路动作时）Reset 电路处于休止状态。

8.2.4 OLP 电路的禁止

希望保持 Soft-Start 动作有效，而禁止 OLP 保护动作时，可在 SS/OLP 端子插入 47KΩ程度的电阻（稳压二极管也可）。这样在电源起动时以及过负载时可以禁止 OLP 动作。

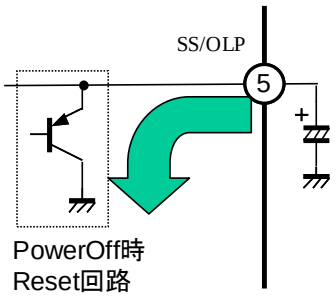


图 10 Reset 电路

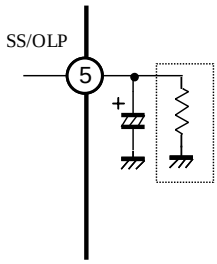


图 11 OLP 禁止电路

8.3 关于 FB 端子（6 号端子）

FB 端子在通常动作（定电压控制电路动作）和待机工作时的控制功能不同。关于待机时的控制请参考 8.6 项。

8.3.1 定电压控制电路

STR-W6700 系列的定电压控制采用电流控制方式，使电源在重负载时具有更好的稳定性。由 FB 端子电压与 IC 内部 V_{OCPM} 电压的比较，改变 MOSFET 的 Drain 电流的峰值（≒ON 期間），调节向副边提供的能量。如果在 MOSFET 的 OFF 期间 IC 检测不到与变压器 Flyback 信号同步的准共振信号，IC 内部的振荡电路以固定的振荡频率（约 22KHz）工作。图 12 为时序图，图 13 为定电压控制时的内部电路图。

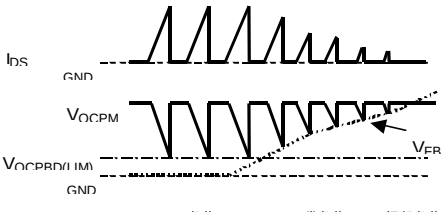


图 12 定电压控制(无视准共振信号)

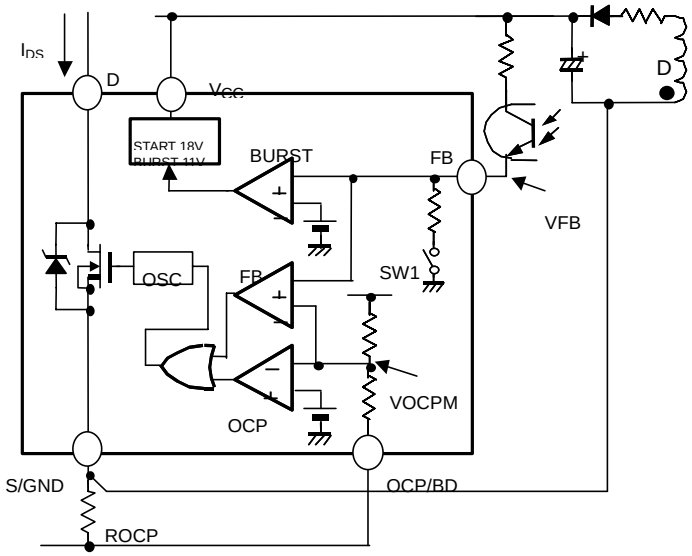


图 13 定电压控制电路（原理图）

定电压控制时，电源副边誤差增幅器的控制信号（FB 电流）通过光藕输入到 6 号 FB 端子。输入的 FB 电流，经 IC 内部电阻（通常工作时 SW1 为 ON 状态）变换为反馈电压 V_{FB}。与 MOSFET 的 Drain 电流成比例的电压波形（V_{OCPM}）施加在 FB 比较器的“ -”输入端子上。因此，通过 FB 比较器进行 V_{OCPM} 和 V_{FB} 的比较，构成 MOSFET 的 Drain 电流峰值的电流控制方式。

如图 12 所示，过负载时 FB 电流减少到接近为零，此时的 Drain 电流受到过电流保护电路设定的电流值而限制。而在负载减轻时，FB 电流增加、V_{FB} 上升、Drain 电流被减少。极轻负载时，V_{FB} 电压超过 FB 端子门坎电压（$V_{FB(OFF)}$，1.45VTYP）时，电源进入间隙振荡，以防止副边输出电压的上升。

8.4 关于 OCP/BD 端子（7 号端子）

OCP/BD 端子的功能有过电流检测（OCP）功能，Bottom-Skip 以及准共振动作的控制功能。有关 Bottom-Skip 和准共振动作的控制请参考 8.5 項。

8.4.1 负电压检测型 OCP 电路

STR-W6700/X6700 的过电流保护电路（OCP）检测每个 MOSFET 的 Drain 电流的峰值，检测到过电流时使振荡器输出翻转。这是一个 Pulse-by-pulse 方式的过电流保护电路。如图 14 所示，OCP 电路由外接的过电流检测电阻 R5 以及 R4，C5 构成。R4 和 C5 是对 MOSFET 的 Trun-On 时发生的浪涌电流进行滤波，防止誤动作的滤波器。过电流保护电路（OCP）动作的原理是，在 MOSFET 导通时，通过检测开关电流流经过电流检测电阻 R5 发生的电压并将此电压施加在 OCP/BD 端子上，当此电压达到 $V_{OCPBD(LIM)}$时，关断 MOSFET。

OCP/BD 端子的门坎电压 $V_{OCPBD(LIM)}$为 -0.95 V (Typ)。OCP 电路采用负电压检测电路，（V1＋|R5 间电压|）由 RB1、RB2 和 R4 分压形成了 MIC 内部的检测电压 V_{OCPM}。

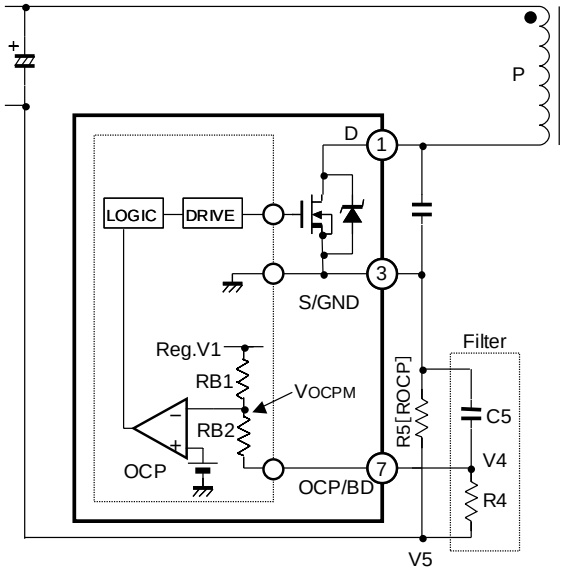


图 14 负电压检测型 OCP 电路

请注意，RB1 和 RB2 为 IC 内部的电阻，考虑到 RB1 和 RB2 的参数偏差（在产品中，以 I_{OCPBD} 规定），为了减小 RB1 和 RB2 的偏差的影响，请尽可能选择较小的 R4 电阻值（100Ω～330Ω等）。

8.5 准共振和 Bottom-Skip 准共振

8.5.1 准共振动作

准共振动作是控制 MOSFET 的导通时刻，使此时刻与开关变压器副边能量放出后的 Vds 电压共振波形的 Bottom 点，即共振频率的 1/2 周期一致。

如图 15 所示，作为准共振电路，需要在 Drain－Source 间连接电压共振电容器 C4、在辅助绕组 D 和 OCP/BD 端子（7 号端子）之间连接延迟电路 C10、D3、D4 和 R9。MOSFET 关断时辅助绕组发生的 Flyback 电压生成准共振信号控制 IC 内部的 BD 比较器使准共振工作成为可能。由于延迟电路的作用，即使在变压器的能量放完后，7 号端子的准共振信号也不会立即降下，这样 C10 经 R4 放电一定时间后，才能到达门坎电压 $V_{OCPBD(TH1)}$≒0.4 V。请观测 MOSFET 的动作波形，改变 C10 的容量以调整延迟时间，使 MOSFET 在 Vds 最低点导通。

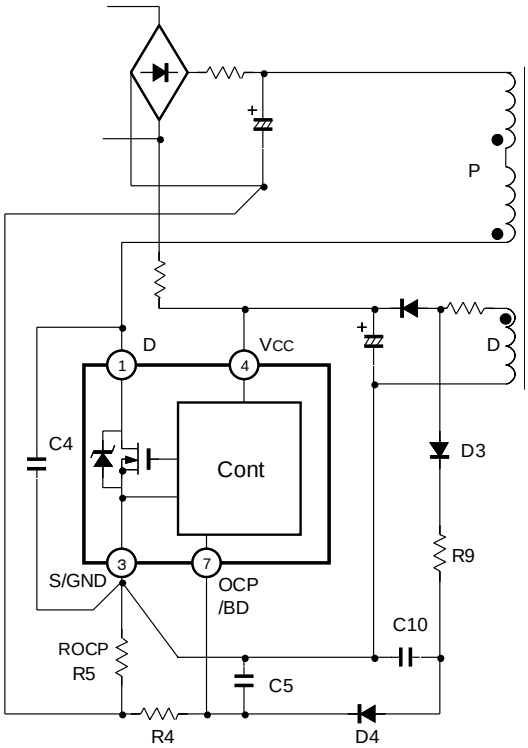


图 15 准共振和延迟电路

STR-W6700/X6700 系列在准共振的基础上，为了抑制轻～中负载时的电源振荡频率的上升，根据负载状态延长 MOSFET 的 OFF 时间，实行 Bottom-Skip 准共振动作。准共振和 Bottom-Skip 准共振的切换方法由下项説明。

印加在 OCP/BD 端子上的准共振信号电压在$V_{OCPBD(TH2)}$≒0.8V 以下时，内部振荡器以固定振荡频率（≒22kHz）的 PWM 方式动作。电源起动时及绕组短路等辅助绕组电压低下时，电源以 PWM 方式动作。由于 PWM 振荡频率较低，可以减轻内藏的 MOSFET 的应力。当准共振信号超过$V_{OCPBD(TH2)}$≒0.8V 后，准共振信号下降到$V_{OCPBD(TH1)}$≒0.4V 的电压印加期间，MOSFET 维持关断。$V_{OCPBD(TH1)}$和$V_{OCPBD(TH2)}$的电压差是为了防止误动作而设置的。

作为 R9 和 R4 的設定的注意点，OCP/BD 端子的印加电压为 5V（MAX），请设定 OCP/BD 端子电压在 5V 以下。通常可设计为 1.5V 程度。

8.5.2 Bottom-Skip 动作（准共振和 Bottom-Skip 的切换）

Bottom-Skip 准共振的基本动作是，由 MOSFET 的 Drain 电流值（实际为 OCP/BD 端子电压），判别电源副边的负载状态，进行准共振动作［重负载时］和 Bottom-skip 准共振动作［軽负载］的切换。控制器在 MOSFET 的 Gate 电压下降沿检测 OCP/BD 端子电压，判别负载状态。在 IC 内部計測准共振信号的下降沿（OCP/BD 端子的电压为 $V_{OCPBD（TH1）}$ 以下）的次数，与前述的负载状态一起决定 MOSFET 的导通时刻。

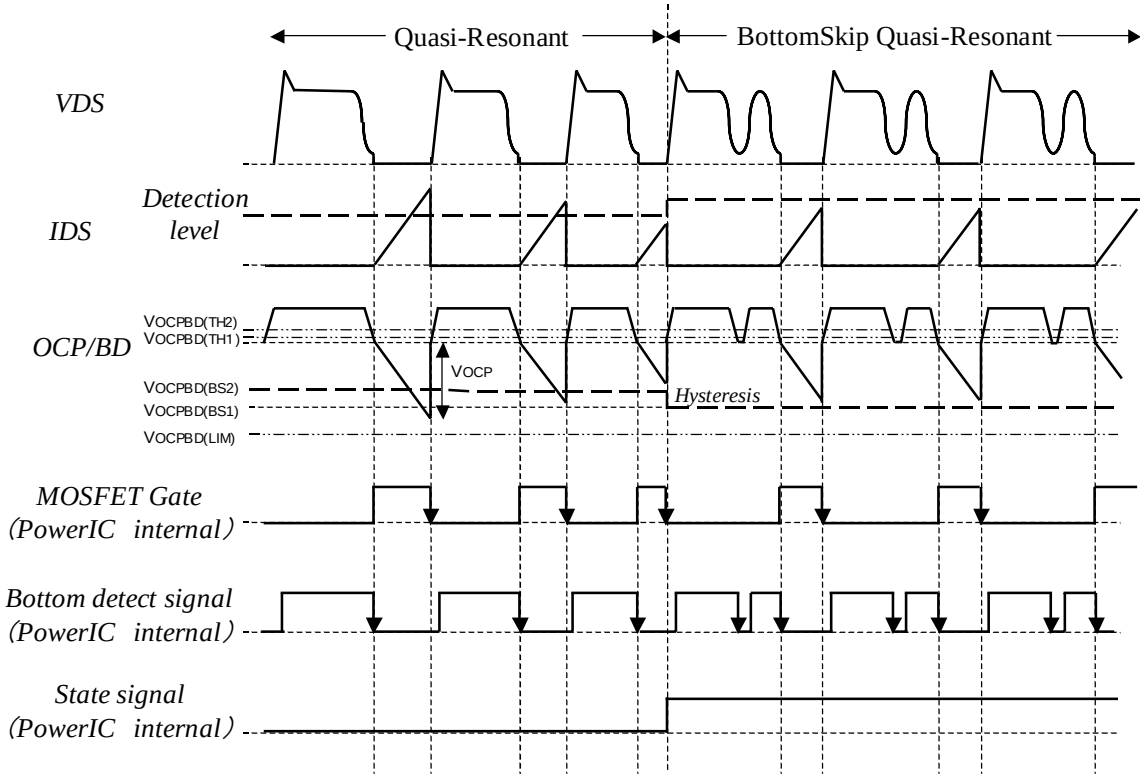


图 16 Bottom-skip 准共振动作时序

① 准共振动作⇒Bottom-Skip 准共振动作

准共振动作为 V_{OCP}＞$V_{OCPBD(BS2)}$ （以绝对值计算）的状态。负载变轻时 Drain 电流值减小。其結果，当 V_{OCP}＜$V_{OCPBD(BS2)}$ （绝对值）时，IC 向 Bottom-skip 准共振动作移行。动作移行后，基准电压自動地切换为 $V_{OCPBD(BS1)}$。图 16 为从准共振动作切换为 Bottom-Skip 准共振动作的时序。

② Bottom-Skip 准共振动作⇒准共振动作

Bottom-Skip 准共振动作为 V_{OCP}＜$V_{OCPBD(BS1)}$ （以绝对值计算）的状态。负载增大时 Drain 电流值增大。其結果，当 V_{OCP}＞$V_{OCPBD(BS1)}$ （绝对值）时，IC 移行至准共振动作，基准电压自動地切换为 $V_{OCPBD(BS2)}$。

V_{OCP} 为 IC 内部的 MOSFET 的 Gate 下降沿的 OCP/BD 端子电压。

如上所述，IC 进行 Bottom-Skip 准共振动作的基準电压（$V_{OCPBD(BS1)}$和 $V_{OCPBD(BS2)}$）自動切换，其滞环可以确保电源能够安定动作。以上的状态迁移图如图 17 所示。

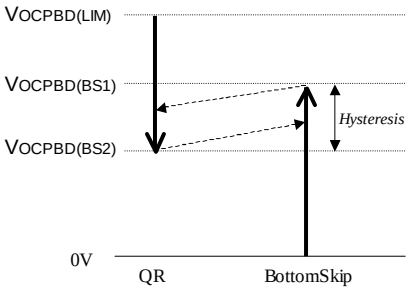


图 17 状态迁移图

8.6 待机的动作

为降低待机时的电源的消耗功率，STR-W6700/X6700 系列搭载有间隙振荡待机功能。待机时，通过对输出电压的切换，在输出电压下降时自動地切换为间隙振荡工作方式。

电源副边的输出电压的切换使输出电压降低时，由于原边補助卷線电压同时下降，中断了 IC 的 V_{CC} 端子（4 号端子）的电力供給，V_{CC} 端子的电压由于 IC 自身的消費电流而下降。IC 的 V_{CC} 端子（4 号端子）的电压达到动作停止电源电压（9.7V TYP）时，IC 的动作停止，IC 的消費电流切换为待机时非动作时电路电流（$I_{CC(S)}$）。但是，由于起动电阻对 Vcc 端子的电容进行充电， IC 的 V_{CC} 端子电压（4 号端子电压）会再度开始上升，IC 的 V_{CC} 端子电压到达 IC 的动作开始电源电压时，IC 重新开始动作。

上記的动作的反复，构成了待机状态的电源的间隙振荡。

为了解消 STR-W6700 在待机间隙振荡时开关变压器发出的声音，IC 中设置了较小的动作开始电源电压与动作停止电压间的电压差。因此，不需要增加起动电阻的損耗，通过提高间隙振荡的频率动作，大大抑制开关电流的峰值。

上述电压差的切换是通过 FB 端子电压的检测进行的。当 FB 端子电压高于待机动作门坎电压 $V_{FB(S)}$ 时，将 V_{CC} 端子的开始电源电压与动作停止电压间的电压差缩小。待机时此电压差设定为 1.45V（TYP），是通常动作时的约 1 ／5。

从通常动作到待机动作的移行期間，由于 IC 在较大的反馈电流下会出现一段停止期间，此期间输出电压将持续低下，请注意确保此移行期間内副边的输出电压在要求的输出电压以上。

从待机动作到通常动作的移行期間，V_{CC} 端子电压（4 号端子）到达动作开始电压 18.2V（TYP）的期间内，IC 的振荡器也有一段停止时间，由于输出电压会出现下降，请确认此期間内副边输出电压是否在要求的电压以上。

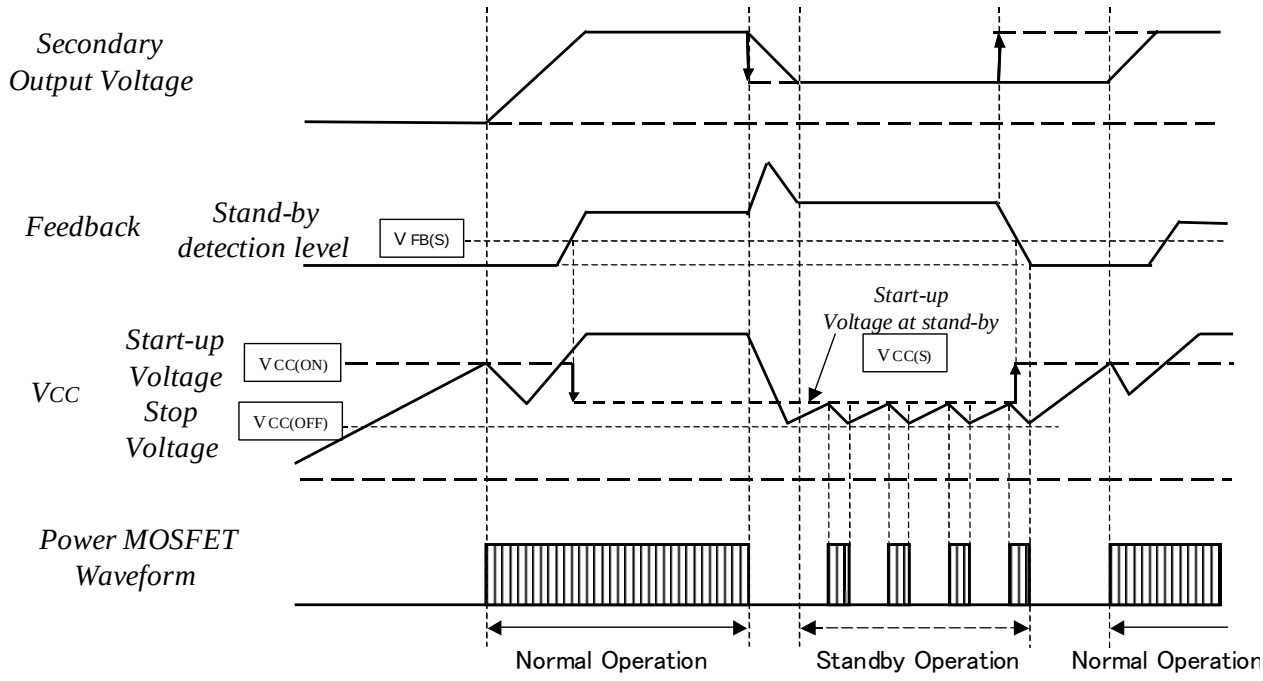


图 18 动作切换时的时序图

如前所述，待机动作时 IC 处于间隙动作方式，振荡器的停止期間输出电压持续下降。间隙振荡是由起动电阻对 Vcc 端子电容的充电-放电进行的。因此，请注意在待机时（间隙动作的期間）电源不能提供待机负载以外的较大的输出负载。此外，在待机动作向通常动作的移行期間内，待机负载以外的较大的负载接続时有可能引起电源的起动不良。请注意设定负载的切换时序，在电源完全进入通常动作后再施加待机以外的负载。

8.7 Step-Driver 电路

STR-W6700/X6700 系列中采用了图 19 所示的 MOSFET 的 Step-Driver 驱动电路，以期减小 MOSFET 在 Turn-On 时的噪声。Turn-On 时的驱动电流开始时由 RG1 限制为较小的电流，随着 MOSFET 的 Gate 电压逐渐的上升，约 0.9μS 后由 RG1 和 RG2 的并联电阻提供更大的驱动电流使 Gate 电压急速上升。驱动电压是由定电压(Vdrv＝7.5Vtyp)提供的，不受 Vcc 电压的影响。

MOSFET 的 Trun-off 时，Gate 的电荷由低电阻的 RG3 急速放电。

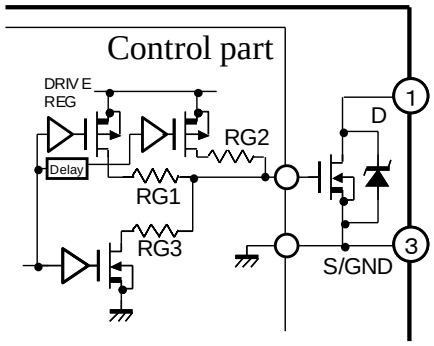


图 19　Step-Drive 电路

因此，STR-W6700/X6700 系列的驱动电路以 2 段进行驱动电流的切换，抑制 MOSFET 在 Trun-On 时发生的浪涌电流，而在通常的驱动时由定电压确保足够的 Gate 电压。这是一个理想的驱动电路。

8.8 最大 ON 时间限制功能

最大 ON 时间限制功能在低输入电压和电源 ON/OFF 等的过渡状态下，限制 MOSFET 的 ON 时间，以防止电源振荡频率的过度低下。最大 ON 时间设定在振荡周期（＝1／fosc 约 45μsec）的 70%，约 32μsec(Typ)。设计电源时请确认在 AC 输入电压的下限、负载最大时，电源需要的 MOSFET 的 ON 时间是否受到此最大 ON 时间的限制。

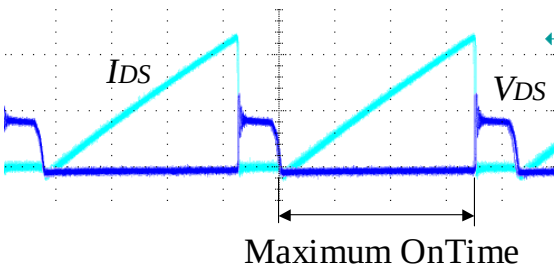


图 20　最大 ON 时间限制