具有太阳能板最大功率点跟踪MPPT功能，最高100V输入同步降压多类型锂电池充电控制器

概要

CS5320D是一款具有宽占空比范围的100V同步降压锂电池充电控制器芯片。芯片需要外置功率管，电池浮充电压、充电电流以及输入最大功率点可通过编程外部电阻设定，同时系统工作频率、充电超时，环路补偿都可以通过外部电阻和电容灵活设置。

CS5320D除了内置的恒流（CC）环路、恒压（CV）环路来控制充电过程以外，当使用太阳能板供电时，内部电路能够自动跟踪太阳能板的最大功率点（MPPT），用户可最大限度地利用太阳能板的输出功率，非常适合利用太阳能板供电的应用。

CS5320D具有完善的保护功能，包括输入欠压保护、电池过压和短路保护、电池温度保护NTC功能、芯片过温保护、可编程充电超时保护。此外芯片通过外接2路LED指示灯对充电过程实现全程监控。

封装

- QFN4X4_24

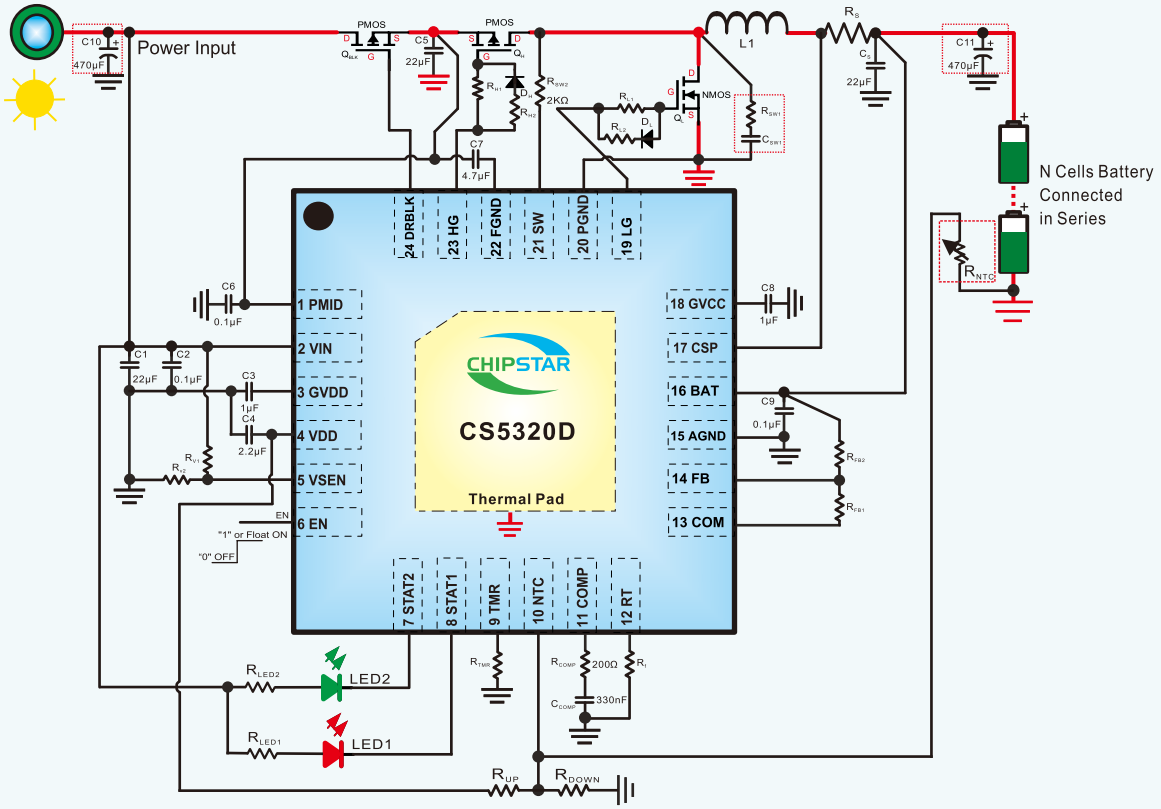
描述

- 宽输入电压工作范围：4.5V~100V
- 宽电池电压工作范围：高至88V，支持多种电池类型：1~20节串联锂离子/1~24节串联磷酸铁锂电池
- 开关频率外部电阻可编程（200KHz~500KHz）
- NTC功能
- 太阳能板最大功率点跟踪MPPT功能
- 充电电压调节精度±1%
- 输入欠压保护、电池过压/短路保护
- 可编程充电超时保护功能、过温保护
- 充电器工作状态2路指示灯

应用

- 太阳能充电器
- 无绳吸尘器、扫地机器人
- 便携式电源站
- 无绳电动工具、园艺工具、割草机器人
- 电动滑板车、电动自行车、车载充电器

典型应用图



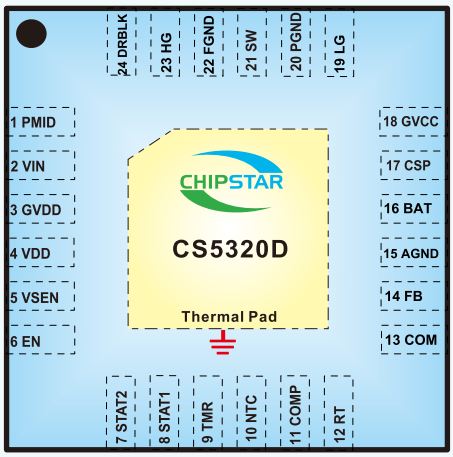
CS5320D 同步降压充电控制器电路图

备注:

（1）L1功率电感的饱和电流值须大于所设定的充电电流，并留有足够余量。
（2）功率电阻R_s用来设定充电电流值，其CSP抽头须紧靠对应端进行抽头，CSP线不要在电感附近布局。
（3）功率电阻R_s的BAT抽头紧靠并经过其采样电容（须紧靠R_s电阻端口），其他贴片电容尽量靠近芯片管脚。
（4）芯片第7、8脚即STAT2、STAT1管脚，是开漏OD结构的输出管脚，输出0电平或者高阻态，不用时建议直接接地。
（5）NTC功能不用时，将NTC管脚直接接地。
（6）芯片EN管脚为低压管脚，内部有260KΩ上拉电阻。
（7）为了降低尖峰毛刺以及优化EMI，在SW加RC吸波电路R_{SW}/C_{SW}。
（8）对于串联电池节数较多的应用，则必须考虑在输入及输出加上电解电容。
（9）图中红色实线为流大电流路径。

引脚排列以及定义

QFN4X4_24L　　CS5320D



TOP PERSPECTIVE VIEW

管脚	名称	功能
1	PMID	反向阻断管与开关功率管之间的公共连接点
2	VIN	输入电源
3	GVDD	8V 内部电源 LDO 输出端
4	VDD	内部 5V 模拟电源 LDO 输出端
5	VSEN	输入电压检测以及太阳能板最大功率点跟踪引脚
6	EN	使能端口，高电平或者悬空使能开启充电，低电平关闭充电
7	STAT2	充电状态指示端口 2，输出 0V 或高阻态
8	STAT1	充电状态指示端口 1，输出 0V 或高阻态
9	TMR	外接电阻到地，设置充电超时功能
10	NTC	热敏电阻输入端，通过外接热敏电阻检测电池温度
11	COMP	芯片外置环路补偿引脚，通过外接串联到地的 RC 可以对环路补偿进行灵活设置
12	RT	系统频率设置引脚，通过选择不同的接地电阻设置系统工作频率
13	COM	反馈电阻到地连接引脚
14	FB	充电电压分压电阻反馈点
15	AGND	模拟地
16	BAT	电池正极连接端
17	CSP	电池充电电流检测正输入端
18	GVCC	8V 栅极驱动电源 LDO 输出端
19	LG	低侧同步管栅极驱动引脚
20	PGND	功率地
21	SW	开关节点，电感连接端
22	FPGND	外部 PMOS 功率管驱动模块浮地引脚
23	HG	高侧主管栅极驱动引脚
24	DRBLK	高侧 BLOCK 管栅极驱动引脚

极限参数表[1]

参数	描述	数值	单位
VMAX	VIN、BAT、PMID、FGND、CSP、SW、VSEN、STAT1 STAT2、COM、FB、NTC、DRBLK，HG	-0.3~120	V
	GVCC、GVDD、LG	-0.3~12	V
	EN、TMR、RT、COMP、VDD	-0.3~6	V
	PMID to FGND	-0.3~12	V
T_J	结工作温度范围	-40~150	℃
T_{STG}	存储温度范围	-60~150	℃
T_{SDR}	引脚温度（焊接 10s）	260	℃

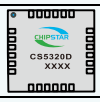
推荐工作环境

参数	描述	数值	单位
V_{IN}	输入电源电压范围	4.5 ~ 100	V
T_J	结工作温度范围	-40~125	℃
T_A	环境温度范围	-40~85	℃

热效应信息[2]

参数	描述	数值	单位
θ_{JA}	封装热阻-芯片到环境热阻	52	℃/W

订购信息

产品型号	封装形式	器件标示	包装尺寸	卷带宽度	数量
CS5320D	QFN4X4_24L		13”	12mm	3000 units

ESD范围

HBM (人体静电模式) ---------- ±2KV

MM (机器静电模式) ---------- ±200V

1. 上述参数仅仅是器件工作的极限值，不建议器件的工作条件超过此极限值，否则会对器件的可靠性及寿命产生影响，甚至造成永久性损坏。

2. PCB板放置CS5320D的地方，需要有散热设计。使得CS5320D底部的散热片和PCB板的散热区域相连。

电气参数（除特殊说明外，VIN=12V，R_S=25mΩ，L=4.7uH，T_A=25℃）

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
VIN	输入电源电压		4.5		100	V
V_{ACOK}	输入 ACOK 电压阈值	V_{IN}-V_{BAT}		0.6		V
VIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护阈值	VIN Falling		4.3		V
ΔVIN_{UVLO}	VIN 端欠压保护滞回			200		mV
V_{GVDD}	内部 LDO 驱动电压			8		V
V_{GVCC}						
V_{VDD}	芯片低压部分供电电压			5		V
V_{VSEN}	VSEN 管脚调制电压		0.98	1	1.02	V
I_Q	VIN 端芯片静态电流	VIN=50V, V_{EN}=5V V_{NTC}=5V		2.5		mA
I_{SD}	VIN 端芯片关断电流	VIN=50V, V_{EN}=0V		30		μA
I_{BAT}	电池端电池泄漏电流	NO VIN, V_{EN}=5V V_{BAT}=48.4V		7		μA
		VIN=50V, V_{EN}=5V 电池充满 V_{BAT}=48.4V		40		
		VIN=50V, V_{EN}=0V 电池充满 V_{BAT}=48.4V		6		
V_{FB}	FB 反馈电压调制阈值		0.99	1	1.01	V
V_{CV}	充电浮充电压	K=1+R_{B2}/R_{B1}		K*V_{FB}		V
V_{RCH}	重充电压阈值	V_{BAT} Falling		0.975V_{CV}		V
V_{TRK}	涓流转恒流电压阈值	V_{BAT} Rising		0.6V_{CV}		V
V_{SHORT}	电池短路电压阈值	V_{BAT} Falling		0.25V_{CV}		V
V_{OVPB}	BAT 端过压保护电压	V_{BAT} Rising		1.071V_{CV}		V

电气参数（除特殊说明外，VIN=12V，R_S=25mΩ，L=4.7uH，T_A=25℃）

参数	描述	测试条件	最小值	典型值	最大值	单位
V_{SENSE}	电流检测钳位电压			50		mV
I_{CC}	恒流模式充电电流	R_S=25mΩ	1.8	2	2.2	A
I_{TC}	涓流模式充电电流			10%		I_{CC}
I_{BF}	充电终止电流			10%		I_{CC}
V_{cold}	NTC 端低温保护阈值	VDD 的百分比		80		%
V_{cold_hys}	NTC 端低温保护迟滞	VDD 的百分比		1		%
V_{hot}	NTC 端高温调节阈值	VDD 的百分比		45		%
V_{hot_hys}	NTC 端高温调节迟滞	VDD 的百分比		1.04		%
V_{ENL}	低电平关断阈值				0.4	V
V_{ENH}	高电平开启阈值		1.4			V
F_{SW}	系统开关频率	R_f=33K		300		KHz
$R_{DS_H_P}$	主管驱动 PMOS 管导通电阻			1		Ω
$R_{DS_H_N}$	主管驱动 NMOS 管导通电阻			1		Ω
$R_{DS_L_P}$	同步管驱动 PMOS 管导通电阻			1.7		Ω
$R_{DS_L_N}$	同步管驱动 NMOS 管导通电阻			1		Ω
$R_{DS_BLK_P}$	阻断管驱动 PMOS 管导通电阻			5		Ω
$R_{DS_BLK_N}$	阻断管驱动 NMOS 管导通电阻			7		Ω
T_{SD}	芯片热保护温度			150		℃
ΔT	芯片热保护温度滞回			40		℃

CS5320D应用要点

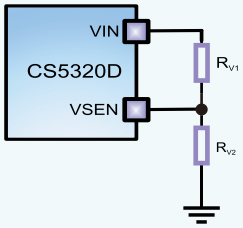
1. 充电过程

CS5320D采用完整的TC/CC/CV充电过程。当电池的电压小于涓流点时，系统以I_{TC}充电电流充电；当电池的电压大于涓流点时，系统以I_{CC}充电电流充电；当电池电压接近所设定的浮充电电压时，系统进入恒压充电，充电电流持续减少，当充电电流小于I_{BF}时，系统会停止充电；当电池充满电后，由于自身放电或者负载耗电导致电池电压跌落至设定的重充电压时，系统会重新恢复充电状态。

2. 太阳能板最大功率点跟踪MPPT功能

CS5320D内置特殊的环路可以自动调节充电电流的大小，避免输入的直流电源进入过驱动状态，从而防止任何不当设置导致的拉垮适配器现象。在太阳能板的伏安特性曲线中，当环境温度一定时，在不同的日照强度下，输出最大功率点所对应的输出电压基本相同，亦即只要保持太阳能板的输出端电压为恒定电压，就可以保证在该温度下光照强度不同时，太阳能板输出最大功率。根据上述原理，利用输入自适应功能，让芯片利用太阳能板做为输入，根据不同的太阳能板特性，采用恒电压法跟踪太阳能板的最大功率点，从而最大限度利用太阳能板的输出功率。

通过选择R_{V1}、R_{V2}两个电阻，芯片管脚输入电压能被降低到的最低值V_{MPPT}。具体计算公式如下所示：



$$V_{MPPT} = \frac{1*(R_{V1}+R_{V2})}{R_{V2}}$$

当芯片VSEN管脚接VDD，则禁用此功能。

3. 保护功能

- 当芯片出现输入端欠压，电池端过压或芯片过温时，充电会被禁止一直到保护状态解除。同时在输入电压低于欠压保护阈值时，芯片主要功能模块会全部关闭以避免系统由于电源电压过低而误动作；
- 当电池短路时即电池电压低于V_{SHORT}时，电池短路保护功能启动，仅表现为STAT1、STAT2对应的双灯以2Hz左右的频率交替闪烁示警；
- 系统具有充电超时保护功能。当涓流阶段充电时间大于TMR_{TC}或者恒流及恒压阶段充电时间大于$TMR_{CC}/_{CV}$时，充电超时保护功能会启动，强行停止充电。只有当系统重新上电、电池电压涓流阶段变成恒流阶段、电池电压恒流阶段变成涓流阶段、EN复位重启、电池电压从充满状态回到重充电压以下时，计时器才会清零重新计时并恢复充电。

4. 充电指示功能

芯片的STAT1，STAT2脚为状态指示脚，输出0电平或者高阻态。如果不接LED灯，而是直接与主控相连，须有一个上拉电阻把高阻态转化成确切的高电平。

（1）充电过程：
STAT2端口输出高阻态，LED灯熄灭；
STAT1端口输出低电平，LED灯常亮。

（2）充电完毕：
STAT2端口输出低电平，LED灯常亮；
STAT1端口输出高阻态，LED灯熄灭。

（3）在电池过压、电池短路、NTC端口检测到电池温度异常、充电超时、芯片过温情况下，两个状态端口LED灯以2Hz频率交替闪烁。

（4）在输入端欠压或芯片处于非使能模式情况下，两个端口输出高阻态，LED灯全熄灭。

（5）系统上电后如果检测到无电池，则两个LED灯交替闪烁若干次后变为充电完毕状态。当再次接入电池时，保持充电完毕状态大约4s后，变为当前对应的充电状态。

5. 充电电流设定

恒流充电电流可以通过电阻R_S设定，具体计算公式如下：

$$I_{CC} = \frac{50mV}{R_S(m\Omega)}(A)$$

如果需要获得2A的充电电流I_{CC}，只需要选择阻值为25mΩ的检测电阻R_S即可。从而TC阶段的充电电流I_{TC}由以下公式确定：

$$I_{TC} = 10\%I_{CC} = \frac{5mV}{R_S(m\Omega)}(A)$$

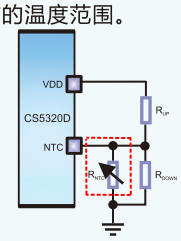
注意，由于对应的R_S会流过所设定的恒流充电电流这般大小的大电流，因此需要选取足够额定功率的R_S电阻。

6. NTC电阻设定

电池充电支持NTC保护功能，通过NTC引脚检测电池温度的高低。当NTC检测到电池温度在所设定的温度窗口区间之内时正常充电；当NTC检测到电池温度低于所设定的低温保护点或者高于所设定的高温保护点时，则停止充电并报警。

如不用NTC功能，NTC管脚直接接地。

下图为内部通过分压电阻分别设定的高温参考点和低温参考点，其中低温参考点为VCC*80%，高温参考点为VCC*45%。通过选择合适的外部电阻来设定NTC的正常工作的温度范围。



$$\frac{R_{DOWN}//R_{NTC_Cold}}{R_{UP}+R_{DOWN}//R_{NTC_Cold}} = 80\%$$

$$\frac{R_{DOWN}//R_{NTC_Hot}}{R_{UP}+R_{DOWN}//R_{NTC_Hot}} = 45\%$$

上面式中R_{NTC_Cold}为NTC电阻在设定的低温点所对应的阻值，而R_{NTC_Hot}为NTC电阻在设定的高温点所对应的阻值。由于R_{DOWN}和R_{UP}这两个电阻可分别独立设定低温和高温窗口，使得芯片可以满足大部分NTC电阻型号，这为应用带来了便利。电阻R_{DOWN}和R_{UP}与NTC电阻之间的关系可以通过上述定义给出下列公式：

$$R_{UP} = \frac{35*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Cold}}{36*(R_{NTC_Cold}-R_{NTC_Hot})}$$

$$R_{DOWN} = \frac{35*R_{NTC_Hot}*R_{NTC_Cold}}{9*R_{NTC_Cold}-44*R_{NTC_Hot}}$$

Copyright@Chipstar Microelectronics

7. 电池浮充电电压（截止电压）设定

芯片FB管脚对应的内部钳位电压阈值为1V，根据该电压和外部两个分压电阻R_{FB1}和R_{FB2}，即可设定电池充电的浮充电电压值，具体公式如下所示：

$$V_{CV} = \frac{(R_{FB1}+R_{FB2})}{R_{FB1}}$$

8. 系统开关频率设置（RT）

引脚RT为系统开关频率设置引脚，通过选择不同的接地电阻R,可以灵活选择系统工作频率。具体为：33KΩ电阻到地，对应频率约为300KHz，其它工作频率可以通过不同的电阻值设置，具体公式如下：

$$F_{SW} = \frac{10000}{R_t(K\Omega)}\ (KHz)$$

9. 使能控制（EN）

引脚EN为芯片的使能引脚，并且是低耐压管脚，内置260K左右上拉电阻，该端口接高电平或者浮空可以使芯片使能；若要关断芯片，则将该管脚接地即可。

10. 充电超时功能设置（TMR）

引脚TMR为充电超时功能控制端，通过设置不同的接地电阻，既可以外部灵活设定充电超时时间，也可以屏蔽充电超时功能。具体为：

- TMR管脚浮空，屏蔽充电超时功能；
- TMR管脚外接到地电阻R_{TMR}（KΩ），则充电超时时间公式如下：

$$TMR_{TC}\ (Hour) = \frac{90*R_{TMR}}{1200-R_{TMR}}$$ 涓流阶段

$$TMR_{CC/CV}\ (Hour) = \frac{510*R_{TMR}}{1200-R_{TMR}}$$ 恒流及恒压阶段

例如，上述两个公式，取R_{TMR}=51KΩ，则算出涓流阶段超时时间为4小时，恒流及恒压阶段超时时间为22.6小时。若R_{TMR}<10KΩ，设置的充电超时时间被固定在10KΩ电阻所对应的时间。注意，R_{TMR}的取值不能超过800KΩ。

11. 电感值选取

要选择合适的电感值，必须在成本、尺寸和效率之间进行权衡。电感值越低的电感对应的尺寸越小，但会产生更高的纹波电流、更高的磁滞损耗和更高的输出电容。反之，较大的电感值有利于获得较低的纹波电流和较小的输出滤波电容，但会导致较高的电感直流电阻（DCR）功率损耗。根据实际经验，在最坏情况下，电感纹波电流不应超过最大充电电流的30%。在给定输入电压情况下，最大电感电流纹波出现在涓流充电与恒流充电的切换点那里。电感值的估算可按照下面公式：

$$L = \frac{VIN-V_{TRK}}{\Delta I_{L_MAX}} * \frac{V_{TRK}}{VIN*F_{SW}}$$

其中VIN、V_{TRK}和F_{SW}分别表示输入电压、涓流充电与恒流充电的切换点和系统工作频率。ΔI_{L_MAX}为最大的电感纹波电流，一般取恒流充电电流的30%，如下所示：

$$\Delta I_{L_MAX} = 30\% * I_{CC}$$

同时应该注意，选取的电感的饱和电流值应该留有一定的余量，一般在最大峰值电流基础上至少再加0.5A。为了更高的系统效率，选取的电感的直流电阻值应该至少小于50mΩ。

12. 输入电容选取

输入电容用于吸收来自降压架构的输入尖峰电流，选取的输入电容，使纹波电流引起的温升不超过10℃。使用X5R或X7R介质的陶瓷电容器，因为其ESR低，温度系数小。对于大多数应用，使用10μF电容。此外，通常额外需要一个尽可能靠近芯片管脚的至少有1uF的小电容。对于输入电压高至10V，在输入插入时考虑尖峰，选择至少25V额定值的22μF输入电容。输入电压进一步提高，则必须考虑在输入加上电解电容。

13. 输出电容选取

输出电容和电池并联，可以吸收高频开关尖峰电流并平滑输出电压，其阻抗必须要比电池小很多从而确保其可以吸收大部分的高频电流。可以选取具有小的ESR和小体积的陶瓷电容。输出电压纹波的值由以下公式给出：

$$\Delta r_O = \frac{\Delta V_O}{V_O} = \frac{1 - \frac{V_O}{VIN}}{8C_O F_S^2 L}$$

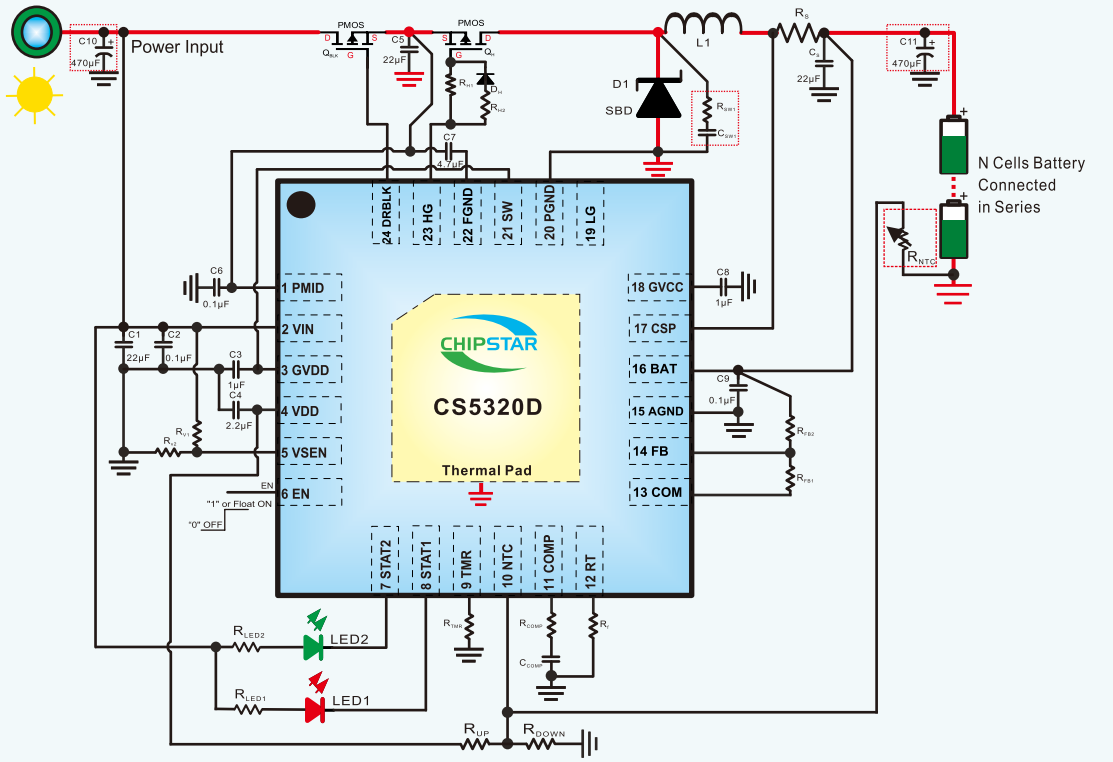
为了保证±1%的输出电池电压精度，最大的输出电压纹波不能高于1%。最大输出电压纹波发生在恒流充电的最小电池电压和最大输入电压。

14. PCB注意事项

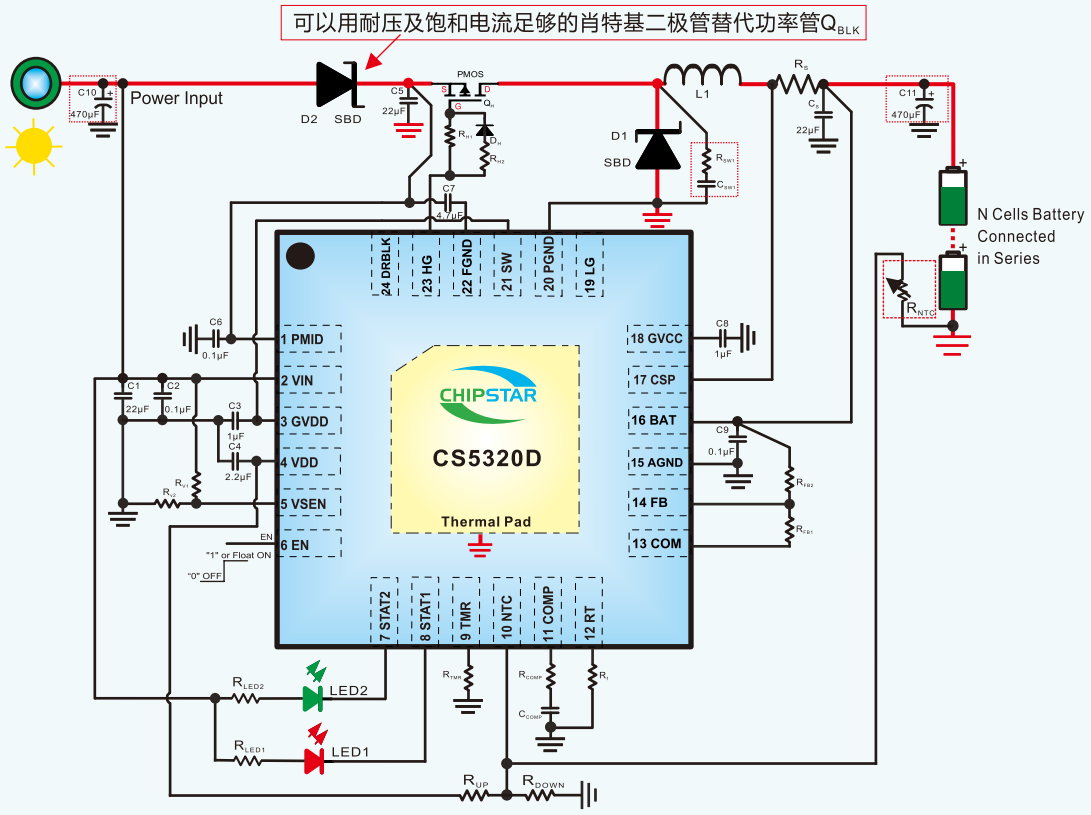
我司DEMO板所示PCB只作为参考，不代表客户一定完全按照DEMO来布局布线自己的产品。请根据实际所用元器件和产品需求进行布局布线，但有其通用性原则：

- 电源走线应尽量宽,单独从电源走线为芯片供电。
- 地线在同一层走线，避免过孔跳线，同时短而粗。
- SW走线尽量短，以减少EMI。
- 电感和R_S电阻连接短而粗，避免过孔跳线。
- 电源端的电容应尽可能的靠近芯片放置。

典型应用图（当输入电压与电池电压接近时，建议用异步应用）



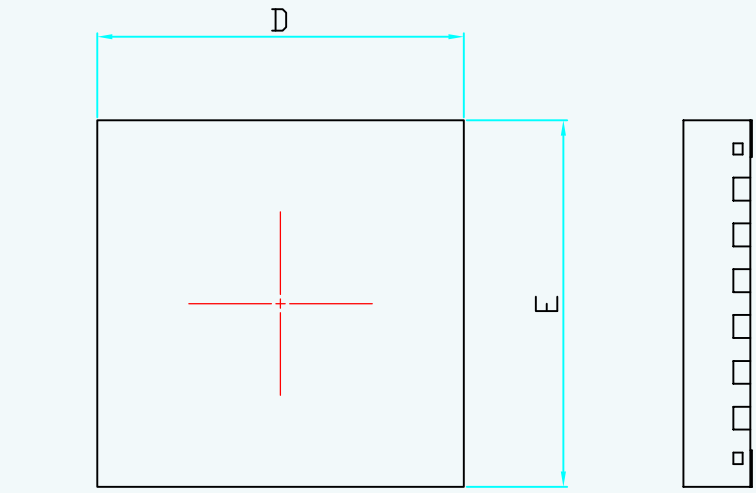
CS5320D 异步降压充电控制器电路图1

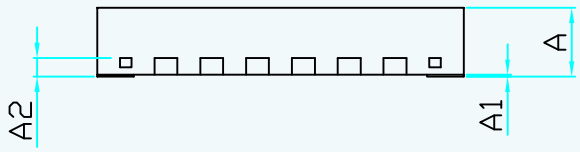


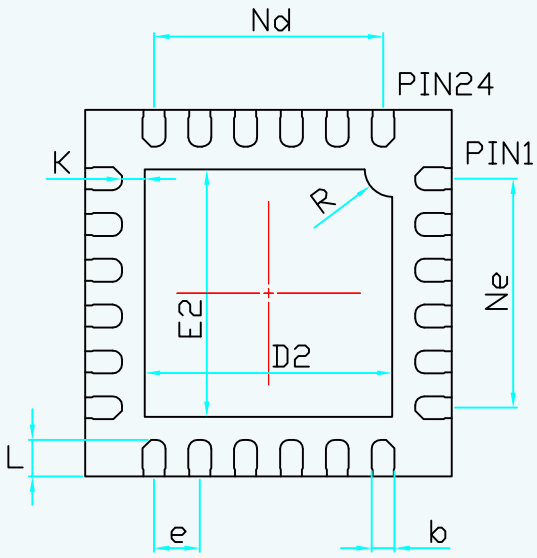
CS5320D 异步降压充电控制器电路图2

封装信息

CS5320D QFN4X4_24L



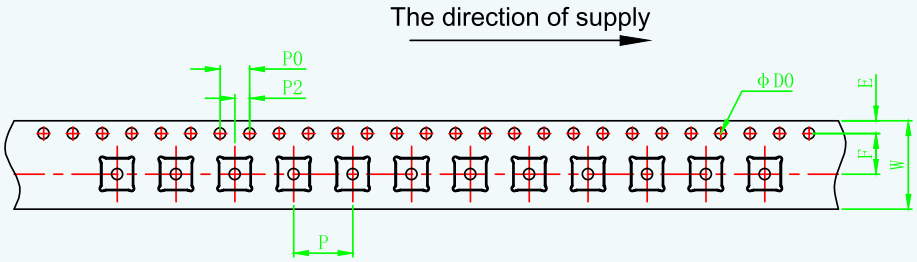




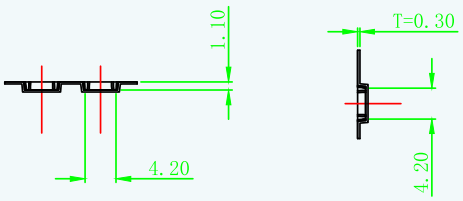
SYMBOL	MILLMETER		
	MIN	NOM	MAX
A	0.70	0.75	0.80
A1	0.00	0.02	0.05
A2		0.203REF	
b	0.20	0.25	0.30
D	3.90	4.00	4.10
D2	2.60	2.70	2.80
Nd		2.50 BSC	
Ne		2.50 BSC	
e		0.50 BSC	
E	3.90	4.00	4.10
E2	2.60	2.70	2.80
L	0.30	0.40	0.50
K		0.25 REF	
R		0.30 REF	

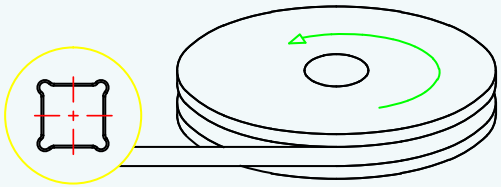
Copyright@Chipstar Microelectronics

TAPE AND REEL INFORMATION



W	12.00±0.30	P0	4.00±0.10
S	---	A0	4.20±0.10
P	8.00±0.10	A1	
E	1.75±0.10	B0	4.20±0.10
F	5.50±0.10	B1	
P2	2.00±0.10	K0	1.10±0.10
D0	1.50+0.10/-0.00	K1	
D1		t	0.30±0.05





330*100*12

Note:
1.Pitch Tolerance Over Any 10 Picth ±0.20.
2.Material: Conductive Polystyrene
Thickness:0.30±0.05mm.
3.Surface resistance: $\leq 10^{11}$ Ohm.
4.Packing Length Per 13" Reel: Meters.
5.Component Load Per 13" Reel: Pcs.
6.All dimensions meet EIA-481 requirements.

MOS电路操作注意事项:

静电在很多地方都会产生, 采取下面的预防措施, 可以有效防止MOS电路由于受静电放电影响而引起的损坏:

- 操作人员要通过防静电腕带接地
- 设备外壳必须接地
- 装配过程中使用的工具必须接地
- 必须采用导体包装货防静电材料包装或运输



声明:

- 上海智浦欣微电子有限公司保留说明书的更改权, 恕不另行通知!客户在使用前应获取最新版本资料, 并验证相关信息是否完整和最新。
- 任何半导体产品在特定条件下都有一定的失效或发生故障的可能, 买方有责任在使用上海智浦欣产品进行系统设计和整机制造时遵守安全标准并采取安全措施, 以避免潜在失败风险可能造成人身伤害或财产损失情况的发生!
- 产品品质的提升永无止境, 上海智浦欣微电子有限公司将竭诚为客户提供更优秀的产品!