

英飞凌家电生态圈

# 空调变频风机新伙伴：**iMOTION™** 智能功率芯片

赵恺  
2021-04-30





2019年3月加入英飞凌，主要从事电力电子技术方面的研究应用工作，负责电机驱动等应用的技术支持。毕业于华南理工大学，拥有硕士学位。

赵恺

英飞凌大中华区  
工业功率控制事业部  
高级应用工程师

# IMM100 Series Fact Sheet



## 功能

### IMM101/2T (MCE 2.0)

- 电机控制算法 (FOC, 无霍尔 或者 霍尔)
- 脚本引擎
- Boost PFC 控制

### IMM100A (Arm® Cortex® M0)

- 48 MHz / 96 MHz 时钟
- 128 kB Flash / 16 kB RAM
- 电机控制外设 (协处理器, PWM, 霍尔输入, ADC, 比较器)

IEC 60335 ('class B')

### 保护功能

- 死区互锁避免直通
- 过流保护/过压保护/欠压保护

### 电路拓扑

- 单电阻, 下桥臂电阻, 无霍尔或开环霍尔

### 功率部分

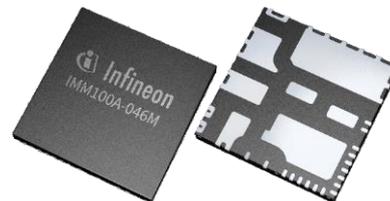
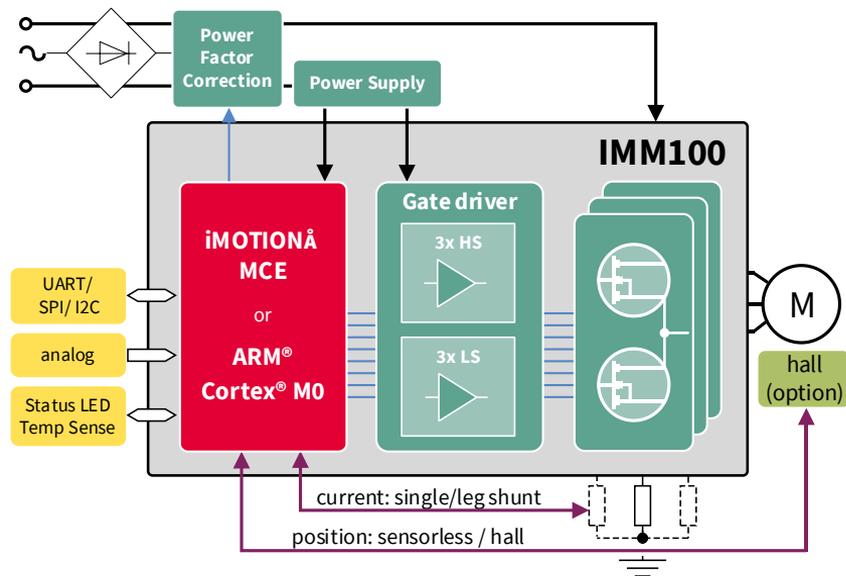
- MOSFET, 3 选择: 500V/6Ω, 600V/1.4Ω, 600V/0.95Ω
- 电机功率到 30 W / 50 / 80 W (无散热器)

### 封装

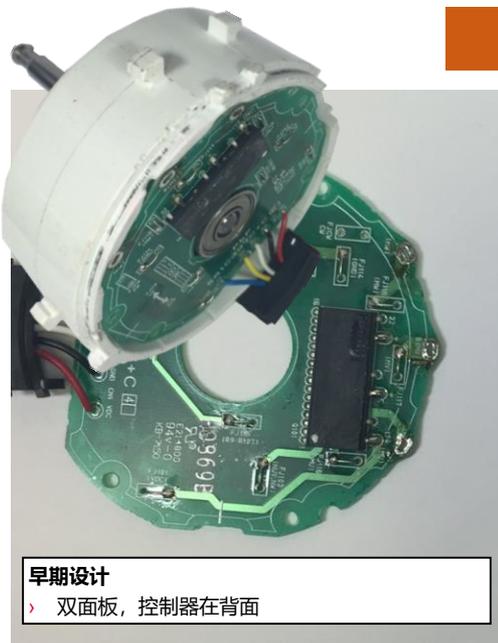
- CIPOS™ Nano - PQFN12x12, SMT

## 获益

- 独特现成的电机控制算法 (MCE) 和市场领先的功率器件
- 通过减少BOM元器件数量来降低系统成本
- 简单易用的iMOTION™设计工具
- 通过使用iMOTION™设计套件快速进入市场



## 举例: 空调室内风机的电控板



传统的IPM方案



用CIPOS™ Nano  
的方案

+ 节省PCB面积



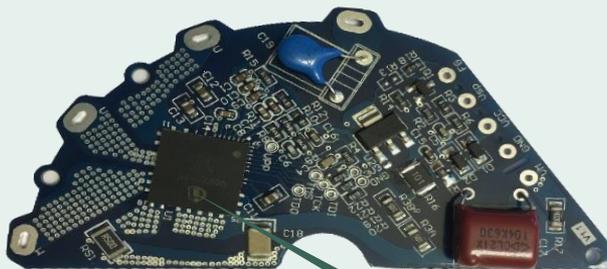
iMOTION™  
SmartIPM

+ 节省PCB面积  
+ 减少元器件数量

# IMM100T 应用实例

## - 空调室内风机的单电阻方案

20-80 W



IMM101T  
iMOTION™  
Smart IPM

- › 最大到80W的英飞凌集成方案
- › 低成本PCB (2层, FR4)
- › 单电阻无霍尔FOC 控制算法 – 最低成本 BOM
- › 很小的母线电容
- › 平滑的正弦波, 很低的噪音

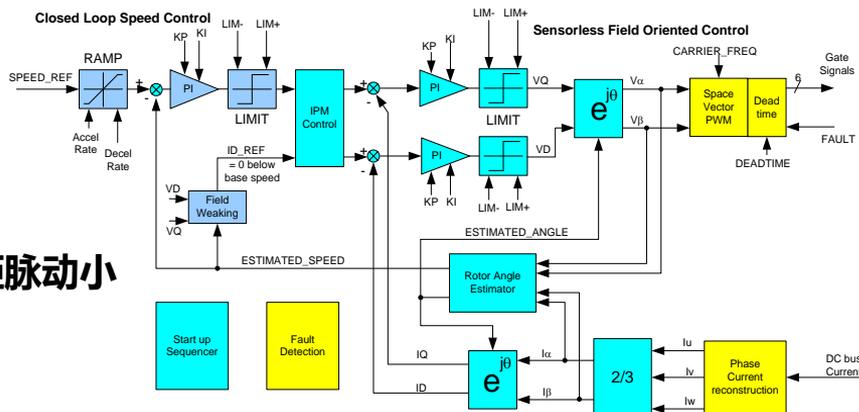
\*Max achievable output power depends many factors: switching frequency, PCB layout, presence of airflow or heatsink, etc...

# MCE2.0 使用FOC控制算法 —— 精度高、噪音低

## 电机噪音的几个来源:

- › 对电机转矩的反作用力通过气隙传递到定子上
- › 扭矩脉动振动通过电机和风扇壳体传播.
- › 噪声从振动的表面辐射出来

## FOC算法可以精确控制驱动限流为正弦波，谐波小，转矩脉动小



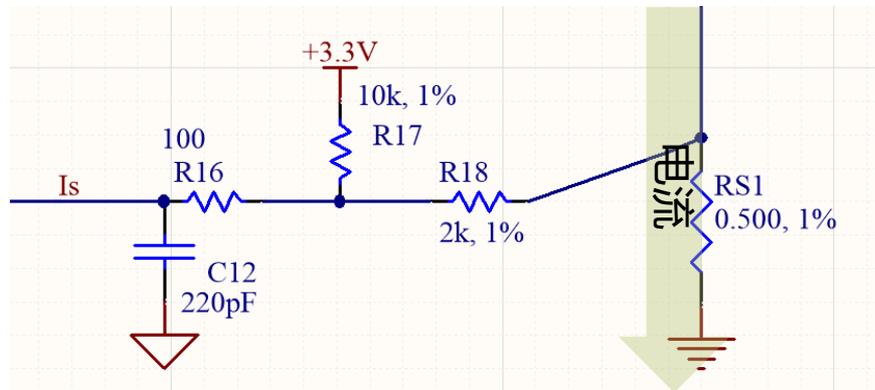
## 通过适当的设置可以使噪音降的更低

- › 禁用过调制
- › 将死区时间降低到最低水平，以确保安全可靠
- › 最小化PCB上的反馈电流路径的噪声

- › 选择Low Noise Phase Shift
- › 选择保持当前保真度的最小Tmin
- › 降低速度参考匝道速率和调节器带宽

# 电流单端采样 —— 低成本的采样电路设计

- › 低成本，不需要运放，外围的器件最少
- › 对PCB布板要求较高：AD的地和电流采样的地之间的噪声会全部被作为输入信号进入MCU
- › 偏置电压 --- 调整好偏置电压，“中心点”
- › 放大增益 --- 确定“两翼”
- › 时间常数 --- “信号尽可能干净”且“衰减尽可能”



# 电流采样参数计算——充分利用ADC的采样范围

$$V_2 \approx V_1 \approx (V_{DD} - I_S * R_{S1}) * \frac{R_{18}}{R_{18} + R_{17}} + I_S * R_{S1}$$

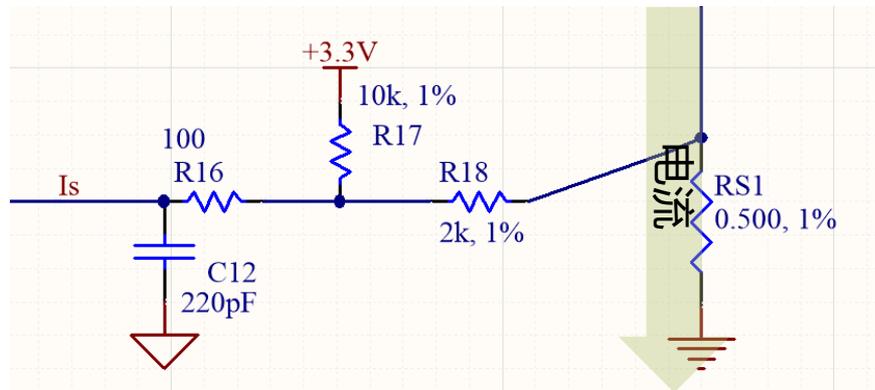
$$= \frac{R_{18}}{R_{18} + R_{17}} V_{DD} + \frac{R_{17}}{R_{18} + R_{17}} I_S * R_{S1}$$

$$\text{Current input Scaling} = \frac{R_{18}}{R_{18} + R_{17}} R_{S1}$$

偏置电压是：550mV

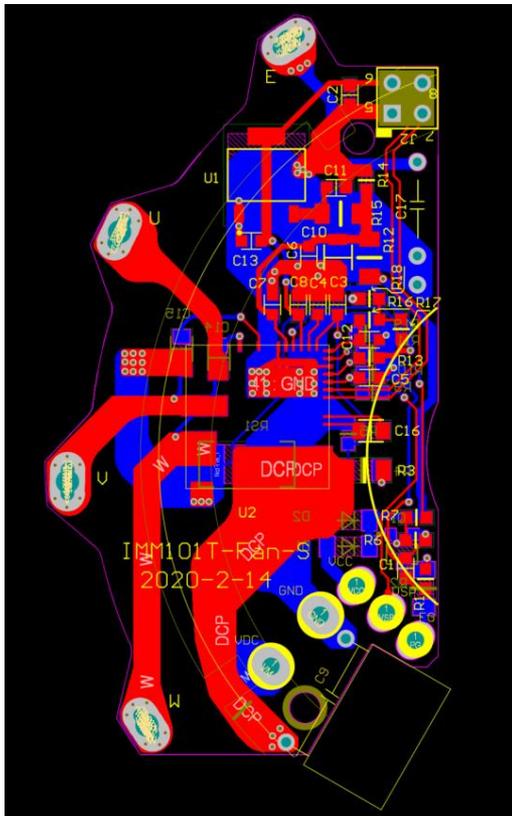
AD内部增益： 3X

时间常数： 220pf\*R

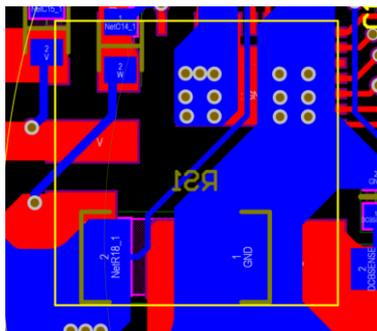


- › 更多的电路设计内容可参考应用笔记：  
AN2019-17 EVAL-IMM101T User Manual

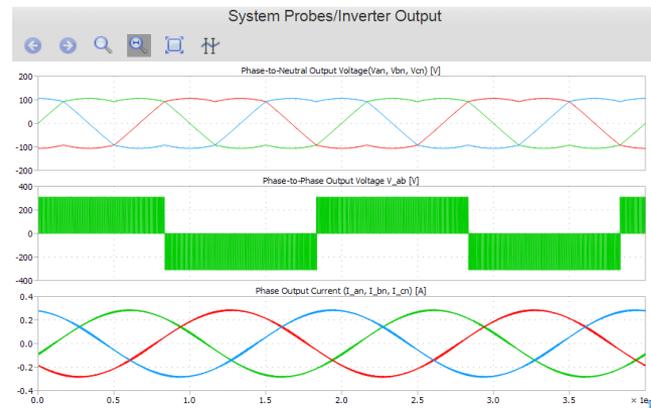
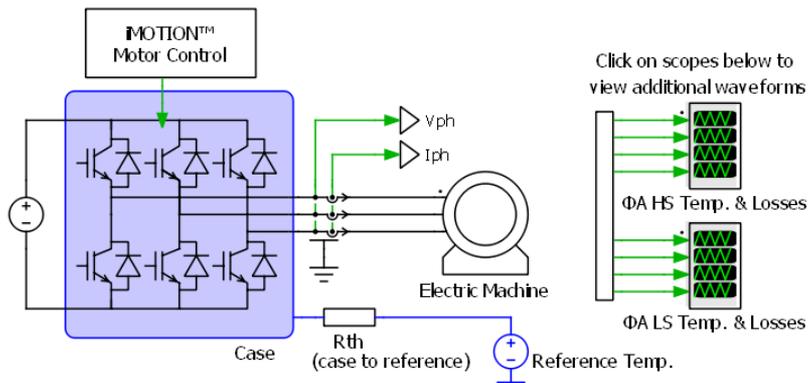
## 单电阻的布线 —— 低噪音的硬件设计基础



- › 系统单点接地点只能为电流采样电阻的负端，且和DCIC的地之间的噪声尽可能小
- › 到AD电流采样相关的走线必须专用且尽可能短
- › 电流采样电阻的负端电平对DCIC地的共模噪声会全部进入AD通道
- › 电机电流采样的电阻必须尽可能相互靠近且接近母线电容
- › 母线大电流的回路面积最好是尽可能小，且尽可能有本地高频退耦电容，以降低母线的振荡



# IPM 仿真工具 —— 准确计算损耗评估散热



## > 参数输入, 器件选择

System Frequency:	<input type="text" value="50"/> Hz
PWM Frequency:	<input type="text" value="16"/> kHz
Modulation Scheme:	<input type="text" value="iMOTION™ SVPWM"/>
DC Bus Voltage:	<input type="text" value="310"/> V
Voltage to motor, line to line:	<input type="text" value="150"/> Vrms
Motor Drive Phase Current RMS:	<input type="text" value="0.2"/> A
Power Factor:	<input type="text" value="0.95"/> [-1, 1]
Mounting Option:	<input type="text" value="Fixed reference"/>
Reference Temperature:	<input type="text" value="60"/> °C
Family and Package:	<input type="text" value="Nano QFN 12x12"/>
Parts:	<input checked="" type="checkbox"/> IMM101T-015M 6Ω - Nano QFN 12x12



## > 仿真结果

Inverter Losses					
	Part Name	Total	Efficiency	Output Power	Avg. Case Temp.
All Switches	IMM101T-015M	1.42 W			
All Diodes	IMM101T-015M	0.22 W			
Inverter	IMM101T-015M	1.64 W	96.68 %	49.36 W	60.00 °C

Phase A High Side Device Losses and Junction Temperatures							
	Part Name	EOn	EOff	Total Switching	Cond.	Avg. Junction Temp.	Max Junction Temp.
Switch	IMM101T-015M	0.13 W	0.01 W	0.14 W	0.10 W	61.22 °C	62.20 °C
Diode	IMM101T-015M		0.02 W	0.02 W	0.01 W	61.22 °C	62.20 °C

Phase A Low Side Device Losses and Junction Temperatures							
	Part Name	EOn	EOff	Total Switching	Cond.	Avg. Junction Temp.	Max Junction Temp.
Switch	IMM101T-015M	0.13 W	0.01 W	0.14 W	0.10 W	61.22 °C	62.20 °C
Diode	IMM101T-015M		0.02 W	0.02 W	0.01 W	61.22 °C	62.20 °C

## Summary

A close-up, angled view of a circular silicon microchip die. The surface is covered in a grid of small, colorful square dies, each with its own intricate circuitry. The colors range from yellow and orange to blue and purple, likely due to different materials or processes used in the manufacturing.

全集成方案，硬件设计简单，PQFN封装散热能力更强

MCE2.0电机控制算法，简单高效快捷低噪音

FOC算法对采样要求高，优化PCB布线降噪声



Part of your life. Part of tomorrow.