

выводы каждого подмодуля припаяны к подложке. Управляющие и дополнительные выводы выполнены в виде прижимных контактов. Крышка корпуса также служит прижимным элементом.

1.6 Встроенные датчики, функции защиты, драйвера и логика

Ниже приведены некоторые примеры интеграции периферийных функций в описанных силовых модулях, расположенных по возрастанию степени интеграции.

IGBT модули с датчиками

IGBT модули с датчиками содержат IGBT, описанный в п.1.2.4

По сравнению с шунтом в цепи эмиттера, можно выбрать намного большее измерительное сопротивление. Требуется более короткая мертвая зона, чем при защите контролированием V_{CE} , или вообще не требуется.

Модули со встроенными датчиками температуры

Альтернативой TEMPFET (см.п.1.2.4) для дискретных силовых полупроводников, простые PTC-термодатчики SMD все чаще используются в модулях с большей степенью интеграции; они припаиваются на DCB-подложку возле кристаллов.

Температура радиатора передается датчиками в определенной точке. В идеале, поперечным потоком тепла между этими точками и площадью радиатора под самым нагретым кристаллом можно пренебречь. Соответствующая схема защищает от перегрева при постоянном контроле драйвера или обработкой аналогового сигнала.

Модули для жестких условий [281]

Дополнительно в корпус IGBT интегрируется гибридная схема для защиты в случае поломки. Окончательные параметры определяются драйвером только в обычных IGBT; цепи защиты активизируются только при выходе из строя и будут ограничивать ток короткого замыкания.

IPM (интеллектуальные силовые модули) [280]

В IPM модули можно интегрировать, дополнительно к IGBT и обратным диодам, драйверы и элементы защиты (минимальная конфигурация IPM) а также полную схему управления инвертором. Пользователь сам может не управлять коммутацией и параметрами в открытом состоянии, поэтому IPM чаще разрабатываются специализированными (ASIPM).

SKiiPPACK (Semikron integrated intelligent Power Pack)

Как уже было сказано в п.1.5.1, SKiiPPACK содержит драйвер в виде SMD-платы, который выполняет все необходимые функции защиты и контроля и который расположен над прижимной пластиной (см.рис.1.58).

SKiPPACK может управляться и питаться от системы управления (CMOS или TTL уровни). Драйвер SKiPPACK включает все необходимое потенциальное разделение сигнала, импульсный источник питания и силовые драйверы.

SKiPPACK снабжаются датчиками тока на выходах переменного напряжения, датчиками температуры и датчиками напряжения на входе. Драйвер получает сигналы с датчиков для защиты по току / короткому замыканию, от перегрева и перенапряжений, а также от пониженного напряжения питания. Отделенные потенциально сигналы ошибок, напряжения стандартных аналоговых сигналов при эффективном значении выходного тока, эффективная температура радиатора и, по выбору, входное напряжение имеются на контактах драйвера для обработки в цепях управления.

На рис.1.65 показан принцип драйвера OCP (защита от перегрузок по току), который будет детально описан в п.3.5.8

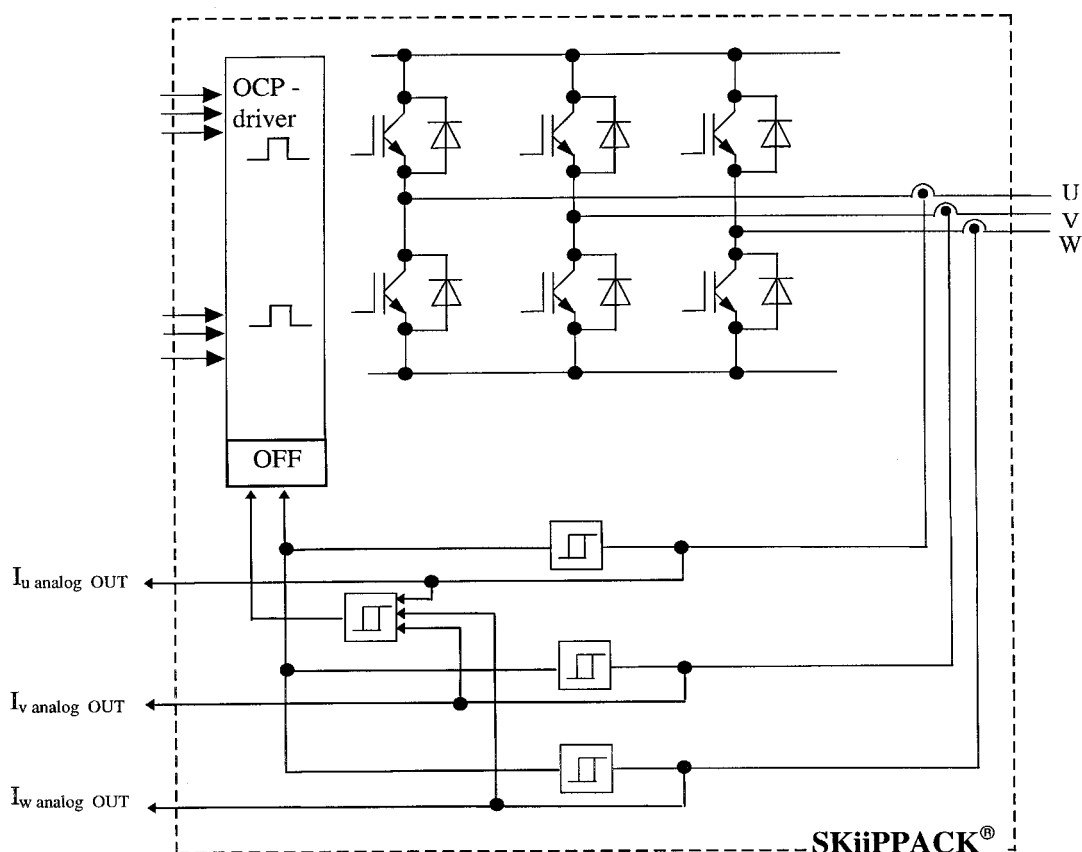


Рис.1.65 Принцип драйвера OCP [264], [265]

2 Справочные данные по MOSFET, IGBT, MiniSKiP и SKiPPACK модулям

2.1 Общие сведения

2.1.1 Буквенные обозначения, термины, стандарты

Буквенные обозначения и термины [264], [265]

Напряжение: первые две буквы индекса используются для обозначения выводов, между которыми бралось напряжение. Если потенциал обозначенного первой буквой вывода положительный по сравнению с потенциалом обозначенного второй буквой индекса (относительный потенциал), приложенное напряжение положительно, например V_{CE} .

Для диодов “F” обозначает прямое напряжение (положительный потенциал анода по сравнению с потенциалом катода) и “R” – обратное запирающее напряжение (положительный потенциал катода по сравнению с потенциалом анода).

У транзисторов дополнительная третья буква индекса может показывать тип цепи между выводом 2 и необозначенным третьим выводом, например V_{CGR} , где третья буква определяет:

S: короткое замыкание выводов 2 и 3,

R: заданный резистор между выводами 2 и 3,

V: заданное напряжение между выводами 2 и 3,

X: заданные резистор и напряжение между выводами 2 и 3.

Буквы индекса могут предшествовать или следовать за другими аббревиатурами параметров, с или без скобок, прописными или строчными буквами (например, $V_{(BR)DS}$, или $V_{(GE)th}$, или $V_{(CE)sat}$), например:

(BR): напряжение пробоя,

sat: напряжение насыщения,

(th): пороговое напряжение,

clamp: фиксированное напряжение, ограниченное внешними цепями.

Питающие напряжения часто обозначаются двумя буквами индекса, например V_{GG} (напряжение питания цепи затвор-эмиттер), V_{CC} , V_{DD} .

Токи: по крайней мере, одна буква индекса используется для обозначения тока. Положительные значения определяют положительные токи, которые поступают на вывод компонента и обозначаются первой буквой индекса, например I_{GE} . Если нет возможности перепутать, обычно используется первая буква индекса, например I_C (ток коллектора), I_D , I_G . Так же обозначаются и отрицательные токи.

Для диодов “F” обозначает прямые токи (анод-катод) и “R” – обратные токи (катод-анод).

Для транзисторов дополнительная третья буква индекса может показывать тип цепи между выводом 2 и необозначенным третьим выводом, например I_{GES} , где третья буква определяет:

S: короткое замыкание выводов 2 и 3,

R: заданный резистор между выводами 2 и 3,

V: заданное напряжение между выводами 2 и 3,

X: заданные резистор и напряжение между выводами 2 и 3.

Буквы индекса могут предшествовать или следовать за другими аббревиатурами, с или без скобок, прописными или строчными буквами, например:

AV: среднее значение,

RMS: эффективное значение (среднеквадратическое),

M: импульсное (максимальное),

R: периодическое,

S: непериодическое (выброс)

puls: импульсное (прямой ток).

Другие символы: терминология, используемая для других символьных обозначений электрических, температурных и механических параметров, следует непосредственно за терминологией напряжений и токов; для дальнейших пояснений см. нижеследующую таблицу. Буквы индекса могут также определять включенное и выключенное состояния (чаще в скобках).

Стандартные обозначения терминов и определений

Подробные сведения об определениях, расшифровке терминов, справочных данных, и способов измерений можно найти, например, в следующих стандартах:

Стандартные термины и определения

DIN 40 900 T5	Полупроводники, символы коммутации
DIN 41 781	Диоды: термины и определения
DIN 41 785 T3	Силовые полупроводники: символы
DIN 41 858	Полевые транзисторы: термины и определения
IEC 191-1...4	Конструктивные стандарты (корпуса)
IEC 50 (521) 1984, (551) 1982	Международный словарь по инженерной электронике
IEC 617-5	Графические символы, коммутационные символы для диаграмм
IEC 971	Полупроводниковые преобразователи: система обозначений

Справочные данные и процесс измерений

DIN 41 791 T1	Принцип обозначений для справочных данных
DIN 41 792 T2	Процесс измерений: диоды
T3	Процесс измерений: тепловые сопротивления
IEC 747-1: 1983	Полупроводниковые комплектующие / Часть 1: Основные рекомендации со ссылками на максимальные значения и характеристики, процесс измерений
IEC 747-2: 1983, A1(1992), A2(1993)	Выпрямительные диоды
IEC 747-8: 1984, A1(1991), A2(1993)	Полевые транзисторы
IEC 60747-9: 1998 FDIS	IGBT

Научно-исследовательские стандарты и надежность

IEC 664-1: 1992	Соглашения по изоляции электрических устройств < кВэф Раздел 1: Принципы, процесс измерений
IEC 146-1-1: 1991/EN60146-1-1: 1993	Полупроводниковые преобразователи: основные требования
DIN EN50178 (VDE0160): 4/1998	Электронные приборы для силовых устройств: основной процесс измерения изоляции
IEC 947-4-2/EN60947-4-2: 1997	Система обозначений низковольтных устройств, часть 4
UL 1557: 5/1993	Возгораемость, безопасность изоляции
UL 94-V0: 9/1981	Возгораемость пластмасс
IEC 747-1, IX: 1983	Компоненты с риском ESD (электростатический разряд)
DIN IEC 68-2...	Испытания на надежность
ISO 9001/EN29001: 1995	Система сертификации качества
DIN EN ISO 9001: 8/1994	Система переквалификации качества

2.1.2 Максимальные значения и характеристики

Максимальные значения

Максимальные значения для модулей, приведенные в справочных данных, являются предельными значениями электрической, температурной и механической допустимой нагрузки без риска поломки или разрушения. Каждое предельное значение определено в соответствии с четко определенными условиями, которые также показаны в справочных данных, так как некоторые из этих условий не (еще не) стандартизированы.

Превышение одного из максимальных значений может привести к поломке компонента, даже если другие максимальные значения не достигают своего предела.

В дополнение к статическим максимальным значениям, приведенным ниже, существуют так называемые динамические максимальные значения, которые означают допустимые

поведения характеристик (тока/напряжения) при переключении. Если максимальные значения при температуре кристалла или корпуса 25°C не упоминаются в справочных данных, при больших значениях должны рассматриваться ограничения допустимых условий.

Характеристики

Характеристики описывают особенности компонентов, и определяются при специальных условиях для измерений (чаще в специфике применения).

Как и максимальные значения, все характеристики определены при четко установленных внешних условиях, которые отображены в справочных данных, так как некоторые из этих условий также не стандартизированы. Характеристики часто отображают типичное значение в диапазоне.

Номинальные температуры кристалла или корпуса обычно составляют 25°C или 125°C , так что температурная зависимость может быть рассмотрена при различных температурах. Предельные значения и характеристики приведены в форме таблиц и диаграмм.

2.2 Силовые модули MOSFET [264], [265]

2.2.1 Предельные значения

Структура MOSFET модулей

Напряжение сток-исток V_{DS}

Максимальное напряжение между выводами стока и истока MOSFET кристалла для открытой или закрытой цепи затвор-исток.

Параметр: температура корпуса $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}$

Напряжение сток-затвор V_{DGR}

Максимальное напряжение между стоком и затвором,

Параметры: внешнее сопротивление R_{GS} между затвором и истоком, температура корпуса $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}$

Продолжительный постоянный ток стока I_D

Максимальный постоянный ток стока

Параметр: температура корпуса, например $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}, 80^{\circ}\text{C}$: $I_{D@25^{\circ}\text{C}}, I_{D@80^{\circ}\text{C}}$

Повторяющееся импульсное значение тока стока I_D или импульсный ток стока

I_{Dpuls}

Импульсное значение тока стока при работе в импульсном режиме,

Параметры: длительность импульса t_p , температура корпуса, например $T_{\text{case}} = 25^{\circ}\text{C}, 80^{\circ}\text{C}$ и отношение длительности импульса к паузе (диаграммы «максимальная безопасная область работы»)

Одиночный импульсный рассеиваемый поток энергии E_{AS}

Максимальный рассеиваемый поток энергии от стока к истоку одного кристалла при выключении индуктивной нагрузки (нагрузка одного импульса),

Параметры: мгновенный ток стока i_D , напряжение питания сток-исток V_{DD} , внешнее сопротивление R_{GS} между затвором и истоком, внешняя индуктивность стока L , температура кристалла $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Напряжение затвор-исток V_{GSS} или V_{GS}

Максимальное напряжение между затвором и истоком

Параметр: температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Общая рассеиваемая мощность P_{tot} или P_D

Максимальная рассеиваемая мощность транзистора/диода или внутри всего силового модуля $P_{tot} = (T_{jmax} - T_{case})/R_{thjc}$,

Параметр: температура корпуса $T_{case} = 25\text{ }^\circ\text{C}$

Диапазон рабочих температур T_{vj} или T_j ; $T_{j(min)} \dots T_{j(max)}$

Допустимый диапазон температур кристалла, в котором модуль может работать

Диапазон температур хранения T_{stg} ; $T_{stg(min)} \dots T_{stg(max)}$

Диапазон температур, в котором модуль может храниться или транспортироваться, без электрической нагрузки

Напряжение изоляции V_{isol} или V_{is}

Эффективное допустимое значение напряжения между входными/управляющими выводами (закорочеными, все выводы соединены друг с другом) и основной пластиной модуля.

Параметры: продолжительность теста (1 мин, 1 с), скорость нарастания напряжения, если требуется; в соответствии с IEC 146-1-1 (1991), EN 60146-1-1 (1993), часть 4.2.1 (совпадает с VDE 0558, часть 1-1: 1993-4) и DIN VDE 0160 (1988-05), часть 7.6 (соответствует EN 50178 (1994)/ E VDE 0160 (1994-11)) испытательное напряжение должно нарастать постепенно до максимального значения.

Степень влажности

Описывает допустимые внешние условия (атмосферную влажность) в соответствии с DIN 40 040

Климатические условия

Описывает допустимые внешние условия испытаний (климат) в соответствии с DIN IEC 68-1

Обратные диоды

Прямой ток I_F

Максимальное значение прямого тока обратных диодов,