

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2015102168, 20.06.2013

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:
26.06.2012 US 61/664,229

(43) Дата публикации заявки: 20.08.2016 Бюл. № 23

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на
национальной фазе: 26.01.2015(86) Заявка РСТ:
EP 2013/062876 (20.06.2013)(87) Публикация заявки РСТ:
WO 2014/001191 (03.01.2014)Адрес для переписки:
109012, Москва, ул. Ильинка, 5/2, ООО
"Союзпатент"

(71) Заявитель(и):

БИОТРОНИК АГ (СН)

(72) Автор(ы):

**МЮЛЛЕР Хайнц (DE),
УГГОВИЦЕР Петер (СН),
ЛЁФЛЕР Йорг (СН)**(54) **МАГНИЕВЫЙ СПЛАВ, СПОСОБ ЕГО ПРОИЗВОДСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

(57) Формула изобретения

1. Магниевый сплав с улучшенными механическими и электрохимическими свойствами, содержащий:

Zn в объеме от 1,5 до 7,0 масс.%, Al в объеме от 0,5 до 3,5 масс.%, остальное в виде магния, содержащего примеси Fe, Si, Mn, Co, Ni, Cu, Zr, Y, Sc или редкоземельных элементов, имеющих порядковые номера 21, от 57 до 71 и от 89 до 103, Be, Cd, In, Sn и/или Pb, а также P, способствующие электрохимической разности потенциалов и/или образованию осадков и/или интерметаллических фаз, в совокупном количестве, не превышающем 0,0063 масс.%, при этом содержание легирующих добавок Zn в масс.% равно или больше чем содержание легирующих добавок Al масс.%.

2. Магниевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что содержание Zn предпочтительно равняется от 1,5 до 5,5 масс.%, в частности от 3,5 до 5,5 масс.%, и предпочтительно содержание Al равняется по меньшей мере от 0,5 до 2,0 масс.%, в частности от 1,0 до 2,0 масс.%, при этом микроструктура сплава представляет собой твердый раствор, состоящий из Zn и Al, присутствующих полностью в растворенной форме, без осадков.

3. Магниевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что содержание Zn предпочтительно составляет от 3,0 до 7,0 масс.%, в частности от 4,0 до 6,0 масс.%, и содержание Al предпочтительно равно от 0,5 до 3,5 масс.%, в частности от 1,5 до 2,5 масс.%, причем матрица сплава содержит только осадки в виде $Mg_3Zn_3Al_2$ и $MgZn$.

4. Магниевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что отдельные примеси в совокупном

количестве примесей составляют в % масс: Fe<0,0005; Si<0,0005; Mn<0,0005; Co<0,0005; Ni<0,0005; Cu<0,0005; Zr<0,0003; Y<0,0003; Sc или редкоземельные элементы, имеющие порядковые номера 21, от 57 до 71 и от 89 до 103 в совокупности <0,001; Be, Cd, In, Sn и/или Pb каждый в количестве <0,0003; и P<0,0002.

5. Магнийевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что при комбинированном использовании примесей элементов Fe, Si, Mn, Co, Ni и Cu сумма количеств этих примесей не превышает 0,0030 масс. %, предпочтительно не превышает 0,0021 масс.%, особенно предпочтительно не превышает 0,0009.

6. Магнийевый сплав по п. 2, отличающийся тем, что сплав имеет мелкозернистую микроструктуру с размером зерен менее 7,5 мкм и, предпочтительно <5 мкм и особенно предпочтительно <2,5 мкм, без значительной разницы электрохимических потенциалов между отдельными фазами матрицы.

7. Магнийевый сплав по п. 3, отличающийся тем, что сплав матрицы содержит только такие осадки, которые не имеют разности потенциалов, или в которых разность потенциалов по сравнению с матрицей равна как можно меньшему значению, или которые являются менее благородными, чем матрица.

8. Магнийевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что осадки имеют размер 1 мкм и, предпочтительно, <0,2 мкм, и дисперсно распределены по границам зерен или внутри них.

9. Магнийевый сплав по п. 1, отличающийся тем, что он имеет прочность на разрыв равную ≥ 275 МПа, а предпочтительно ≥ 300 МПа, предел текучести равный ≥ 200 МПа, а предпочтительно ≥ 225 МПа, отношение предела текучести к пределу прочности <0,8, а предпочтительно <0,75, отличающийся тем, что разница между пределом прочности при растяжении и пределом текучести является ≥ 50 МПа, а предпочтительно ≥ 100 МПа, а механическое асимметрия равняется <1,25.

10. Способ получения магниевого сплава, обладающего улучшенными механическими и электрохимическими свойствами, включающий следующие этапы:

а) получение магния высокой чистоты путем вакуумной дистилляции;

б) получение заготовки сплава путем синтеза магния в соответствии со стадией а) с высокочистыми Zn и Al в сочетании от 1,5 до 7,0 масс.% по весу Zn, от 0,5 до 3,5 масс.% Al, где остальное представлено магнием, содержащим примеси Fe, Si, Mn, Co, Ni, Cu, Zr, Y, Sc или редкоземельных элементов, имеющих порядковые номера 21, от 57 до 71 и от 89 до 103, Be, Cd, In, Sn и/или Pb, а также P, способствующие разнице электрохимического потенциала и/или образованию осадков и/или интерметаллических фаз, в количестве, не превышающем 0,0063 масс. %, при этом содержание легирующих добавок Zn в масс.% равно или больше чем содержание легирующих добавок Al в масс.%;

с) гомогенизация сплава путем отжига при температуре между 250°C и 350°C с периодом выдержки в течение от 1 до 60 часов и охлаждение под воздействием воздуха и на водяной бане;

д) по меньшей мере единичная формовка гомогенизированного сплава в интервале температур между 250°C и 350°C; предпочтительно между 270°C и 350°C;

е) в некоторых случаях термическую обработку образованного сплава в диапазоне температур между 200°C и 350°C, с выдержкой в течение от 5 минут до 6 часов.

11. Способ по п. 10, отличающийся тем, что содержание Zn составляет от 1,5 до 5,5 масс. % Zn, в частности от 3,0 до 5,5 масс.%, и предпочтительно по меньшей мере от 0,2 до 2,0 масс.% Al, в частности от 1,0 до 2,0 масс., при этом микроструктура сплава состоит из твердого сплава Zn и Al, которые присутствуют полностью в растворенной форме, без осадков.

12. Способ по п. 10, отличающийся тем, что содержание Zn составляет

предпочтительно от 3,0 до 7,0 масс.%, в частности от 4,0 до 6,0 масс.%, и содержание Al предпочтительно равно от 0,5 до 3,5 масс.% по массе, в частности от 1,5 до 2,5 масс.%, причем матрица сплава содержит осадки в виде Mg_3Zn_3Ab и $MgZn$.

13. Способ по п. 10 или 11, отличающийся тем, что легирующие элементы, не присутствуют в объеме, превышающем предел растворимости, и образование осадков в матрице сплава подавляется с помощью формовки и процессов термической обработки ниже предела растворимости, где осадки формируют катоды, ускоряющие процесс коррозии по сравнению с матрицей сплава.

14. Способ по п. 10 или 12, отличающийся тем, что легирующие элементы содержатся в количестве, немного превышающем предел растворимости, а осадки из процессов формовки и термической обработки при температуре ниже предела растворимости, предпочтительно в диапазоне от 200°C до 350°C, используются для регулировки прочности.

15. Способ по п. 13, отличающийся тем, что осадки имеют размер 1 мкм и, предпочтительно, <0,2 мкм, и дисперсно распределены по границам зерен или в внутри них.

16. Способ по п. 14, отличающийся тем, что осадки имеют размер 1 мкм и, предпочтительно, <0,2 мкм, и дисперсно распределены по границам зерен или в внутри них.

17. Способ по п. 10, отличающийся тем, что количества отдельных примесей в совокупном количестве примесей в масс. % являются следующими: $Fe < 0,0005$; $Si < 0,0005$; $Mn < 0,0005$; $Co < 0,0005$; $Ni < 0,0005$; $Cu < 0,0005$; $Zr < 0,0003$; $Y < 0,0003$; Sc или редкоземельные элементы, имеющие порядковые номера 21, от 57 до 71 и от 89 до 103 <0,0010; Be, Cd, In, Sn и/или Pb каждый <0,0003; и P <0,0002.

18. Способ по п. 10, отличающийся тем, что, когда примесные элементы Fe, Si, Mn, Co, Ni и Cu объединены вместе, суммарное количество этих примесей в масс.% не превышает 0,0040, предпочтительно не превышает 0,020, и особенно предпочтительно не превышает 0,0010.

19. Способ по п. 10, отличающийся тем, что процесс формовки представляет собой прессование, равноканальное угловое прессование (РУП) и/или множественную штамповку.

20. Применение магниевого сплава, полученного способом по любому из пп. 1-9, для производства биоразлагаемого имплантата.

21. Применение магниевого сплава по п. 20, отличающееся тем, что имплантат выбирается из группы эндоваскулярных имплантатов, таких как стенты, имплантаты для крепления и временной фиксации имплантатов тканей и тканевых трансплантатов, ортопедических и стоматологических имплантатов, и невральных имплантатов.

22. Применение магниевого сплава, полученного способом по любому из пп. 10-19, для производства биоразлагаемого имплантата.

23. Применение магниевого сплава по п. 22, отличающееся тем, что имплантат выбирается из группы эндоваскулярных имплантатов, таких как стенты, имплантаты для крепления и временной фиксации имплантатов тканей и тканевых трансплантатов, ортопедических и стоматологических имплантатов, и невральных имплантатов.