

MPS---开关电源半导体领导者

Nanjing Industry & Appliance Seminar

Nov 2021

rev 20180504



公司简介

- 注册地 —— 开曼群岛
- 全球运营总部 —— 成都芯源系统有限公司
- 研发 —— 中国大陆
- 生产 —— 中国大陆



公司简介

- MPS:** 全球电源解决方案半导体公司
- 创立和上市:** 1997 年创立于硅谷, 2004 年成功于美国纳斯达克上市 (NASDAQ: MPWR)
- 营收:** 2020 年达 55 亿人民币 (相比2019年增长34%)
- 员工:** 2600 人以上 (全球)
- 产品:** 在工业、汽车、消费类电子和云计算等领域共有 4000 多种产品
- 总部:** 柯克兰, 华盛顿州



加州圣何塞, 美国制造工厂

2

公司简介

生产设备

- 测试工厂
 - MPS 成都测试工厂
 - 全球测试厂合作伙伴
- 封装厂
 - 全球封装厂合作伙伴
- IATF (1) 认证晶圆厂

SMIC	中国	8", 12"
HHGrace	中国	8", 12"
ASMC	中国	8"
Key Foundry	韩国	8"
TSMC	台湾地区	8"

质量/可靠性设备:

- 美国圣何塞和中国成都
- 老化实验室: 约 280m²
- 2 个最先进的故障分析实验室



无尘室



四川成都, 中国制造工厂

3

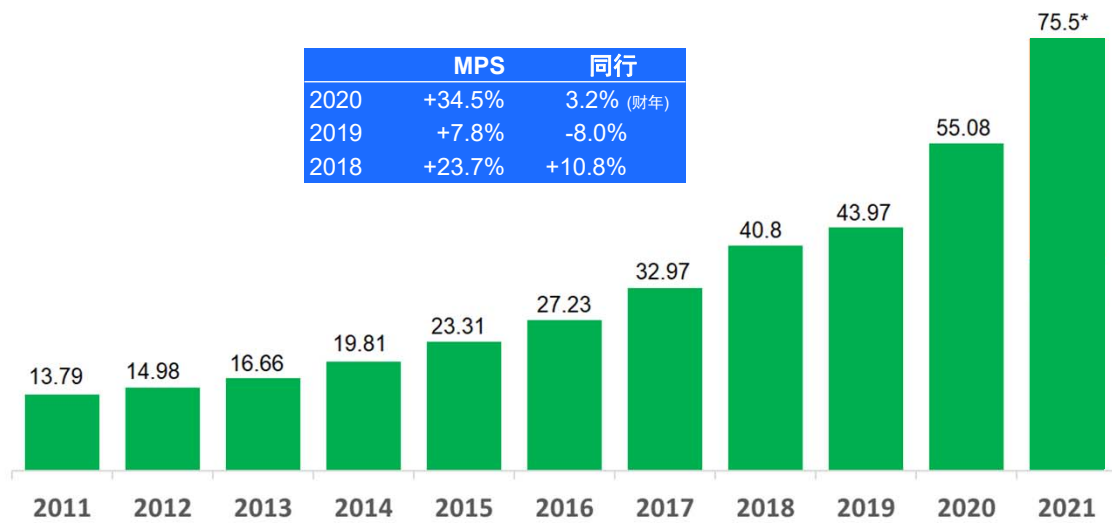
注:
(1) IATF: (International Automotive Task Force) 国际汽车工作组



全球战略布局






显著的营收自发增加



* 华尔街分析 历史平均收益

单位：¥ 亿元

模拟晶圆厂合作伙伴

Logo	晶圆厂	地点	产能 (片/月)
	• 8" 晶圆厂	中国上海	21,000
	• 8", 12" 晶圆厂	中国	40,000 8" 12,000 12"
	• 8" 晶圆厂	中国上海 中国无锡	10,000 8" 10,000 12"
	• 8" 晶圆厂	韩国清州	20,000
	• 8" 晶圆厂	台湾新竹	

6

MPS

全球领先的封装和测试工厂合作伙伴

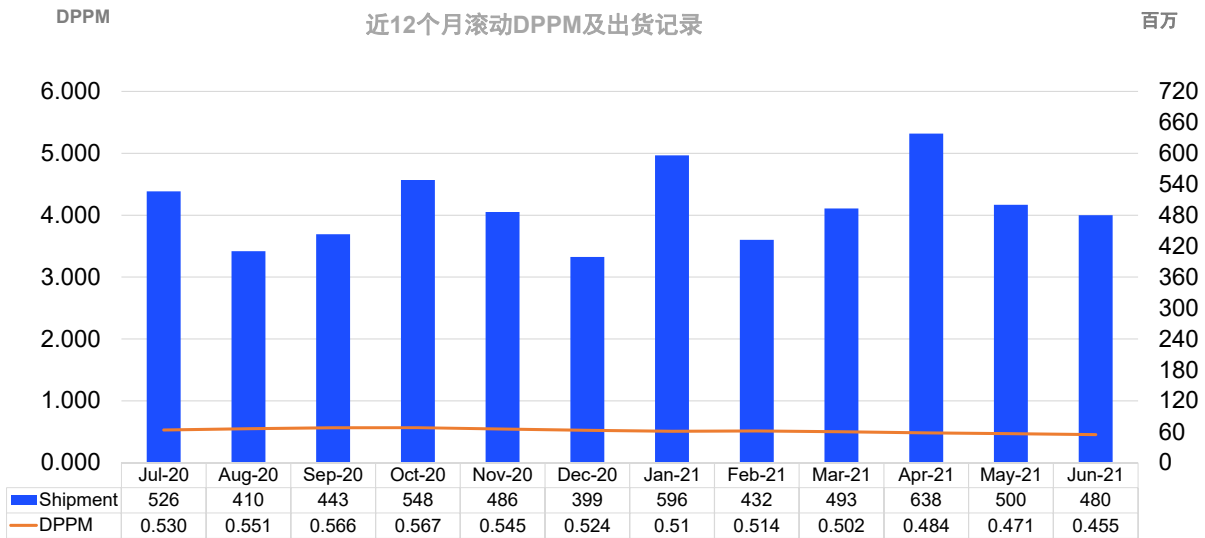
	ASE GROUP	No. 1 (全球封装厂排名第一)
	JCET	No. 3 (全球封装厂排名第三)
	unisem	No. 7 (全球封装厂排名第七), 位于马来西亚
	HUA TIAN	封装和测试工厂, 位于中国
	Anst 安盛科技	中国最大封装厂
	Ardentec	测试工厂, 位于台湾



7

MPS

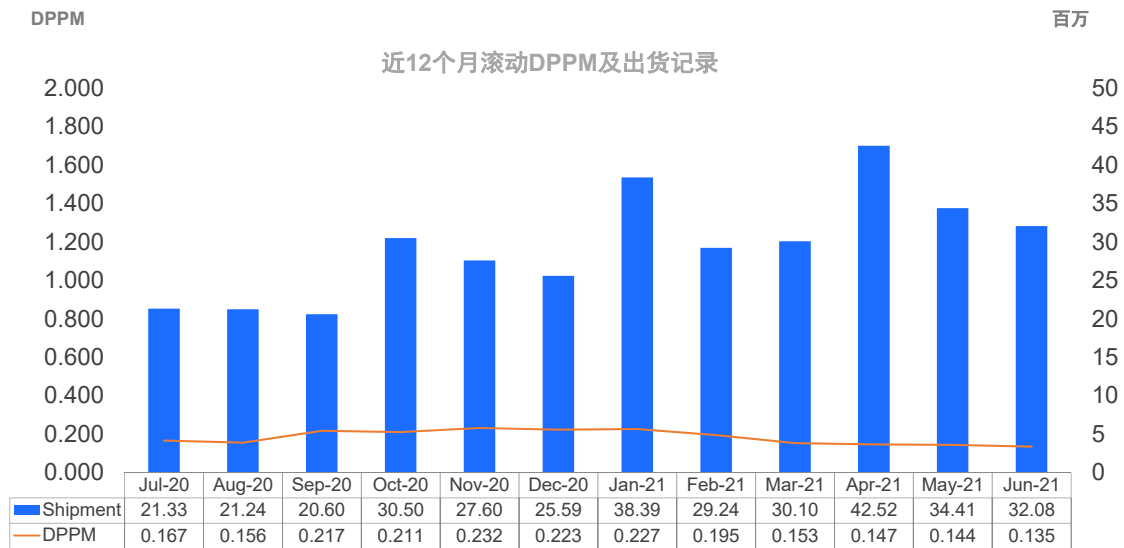
品质: 所有产品近 12 个月的 DPPM



DPPM: 百万零件中不良品数 (每百万零件中有效确认的不良品比率)



AEC 产品近 12 个月的 DPPM



滚动数据: 12个月确认失效数量/ 12个月总出货量



先进的半导体技术

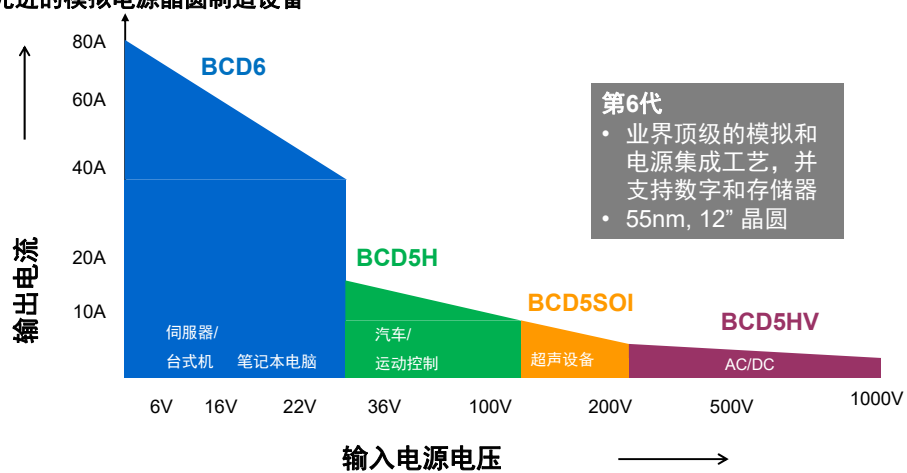
- 业内首家90nm, 60nm BCD工艺
- 业内首家Flip-Chip电源管理芯片

10

MPS

单片集成解决方案：最高耐压可到1000V

- Fabless专有制程技术
- 采用最先进的模拟电源晶圆制造设备



- MPS持续开发新一代工艺
- BCM09工艺使得导通电阻与面积的乘积更低 (从而同等耐电下, 导通电阻可以更小), 业界领先;

10

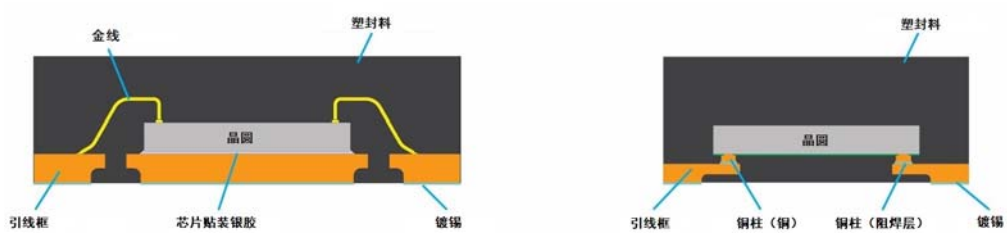
MPS

封装工艺横截面对比

焊线工艺

VS.

MPS Mesh Connect™
(无焊线工艺)



可靠性更高、尺寸更小、散热性能更好、
感抗极小、响应更快

11

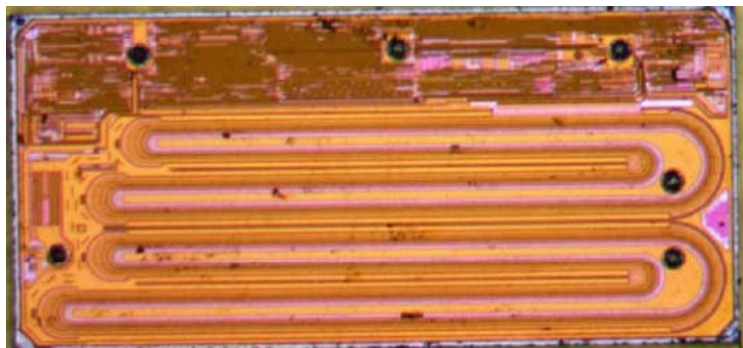
MPS

集成工艺

高集成度的单晶元设计



700V FET in TSOT23



11

MPS

产品系列

AC/DC 功率转换

- 高压降压调节器
- 高压 LDO
- 反激控制器
- 反激同步整流器
- 有源 PFC 控制器
- LLC 谐振转换控制器
- LLC 同步整流器
- PFC & LLC 组合控制器
- X 电容泄放器

显示器背光电源

- 背光驱动器
- 电致发光驱动器
- 闪光灯驱动器
- LCD 电源

计算机电源

- CPU 核心功率
- 大电流 DrMOS
 - 60A DrMOS, 采用 QFN (4mmx5mm) 封装
- POL

DC/DC 功率转换

- 升压 (Boost)
- 降压 (Buck)
- 升降压
- CPU 内核供电
 - 50A DrMOS, 采用 QFN (5mmx5mm) 封装
- 功率磁性元件
 - 一体成型电感
 - 半屏蔽式电感

电熔丝, USB & 负载开关

- 可编程电流限高达 50A
- 可调节转换速率
- 反向电流阻断功能
- 输出放电功能 (负载开关)
- 集成自动检测功能
- 引脚可兼容
- 可并联 10 台设备
- PMBus 命令和控制

电机驱动 & 位置传感器

- 直流无刷电机驱动
- 步进电机驱动
- 直流有刷电机/电磁阀驱动器
- 半桥/全桥/三相功率级
- 磁角度位置传感器

电池管理

- 锂离子单电池和多电池供电
- 带 USB 识别的充电器
- 开关充电器
- 线性充电器
- 集成移动电源解决方案

汽车 & 工业

- AEC-Q100
 - DC/DC
 - LED 照明
 - 电源模块
 - 电机驱动器
 - USB 充电
 - 显示器背光电源
 - 精密模拟

电源模块

- 6V, 600mA 至 4A
- 16V, 600mA 至 60A
- 21V, 600mA 至 2A
- 36V, 600mA 至 5A
- 55V, 1A 至 3A
- 75V, 300mA

D 类音频

- 模拟输入 D 类音频放大器
- PWM 输入功率级

LED 照明

- TRIAC 可调光 AC/DC LED 控制器
- PWM 和模拟可调光 AC/DC LED 控制器
- DC/DC LED 控制器: 降压、升压和升降压
- LED 防护 IC

精密模拟

- 模数转换器
- 模拟开关
- 电流采样放大器
- 运算放大器
- 基准电压

12

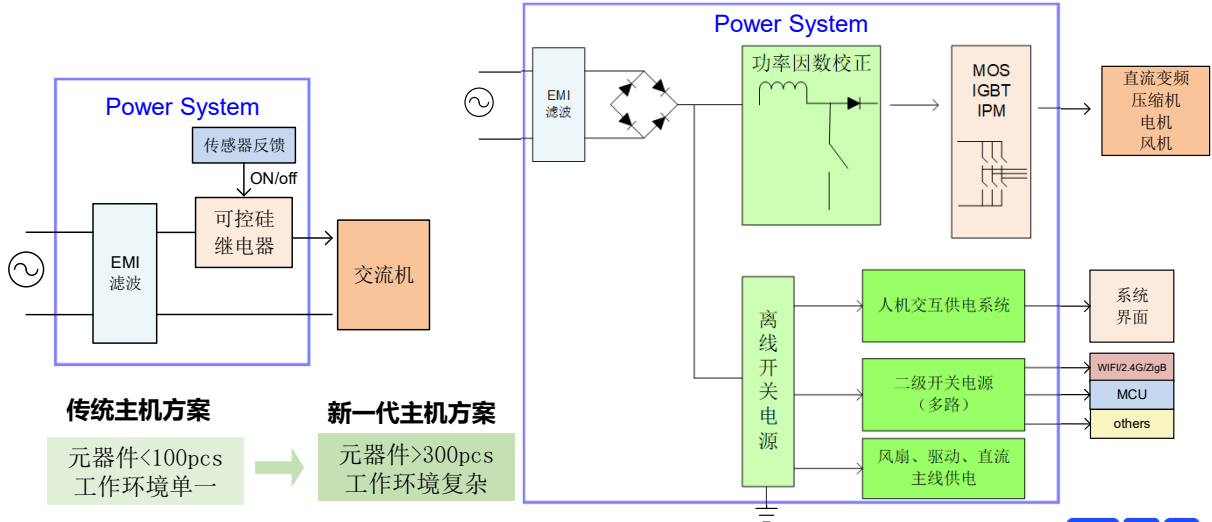
工业类及中高端家电电源系统发展

- 中高端家电的电源系统
- 工业类产品的电源系统
- MPS 小功率开关电源技术

家电产品电源系统

主要矛盾

家电产品功能日益丰富、功耗增大，和系统设计简化、可靠性要求提高之间的矛盾。



MPS

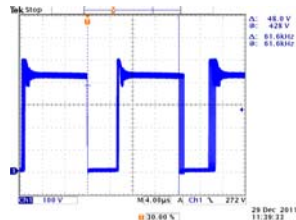
MPS 电源方案特性——家电

主要矛盾

家电产品功能日益丰富、功耗增大，和系统设计简化、可靠性要求提高之间的矛盾。

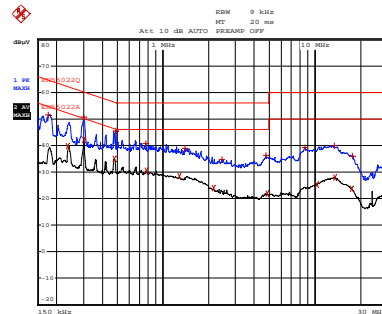
集成度	方案	集成度	电路主要器件数量	传统电路主要器件数量
	MPM模块电源	器件集成	4	>8 (电感、肖特基、反馈)
	MPX all in one电源	器件/功能集成	<20	>28 (反馈系统、同步整流系统)
	HR12XX 电源	功能集成/数字化	30	>45 (Vcc供电、启动系统、PFC控制、数字设计)

EMI 设计



全温度范围设计

Recommended Operation Conditions
Operating Junction Temp (T_J) ..-40°C to +125°C

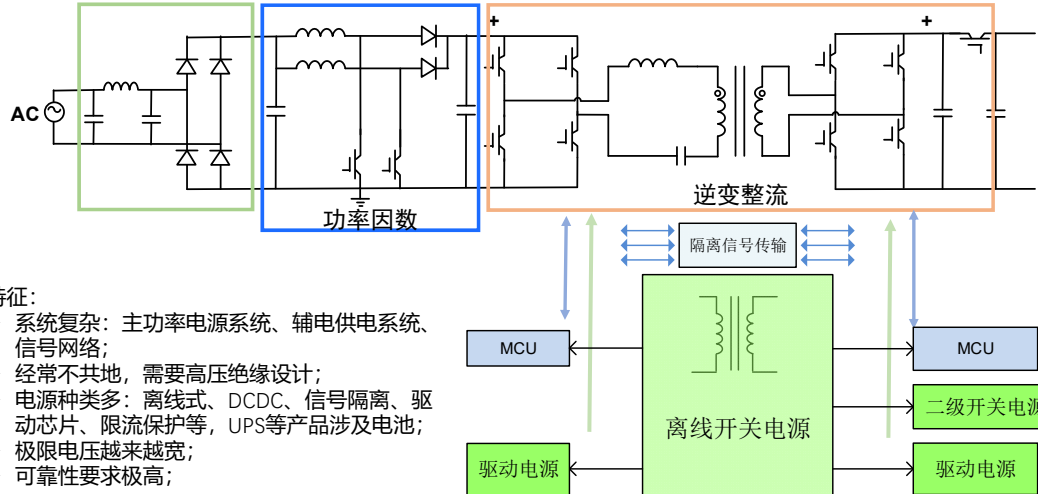


Date: 20.DEC.2011 21:18:19

PS

工业类产品电源系统

主要矛盾 工业类产品丰富工作场景、对电源的综合要求提高，和传统方案更新换代慢之间的矛盾。



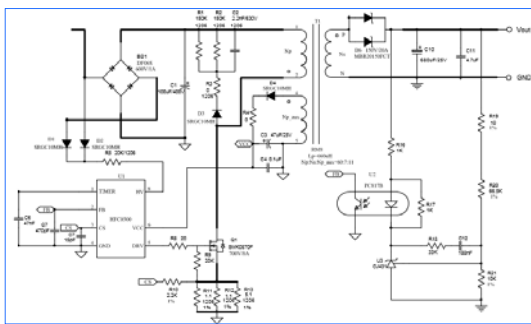
特征:

- 系统复杂: 主功率电源系统、辅电供电系统、信号网络;
- 经常不共地, 需要高压绝缘设计;
- 电源种类多: 离线式、DCDC、信号隔离、驱动芯片、限流保护等, UPS等产品涉及电池;
- 极限电压越来越宽;
- 可靠性要求极高;

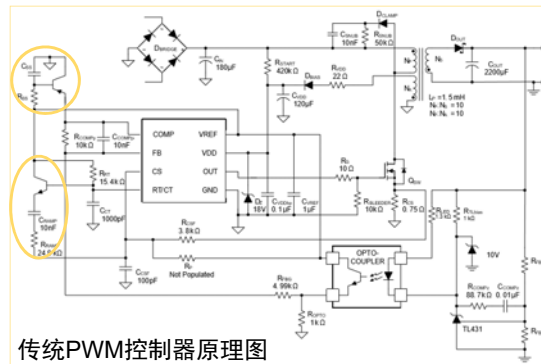
MPS

工业类产品电源系统

主要矛盾 工业类产品丰富工作场景、对电源的综合要求提高，和传统方案更新换代慢之间的矛盾。



HFC0500 原理图



传统PWM控制器原理图

新型控制器具有完备的功能: X电容放电、内置高压电流源/斜坡补偿/软启动, 抖频/降频/限频率, 等等

目前仍有大量的光驱动、线性电源、传统PWM控制器等方案在工业产品使用, 更新换代缓慢。

MPS

MPS小功率开关电源技术

我们的物料实现了

高频化

小型化

模块化

我们解决了这些痛点

EMI问题
开关损耗

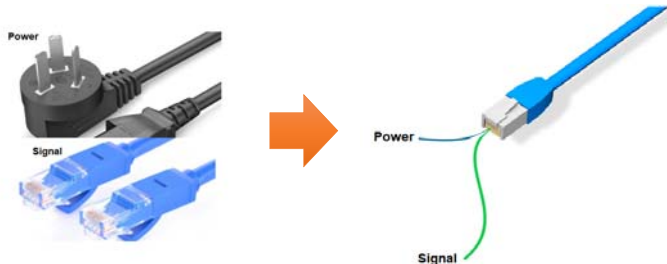
Die size体积
损耗
封装体积和散热
外围器件体积

高频化和小型化的
所有问题

MPS

MPS 高频方案设计---反激频率从200k升到600kHz

Power Over Ethernet 以太网供电 IEEE802.3 .af 标准 $V_{in}=48V$ $P_{out}<13W$
PSE (Power Sourcing Equipment) provide power to PD (Power Device) over Ethernet cable

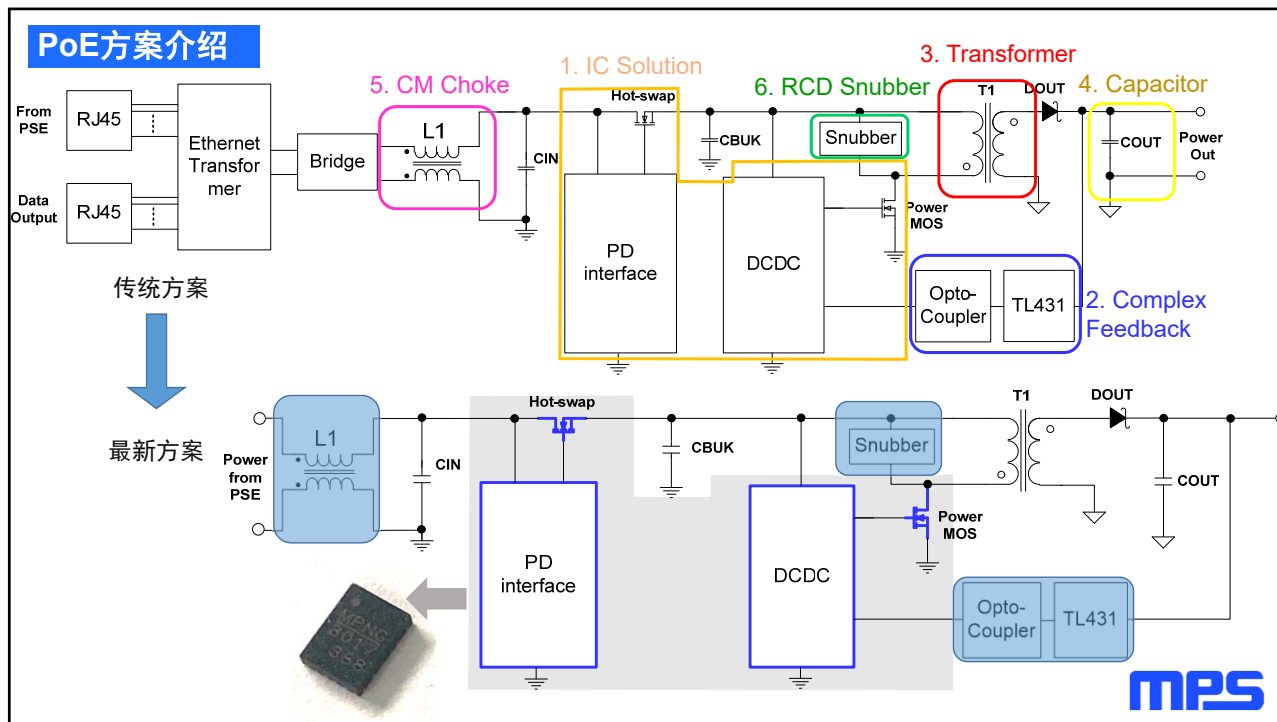


- ✓ 低成本
- ✓ 易于安装
- ✓ 远程控制
- ✓ 兼容性好

PoE供电规格:

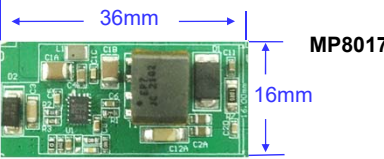
	PSE		PD	
IEEE 802.3 af	V_{OUT}	44V – 57V	V_{IN}	37V – 57V
	P_{OUT}	15.4W	P_{IN}	13W
IEEE 802.3 at	V_{OUT}	50V – 57V	V_{IN}	42.5V – 57V
	P_{OUT}	30W	P_{IN}	25.5W
IEEE 802.3 bt	V_{OUT}	50V/52V – 57V	V_{IN}	~41V – 57V
	P_{OUT}	90W	P_{IN}	71.3W

MPS



MP8017 优点

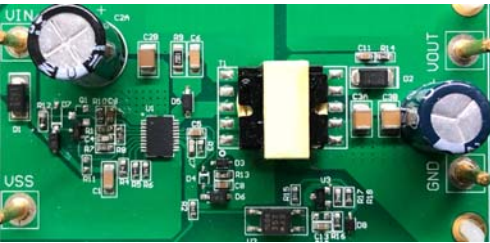
MP8017 兼容 IEEE802.3 af PoE PD 方案，集成PD协议、反激和两组功率管（四合一）。



MP8017

36mm

16mm



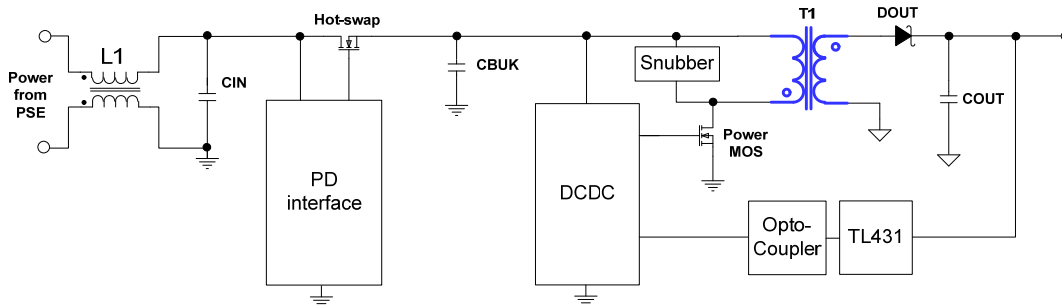
Traditional Solution

- ✓ QFN(3x4mm) 小封装
- ✓ SW反馈，不需要Opto-Coupler/TL431
- ✓ EP7 变压器 输出 12W
- ✓ 超小输入输出电容
- ✓ EMI优秀，不需要共模电感
- ✓ 有源钳位技术省去了RCD吸收

Item		MP8017	Traditional Solution
Low Cost	Transformer	EP7	EP13
	Output Capacitor	22uFx2	22uFx2+220uF
	SW Clamp Circuit	Only C	R+C+D
Good Performance	Good EMI	No command choke	Need command choke
	Efficiency	86.6%	85.5%
	Dummy Load	No need	Need
	Audible Noise	No with FCCM	Noise with PSM

MPS

如何减小变压器体积



Pain Points

How to reduce the transformer size to get lower solution size and cost?

MPS

如何减小变压器体积

17.7x13.5x12.3mm



EP13

9.5x8.9x11mm



EP7

MP8017 12W

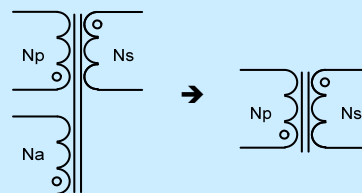
MP8017 Advantages:

- ✓ Fewer winding without aux-winding.
- ✓ Fewer winding turns with up to 650KHz frequency.

更高的频率
250KHz → 650KHz

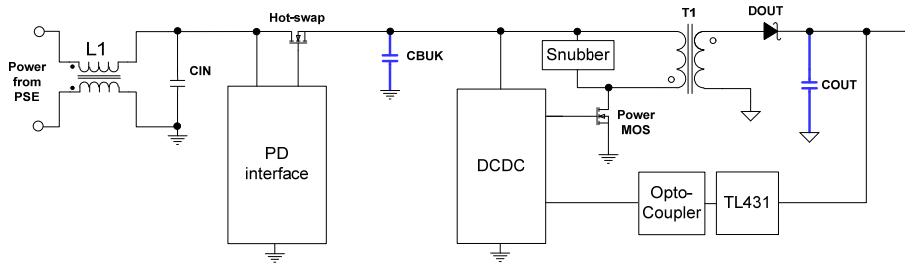
$$n = \frac{V_{IN} \times D}{A_E \times B_{MAX} \times F_{SW}}$$

更少的绕组



MPS

如何减少输出和输出电容



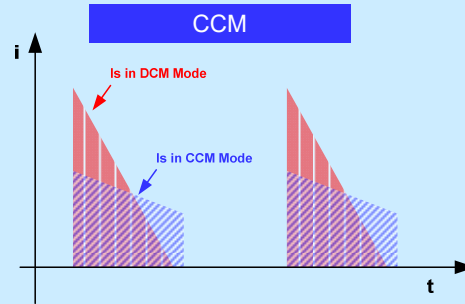
更高的频率
250KHz → 650KHz

输入纹波

$$\Delta V_{IN} = I_{IN} \times \frac{V_{IN}}{C_{IN} \times (N \times V_{OUT} + V_{IN}) \times F_{SW}}$$

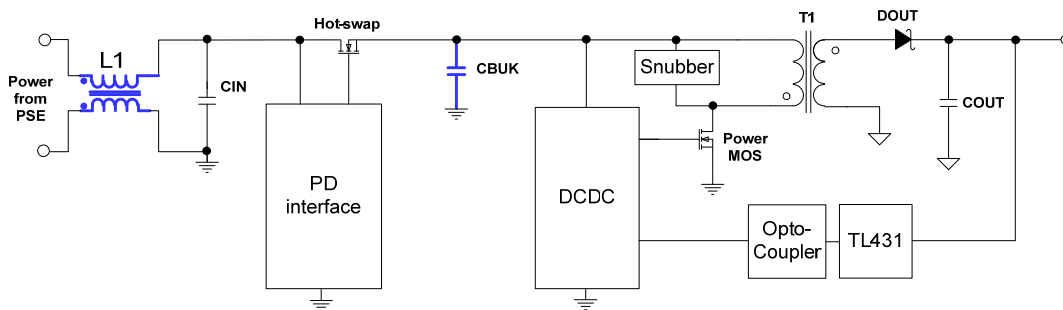
输出纹波

$$\Delta V_{OUT} = I_{IN} \times \frac{N \times V_{OUT}}{(V_{IN} + N \times V_{OUT}) \times F_{SW}} \times \frac{I_{OUT}}{C_{OUT}}$$



MPS

高频EMI测试怎么解决



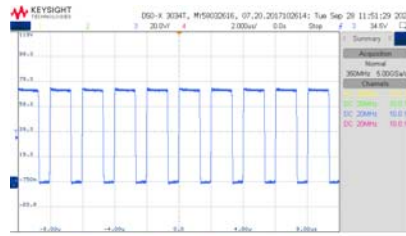
Pain Points

1. Hard to tune EMC performance.
2. CM choke increases cost and solution size.

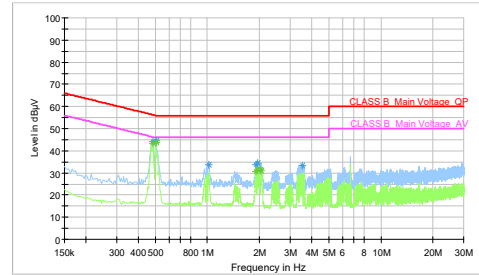
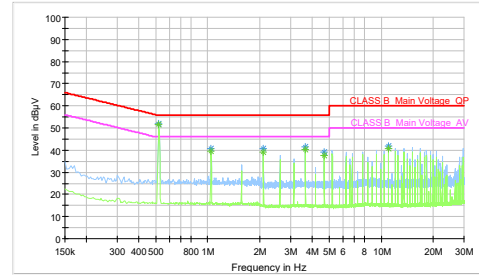
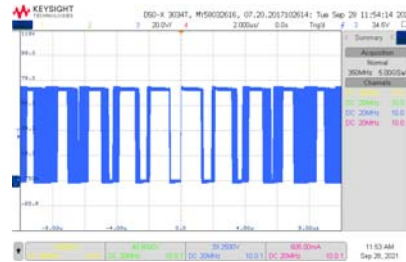
MPS

高频EMI怎么解决

无抖频工作



MP8017 抖频工作



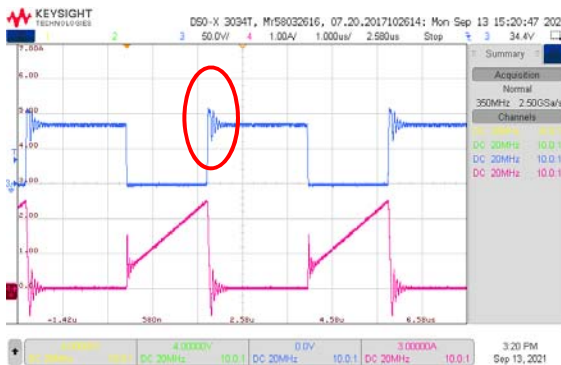
MP8017 Advantages:

- ✓ MP8017 offers spread-spectrum frequency dithering, it typically reduce of 4-6 dB at the fundamental switching frequency and 10-20 dB for higher-frequency harmonics



高频EMI怎么解决

通常的开关波形



MP8017 开关波形

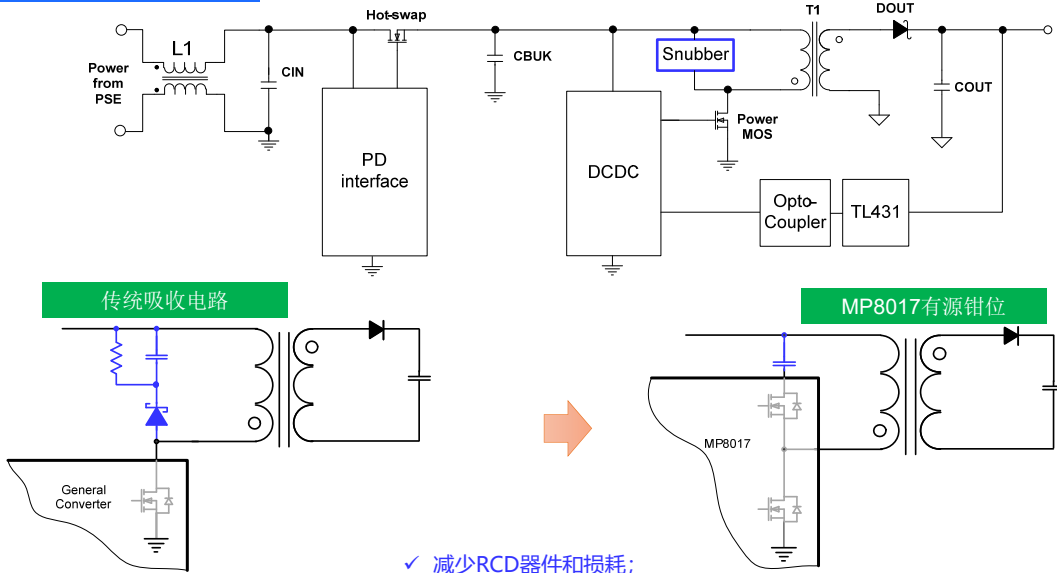


MP8017 Advantages:

- ✓ Advance Snubber control topology get smooth SW waveform, which strongly improves EMI performance.



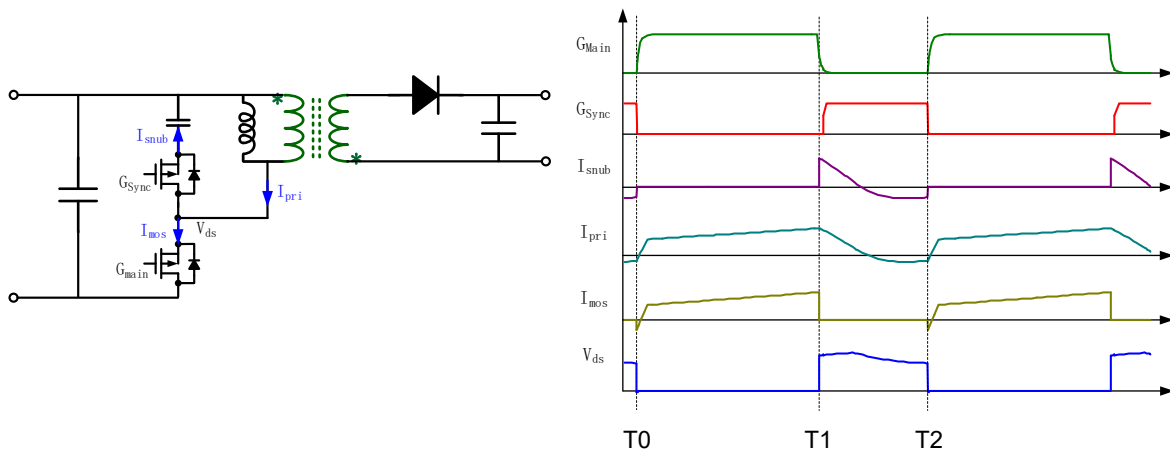
先进的吸收设计



- ✓ 减少RCD器件和损耗;
- ✓ 减少开关的开通损耗;
- ✓ 将漏感能量回收, 参与工作;

MPS

有源钳位工作原理



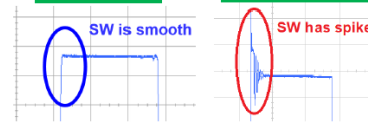
MPS

MP8017 EMI 表现

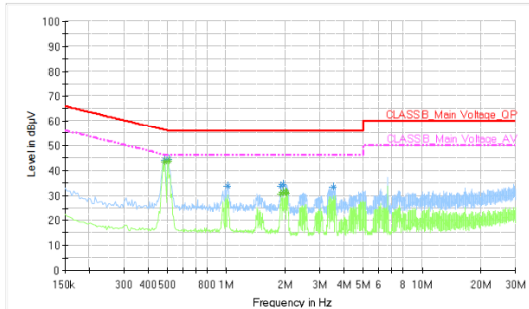
Test condition: $V_{IN} = 48V$, $V_{OUT} = 12V$, $I_{OUT} = 1A$

MP8017 SW

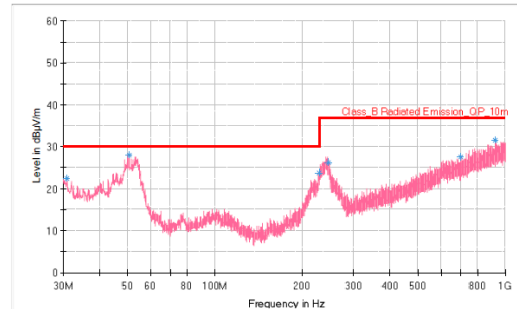
Traditional SW



CE



RE



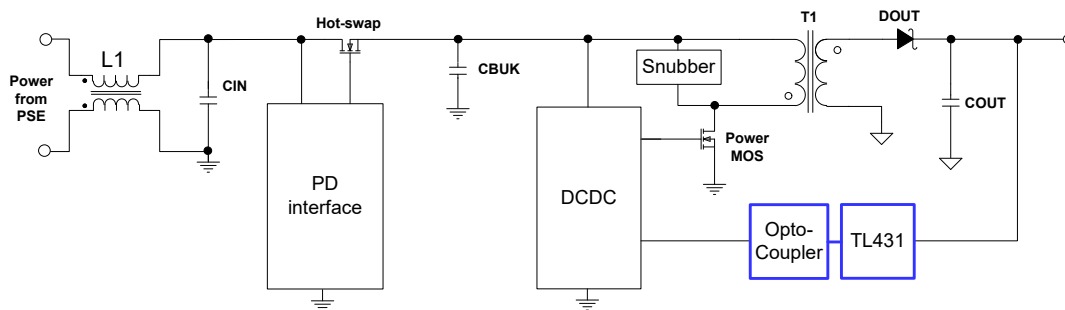
MP8017 Advantages:

- ✓ Without common choke / beads, pass both CE and RE test.
- ✓ Easy EMI design with active clamp SW waveform and frequency dithering.

For Customer Use Only

MPS

原边反馈介绍



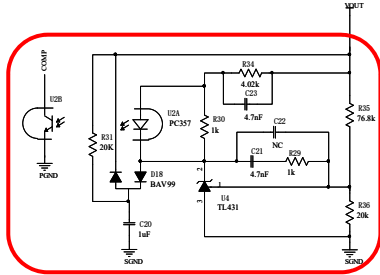
Pain Points

1. Complex circuit with the Opto-coupler and TL431 network.
2. Hard to tune loop stability.
3. Need external soft-start circuit.
4. Large layout area and higher cost.

MPS

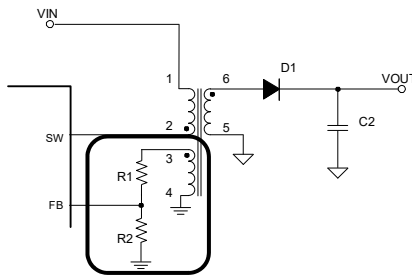
最新的原边反馈技术

传统SSR副边反馈



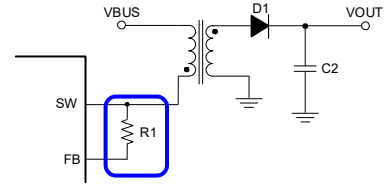
TL431 / Opto-coupler

传统原边反馈



Aux-winding + FB 电阻

MP8017开关点反馈



单电阻

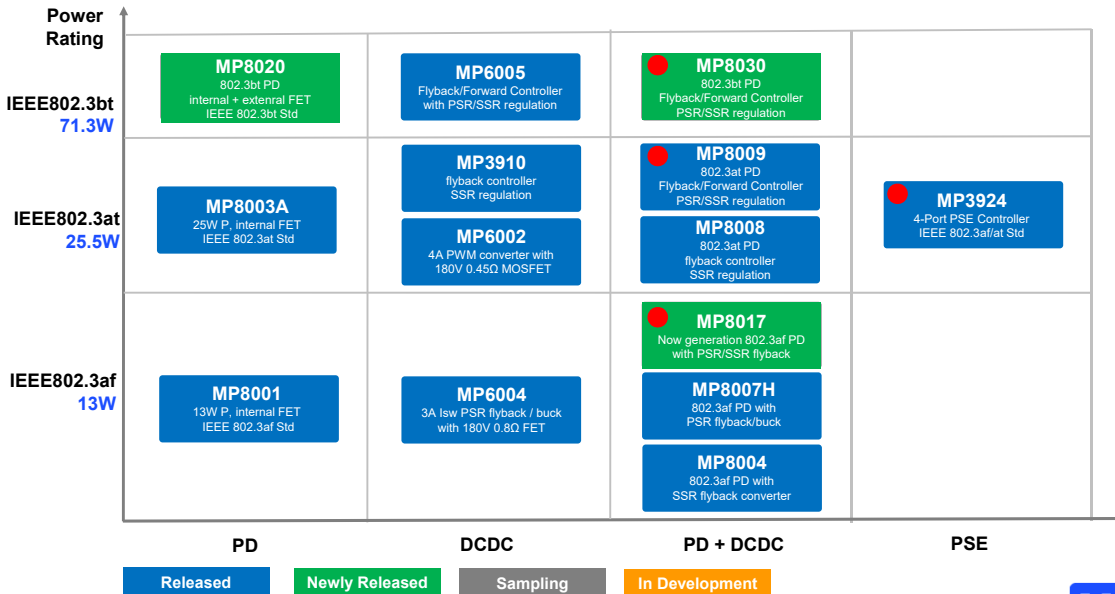
MP8017 Advantages:

- ✓ Simpler BOM and simpler design.
- ✓ Lower transformer cost without aux-winding.
- ✓ More primary-winding and secondary-winding to improve efficiency with same core.

MPS

PoE Roadmap

● Recommended for New Design



MPS

MPS小功率开关电源技术

我们的物料
实现了

高频化

小型化

模块化

我们解决了
这些痛点

EMI问题
开关损耗

Die size体积
损耗
封装体积和散热
外围器件体积

高频化和小型化
的
所有问题

MPS

封装技术小型化

过去10多年，MPS一直在引领开关电源BCD工艺和封装技术，同时，MPS也提供最先进的QFN和CSP封装工业开关电源变换器；

1st gen



- First 2A/3A sync Buck in SOIC8 (5x6mm) pkg in the world – since 2005
- More than 20+ p2p competitors

2nd gen



- First 2A /3A sync Buck in SOT23 (3x3mm) pkg in the world – since 2011
- TI also dev. P2P part
- Other 5+ p2p competitors

3rd gen



- First 2A /3A sync Buck in SOT563/SOT583 (1.6x1.6mm) pkg in the world – since 2015

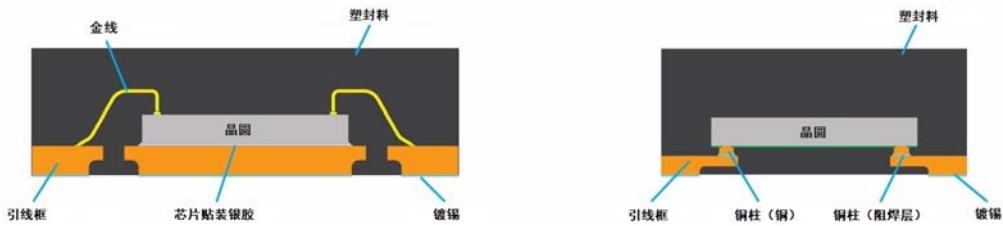
MPS

封装工艺横截面对比

焊线工艺

VS.

MPS Mesh Connect™
(无焊线工艺)



可靠性更高、尺寸更小、散热性能更好、
感抗极小、响应更快

11

MPS

DCDC 控制方式优化

目前DCDC芯片的控制方式主要有电压模式(VM), 峰值电流模式(PCM)和固定导通时间模式(COT), 滞环控制 (多见于LED驱动), 目前较多的是电流模式控制和固定导通时间模式;

电压模式控制

1. 自带的三角波发生器, 防止了采样电流的噪声干扰, 提供了稳定的调制输出
2. 任何负载或输入电压变化, 只有引起输出电压变化后才会进行调整, 响应速度比较慢
3. 输出滤波器增加了两个极点, 补偿是需要在主极点增加一零点, 而且增益随着输入电压变化, 补偿比较困难

电流模式控制

1. 采样了电感电流, 电流上升率决定于 $V_{in}-V_o$ 和电感, 消除了对输入电压响应的延迟和因输入电压变化引起的增益变化
2. 误差放大器控制了输出电流, 而不是输出电压, 输出滤波器增加了一个极点, 补偿更加容易, 可以得到宽范围的高增益
3. 逐周期的电流限流保护, 提供可靠的过流保护和短路保护

固定导通时间模式控制

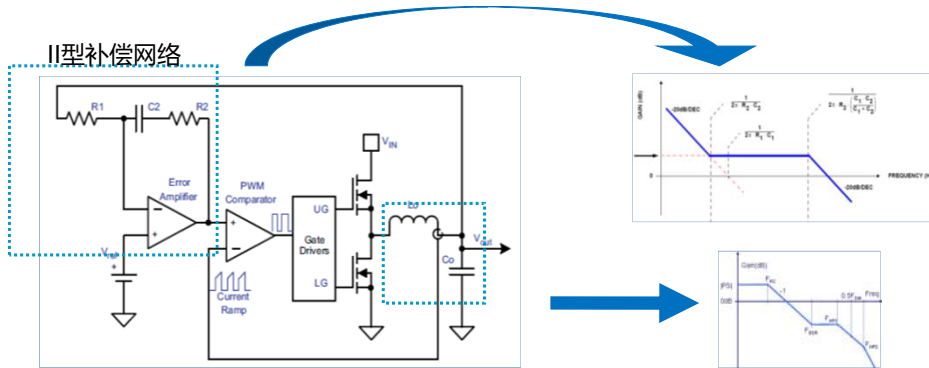
1. 不需要环路补偿网络, 设计更简单.
2. 不需要通过运放来调整输出, 可以达到更快的瞬态响应, 不再受限于运放延迟和稳定性问题
3. 重载准PWM调制和轻载PFM的无缝转换过程, 可达到全负载的高效率

40

MPS Monolithic Power Systems MPS

传统DCDC 控制方式

峰值电流模式



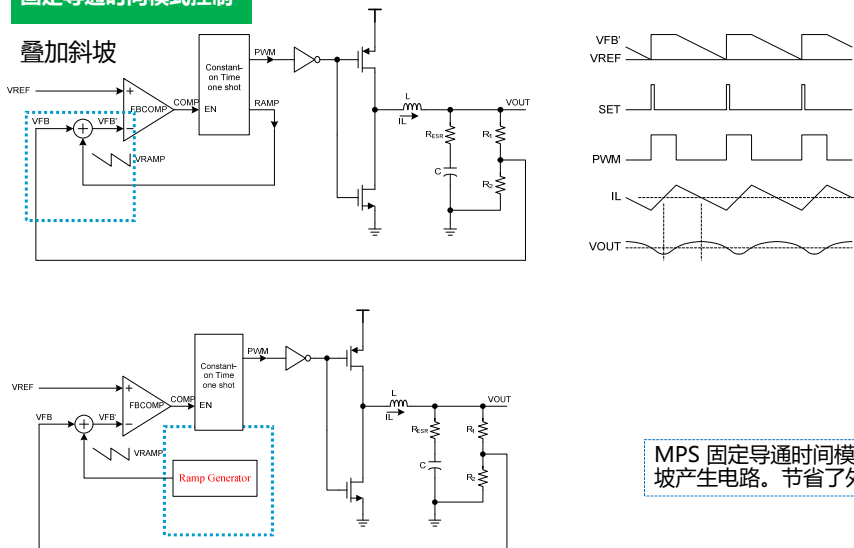
输出滤波器只有1个极点，本身具有较大的相位裕量，只需要II型补偿网络补偿，设计相对简单，容易稳定。电流内环加电压环，对负载变化和输入电压变化可以较快响应。

41

MPS

COT控制方式

固定导通时间模式控制



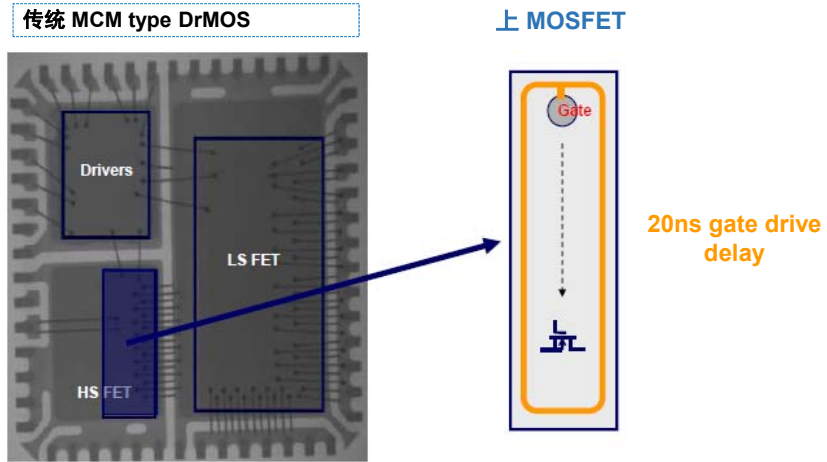
通过在反馈上叠加与电感电流同相位斜坡电压分量与参考电压比较产生PWM信号，没有运算放大器延时，对负载变化和输入电压变化可以快速响应。

MPS 固定导通时间模式控制方案采用内部斜坡产生电路。节省了外围器件。

42

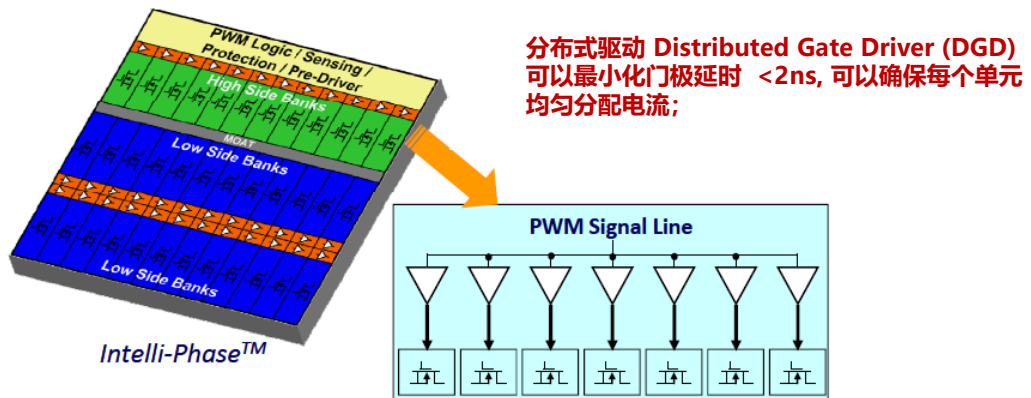
MPS

传统DCDC 驱动方式



MPS

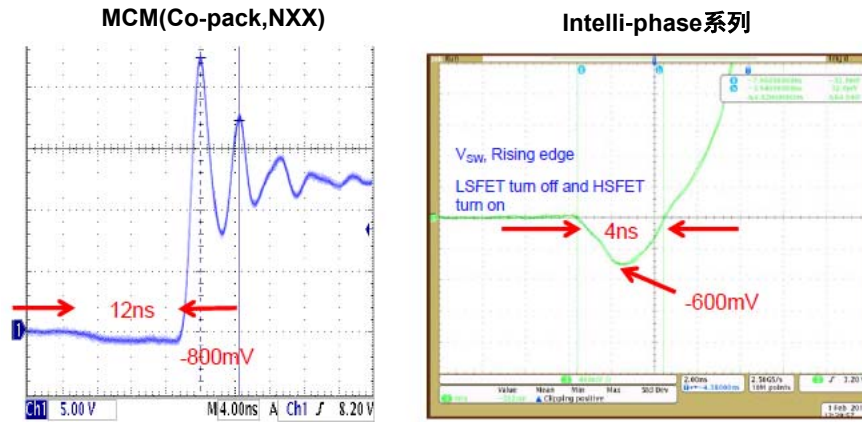
MPS DCDC DGD 驱动方式



MPS的 DrMOS 产品集成二楼驱动、FETs、PWM 逻辑单元、采样单元和保护电路在单块晶圆上，各部分工作运行无缝连接；

MPS

不同驱动方式效果对比



通过MPS集成技术可以很好的控制死区时间，对芯片性能、尤其是效率有明显优化；



小型化进程中的问题被一一化解



MPS小功率开关电源技术

我们的物料实现了

高频化

小型化

模块化

我们解决了这些痛点

EMI问题
开关损耗

Die size体积
损耗
封装体积和散热
外围器件体积

高频化和小型化的
所有问题

MPS

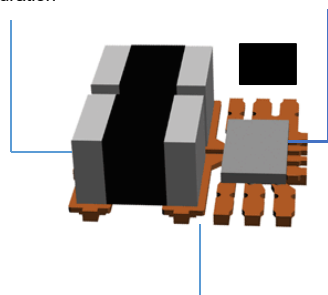
电源模块化

High Quality Passive Components

- Wide Temp Range
- Tier 1 supplier
- Soft-saturation

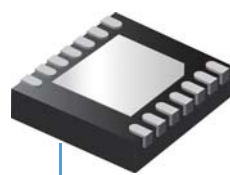
Monolithic Switching Regulators

- Flip-Chip Technology
- Less Parasitic L, Better EMI



Lead Frame

- Mature IC Technology
- Reliable
- Lower Cost



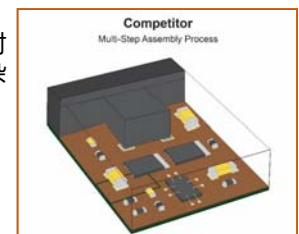
QFN Package

- Single step assembly process
- Simple SMT
- High Reliability
- Easy to Solder
- High Quality Control

主要优势

- 简洁的PCB布置
- 小体积解决方案
- 最少外围器件
- 缩短开发时间
- 模块全集成体，品质保证
- 良好的EMI效果

竞争对手封装流程复杂



MPS

Key Advantages: 电源模块为什么可以做的那么小?



1. 单晶圆的功率+控制减小了芯片的面积



2. 倒装的封装工艺减小了芯片的占板面积



3. 提高开关频率减小电感体积



4. 电感/芯片的3D封装进一步提高功率密度



5. 多路输出模块减小了整体方案占板面积

MPS

Key Advantages: MPS电源模块独特设计帮助了散热



优化模块设计, 减小功耗



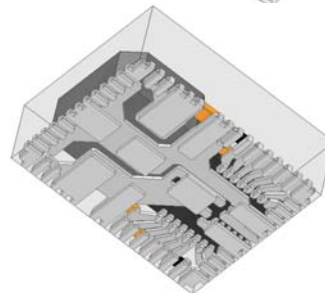
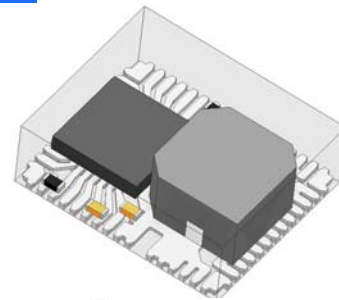
芯片倒装工艺降低了热阻



低高度的模块设计可以和主芯片共用散热器



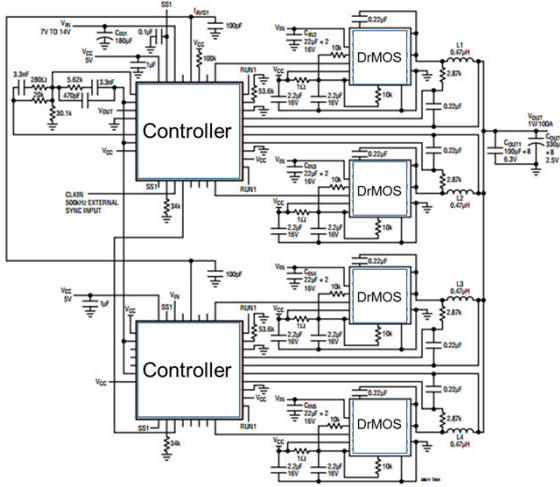
3D封装帮助散热更加均匀



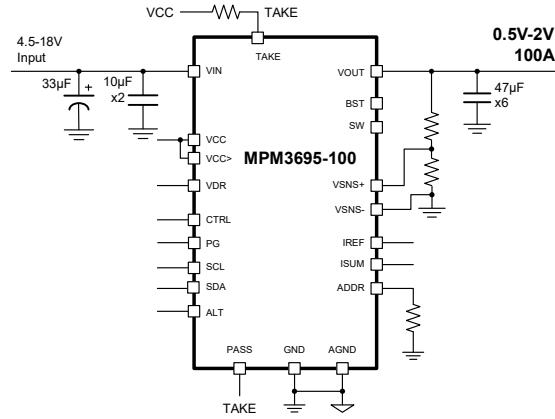
MPS

Key Advantages: 电源模块简化了设计的复杂度 – 100A设计举例

100A分立方案 (Controller+DrMOS) 典型应用图



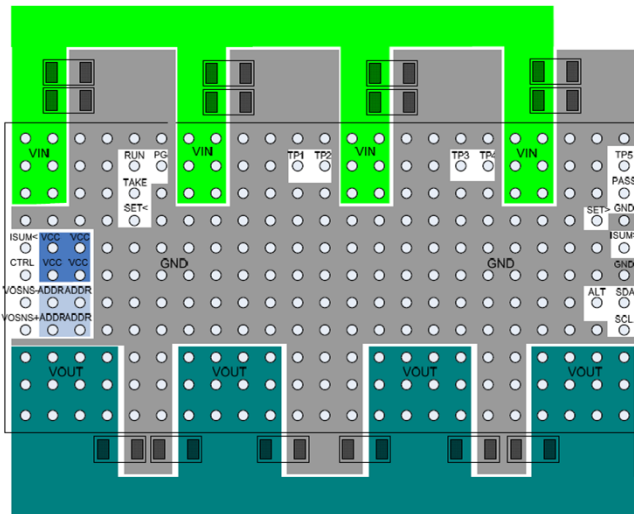
MPS 100A模块典型应用图



MPS

电源模块简化了PCB布板的风险以及复杂度 – 100A设计举例

实例: MPM3695-100, 带PMBus, 可并联的100A电源模块, 15x30x5.3mm BGA封装



- 模块集成了控制器, 功率 MOSFET, 电感以及滤波电容
- 外围仅需输入输出电容
- 及其简单的PCB布线
- 优化的模块管脚分布

MPS

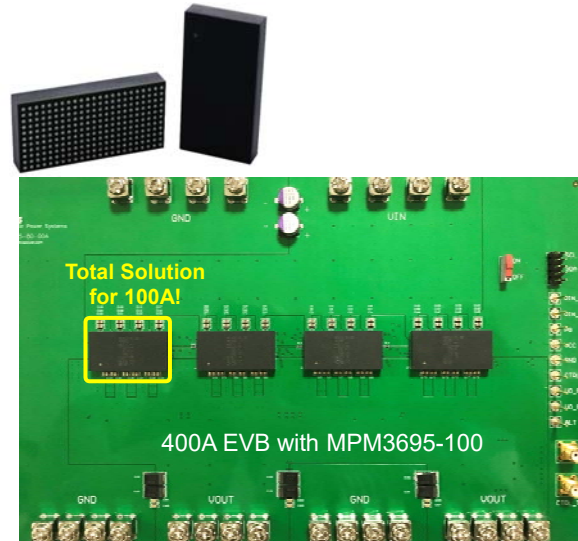
MPM3695-100

主要特征

- Input range: 4V-16V; output range: 0.5V-3.3V
- Peak 90.5% at 12V input, 1V output
- **Parallel for up to 800A at 1.8V or below**
- Up to 70% footprint reduction compared to discrete solution
- Ultra-fast transient – requires minimized output capacitance
- PMBus 1.3 Compliant
- BGA packages (15x30x5.18mm, 1.27mm pitch)
- Low Profile: 5.18mm

应用场景

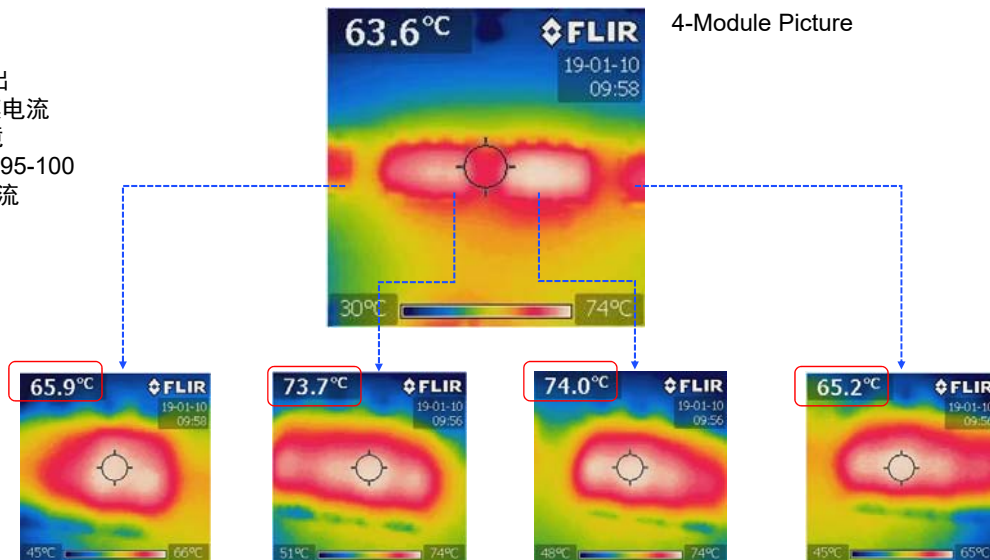
- FPGA and ASIC core power
- Telecom / 5G switch power



MPS

发热测试

测试条件:
12V 输入
0.85V 输出
320A 持续电流
18°C 环境
4xMPM3695-100
0.5m/s 气流



MPS

Thank you!

mPS