



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **90358** (13) **C2**
(51) МПК (2009)
H01G 9/20МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ**ОПИС**
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД**(54) ФОТОВАРИКАП МДН КОНСТРУКЦІЇ**

1

(21) a200807371**(22)** 28.05.2008**(24)** 26.04.2010**(46)** 26.04.2010, Бюл.№ 8, 2010 р.**(72)** ЗАГОРУЙКО ЮРІЙ АНАТОЛІЙОВИЧ, ХРИСТЯН ВОЛОДИМИР АНАТОЛІЙОВИЧ**(73)** ІНСТИТУТ МОНОКРИСТАЛІВ НАН УКРАЇНИ**(56)** SU 157446; 26.09.1963

SU 372586; 22.05.1973

US 4127449 A; 28.11.1978

US 3093758; 11.07.1963

МДП варикапы и фотоварикапы на основе структуры Al-Sm₂O₃-Si, В.А. Рожков, А.Ю. Трусова, И.Г. Бережной, В.П. Гончаров, Журнал технической физики, 1995, т.65, в.8, -С.183-186

RU 95119346 A; 27.12.1997

RU 95100940 A; 27.10.1996

RU 94036362 A1; 10.07.1996

US 4074129 A; 14.02.1978

JP 1211909 A; 25.08.1989

2

Функциональные свойства гетероструктур кремний/несобственный оксид. Е.А.Тутов, С.В. Рябцев, Е.Н. Бормонтов // Письма в ЖТФ. - 1997. - Т. 23, №12. - С. 7-13

Кремниевые металл-диэлектрик-полупроводник - варикапы с диэлектриком из оксида иттербия. В.А. Рожков, А.Ю. Трусова // Письма в ЖТФ. - 1997. - Т. 23, №12. - С. 50-55

МДП варикапы и фотоварикапы на основе структуры Al-Lu₂O₃-Si. В.А. Рожков, В.П. Гончаров, А.Ю. Трусова // Письма в ЖТФ. - 1995. - Т. 21, в. 2. - С. 6-10**(57)** Фотоварикап Метал-Диелектрик-Напівпровідник (МДН) конструкції, який **відрізняється** тим, що він виготовлений на основі єдиного кристала CdS, котрий є шаром напівпровідника, діелектриком є розташований на ньому шар CdO з високим питомим електричним опором, а провідним шаром, розташований на останньому, є шар CdO з низьким питомим електричним опором.

Винахід відноситься до способів отримання фотоварикапів на основі плівок оксиду кадмію.

В теперішній час зростає інтерес до досліджень фотоелектричних явищ у приладних структурах типу метал-діелектрик-напівпровідник (МДН), виготовлених на основі Si, сполук типу A³B⁵ (GaAs, Sbn). В останній час в МДН структурах поряд з класичними напівпровідниками застосовуються широкозонні напівпровідники, такі як CdS, GaSe, GaTe, ZnSe та їх аналоги, котрі грають роль "вікна" для випромінювання, що падає. Одним із застосувань МДН структур є варикапи та фотоварикапи. Завдяки дослідженням фізичних процесів, які відбуваються у приповерхневих шарах напівпровідників при їх окисненні, з'явилась можливість практичного застосування фоточутливих напівпровідників типу A²A⁶, наприклад CdS, в якості високочутливих фотоварикапів, котрі характеризуються великим коефіцієнтом перекриття ємності по світлу та широким діапазоном робочих освітленостей.

Відомий фотоварикап МДН конструкції [МДП варикапы и фотоварикапы на основе структуры Al-

Sm₂O₃-Si, В.А. Рожков, А.Ю. Трусова, И.Г. Бережной, В.П. Гончаров, Журнал технической физики, 1995, т.65, в.8, с. 183-186], який включає провідний шар - діелектрик -напівпровідник. В якості діелектрика використано шар оксиду самарію. Для вказаного фотоварикапу коефіцієнт перекриття ємності по світлу складає 2-3,5 та 2,5-4 при рівнях освітленості 4,3·10³ та 3·10⁴ люкс відповідно.

Відомий фотоварикап МДН конструкції [Кремниевые металл-диэлектрик-полупроводник - варикапы с диэлектриком из оксида иттербия, В.А. Рожков, А.Ю. Трусова, Письма в ЖТФ, 1997, т.23, №12, с.50-55], який включає провідний шар - діелектрик - напівпровідник. У якості діелектрика використано шар оксиду ітербію. Для вказаного фотоварикапу коефіцієнт перекриття ємності по світлу досягає величини 3,75-4,5 при рівні освітленості 3·10⁴ люкс.

Відомий фотоварикап МДН конструкції [МДП варикапы и фотоварикапы на основе структуры Al-Lu₂O₃-Si, В.А. Рожков, В.П. Гончаров, А.Ю. Трусова, Письма в ЖТФ, 1995, т.21, в.2, с.6-10], який включає провідний шар - діелектрик -

(13) **C2**(11) **90358**(19) **UA**

напівпровідник. У якості діелектрика використано шар оксиду лютетію. Для вказаного фотоварікапу коефіцієнт перекриття ємності по світлу досягає величини 4,0-4,5 при рівні освітленості $3 \cdot 10^4$ люкс.

Основним недоліком наведених вище фотоварікапів, у яких в якості діелектрика використовуються оксиди рідкісноземельних елементів, є невеликий коефіцієнт перекриття ємності по світлу, котрий не перевищує величини 4,0-4,5 при рівні освітленості $3 \cdot 10^4$ люкс.

Також до недоліків описаних вище фотоварікапів можна віднести малий діапазон робочих освітленостей. При освітленостях вище вказаних, може відбуватись розшарування структури, за рахунок різниці температурних коефіцієнтів розширення шарів структури.

Відомий фотоварікап МДН конструкції [Функциональные свойства гетероструктур кремний/несобственный оксид, Е.А.Тутов, С.В. Рябцев, Е.Н. Бормонтов, Письма в ЖТФ, 1997, т.23, №12, с.7-13], який включає гетероструктуру метал - діелектрик - напівпровідник, що виконана на $\text{Al}/\text{WO}_3/\text{Si}$. Коефіцієнт перекриття ємності такої структури дорівнює 5-10 при освітленості 10 люкс. Недоліком вказаного фотоварікапу є невеликий коефіцієнт перекриття ємності по світлу. Останній з аналогів було вибрано в якості прототипу по сукупності спільних ознак.

Задачею даного винаходу є створення фотоварікапу з високим коефіцієнтом перекриття ємності по світлу у широкому діапазоні зміни освітленості на основі плівок оксиду кадмію.

Рішення поставленої задачі забезпечується тим, що фотоварікап МДН конструкції, згідно винаходу, виконано на основі єдиного кристалу CdS , котрий є шаром напівпровідника, діелектриком є плівка CdO з високим питомим електричним опором, а провідним шаром - плівка CdO з низьким питомим електричним опором.

Запропонований фотоварікап, який створено на єдиному кристалі CdS , виключає розшарування запропонованої МДН конструкції під дією температурних градієнтів, тим самим дозволяє розширити інтервали робочих освітленостей. Використання пари термостабільних широкозонних напівпровідників CdS-CdO , котрі мають високі коефіцієнти фоточутливості і близькі температурні коефіцієнти розширення, і наявність як низькоомного, так і високоомного CdO забезпечило виго-

товлення фотоварікапу з високим коефіцієнтом перекриття ємності по світлу у широкому діапазоні зміни освітлення. Низькоомний провідний шар CdO , котрий є прозорим для оптичного випромінювання, забезпечує можливість підвищення ефективності фотоварікапу за рахунок збільшення його ефективної робочої площини (працює область високоомного шару CdO , під вказаним електродом). У результаті коефіцієнт перекриття ємності по світлу запропонованого фотоварікапу складає не менш ніж 10 при освітленості 70лк.

Товщина напівпровідникового шару визначається характеристиками міцності конструкції, товщина діелектрика (високоомного CdO) обирається, виходячи з необхідного значення темної ємності, товщина провідного шару (низькоомного CdO) визначається характеристиками міцності електричного контакту конструкції і складає одиниці мікрон.

На фігурі наведені залежності коефіцієнту перекриття ємності по світлу від освітленості для запропонованого фотоварікапу.

У таблиці наведені робочі характеристики отриманих фотоварікапів.

Приклад отримання фотоварікапу на основі МДН структури.

На кристалічному зразку CdS розміром $5 \times 5 \times 10 \text{ мм}^3$ розташований високоомний шар CdO завтовшки 35мкм, на останньому розташований шар низькоомного CdO завтовшки 1,2мкм. На протилежні с і зрони структури нанесені контакти із Cd площиною $1,0 \text{ мм}^2$.

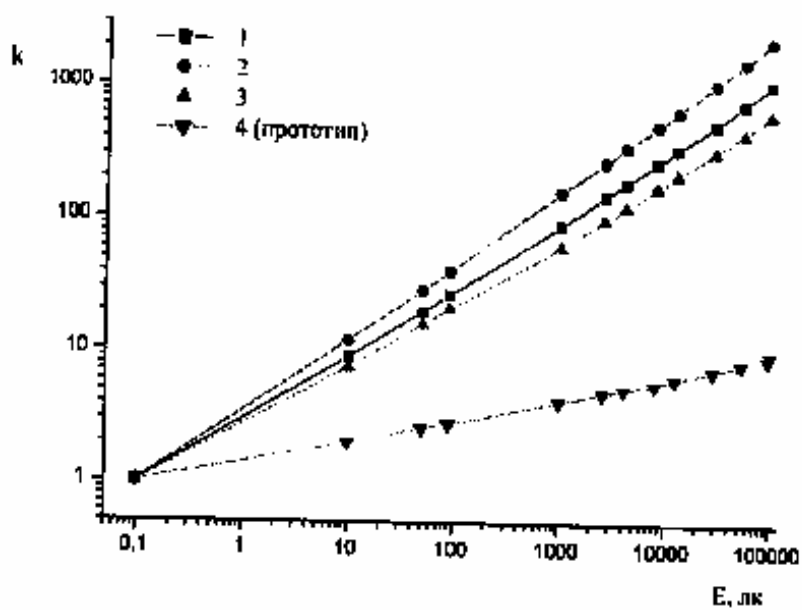
По виміряним люкс-фарадним характеристикам визначена величина коефіцієнту перекриття ємності по світлу ($K = C/C_{\text{темн}}$), яка при освітленості $E = 2600$ люкс дорівнює 43, при освітленості $E = 8100$ люкс - 87.

Фотоварікап працює таким чином. При його включенні в електричну мережу, при зміні освітленості змінюється імпеданс фотоварікапа, відповідно змінюючи керуючий сигнал електричної мережі. Запропонований фотоварікап на основі кристалу CdS може застосовуватись у якості функціонального елементу (сенсора) у вимірювальній апаратурі, у системах моніторингу навколишнього середовища, а також у системах зв'язку.

Таблица

№ зразка	$R_{\text{темн}}, \text{ Ом}$	$C_{\text{темн}}, \text{ пФ}$	$E=90 \text{ лк}$		$E=2600 \text{ лк}$		$E=16000 \text{ лк}$		$E=9,5 \cdot 10^4 \text{ лк}$	
			С, пФ	К	С, пФ	К	С, пФ	К	С, пФ	К
1	$8,5 \cdot 10^{10}$	11,6	171	14,74	504	43,45	1510	130,17	7807	673
2	$1,2 \cdot 10^{10}$	7,1	196	27,6	1053	148,3	3390	477,5	7349	1035
3	$7,0 \cdot 10^9$	8,42	192	22,8	409	48,6	1255	149	$11,2 \cdot 10^3$	1331
Прототип										5-10

Як видно з таблиці, коефіцієнт перекриття ємності по світлу запропонованого фотоварікапу на основі кристалу CdS , в 60-130 перевищує відомі аналоги і прототип.



Фіг.