



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **163441** (13) **U**
(51) МПК (2026.01)
C30B 25/00
C30B 25/02 (2006.01)
C30B 25/16 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ
"УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2025 06034	(72) Винахідник(и): Цибуленко Вадим Володимирович (UA), Левицький Сергій Миколайович (UA), Шутов Станіслав Вікторович (UA)
(22) Дата подання заявки: 03.12.2025	
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 25.06.2026	(73) Володілець (володільці): ІНСТИТУТ ФІЗИКИ НАПІВПРОВІДНИКІВ ІМЕНІ В.Є. ЛАШКАРЬОВА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ, просп. Науки, 41, м. Київ, 03680 (UA)
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 24.06.2026, Бюл.№ 25	

(54) СПОСІБ ОТРИМАННЯ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ШТУЧНИХ ПІДКЛАДОК

(57) Реферат:

Спосіб отримання напівпровідникових штучних підкладок включає отримання на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малodefектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, в одному технологічному процесі. Проміжний напівпровідниковий шар отримують з того самого матеріалу, що і малodefектний напівпровідниковий шар, та він є комірковим шаром.

UA 163441 U

UA 163441 U

Корисна модель належить до матеріалознавства напівпровідників та, зокрема, до технології отримання підкладок та епітаксійних гетероструктур і може бути корисною для подальшого приладового застосування.

Відомий спосіб, що описаний в [Aouassa, Mansour, et al. "Ultra-thin planar fully relaxed Ge pseudo-substrate on compliant porous silicon template layer." *Applied Physics Letters* 101.23 (2012). doi.org/10.1063/1.4769040], що полягає у отриманні на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малодфектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, проміжний напівпровідниковий шар отримується у окремому технологічному процесі, має той же самий хімічний склад, що і напівпровідникова підкладка та є поруватим шаром.

Відомий спосіб, що описаний в [Fitzgerald, E. A., et al. "Totally relaxed $\text{Ge}_x\text{Si}_{1-x}$ layers with low threading dislocation densities grown on Si substrates." *Applied physics letters* 59.7 (1991): 811-813. doi.org/10.1063/1.105351], що полягає у отриманні на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малодфектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, проміжний напівпровідниковий шар отримується у одному технологічному процесі із малодфектним напівпровідниковим шаром та є градієнтним за хімічним складом шаром від напівпровідникової підкладки до поверхні.

Відомий спосіб, що описаний в [Zhang, J., et al. "SiGe quantum cascade structures for light emitting devices." *Journal of crystal growth* 278.1-4 (2005): 488-494. doi.org/10.1016/j.jcrysgro.2004.12.046], що полягає у отриманні на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малодфектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, проміжний напівпровідниковий шар отримується у одному технологічному процесі із малодфектним напівпровідниковим шаром та є надґраткою.

Найбільш близьким по технічній суті є спосіб, який описаний в [Takano, Y., et al. "Reduction of threading dislocations by InGaAs interlayer in GaAs layers grown on Si substrates." *Applied physics letters* 73.20 (1998): 2917-2919. doi.org/10.1063/1.122629], що полягає у отриманні на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малодфектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, проміжний напівпровідниковий шар отримується у одному технологічному процесі із малодфектним напівпровідниковим шаром, має відмінний від напівпровідникової підкладки і малодфектного напівпровідникового шару період ґратки і хімічний склад та є напівпровідниковим твердим розчином. Цей спосіб взято за найближчий аналог.

Однак, в такий спосіб складно отримати в одному технологічному процесі малодфектний напівпровідниковий шар та проміжний напівпровідниковий шар з релаксованими пружними напруженнями невідповідності. Це через те, що різні матеріали, що використовуються для отримання шарів, потребують наявності окремих ростових елементів у ростовому обладнанні. Використання цих окремих ростових елементів та/або переміщення між ними в процесі вирощування ускладнює сам процес вирощування, а також викликає ризик введення додаткових дефектів у епітаксійну структуру. Додатково, різні матеріали потребують окремих процесів їх підготовки і, відповідно, обладнання. Окремі ростові елементи ростового обладнання теж потребують обслуговування.

В основу корисної моделі поставлена задача по спрощенню способу отримання напівпровідникових штучних підкладок шляхом використання одного матеріалу при отриманні, в одному технологічному процесі, малодфектного напівпровідникового шару та проміжного напівпровідникового шару, в якому буде відбуватися релаксація пружних напружень невідповідності.

Це досягається тим, що в способі отримання напівпровідникових штучних підкладок, що полягає у отриманні на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малодфектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, в одному технологічному

процесі, проміжний напівпровідниковий шар отримують з того самого матеріалу, що і молодіфектний напівпровідниковий шар, та є комірковим шаром.

Суттєвою відмінністю від найближчого аналога є те, що спрощується спосіб отримання в одному технологічному процесі малідефектного напівпровідникового шару та проміжного напівпровідникового шару за рахунок використання одного матеріалу. А релаксація пружних напружень невідповідності, які виникають між напівпровідниковою підкладкою і шарами через відмінності по параметру ґратки і хімічного складу, відбуваються на границях комірок проміжного напівпровідникового шару.

Спосіб реалізується наступним чином.

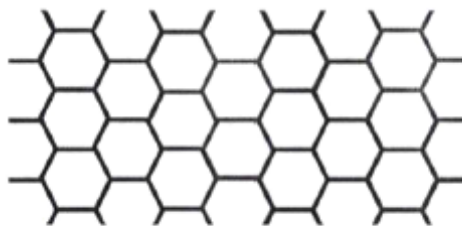
На підготовленій напівпровідниковій підкладці вирощують проміжний напівпровідниковий шар. Напівпровідникова підкладка, що складає основну масу напівпровідникового матеріалу майбутньої приладової структури, береться з більш дешевого напівпровідникового матеріалу ніж матеріал проміжного напівпровідникового шару. Проміжний напівпровідниковий шар складається з іншого напівпровідникового матеріалу, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки. Вирощування проводиться в умовах концентраційного переохолодження або пересичення, коли швидкість росту перевищує критерій морфологічної стійкості настільки, що під час росту шар розбивається на комірки, але не переходить у дендритний ріст. Отриманий комірковий шар є проміжним напівпровідниковим шаром, і являє собою структуру, яка складається з паралельних елементів, що мають форму стрижнів, розташованих в напрямку кристалізації. Стрижні мають у поперечному перерізі форму багатокутників, наприклад правильних шестикутників. На поверхні коміркового шару це виглядає як сукупність правильних шестикутних комірок, зображених на фіг. 1. На границях комірок відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, які виникають між напівпровідниковою підкладкою і проміжним напівпровідниковим шаром через відмінності по параметру ґратки і хімічного складу. Далі вирощують малідефектний напівпровідниковий шар. Вирощування проводиться в тому самому технологічному процесі, використовуючи ті самі ростові елементи ростового обладнання, а також з того самого матеріалу, що і проміжний напівпровідниковий шар. Для цього, швидкість росту різко зменшується. Вирощування проводиться в умовах, коли швидкість росту є меншою за критерій морфологічної стійкості шару, що росте. В результаті цього цей шар росте малідефектним. Отриманий малідефектний напівпровідниковий шар, в свою чергу, слугує підкладкою для подальшої приладової структури, яка буде сформована в об'ємі та/або поверхні цього шару. Тобто, отримана гетероепітаксійна структура, що зображена на фіг. 2, є напівпровідниковою штучною підкладкою: де 1 - це напівпровідникова підкладка, 2 - проміжний напівпровідниковий шар, 3 - малідефектний напівпровідниковий шар.

Таким чином, запропонований спосіб дозволяє спростити отримання на поверхні напівпровідникової підкладки, в одному технологічному процесі, малідефектного напівпровідникового шару та проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, за рахунок використання одного матеріалу для зазначених шарів. Разом отримана гетероепітаксійна структура формує напівпровідникову штучну підкладку та при використанні більш дешевого напівпровідникового матеріалу напівпровідникової підкладки зменшує вартість майбутньої приладової структури.

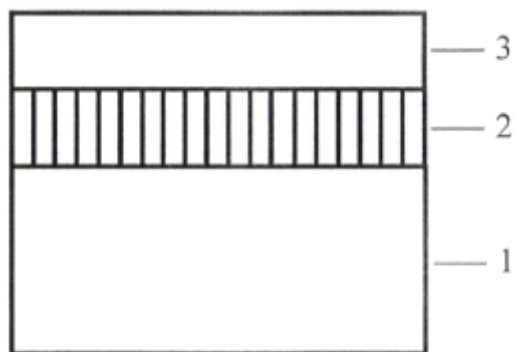
Напівпровідникові штучні підкладки, які одержано запропонованими способом можуть бути використані для виготовлення широкого спектра напівпровідникових приладових структур мікро- і оптоелектроніки. Зокрема для створення дешевих фотоперетворювачів, світлодіодів і напівпровідникових лазерів, що обумовлює його широке промислове застосування.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб отримання напівпровідникових штучних підкладок, що включає отримання на поверхні напівпровідникової підкладки спочатку проміжного напівпровідникового шару, в якому відбувається релаксація пружних напружень невідповідності, а потім вирощування на ньому малідефектного напівпровідникового шару, відмінного за параметром ґратки і хімічного складу від напівпровідникової підкладки, в одному технологічному процесі, який **відрізняється** тим, що проміжний напівпровідниковий шар отримують з того самого матеріалу, що і малідефектний напівпровідниковий шар, та він є комірковим шаром.



Фиг. 1



Фиг. 2