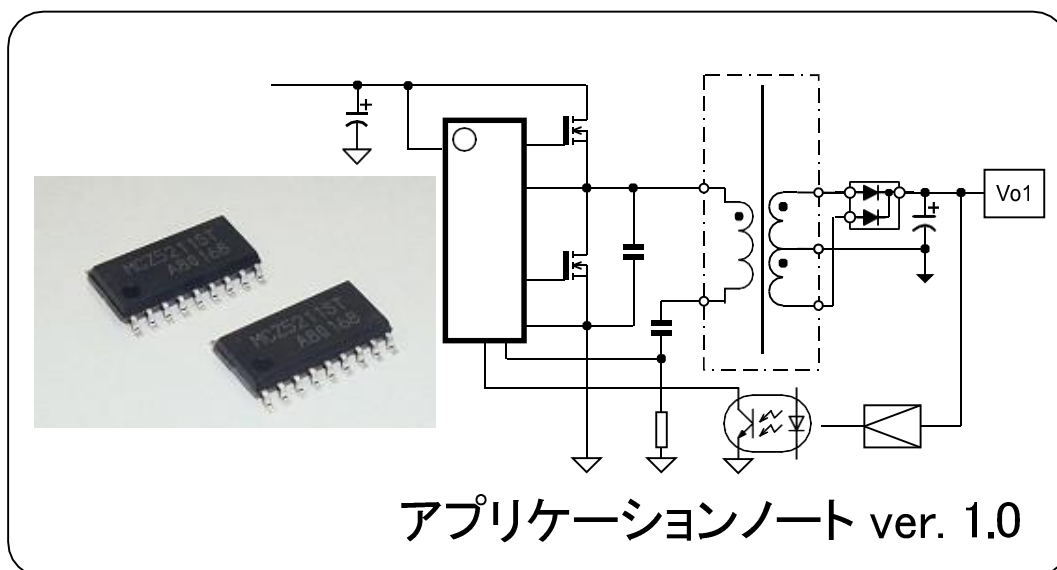


スタンバイ対応自己起動端子付
LLC電流共振ブリッジコンバータ
制御 IC

MCZ5211ST











新電元工業株式会社

使用上の注意


このたびは、弊社製品をご使用いただき誠にありがとうございます。


当 IC をご使用の際は、お客様の安全を確保するため下記の警告ならびに注意を必ず守ってご使用下さい。

警告		誤った取り扱いをしたときに死亡や重大な人身事故および大きな物的損害に結びつく危険性のあるもの。
注意		誤った取り扱いをしたときに軽傷に結びつく恐れ、または軽微な物損事故に結びつく恐れのあるもの。

警告		当 IC は、一般電子機器（事務機器・通信機器・計測機器・家電製品等）に使用されることを意図しております。誤動作や事故が直接人体や生命を脅かす恐れのある医療器、航空宇宙機、列車、輸送機器（車載、船舶等）、原子力等の制御機器には使用しないで下さい。一般電子機器以外にご使用になる場合は弊社までご相談下さい。
注意		修理や改造は、重大な事故につながりますので、絶対にやめて下さい。 《感電、破壊、火災、誤動作等の危険があります。》
		異常時は輸出端子に過大電圧が発生したり、電圧低下となる場合があります。異常時の、負荷の誤動作や破壊等を想定した保護対策（過電圧保護、過電流保護等の保護対策）を最終機器に組み込んで下さい。
		入力端子、輸出端子の極性を確認し誤接続の無いことを確認してから通电して下さい。 《保護元件が切れたり、発煙・発火の原因になります。》
		決められた入力電圧を必ず守っていただくとともに、入力ラインに必ず保護元件を挿入して下さい。 《異常時には発煙・発火の危険があります。》
		使用中に故障または、異常が発生した時は、すぐに入力を遮断して電源を停止させて下さい。また、直ちに弊社にご相談下さい。


- 本資料に記載されている内容は、製品改良などのためお断りなしに変更することがありますのでご了承下さい。
- 御使用頂く際には、仕様書の取り交わしをして頂きます様お願いします。
- ここに記載されたすべての資料は正確かつ信頼し得るものでありますが、これらの資料の使用によって起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、当社は一切その責任を負いません。
- 本資料によって第三者または当社の特許権その他権利の実施に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。
- 本資料の一部または全部を当社に無断で転載または複製することを堅くお断りいたします。

 当社は、品質と信頼性の向上に絶えず努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、誤動作する場合があります。必要に応じ、安全性を考慮した冗長設計、延焼防止設計、誤動作防止設計等の手段により結果として人身事故、火災事故、社会的な損害等が防止できるようご検討下さい。

 本資料に記載されている当社半導体製品は、特別に高い品質・信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある機器あるいはシステムに用いられることを目的として設計、製造されたものではありません。下記の特別用途、特定用途の機器、装置にご使用の場合には必ず当社へご連絡の上、確認を得て下さい。

特別用途 輸送機器（車載、船舶等）、基幹用通信機器、交通信号機器、防災/防犯機器、各種安全機器、医療機器等

特定用途 原子力制御システム、航空機器、航空宇宙機器、海中継器、生命維持のための装置等

 なお、IC 製品に関しては、特別用途・特定用途に限らず、連続運転を前提として長期製品寿命を期待される機器、装置にご使用される場合に関しては当社へお問い合わせ下さい。

当社は IC 製品を安全に使っていただくために电路支援をいたしています。弊社担当営業または商品企画にお問い合わせ下さい。

1: 概要

1.1: 特点	4
1.2: 结构图	5
1.3: 端子配列图	6
1.4: 各端子功能一览表	6

2: 基本操作说明

2.1: 动作模式	7
2.2: 供电部	8-9
2.3: 各端子动作的详细说明	
2.3.1: 门极驱动器输出 (VGL、VGH 端子)	10
2.3.2: 振动控制部 (FB 端子)	11-12
2.3.3: 掉电保护 (Vsen 端子)	13
2.3.4: 过电流保护功能 (CS、CS0 端子)	14-17
2.3.5: OCP2 的输入电压修正 (CS、SSD 端子)	18-19
2.3.6: 软启动、启动时 di/dt 保护、锁存停止功能 (SST 端子)	20-22
2.3.7: 高边驱动器电源 (VB 端子)	23
2.3.8: 轻负荷领域损耗改善功能 (ASTBY、Burst 端子)	23
2.3.8.1: 主备功能	24-25
2.3.8.2: 突发功能	26-27
2.3.9: 过热保护功能 (TSD 功能)	28
2.3.10: Vc1 过电压保护功能 (Vc1 OVP 功能)	28
2.4: 参考	28

3: 确定周边电路参数

3.1: 输入监视电压部 (Vsen 端子)	29
3.2: 振动控制部分 (FB 端子)	30-31
3.3: 软启动及异常时的定时充电时间调整 (SST 端子)	32
3.4: 过电流保护 (OCP、di/dt) 要点调整 (CS 端子)	33
3.5: 使用主备模式时的电路常数设置	34
3.6: 使用突发模式时的电路常数设置	34-35

4: IC 周边模式布局注意事项

4.1: IC 周边模式布局注意事项	36-37
--------------------	-------

5: 电路示例

5.1: 代表电路图	38
------------	----

6: 外形尺寸图

6.1: SOP18 (MCZ5211ST)	39
------------------------	----

1 概要

MCZ5211ST 是频率调制类型的电流共振电源控制 LLC 芯片，通过搭载新电元高频控制技术，可实现高达500 kHz稳态运行，助力电源产品实现高效率和小型化。另外搭载了极低待机功耗功能，可以减少用于待机的外部辅助电源。同时内部配有600V HV Start Up(高压启动)端子及搭载LLC电流谐振所需的各种保护功能，让电源电路能够得到最优及最简化的设计。

配备待机时的待机电力改善功能(主备功能、突发功能)，为确保在各负荷领域均能维持高效率的电源供给，推荐以下应用。

- PDP / LCD 等大画面平板电视用电源
- 激光打印机等办公设备用电源
- 大功率 AC 适配器
- 大功率产业设备用电源
- 大功率 LED 照明用电源
- 大功率音响用电源
- 要求低噪声、小型化和高效率的电源

1.1 特点

1. 搭载耐600V高压的自启动端子，实现无损耗启动。 **NEW**
2. 配备高信赖度的600V 耐压门极驱动器，可完成高边 MOSFET 直接驱动。
3. 配备LLC 换流器所需要的各种保护功能。(过电流、定时锁存、不足电压、过热保护)
4. 配备共振电流正负方向直接检测的电流保护功能。
5. 配备共振电流正负方向直接检测的共振偏离保护功能。
6. 通过Vc1 耐压 35V 可应对宽范围的输入电压。(Vc2 UVLO 10V/7.5V typ.)
7. 内含MOSFET 驱动电源调整器(Vc2)，能够实现稳定驱动。
8. 配备独立的高边·低边门输出低电压保护功能(UVLO)。
9. 配备MOSFET di/dt 降压软启动功能。
10. 配备Brown Out 等低输入电压动作时的动作中止安全保护功能。
11. 配备应对峰值负荷的频率过电流保护功能(OCP2)的输入电压修正功能，能够通过输入电压减少过电流保护动作开始时的依赖性，降低过负荷压力。 **NEW**
12. 通过切换OCP2 动作时的定时充电电流的两个不同级别，实现数100ms峰值负荷时的稳定动作与过大峰值负荷时的安全保护。
13. 配备主备功能，有效改善轻负荷时的设备效率。
14. 配备高效率突发功能，有效改善待机负荷时的设备效率。
15. 配备依靠外部信号的瞬间锁存停止功能(SST 端子)。
16. 配备Vc1 OVP 功能(瞬间锁存停止)。 **NEW**
17. 通过适用高频率化的控制稳态工作500kHz动作。 **NEW**

1.2 结构图

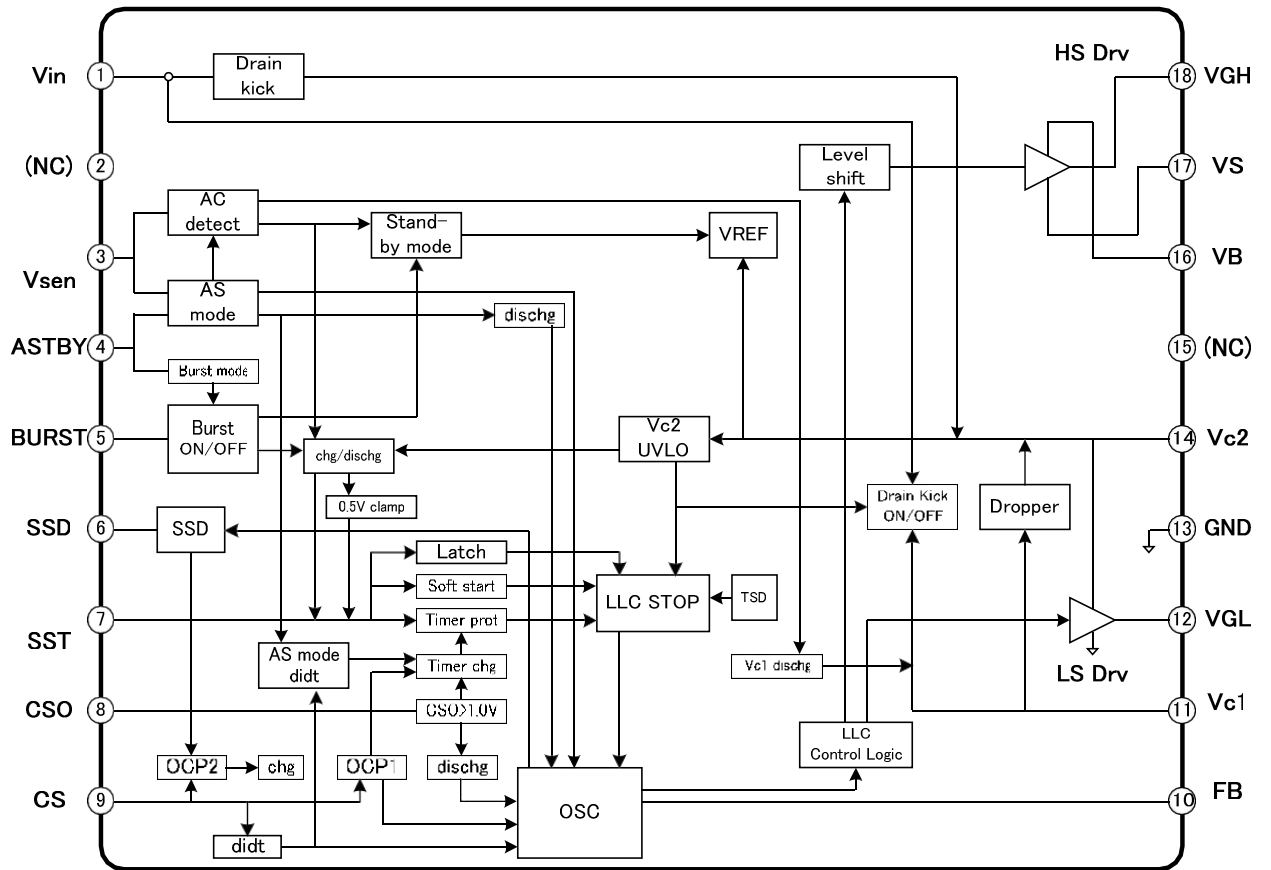
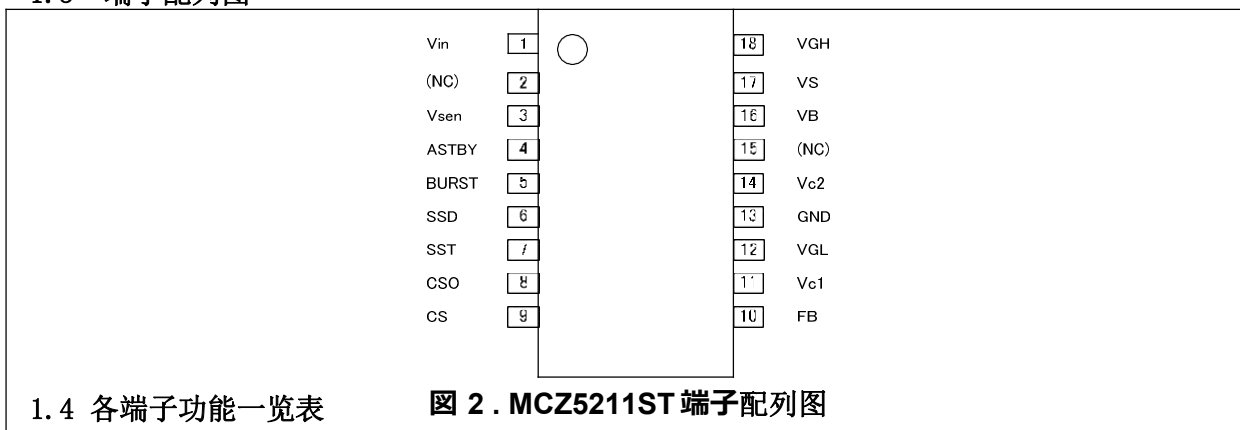


图 1 . MCZ5211ST 结构图

1.3 端子配列图



1.4 各端子功能一览表

图 2 . MCZ5211ST 端子配列图

端子编号	符号	功能
1	Vin	启动电路输入端子 启动电路用的输入端子。
2	NC	未连接端子
3	Vsen	低输入保护、SS重启 执行低输入电压保护、远程 ON/OFF、SS重启。
4	ASTBY	主备切换端子，突发模式切换端子 通过外部信号切换主备模式与突发模式。
5	BURST	突发动作控制端子 突发模式下控制突发动作的端子。
6	SSD	OCP2 阈值调整端子、普通·突发动作模式输出端子 设置动作模式输出(普通·AS→100uA、突发→0uA)、OCP2 检测阈值。
7	SST	软启动与检测异常时的间歇动作电容器连接端子 确定LLC 部软启动时间与 OCP1/2 动作时间间歇动作时间。
8	CSO	过电流平均化检测应答调整端子 调整OCP 检测应答的端子。
9	CS	过电流检测、过电流平均化检测、di/dt (共振偏离) 检测端子 用于LLC 部的过电流(OCP1)、过电流平均(OCP2)及 di/dt 检测的端子。
10	FB	振荡器频率设置端子：控制Duty 与动作频率制御 用于输出反馈以及设置各振荡频率(fmin、fmax、fss)、空载时间。
11	Vc1	控制电路的供电端子 控制 IC 的电源供给端子。
12	VGL	低边驱动输出端子 用于低边驱动的驱动端子。
13	GND	高边驱动的基准电源端子 IC 的 GND 连接端子。
14	Vc2	驱动电源输出端子 用于门驱动电源输出的端子。
15	NC	未连接端子
16	VB	高边驱动电源端子 用于高边驱动电源输出的端子
17	VS	高边驱动基准电源端子 连接高边 MOS 源极与低边 MOS 漏极。
18	VGH	高边驱动输出端子 用于高边门极驱动的端子。

2 基本动作说明

※ 无特殊要求的情况下。使用特性规格书中的TYP 值来表示MCZ5211ST 的阈值等。本使用说明书中特性图的详细说明请参考特性规格书中的特性图。

2.1 动作模式

MCZ5211ST有2种控制方法与3种动作模式。

【控制方法】

- a) 对称控制
- b) 不对称控制

【动作模式】

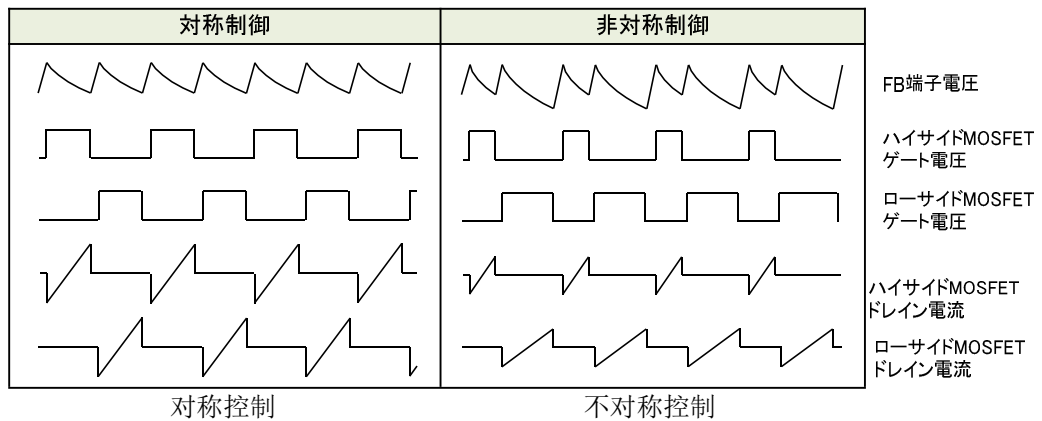
- 1) 普通模式
- 2) 主备模式(AS 模式)
- 3) 突发模式

无动作模式记录的情况，以普通模式为基准。

表 1 为对称控制与不对称控制时的动作波形。

表 2 为各动作模式下的控制方法・动作方法。

表. 1 对称控制与不对称控制的动作波形



FB 端子电压
 高边MOSFET门极电压
 低边MOSFET门极电压
 高边MOSFET漏极电流
 低边MOSFET漏极电流

表. 2 各动作模式下的控制 / 动作

动作模式	控制方法	动作方法
1) 普通模式	对称控制	连续动作
2) 主备模式	不对称控制	
3) 突发模式		突发动作

MCZ5211ST 的各动作顺序如 2.2 章节与 2.3 章节。

各部件常数的确定方法请参考第 3 章节。

2.2 电源供给部

MCZ5211ST 配备无需外部启动电路的内置式启动回路，所需外部零件极少即可完成动作。

图 3 为自启动电路的概略图。

Vin 端子是在用于为在电源启动时从高压部连接到 Vc2 端子的电容器 C134 充电而配备的端子，由高压开关与定电流电路构成。

电源启动后，辅助绕线 Nc 产生电压，由二极管向 Vc1 端子施加电压。内部启动回路关闭。Vc1 的电压由 IC 内部再供给至 Vc2，且 Vc1 端子的耐压为 35V。

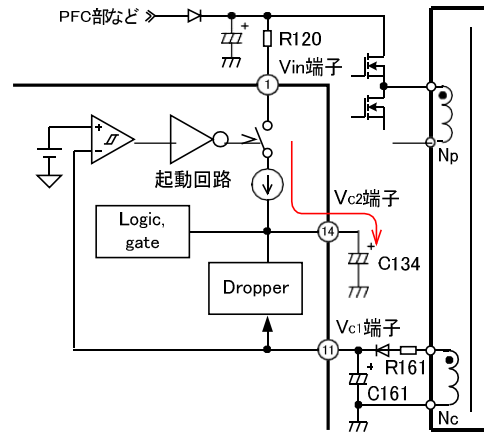


图.3 自启动电路概略图

【关于R120选择】

输入端与 Vin 端子如图 3 所示请插入 R120。

R120 的设计应确保在启动输入电压时漏极电流的充分供给，施加至 Vin 端子的电压不低于建议动作条件 Min 50V。对于 R120 阻值，建议使用 1k~2.2kΩ 的电阻。

【关于R161选择】

为控制电源启动时的启动电流，在辅助绕线 Nc 与 Vc1 端子间插入控制电阻 R161。R161 具体电阻应根据 C161 的电容器容量选择，但在此建议在 100μ~220μF 的情况选用 1.5Ω~47Ω 的电阻。

在启动电源时，充入 C161 的电流会在瞬间流入 R161 中，因此建议使用耐浪涌电阻・耐脉冲电阻。

虽可直接通过 R161 电阻值调大来控制电流，但在电源启动与突发模式下 C161 电压上升较缓，请在确认启动时间与突发动作后调整 R161 的电阻值。

表.3 电源供给部阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
漏极供给电流 1	Idk (on) 1	Vin=100V、Vc2=1.0V	2.8 mA
漏极供给电流 2	Idk (on) 2	Vin=100V、Vc2=4.0V	33 mA
漏极供给电流 1,2 切替 Vc2 电压	Vc2 (dkon12)	Idk=Idk (on) 1→ Idk (on) 2	2.5 V
漏极 ON 时 Vc2 电压	Vc2 (dkon)	Vin=100V、Vc1=0V	12.8 V
漏极 OFF 时 Vc2 电压	Vc2 (dkoff)	Vc1=16V	12.5 V
漏极停止 Vc1 电压	Vc1 (dkoff)	Vin=100V	12.6 V
漏极再启动 Vc1 电压	Vc1 (dkon)	Vin=100V	8.0 V
Vc2 动作开始电压	Vc2 (st)		10 V
Vc2 动作停止电压	Vc2 (sp)		7.5 V

电源启动时的动作顺序如图 4 所示。

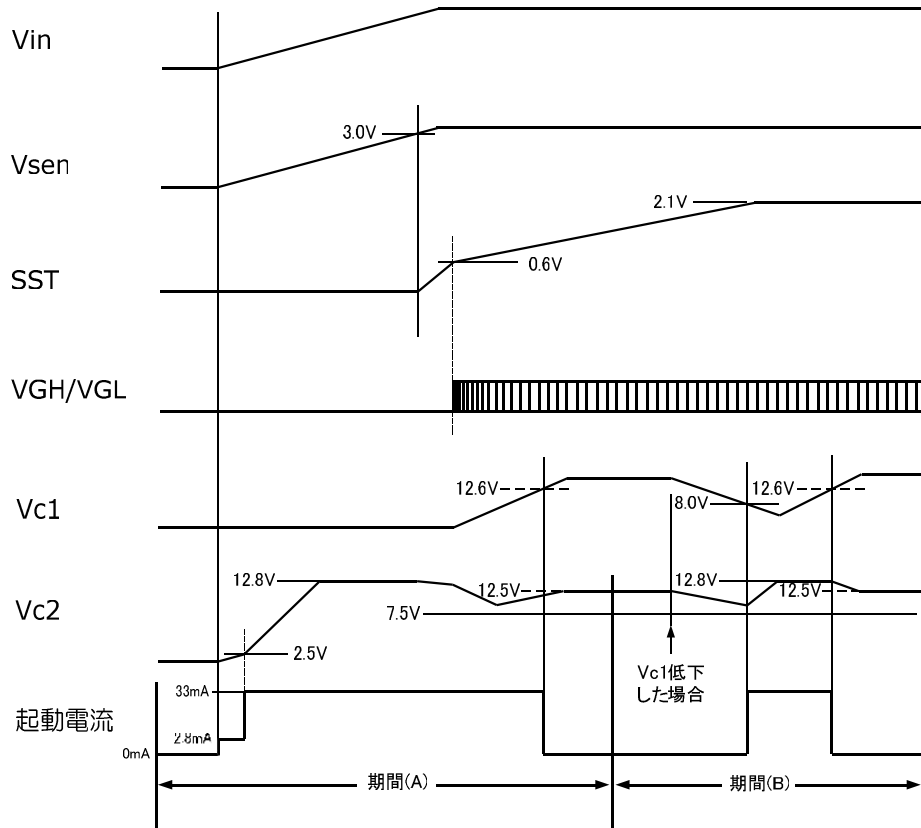


图.4 启动顺序图

期间 (A)

期间 (B)

从Vin 端子连接至 Vc2 端子的电容器 C134 的供给电流，伴随 Vc2 端子电压产生变化。当Vc2=1V 时， $I_{dk(on)1}=2.8\text{mA}$ ，当Vc2=4V 时， $I_{dk(on)2}=33.0\text{mA}$ 。

【期间(A)】

在电源启动时，当Vc1 端子电压不足Vc1(dkoff) 12.6V，Vc2 端子电压在达到12.8V前为充电状态。当Vc2 端子电压超过10V，Vsen 端子电压超过3.0V，SST 端子开始充电，SST 端子电压达到Vss(st) 0.6V，启动LLC 部门极输出电源动作。

电源开始动作，辅助绕线 Nc 产生电压，充电至电容器 C161 的 Vc1 端子电压开始上升。Vc1 端子电压超过 Vc1(dkoff) 12.6V 时，启动电路切断，只有来自辅助绕线电流供给。该情况下，Vc2 端子电压停留至 Vc2(dkoff) 12.5V。

【期间(B)】

Vc1 端子电压下降至低于Vc1(dkon) 8.0V 时，启动电路再次动作。Vc2 端子电压下降至 Vc2(sp) 7.5V时，MCZ5211ST 停止。

请插入容量确保连接Vc1 端子与Vc2 端子的电容器 C134、C161 在启动·切断等过度状态下能够稳定动作。虽然须依据预计输入输出条件，在此建议容量为220u~470uF。

C134 与 C161电容器距离 MCZ5211ST Vc1 端子与Vc2 端子较远时，Vc1 端子与Vc2 端子中噪音有可能传入发生误动作。该情况下，请在Vc1端子与Vc2端子附近插入用于防止发生误动作的 0.1u~1.0uF 的MLCC。

2.3 各端子动作详细

2.3.1 门极驱动器输出 (VGL、VGH 端子)

通过VGL(低边 MOSFET)、VGH(高边 MOSFET)端子进行门极输出。关于门极输出时间请参考 2.3.2 章节。

LLC 门极驱动器驱动能力为**0.24A(Source)/0.40A(Sink)**。该设计值可以确保无信号误动作发生且高速驱动 MOSFET。

图 5(A)为常见的的驱动电路示例。

使用较大 Q_g 的MOSFET 等时, 请如图 5(B), (C)所示连接漏型二极管。在选用漏型二极管方面请使用小容量肖特基二极管等、小型(高硬度)恢复二极管。在此推荐本公司的 **D1NS4**(轴方向)与 **M1FM3**(面组装)。

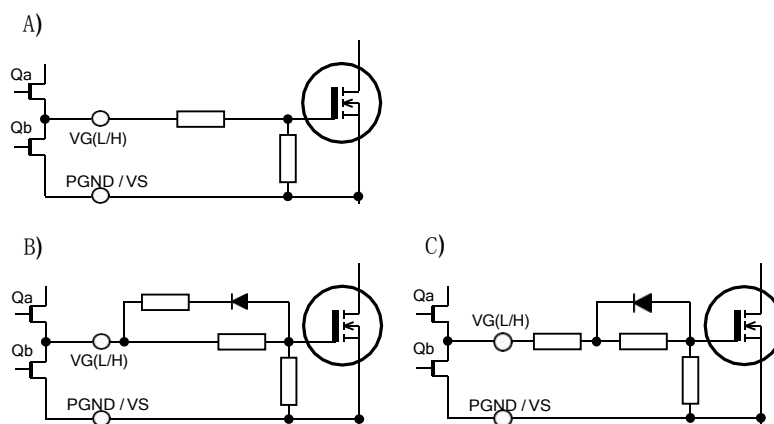


图 5 . 门极驱动电路示例

表.4 驱动能力阈值

各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
拉流驱动能力	$I_{out}(so)$	$VGL=VGH=0V$	-240 mA
灌流驱动能力	$I_{out}(si)$	$VGL=VGH=12V$	400 mA

2.3.2 振动控制部分 (FB 端子)

MCZ5211ST 的振荡频率取决于连接至 FB 端子的电容器 C_t 的充放电状况。
 在 C_t 放电时间内 VGL, VGH 交互输出。
 在 C_t 充电时间内 VGL, VGH 的输出同时 OFF, 为死区时间 (DT) (参考图 6)。

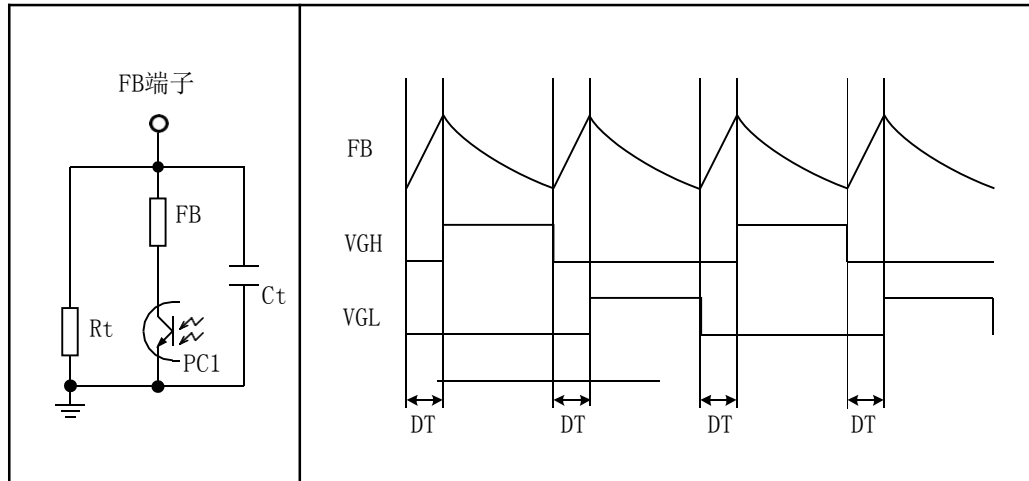
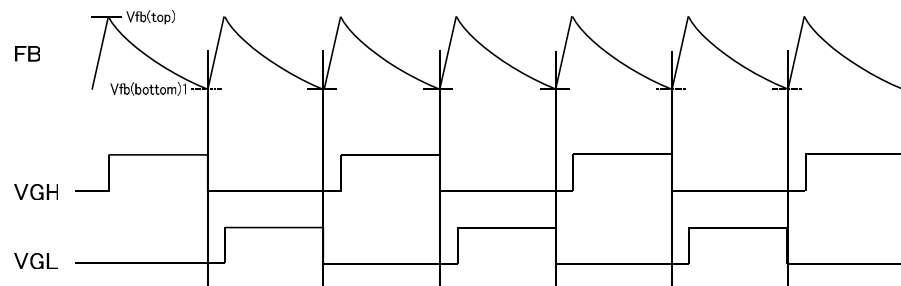
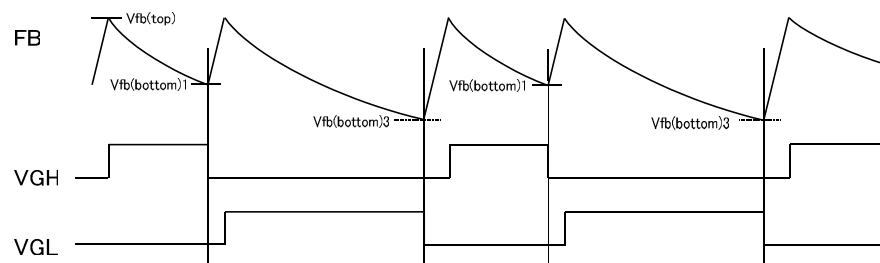


图 6. FB 与 VGL、VGH 动作波形

各动作模式下的 FB 端子充放电时间节点如图 7 所示。



(A) 普通模式



(B) 主备模式及突发模式

图 7. 各动作模式下的门板开启·关闭时间节点

MCZ5211ST 为频率、ON duty 调制类型。通过FB 端子的电流控制振荡频率(参考图 8)。

在轻负荷等、最高频率的条件下空载时间得到了控制，易于在全频率范围下确保ZVS(Zero Voltage Switching)。

与连接于FB 端子的Ct 电容器容量并联的Rt外部电阻确定最低振荡频率(fmin)。

与连接于FB 端子的Ct 电容器容量并联的Rt及FB电阻确定最高振荡频率(fmax)。连续动作时最高振荡频率 fmax 建议在 500kHz 以下。软启动动作时的初期振荡频率 fss 根据 Ct 电容器容量不同发生变化。(参考2.3.6 章节)

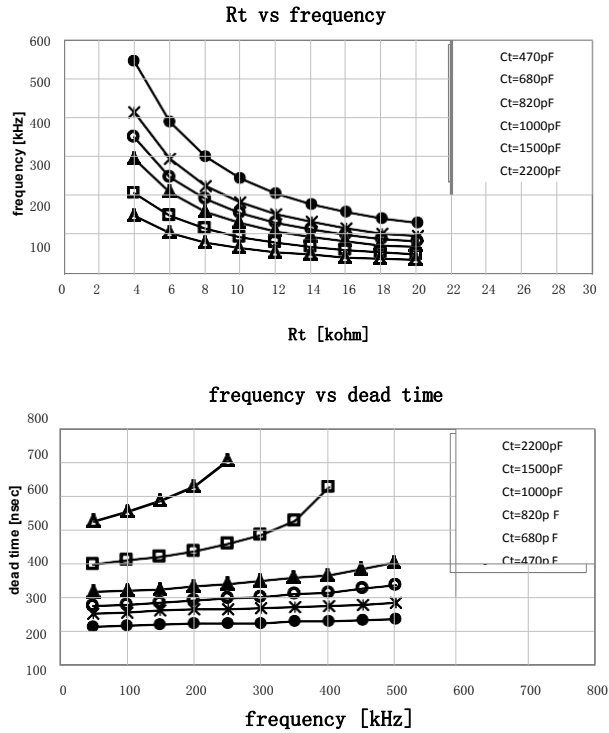


图 8 . Rt 电阻与振荡频率(上图)以及振荡频率与空载时间(下图)的关系

表.5 FB 端子阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
FB 充电电流	I _{fb (chg)}	FB=4V	-9.0 mA
FB 充电停止电压	V _{fb (top)}		5.00 V
FB 充电开始电压 1	V _{fb (bottom) 1}		3.75 V
FB 充电开始电压 2	V _{fb (bottom) 2}	ASTBY=open	2.7 V

2.3.3 掉电保护 (Vsen 端子)

由Vsen 端监视输入电压，根据该值执行门极驱动输出禁止、SST 端子充放电控制。通过该功能可防止启动状态下的输入电压加入与输入电压在瞬低或瞬断时发生共振偏离动作。各端子的电压与时间节点请参考图 9。

输入电压上升时，当Vsen 端子电压达到Vsen1(ss-reset) 3.00V，SST 端子开始充电。SST 端子电压达到 Vss(st) 0.6V 以上后，开始门极输出。此后，在振荡开始后从高振荡频率状态下启动，SST 端子开始充电，振荡频率逐渐降低，完成安全启动。(关于SST 端子功能，请参考2.3.6 章节。)

输入电压下降时，当Vsen 端子电压处于Vsen2(ss-reset) 2.75V 以下，SST 端子开始放电。通过SST 端子放电，振荡频率逐渐上升。当SST 端子电压处于 Vss(sp) 0.5V 以下，门极输出停止。此后，Vsen 端子电压再次达到 Vsen1(ss-reset) 以上后，从高振荡频率状态开始振荡，防止发生共振偏离。

因在Vsen SS-Reset 阈值下会产生滞后现象，通过PFC 输出电压脉冲等防止 Vsen ON/OFF 误动作。

且，如表 6 通过各动作模式自由切换Vsen 端子 ON/OFF 阈值。

表.6 各动作模式下的 Vsen ON/OFF 阈值

动作模式	Vsen ON (Vsen 1 or 3)	Vsen OFF (Vsen 2 or 4)
普通模式	3.00V	2.75V
主备模式	0.85V	0.75V
突发模式	0.85V	0.75V

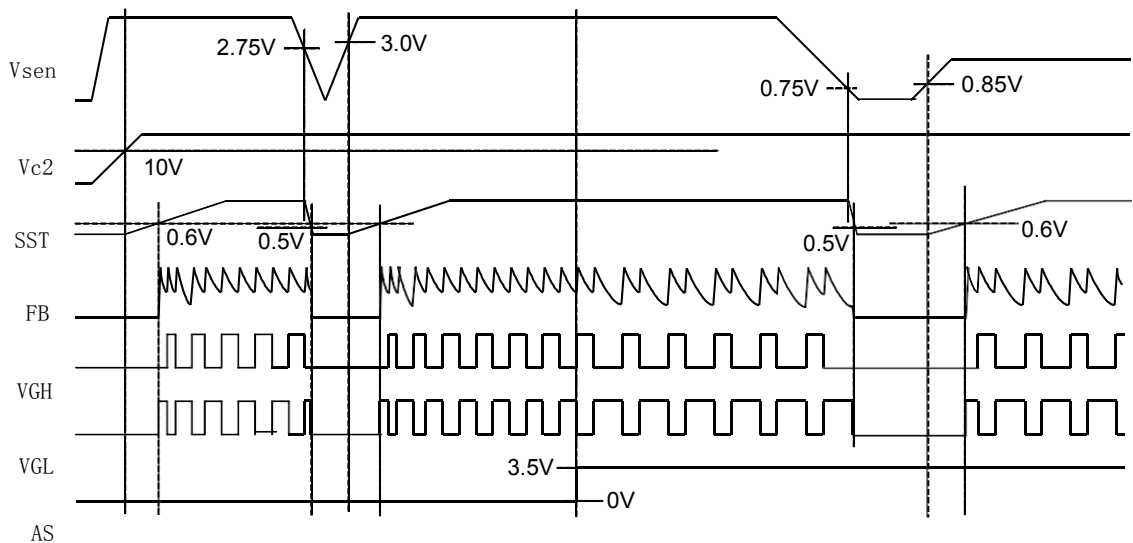


图 9 . Vsen 端子与各输出时间节点图(AS OFF 及AS ON 动作时)

表.7 Vsen 端子阈值

各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
输入电压监视阈值 1	Vsen1	ASTBY<Vas (stpoff)	3.00 V
输入电压监视阈值 2	Vsen2	ASTBY<Vas (stpoff)	2.75 V
输入电压监视阈值 3	Vsen3	ASTBY>Vas (stpoff)	0.85 V
输入电压监视阈值 4	Vsen4	ASTBY>Vas (stpoff)	0.75 V

2.3.4 过电流保护功能（CS、CS0 端子）

MCZ5211ST 配备过电流保护功能，可通过CS 端子执行检测。CS 与 CS0 端子的连接示例如图 10 所示。

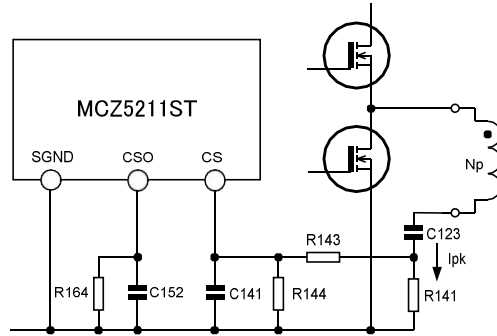


图 10. CS 与 CS0 端子连接示例

如图 10 所示通过电流检测电阻R141检测流入共振电容器 C123 的电流，分割电阻 R143与R144 连接至CS 端子。各电阻值计算方法请参考3.4 章节。

CS 端子具有正负方向各 3 个阈值，通过各电压级别可实现 3 个保护功能。在此将各保护功能定义为 OCP1、OCP2、di/dt。

表.8 过电流保护的 3 个功能

	符号	名称	CS 端子阈值条件
①	OCP1	Cycle by Cycle OCP	CS 端子电压超过 $\pm 0.550\text{V}$ 时
②	OCP2	Frequency limit OLP	CS 端子电压超过 $\pm 0.350\text{V}$ 时
③	di/dt	Capacitive mode protection	CS 端子电压低于 $\pm 0.060\text{V}$ 时

*OCP : Over current protection 、 OLP : Over load protection

【OCP1】

CS 端子超过 $\pm 0.550\text{V}$ ，OCP1开始动作。

图 11 为高边 MOSFET 在开启期间内执行OCP1 检测动作的示例。在高边期间内，当CS 端子电压超过 $+0.550\text{V}$ 时，OCP1 检测执行动作。在低边期间内，当CS 端子电压低于 -0.550V OCP1 检测执行动作。

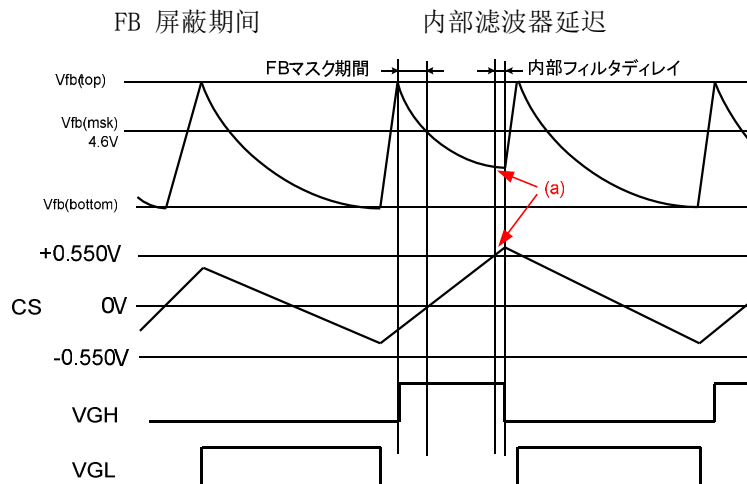


图 11. OCP1 动作顺序

OCP1 检测开始后，MCZ5211ST执行以下控制。

- (a) 在充电期间FB 端子切换，门极输出(VGH or VGL)关闭。
- (b) 在 FB 充放电 8 周期内，SST 端子充电 40uA。
- (c) 在 OCP1 检测下周期 FB 最大电压前的期间内，CS0 端子充电 25uA 。

OCP1 检测开始后，门极输出立即停止，在异常状态时抑制流入 MOSFET 电流的峰值，防止过电流与变压器的饱和。因SST端子充电，异常状态持续较长时间时，可在定时间歇动作后停止锁存，从而防止MOSFET 与其他部件的异常发热。

OCP1 检测结束后，在FB 充放电8个周期内无二次OCP1 检测时，SST 端子在达到2.1V前以定时器放电电流(refresh) 600uA 的速度持续放电。

((FBL屏蔽期间))

为确保通过MOSFET 开启·关闭防止因噪音导致的OCP1 检测误动作，CS 端子Msak确保了从FB 端子放电开始到低于FB最小防护电压期间OCP1无任何动作。即使超过该期间的阈值，OCP1也不执行动作。当fmin 设计过低时，FB 在最小屏蔽电压以上的期间内，有可能超过 OCP1阈值达到最小防护电压，请设计恰当的 fmin 。

((内部滤波器))

为防止因外部因素产生的噪音等造成设备误动作，IC配备约200ns的内部滤波器。CS端子超过 OCP1阈值后，到FB开始充电为止约有200ns延迟。

((关于OCP1 与 OCP2 同时检测))

OCP1 检测电压设置值高于OCP2 检测电压，在OCP1 动作期间内 OCP2 也超过了检测电压，OCP1 与OCP2 同时检测时，优先OCP1 检测。

【OCP2】

当 CS 端子超过±0.350V，OCP2开始动作。

OCP2 开始动作后，MCZ5211ST执行以下控制。

- (a)在FB 充放电的 8 周期内SST 端子持续充电。藉由CS0 端子电压改变充电电流。
 - $0.9V \leq CS0 < 1.0V$: SST 端子不充电。
 - $1.0V \leq CS0 < 2.0V$: SST 端以1.7uA 持续充电。
 - $2.0V \leq CS0 \leq 2.5V$: SST 端子以40uA 持续充电。

- (b) OCP2 检测下周期达到 FB 最小屏蔽电压为止的期间内CS0 端子以 30uA 持续充电。

OCP2 与 OCP1 相同，同样具备 FB 最小屏蔽期间与内部滤波器。当fmin 设计过低时，FB 最小屏蔽电压以上的期间内，有可能超过 OCP2 阈值达到最小屏蔽电压，请设计恰当的 fmin

且 OCP2 检测结束后的 FB 8个周期以内无 OCP2 检测时，SST 端子在达到2.1V前以定时器 放电电流(refresh) 650uA 的速度持续放电。

【CS0】

根据CS0 端子电压，CS0 端子控制振荡频率。CS0 端子电压与振荡频率关系如图 12所示。在IC 内部CS0 端子处于预先充电状态，一般维持0.9V电压。

上述OCP1 与OCP2 开始动作后，如图 13 所示 CS0 端子执行充电，当CS0 端子电压达到1.0V以上时振荡频率根据CS0 端子电压持续增高。通过增高振荡频率限制输出电力。CS0 端子以最大电压2.5V 进行充电。

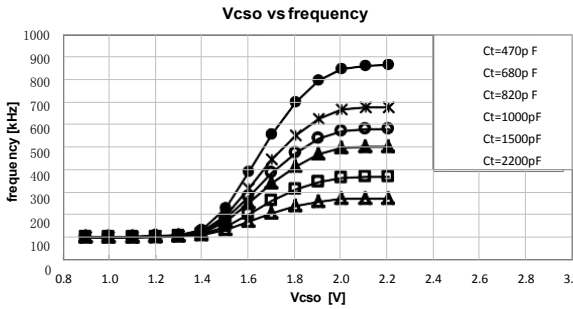


图 12. CS0 电压 VS 振荡频率

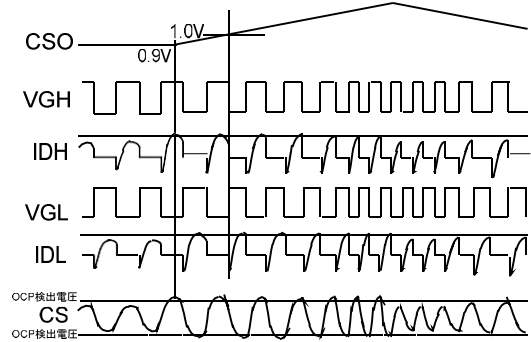


图 13. CS0 电压动作顺序

【di/dt】

di/dt 如图 14 所示，CS 端子低于±0.060V，检测下降沿脉冲执行动作。

di/dt 开始动作后，MCZ5211ST执行以下控制。

- (a) FB 端子在充电期间内切换，关闭门极输出 (VGH or VGL)。
- (b) 根据动作模式执行SST 端子充电。
 - 普通模式 : SST 端子不充电。
 - 主备模式 : 在FB 充放电的 8 个周期内，SST 端子以40uA 持续充电。
 - 突发模式 : 在FB 充放电的 8 个周期内，SST 端子以40uA 持续充电。

di/dt 开始动作后，门极输出立即停止，防止共振偏离(Capacitive mode)。并可防止 MOSFET 异常发热与破损。

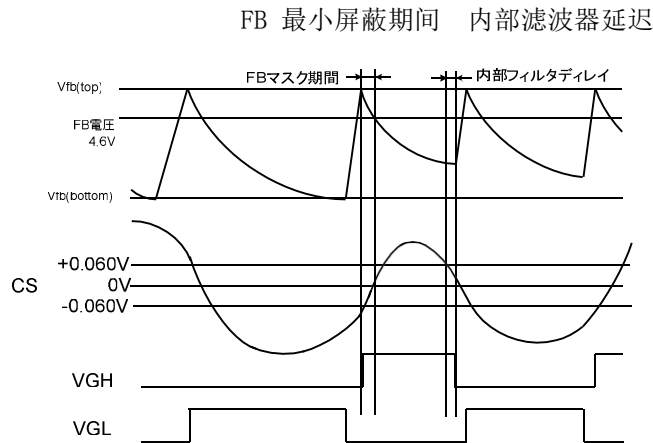


图 14. di/dt 动作顺序

di/dt 与 OCP1 及 OCP2 相同，具备 FB 最小屏蔽期间和内部滤波器。
fmin 设计值较低时，在FB 最小屏蔽电压以上的期间内，检测di/dt 阈值有可能达到最小屏蔽电压，请设计合适的fmin 值。

各检测模式下的定时器 与CS0 充电关系如表 9 所示。

表.9 各检测模式下的定时器与CS0 充电动作关系表

检测模式	动作模式	Timer 充电	CS0 充电
OCP1 检测	普通模式	(A)	(B)
	主备模式		
	突发模式		
OCP2 检测	普通模式	(C)	(D)
	主备模式		
	突发模式		
di/dt 检测	普通模式	无	无
	主备模式	(A)	
	突发模式		

(A) FBL 8个周期内，SST 端子以40uA 充电

(B) 达到OCP1 检测下个周期FB 最小屏蔽电压为止的期间内，CS0 端子以25uA 持续充电

(C) FBL 8个周期内，SST 端子以 1.7uA($1V \leq V_{cso} < 2.0V$)、40uA($2.0V \leq V_{cso}$)持续充电

(D) 达到OCP2 检测下个周期FB 最小屏蔽电压为止的期间内，CS0 端子以25uA 持续充电

表.10 CS · CS0 端子阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
OCP1(+)检测电压	Vocp1(+)		0.550 V
OCP1(-)检测电压	Vocp1(-)		-0.550 V
OCP2(+)检测电压 1	Vocp2(+) ₁	SSD=4V	0.350 V
OCP2(-)检测电压	Vocp2(-)		-0.350 V
di/di(+)检测电压	Vdidt(+)		0.060 V
di/dt(-)检测电压	Vdidt(-)		-0.060 V
CS0 端子预先充电电压	Vcso(pre)	CS=0V	-100 uA
OCP2 动作开始 CS0 端子电压	Vcso(ocp2)		1.0 V
定时器 充电切换 CS0 端子检测电压	Vcso(tmr)		2.0 V
OCP2 动作时 CS0 端子充电电流	Icso(ocp2)	CS0>Vcso(ocp2)	-25 uA
CS0 端子放电电流	Icso(dis)	CS0=1.2V	10 uA

2.3.5 OCP2 输入电压修正 (CS、SSD 端子)

MCZ5211ST 配备输入电压变动时的过电流保护动作修正电路。通过改变 OCP2 检测阈值，修正输入电压。根据 SSD 端子电压与 FB 端子电压，OCP2 的检测阈值发生变化。

图 15 为有・无输入修正功能的下垂特性概略图。在施加高输入电压时，易于 OCP2 检测，实施修正。可通过连接 SSD 端子电阻值调整该修正级别。

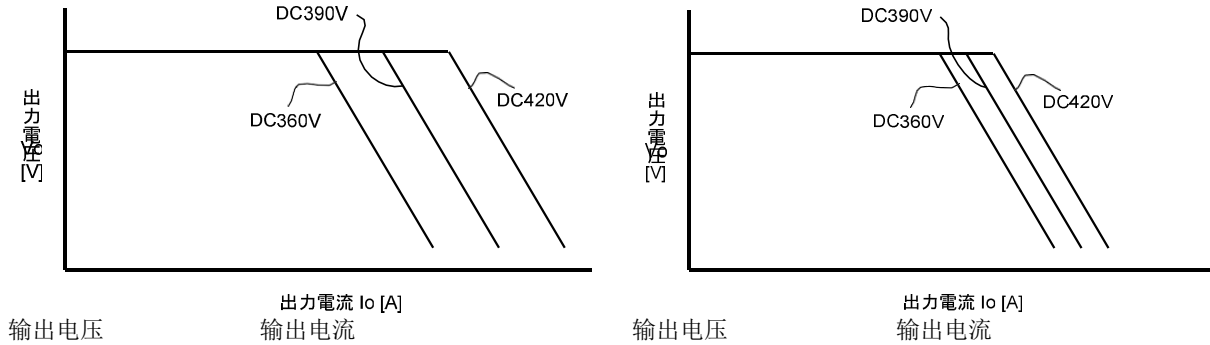


图 15. OCP2 无输入修正功能 (左)、有修正功能 (右) 的下垂特性概略图

图 16 所示为 LLC 电流共振电路的共振曲线与动作波形。

如图 16(a) 的动作波形，通过输入电压改变动作时的振荡频率。一般情况下负荷相同时，输入电压较低的一方作为电流波形峰值升高。与输入电压无关，共振频率 f_r 为固定值。

如图 16(b) MOSFET 电流值为峰值 (点 X、Y)，启动过电流保护功能后，门极关闭的期间内电流峰值的到达值根据输入电压发生变化。例如图 16(b)，门极关闭的期间设为 1 的高输入电压状态下，duty 比 0.8:0.2 的关闭期间内迎来电流峰值。另一方面，在低输入电压状态下 duty 比 0.4:0.6 的开启期间内迎来电流峰值。

在低输入电压状态下，门极开启的期间内，电流峰值到达开启期间前方 (点 Y)。高输入电压状态下达到开启期间的后方 (点 X)。利用该共振特性，修正 OCP2 的输入电压。

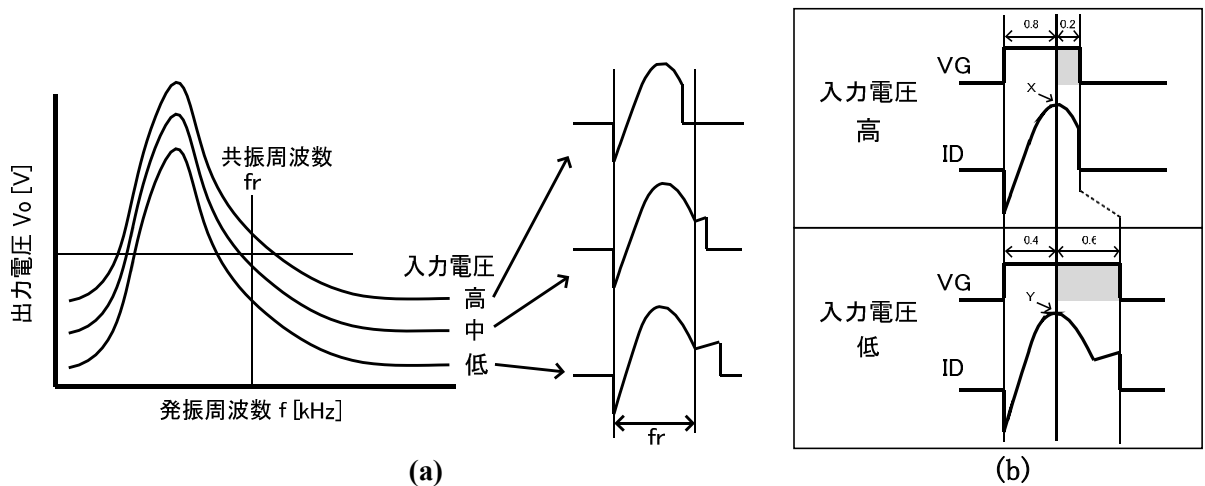


图 16. (a) 输入电压与动作波形、(b) 输入电压与电流峰值关系

输入修正通过改变OCP2 检测阈值，进行调整便于OCP2 检测。通过SSD 端子确定输入修正级别。SSD 端子周边电路图如图 17 所示连接 SSD ，外部电阻值与 SSD 电压关系如图 18 。从SSD 端子IC 内部以-100uA 电流进行充电。因此，通过外部电阻值确定 SSD 端子电压。

SSD 端子的充电电流如表 11 所示，切换普通·AS 模式与突发模式。

表 11 各动作模式与SSD 充电电流的关系

ASTBY 端子电压	动作模式	SSD 充电电流	CS 输入修正
$0V \leq ASTBY < 2.2V$	普通模式	-100uA	有
$2.2V \leq ASTBY < 3.0V$	非对称阶段模式		
$3.2V \leq ASTBY < 4.0/3.9V$	主备模式		
$4.0/3.9V \leq ASTBY \leq 5.2V$	突发模式	-0uA	无

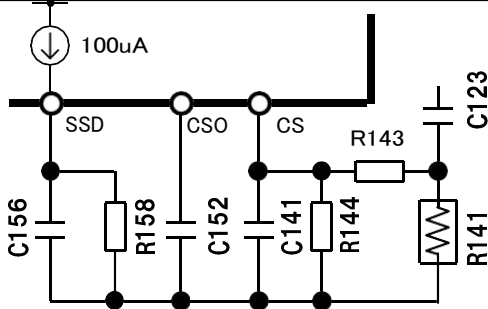


图 17. SSD 端子连接

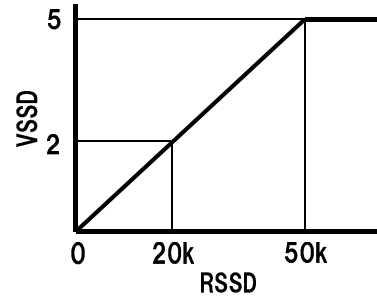
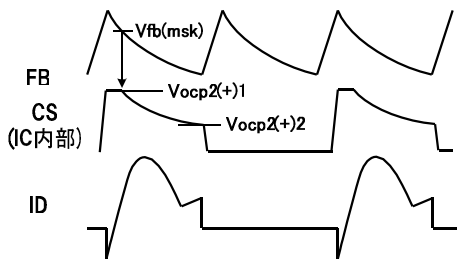
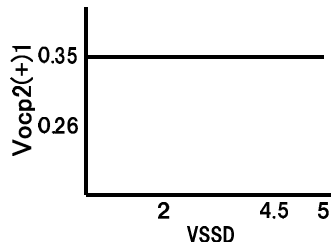


图 18. SSD 电阻与SSD 电压的关系图

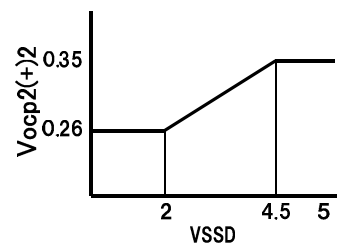
图 19(b)与(c)所示为 SSD 端子电压与OCP2 阈值的关系。在 OCP2 检测阈值动作开始电压下 $V_{ocp2(+)}1$ 为固定值0.35V，在OCP2 检测阈值下限电压下通过SSD 端子电压设置 $V_{ocp2(+)}2$ 。如图 19(a)所示，OCP2 检测阈值在FB最小屏蔽期间 $V_{fb}(msk)$ 为止 $V_{ocp2(+)}1$ 为固定值，不足 $V_{fb}(msk)$ 时，根据FB 端子电压逐渐降低OCP2 检测阈值。FB 端子电压达到 FB 充电开始电压 $V_{fb}(bottom1)$ ，OCP2 检测阈值变为 $V_{ocp2(+)}1$ 。仅在高边期间进入输入修正电路。低边期间内无关 FB 端子电压，阈值固定为-0.35V 。



(a)



(b)



(c)

图 19. (a) CS 阈值波形、

(b) $V_{ocp2(+)}1$ 阈值、

(c) $V_{ocp2(+)}2$ 阈值

表.12 SSD 端子阈值

各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
SSD 端子充电电流 1	$I_{ssd}(chg)1$	$ASTBY < V_{astby}(bston/off)$	-100 uA
SSD 端子充电电流 2	$I_{ssd}(chg)2$	$ASTBY > V_{astby}(bston/off)$	0 uA
SSD 端子解放电压	$V_{ssd}(open)$		6 V
OCP2(+)-检测电压 2	$V_{ocp2(+)}2$	SSD=1V	0.26 V

2.3.6 软启动、启动时 di/dt 保护、锁存停止功能 (SST 端子)

(1) 软启动功能

LLC部具有软启动功能，通过SST端子GND间连接得电容器持续充电，逐渐扩大振荡频率。SST 端子充电须满足以下2个条件。

- ① Vc2 端子电压在Vc2(st) 10.0V 以上。
- ② Vsen 端子电压在Vsen1(ss-reset) or Vsen3(ss-reset) 以上。

SST 端子在0.6V 以上，振荡开始。Vss(open) 2.1V 为固定值。并且，拥有滞后现象的 SST 端子在0.5V 以下，振荡停止。SST 端子电压与振荡频率的关系，请参考图 20。

SST 端子的SS 充电电流根据 SST 端子电压分为 2 个阶段。SST 端子电压在 0V~0.6V 为 90uA、SST 端子电压 0.6V 以上的情况以 30uA 进行充电。为加速LLC 动作开始到 SST 电压充电，切换该电压。

SST 端子在达到2.1V前持续充电，在进行通常动作时，固定该电压。

为减轻在异常状态时的主要开关与周边电路的负荷，SST 端子具备定时间歇锁存停止功能。定时间歇锁存停止功能的详情请参考2.3.6(3)章节。

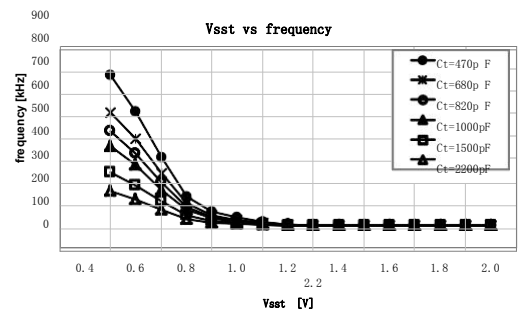


图 20 . SST 电压与振荡频率

(2) 启动时 di/dt 保护

LLC 电流共振电路的电源动作开始后，共振电容器的电压在不稳定的过度状态下，流入 MOSFET 的电流在流入体二极管期间内，门极可能关闭。在该状态下，通过体二极管 trr 成分，相反侧 MOSFET 开启时，流入短路电流，对MOSFET 施加负荷。

MCZ5211ST 配备 Tss(3)功能，在启动时的体二极管导通中可避免门极关闭。Tss(3)顺序如图 21 所示电源动作开始后 第2次 的低边侧 VGL 输出可增长约 1.7 倍。可在MOSFET 正方向通入电流后关闭门极输出。

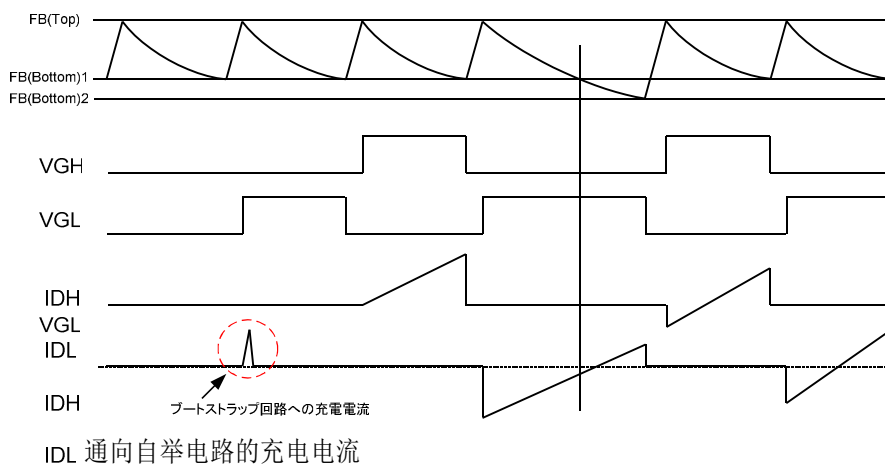


图 21 . Tss(3)动作顺序

(3) 过电流保护功能动作时的定时间歇锁存停止功能

MCZ5211ST 配备 OCP1、OCP2 与 di/dt 动作时的定时间歇动作后锁存停止功能。定时器充电时间与条件如表 9，定时间歇锁存停止顺序请参考图 22。

如图 22 所示，检测异常状态后，对 SST 端子进行充电。各动作模式下的 SST 端子的定时器充电电流不同，定时器充电电流值请参考表 9。

SST 端子具备定时间歇锁存停止功能，在下述①或②条件下Csst 从2.1V开始充电。

- 1 OCP1与 OCP2 动作时
- ② 主备模式下的di/dt 保护动作时

持续上述状态，不断通入异常信号，SST 端子电压达到 **V定时器(set) 3.5V** 后，进入间歇动作模式。间歇动作模式中虽然异常信号消失后将返回正常振荡，该间歇振荡模式为连续状态，在2次计数后，IC 锁存停止。

锁存停止时，将 Vc2 端子电压设为锁存解除电压 7.0V 以下后可解除锁存。如图 22所示，本产品配备锁存技术重置功能。锁存计数重置有下述2个条件。

- ① 达到SST = 2.1V (不检测OCP 等，返回一般动作模式时)
- ② SST 恢复时 (Vc2 ON/OFF 时)

通过该功能，电源可正常运转的情况下，锁存计数归 0。持续异常状态的情况下，不执行锁存计数重置，2 次计数后停止定时锁存。

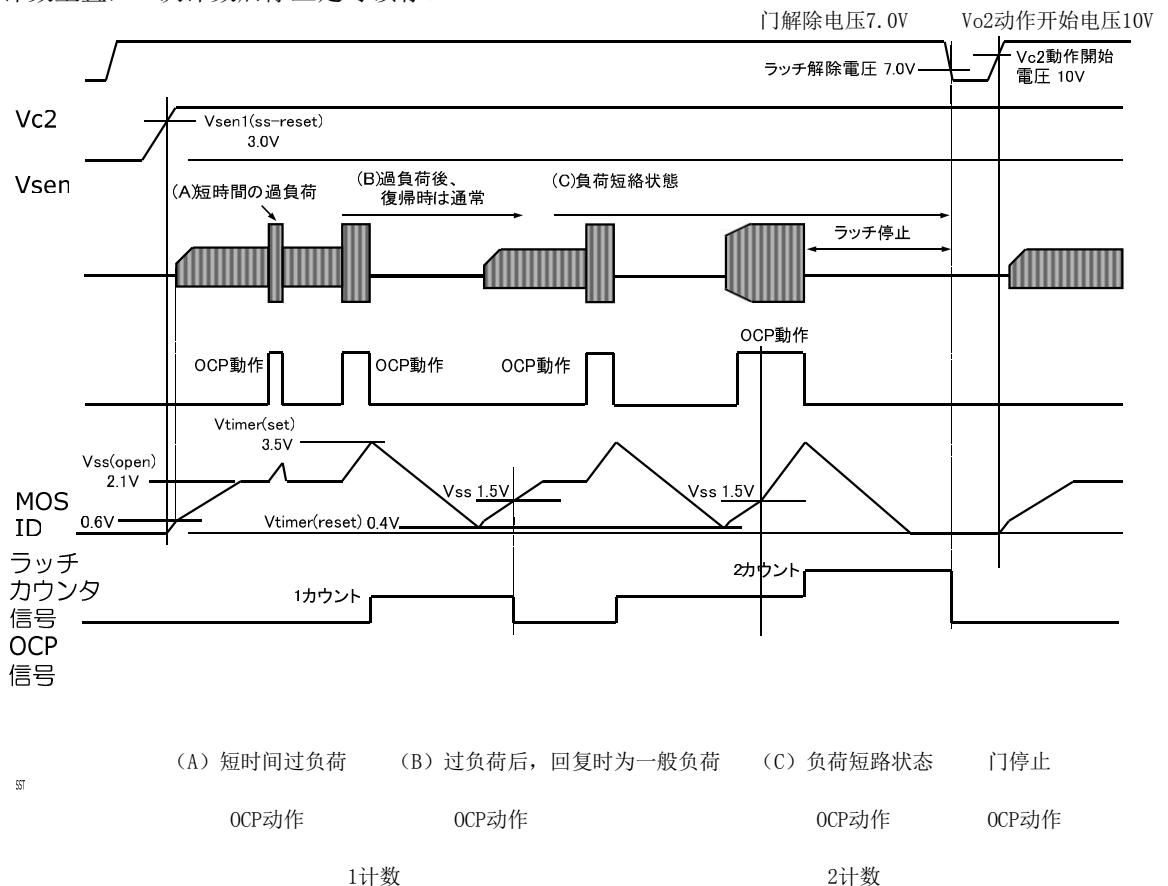


图 22 . SST 动作顺序

(4) 锁存停止功能

MCZ5211ST 配备2次侧过电压时等的异常状态下使锁存停止的锁存停止功能。图 23为2次侧 OVP 电路构成示例。

通过从外部将SST 端子举至4.5V, 使锁存停止功能触发。锁存停止功能触发后停止振荡。

为解除锁存停止, Vc2 端子电压须在锁存解除电压 7.0V 以下。锁存解除后, 再次达到Vc2 动作开始电压以上, 开始LLC 部的振荡。

构成方案①	构成方案②	构成方案③
3个构成方案中OVP最早动作。	通过数100usec程序, OVP准动作时, 需要较高的CTR光耦合器が必要です。	通过数msec程序, OVP可动作时转为本构成方案。

图 23. 锁存停止功能电路构成示例

表. 13 SST 端子阈值

各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
SST 端子阈值	Vsst		1.5 V
SST 充电电流 1	Isst(chg)1	SST=0V	-90 uA
SST 充电电流 2	Isst(chg)2	SST=1.0V	-30 uA
SST 放电电流	Isst(dischg)	SST=1.0V、Vsen=0V	4.0 mA
SST 端子解放电压	Vsst(open)		2.1 V
LLC 动作开始 SST 电压	Vsst(st)		0.6 V
LLC 动作停止 SST 电压	Vsst(sp)		0.5 V
SST 锁存停止电压	Vsst(latch)		4.5 V
定时器 阈值 1	V定时器(set)		3.5 V
定时器 阈值 2	V定时器(reset)		0.40 V
定时器 充电电流 1	I定时器(chg)1		-40 uA
定时器 充电电流 2	I定时器(chg)2		-1.7 uA
定时器 充电电流 3	I定时器(chg)3		-40 uA
锁存解除电压	Vc2(latch reset)		7.0 V
FB 充电开始电压 2	Vfb(bottom)2	Tss(3)	3.10 V

2.3.7 高边驱动器电源 (VB 端子)

高边 MOSFET 驱动用变动电源 (VB) 如图 24 所示, 通过 Vc2 端子的 12.5V 调节器输出电容器作为电压源导向高压侧的二极管 Dboot 与变动平滑电容器 Cboot 生成自举电路。

通过运用外置 Dboot 自举电路确保了低边与高边电位差的最小限, 保证了在过度状态下也可稳定供给驱动用电源。

Cboot 运用 MLCC, 建议该值为 0.1 μ F~1.0 μ F。请使用具备高速与软恢复特性的 600V 耐压以上的 Dboot。建议使用新电元制 D1NK60 或 D1FK60。(PFC 输出电压约 400V。)

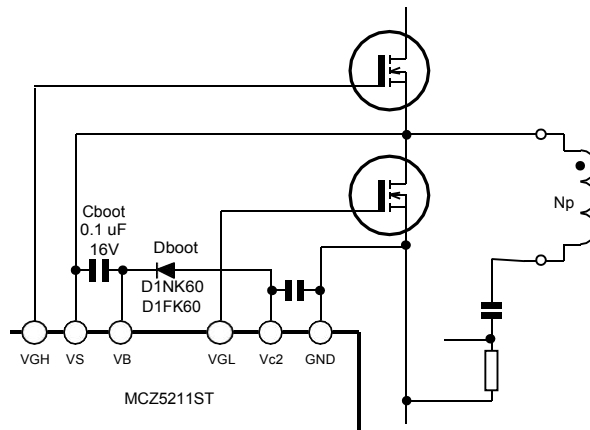


图 24 . Boot Strap 高边 Vcc 生成电路

表. 14 VB 端子阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
高边驱动器动作开始电压	VB-VS(st)		7.5 V
高边驱动器动作停止电压	VB-VS(sp)		5.5 V

2.3.8 轻负荷领域损失改善功能 (ASTBY、Burst 端子)

主备模式与突发模式根据 ASTBY 端子电压进行控制。各动作模式与 ASTBY 端子电压的关系请参考表 15。

表. 15 ASTBY 端子电压与各动作模式

ASTBY 端子电压	动作模式	LLC 部
0V \leq ASTBY < 2.2V	普通模式	对称动作
2.2V \leq ASTBY < 3.0V	不对称线性模式	不对称动作
3.2V \leq ASTBY < 3.9V	主备模式	不对称动作
4.0V \leq ASTBY \leq 5.2V	突发模式	不对称动作

* 主备转到突发模式中有滞后现象

通过 ASTBY 端子电压 3.9V 切换主备模式 \rightarrow 突发模式, 通过 ASTBY 端子电压 4.0V 切换突发模式 \rightarrow 主备模式。

2.3.8.1 主备功能

主备功能是降低额定负荷 5%~20%的轻负荷领域损耗的功能。主备模式在高边与低边开启幅度比率约 1:2，进行不对称动作。各阈值下详细动作顺序请参考图 25。

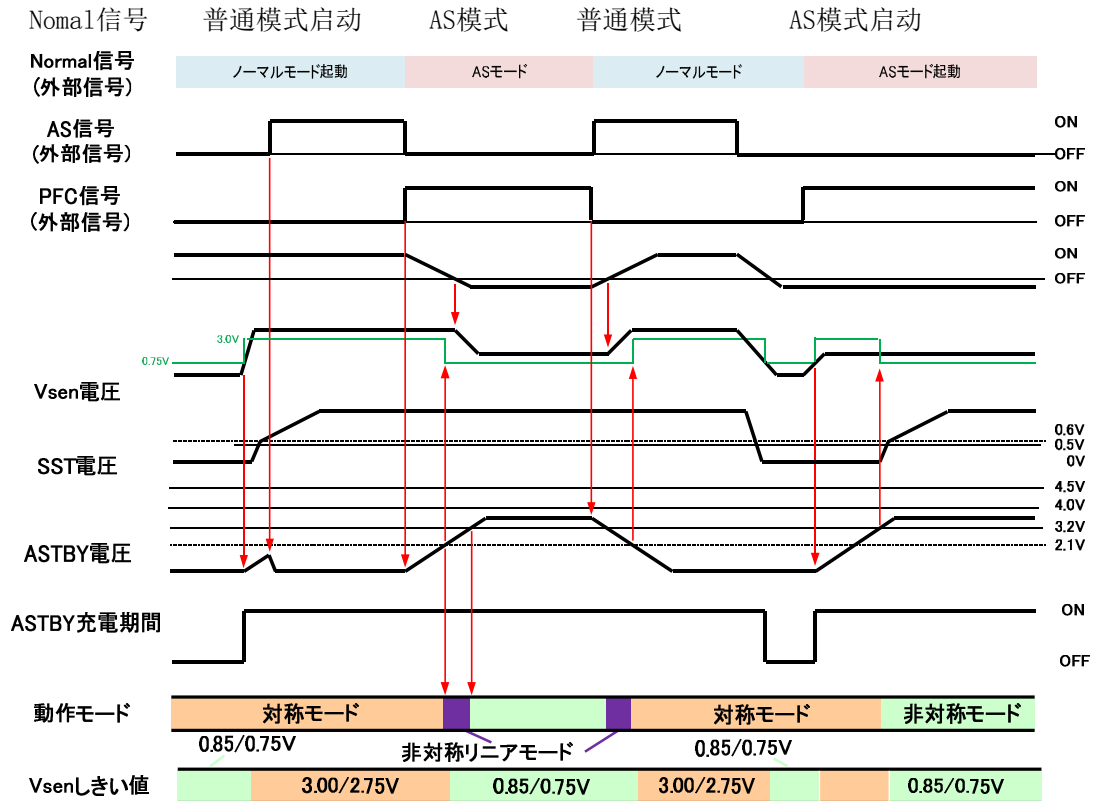


图 25 . 主备模式顺序

AS信号 (外部信号) PFC信号 (外部信号) Vsen电压 SST电压 ASTBY电压 ASTBYc充电期间
 动作模式 对称模式 非对称模式 对称模式 非对称模式 非对称线性模式 Vsen阈值

- 假设LLC部的输入电压为PFC部输出电压。
- 假设普通模式时PFC动作，主备模式时PFC部停止。

通过ASTBY 端子，改变电压高边与低边 MOSFET 的开启幅度比率。

ASTBY 端子电压为0V 时的开启幅度比率1:1 对称动作。ASTBY 端子电压处于 $V_{as(linoff)}$ 2.2V 以上时，如图 26 所示，低边侧 MOSFET 的FB 开始充电开始，电压 $V_{fb(bottom)}$ 降低，低边 MOSFET 开启幅度逐渐扩张，进行不对称动作。

FB 充电开始电压 $V_{fb(bottom)}$ 根据ASTBY 端子电压进行线性变化，ASTBY 端子电压为 $V_{as(linon)}$ 3.0V 时开启幅度比率最大。开启幅度最大时的高边与低边 MOSFET 的开启幅度比率约为 1:2 。

主备模式中，ASTBY 端子电压不足2.2V 时，主备模式解除，切换为普通模式。

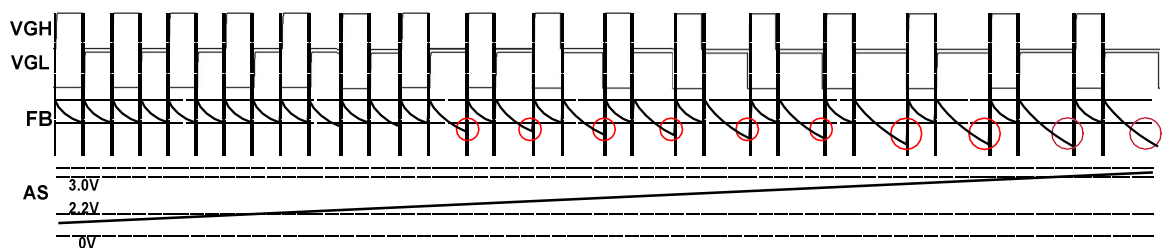


图 26 AS线性动作时门极波形

为了防止切换普通模式·主备模式时的超过（低于）额定电流。MCZ5211ST 配备有根据ASTBY 电压与 Vsen 电压控制 FB 端子放电电流的功能。

图27为Vsen 端子电压与FB 放电电流的关系模式图。图28为ASTBY 电压改变时的FB 放电电流的顺序。

如图 27 所示，FB 放电电流跟随 Vsen 端子电压发生改变，当Vsen=3V 时电流为0uA，Vsen=5V 时电流为 400uA。如图 2所示，ASTBY 电压在2.2V 到3.0V 之间，FB 放电电流跟随ASTBY 电压发生变化。

ASTBY 电压不足2.2V时，与Vsen 电压无关，FB 放电电流为0uA。ASTBY 电压超过3V后 FB 放电电流为固定值，该值伴随 Vsen 电压发生变化。

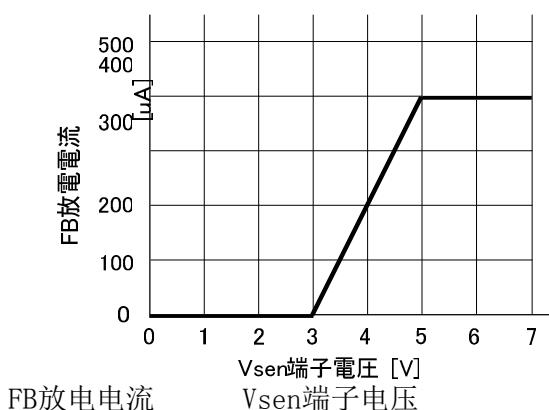


图 27 . Vsen 电压与 FB 放电电流的关系(模式图)

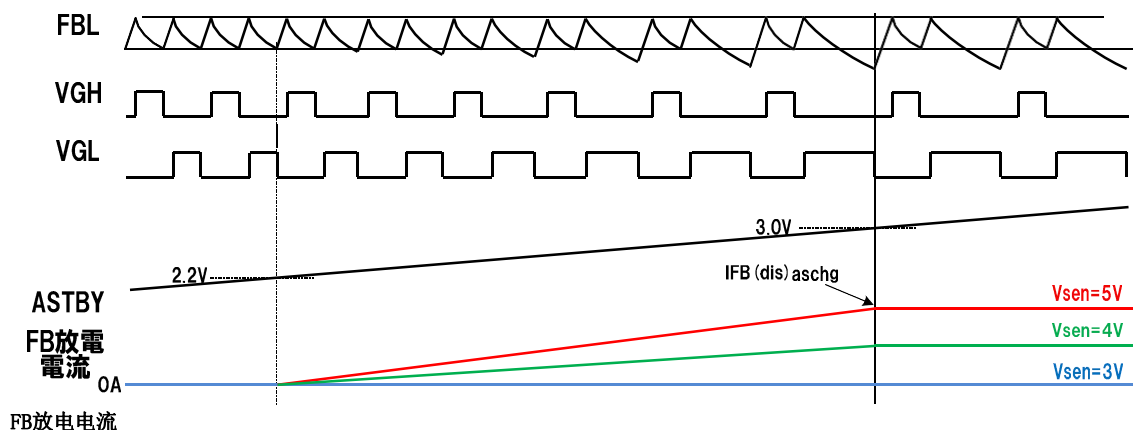


图 28 . ASTBY 切换时的动作顺序

2.3.8.2 突发功能

突发功能是用对待机负荷时的待机电力进行改善的功能。通过ASTBY 端子切换突发模式，通过BURST 端子控制开始·停止振荡。

图 29 为使用突发模式时的电路构成示例。图 29(a) 所示由两个光耦合器构成，可独立控制待机 ON/OFF 部与突发模式下的输出电压下限检测部。图 29(b) 所示由单个光耦合器构成，可减少一个光耦合器。

ASTBY 端子超过 4.0V 后进入突发模式。解除突发模式需要将ASTBY 端子设为3.9V 以下。普通模式与主备模式中 BURST 端子以 BURST 端子放电电流 400uA 的速度放电。进入突发模式后，BURST 端子放电停止。

进入突发模式后，由变压器辅助绕线电压 V_{cc} 与外部电路分压后的电压举起BURST 端子，当BURST 端子输出停止电压超过2.0V ，SST 端子放电，LLC 部停止振荡。下次BURST 端子输出启动电压 不足 1.5V 时，SST 端子开始充电，LLC 部开始振荡。关于详细顺序请参考图 31 。主备与突发模式下的动作顺序如图 32 。

突发模式下软启动时的SST 充电电流进入 $I_{sst(chg)}$ 3 -90uA 。为降低软启动时间，可缩短突发动作时的振荡时间，改善待机电力。

在普通模式·主备模式下，SSD 端子以SSD 端子充电电流 $I_{ssd(chg)}$ 1 -100uA 的速度进行充电。进入突发模式后，SSD 端子停止充电。因此，在图 30 构成中、普通·主备模式下为 C154 的固定电容器容量，突发模式下为 C153、C154 串联固定电容器容量。

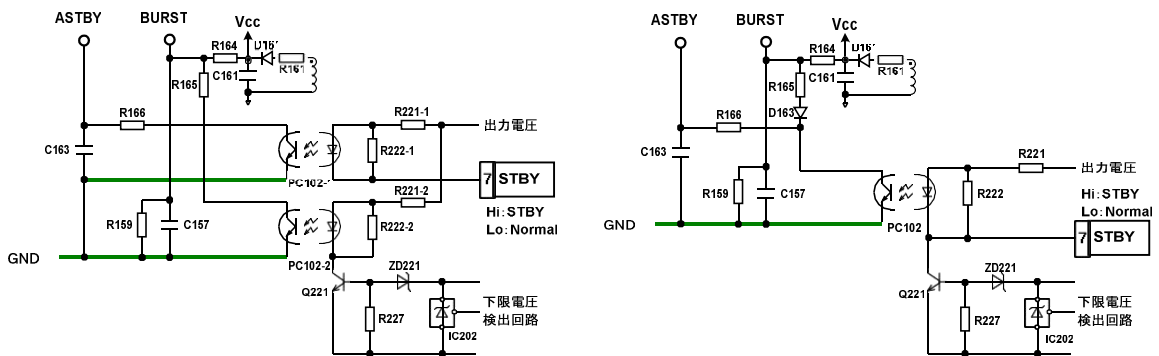


图 29 . Burst 端子连接例 (a)2个光耦合器 构成、(b)单个光耦合器构成
输出电压 下限电压 检测电路

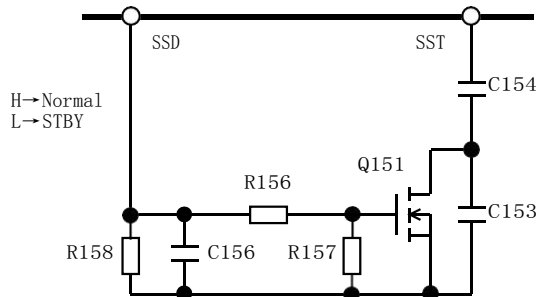


图 30 . 突发时切换构成例

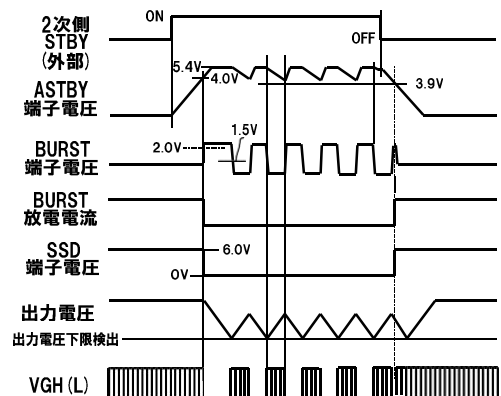


图 31 . Burst 动作顺序

2次侧（外部） 端子电压 端子电压
放电电流 端子电压 输出电压
输出电压下限检测

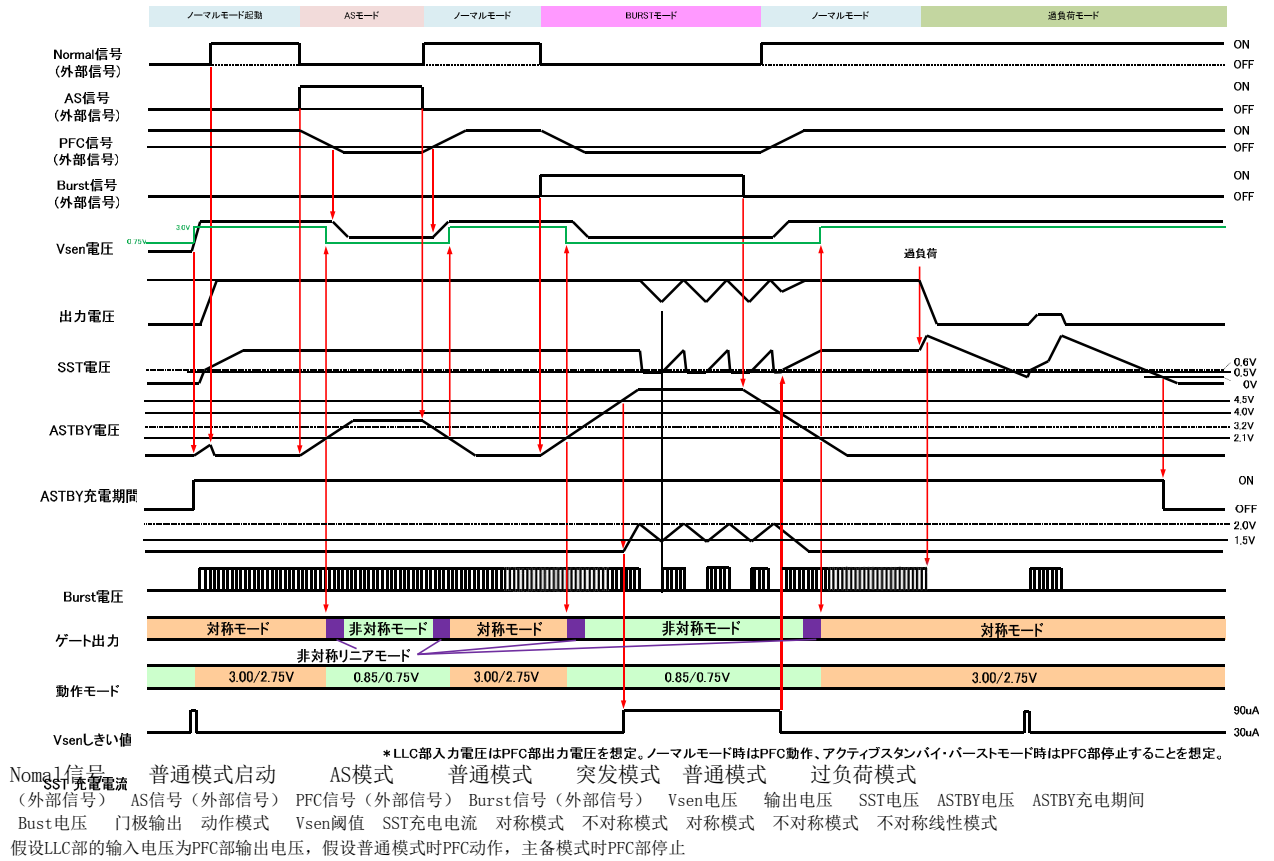


图 32 . 主备・突发模式顺序

表. 16 ASTBY 端子閾値

各规格值的详情请参考特性规格书。

項目	符号	条件	规格值
AS 线性动作开始电压	Vas (linon)		3.0 V
AS 线性动作解除电压	Vas (linoff)		2.2 V
AS 模式开始电压	Vas (on)		3.2 V
AS 模式解除电压	Vas (off)		2.2 V
ASTBY 端子解放电压	Vastby (open)	Vin=Vc1=16V、Vsen=1V	5.4 V
ASTBY 端子充电电流	Iastby (chg)	Vin=Vc1=16V、Vsen=1V、ASTBY=0V	-25 uA
突发模式开始 ASTBY 端子电压	Vastby (bston)		4.0 V
突发模式解除 ASTBY 端子电压	Vastby (bstoff)		3.9 V
BURST 端子输出停止电压	Vbst (H)		2.0 V
BURST 端子输出启动电压	Vbst (L)		1.5 V
BURST 端子放电电流 1	Ibst (dis)1	ASTBY<Vastby (bston/off)	400 uA
BURST 端子放电电流 2(突发模式)	Ibst (dis)2	ASTBY>Vastby (bston/off)	0 uA
FB 放电电流 1	Ifb (dis)1	Vsen=6V、ASTBY=6V	400 uA
FB 放电电流 2	Ifb (dis)2	Vsen=6V、ASTBY=2V	0 uA

2.3.9 过热保护功能 (TSD 功能)

MCZ5211ST 配备过热保护功能。执行本功能可停止 LLC 的振荡。

过热保护动作开始温度为动作停止温度 **TSD 140°C.min**。过热保护温度存在滞后现象，过热保护解除温度低于动作停止温度 **ΔTSD 40°C**以下返回解除后的一般动作。

表.17 TSD 功能阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
动作停止温度	TSD		140 °C
动作停止 / 恢复温度幅度	ΔTSD		40 °C

2.3.10 Vc1 过电压保护功能 (Vc1 OVP 功能)

MCZ5211ST 配备在施加Vc1 端子过电压时的锁存停止功能。Vc1 端子电压超过 Vc1(ovp latch) 33.0V 后，停止锁存。解除锁存停止需要 Vc2 端子电压低于 Vc2(latch reset) 7.0V 。

表.18 Vc1 OVP 功能阈值 各规格值的详情请参考特性规格书。

项目	符号	条件	规格值
Vc1 过电压保护电压	Vc1(ovp latch)		33.0 V
锁存解除电压	Vc2(latch reset)		7.0 V

2.4 参考

2.4.1 准备从低输入电压开始动作的情况

MCZ5211ST 的Vsen 端子电压如未升至 Vsen1(SS-reset) 3.00V ，一般动作时无法开始门极输出。

因评价电源等准备从低输入电压使LLC动作的情况，请给 Vsen 端子施加3.00V 以上的电压。但如果超过12V左右时，内部紧固元件将开始导通，请将 Vsen 端子流入电流限制在2mA 左右。

在该状态下如执行输入 ON/OFF 等操作，可能造成持续共振偏离等，给MOSFET 带来较大的负荷。请在无负荷状态下缓慢徐提高输入电压启动设备。另外，上述 Vsen 解除仅用于评价电源时的研讨。

2.4.2 未使用Vin 端子的情况

未使用Vin 端子的情况下，请将Vin 端子GND 、Shoot或开路端子。供给MCZ5211ST 的Vcc 时，请给Vc1 端子施加电压。Vc2-GND 间电容器容量建议在 4.7u~47uF 左右。

2.4.3 未使用主备、突发模式的情况

未同时使用主备·突发模式情况，请将ASTBY 端子GND 或Shoot。并请同样将BURST端子GND 或Shoot。

仅未使用突发模式的情况，请将BURST 端子GND 或Shoot。

3 确定周边电路常数

3.1 输入监视电压部 (Vsen 端子)

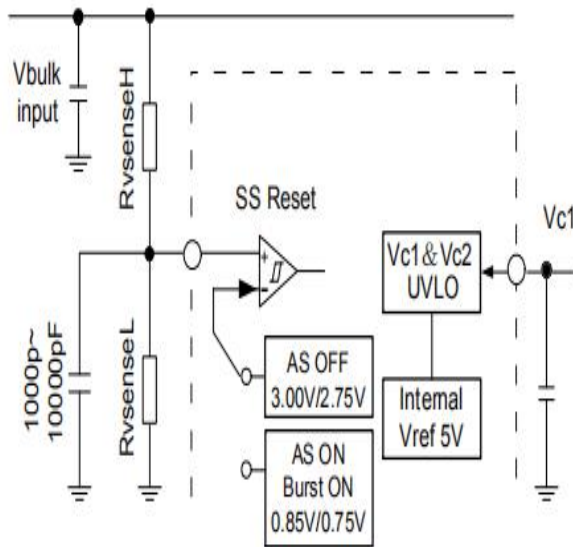
Vsen 端子阈值为 **3.00V/2.75V** (普通模式)
0.85V/0.75V (主备模式、突发模式)。

Vsen 端子 sink 电流须为 0.2uA，为避免受到 sink 电流的影响，建议设计能够通入 20uA 左右的电流。高电位侧 Vbulk 检测电阻 RvsenseH 推荐为 2MΩ 左右。(PFC 输出电压约为 400V 的情况。)

Vsen 端子与 GND 之间请连接噪音吸收用 1000p~10000pF 左右的电容器。

通过式(1)从要求的 Brown Out 保护电压阈值 Vbulkreset 中计算出初期值 RvsenseL(init)，之后请将实常数导入式(2)中，最终确认 Vbulkreset 值。

主备模式下 Vsen 阈值会发生变化，请将实常数导入式(3)，确认要求的 Vbulkreset (AS ON)。



$$R_{V_{senseL}(init)} = \frac{2.75 \times R_{V_{senseH}}}{V_{bulkreset} - 2.75} \quad [\Omega] \quad \dots(1)$$

$$V_{bulkreset} = \frac{R_{V_{senseH}} + R_{V_{senseL}}}{R_{V_{senseL}}} \times 2.75 \quad [V] \quad \dots(2)$$

$$V_{bulkreset(ASON)} = \frac{R_{V_{senseH}} + R_{V_{senseL}}}{R_{V_{senseL}}} \times 0.75 \quad [V] \quad \dots(3)$$

图 33. Vsen 端子内部构造

3.2 振动控制部分 (FB 端子)

通过FB 端子，控制LLC 部的振荡频率。FB 端子确定空载时间与初期·最高·最低振荡频率。通过FB 端子的充放电时间节点确定门极 ON/OFF 时间节点，请尽量连接至FB 端子的电容器与电阻连到IC 附近。

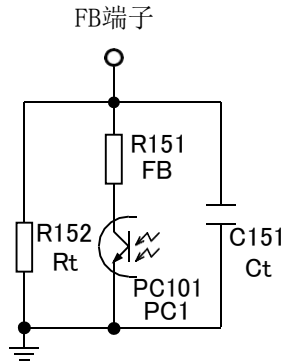


图 34. FB 端子连接图

FB 端子除Ct 电容器外，如图 34 所示，连接Rt 电阻与FB 电阻。

通过Ct 电容器容量确定空载时间与初期振荡频率。详细请参考 3.2.1 。

由Rt 电阻确定最低振荡频率，由Rt 电阻与FB 电阻确定最高振荡频率。

关于Rt 电阻与FB 电阻的确定方法，请参考3.2.2 与3.2.3 。

3.2.1 空载时间与初期振荡频率 fss 的调整 (Ct 用电容器的调整)

根据Ct 电容器容量的不同，空载时间与初期振荡频率 fss如图 35 与图 36 特性图所示发生变化。

请根据稳定动作时的振荡频率与使用MOSFET的极容量等，选择Ct 电容器容量。

作为初期值的稳定动作频率为 100kHz，在使用本公司的 P15F50HP2 时，Ct 电容器容量为1500pF、稳定动作时频率为300kHz。在使用本公司的 F16F60CPM 时，Ct 电容器容量基准为820pF。根据共振条件等，要求的空载时间发生变化。上述内容仅为初期值，请使用设备调整最终值。

Ct 电容器容量设计在100k~500kHz 范围内时，建议470p~2200pF 。

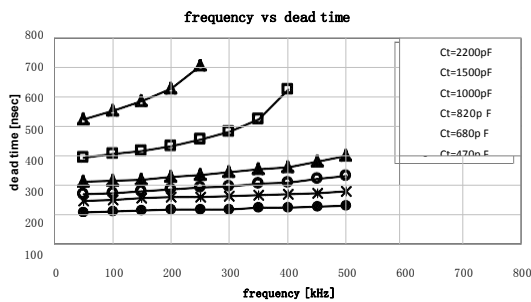


图 35. 空载时间的关系

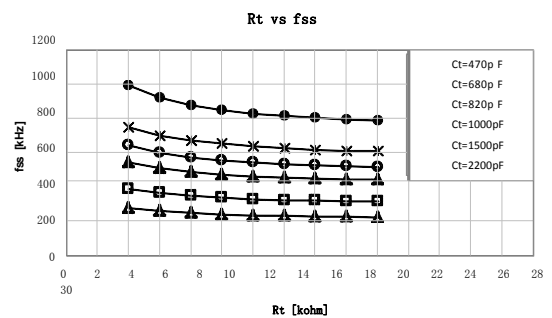


图 36. fss 的关系

3.2.2 最低振荡频率 fmin 的调整 (Rt 限制电阻的调整)

通过连接在FB 端子-GND 间的Rt电阻值确定最低振荡频率 fmin。Rt电阻值与振荡频率的关系请参考电源特性规格书中的特性图。通过特性图，计算出到达要求fmin 的Rt 电阻值后，通过式(4)-(6)确认fmin。

其中，tcharge 为空载时间期间。tdischarge 为单侧门极开启期间。首先请依据概算值确定常数，之后在参考电源特性规格书中的特性图的基础上调整实际测量的振荡频率。

针对一般动作时的振荡频率，过低的 fmin 将导致过负荷时与负荷短路时的振荡频率过低，FB 端子电压在超过FB 最小屏蔽电压的状态下，达到OCP 或 di/dt 检测要点，OCP 与di/dt有可能受最小频移键控无法检测。在设置fmin 时，请确认因负荷短路等是否检测了OCP与 di/dt。

$$t_{\text{charge}} = \frac{Rt \times Ct \times VFB_{(\text{top})}}{Rt \times 9.0 \times 10^{-3} - VFB_{(\text{top})}} - \frac{Rt \times Ct \times VFB_{(\text{bottom})}}{Rt \times 9.0 \times 10^{-3} - VFB_{(\text{bottom})}} \text{ [sec]} \cdots (4)$$

$$t_{\text{discharge}} = -Rt \times Ct \times \ln \frac{VFB_{(\text{bottom})}}{VFB_{(\text{top})}} \text{ [sec]} \cdots (5)$$

$$f_{\text{min}} = \frac{1}{2 \times (t_{\text{charge}} + t_{\text{discharge}})} \text{ [Hz]} \cdots (6)$$

3.2.3 最高振荡频率 fmax 的调整 (FB 限制电阻的调整)

因最高振荡频率 fmax 为光耦合器的最大开启时刻，FB 端子的电阻值由Rt电阻与FB电阻的并联值确定。

例如，以Ct=820pF 时为例进行说明。最低振荡频率为 150kHz左右，最高振荡频率为 300kHz左右的情况下，Rt 电阻连接10kΩ。并且，因最高振荡频率的合成电阻值为5kΩ，Rt 电阻为10kΩ的情况下，FB 电阻为10kΩ。请在通过设备确认最高·最低振荡频率的基础上，最终确定常数。

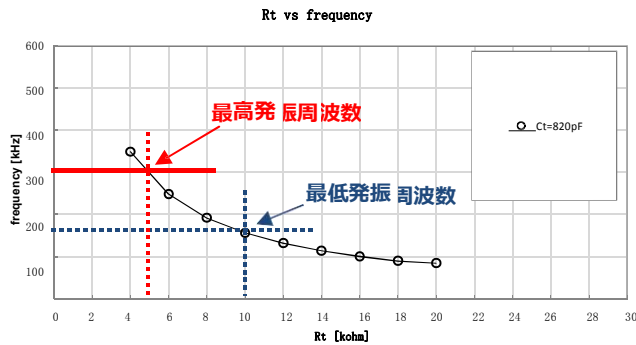


图 37. 最高·最低振荡频率设置示例

3.3 软启动与异常时的定时充电时间调整 (SST 端子)

通入软启动动作时的SST端子的SS 充电电流 $I_{sst}(\text{chg})2$ 为30uA。SST 电压超过SS 阈值 $V_{ss} 1.5V$ 时，有可能开始OCP 动作时的定时器充电，软启动时间设计为达到SST=1.5V 为止的时间。

SST 电压为0.6V，开始门极输出后，SST 电压达到 1.5V 为止的时间为 t_{ss} ，如式 (7) 进行计算。软启动时的SST 端子电压与振荡频率关系请参考特性规格书的特性图。OCP 等无异常时，SST 端子电压上升至2.1V。

$$t_{ss} = \frac{0.9 \times C_{ss}}{30 \times 10^{-6}} \quad [\text{sec}] \quad \dots(7)$$

通入OCP1 动作时与主备动作 di/dt 检测时的SST 端子的定时器充电电流 $I_{timer}(\text{chg})1$ 为 40uA

SST 电压为 2.1V，稳定后，通过OCP 动作不断增加 SST 端子电压，按式(8)计算达到SST=3.5V为止的时间 T_{timer} 。

$$t_{timer} = \frac{1.4 \times C_{ss}}{40 \times 10^{-6}} \quad [\text{sec}] \quad \dots(8)$$

伴随CS0 端子电压，通入OCP2 动作时的SST 端子的充电电流发生变化。CS0 \leq 2.0V时的定时器充电电流 $I_{timer}(\text{chg})2$ 为1.7uA。按照式(9)计算达到SST=3.5V 为止的时间 T_{timer} 。

$$t_{timer} = \frac{1.4 \times C_{ss}}{1.7 \times 10^{-6}} \quad [\text{sec}] \quad \dots(9)$$

CS0 $>$ 2.0V 时的定时器充电电流 $I_{timer}(\text{chg})3$ 为 40uA，按照式(8)计算达到SST=3.5V 为止的时间 T_{timer}

来自达到SST=3.5V 后的间歇动作SST 端子的定时器放电电流 $I_{timer}(\text{dischg})$ 为6.5uA。

SST 电压降低至 $V_{timer}(\text{reset}) 0.40V$ 后解除间歇动作振荡停止期间。因此，按照式(10)计算间歇动作时的振荡停止时间 T_{timer} (停止)。

$$t_{timer(\text{停止})} = \frac{3.1 \times C_{ss}}{6.5 \times 10^{-6}} \quad [\text{sec}] \quad \dots(10)$$

3.4 过电流保护(OCP、di/dt)要点调整 (CS 端子)

通过CS 端子进行LLC 部的过电流检测。

通过检测电阻R141改变通入共振电容器 C123 的电流电压，通过CS 端子检测R143 与R144 分压的电压。

因100uA 的CS端子电流通入CS 端子，R143建议为10~47Ω。

为防止因开关噪音造成的误动作，请在C141 中插入滤波器用电容器。滤波器用电容器建议为0.01uF。

因过电流保护功能的OCP1为±0.550V、OCP2 为±0.350V，OCP2 先动作。

(SSD=5V 时)

要求的OCP2 动作时的共振电容器电流为 I_{pk} ，电压检测电阻 R141 须为满足式(11)的常数。通过式(12)计算 R143 与 R144。R143为10Ω~47Ω计算 R144 的常数，使用2.3.5 中记述的 OCP2 输入电压修正功能时，OCP2 检测阈值为最大，因电压降至 0.26V，请替换式(11)~(13)中的0.35 后进行计算。

最后输入在式(13)输入实常数，确认是否达到要求的 I_{pk} 值。

$$R141 > \frac{0.35}{I_{pk}} \quad [\Omega] \quad \dots \quad (11)$$

$$R144 = \frac{0.35 \times R143}{I_{pk} \times R141 - 0.35} \quad [\Omega] \quad \dots \quad (12)$$

$$I_d = \frac{R143 + R144}{R144 \times R141} \times 0.35 \quad [A] \quad \dots \quad (13)$$

CS0 端子连接有电容器 C152 与电阻 R164。在OCP1 与 OCP2 动作时对进行 CS0 端子极限充电，改变振荡频率。OCP1 与OCP2 动作时的CS0 端子充电电流请参考表 5。请在通过设备应答确认连接至CS0 端子的电容器的基础上进行调整。作为初期值C152 为1000p~1.0uF，R164 为10k~100kΩ。因负荷短路等准备提高振荡频率，在进行安全定时间歇锁存时，请将C152设为1000pF、R164设为100kΩ或开启等，提早应答。此时，在检测OCP2时的应答加速，在一般动作范围内，请确认是否检测OCP2，输出电压是否降低。

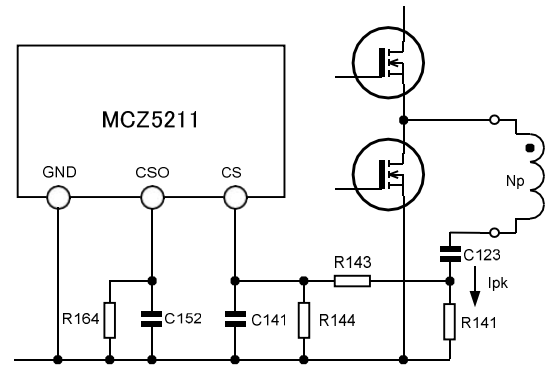


图 38. 过电流检测电路

3.5 使用主备模式时的电路常数设置

使用主备模式时的电路构成示例如图 39 所示。

ASTBY 端子电压超过3.2V 进入主备模式。ASTBY 端子电压超过4.0V 后进入突发模式，设置主备模式的ASTBY 电压超过 3.2V 不足4.0V 。

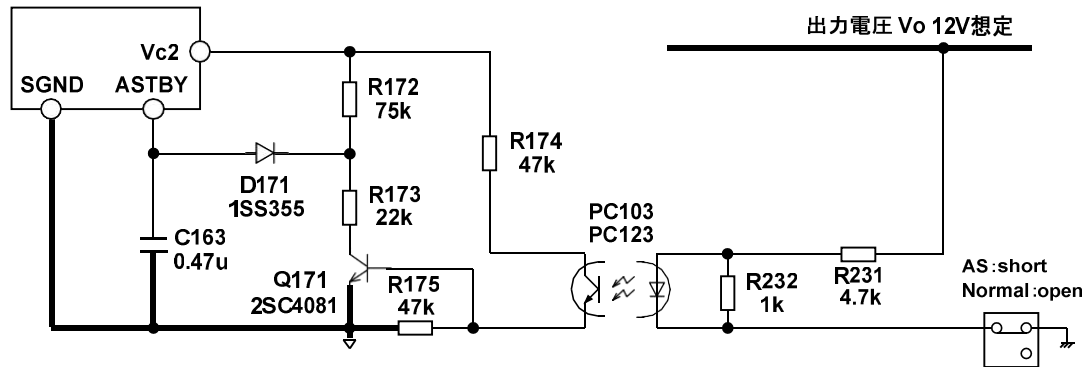


图 39. 主备电路示例

假设输出电压 Vo12V

图 39 是通过将 2 次侧 SW 设置为 GND 与 Shoot 的主备模式电路示例。将 2 次侧 SW 设置为 GND 与短路后，PC103 光耦合器开始导通，Q171 开启。因此，通过 R172 与 R173 的分割电阻确定的电压加上 D171 的电阻值为 ASTBY 端子产生电压。通入 D171 方向的电流为 1mA 以下，请确认此时的二极管 Vf 。

D171 反方向电流较大的话即使在普通模式中 ASTBY 电压也有可能上升，在选择 D171 时，请选用低于 1uA 的低反方向电流类型二极管。

3.6 使用突发模式时的电路常数设置

使用突发模式时的电路构成示例如图 40 与图 41 所示。图 40 与图 41 为输出电压 12V 到 DC/DC 输出的设想。

通过 R223 与 R224 确定电阻值突发模式 12V 输出电压下限。IC202 的参考电压为 2.5V，R223 : 47kΩ、R224 : 22kΩ 时，输出电压的下限为 7.84V 。

普通·主备模式的 BURST 端子放电电流为 400uA，将 R159 与 R164 电阻值设置过小的话，BURST 端子有可能电压上升，进入间歇动作。R159 为 15kΩ，请通过 R164 电阻值调整突发周期。R164 基于 Vc2 UVLO，辅助绕线电压约 10V 时，BURST 端子电压达到 1.5V 以上。

基于突发周期等确定 R165、C157。D163 与 3.5 章节相同，请选用低反方向电流型二极管。

图 40，在普通模式中 R166 须为 1.8V 以下。例如，耦合器完全 Shoot，因 R166 为 47kΩ 时 ASTBY 充电电流为 25uA，计算 ASTBY 端子电压上升至 1.18V。在突发时的负荷加重的话，PC102 开启次数增加，ASTBY 端子放电时间延长。从 ASTBY 充电电流开始放电电流增加的话，可能出现 ASTBY 端子电压下降，解除突发模式的情况。出现突发周期有可能降低情况，请参照图 41 的电路构成。

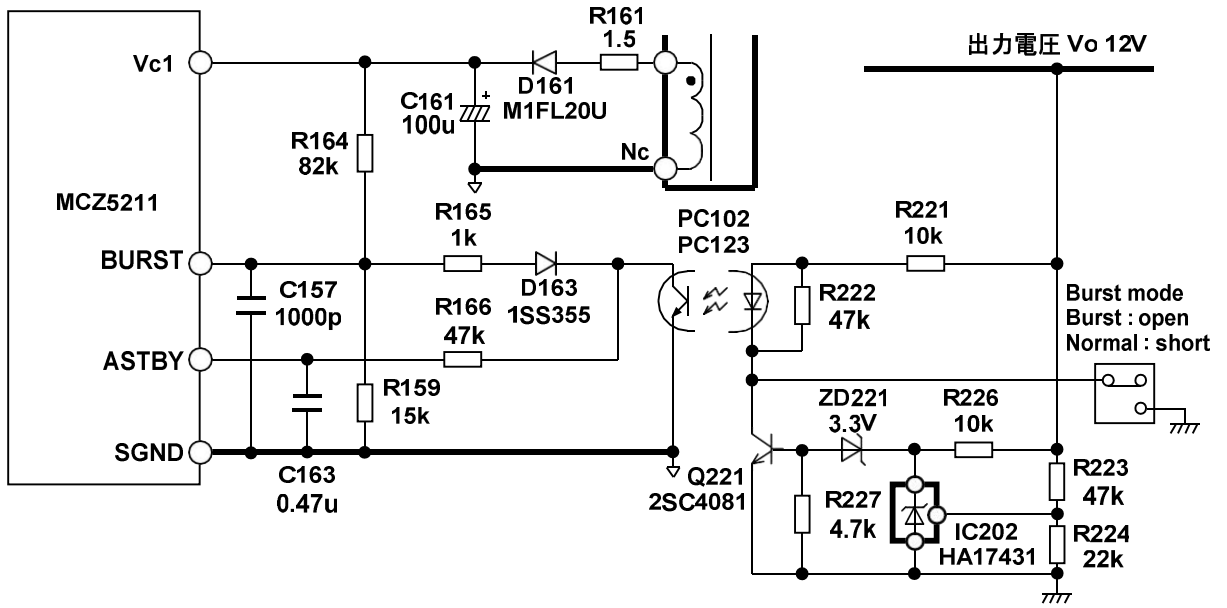


图 40. 主备电路例(单个耦合器的情况)

输出电压Vo12V

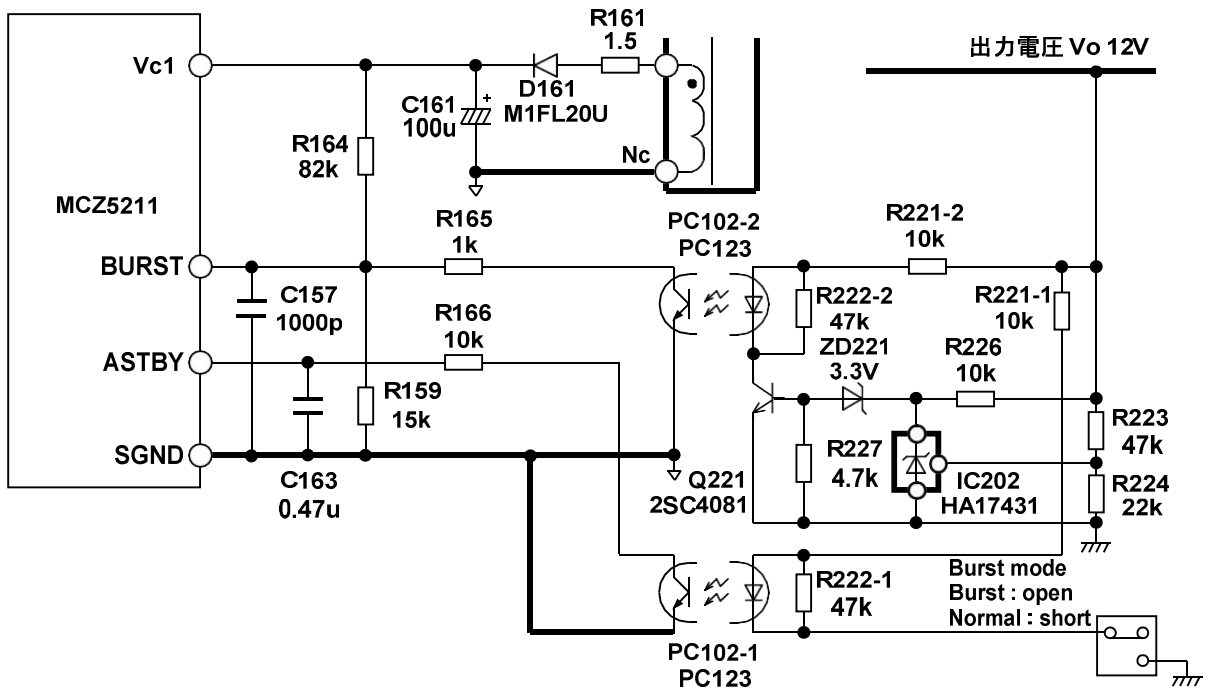


图 41. 主备电路例(2个耦合器的情况)

输出电压Vo12V

4 IC 周边模式布局的注意事项

4.1 IC 周边模式布局的注意事项

开关电源基板的模式布局给电源特性造成一定影响。因MCZ5211ST通过开关控制高压·高电流，须充分注重模式引导。

为将因模式电感成分造成的噪音最小化，须将主电路模式设计增粗变短。并在配线时避免控制模式受到电界与磁界的影响。

请参考主要项目的注意事项总结。

① 主电流路径的配线

请将独立于返回输入电容器主电流线路的功率GND 连接至来自低边 MOSFET 源极 IC的 GND。信号GND 与功率 GND 属于不同线路，请将信号 GND 与功率 GND 连接至IC GND 端子附近。

② 信号线路的配线

为防止信号线路(FB 端子与CS 端子，Vc1/2 端子等)的电容器·电阻等部件误动作，请尽量将其连接至IC 附近。

FB 端子光耦合器间及光耦合器返回模式接近高压开关线路(例如、共振电容器等)模式的话，可能会导致FB 端子电压受阻，对高边·低边门极输出造成影响。在分配模式时请尽量将高压线路、共振电容器与变压器远离分配。

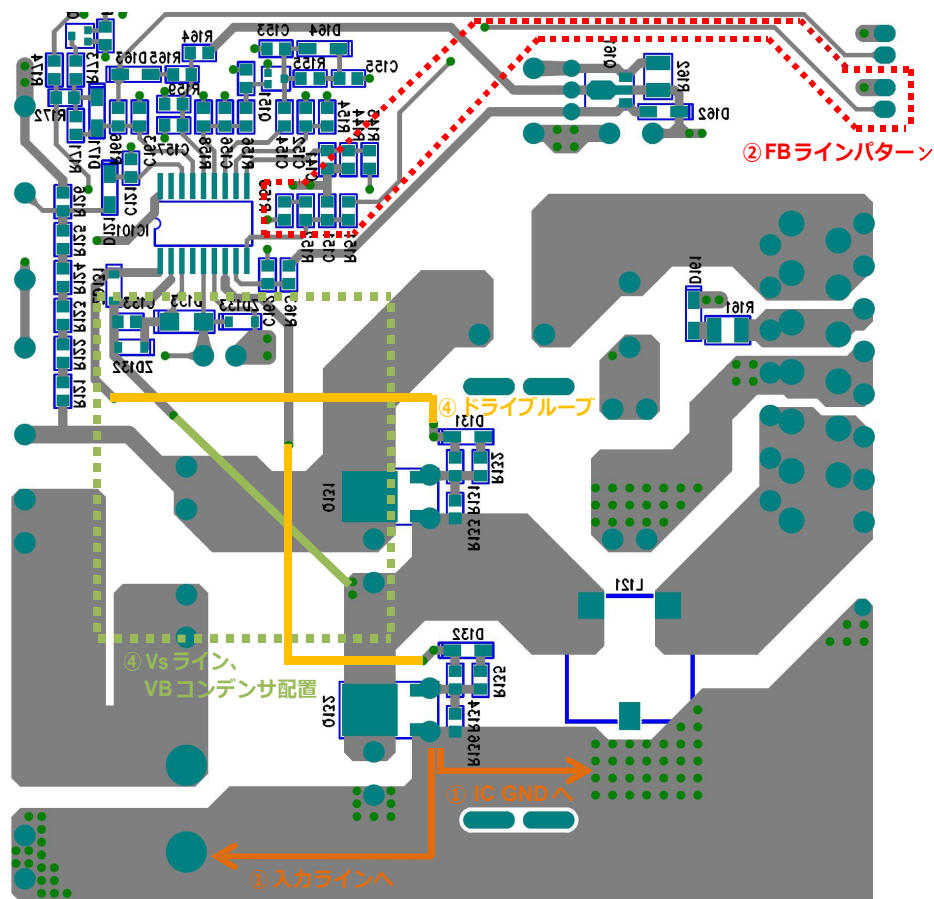
CS 端子是过电流检测端子，从检测电阻到CS 端子间的模式与上述高压开关线路模式较近时，可能出现CS。与FB 端子相同，分配模式时请尽量高压线路、共振电容器与变压器远离分配。

③ 门极输出线路的配线

门极充放电电流处于尖锐钉子上，因模式与部件依附L/C 可导致电流电压成为IC不稳定动作的原因，请将驱动环路与信号 GND 分离。

④ 高压线路的配线

自举电路平滑电容器尽量靠近 IC ，连接至高边 MOSFET 源极的VS线路远离主开关电流线路，请将其直接连接至MOSFET 源极。



1FB线路模式 1驱动环 1Vs线路 VB电容器 1进入输入线路 1进入IC GND

【观察波形时的注意事项】

(a) 测量各 MOS 电流时

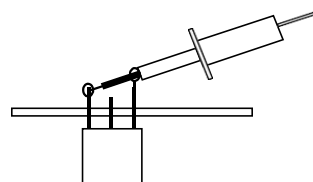
为控制抽出线材的依附阻抗影响，请使用500V 以上的耐电压线材，尽量短的配线进行连接。并请使用DC 探针。

(b) 测量高电位侧电压时

因LLC MOSFET、1 次侧共振电容器、变压器等为高电压部分，请充分注意探针耐压情况。因LLC 高边 MOS、VGH、VS、VB 端子是变动电路，在观察变动部时请使用已校正的校正差动探针。

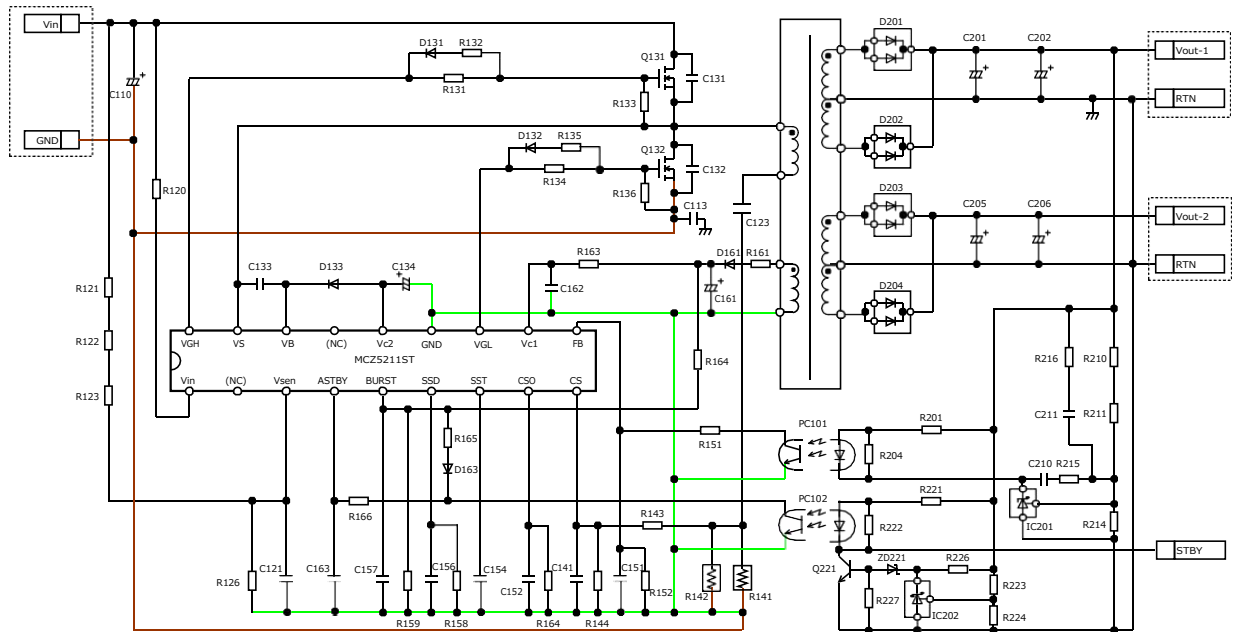
(c) 测量低电位侧时

在FB 端子等低电压・高频率端子时，因探针GND取出方法导致开关噪音重复，可能观测到与实际波形不同的波形。当可能对测量电流电压成分造成影响时，电压探针 GND 不可使用屏蔽，如下图所示，请将测量要点接触针头测量GND。尤其是FB-GND 间是确定 LLC 部振荡频率的端子，为消除因连接探针造成的影响，请注意观测探针时GND 的连接。



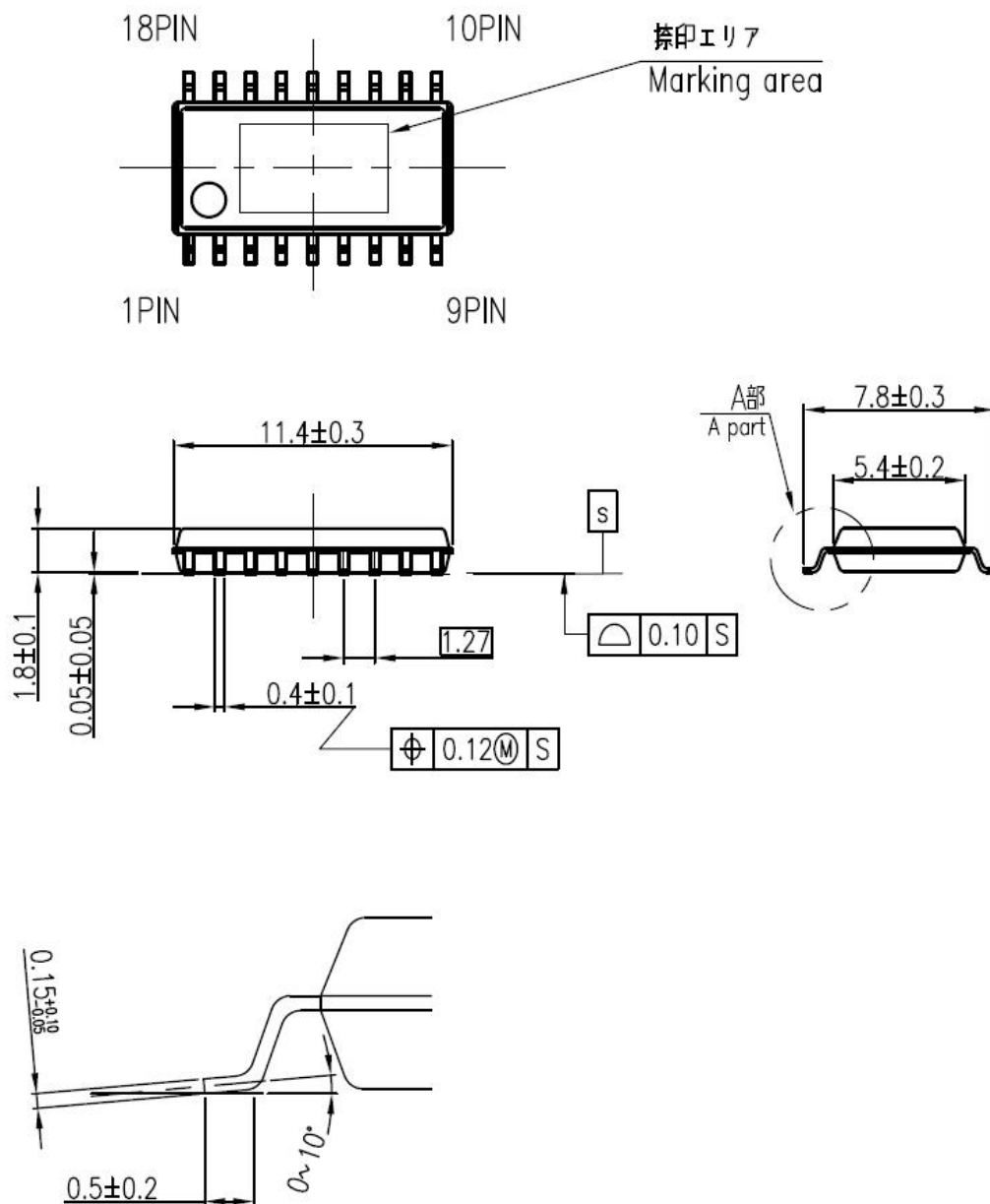
5 电路例

5.1 代表电路图



6 外形寸法図（正式寸法に関しては納入仕様書をご覧ください）

6.1 SOP18 (MCZ5211ST)



A部詳細図 (12:1)
A part detail drawing

Notes: