

ФИЗИКА

Г. М. Авакьянц, чл.-корр. АН Армянской ССР, Ю. А. Абрамян,
 С. Н. Гаспарян, В. Е. Карапетян и И. А. Саркисян

Кремниевые диоды с управляемым дифференциальным
 отрицательным сопротивлением

(Представлено 17/X 1966)

$P - P - P^+$ — структуры с высокоомной базой, легированной примесями, дающими глубокие уровни в запрещенной зоне полупроводника, обладают отрицательным сопротивлением в прямой ветви вольт-амперной характеристики (1^{-4})

Одной из примесей с глубоким уровнем акцепторного типа в кремнии является кадмий, позволяющий компенсировать кремний P -типа. Вопрос влияния кадмия на прохождение тока через полупроводниковые приборы с компенсированной базой мало изучен. Поэтому представляет интерес получение и исследование диодов с базой легированной кадмием, а также нахождение методов управления участком отрицательного сопротивления указанных диодов, с целью увеличения возможностей применения диодов.

Технология изготовления диодов следующая.

В качестве исходного материала использовали кремний P -типа БКЭФ-19 (0,1) с удельным сопротивлением $\rho \sim 19$ ом.см. Толщина пластин составляла 300—340 микрон. После шлифовки и последующей промывки, пластины обезжиривались в растворе мыльного порошка, затем травились в 30-процентном растворе щелочи (NaOH, KOH) до получения блестящей поверхности. Протравленные пластины вместе с навеской кадмия помещались в кварцевую ампулу с откачкой воздуха до 10^{-4} мм Hg.

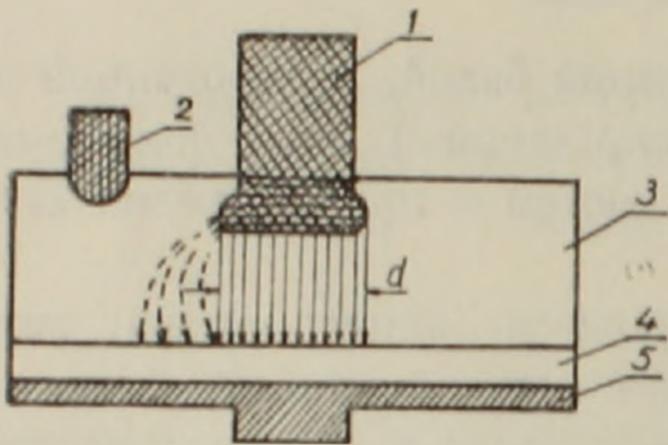
Диффузия проводилась при температуре 1200°C в течение двух часов. После диффузии пластины вновь обрабатывались, затем в плавлении с одной стороны алюминиевого столбика, а с другой сплава олова и сурьмы изготавливались $P - P - P^+$ диоды.

Кремний после диффузии имел удельное сопротивление $\rho \sim 40 - 50$ ком.

Отношение V_{max}/V_{min} у полученных диодов составляло примерно 2. Была сделана попытка увеличить это отношение, подавая разность потенциалов на дополнительный зонд диода.

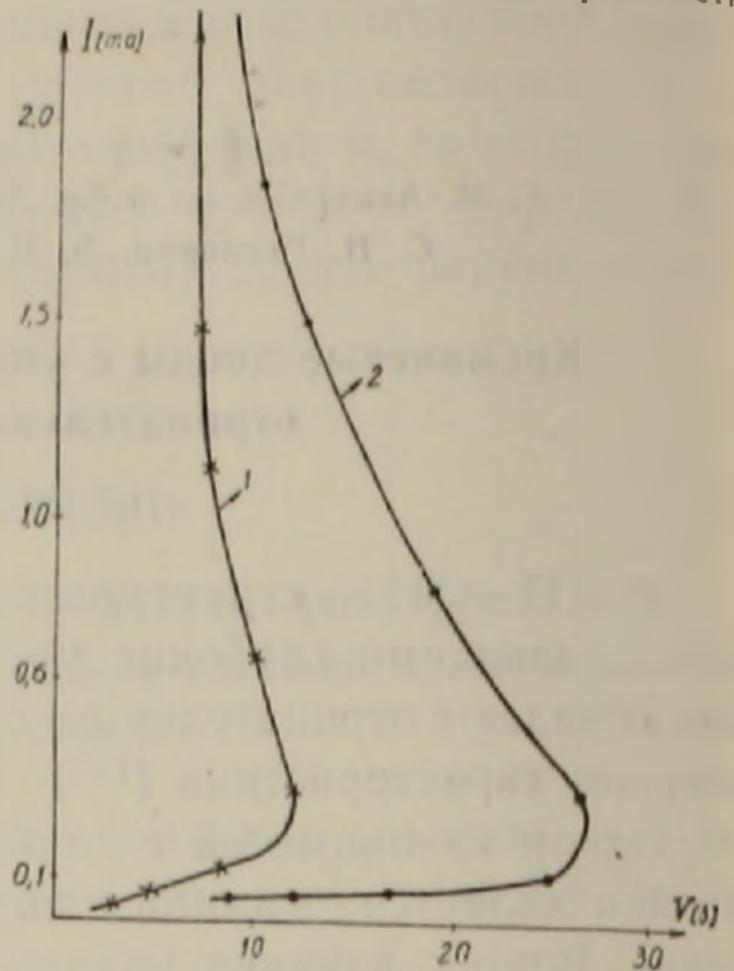
Структура диода с применением дополнительного зонда представлена на фиг. 1.

При снятии вольт-амперной характеристики к концу зонда 2 и контакту 5 прикладывается разность потенциалов от источника постоянного напряжения. На фиг. 2, 3, 4 представлены вольт-амперные характеристики диодов при подаче дополнительной разности потенциалов на зонд (кривые 2) и с нулевым потенциалом на зонде (кривые 1). Из рисунков видно, что при подаче на 2 и 5 (фиг. 1) разности потенциалов (минус на зонде), отношение V_{\max}/V_{\min} растет, причем с приближением зонда к P—П-переходу рост отношения V_{\max}/V_{\min} возрастает. При изменении знака разности потенциалов, поданной на зонд (плюс на зонд), отрицательный участок уменьшается и исче-



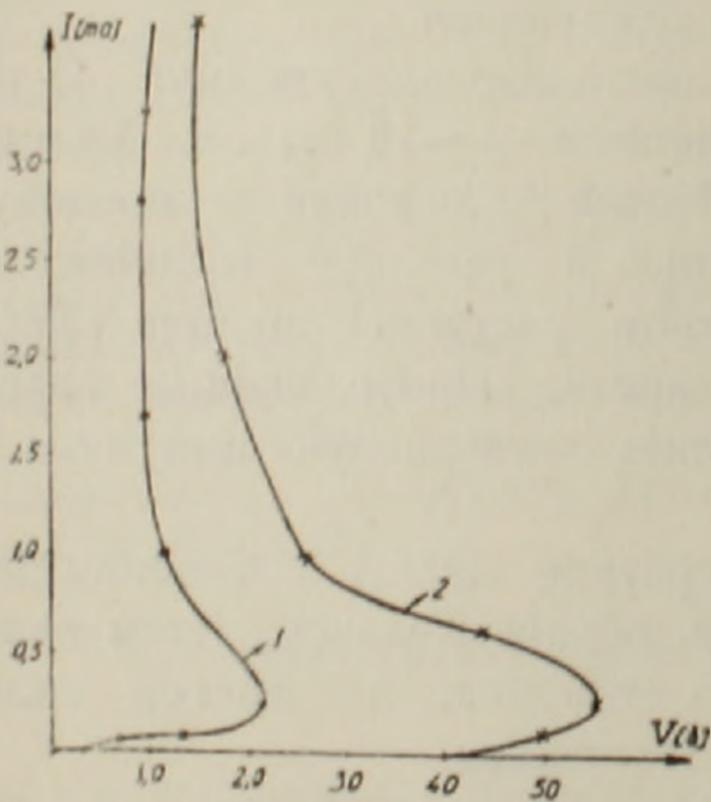
Фиг. 1. Структура P—П—П-диода с дополнительным зондом.

1—алюминиевый столбик; 2—зонд; 3—высокоомная область П (компенсированная кадмием); 4—П+ - слой; 5—металлический контакт.



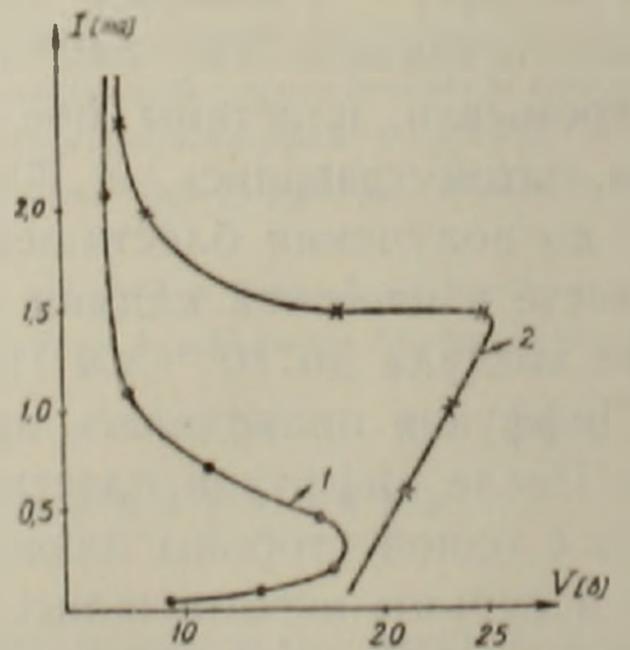
Фиг. 2.

1—вольт-амперная характеристика диода № 1 при нулевом потенциале на зонде 2; 2—вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонде.



Фиг. 3. ●

1—вольт-амперная характеристика диода № 2 при нулевом потенциале на зонде; 2—вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонд.



Фиг. 4.

1—вольт-амперная характеристика диода № 3 при нулевом потенциале на зонде; 2—вольт-амперная характеристика при подаче разности потенциалов на зонде.

зает. Ток через зонд был гораздо меньше тока, текущего через Р—П-переход (алюминиевая проволочка l). Отметим еще большую чувствительность к действию разности потенциалов, приложенной к зонду, на диоды с базой менее компенсированной.

Возможность управления отрицательным участком диода представляет также большой интерес в отношении выявления физики процессов, происходящих в диоде. Качественное объяснение влияния дополнительной разности потенциалов, приложенной к зонду, на вольт-амперную характеристику диодов можно сделать, опираясь на предложенную ранее теорию (¹).

Из фиг. 1 мы видим, что первоначальная плотность тока локализована в области d . При приложении разности потенциалов к зонду (минус на зонде) траектории дырок искривляются и данная плотность тока, с которой связаны определенный объемный заряд и декомпенсация, уменьшается; чтобы достичь прежней плотности тока (первоначальной формы канала тока), приходится увеличивать приложенное напряжение и это приводит к росту V_{\max} .

При достижении определенной плотности тока заканчивается формирование объемного заряда и затем начинается рассасывание его и кривая выходит на вертикаль. Действие поля управляющего электрода на вертикали слабее, чем на участке срыва, так как сопротивление токового канала в этом случае меньше. В итоге отношение V_{\max}/V_{\min} увеличивается.

При изменении направления разности потенциалов, приложенной к зонду, происходит увеличение плотности тока и формирование объемного заряда при меньшем напряжении на диоде (V_{\max} убывает).

При приближении зонда к Р—П-переходу искривление путей дырок возрастает, так как возрастает средняя напряженность поля, действующая на дырки, и увеличивается область, захватываемая смещенными дырками. При уменьшении компенсации растет время жизни τ_p , что приводит к росту диффузионной длины L_p , и действие разности потенциалов зонда на траекторию дырок растет.

Институт радиофизики и электроники
Академии наук Армянской ССР

Գ. Մ. ԱՎԵՏԻԱՆՑ Զայկական ՍՍՀ ԳԱ րվրակից-անդամ, Տո. Ա. ԱՐՐԱԶԱՄԵՅԱՆ,
Ս. Ն. ԳԱՍՊԱՐՅԱՆ, Վ. Ե. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ և Ի. Ա. ՍԱՐԳՍՅԱՆ

Գի՛բերենցիալ բացասական դիմադրությունով դեկավարող
սիլիցիումային ուղղիչներ

Հաստատված է դեկավարող էլեկտրոդի ազդեցությունը խզման լարման և ուղղիչի վոլտ-ամպերային բնութագրի ուղղահայաց մասի լարման հարաբերության վրա:
Ուղղիչը պատրաստված է սիլիցիումից և չեղոթացված է կադմիումի ատոմներով:

Չեկավարող էլեկտրոդին տալով բացասական պոտենցիալ, կարելի է էականորեն մեծացնել
այդ հարաբերությունը:

Տրված է զիտված երևույթի որակական բացատրությունը:

Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

- ¹ В. П. Сандаевский, В. И. Стафеев, ФТТ, т. 6, вып. 1, 1964. ² Ламперт
Phys. Rev., vol. 125, p. 126, 1962. ³ Холоньяк, Phys. Rev. Let., vol. 11, p. 462, 1962.
⁴ Г. М. Авакьянц, „Радиотехника и электроника“, № 10, 1965.