



УКРАЇНА

(19) UA (11) 41317 (13) U
(51) МПК
C01B 33/02 (2009.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ КРЕМНІЮ І ШАРІВ З НЬОГО

1

2

(21) u200900493

(22) 23.01.2009

(24) 12.05.2009

(46) 12.05.2009, Бюл.№ 9, 2009 р.

(72) НОВІКОВ АНАТОЛІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ, UA

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ, UA

(57) Спосіб виготовлення кремнію і шарів з нього, що включає генерування газової плазми в реакторі за допомогою електродів, інжектування в нього сировини, яка містить кремнезем і відновлювач,

який **відрізняється** тим, що генерування плазми здійснюють запалюванням між електродами високовольтного тліючого розряду, сировину, що містить кремнезем, або виріб з неї поміщають у катодну зону високовольтного тліючого розряду і опромінюють потоком іонів та швидких атомів, що утворюються в високовольтному тліючому розряді, а також потоком квантів від джерела випромінювання, при цьому в плазмову зону високовольтного тліючого розряду подають технологічний газ та відновлювач, що містить вуглеводень.

Корисна модель відноситься до способів плазмового одержання кремнію та шарів з нього, що застосовуються, наприклад, у технології виробництва сонячних елементів.

Відомий спосіб одержання кремнію шляхом відновлення діоксиду кремнію вуглецем проводиться в електродуговій печі з графітовими електродами, що завантажують сумішшю, яка містить чисті сорти кварцового піску і вуглецю у вигляді вугілля, коксу і дерев'яних ошурків. Даний спосіб здійснюють пропусканням струму через суміш і нагріванням її до температури понад 2000°C, в результаті чого, після ряду перетворень, одержують технічний кремній, з якого шляхом гідрохлоридування одержують трихлорсилан, який, в свою чергу, відновлюють воднем до кремнію. [Таиров Ю.М., Цветков В.Ф. Технология полупроводниковых и диэлектрических материалов. -М.: Высшая школа, 1990. -432с., стр.169, рис.4.31].

Недоліком цього способу є його складність, велика витрата технологічних матеріалів, недостатня чистота одержуваного кремнію.

Відомий спосіб одержання кремнію [А.С.СССР, №1333229 С01В33/02, опубл. 23.08.87, БИ №31, 1987]. Його здійснюють шляхом введення порошкоподібного кварцу, агента, що відновлює, й іонізованого газу в піч, заповнену кускоподібними графітовими брикетами, що безупинно подаються в піч в міру їхньої витрати. В якості відновлюючого агента використовують вуглеводень або газову сажу, при цьому як іонізований газ використовують пропущений через електричну дугу плазмового

генератора газ, що відходить із зони реакції і містить окис вуглецю і водень. Електричну дугу генерують індуктивне.

Недоліком цього способу є велика витрата енергії і технологічних матеріалів.

Найбільш близьким до заявленого є спосіб виготовлення кремнію, що застосовуються в сонячних елементах [А.С.СССР, №1602391 С01В33/02, опубл. 23.10.90. БИ №39]. Цей спосіб виготовлення кремнію, який включає генерування газової плазми в реакторі, інжектування в нього сировини, що містить кремнезем і відновлювач, що містить вуглець, в якому з метою скорочення витрат і зниження собівартості продукту за рахунок скорочення витрат газу, генерування газової плазми здійснюють за допомогою електродів, встановлених у верхній та нижній частинах корпуса реактора, оснащеного порожніми графітовими трубками, установленими вертикально по його периферії, а інжектування реагентів здійснюють спочатку у вигляді суміші, що містить 20мас.% надлишку відновлювача від стехіометрії, а потім тільки у вигляді сировини, що містить кремнезем в кількості, що забезпечує стехіометричне відношення реагентів у плазмі.

Недоліком цього способу є велика витрата енергії і технологічних матеріалів.

В основу корисної моделі поставлена задача створення плазмового способу одержання кремнію і шарів з нього, у якому за рахунок введення нових операцій і їхньої послідовності досягається підви-

UA (19) 41317 (11) (13) U

щення ККД і зменшення витрат технологічних матеріалів.

Поставлена задача досягається тим, що спосіб виготовлення кремнію і шарів з нього включає генерування газової плазми в реакторі за допомогою електродів, інжектування в нього сировини, яка містить кремнезем і відновлювач, при чому генерування плазми здійснюють запалюванням між електродами високовольтного тліючого розряду, сировину, що містить кремнезем або виріб з неї поміщають у катодну зону високовольтного тліючого розряду і опромінюють потоком іонів та швидких атомів, що утворюються в високовольтному тліючому розряді, а також потоком квантів від джерела випромінювання, при цьому в плазмову зону високовольтного тліючого розряду подають технологічний газ та відновлювач, що містить вуглеводень.

На кресленні представлена схема пристрою, за допомогою якого здійснюється запропонований спосіб.

Пристрій містить анодний електрод 1, катодний електрод 2, встановлених ізольовано від корпусу реактора 3 за допомогою ізоляторів 4. Над катодним електродом 2 розміщена гратка 5, електричне з'єднана з катодним електродом 2, на якій розміщують сировину, що містить кремнезем 6 у вигляді гранул або пластин. Катодний електрод 2 і гратка 5 оточені ізоляційним екраном 7. Анодний 1 і катодний 2 електроди оснащені каналами 8 для приєднання систем відкачування газу 9, завантаження сировини, що містить кремнезем 10, подачі робочого газу 11, вивантаження продукту 12. На корпусі реактора 3 також розміщені джерела світла 13 для опромінення сировини, що містить кремнезем 6. Між катодним 1 і анодним 2 електродами ввімкнене джерело електричного живлення 14.

Пристрій одержання кремнію запропонованим способом здійснюється наступним чином.

Через систему завантаження 10 і канал 8 у корпусі реактора 3 на гратці 5 поміщають сировину,

що містить кремнезем 6, наприклад, чистий кварцовий пісок або пластини з кварцового скла. У корпусі реактора 3 за допомогою системи відкачки 9 одержують знижений тиск робочого газу (водень, вуглеводень, інертні гази) у діапазоні 10^{-1} - 10^{-3} Па, що подають у корпус реактора 3 через систему подачі робочого газу 11 і канал 8. Між анодним 1 і катодним 2 електродами, ізольованими від корпусу 3 за допомогою ізоляторів 4 прикладають різницю потенціалів (до 20кВ) від джерела електричного живлення 14.

Між катодним електродом 2, граткою 5 і анодним електродом 1 запалюється високовольтний тліючий розряд, струм якого екранований ізолятором 4. Його регулюють зміною тиску робочого газу і напруги джерела живлення 14. Струм електронів і іонів проходить через анодний електрод 1, сировину, що містить кремнезем 6, гратку 5, катодний електрод 2 і джерело електричного живлення 14. Речовина, що містить кремнезем 6 піддається бомбардуванню іонами робочого газу і швидкими атомами, що утворюються в катодній області високовольтного тліючого розряду, в результаті чого відбувається відновлення оксидів кремнію до кремнію, його нагрів і розплавлення, а також наступне вивантаження через канал 8 і систему вивантаження 12.

Джерела світла 13 випромінюють кванти світла переважно з довжиною хвилі, що відповідає енергії зв'язку атомів кремнію з атомами кисню, що рівна порядку 2-3eV. Це також, як і нагрів, сприяє розвитку хімічного зв'язку між кремнієм і киснем та одержанню вільного кремнію з кремнезему.

Таким чином, використання високовольтного тліючого розряду, бомбардування речовини, що містить кремнезем, іонами та швидкими атомами, а також опромінення його квантами світла, дозволяють підвищити ККД і зменшити витрати технологічних матеріалів при виготовленні кремнію.

