



СОЮЗ СОВЕТСКИХ
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1069611 A

3(50) В 23 Р 1/12

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

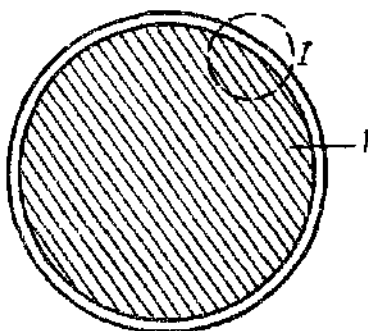
ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

СПУК

К ПАТЕНТУ

(21) 2990887/25-08
(22) 29.09.80
(31) 9170/79
(32) 11.10.79
(33) Швейцария
(46) 23.01.84. Бюл. № 3
(72) Жан-Поль Бриффо, Ролан Мартэн
(Франция), Жан Пфо, Бернар Боммели
и Даниэль Шнелльманн (Швейцария)
(71) Ателье де Шармий С.А.
(Швейцария)
(53) 621.9.048.4.06(088.8)
(56) 1. Патент ФРГ № 2906245,
кл. В 23 Р 1/12, 1979 (прототип).

(54)(57) ЭЛЕКТРОД-ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ
ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ ВЫРЕЗКИ, выпол-
ненный в виде проволоки, имеющей
покрытие из легкоплавких металлов,
отличающийся тем, что,
с целью повышения производительности
обработки за счет получения полупро-
водниковых свойств покрытия электро-
да при его контакте с деталью и про-
водящих свойств при электрическом
пробое, на покрытие из легкоплав-
кого металла наносят пленку окиси
данного металла толщиной 200-2000 Å



Фиг. 1

(19) SU (11) 1069611 A

Изобретение относится к электро-физическим и электрохимическим методам обработки и может быть использовано при электроэрозионной вырезке электродом-проволокой.

Известен электро-инструмент для электроэрозионной вырезки, выполненный из проволоки с покрытием из металла или сплава с низкой температурой плавления, например цинка. Данный электрод-инструмент позволяет защищать основу проволоки от разрушения электрическими разрядами и тем самым повысить производительность обработки без риска обрыва проволоки [1].

Однако применяемые при электро-эрозионной вырезке электроды-проволоки имеют диаметр несколько десятых долей миллиметра и обладают малой жесткостью. Зазор, отделяющий электрод-проволоку от детали, составляет несколько микрон, из-за чего под действием различных возмущающих сил возникают частые короткие замыкания между электродом и деталью, что снижает производительность обработки.

Целью изобретения является повышение производительности путем уменьшения коротких замыканий, что достигается за счет получения полупроводниковых свойств покрытия при его контакте с деталью и проводящих свойств при пробое.

Для достижения цели на электрод-проволоку с покрытием из легкоплавких металлов наносят пленку из окиси металла покрытия толщиной 200-2000 Å.

Данная пленка окиси металла имеет достаточную толщину, чтобы проявлять полупроводниковые свойства при контакте с деталью, когда разность потенциалов между ними составляет несколько вольт, и в то же время становится проводящей в условиях электрического пробоя межэлектродного промежутка, когда разность потенциалов значительно возрастает.

На фиг. 1 изображен проводник-электрод согласно первому варианту реализации, разрез; на фиг. 2 - узел I на фиг. 1; на фиг. 3 - кривые напряжения тока, отмеченные во время контакта с поверхностью предлагаемого проводника; на фиг. 4 - проводник-электрод по второму варианту реализации, разрез; на фиг. 5 - узел II на фиг. 4.

Проводник-электрод включает сердечник 1 из меди (фиг. 1) и покрытие, состоящее из пленки 2 сплава меди-цинка, покрытой слоем 3 окиси цинка (ZnO). Диаметр сердечника может быть 220 мкм, толщина пленки меди-цинка 8 мкм и толщина слоя окиси цинка 1 мкм.

Для достижения хороших электрической проводимости и прочности к разрыву, можно, например использовать латунь или сталь с оболочкой металла, являющегося хорошим проводником. Для получения проводника необходимо произвести первое осаждение в несколько микрон. При этом в принципе может использоваться любой металл или сплав при температуре кипения ниже 1100°C, если он хорошо адгезирует к металлическому сердечнику, имеет удовлетворительные механические свойства, стабилен химически и мало токсичен. Оксидная пленка может быть образована или осаждена на его поверхности. Учитывая небольшую толщину слоя, удельное электрическое сопротивление может быть очень высоким. Хорошие результаты получают с одной пленкой из цинка толщиной 5-15 мкм, осажженной электролитически. Толщина 5 мкм того же горючка, что и глубина кратера эрозии. Слой подвергается отжигу в окисляющей атмосфере, например свободном воздухе, для получения на поверхности пленки оксида цинка.

Целесообразно окисление пленки цинка прерывать перед тем, как весь цинк преобразуется в оксид, так как металлический цинк имеет низкую температуру испарения, что способствует получению хороших условий обработки. Во время термической обработки образуется смесь цинка и его окиси, которая при этой структуре проводника дает хорошие результаты.

Проводники нагревают в течение, по крайней мере, двух секунд при температуре не менее 600°C. Образование пленки происходит быстро в начале нагревания, затем все более медленно, по-видимому, по причине самозащиты оксида. В результате получают пленку толщиной 200-2000 Å. При этом существует связь между неровностями поверхности и проникновением пленки в форме нитей на несколько микрон вовнутрь подложки.

Когда подает через пленку полупроводящего оксида разность потенциалов между несколькими вольтами и сотней вольт, в зависимости от их толщины, пленка становится проводящей в результате термического и/или электрического пробоя. Когда разность потенциалов ниже этих, нескольких вольт, пленка проводит локально очень слабый ток, препятствуя таким образом образованию коротких замыканий. Таким образом, можно управлять толщиной пленки, чтобы пробой происходил при напряжении конкретного генератора. Электрические свойства оксидов зависят не только от их химического состава, но также от способа их приготовления, который

определяет их чистоту и физическую структуру. Эти пленки адгезируют на поверхности металлических пленок. При этом они могут быть образованы неметаллическими материалами, такими как карбиды, бориды, силициды, сульфиды и нитриды.

Поверхность электрода выглядит как очень неровная, так, если бы она возникла в результате образования гранул различных размеров (от 0,1 до нескольких мкм) с многочисленными промежутками; все это напоминает структуру губки. Анализ микроскопом поперечного разрыва показал наличие отверстий от 1 до 2 мкм, что подтверждает упомянутую губчатую структуру в отношении поверхности. Тот же анализ показал, что термическая обработка вызывает диффузию атомов меди металлического сердечника в слой цинка и наоборот, так что чистый цинк исчезает в пользу сплава медь-цинк, содержащего примерно 10-20% меди.

Атомы цинка диффундируют более быстро, чем атомы меди, поэтому пустоты, образованные атомами цинка, которые диффундируют вовнутрь, не сразу заполняются атомами меди, и это может быть причиной наблюдаемой пористости.

Образованный электрод значительно легче смачивается водой, которая служит рабочей жидкостью. Это улучшает охлаждение электрода, что позволяет увеличить рабочий ток.

Почти полное подавление коротких замыканий во время обработки убедительно доказывает, что оксид цинка, который является полупроводником, препятствует легкому прохождению тока во время случайных контактов между проводником и деталью. О контакте, который ведет к короткому замыканию при очень небольшом сопротивлении, известно, что при больших интенсивностях металлы плавятся и локально свариваются, что происходит между сталью и медью. Наоборот, с помощью предлагаемого проводника, который не сваривается, происходит быстрый локальный нагрев, которому способствует большое сопротивление в точке контакта оксида цинка и развитие электрического разряда, производящего обработку.

Две типичных кривых напряжения тока получены во время контакта с поверхностью проводника (фиг. 3) в зависимости от точки выбранного контакта и приложенного давления. Кривая α является кривой, которая чаще всего образуется с изгибом при величинах U_c 1 - 5 В и I_c 0,1 - 1 мА, асимметрия показывает наличие соединения с эффектом выпрямителя,

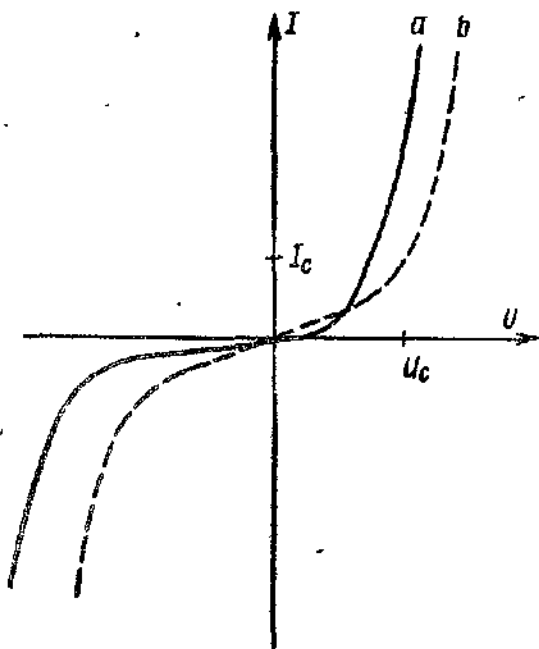
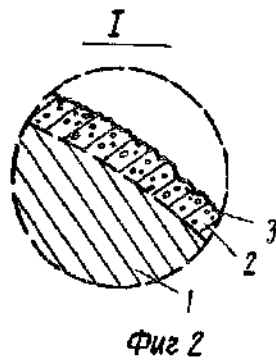
так как используются материалы различной проводимости, а именно металл и полупроводниковый оксид.

Проводник с сердечником 1 из меди и двумя покрытиями 2 и 3, наложенными друг на друга (сплав меди и цинка), покрывается соответственно пленками оксида цинка (ZnO) 4 и 5 (фиг. 4). Вместо одного слоя цинка толщиной 8 мкм наносят первый слой 2 толщиной 4 мкм и производят первый обжиг в указанных условиях, что образует пленку 4 из оксида цинка. За этой операцией следует нанесение второго слоя 3 цинка толщиной 4 мкм, и производят второй обжиг, аналогичный первому, что дает поверхность пленки 5 из оксида цинка. Те же явления диффузии меди в цинк и наоборот отмечаются вместе с образующейся пористостью, придающей поверхности неровность.

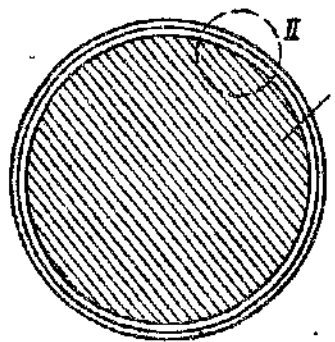
Эта структура из двух пленок оксида позволяет снизить крупность одной пленки, толщина которой ограничена 1 мкм и неизбежно подвергается локальным разрушениям под действиями разрядов. Благодаря наложенным друг на друга планкам оксида получают проводник, срок службы активной поверхности которого повышен. Наилучшие результаты получаются с помощью наслоенной структуры, содержащей три или четыре слоя, и обжигов для обработки детали толщиной 40 мм, можно использовать и большее количество слоев для обработки детали толщиной 100 мм и больше.

Наличие ZnO в поверхности на планке одного цинка позволяет повысить скорость резания на 30% по отношению к проводнику без оксидной пленки для детали толщиной 40 мм. Если изготавливают тот же проводник из меди с первым слоем цинка толщиной 4 мкм с последующим обжигом, затем вторым слоем толщиной 4 мкм также с последующим обжигом, то скорость увеличивается на 55% по отношению к первой величине. Продолжая увеличивать тот же диаметр сердечника из меди и тот же окончательный диаметр проводника с его покрытием толщиной 8 мкм, получают наилучшие результаты, используя три или четыре слоя и обжиги, увеличение скорости в этих условиях превышает 60%.

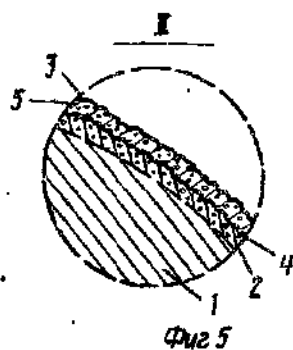
Сердечник проводника может быть медным, но можно использовать и другие металлы, например вольфрам или молибден. Этот сердечник может быть также образован из нескольких наслоенных металлов. Использование предлагаемого электрода обеспечит значительное повышение производительности обработки.



Фиг 3



Фиг 4



Редактор Н. Егорова Составитель М. Климовская Корректор С. Шекмар
 Техред О. Неце
 Заказ 11499/59 Тираж 1037 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий
 113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4