



(19) RU (11) 2 208 064 (13) C1  
(51) МПК<sup>7</sup> C 23 C 14/48, 8/36

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2001131244/02, 19.11.2001

(24) Дата начала действия патента: 19.11.2001

(46) Опубликовано: 10.07.2003

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1466260 A1, 10.01.1996. RU 2095462 C1, 10.11.1997. RU 2078947 C1, 10.05.1997. US 4693760, 15.09.1987. US 4490190, 25.12.1984.

Адрес для переписки:

450000, г.Уфа-Центр, ул.Карла Маркса, 12,  
УгаТУ, отдел интеллектуальной собственности

(71) Заявитель(и):

Уфимский государственный авиационный  
технический университет

(72) Автор(ы):

Дыбленко Ю.М.,  
Смыслов А.М.,  
Смыслова М.К.

(73) Патентообладатель(ли):

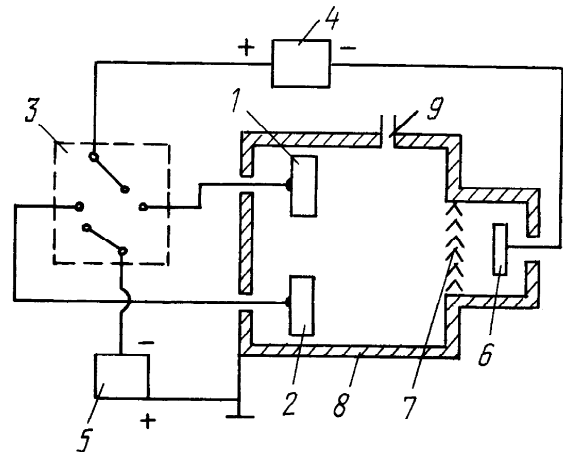
Уфимский государственный авиационный  
технический университет

## (54) СПОСОБ ЭЛЕКТРОННО-ИОННОГО АЗОТИРОВАНИЯ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ В НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОРАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

(57) Реферат:

Изобретение относится к машиностроению и может быть использовано при ионно-плазменной обработке. Задачей изобретения является повышение эффективности использования газовой плазмы, повышение производительности процесса электронно-ионного азотирования. Способ включает нагрев изделий газовой плазмой с одновременным использованием электронной и ионной составляющих газовой плазмы, при этом одно изделие, находящееся под положительным потенциалом, нагревают электронной составляющей газовой плазмы, одновременно второе изделие, находящееся под отрицательным потенциалом, подвергают воздействию ионной составляющей газовой плазмы, затем по достижении заданной температуры потенциалы на изделиях меняют поочередно на протяжении всего цикла азотирования. Устройство содержит камеру с системой откачки, размещенными в ней катодом электродугового испарителя 6, отделенным оптически непрозрачным экраном 7,

подложкодержатель 1 с изделиями, игольчатый натекатель газов 9 и источники электропитания 4 и 5 с коммутатором 3, второй подложкодержатель 2, подключенный к положительному потенциалу, используемый в качестве дополнительного анода. 2 с.п. ф-лы, 1 ил.





RUSSIAN AGENCY  
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** (11) **2 208 064** (13) **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **C 23 C 14/48, 8/36**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2001131244/02, 19.11.2001**

(24) Effective date for property rights: **19.11.2001**

(46) Date of publication: **10.07.2003**

Mail address:

**450000, g.Ufa-Tsentr, ul.Karla Marksa, 12,  
UgaTU, otdel intellektual'noj sobstvennosti**

(71) Applicant(s):

**Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj  
tehnicheskij universitet**

(72) Inventor(s):

**Dyblenko Ju.M.,  
Smyslov A.M.,  
Smyslova M.K.**

(73) Proprietor(s):

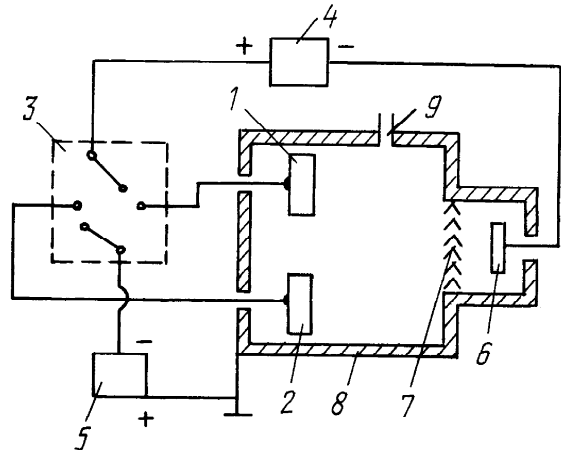
**Ufimskij gosudarstvennyj aviatsionnyj  
tehnicheskij universitet**

(54) **PROCESS OF ELECTRON-ION NITRIDING OF LARGE-SIZED ARTICLES IN LOW-TEMPERATURE GASEOUS-DISCHARGE PLASMA AND FACILITY FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: mechanical engineering, ion-plasma machining. SUBSTANCE: process includes heating of articles by gaseous-discharge plasma with simultaneous utilization of electron and ion components of gaseous-discharge plasma. One article is at positive potential and is heated by electron component of gaseous-discharge plasma and simultaneously second article which is at negative potential is subjected to action of ion component of gaseous-discharge plasma. When preset temperature is reached potentials at articles are changed in turn over the whole cycle of nitriding. Facility for implementation of process has chamber with evacuation system that houses cathode of electric arc evaporator 6 separated by opaque screen 7, substrate holder 1 with articles, needle gas leak 9, power supply sources 4 and 5 with switch, second substrate

holder 2 connected to positive potential used as additional anode. EFFECT: increased efficiency of utilization of gaseous-discharge plasma, enhanced productivity of electron-ion nitriding. 2 cl, 1 dwg



RU 2 208 064 C1

RU 2 208 064 C1

Изобретение относится к способам и технике ионно-плазменной обработки и может быть использовано в машиностроении для электронно-ионного азотирования деталей машин и инструмента, а также комбинированных ионно-плазменных методов упрочнения поверхности.

- 5 Известны способы электронно-ионного азотирования [Elion nitriding on steel. I. M. Conchharenko, I.V. Lopatin, N.N. Koval and an. 5-th Conference on Modification of Materials with Particle Beams and Plasma flows. Tomsk. 2000. Бердяев Д.П., Коваль И.Н., Щанин П.М. Генерация объемной плазмы дугowym разрядом с накаливаемым катодом. "Физика" Известия ВУЗов, 1994, 3], использующие в качестве генерации
- 10 низкотемпературной газоразрядной плазмы плазменные источники с накаливаемым катодом, где в качестве полого анода используются стенки вакуумной камеры, а в качестве катода - комбинированный катод, состоящий из термокатада и окружающего его полого цилиндрического катода. Дуговой газовой разряд зажигается между анодом - стенками камеры и полым катодом.
- 15 Процесс электронно-ионного азотирования производится следующим образом. Вначале к изделию прикладывается положительный потенциал, и часть электронов из плазмы вытягивается на обрабатываемое изделие, нагревая его до заданной температуры. При этом ионная составляющая газовой плазмы не используется. Затем к изделию прикладывают отрицательный потенциал, и ионы газовой плазмы бомбардируют изделие,
- 20 производя азотирование поверхности. В связи с недостаточной плотностью и энергией ионов температура изделия со временем начинает уменьшаться. Для поддержания заданной температуры к изделию вновь прикладывают положительный потенциал, и электроны плазмы повышают температуру изделия до необходимого значения. Таким образом, в течение всего цикла азотирования к изделию поочередно, через определенные
- 25 промежутки времени прикладывается положительный и отрицательный потенциал для поддержания температуры азотирования на заданном уровне. Недостатком данного способа является невысокая эффективность использования газовой плазмы, так как ионная и электронная составляющая плазмы используются поочередно.
- 30 Наиболее близким к предлагаемому изобретению аналогом, взятым за прототип, является способ ионного азотирования [А.С. СССР, 1466260, кл С 23 С 14/32, 1986] с использованием газовой плазмы двухступенчатого вакуумно-дугowego разряда с холодным эродированным катодом и дополнительным анодом газowego разряда. Ионное азотирование в данном способе производят следующим образом.
- 35 Зажигают газовой дуговой разряд, анодом которого является изделие, к которому приложен положительный потенциал, и электроны плазмы нагревают изделие до заданной температуры. Затем на дополнительный анод подают положительный потенциал, а на обрабатываемое изделие подают отрицательный потенциал. При этом электронная составляющая газовой плазмы устремляется к дополнительному аноду, а деталь
- 40 подвергают воздействию ионной составляющей. Через определенные промежутки времени, поочередно, на дополнительном аноде и изделии меняют потенциалы смещения, для поддержания заданной температуры азотирования изделие поочередно подвергают воздействию электронной и ионной составляющей газовой плазмы. Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности
- 45 использования газовой плазмы, повышение производительности процесса электронно-ионного азотирования. Поставленная задача достигается тем, что в способе электронно-ионного азотирования крупногабаритных изделий в низкотемпературной газоразрядной плазме, включающем в себя нагрев изделий электронной составляющей газовой плазмы в отличие от прототипа
- 50 одновременно используют электронную и ионную составляющие газовой плазмы, при этом одно изделие, находящееся под положительным потенциалом, нагревают электронной составляющей газовой плазмы, одновременно второе изделие, находящееся под отрицательным потенциалом, подвергают воздействию ионной составляющей газовой

плазмы, затем при достижении заданной температуры потенциалы на изделиях меняют поочередно на протяжении всего цикла азотирования.

Поставленная задача решается также устройством, содержащим камеру с системой откачки, с размещенными в ней катодом электродугового испарителя, отделенным  
5 оптически непрозрачным экраном, подложкодержателем с изделиями, игольчатым натекателем газов и источник электропитания с коммутатором, где в отличие от прототипа, в качестве дополнительного анода используют второй подложкодержатель, подключенный к положительному потенциалу.

Существо изобретения поясняется чертежом, где изображен общий вид устройства.  
10 Подложкодержатели 1 и 2, поочередно выполняющие функцию дополнительного анода, коммутатор 3, который поочередно подключает к подложкодержателям положительный или отрицательный потенциал от источников питания постоянного тока 4 и 5, катод электродугового испарителя 6, отделенный оптически непрозрачным экраном 7, размещены в вакуумной камере 8 с игольчатым натекателем газов 9. Вакуумная камера  
15 подсоединена к системе откачки.

Предложенный способ электронно-ионного азотирования изделий в низкотемпературной газоразрядной плазме реализуется следующим образом.

В вакуумную камеру 8 на подложкодержатели 1 и 2 устанавливаются обрабатываемые изделия. К одному подложкодержателю 1 подводят отрицательный потенциал, к другому 2  
20 подводят положительный потенциал. Затем зажигают газовый разряд, анодом которого является подложкодержатель 2. Электронная составляющая газовой плазмы нагревает изделие, установленное на подложкодержателе 2 до заданной температуры, одновременно ионная составляющая газовой плазмы обрабатывает изделие на подложкодержателе 1. При достижении заданной температуры изделий на подложкодержателе 2 к нему  
25 прикладывается отрицательный потенциал, а к подложкодержателю 1 - положительный потенциал. При этом изделия на подложкодержателе 1 нагреваются электронной составляющей до заданной температуры, одновременно ионная составляющая газовой плазмы производит азотирование изделий на подложкодержателе 2. И так чередование потенциалов на подложкодержатель производится на протяжении всего цикла.

30 Таким образом, в процессе электронно-ионного азотирования одновременно участвует электронная и ионная составляющие газовой плазмы, что позволяет провести азотирование вдвое больше изделий за один цикл, чем в ранее рассматриваемых способах.

В качестве примера конкретной реализации приводится процесс электронно-ионного  
35 азотирования крупногабаритных пресс-форм из инструментальной стали.

Вакуумная камера с устройством откачивается системой откачки до давления  $7 \cdot 10^{-3}$  Па и с помощью натекателя 9 в объеме камеры 8 устанавливают давление азота  
( $6 \div 7$ )  $\cdot 10^{-2}$  Па. Включают электродуговой испаритель и устанавливают ток дугового разряда  
40  $I_g = 120$  А. Затем на подложкодержатели 1 и 2, на которых установлены пресс-формы, через коммутатор 3 подают положительный потенциал  $U_{xx} = 80$  В и отрицательный потенциал  $U = -(300 \div 400)$  В соответственно.

Между подложкодержателем 2 и катодом 6 зажигают газовый разряд с параметрами  $U = 50 \div 60$  В и током разряда  $I_p = 90 \div 110$  А. Электронную составляющую газовой плазмы  
45 направляют на подложкодержатель 2, являющийся в данный момент анодом газового разряда, одновременно ионную составляющую газовой плазмы направляют на подложкодержатель 1, находящийся под отрицательным потенциалом  $U = -(300 \div 400)$  В. При достижении заданной температуры на подложкодержателе 2 через коммутатор 3 производят переключение потенциалов: на подложкодержатель 2 подают отрицательный  
50 потенциал, а на подложкодержатель 1 - положительный потенциал. Чередование потенциалов на подложкодержателях производят на протяжении всего цикла азотирования, время которого составило 110 мин. Температуру на подложкодержателях поддерживают  $450 \div 480^\circ\text{C}$ . Металлографические исследования показали, что глубина азотированного слоя составила  $\sim 30$  мкм.

Итак, заявленное изобретение позволяет повысить эффективность использования газовой плазмы и производительность процесса электронно-ионного азотирования в два раза.

5

## Формула изобретения

1. Способ электронно-ионного азотирования крупногабаритных изделий в низкотемпературной газоразрядной плазме, включающий чередующееся воздействие на изделия электронной и ионной составляющих газовой плазмы, отличающийся тем, что в процессе электронно-ионного азотирования одновременно используют электронную и ионную составляющие газовой плазмы, при этом одно изделие, находящееся под положительным потенциалом, нагревают электронной составляющей газовой плазмой, одновременно второе изделие, находящееся под отрицательным потенциалом, подвергают воздействию ионной составляющей газовой плазмы, затем по достижении заданной температуры потенциалы на изделиях меняют поочередно на протяжении всего цикла азотирования.

15

2. Устройство электронно-ионного азотирования крупногабаритных изделий в низкотемпературной газоразрядной плазме, содержащее камеру с системой откачки, с размещенными в ней катодом электродугового испарителя, отделенным оптически непрозрачным экраном, подложкодержателем с изделиями, игольчатым натекателем газов, и источники электропитания с коммутатором, отличающееся тем, что в качестве дополнительного анода газового разряда используется второй подложкодержатель с изделиями.

20

25

30

35

40

45

50