



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94094 (13) C2
(51) МПК (2011.01)
H01J 33/00
A61L 2/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ І СПОСІБ ЗМІНИ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРИВИМІРНИХ ФАСОННИХ ДЕТАЛЕЙ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОНІВ І ЗАСТОСУВАННЯ СПОСОБУ

1

(21) a200812277
(22) 20.03.2007
(24) 11.04.2011
(86) РСТ/ЕР2007/002458, 20.03.2007
(31) 10 2006 012 668.8
(32) 20.03.2006
(33) DE
(46) 11.04.2011, Бюл.№ 7, 2011 р.
(72) БАРТЕЛЬ РАЙНЕР, DE, КІРХХОФФ ФОЛЬКЕР, DE, МАТТАУШ ГЕСТА, DE, РЕДЕР ОЛАФ, DE, КУБУШ ЙОРГ, DE
(73) ФРАУНХОФЕР-ГЕЗЕЛЬШАФТ ЦУР ФЕРДЕРУНГ ДЕР АНГЕВАНДТЕН ФОРШУНГ Е.Ф., DE
(56) UA 25285 U; 10.08.2007
WO 99/39751 A; 12.08.1999
WO 99/39750 A; 12.08.1999
WO 94/28573 A; 08.12.1994
(57) 1. Пристрій для зміни властивостей тривимірної фасонної деталі (2) за допомогою електронів, що містить щонайменше один прискорювач (3a; 3b) електронів для генерування прискорених електронів і два вікна (5a; 5b) виходу електронів, при цьому обидва вікна (5a; 5b) виходу електронів розміщені одне навпроти одного, який відрізняється тим, що обидва вікна (5a; 5b) виходу електронів і щонайменше один відбивач (7a1; 7a2; 7b1; 7b2) обмежують технологічну камеру, в якій поверхня або крайовий шар фасонної деталі (2) бомбардуються електронами, при цьому за допомогою сенсорної системи реєструється розподіл щільності енергії в технологічній камері щонайменше в одному просторовому вимірюванні.
2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що поверхні вікон (5a; 5b) виходу електронів виконані плоскими.
3. Пристрій за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що поверхні вікон (5a; 5b) виходу електронів розміщені паралельно одна одній.
4. Пристрій за п. 1 або 2, який відрізняється тим, що поверхні вікон виходу електронів утворюють кут одна з одною.
5. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що поверхня щонайменше одного вікна виходу електронів виконана увігнутою до фасонної деталі.
6. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що поверхня щонайменше одного вікна виходу елект-

2

ронів приведена у відповідність з геометричними розмірами фасонної деталі.
7. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що містить перший засіб, виконаний з можливістю регулювання щільності енергії електронів, що віддається з поверхні щонайменше одного вікна (5a; 5b) виходу електронів, таким чином, що з окремих ділянок вікна (5a; 5b) виходу електронів віддається різна по щільності енергія електронів.
8. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що щонайменше два відбивачі (7a1 відносно 7a2 і 7b1 відносно 7b2) розміщені дзеркально-симетрично на протилежних сторонах технологічної камери.
9. Пристрій за п. 8, який відрізняється тим, що відбивачі (7a1; 7a2; 7b1; 7b2) є складовими частинами сенсорної системи для реєстрації розподілу щільності енергії всередині технологічної камери.
10. Пристрій за п. 9, який відрізняється тим, що додатково містить сенсорну систему, виконану з можливістю реєстрації електричної напруги на щонайменше двох відбивачах відносно корпусу/шасі пристрою або точки з іншим потенціалом.
11. Пристрій за одним з пп. 8, 10, який відрізняється тим, що розподіл щільності енергії реєструється в напрямі x, y і/або z прямокутної системи координат.
12. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що щонайменше одне вікно виходу електронів виконане з можливістю пересування в залежності від геометричних розмірів фасонної деталі і/або положення фасонної деталі між вікнами виходу електронів.
13. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що щонайменше одне вікно (5a; 5b) виходу електронів виконано у вигляді вакуумщільної фольги.
14. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що щонайменше одне вікно виходу електронів виконане як газопроникний рівень тиску між генератором електронів і технологічною камерою.
15. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який відрізняється тим, що додатково містить сенсорну систему, виконану з можливістю регулювання

(19) UA (11) 94094 (13) C2

потужності генератора електронів, в залежності від того, чи знаходиться фасонна деталь в технологічній камері, до технологічно специфічного значення.

16. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що додатково містить другий пристрій, виконаний з можливістю регулювання напрямку виходу електрона з вікна виходу електронів.

17. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що прискорювач електронів виконаний як площинна електронна гармата або осьова електронна гармата.

18. Пристрій за одним з попередніх пунктів, який **відрізняється** тим, що вікна (5a; 5b) виходу електронів віддалені одне від одного на відстань a , що лежить в діапазоні, який виходить з формули

$$a = f * \frac{6,67 * 10^{-7} \frac{(U_b * k_1)^{5/3}}{\rho_w} * k_2 - \rho_F * d_F}{\rho_G}, \text{ де}$$

U_b = прискорюючий потенціал;

ρ_w = щільність води;

ρ_G - щільність середовища між вікнами виходу електронів;

ρ_F = щільність фольги вікна;

d_F = товщина фольги вікна;

$k_1 = 1 * V^{-1}$;

$k_2 = 1 * (g/m^2)^{-1}$,

з коефіцієнтом віддаленості f ($0,5 < f < 1,5$).

19. Спосіб зміни властивостей тривимірної фасонної деталі (2) за допомогою електронів, при якому за допомогою щонайменше одного прискорювача (3a; 3b) електронів електрони генеруються, прискорюються і випускаються з поверхні двох, розташованих одне навпроти одного, вікон (5a; 5b) виходу електронів, який **відрізняється** тим, що обидва вікна (5a; 5b) виходу електронів і щонайменше один відбивач (7a1; 7a2; 7b1; 7b2) електронів обмежують технологічну камеру, в якій поверхня або крайовий шар фасонної деталі (2) бомбардується електронами, при цьому за допомогою сенсорної системи реєструють щільність розподілу енергії всередині технологічної камери щонайменше в одному просторовому вимірюванні і відстань між вікнами виходу електронів встановлюють таким чином, що вплив на одне вікно (5a; 5b) виходу електронів енергії, випромінюваної з

протилежного вікна (5b; 5a) виходу електронів, є незначним.

20. Спосіб за п. 19, який **відрізняється** тим, що відстань між вікнами виходу електронів встановлюють в залежності від прискорюючого потенціалу електронів і товщини і щільності вікон (5a; 5b) виходу електронів.

21. Спосіб за п. 20, який **відрізняється** тим, що відстань a між вікнами виходу електронів встановлюють в діапазоні, що виходить з формули

$$a = f * \frac{6,67 * 10^{-7} \frac{(U_b * k_1)^{5/3}}{\rho_w} * k_2 - \rho_F * d_F}{\rho_G}, \text{ де}$$

U_b = прискорюючий потенціал;

ρ_w = щільність води;

ρ_G - щільність середовища між вікнами виходу електронів;

ρ_F = щільність фольги вікна;

d_F = товщина фольги вікна;

$k_1 = 1 * V^{-1}$;

$k_2 = 1 * (g/m^2)^{-1}$,

з коефіцієнтом віддаленості f ($0,5 < f < 1,5$).

22. Спосіб за п. 19 або 21, який **відрізняється** тим, що фасонну деталь проводять з постійною швидкістю через технологічну камеру і в цей час бомбардують електронами.

23. Спосіб за п. 19 або 21, який **відрізняється** тим, що фасонну деталь вводять в технологічну камеру і в ній в стаціонарному режимі шляхом одноразового або багаторазового процесу опромінення бомбардують електронами.

24. Спосіб за п. 19 або 21, який **відрізняється** тим, що фасонну деталь бомбардують електронами за допомогою так званого методу послідовного крокового експонування.

25. Спосіб за п. 19 або 21, який **відрізняється** тим, що фасонну деталь обертають в технологічній камері навколо осі, що проходить між обома вікнами виходу електронів, і за цей час за одноразовий або багаторазовий процес опромінення бомбардують електронами.

26. Застосування способу за одним з попередніх пунктів для модифікування синтетичних матеріалів, стерилізації продуктів/напівфабрикату фармацевтичної промисловості, дезінфекції і/або стерилізації тарних упаковок, затверднення покриттів або дезінфекції і/або стерилізації предметів, фруктів або інших натуральних продуктів.

Винахід стосується пристрою і способу модифікування властивостей речовин на поверхні і в крайовій зоні тривимірних фасонних деталей за допомогою енергії електронів. Вказані також можливості застосування способу.

За допомогою електронів енергія в просторовому відношенні і з точним визначенням може бу-

ти введена в матеріали, для того, щоб змінити властивості їх речовин на поверхні, в крайовому шарі або в об'ємі. Необхідні для цього електрони генеруються, формуються і прискорюються в прискорювачах електронів, перш ніж вони через в більшості випадків плоске вікно виходу електронів будуть спрямовані з високого вакууму на більш

високий рівень тиску в технологічній камері. При цьому бажана переважно постійна щільність електронів по всій протяжності вікна виходу електронів. Після пронизування газового шару (наприклад, повітря) на дистанції між вікном виходу електронів і виробом електрони досягають поверхні виробу, що обробляється.

Як прискорювачі електронів використовуються площинні електронні гармати, які також називаються діапазонними випромінювачами, або осьовими електронними гарматами. Виконаний у вигляді осьової електронної гармати прискорювач електронів по рівню техніки містить додатково камеру відхилення електронного променя з відхиляючою системою, за допомогою якої генерований електронний промінь відхиляється періодично по всьому вікну виходу електронів і в середньому за часом у всіх ділянках вікна з приблизно однаковою тривалістю знаходження.

Тривимірні фасонні деталі, такі, наприклад, як тарні упаковки, медичні імпланти, набори медичних операційних інструментів, протези з різних матеріалів (наприклад, синтетичного матеріалу, паперу, металу, кераміки) використовуються в різних сферах (наприклад, в промисловості пакувальних матеріалів, фармації, медичній техніці, промисловості пластичної маси). Для певних випадків застосування потрібна зміна властивостей (наприклад, стерилізація, функціоналізація поверхні, структурування, загартування) всієї поверхні або крайового шару фасонної деталі.

Відомий вплив на властивості всієї поверхні тривимірних фасонних деталей за допомогою енергії електронів, завдяки тому, що фасонну деталь за декілька пробігів (DE 199 42 142 A1) і в зміненому положенні проводять повз вікно виходу електронів. Відомі пристрої для генерування електронів для модифікації властивостей фасонних деталей сконструйовані таким чином, що по всьому вікну виходу електронів генерується і віддається приблизно однакова по щільності енергія електронів.

Завдяки зміні положення фасонної деталі забезпечується подача енергії електронів до всієї поверхні фасонної деталі. Недолік таких пристроїв полягає в тому, що багаторазовий пробіг пов'язаний з відносно великою витратою часу. Зміна положення фасонної деталі між окремими пробігами також не може здійснюватися довільно, а повинна бути підібрана таким чином, щоб окремі ділянки поверхні в сукупності не бомбардувалися різною по щільності енергією електронів, що привело б до різних властивостей.

За рівнем техніки, вся поверхня тривимірної фасонної деталі протягом лише одного пробігу модифікується за допомогою енергії електронів, завдяки тому, що декілька (щонайменше, два або три) вікон виходу електронів розташовуються таким чином, що вони оточують поперечник фасонної деталі, при цьому фасонна деталь проводить мимо цих вікон виходу електронів і тим самим вся тривимірна поверхня бомбардується електронами.

Від фірми LINAC Technologies (технічний опис "ELECTRON BEAN SURFACE STERILISATION

SYSTEM 200 KeV - The Ke VAC S") відомий пристрій стерилізації поверхні фасонних деталей за допомогою енергії електронів, в якому три прискорювачі електронів розташовані таким чином, що їх відповідні вікна виходу електронів охоплюють об'єм з перерізом рівнобедреного трикутника, через який за один пробіг проводяться фасонні деталі, що стерилізуються. Хоча за допомогою таких пристроїв, в порівнянні з відомими рішеннями, при яких фасонна деталь бомбардується електронами за декілька пробігів, меншають витрати часу, однак технічні витрати через використання трьох прискорювачів електронів є вельми високими.

Відомі подібні системи з трьох вікон виходу електронів, при яких, однак, електрони генеруються лише за допомогою одного прискорювача електронів і за допомогою однієї системи відхилення розподіляються на три вікна виходу електронів.

Всі відомі рішення з трьома вікнами виходу електронів використовують ту перевагу, що прискорювачі електронів через їх розташування у вигляді трикутника не впливають або лише трохи впливають один на одну, тобто, прискорені електрони одного прискорювача електронів не передають значної частки енергії на відповідні інші прискорювачі електронів. Це потрібно для того, щоб частку енергії, поглинену у вікні виходу електронів, і тим самим її робочу температуру обмежувати до підкритичного розміру. В іншому випадку перевищення температури використання матеріалів зруйнувало б матеріал покриття вікна, що легко пошкоджується внаслідок механічного навантаження від прикладеного зовні атмосферного тиску в порівнянні з високим вакуумом всередині електронної гармати. Для титанової фольги, що звичайно використовується у вікнах виходу електронів, максимальна температура в будь-якому випадку не повинна перевищувати приблизно 400°C. Для тривалого режиму роботи розраховують на температуру, що становить максимум 200-250°C.

Відома також система лише з двох вікон виходу електронів, розташованих одне навпроти одного. При цьому при технологічно необхідній малій відстані між вікнами виходу електронів значна частка енергії вводиться в протилежне вікно виходу електронів, наслідком чого, в залежності від конструкції, є підвищення температури в 2-5 разів. Необхідне обмеження максимальної температури може бути досягнуте лише шляхом пропорційного обмеження струму електронних пучків. Однак ця міра обмежує ефективну потужність всієї системи загалом.

Інша можливість обмеження температури двох розташованих одне навпроти одного вікон виходу електронів полягає в розміщенні додаткового абсорбера, такого, наприклад, як (щонайменше, напівпрозорої) конвеєрної стрічки між вікнами виходу електронів (US 2,741,704). Значна частка енергії попадає при цьому на абсорбер, що обмежує попадання додаткової енергії на протилежне вікно виходу електронів.

Відоме також рішення, при якому два вікна виходу електронів розташовані одне навпроти одного і з бічним зміщенням в напрямі транспортування виробів. Завдяки цьому запобігається попадання

потужності в протилежний прискорювач електронів і тим самим його перегрів.

У відомих установках, в яких два і більше вікон виходу електронів оточують фасонну деталь, і в яких через все вікно виходу електронів передається приблизно рівна по щільності енергія електронів, і фасонна деталь бомбардується електронами лише за один пробіг, окремі ділянки поверхні фасонної деталі в залежності від її геометричних розмірів і витікаючої з цієї різної відстані від ділянок поверхні до вікна виходу електронів навантажуються різними дозами (енергія на одиницю площі або енергія на одиницю маси) енергії електронів.

Для того, щоб реалізувати певну властивість на фасонній деталі, потрібна певна доза енергії електронів. З міркувань доцільності потужність генератора електронів встановлюють таким чином, щоб на тих ділянках поверхні, на які надходить найменша доза, доза, що потрапляє туди, в точності або щонайменше відповідала б дозі, що вимагається для модифікації властивості. Всі інші ділянки поверхні фасонної деталі неминуче навантажуються більш високою дозою. Ця більш висока доза енергії позначається також як наддоза. Чим вище наддоза на окремих ділянках фасонної деталі, тим сильніше властивості в цих ділянках відрізняються від цільових параметрів. Однак наддоза енергії електронів не тільки негативно впливає на властивості фасонної деталі, що модифікуються, але і може призвести до негативних або абсолютно порушуючих технологію побічних ефектів внаслідок утворення небажаних продуктів реакції (наприклад, озону) в технологічному газі (наприклад, повітрі).

Параметр, що характеризується як коефіцієнт наддози, показує, у скільки разів перевищується доза, необхідна для встановлення бажаної властивості. За допомогою відомих установок в залежності від геометричних розмірів фасонних деталей, що модифікуються, в окремих ділянках поверхні досягаються коефіцієнти наддози, не прийнятні для багатьох випадків застосування для реалізації досить рівномірних властивостей по всій поверхні, що також приводить до вже названих небажаних побічних ефектів.

Для досягнення високої продуктивності потрібна узгоджено висока швидкість транспортування фасонних деталей. Через пропорціональність швидкості транспортування і струм електронних пучків досягнення технологічно заданої мінімальної дози (для операції стерилізації вона складає, наприклад, близько 25 Кгй) вимагає підвищення струму електронного пучка, пропорційного швидкості, що веде до непропорційно високого підвищення робочої температури вікна виходу електронів. Для випадку системи з двох прискорювачів електронів, розташованих один навпроти одного, без додаткового абсорбера або бічного зміщення системи не існує в цей час придатного на практиці рішення.

В основу винаходу встановлена тому технічна задача створити пристрій і спосіб, за допомогою яких долаються недоліки, властиві рівню техніки. Зокрема, пристрій і спосіб повинні бути придатні для того, щоб таким чином модифікувати власти-

вості тривимірних фасонних деталей з невеликими витратами часу і невисокими технологічними витратами, щоб здійснювалася досить рівномірна модифікація всієї поверхні або крайового шару фасонної деталі і проте не було недоліків всієї системи прискорювача електронів, що обмежують продуктивність. При цьому коефіцієнт наддози повинен бути настільки малий, щоб відповідав техніко/технологічним вимогам фасонних деталей.

Рішення технічної задачі виявляється завдяки об'єктам з ознаками пунктів 1 і 19 формули винаходу. Інші переважні варіанти здійснення винаходу виходять із залежних пунктів формули винаходу.

Згідно з рівнем техніки, досі виходили з того, що було потрібно щонайменше два вікна виходу електронів з бічним зміщенням або з розміщенням між ними абсорбером, або з обмеженням струмом електронних пучків, або три вікна виходу електронів, для того, щоб можна було за один прогон повністю бомбардувати електронами поперечний обхват тривимірної фасонної деталі і домогтися бажаної зміни властивостей. Згідно з винаходом, виявляється, що не потрібно обмеження струму електронних пучків, що виходить з розміщення вікон виходу електронів одне навпроти одного, і додатково можливе підведення до поверхні фасонної деталі приблизно рівномірно розподіленої дози енергії.

Згідно з винаходом, пристрій для зміни властивостей тривимірної фасонної деталі за допомогою електронів містить щонайменше один прискорювач електронів для генерування прискорених електронів і два вікна виходу електронів, при цьому обидва вікна виходу електронів розміщені одне навпроти одного. Разом з щонайменше одним відбивачем обидва вікна виходу електронів обмежують технологічну камеру, в якій фасонна деталь бомбардується електронами. При цьому вікна виходу електронів настільки віддалені одне від одного, що вплив на одне вікно виходу електронів енергії, випромінюваної з протилежного вікна виходу електронів, є незначним. Необхідна для цього відстань залежить по суті від прискорюючого потенціалу електронів, товщини і щільності фольги вікна виходу електронів і щільності газу між вікнами виходу електронів. Недолік, що полягає в тому, що при такій відстані вже не всі ділянки поверхні (зокрема, ділянки, які проходять в основному перпендикулярно поверхні вікна виходу електронів) фасонної деталі, що модифікується, в достатній мірі бомбардуються електронами, компенсується завдяки тому, що відбивач виконаний і встановлений таким чином, що електрони (зокрема, з крайових ділянок вікон виходу електронів), які не потрапили б на фасонну деталь, відбиваються рефлектором на ті поверхні фасонної деталі, які відчувають дефіцит в бомбардуванні електронами.

Пристрій згідно з винаходом містить також сенсорну систему, за допомогою якої може бути заереєстрований розподіл щільності енергії в технологічній камері щонайменше в тривимірному вимірюванні. У залежності від отриманих при цьому даних щільність енергії, віддана через вікно виходу електронів, може бути тоді відрегульована таким чином, щоб всередині камери, в якій реєст-

рувався розподіл щільності енергії, здійснювалося рівномірне бомбардування електронами поверхні фасонної деталі.

Пристрій такого типу є особливо придатним для фасонних деталей, які мають здебільшого круглий, овальний або трапецієвидний поперечний переріз. Але з його допомогою можуть бути модифіковані також фасонні деталі, що мають поперечний переріз іншого вигляду.

Для генерування прискорених електронів може застосовуватися прискорювач електронів, від якого електрони за допомогою відповідного відхиляючого розподільного пристрою розподіляються на обидва вікна виходу електронів. Як альтернатива, однак, кожному вікну виходу електронів може бути також доданий окремий прискорювач електронів. Як прискорювачі електронів придатні як площинні електронні гармати, які називаються також діапазонними випромінювачами, так і осеві електронні гармати.

При паралельній установці двох розташованих один проти одного, плоских вікон виходу електронів з оптимальною віддаленістю і розміщенням відбивної системи згідно з винаходом, протягом електронної обробки фасонних деталей з переважно трапецієвидним поперечним перерізом могли бути реалізовані коефіцієнти наддози, що лежать при значенні нижче 4, тоді як при обробці таких же фасонних деталей в пристроях за рівнем техніки, що містять три вікна виходу електронів або два розташованих одне навпроти одного вікна виходу електронів і розміщений між ними абсорбер, необхідно було змиритися з коефіцієнтами наддози, що мають значення набагато вище 4. Тем самим в порівнянні з відомими рішеннями при високій продуктивності, по-перше, економиться енергія, по-друге, поверхня тривимірного виробу оберігається від радіоактивних пошкоджень, а також, завдяки незначному викиду озону, меншають побічні ефекти, що порушують технологічний процес.

Варіантом здійснення винаходу охоплені два відбивачі, що обмежують технологічну камеру, і розташовані дзеркально-симетрично один навпроти одного. При цьому кожний з двох відбивачів може складатися з великого числа окремих відбивачів.

У переважному варіанті здійснення відбивачі є одночасно складовою частиною сенсорної системи для реєстрування розподілу щільності енергії. При цьому, наприклад, декілька відбивачів або окремих відбивачів, які виконані з матеріалу з високим порядковим номером (наприклад, золота, вольфраму або молібдену), через резистор електрично сполучені з електричною масою або іншим електричним потенціалом. Електрони, що не відбиваються відбивачем/окремим відбивачем, утворюють тоді магнітний потік, що створюється струмом, так що через доданий відбивачеві/окремому відбивачеві резистор можна реєструвати напруження. По значеннях зареєстрованого напруження на окремих відбивачах/окремому відбивачах можна тоді судити відповідно про щільність енергії електронів, відбитих одним відбивачем, і взяти відповідні заходи по регулюванню відносно рівномірного розподілу щільності енергії.

Особливо переважно, якщо таким чином розподіл щільності енергії реєструється і відповідно оцінюється по x -, y - і z -координатам прямокутної системи координат.

За допомогою подібної комбінації відбивачів і сенсорної системи можна також, наприклад, реєструвати, чи знаходиться фасонна деталь в технологічній камері. У залежності від цього можна регулювати генерування електронів, так що потужність прискорювача електронів, наприклад, в тому випадку, коли фасонна деталь знаходиться в технологічній камері, регулюється до технологічно специфічного значення і в іншому випадку знижується або меншає до нуля.

При встановленні згідно з винаходом максимальний коефіцієнт наддози, що з'являється, або рівномірне бомбардування поверхні фасонної деталі електронами, може бути додатково оптимізоване завдяки тому, що обидва вікна виходу електронів в залежності від геометричних розмірів однієї з фасонних деталей, що обробляються, встановлюють під кутом одне до одного, так що по можливості багато які ділянки поверхні фасонної деталі в приблизно однаковій мірі віддалені від вікна виходу електронів, випромінюючого енергію.

Нарівні з плоскою формою вікон виходу електронів вони можуть бути також виконані, наприклад, угнутими до фасонної деталі або також можуть бути приведені у відповідність з геометричними розмірами фасонної деталі, що також сприяє тому, що по можливості багато які ділянки поверхні фасонної деталі в приблизно однаковій мірі віддалені від вікна виходу електронів, випромінюючого енергію, завдяки чому можуть бути досягнуті менші коефіцієнти наддози.

У варіанті здійснення винаходу генератор електронів включає в себе установку, за допомогою якої щільність енергії електронів, що віддається з поверхні щонайменше одного вікна виходу електронів, може регулюватися таким чином, що з окремих ділянок вікна виходу електронів віддається різна по щільності енергія електронів. Так, наприклад, в окремих ділянках вікна, в яких навпроти вікна розташовуються ділянки поверхні фасонної деталі на великому віддаленні, щільність енергії електронів підвищується в порівнянні з окремими ділянками вікна, в яких навпроти вікна розташовуються ділянки поверхні фасонної деталі на меншому віддаленні, так що по можливості всі ділянки поверхні фасонної деталі поглинають рівну дозу і тим самим по всій поверхні на модифікованій глибині обробки (поверхня або крайовий шар), формуються однорідні властивості. Як засоби модифікування щільності енергії електронів по окремих ділянках вікна виходу електронів всередині площинної електронної гармати (без електромагнітного відхилення пучка) можуть використовуватися горизонтальні конструктивні, вхідні в електронну оптику системи, такі, як діафрагми, допоміжні електроди або конструктивні елементи, що впливають на температуру катода, які впливають на розподіл потоку електронів.

Інша можливість полягає в розміщенні засобів поза прискорювачем електронів, зокрема, магніт-

них і/або електричних систем, що впливають на напрям прискорених електронів.

Інший варіант здійснення винаходу відрізняється тим, що щонайменше одне вікно виходу електронів розміщене з можливістю переміщення. Так, це вікно виходу електронів, наприклад, спочатку, коли фасонна деталь розміщується в технологічній камері між обома вікнами, перекидається до торцевої сторони фасонної деталі, щоб поліпшити з торцевої сторони бомбардування електронами. При подальшому переміщенні фасонної деталі через технологічну камеру вікно може тоді відкидатися в напрямі паралельного розташування до протилежного вікна і при виході з технологічної камери в напрямі зворотної сторони фасонної деталі. Однак можна також виконувати з вікном інші види рухів. Так, наприклад, вікно може періодично проходити одночасно в напрямі фасонної деталі.

Інша оптимізація при постановці задачі модифікування властивостей рівномірно по всій поверхні фасонної деталі можлива за допомогою установки, яка за допомогою магнітної і/або електричної відхиляючої системи керує не тільки точкою, в якій електрон залишає вікно виходу електронів, але і напрямом виходу електрона в цій точці. Завдяки цьому певні ділянки поверхні фасонної деталі ще точніше можуть бомбардуватися електронами.

У переважному варіанті здійснення винаходу щонайменше одне вікно виходу електронів виконане у вигляді вакуумщільної фольги і тим самим як випускний бар'єр між камерою управління пучка і технологічною камерою. Альтернативно вікно виходу електронів може бути виконане також як газопроникний рівень тиску між генератором електронів і технологічною камерою.

Спосіб зміни властивостей тривимірної фасонної деталі за допомогою електронів, згідно з винаходом, відрізняється тим, що за допомогою щонайменше одного прискорювача електронів електрони генеруються, прискорюються і випускаються з площі двох, розташованих одне навпроти одного, вікон виходу електронів, при цьому обидва вікна виходу електронів і щонайменше один відбивач електронів обмежують технологічну камеру, в якій поверхня або крайовий шар фасонної деталі бомбардується електронами, при цьому за допомогою сенсорної системи реєструється розподіл щільності енергії всередині технологічної камери щонайменше в тривимірному вимірюванні і відстань між вікнами виходу електронів встановлюється таким чином, що вплив на одне вікно виходу електронів енергії, випромінюваної з протилежного вікна виходу електронів, є незначним.

Переважно відстань між вікнами виходу електронів встановлюється в залежності від прискорюючого потенціалу електронів і товщини і щільності вікон виходу електронів.

У варіанті здійснення винаходу відстань a між вікнами виходу електронів встановлюють в діапазоні, що виходить з формули

$$a = f * \frac{6,67 * 10^{-7} \frac{(U_b * k_1)^{5/3}}{\rho_w} * k_2 - \rho_F * d_F}{\rho_G}$$

a = відстань між прискорювачами електронів

U_b = прискорюючий потенціал;

ρ_w = щільність води;

ρ_G - щільність середовища між вікнами виходу електронів;

ρ_F = щільність фольги вікна;

d_F = товщина фольги вікна;

$k_1 = 1 * V^{-1}$;

$k_2 = 1 * (g/m^2)^{-1}$,

з коефіцієнтом віддаленості f ($0,5 < f < 1,5$).

Діапазон для відстані a виходить тут з діапазону значень коефіцієнта віддаленості f , при цьому з коефіцієнта віддаленості зі значенням 1 виходить оптимальне розрахункове значення для відстані a .

Для опромінення фасонної деталі всередині технологічної камери між двома вікнами виходу електронів існують різні альтернативні можливості.

Так, фасонна деталь може бути з постійною швидкістю проведена через технологічну камеру і в цей час бомбардована електронами.

Існує також альтернативна можливість, яка полягає в тому, що фасонна деталь вводиться в технологічну камеру і в ній в стаціонарному режимі шляхом одноразового або багаторазового процесу опромінення бомбардована електронами.

У наступному варіанті здійснення винаходу фасонна деталь бомбардується електронами за допомогою так званого методу послідовного крокового експонування. Під цим потрібно розуміти, що фасонна деталь таким чином вводиться в технологічну камеру, що щонайменше частина фасонної деталі виступає в технологічну камеру. У стаціонарному режимі фасонна деталь бомбардується тоді електронами з вікон виходу електронів. За цим йде повторна стадія переміщення, за яку фасонна деталь переміщається на чергову відстань в технологічній камері або через неї. У нерухомому стані потім знову відбувається стадія опромінення, на якій фасонна деталь знову бомбардується електронами. Таким чином кроки переміщення і опромінення чергуються, доти, поки фасонна деталь повністю не переміститься через технологічну зону. Відповідна стадія переміщення може при цьому здійснюватися таким чином, що окремі ділянки поверхні, після відповідних стадій переміщення бомбардовані електронами, примикають одна до одної або, в альтернативному варіанті, перекривають одна одну.

Нарешті, можна також здійснювати модифікування фасонної деталі завдяки тому, що фасонна деталь обертається в технологічній камері навколо осі, що проходить між обома вікнами виходу електронів, і за цей час за одноразовий або багаторазовий процес опромінення бомбардується електронами.

Способи згідно з винаходом можуть застосовуватися, наприклад, для стерилізації тарних упаковок і продуктів фармацевтичної промисловості і медичної техніки, для стерилізації/дезінфекції або знезараження таких продуктів, як фрукти, яйця або

інші натуральні продукти, для модифікування синтетичних матеріалів, затверднення покриттів або для стерилізації/дезінфекції предметів.

Приклад здійснення винаходу

Винахід детально пояснюється нижче на основі переважного прикладу здійснення. На кресленнях зображено:

Фіг. 1 схематичне зображення поперечного перерізу пристрою згідно з винаходом;

Фіг. 2 графічне зображення в поперечному перерізі розподілу по глибині дози електронів, випромінюваних вікнами 5a і 5b випуску електронів з фіг. 1;

Фіг. 3 схематичне зображення сенсорної системи, що включає в себе відбивачі 7a1 і 7b1 з фіг. 1.

На фіг. 1 в схематичному вигляді представлений пристрій 1 для електронної обробки з метою стерилізації поверхні фасонної деталі 2 в поперечному перерізі. Фасонна деталь 2 являє собою довгастий предмет з трапецієвидним поперечним перерізом. Пристрій 1 складається з двох прискорювачів електронів 3a, 3b, виконаних у вигляді площинних електронних гармат, кожний з яких містить камеру 4a, 4b прискорення електронів і вікно 5a, 5b виходу електронів. При цьому вікна виходу електронів виконані у вигляді титанової фольги товщиною 11 мкм. Прискорювачі електронів 3a, 3b виконані таким чином, що плоскі вікна 5a, 5b виходу електронів встановлені паралельно по одній осі одне навпроти одного. Між обома вікнами 5a, 5b виходу електронів фасонну деталь 2 безперервно проводять на стрічковій транспортуючій системі 6, призупиненій на висоті вікна 5b виходу електронів і крапковою лінією показаною на фіг. 1, і при цьому до всієї її поверхні подається енергія електронів. На похилі бічні поверхні фасонної деталі 2 при цьому відповідно передавалася б найменша доза енергії до точок, найбільш віддалених від вікон виходу електронів, що компенсується завдяки розміщенню електронних відбивачів 7a1, 7b1, 7a2, 7b2 із золота. Це відбувається завдяки тому, що пропущені крайові пучки 8a1, 8a2, 8b1, 8b2 відповідних електронних пучків обох прискорювачів 3a, 3b електронів потрапляють на відповідно найближчий електронний відбивач, відбиваються там і завдяки кутовому розміщенню відбивачів прямують в зону найменшої дози на фасонну деталь. З такого компонування виходить доза енергії на всій поверхні або також в крайовому шарі фасонної деталі з мінімальним коефіцієнтом наддози, максимальним використанням потоку електронів і мінімумом реактивного озону, що утворюється в повітряному проміжку.

Вибрана в системі відстань між обома вікнами 5a і 5b виходу електронів відповідає в значній мірі наступній залежності:

$$a = f * \frac{6,67 * 10^{-7} \frac{(U_b * k_1)^{5/3}}{\rho_w} * k_2 - \rho_F * d_F}{\rho_G}$$

a - відстань між прискорювачами електронів

U_b = прискорюючий потенціал;

ρ_w = щільність води;

ρ_G - щільність середовища між вікнами виходу електронів;

ρ_F = щільність фольги вікна;

d_F = товщина фольги вікна;

$k_1 = 1 * V^{-1}$;

$k_2 = 1 * (g/m^2)^{-1}$,

з коефіцієнтом віддаленості f (0,5 < f < 1,5), причому f=1 визначає оптимальну відстань.

При титановій фользі товщиною 11 мкм як вікна 5a, 5b виходу електронів і середовищу з повітря (тут гадане 1188 г/м³) між цими вікнами виходу електронів виходить оптимальна відстань, що становить 196 мм.

На фіг. 2 показаний як приклад розподіл дози по глибині розташування згідно з винаходом двох прискорювачів електронів за фіг. 1 з товщиною фольги (титан) вікна виходу електронів, що складає 11 мкм, при прискорюючому потенціалі 150 кВ і оптимальній відстані між вікнами виходу електронів 196 мм. Кривою 10 представлений розподіл дози енергії, виробленої прискорювачем 3a електронів, по глибині проникнення електронів. Енергія електронів в точці 11 при вазі одиниці поверхні, що складає 280 г/м² (при щільності 1000 г/м³ відповідає глибині проникнення в мм, відповідної числовому значенню, тобто у вказаному випадку 280 мм), знижена до нуля. Лише на цій відстані знаходиться вікно 5b виходу електронів, вага одиниці поверхні якого представлена на фіг. 2 у вигляді заштрихованого поля. Подібні умови виходять для прискорювача 3b електронів, вироблена доза енергії якого представлена у вигляді кривої 13, в точці 14 знижена до нуля (в зображенні на фіг. 2 при приблизно 50 г/м²). Відстань між точками 11 і 14 являє собою відстань між обома вікнами 5a і 5b виходу електронів і відповідає вазі одиниці поверхні приблизно 230 г/м², що відповідає, помножене на щільність повітря (тут прийнято 1188 г/м³), приблизно 196 мм. Таким чином, згідно з винаходом, при прийнятих умовах виходить оптимальна відстань 196 мм, при якій не відбувається поглинання потужності у відповідному протилежному вікні виходу електронів. Відстань може варіюватися відповідно до коефіцієнта віддаленості.

На фіг. 2 також показана точка 16 з найбільшою дозою енергії, виробленою при приблизно 100 г/м² прискорювачем 3a електронів. Приблизно в цій точці розміщені електронні відбивачі 7a1 і 7a2. З урахуванням представленої у вигляді заштрихованого поля 15 ваги одиниці поверхні вікна 5a виходу електронів, що становить приблизно 50 г/м², виходить в просвіті оптимальна віддаленість відбивачів 7a1 і 7a2 від вікна 5a виходу електронів, яка складає приблизно 42 мм. Ті ж співвідношення діють для прискорювача 3b електронів з відбивачами 7b1 і 7b2.

На фіг. 3 показана в деталях відбивна система, що включає в себе відбивачі 7a1 і 7a2 з фіг. 1, які одночасно виконані як складові частини сенсорної системи. З фіг. 3 видно, що відбивачі 7a1 і 7b1 в напрямі у, тобто в напрямі переміщення фа-

сонної деталі 2, поділені на часткові відбивачі 7a1.1 і 7a2.2. При цьому кожний частковий відбивач встановлений електрично ізольованим від всіх інших часткових відбивачів. Аналогічно тому, як частковому відбивачеві 7a1.1 доданий вимірювальний пристрій 9a1.1, так і кожному наступному частковому відбивачеві доданий вимірювальний пристрій, за допомогою якого можуть бути зареєстровані потоки електронів, що потрапляють на відповідний частковий відбивач.

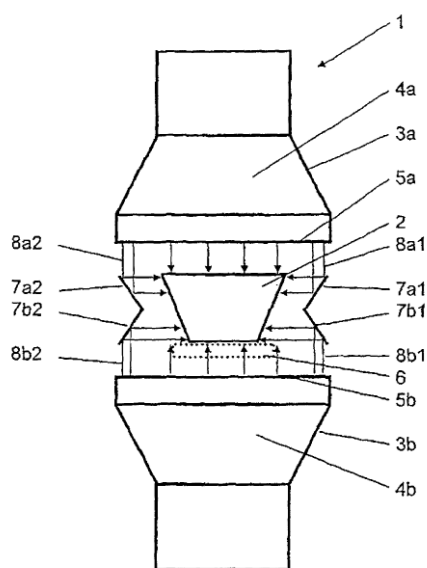
Як було щойно описано в зв'язку з відбивачами 7a1 і 7b1, відбивачі 7a2 і 7b2, розміщені дзеркально-симетрично відбивачам 7a1 і 7b1, також поділені на часткові відбивачі 7a2 і 7b2, яких одночасно разом з доданими ним вимірювальними пристроями є складовими частинами сенсорної системи.

Таким чином, в кожному випадку в напрямках x , y і z є щонайменше дві точки вимірювання з відповідними результатами вимірювань, за допомогою яких можна робити висновки про розподіл щільності потоку електронів в напрямі x , y і z . При цьому потрібно визнати, що висновок про розподіл щільності потоку електронів може бути зроблений тим більше точним, чим вище кількість часткових відбивачів, сформованих у напрямках x , y і/або z .

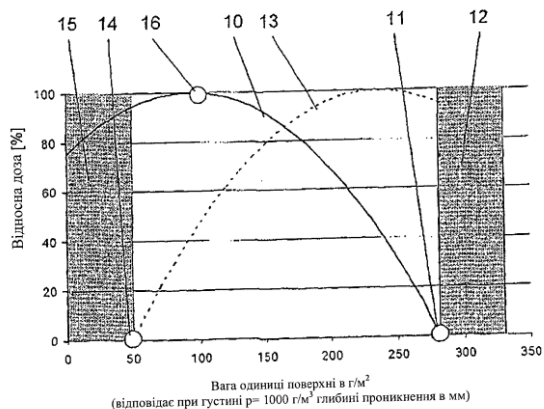
У залежності від отриманих таким чином розподілів щільності потоку електронів пристрій 1

придатний тому для безперервного контролю технологічного процесу шляхом спостереження і, за необхідності, регулювання розподілу щільності електронного потоку обох протилежних прискорювачів 3a і 3b електронів. Тому за допомогою пристрою 1, згідно з винаходом, можна, по-перше, з повним охопленням бомбардувати електронами всю поверхню фасонної деталі 2 незважаючи на лише два вікна 5a, 5b виходу електронів, по-друге, процес при цьому може бути відрегульований таким чином, що всі ділянки поверхні навантажуються в основному рівною дозою енергії.

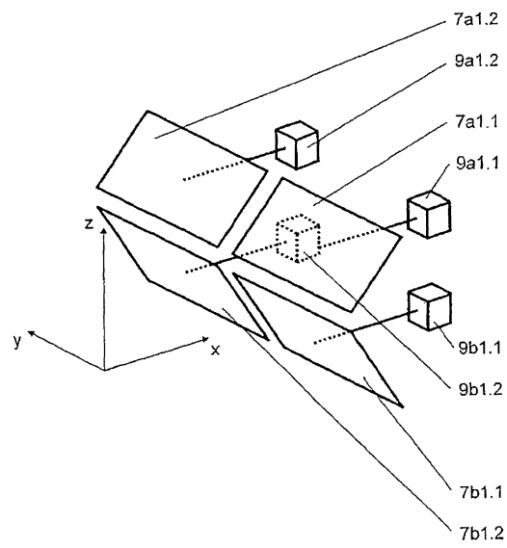
Крім того, шляхом комбінування відбивної і сенсорної систем можна в просторовому відношенні і за часом контролювати знаходження фасонної деталі 2 в технологічній зоні. За відсутності фасонної деталі 2 крайові потоки 8 потрапляють на відповідно протилежний відбивач (наприклад, крайовий потік 8a1 на відбивач 7a1 і потім на відбивач 7a2) і реєструються в сенсорній системі як значення потоку електронів, що підвищується. При знаходженні фасонної деталі 2 в технологічній зоні, навпаки, фасонна деталь 2 поглинає відображені крайові потоки і зареєстрований сигнал меншає. Додатково меншає частка інших розсіяних електронів, які потрапили на сенсорну систему. Таким чином, можна дійти висновку, чи знаходиться фасонна деталь 2 в технологічній зоні.



Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3