РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **2021 131 081** (13) **A**

(51) МПК
B23H 7/08 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

(21)(22) Заявка: **2021131081, 08.05.2020**

Приоритет(ы):
(30) Конвенционный приоритет:
10.05.2019 EP 19173932.5;
10.01.2020 EP 20151302.5

(43) Дата публикации заявки: **13.06.2023** Бюл. № **17**

(85) Дата начала рассмотрения заявки PCT на национальной фазе: **10.12.2021**

(86) Заявка PCT:
EP 2020/062930 (08.05.2020)

(87) Публикация заявки PCT:
WO 2020/229365 (19.11.2020)

Адрес для переписки:
107061, г. Москва, ул. Преображенская пл., д. 6, этаж 1, помещение VIз, ООО "Вахнина и Партнеры"

(71) Заявитель(и):
БЕРКЕНХОФФ ГМБХ (DE)

(72) Автор(ы):
РИНК, Стефан (DE),
БАРТЕЛЬ, Бернд (DE),
НЁТЭ, Тобиас (DE)

(54) ПРОВОЛОЧНЫЙ ЭЛЕКТРОД ДЛЯ ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННОЙ РЕЗКИ И СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ТАКОГО ПРОВОЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОДА

(57) Формула изобретения

1. Проволочный электрод для электроэрозионной резки, имеющий сердцевину (2), которая содержит металл или металлический сплав, защитное покрытие (3, 4, 6), окружающую сердцевину (2), которая содержит один или несколько слоёвзащитного покрытия (3, 4, 6), из которых один содержит области (3), морфология которых соответствует блокоподобным частицам, которые пространственно отделены, по меньшей мере на участке их периферии, друг от друга, от материала слоя, который содержит эти области, материала одного или нескольких дополнительных слоев и/или материала сердцевины трещинами, отличающийся тем, что при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного продольной оси проволоки, участок, составляющий до более 50% площади поверхности области с морфологией блокоподобных частиц, содержит медно-цинковый сплав с концентрацией цинка от 38 до 49 вес.%.

2. Проволочный электрод по п.1, в котором имеется тонкий верхний слой, состоящий из оксида цинка в количестве более 50 вес.%, толщиной 0,05-2 мкм на блокоподобных частицах, причем этот верхний слой имеет области, в которых медно-цинковые сплавы, содержащиеся в блокоподобных частицах, появляются на поверхность.

3. Проволочный электрод по п.1 или 2, в котором металл представляет собой медь,

RU 2021131081 A

RU 2021131081 A

а металлический сплав представляет собой медно-цинковый сплав.

4. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором материал одного или дополнительных слоёв защитного покрытия и/или материал сердцевины появляется вдоль периферии проволоки между областями с морфологией блокоподобных частиц.

5. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором участок, составляющий до более 50%, при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного оси проволоки, областей с морфологией блокоподобных частиц, который содержит медно-цинковый сплав с концентрацией цинка от 38 до 49 вес.%, лежит на участке, радиально обращённом к сердцевине, областей с морфологией блокоподобных частиц.

6. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором участок, составляющий до более 50%, при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного оси проволоки, областей с морфологией блокоподобных частиц содержит медно-цинковый сплав с концентрацией цинка от 40 до 48 вес.%.

7. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором участок, составляющий до менее 50%, при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного оси проволоки, областей с морфологией блокоподобных частиц содержит медно-цинковый сплав с концентрацией цинка более 49-68 вес.%.

8. Проволочный электрод по одному из пп.5-7, в котором участок, радиально обращённый к сердцевине, областей с морфологией блокоподобных частиц при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного оси проволоки более 60%, в частности, составляет более 80%.

9. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором области с морфологией блокоподобных частиц содержат один или несколько металлов из группы Mg, Al, Si, Mn, Fe, Sn с общей пропорцией от 0,01 до 1 вес.%, относительно материала сплава в этих областях.

10. Проволочный электрод по одному из предыдущих пп.1-8, в котором области с морфологией блокоподобных частиц, помимо неизбежных примесей, состоят только из меди и цинка.

11. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором протяжённость областей с морфологией блокоподобных частиц, измеренная в радиальном направлении сечения проволоки, составляет 1-30 мкм, в частности 2-15 мкм.

12. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, защитное покрытие (3, 4) которого содержит область (4) внутреннего слоя оболочки, которая содержит медно-цинковый сплав с пропорцией цинка от 38 до 58 вес.%.

13. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, защитное покрытие (3, 4) которого содержит область (4) внутреннего слоя защитного покрытия, которая содержит медно-цинковый сплав с пропорцией цинка от 38 до 51 вес.%.

14. Проволочный электрод по одному из пп.12-13, в котором, при рассмотрении сечения проволоки, перпендикулярного или параллельного оси проволоки, граница между областью (4) внутреннего слоя (3, 4) защитное покрытие, которого содержит области (3), морфология которых соответствует блокоподобным частицам, и сердцевина (2) или граница между областью (4) внутреннего слоя защитного покрытия и один или несколько дополнительных слоёв, расположенных между сердцевиной и слоем (3, 4), имеет неправильную, в частности приблизительно волнообразную форму.

15. Проволочный электрод по одному из пп.12-14, в котором слой защитного покрытия(3, 4) также имеет, во внутренней области, прерывания, в которые материал сердцевины или дополнительный слой защитного покрытия, размещённый под ним,

RU 2021131081 A

RU 2021131081 A

проникает в направлении наружной области проволоки.

16. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, защитное покрытие (3, 4) которого имеет наружный слой (6) защитного покрытия, который состоит из цинка, цинкового сплава или оксида цинка в количестве по меньшей мере 50 вес.%.

17. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором области с морфологией блокоподобных частиц вдоль трещин (7), которые пространственно отделяют их, на участке их периферии, друг от друга, от материала слоя, который содержит эти области, материала одного или нескольких дополнительных слоев и/или материала сердцевины, содержат оксид цинка.

18. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором области (3) с морфологией блокоподобных частиц имеют внутренние трещины (7‘).

19. Проволочный электрод по п.18, в котором оксид цинка присутствует вдоль трещин (7‘).

20. Проволочный электрод по одному из предыдущих пунктов, в котором сердцевина (2) образована из меди или медно-цинкового сплава с содержанием цинка от 2 до 40 вес.%.

21. Проволочный электрод по одному из предыдущих пп. 2-20, блокоподобные частицы которого, рассматриваемые перпендикулярно поверхности проволоки, имеют области с пластинчатой структурой, такой, что пластинки, образованные из верхнего слоя, который состоит из оксида цинка в количестве более 50 вес.%, и пластинки, образованные из материала блокоподобных частиц, расположены друг за другом чередующимся образом.

22. Проволочный электрод по п. 21, в котором ширина пластинок, которые образованы из материала блокоподобных частиц, составляет менее 5 мкм, и предпочтительно менее 3 мкм.

23. Способ получения проволочного электрода (1) по одному из пп.1-22, в котором сердцевину (2), содержащую медь или латунь, покрывают цинком в первом диаметре, проволоку с хрупко-твёрдым слоем защитного покрытия, который состоит из преимущественно γ латуни образуют посредством первого диффузионного отжига, эту проволоку волочат до второго диаметра, что приводит к тому, что слой γ латуни разрывается, и образуются области (3) с морфологией, которая соответствует имеющим форму блока частицам, и которые пространственно отделены, по меньшей мере на участке их периферии, друг от друга, от материала слоя, который содержит эти области, материала одного или нескольких дополнительных слоев и/или материала сердцевины трещинами, отличающийся тем, что проволоку затем подвергают второму диффузионному отжигу, что приводит к преобладающему участку, т.е. составляющему до более 50%, областей с морфологией блокоподобных частиц, имеет содержание цинка от 38 до 49 вес.%.

24. Способ получения проволочного электрода (1) по п. 23, в котором проволоку подвергают второму диффузионному отжигу в присутствии кислорода и верхний слой, который содержит оксид цинка в количестве более 50 вес. % образуется на блокоподобных частицах, затем проволоку подвергают возможно многоэтапному процессу волочения, при этом верхний слой оксида цинка разрывается и материал блокоподобных частиц появляется в отверстиях.

25. Способ получения проволочного электрода (1) по п. 23, в котором первый диффузионный отжиг осуществляют при температуре отжига 180-300°C в течение 2-8 с со средней скоростью нагревания по меньшей мере 80°C/ч и средней скоростью охлаждения по меньшей мере 60 C/ч, а второй диффузионный отжиг осуществляют при температуре отжига 300-520°C в течение 4-24 ч со средней скоростью нагревания по меньшей мере 100°C/ч и скоростью охлаждения по меньшей мере 80°C/ч.

RU 2021131081 A

RU 2021131081 A

26. Способ получения проволочного электрода (1) по п. 24, в котором общее уменьшение сечения проволоки в диапазоне от 60 до 85% осуществляют посредством процесса волочения после второго диффузионного отжига, при этом уменьшение сечения в диапазоне от 8 до 12% осуществляют на каждом этапе волочения, если выполняют многоэтапный процесс волочения.

RU 2021131081 A

RU 2021131081 A