

Винахід відноситься до технології електромагнітного роз'єднання ізотопів і може бути використаний для виробництва чистих та радіоактивних ізотопів хімічних елементів.

Відомий спосіб розділення ізотопів /Дмитрук М.И. и др. в кн. Физическая электроника. М., Атомиздат, 1965, с. 47 - 70/ 1/, що включає іонізацію речовини, яка розділюється, створення пучків іонів, подання пучків іонів до вакуумної камери, у якій створена область схрещених аксіально-симетричних неоднорідного електричного та однорідного магнітного полів, накопичення ізотопів у іонних приймачах. При цьому, надання пучка іонів до області схрещених полів здійснювали у два етапи. На першому етапі фокусували іони у горизонтальному та вертикальному напрямках, а на другому етапі здійснювали подання пучка до області схрещених магнітного та електричного полів, які мають спеціальну конфігурацію та забезпечують виділення малої кількості чистих ізотопів /С > 99%/ важких елементів.

Недоліком такого способу є низька продуктивність і висока собівартість, що викликана наявністю кількох етапів проходження пучка крізь електромагнітне поле.

Відомий спосіб розділення ізотопів /авт. свід. СРСР №1387236, В01D 59/48, 1985/ 2/, що включає створення пучка іонів речовини, яка роз'єднується, формування у вакуумі, в об'ємі, області схрещених аксіально-симетричних магнітного та радіально-неоднорідного у площині, яка перпендикулярна осі симетрії області з напруженістю, що спрямована до згаданої осі симетрії, електричного полів, створення у згаданій області компенсаційного утворення заряджених частинок, подання пучка іонів у згадану область із згаданим утворенням, накопичення ізотопів в іонних приймачах. При цьому, компенсаційне утворення заряджених частинок із замкненим дрейфом електронів та завдання потенціалу електричного поля у вигляді квадратичної функції радіуса дозволяє компенсувати об'ємний заряд іонів пучків та зменшити їх розходження і збільшити граничну величину струму у пучках, тобто підвищити продуктивність. Завдання електричного потенціалу згаданого вигляду забезпечує рекуперацію енергії іонів, зниження енерговитрат і, у підсумку, зниження собівартості продукту.

Однак, у відомому способі формування однорідного поздовжнього магнітного поля потребує використання потужного електромагніту, який має великі масу і габарити, що у підсумку, визначає високу собівартість способу. Крім того, створюваний у відомому способі пучок іонів являє собою смугу у вигляді дуги, сила струму якого пропорційна поперечному перерізу смуги, що обмежує величину струму і, як наслідок, визначає невисоку продуктивність способу.

В основу винаходу поставлена задача у способі роз'єднання ізотопів, шляхом утворення певної конфігурації електричного та магнітного полів, та параметрів пучка іонів забезпечити більш повне роз'єднання ізотопів, що сприяє підвищенню продуктивності та зниженню собівартості способу.

Поставлена задача вирішується способом роз'єднання ізотопів, що включає створення пучка іонів речовини, яка роз'єднується, формування у вакуумі, в об'ємі, області схрещених аксіально-симетричних магнітного поля та електричного поля, радіально-неоднорідного у площині, яка перпендикулярна осі симетрії області та спрямованого до осі симетрії області, подання пучка іонів до згаданої області та накопичення ізотопів у іонних приймачах. Згідно з винаходом пучок іонів створюють трубчато-циліндричним, вісь якого співпадає з віссю симетрії області, у згаданій області магнітне поле формують неоднорідним у площині, яка перпендикулярна осі симетрії області, напруженість магнітного поля задають азимутально спрямованою проти руху стрілки годинника на поверхні площині, на яку спрямований згаданий пучок іонів, величини напруженостей електричного та магнітного полів задають обернено пропорційними відстані до згаданої осі симетрії, а швидкість вильоту основного іона із джерела задають однаковою з дрейфовою швидкістю зарядженої частинки у згаданій області, яка визначається умовою: $V_d = C(E_r / H_a)$, де E_r - величина напруженості радіального електричного поля $\text{см}^{-1/2} \cdot r^{-1/2} \cdot \text{с}^{-1}$, H_a - величина напруженості азимутального магнітного поля $\text{см}^{-1/2} \cdot r^{-1/2} \cdot \text{с}^{-1}$, C - швидкість світла, $\text{см}/\text{с}$.

Формування у об'ємі області схрещених аксіально-симетричних магнітного поля та електричного поля, радіально-неоднорідного у площині, що перпендикулярна осі симетрії області та спрямованого до осі симетрії області, сприяє більш різкому роз'єднанню траєкторій ізотопів у обмеженій області, що веде до підвищення продуктивності способу та зниження його собівартості.

Формування у згаданій області магнітного поля неоднорідним у площині, що перпендикулярна осі симетрії області, веде до руду різних ізотопів по окремим траєкторіям у згаданій області, що сприяє більш високому ступеню роз'єднання і, як наслідок, підвищенню продуктивності способу та зниженню його собівартості.

Створення пучка іонів трубчато-циліндричним, вісь якого співпадає з віссю симетрії області, веде до збільшення сили струму у пучці і, як наслідок, до підвищення продуктивності способу.

Завдання напруженості магнітного поля азимутально спрямованою проти руху стрілки годинника на поверхні площині, на яку спрямован згаданий пучок іонів, визначає рух іонів у площинах, що містять вісь симетрії згаданої області, а також веде до різкого роз'єднання траєкторій ізотопів у обмеженій області і, як наслідок, до підвищення продуктивності способу та зниження його собівартості.

Завдання величин напруженостей електричного та магнітного полів обернено пропорційними відстані до осі симетрії заданої області веде до незалежності дрейфової швидкості від цієї відстані, внаслідок чого траєкторії руху іонів визначаються значно меншою кількістю параметрів, ніж у способі, який обраний як прототип, що полегшує керування рухом іонів у згаданій області, сприяє більш різкому роз'єднанню траєкторій ізотопів та веде до підвищення продуктивності способу та зниження його собівартості.

Завдання швидкості вильоту основного іона рівної дрейфовій швидкості, яка визначається умовою $V_d = C(E_r / H_a)$, дає змогу збільшити струм джерела іонів, що веде до підвищення продуктивності способу.

На фіг.1 наведена загальна схема руху ізотопів речовини, що роз'єднується запропонованим способом;

на фіг.2 наведені траєкторії руху ізотопів ${}^6_3\text{Li}$ та ${}^7_3\text{Li}$; на фіг.3 наведені траєкторії руху ізотопів ${}^{204}_{82}\text{Pb}$ та ${}^{208}_{82}\text{Pb}$, де a - радіус трубчато-циліндричного пучка.

Область взаємодії іонів речовини, що роз'єднується, визначається наявністю у об'ємі схрещених аксіально-симетричних електричного та магнітного полів /фіг.1/. Напруженість магнітного поля задана азимутально спрямованою проти руху стрілки годинника на поверхні площині ХУ, що перпендикулярна осі

симетрії Z згаданої області при умові, що трубчасто-циліндричний пучок іонів з джерела 1 спрямований на цю поверхню, причому вісь пучка співпадає з віссю симетрії Z. Напруженість електричного поля задана радіально-спрямованою у площинах, паралельних площині XY до осі симетрії Z. Для накопичення використовують приймачі 2.

Пропонований спосіб роз'єднання ізотопів здійснюють таким чином. За допомогою джерела 1 іонів речовини, що роз'єднується, створюють трубчасто-циліндричний пучок іонів /фіг.1/, вісь якого співпадає з віссю Z. Одночасно формують у вакуумі, у об'ємі, область схрещених аксіально-симетричних магнітного H_α та електричного E_r полів. Величини напруженостей електричного E_r та магнітного H_α полів у згаданій області задають обернено пропорційними відстані до осі Z. Згаданий пучок іонів подають у згадану область, при цьому швидкість вильоту V_{oz} основного іона з джерела 1 задають такою, щоб вона дорівнювала дрейфовій швидкості V_d зарядженої частинки у згаданій області. Значення швидкості вильоту визначають із співвідношення $V_{oz} = C(E_r / H_\alpha)$. При цьому, у області схрещених аксіально-симетричних магнітного H_α та електричного E_r полів відбувається ефективне роз'єднання вихідного іонного пучка на пучки, кожний з яких складається з іонів однакової маси, які прямують відповідними траєкторіями до відповідного приймача 2 з розкидом, пов'язаним з наявністю малих, у порівнянні з V_{oz} розкидів радіальної та поздовжньої швидкостей іонів.

Приклад 1. За допомогою джерела 1 іонів створюють трубчасто-циліндричний пучок іонів літія, у якому струм дорівнює 2А, та спрямовують його до створеної у вакуумі 10^{-7} торр об'ємної області схрещених аксіально-симетричних магнітного H_α електричного E_r полів. При цьому, у точках вильоту пучка іонів з джерела 1 напруженість магнітного поля H_α складає 33З, а напруженість електричного поля E_r складає

1,3В/см. Швидкість вильоту V_{oz} основного іона ${}^6_3\text{Li}$ у точках вильоту дорівнює $4 \cdot 10^6$ см/сек. У згаданій

області пучок іонів роз'єднується на пучки по масам відповідних іонів ${}^6_3\text{Li}$ та ${}^7_3\text{Li}$, які прямують відповідними траєкторіями з розкидом відповідно δ_0 та δ_1 /фіг.2/ до відповідного приймача 2, де відбувається їх

накопичення. Продуктивність пропонованого способу у цьому прикладі складає для основного іона ${}^6_3\text{Li}$ 3,64

$\cdot 10^{-2}$ г/час, а для іона ${}^7_3\text{Li}$ - 0,486 г/час.

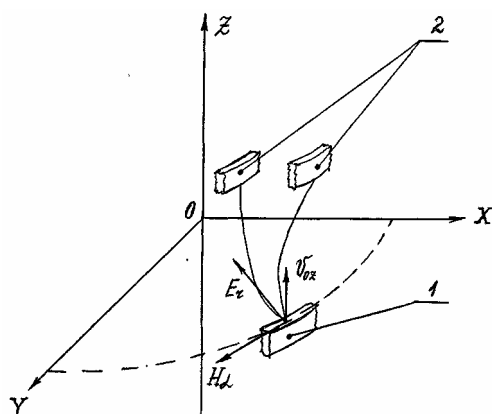
Приклад 2. Також, як у прикладі 1 створюють пучок іонів свинця і спрямовують його до згаданої області. При цьому у точках вильоту пучка іонів з джерела 1 напруженість магнітного поля H_α складає 274,5З, а

напруженість електричного поля E_r складає 2,37В/см. Швидкість вильоту V_{oz} основного іона ${}^{204}_{82}\text{Pb}$ у точках вильоту дорівнює $9,72 \cdot 10^6$ см/сек. У згаданій області пучок іонів роз'єднується на пучки по масам

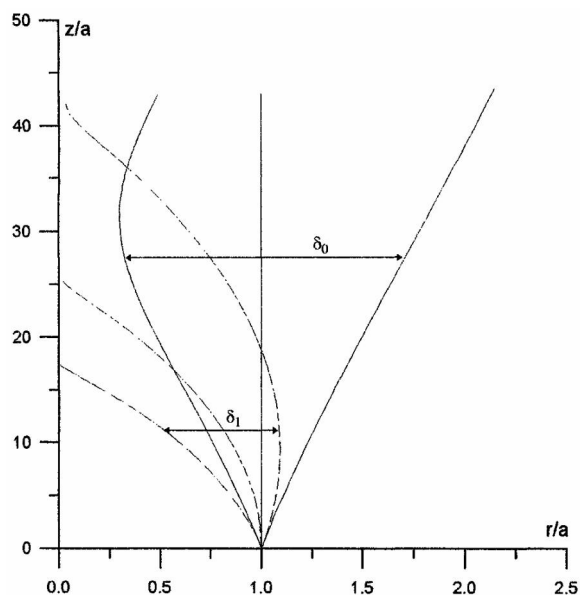
відповідних іонів ${}^{204}_{82}\text{Pb}$ та ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ з розкидом відповідно δ'_0 та δ'_1 /фіг.3/. Продуктивність пропонованого

способу у такому прикладі складає: для основного ${}^{204}_{82}\text{Pb}$ іона 0,223 г/час, а для іона ${}^{208}_{82}\text{Pb}$ - 8,128 г/час.

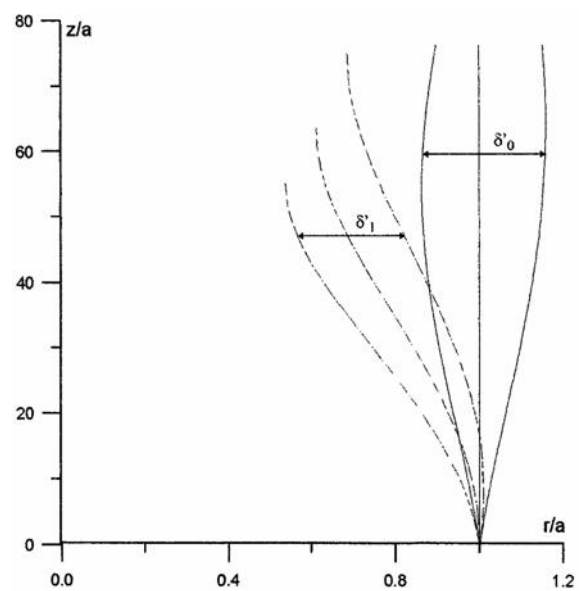
Таким чином, пропонований спосіб роз'єднання ізотопів дозволяє, у порівнянні з відомим способом /2/, підвищити продуктивність та зменшити собівартість роз'єднання ізотопів.



Фиг.1



Фиг.2



Фиг.3