

Выводы:

1. Разработана технология изготовления керамического флюса с использованием саморассыпающегося белого ковшевого шлака получаемого при производстве рельсовых сталей с углерод-фторсодержащей добавкой.
2. Подобрано оптимальное соотношение составляющих флюса: 67% ковшевого сталеплавильного шлака и 33% жидкого стекла.

Литература.

1. Изучение возможности использования ковшевого сталеплавильного шлака для изготовления сварочных флюсов для наплавки/ Махин Д.И., Хайретдинова Ю.Н.// Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых/ Под общей редакцией М.В. Темлянцева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2015. – Вып. 19 – Ч II. Технические и естественные науки. – С. 196-198.
2. Использование ковшевого сталеплавильного шлака при изготовлении сварочного керамического флюса/ Липатова У.И., Махин Д.И., Волосенкова Д.С.// Прогрессивные технологии и экономика в машиностроении. Сб. тр. VI Всерос. научн.-практич. конференции для студентов и учащейся молодежи. Юргинский технологический институт - Томск: изд. Томского политехнического университета, 2015 – С. 105–107.

СИЛОВЫЕ ТРАНЗИСТОРЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В СВАРОЧНОЙ ТЕХНИКЕ

*У.Х. Мухамадаминов, студент группы 10А42,
научный руководитель: Крампит М.А.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В современных источниках питания возникают проблемы передачи и управления большими величинами силы тока при небольших габаритах изделия. Для этих целей на помощь приходит транзистор.

Полевой транзистор. Полупроводниковые устройства, работа которых основана на принципах изменения сопротивления полупроводника поперечным электрическим полем, получили название полевые транзисторы.

Они бывают двух видов: с управляющим р-n-переходом и со структурой металл-диэлектрик-полупроводник, рассмотрим оба этих типа более подробно

Полевой транзистор с управляющим PN-переходом JFET. В нем область полупроводника N-типа образует канал между областями P-типа. Электроды, подсоединяемые к концам N, получили название сток и исток. Полупроводники P-типа соединяются между собой и образуют один электрод – затвор. Вблизи выводов стока и истока располагаются области повышенного легирования с повышенной концентрацией электронов N. Это увеличивает проводимость канала. Кроме этого, наличие таких областей, снижает эффект появления паразитических PN-переходов в случае использования проводников из трехвалентного алюминия.

Обозначения электродов сток и исток достаточно условны. Если взять любой полевой транзистор, не подсоединенный к какой-либо цепи, то совсем нет разницы какой вывод корпуса сток, а какой исток. Имя электрода определяется его расположения в схеме.

Работа полевого транзистора JFET с N-каналом. Для усиления сигнала приборы типа JFET применяют в режиме насыщения, так как в нем при изменении Uзи сильно меняется значение протекающего тока. Параметр усилительной способности JFET – это крутизна стоко-затворной характеристики. Обозначается gm или S, и измеряется в mA/V.

Преимущества и недостатки полевого транзистора JFET:

Высокое входное сопротивление. Одно из главных достоинств полевых транзисторов, это очень большое входное сопротивление Rвх (Rin). Причем у их собратьев с изолированным затвором MOSFET, Rin сопротивление еще выш. Благодаря этому свойству, они практически не потребляют ток у источников сигнала, который требуется усилить. Например, в схеме широкополосного антенного усилителя.

Но к сожалению, у JFET по сравнению с биполярными транзисторами очень низкий коэффициент усиления по напряжению. Если построить усилитель только с использованием JFET, можно

получить K_u около 20. Поэтому в схема усилителей часто используются оба типа полупроводниковых приборов.

Полевой транзистор с изолированным затвором MOSFET

Это другая разновидность униполярных транзистор, затвор которых электрически изолирован от проводящего канала полупроводника небольшим слоем диэлектрика.

В соответствии со своим внутренним устройством, полевой транзистор с изолированным затвором называется МОП (Металл-Оксид-Полупроводник), или МДП транзистор (Металл-Диэлектрик-Полупроводник). Зарубежное название – MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor).

МДП-транзисторы бывают двух типов – со встроенным и с индуцированным каналом. В каждом из них присутствуют транзисторы с N и P-каналом.

На основании полупроводника с электропроводностью P-типа сделаны две зоны с повышенной электропроводностью N-типа. Все это покрыто слоем диэлектрика, из диоксида кремния SiO_2 . Сквозь диэлектрический слой пропущены металлические выводы из областей N типа, сток и исток. Над диэлектриком располагается металлическая область затвора. В некоторых случаях от подложки делают вывод, который соединяют с истоком

Работа МДП-транзистора (MOSFET) с индуцированным каналом N-типа. Подсоединим источник любой полярности между стоком и истоком. В данном случае электрический ток не потечет, т.к между областями N находится зона P, не пропускающая электроны. Если подать на затвор плюс от источника питания, а минус (общий) на исток, то напряжение $U_{зи}$, создаст электрическое поле. Оно будет выпихивать дырки из зоны P в направлении подложки. В результате под затвором концентрация дырок стремительно падает, и их место захватывают электроны. Когда $U_{зи}$ достигнет своего максимального уровня, концентрация электронов превысит концентрацию дырок. Между стоком и истоком образуется узкий канал с электропроводностью N-типа, по которому течет ток. Чем выше напряжение на затворе транзистора, тем больше ширина канала и, следовательно, выше сила тока. Такой режим работы называется режимом обогащения.

Вольт-амперные характеристики (ВАХ) МДП-транзистора с индуцированным каналом. В первоначальный момент ток $I_{си}$ увеличивается прямо пропорционально росту напряжения $U_{си}$. Этот участок получил название омическая область (на нем все подчиняется закону Ома). Затем, когда ширина канала достигает почти максимальных значений, ток $I_{си}$ практически не увеличивается. Этот участок называют активной областью.

Когда $U_{си}$ превышает свой порог (напряжение пробоя PN-перехода), структура полупроводника безвозвратно разрушается, и он сгорает.

Устройство МДП-транзистора (MOSFET) со встроенным каналом. Основным отличием от выше описанных, является наличие между стоком и истоком проводящего канала. Подключим к нему $U_{си}$ любой полярности. При $U_{зи} = 0$. В результате через встроенный канал потечет ток $I_{си}$.

Подключим к затвору минус, а к истоку плюс. В канале появится поперечное электрическое поле, которое будет выталкивать электроны из канала в направлении подложки. Количество электронов в канале снижается, его сопротивление растет, и ток $I_{си}$ падает. При повышении уровня отрицательного напряжения, снижается сила тока. Такое состояние работы называется режимом обеднения.

Если поменять полярность источника питания, электрическое поле будет наоборот притягивать к себе электроны из зоны стока, истока и подложки. Ширина канала увеличивается, его проводимость растет, как и ток. Прибор входит в режим обогащения. Таким образом МДП-транзистор со встроенным каналом могут работать в двух режимах - в режиме обеднения и в режиме обогащения.

Преимущества и недостатки полевых транзисторов перед биполярными. Плюсы: Очень высокое входное сопротивление, Усиление по току намного выше, чем у биполярных. Значительно лучше уровень помехоустойчивости и надежности работы, выше скорость перехода между состояниями проводимости и непроводимости тока. Поэтому они могут работать на более больших частотах, чем биполярные.

Минусы: Структура полевых транзисторов разрушаться при более низкой температуре, чем структура биполярных. При изготовлении мощных МОП, в их структуре появляется «паразитный» биполярный транзистор. Для его нейтрализации, подложку закорачивают с истоком. Большим минусом полевых транзисторов является их огромная чувствительность к статическому электричеству. Т.к изоляционный слой диэлектрика тонкий, и даже невысокого напряжения достаточно, чтоб его разрушить

Hexfet транзисторы. Принцип работы Hexfet транзисторов базируется на весьма оригинальном техническом решении. Их структура представляет собой тысячи МОП ячеек соединенных параллельно. Ячеистые структуры образуют шестиугольник, поэтому их и назвали HEXFET. Под увеличением внутренней структуры мощного HEXFET транзистора его кристалл выглядит вот так.

Получается, что Hexfet, эта супер микросборка, в которой соединены тысячи отдельных полевых транзисторов. В целом они создают один мощный, способный пропускать через себя огромные токи и при этом практически не оказывать сопротивления.

MOSFET, сделанные по технологии параллельных каналов HEXFET обладают очень низким сопротивлением открытого канала, но широкое распространение они получили только в высокочастотных силовых схемах. В силовой электронике в основном используются транзисторы на основе IGBT.

Применение силовых транзисторах в источниках питания. Силовые транзисторы - это сердце сварочного инвертора! От правильного выбора силовых транзисторов зависит надёжность работы всего аппарата.

Первое, с чего нужно начинать, это приблизительное определение мощности будущего преобразователя.

Если мы хотим получить в дуге 200 ампер при напряжении 24 вольта, то перемножив эти величины мы получим полезную мощность которую наш инвертор обязан отдать и при этом не сгореть. 24 вольта это среднее напряжение горения электрической дуги длиной 6 - 7мм, в действительности длина дуги всё время меняется, и соответственно меняется напряжение на ней, меняется также и ток. Но для нашего расчёта это не очень важно! Так вот перемножив эти величины получаем 4800 Вт, ориентировочно прикинув КПД преобразователя 85%, можно получить мощность, которую должны перекачивать через себя транзисторы, это примерно 5647 Вт.

Отсюда делаем вывод, для рабочего тока величиной 25 ампер необходимо выбирать такие транзисторы, у которых рабочий ток будет не ниже 25 ампер при 100 градусах Цельсия! Это сразу сужает район наших поисков до нескольких десятков доступных силовых транзисторов.

Основные параметры IGBT-транзисторов компании АРТ для дуговой сварки

- Высокий КПД, низкие потери проводимости;
- Высокий рабочий ток;
- Возможность выдержать короткое замыкание в течение 10µс;
- Использование технологии Field Stop обеспечивает уменьшение хвостового тока, что позволяет использовать транзисторы на частотах коммутации до 30 кГц в режиме жесткого переключения.

Применение высокомошных транзисторов позволяет строить инверторные источники питания при сравнительно невысоких масса-габаритных характеристик изделия. Также они позволяют управлять большими величинами тока при импульсно-дуговой сварки. А простота их управления позволяет создавать несложные схемы, применяя в качестве управляющих устройств микроконтроллеры или компьютер.

Литература.

1. Полевой транзистор. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.texnic.ru/books/electronika/001.html>
2. Транзистор полевой MOSFET. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://amperka.ru/product/mosfet-transistor>
3. Выбор силовых транзисторов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.autowelding.ru/publ/1/1/1/10-1-0-41>
4. Транзисторы для сварочных инверторов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.welding-russia.ru/faqanswer.html?a=3&b=285>

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ АНОДОВ

М.Н. Насибулин, Политехнический институт, Гр. Мт15-02М,

научный руководитель: к.т.н., доцент Демченко А.И.

ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.

660074, г. Красноярск, ул. Борисова, 20, корпус № 13 (В), ауд. В4-20

В электрохимической промышленности аноды как электроды с положительным электрическим потенциалом применяются для процессов гальваники, электролиза, электрорафинирования и др. Аноды в первую очередь, служат для подвода тока в электролит и для равномерного распределе-