

Винахід відноситься до галузі техніки - технологія напівпровідникових матеріалів і може бути застосований в приладобудуванні, оптоелектроніці, термоелектриці.

Відомий спосіб одержання шарів з'єднань $A^{IV}B^{VI}$ методи квазізамкнутого об'єму (метод "гарячої стінки"), з допомогою якого при певних температурних режимах осаджували шари $PbTe$, $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ на різних підкладках (Фрейк Д.М. Получение слоев соединений $A^{IV}B^{VI}$ с заданными параметрами методом квазізамкнутого объема // Изв. АН СССР. Неорганические материалы. - 1982. - Т.18. - №8. - С.1237 - 1248).

Як при одержанні вказаних вище матеріалів, так і в інших випадках, температури основного джерела яке випаровує, T_b , додаткового джерела халькогена T_d , підкладки T_n , стінок реактора T_c можуть змінюватися в широких межах (400 - 800K) і в зв'язку з цим будуть змінюватися в широких межах електричні та структурні параметри шарів.

Аналогічним способом одержують плівки 3-х компонентних твердих розчинів $A^{IV}B^{VI}$ з механічної суміші компонентів. При зміні температури підкладок T_n змінювалася структура плівок (Фрейк Д.М., Войтків В.В., Олеськів С.П., Белей М.И., Галушак М.А. Получение пленок твердых растворов на основе $A^{IV}B^{VI}$ из механической смеси порошкообразных компонент // Приборы и тех. эксперимента. - 1974. - №1. - С.230 - 232).

Серед вирощуваних матеріалів був відсутній твердий розчин $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$.

Найбільш близьким до винаходу є спосіб вирощування епітаксійних шарів твердих розчинів $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ різного типу провідності методом гарячої стінки, що включає нагрів вихідної речовини до, температури T_b , стінок реактора до T_c , підкладки до T_n (Фрейк Д.М., Белей М.И., Галушак М.А., Войтків В.В. Получение пленок твердых растворов на основе теллурида олова и халькогенидов свинца р- и n-типа проводимости // Н.-т. сб. "Физическая электроника". - Львов. Вып.12. - 1976. - С.100 - 104).

Однак, так як матеріалам підкладок служила слюда, вихідною речовиною була механічна суміш порошків елементів (Sn, Pb, Te, Se), то режим випаровування складався з двох етапів: синтез сполук і їх випаровування при температурах відповідно 500 - 600K і 1140 - 1540K, що ускладнювало технологічний процес, знижуючи його керованість, а зміна температури підкладки в широких межах $T_n = 300 - 870K$ не забезпечувала одночасно досконалу структуру шарів і керовані електричні параметри, що дає низьку ефективність керованості технологічним процесом.

В основу винаходу поставлене завдання розробки способу вирощування епітаксійних шарів твердих розчинів $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ різного типу провідності методом гарячої стінки, в якому шляхом вибору матеріалу підкладки, виду вихідних речовин та їх складу, підбору температурних режимів - T_b , T_c , T_n і їх фіксації забезпечується одночасно досконала структура і керовані електричні параметри, включаючи різний тип провідності шарів, і тим самим, підсилення керованості технологічним процесом.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі вирощування епітаксійних шарів твердих розчинів $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ різного типу провідності методом гарячої стінки, що включає нагрів вихідної речовини до температури T_b , стінок реактора до T_c , підкладки до T_n , згідно винаходу, як матеріал підкладки використовують BaF_2 , а вихідною речовиною служить синтезований полікристалічний твердий розчин $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$, для одержання шарів n-типу провідності його склад вибирають при x до 0,2, для одержання шарів р-типу провідності $x = 0,2 - 1,0$, причому полікристалічний твердий розчин нагрівають до $T_b = 820K$, стінки реактора до 850K, підкладку до $T_n = 570K$.

Температурні режими задають, виходячи з Р-Т-х діаграм стану системи та на основі експериментальних даних. Використання як матеріалу підкладки BaF_2 , замість слюди (прототип) суттєво покращує структуру шарів, забезпечуючи перехід від полікристалічного до монокристалічного росту. При температурі підкладки $T_n = 570K$, яка відповідає температурі термодинамічного р - n переходу, одержують шари найбільш досконалої структури, що підтверджується величиною монокристалічних фрагментів $b = (0,5 - 1,0) \cdot 10^4$ мкм, їх мінімальною кутовою розорієнтацією $\beta = 0,8 - 1,2^\circ$, високою рухливістю носіїв заряду $\approx 4 \cdot 10^4$ см²/В · с при 77K. Змінюючи склад x вихідного полікристалічного твердого розчину $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ в межах 0 - 1,0, забезпечують як досконалу структуру шарів при зміні типу провідності в залежності від x , та зміну концентрації носіїв в широких межах ($10^{17} - 6 \cdot 10^{20}$ см⁻³), які значно ширші ніж в прототипі. Використання в ролі вихідної речовини полікристалічного твердого розчину замість суміші компонентів елементів усуває процес синтезу речовин тобто процес випаровування проводять в один етап при $T_b = 820K$, що відповідає температурі ефективного випаровування молекул $PbSe$. Температура стінок реактора $T_c = 850K$ перевищує \approx на 30K температуру випаровування T_b для усунення можливої конденсації. Додаткове джерело халькогена, характерне для методу гарячої стінки, при даних режимах не використовували, т.я. воно мало впливало на величину концентрації носіїв. Все це, а також фіксовані температури зон T_b , T_c , T_n сприяють спрощенню технологічного процесу та покращенню керованості ним.

Винахід пояснюється фіг.1, на якій зображено схему реактора для вирощування епітаксійних шарів, та фіг.2, на якій наведена зміна концентрації носіїв в залежності від складу x полікристалічного твердого розчину.

Позначення на фіг.1 слідує: 1 плита, 2 випаровуваний матеріал, 3 нагрівники основного джерела, додаткового та стінок реактора (камери), 4 кварцева труба, 5 підкладка, 6 нагрівник підкладки, 7 заслінка, 8 радіаційний екран.

Спосіб вирощування епітаксійних шарів твердих розчинів різного типу провідності методом гарячої стінки включає нагрів вихідної речовини - синтезованого полікристалічного твердого розчину $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ до температури $T_b = 820K$, стінок реактора - до $T_c = 850K$, а підкладки з матеріалу BaF_2 - до $T_n = 570K$, для одержання шарів n-типу провідності склад $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ вибирають при x до 0,2, а для одержання шарів р-типу провідності - при $x = 0,2 - 1,0$.

Приклад конкретного виконання.

Використовували реактор вертикального типу (фіг.1), змонтований на плиті 1. Як вихідну речовину використовували полікристалічний твердий розчин $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$ 2 у вигляді порошку масою до 1г. Температуру твердому розчину 2 T_b , стінкам камери 4 T_c задавали, змінюючи потужність відповідних нагрівників 3. Підкладками 5 служили BaF_2 сколи. Нагрів підкладок здійснювали нагрівником 6. Початок і кінець процесу осадження відбувається при закритій заслінці 7, яка відокремлює зону реактора 4 від зони підкладок 5. Поверх кварцевої камери 4 знаходиться радіаційний екран 8. Температури контролювали термодатчиками з точністю $\pm 1^\circ C$. При часі осадження 1 год. товщина шарів складала 5 - 12мкм. Концентрацію носіїв визначали з вимірювань ефекту Холла, тип провідності - по знаку термо-е.р.с. Залежність концентрації носіїв як функцію складу вихідного полікристалічного твердого розчину наведено на фіг.2. Зміна концентрації відбувається в широких межах ($10^{17} - 5 \cdot 10^{20}$ см⁻³), при $x =$ до 0,2 шари володіють n-типом провідності, а при $x = 0,2 - 1,0$ - р-типом провідності. Спосіб дозволяє одержувати шари з досконалою структурою, а також р - n переходи на основі $(SnTe)_x(PbSe)_{1-x}$.

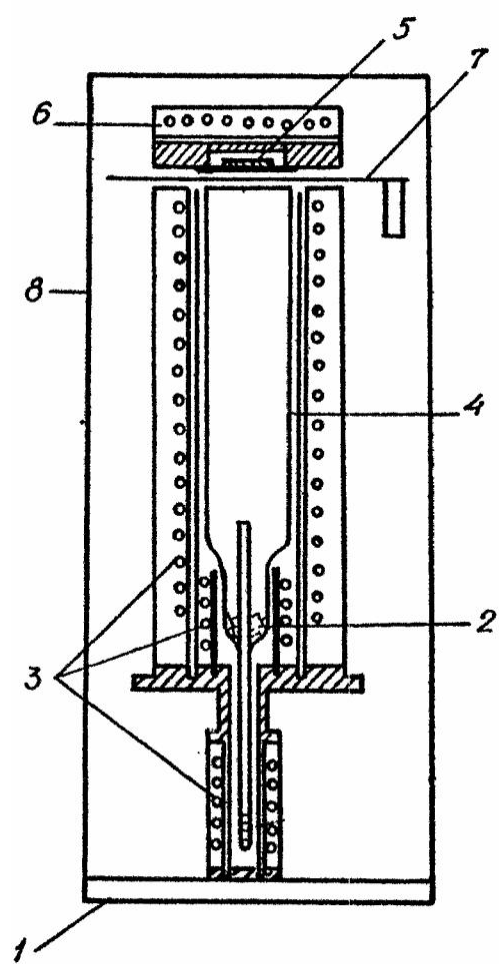


Fig. 1

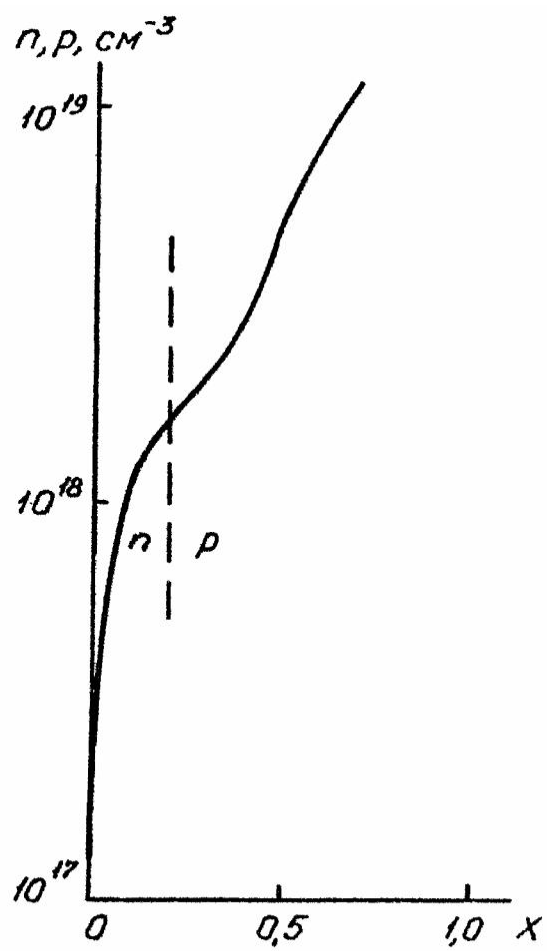


Fig. 2