

**ОСОБЛИВЕ КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО "РУТА"**

На правах рукопису

**ГЕЛЛЕР ВІТАЛІЙ ІЗРАЇЛЬОВИЧ**

**КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ МЕТОДИ  
ВИРОБНИЦТВА ПЕРЕМИКАЮЧИХ  
НАПІВПРОВІДНИКОВИХ ВИРОБІВ НА ОСНОВІ  
МЕТАЛ-ДІЕЛЕКТРИК-НАПІВПРОВІДНИК СТРУКТУР  
З ПОДВІЙНОЮ ДИФУЗІЄЮ**

05.27.01 Твердотільна електроніка (включаючи функціональну)

**АВТОРЕФЕРАТ**

**дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук**

**ЧЕРНІВЦІ 1997**

057. 282  
Дисертацією є рукопис.

Робота виконана у виробничому відділенні  
кафедри радіотехніки Чернівецького державного університету

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00761086 (S)

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор  
Політанський Леонід Францович.

Офіційні опоненти: доктор фізико-математичних наук,  
професор Романюк Борис Миколайович, кандидат технічних наук,  
доцент Стахіра Павло Йосипович.

Провідна організація: Київський державний університет ім. Т.Г.Шевченка.

Захист відбудеться "27" 02 1997р. о 10 год. на засіданні  
вченої спеціалізованої ради К.07.02.01 при ОКБ "Рута" за адресою:  
274031, м.Чернівці, вул.Руська 248.

З дисертацією можна ознайомитись в технічній бібліотеці ВО  
"Гравітон".

Автореферат розісланий "27" 01 1997р.

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради

Ю.В.Гудима.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. З початку 60-х років, коли були створені перші промислові зразки метал-діелектрик-напівпровідник (МДН) транзисторів та інтегральних схем (ІС) на МДН транзисторах, відбулися значні еволюційні зміни їх конструкції і технології виробництва. Особливо інтенсивний розвиток набули інтегральні схеми на МДН транзисторах, які відзначаються швидкодією, малою питомою потужністю, високим ступенем інтеграції. Питанням використання дискретних МДН транзисторів до недавнього часу не приділялось достатньої уваги. Не дивлячись на такі явні переваги МДН транзисторів, як стійкість до вторинного пробоя, негативний температурний коефіцієнт опору, простота керування, промислове виробництво їх було налагоджено в світі тільки на початку 80-х років.

Тільки із створенням так званих МДН транзисторів з подвійною дифузією (ПМДН) вдалося отримати прилади, які можна порівняти з біполярними транзисторами за величиною струмів і напруг, що перемикаються, але суттєво перевершуючих їх по швидкості переключення.

Подальше удосконалення конструкції потужних МДН транзисторів є одним з найбільш актуальних проблем фізики напівпровідникових приладів, в зв'язку з постійним зростанням вимог до їх параметрів та надійності.

Існують різноманітні конструкції і технологічні процеси виготовлення потужних МДН транзисторів, кожний з яких має свої переваги і недоліки. Аналіз вимог до приладів, а також конструктивно-технологічних рішень, що використовуються для їх виготовлення, дають можливість оптимізувати конструкцію і технологічний процес виготовлення ПМДН транзисторів. В процесі оптимізації вирішується цілий комплекс проблем:

1. Розробляється конструкція приладу, яка дозволяє отримати заданий опір в відкритому стані при мінімальній площі кристалу і може бути виконана за допомогою простого технологічного процесу.

2. Розробляється математична модель приладу, яка дає можливість оптимізувати його геометрію з точки зору одержання мінімального значення добутку опору в відкритому стані на площу кристалу.

3. Порівнюються різні варіанти конструкцій високовольтних переходів і вибирається найбільш технологічна конструкція р-п переходу, що задовільняє задані значення граничних напруг. При цьому особлива увага приділяється надійності і стабільності параметрів високовольтного р-п переходу.

4. Обирається матеріал, на основі якого виготовляється прилад. Найчастіше це багатшарова кремнієва структура (в деяких випадках можуть використовуватись гетероструктури), в багатьох випадках використовувався монокристалічний кремній, який є найбільш структурно досконалим і дешевим.

Мета роботи - розробка конструктивно-технологічної бази для виготовлення високовольтних МДН транзисторів з пробивними напругами від 60 до 1000 В, оптимізація їх геометрії і розробка методів підвищення пробивної напруги та стабільності їх роботи.

В дисертації вирішувались наступні основні задачі:

1. Розробка технологічної конструкції ПМДН транзистора з високою густиною упаковки елементарних комірок.
2. Розробка математичних моделей. Оптимізація геометрії приладів, розроблених на базі математичних моделей.
3. Вибір методів досягнення максимальних напруг пробою високовольтних МДН транзисторів і забезпечення пробивної напруги та струмів витікання стоку приладів.
4. Розробка методів підвищення техніко-економічних показників виробництва високовольтних ПМДН транзисторів за рахунок використання монокристалічного кремнію замість двошарових структур.

Наукова новизна роботи полягає в тому, що в ній:

1. Розроблена фізико-математична модель елементарної комірки ПМДН транзистора з віддаленими контактами витоку, що дозволяє вра-

хувати вплив опору витокових областей на її опір в відкритому стані. Досліджений вплив електрофізичних і конструктивних параметрів витоку на опір потужних транзисторів.

2. Досліджений вплив профілів поверхневого підлегвання високоомних стокових областей ПМДН структури на пробивні напруги. Показано, що вибором дози підлегвання домішками Фосфору вздовж периметру цих областей можна підвищити пробивні напруги стокового р-п переходу та зменшити ймовірність катастрофічних пошкоджень підзатворного діелектрика.

3. Досліджений механізм зриву пробивних напруг високовольтних транзисторів з обмежувальними кільцями і запропонований спосіб стабілізації пробивної напруги.

4. Досліджена можливість виготовлення потужних перемикаючих транзисторів з використанням мембранних структур з монокристалічного кремнію.

#### Практична значимість і цінність результатів роботи.

1. Розроблена конструкція високовольтного вертикального ПМДН транзистора з однорівневим розташуванням електродів витоку і затвору, яка дозволяє отримати високу щільність упаковки елементарних транзисторних комірок, використовуючи технологічний процес простіший, ніж у аналогічних за параметрами приладів.

2. Розроблено спосіб підвищення пробивної напруги ПМДН структур при заданому опорі у відкритому стані, який складається у виборі різного рівня підлегвання п області стоку між сторонами і між вершинами елементарних комірок.

3. Математична модель елементарної комірки ПМДН транзистора і методика вибору її оптимальних геометричних розмірів, дозволили на 20 - 25% зменшити площу кристалу ряду приладів.

4. Розроблена конструкція виготовлення високовольтних транзисторів в монокристалічних кремнієвих мембранах замість

двошарових структур. Розроблений технологічний процес створення кремнієвих мембран, який добре стикується з існуючим процесом виготовлення ПМДН транзисторів.

5. Проведено аналіз причин зменшення пробивної напруги високовольтного ПМДН транзистора з обмежувальними кільцями при захисті його поверхні діелектричними плівками. Запропоновано спосіб нанесення додаткового шару двоокису кремнію, що забезпечує стабільність пробивної напруги при захисті поверхні приладу.

6. Розроблений на базі високовольтного ПМДН транзистора стабілізатор струму і стійка до перешкод схема живлення КМОН схем в телефонних апаратах.

Основні положення, що виносяться на захист.

1. Аналітичний вираз для розрахунку опору стік-витік елементарної комірки ПМДН транзисторної структури з віддаленими контактами витоку, який дозволяє оптимізувати конструкцію приладу.

2. Максимальна густина упаковки елементарних комірок ПМДН структури досягається полосковою геометрією витоків областей.

3. Оптимальні режими підлегвання області стоку високовольтного ПМДН транзистора домішками фосфору дають можливість підвищити пробивні напруги приладу.

4. Нова технологія виготовлення високовольтних ПМДН транзисторів з використанням мембранних структур із монокристалічного кремнію.

Особистий внесок дисертанта. Основні результати та висновки дисертації отримані автором. Постановка завдань та обговорення результатів були виконані спільно з науковим керівником.

Апробація роботи. Основні результати дисертації доповідались на:

1. Другій науково-технічній конференції "Материаловедение халькогенидных и кислородо-содержащих полупроводников" (Чернівці 1986р.)
2. Науково-технічній конференції "Новые технологические процессы, обеспечивающие прогресс производства полупроводниковых приборов и интегральных схем и повышения их надежности" (Чернівці 1986р.)

3. Науково-технічній конференції присвяченої 120-річчю Чернівецького Університету (Чернівці 1995р.)

4. Науково-технічних радах В.О."Гравітон" (Чернівці 1984-1994р.)

5. Матеріали роботи використовувались автором в лекціях, прочитаних на Фізичному факультеті ЧДУ в 1992-1994 р.

Структура дисертації. Робота складається із вступу, п'яти глав, висновку, переліку використаної літератури, трьох додатків.

#### КОРОТКИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі показана актуальність роботи, її мета і задачі; сформульовані наукова новизна і практична цінність отриманих результатів. Наведені основні положення, що виносяться на захист.

В першій главі наведені основні вимоги до потужних перемикаючих МДН транзисторів і проаналізовані фізичні явища, що призводять до пробоя р-п переходу стоку, пробоя змиканням, вторинного пробоя, пробоя діелектрика затвору, обмежують струм.

Проведено аналітичний огляд робіт, в яких розглядаються конструкції потужних МДН транзисторів. Із огляду випливає, що найкращими технічними характеристиками серед існуючих конструкцій відзначаються ПМДН та VMДН транзистори. Вони забезпечують найбільшу густину упаковки елементів, дозволяють отримати прилади найменшої площі при заданому опорі в відкритому стані і пробивній напрузі.

Подальший аналіз літератури дав можливість розглянути основні шляхи зменшення добутку площі кристалу на опір приладу в відкритому стані для ПМДН транзисторів. Показано, що для транзисторів з відносно низькими напругами пробоя (до 200В) головними шляхами в цьому напрямку є зменшення розмірів комірок, вибір їх оптимальної форми для забезпечення максимальної густини упаковки; для більш високовольтних приладів - оптимальне підлегвання області стоку, розташованій між сусідніми комірками, досягнення напруги пробоя стокового р-п переходу близької до пробоя ідеального

P-п переходу.

В другій главі наведена конструкція вертикального ПМДН тран-  
зистора з віддаленими від активної частини приладу контактами ви-  
току.

На малюнку 1 зображено фрагмент топології такого приладу.

Еквівалентна схема елементарної комірки такого приладу являє  
собой ланцюг резисторів (мал 2). Розподіл струму і напруги в цьому  
ланцюжку описується рівнянням (1)

$$\begin{cases} \frac{dU}{dx} = -R_1 I(x) \\ \frac{dI}{dx} = -\frac{U_{св} - U(x)}{R_2} \end{cases} \quad (1)$$

Рішення системи (1) з врахуванням граничних умов

$$U(x)|_{x=0} = 0; \quad I(x)|_{x=l} = 0, \quad \text{або} \quad \frac{dU}{dx} \Big|_{x=l} = 0$$

дають можливість обчислити

$$U(x) = -U_{св} \left[ 1 - \frac{\exp(\gamma x - 2\gamma l)}{1 + \exp(-2\gamma l)} - \frac{\exp(-\gamma l)}{1 + \exp(-2\gamma l)} \right] \quad (2)$$

де  $\gamma = \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}$

$$R_{ком} = \frac{U_{св}}{I_c} = \sqrt{R_1 \cdot R_2} \operatorname{cth}(l\gamma \sqrt{\frac{R_1}{R_2}}) \quad (3)$$

Для ПМДН транзистора з віддаленими контактами витоку можна  
записати:

$$R_1 = \frac{R_{sn}^+}{s_k - 0,8(2Wip)} \quad (4)$$

$R_{sn}^+$  - поверхневий опір  $p^+$  області витоку

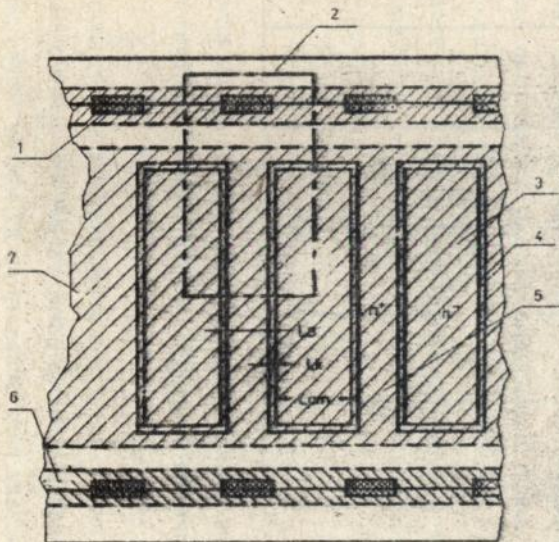
$s_k$  - ширина  $p$ -кишені

$0,8Wip$  довжина бокової дифузії

$$R_2 = R_{ch} + R_a + R_i + R_{epi} \quad (5)$$

де  $R_{ch}$  - опір каналу комірки одиничної довжини

$R_a$  - опір області збагачення комірки одиничної довжини



Мал 1. Топологія ПМДН транзистора з відділеними електродами витону.

1- контакти до р-області

2- елементарна комірка ПМДН транзистора

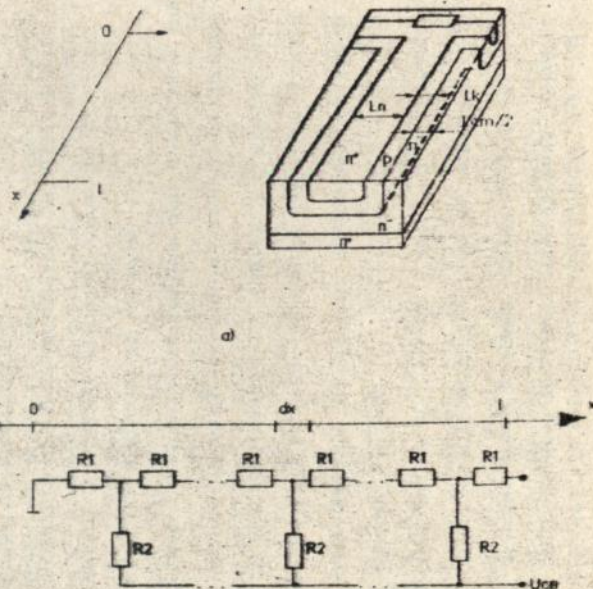
3- області стоку

4- частина р-області, де може бути індикований канал

5- п- області витону

6- електроди витону

7- електрод затвору



б

Мал 2. Елементарна комірка ПМДН структури з відділеними контактами витону (а) та її еквівалентна схема (б).

$R_i$  - опір області польового транзистора, керованого р-п переходом комірки одиначної довжини

$R_{epi}$  - опір області епітаксії комірки одиначної довжини

Наведені вирази  $R_{ch}$ ,  $R_a$ ,  $R_i$ ,  $R_{epi}$  з врахуванням  $45^\circ$  моделі розподілу струму в стощі.

На базі виразів (3), (4), (5) розроблені програми ЕОМ.

Програма ОСТ1 дозволяє обчислити значення добутку при заданих електрофізичних і геометричних параметрах комірки.

Програма ОСТ2 надає можливість визначити оптимальне співвідношення геометричних розмірів комірки при фіксованих інших параметрах, які дають мінімальний добуток

В таблиці 1 наведені фактичні значення добутку для ряду приладів, а також мінімальні значення добутку, розраховані за допомогою програми ОСТ2.

Табл. 1

Тип приладу	КР1014А	КР1014В	КР921	КР922	КР704	КР936	КР950
$R_{cv}$ відкр.Ском. Ом см	0,084	0,118	0,0084	0,0185	0,046	0,149	0,64
$R_{cv}$ відкр.Ском. опт.Ом см.	0,067	0,091	0,0073	0,0118	0,035	0,11	0,48
$S_k$ опт., мкм	12	12	10,5	10	10	12	12
$L_{ct}$ , мкм	6	8	5	7	10	15	23
$l_b$ , мкм	10 5	12 5	50	50	50	50	50

Примітка: для приладів КР921, КР922, КР704, КР936, КР950 з метою усунення можливості вторинного пробію довжина комірки була обмежена не більше 50 мкм.

Із таблиці 1 видно, що за допомогою розробленої методики оптимізації геометричних розмірів елементарної комірки можливість зменшити площу кристалу ряду приладів на 20-40%, що і було зроблено для мікросхеми КР1014.

В цій же главі досліджено вплив профілів легування різних ділянок стоку на пробивні напруги. Показано, що для запобігання передчасного пробоя, область стоку між кутами елементарних комірок має бути легована нижче ніж область між сторонами комірок.

Виведено співвідношення концентрацій в областях між кутами і сторонами комірок, при якому пробій буде наступати одночасно по всьому периметру комірки.

В третій главі розглядається технологічний процес виготовлення потужних ПМДН транзисторів, що оснований на базових технологічних процесах виготовлення МДН ІС. Маршрут складається з шести фотолитографій, двох процесів іонного легування, включає процес самосушіння на базі відкритого травлення  $\text{SiO}_2$ . Затворна система формується за допомогою окислення кремнію в присутності хлору і стабілізації  $\text{SiO}$  фосфорносилікатним склом. Затвор алюмінієвий, виготовлений методом магнетронного розпилення.

Суттєвою особливістю техпроцесу виготовлення ПМДН транзисторів є погана керованість рівнем порогової напруги, що пов'язано з нерівномірністю розподілу домішок в області каналу.

Запропоновано зв'язати максимальну концентрацію акцепторної домішки в області каналу ПМДН транзистора з опором р-області, що знаходиться між стоком і витокм транзистора. Сконструйований прямокутний тестовий пінч-резистор. Опір р-області якого розраховується за виразом (6).

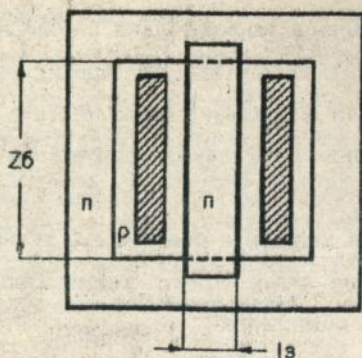
$$R_{\text{т. стр}} = R_{\text{SA}} \cdot \frac{l_3}{Z\delta} \quad (6)$$

де  $R_{\text{т. стр}}$  - опір тестової структури (мал.3)

$Z\delta$  - ширина р-області

$l_3$  - довжина п-області

Отримана задовільна кореляція між  $R_{\text{SA}}$  і пороговою напругою ПМДН транзистора.



Мал. 3 Тестова структура контролю Упор ГМДН транзисторів.

Високовольтні прилади традиційно виготовляють в двошарових структурах. Існуючі методи виготовлення двошарових структур з товщиною високоомного шару більше 50 мкм є незадовільними, через велику дефектність отриманих структур.

Запропонована конструкція високовольтних приладів, що виготовляються в монокристалічній кремнієвій мембрані (мал.4). Такий прилад не відрізняється від звичайних за параметрами, кристал його має достатню міцність, оскільки мембрана знаходиться тільки під активною частиною приладу.

Розроблена установка травлення кремнієвих мембран з охолодженням травника рідким азотом. Досліджена селективність травлення системи Si - SiO<sub>2</sub> травниками HNO<sub>3</sub> : HF з різним співвідношенням компонентів.

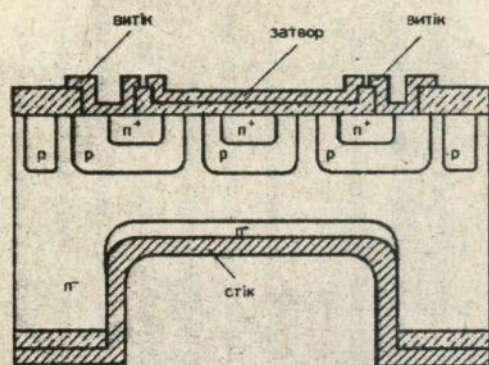
Показано (мал.5), що селективність травлення зростає із зростанням доли HNO<sub>3</sub>, але при цьому зменшується швидкість травлення кремнію. Запропоновано для травлення мембран використовувати травники HF : HNO<sub>3</sub> = 1 : 6 при температурі мінус 10-15 ЦЕЛ.

В главі четвертій досліджувалась стабільність високовольтних ПМДН транзисторів.

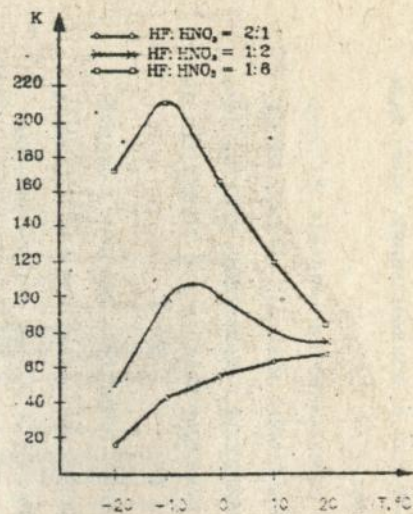
Прилади з пробивною напругою 400В використовують високовольтний р-п перехід з металевою польовою обкладкою. Досліджувались прилади двох типів: з польовою обкладкою без охоплюючого кільця і з польовою обкладкою з кільцем.

Випробовування приладів відбувалось в ключовому режимі при частоті комутованих імпульсів 10 Гц, скважності 2, амплітуді струму 0,1А, напрузі стоку 75В і температурі середовища t=85ЦЕЛ.

Напротязі 80 годин вимовило 50% приладів першої групи. Така нестабільність може бути пояснена міграцією негативного заряду по межі розподілу SiO<sub>2</sub> і захисного фоторезисту з утворенням інверсійного шару на поверхні стоку. Охоплююче кільце з позитивним потенціалом стабілізує розподіл заряду по поверхні і виключає інверсію



Мал. 4 ПМДН транзистор в кремніевій мембрані.



Мал. 5 Температурна залежність коефіцієнта селективності травлення кремнію азотнокислим розчином фторидної кислоти для різних травників.

провідності.

Іспити впродовж 1000 годин підтверджують ефективність конструкції.

В приладах з напругою пробоя більше 400 В використовують високовольтні р-п переходи з обмежувальними кільцями.

Досліджені різні варіанти захисту р-п переходу з метою одержання високої напруги пробоя.

Як захисні плівки використовували системи  $\text{SiO}_2$ -ФСС,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ . Плівка  $\text{SiO}_2$  отримана термічним окисленням, ФСС - плазмохімічним методом,  $\text{Si}_3\text{N}_4$  - розкладом моносилану в азоті при зниженому тиску.

В усіх випадках спостерігалась недостатня стабільність порогової напруги, що було пов'язано з накопиченням заряду на поверхні діелектрика на параметри р-п переходи. Запропонований захист приладу наступною системою:

$\text{Si} - \text{SiO}_2$  - термічний,  $\text{SiO}_2$  - піролітичний, - ФСС.

Додатковий шар піролітичного  $\text{SiO}_2$  мав товщину 0,6-0,8 мкм, наносився піролізом моносилану, відпалювався і гетерувався фосфором паралельно з утворенням затворної системи. Сумарна товщина шару діелектрика над охоплюючими кільцями сягала 2,5 мкм, що зменшило величину електричного поля, яке утворюється поверхневими зарядами.

Деградація пробивної напруги приладів з додатковим шаром  $\text{SiO}_2$  в процесі пасивації поверхні і іспитів не перевищувала 10%.

В главі п'ятій продемонстровано можливість використання високовольтного ПМДН та історатора, як стабілізатора струму і побудова на базі такого стабілізатора схеми живлення КМОН ІС стійкої до великих перепадів напруги в лінії.

В додатку 1 наводяться дані про особистий вклад дисертанта в роботи, що виконані в співавторстві.

В додатку 2 наведені програми розрахунку опору у відкритому стані ПМДН транзисторів з віддаленими контактами.

В додатку 3 наводяться акти про впровадження результатів, що отримані під час виконання дисертаційної роботи в виробництво.

В висновках сформульовані основні висновки дисертаційної роботи.

1. Розроблена нова конструкція високовольтного ПМДН транзистора з віддаленими контактами витоків від активної частини приладу, яка дає можливість одночасно отримати високі параметри приладів і є достатньо технологічною.

(Авторське свідоцтво СРСР №1284437)

2. Розроблено спосіб підвищення пробивних напруг високовольтних МДН транзисторів, який заключається в підлегуванні областей між сторонами і вершинами сусідніх комірок різними дозами домішки Фосфору.

(Авторське свідоцтво СРСР №1258264)

3. Отримані аналітичні вирази розрахунку опору стік-витік МДН транзистора з віддаленими контактами витоків і на їх основі розроблена методика вибору оптимальних геометричних розмірів елементарної комірки такого приладу, що дозволило на 20-25% зменшити площу ряду приладів.

4. Розроблена технологія виготовлення високовольтних ПМДН транзисторів використанням базових технологічних процесів виробництва МОН ІС. Запропонований операційний контроль порогових напруг транзисторів за допомогою спеціальної тестової структури.

5. Розроблена конструкція високовольтних приладів, що виготовляються в монокристалічних кремнієвих мембранах замість двохшарових структур. Розроблено процес створення мембран, який добре стикається з існуючим процесом виготовлення ПМДН транзисторів.

6. Проведено аналіз погіршення вольт-амперних характеристик ПМДН транзисторів з обмежувальними кільцями і з польовою обкладкою. Запропоновано спосіб нанесення додаткового шару двоокису кремнію, що забезпечує стабільність параметрів приладів.

7. Розроблений на базі високочастотного ПМДН транзистора стабілізатор струму і стійка до перешкод схема живлення КМОН ІС.

8. Результати роботи впровадженні на ВО "Гравітон" при розробці і удосконаленні інтегральних схем КР1014КТ1. При цьому розмір кристалу зменшений послідовно з  $3,7 \times 3,7$  мм до  $2,5 \times 1,8$  мм і  $2,1 \times 1,5$  мм. Розроблені і впроваджені в виробництво ключові транзистори КП921, КП922, КП704, КП936, КП950, стабілізатор струму КЖ101. Виготовлено більше 45 млн. приладів.

Розроблені напівпровідникові прилади і схема живлення КМОН ІС, дозволили створити електронний кнопочний номеронабирач для телефонних апаратів, який виготовлений в кількості 178 тис. штук.

Основні результати дисертації опубліковані в наступних роботах:

1. Геллер В.И, Чебанов Н.Н, Духно С.В, Лагунова Е.В, Политанский Л.Ф. Киселев В.П.

Разработка электронного ключа на полевых транзисторах для абонентских телефонных устройств широкого применения. - Отчет по ОКР "Бук 6" Гос.регистр. №993970 - Черновцы 1982. 38 с.

2. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Чебанов Н.Н, Духно С.В, Лагунова Е.В, Киселев В.П.

Разработка электронного ключа на полевых транзисторах для абонентских телефонных устройств - Отчет по ОКР "Бук 2" - Гос.регистр №802151 - Черновцы 1983. 41 с.

3. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Загорский Н.В. Разработка стабилизатора тока для абонентских телефонных устройств широкого применения - Отчет по ОКР "Бук 4" - Гос.регистр №801574 - Черновцы 1983. 33 с.

4. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Чебанов Н.Н, Драпака К.П.

Разработка стабилизатора для абонентских телефонных устройств широкого применения - Отчет по ОКР "Бук 5" - Гос.регистр. №201573 - Черновцы 1983. 29 с.

5. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Палей В.И, Загорский Н.В.

Устройство согласования ТТЛ элементов с ИДВ интегральными схемами. Авторское свидетельство №1084469 (СССР). Кл. Н03К 19/08, 1983.

6. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Лагунова Е.В. Високовольтний токовий ключ КР1014КП1 с низким остаточным сопротивлением. //Электронная промышленность: Научно-техн. сб. - М, 1985 - вып.7 (145) - с.48-49.

7. Геллер В.И, Загорский Н.В, Политанский Л.Ф. Комплект полупроводниковых приборов для схем питания КМОН БИС. //Электронная промышленность: Научно-техн. сб.-М, 1985 - вып.7 (145) - с.44-45.

8. Геллер В.И, Политанский Л.Ф, Сапожникова М.В. Разработка мощного электронного ключа для подключения исполнительных устройств. - Отчет по ОКР "Бисер 1" - Гос.регистр №18589 - Черновцы 1984. 32 с.

9. Геллер В.И., Политанский Л.Ф., Сапожникова М.В. Разработка мощного электронного ключа с низким сопротивлением для вторичных источников питания - Отчет по ОКР "Бисер 2" - Гос.регистр НУ.18528 - Черновцы 1984. 34 с.
10. Геллер В.И., Политанский Л.Ф., Киселев Ю.П. Мощный высоковольтный МДП транзистор. - Авторское свидетельство N1258284 (СССР). Кл. H01L 29/78, 1986.
11. Геллер В.И., Лихобабин Н.В. О целесообразности применения гетероперехода Si-Zn-Se в мощных МДП транзисторах. //Труды второй научно-технической конференции "Материаловедение халькогенидных и кислородсодержащих полупроводников" - Черновцы 1986. с. 36.
12. Геллер В.И., Киселев Ю.П. Исследование возможности создания транзистора по типу 2П922 с сопротивлением в открытом состоянии менее 0,1 Ом - Отчет по НИР "Бисер 3" - Гос.регистр НУ34241 - Черновцы 1986. 21 с.
13. Геллер В.И., Киселев Ю.П., Политанский Л.Ф. Мощный переключающий транзистор КП921. //Электронная промышленность: Научно-техн. сб. - М., 1986 - вып.8 - с.18.
14. Геллер В.И., Марущак Р.М. Технологічний процес травлення кремнієвих мембран для потужних напівпровідникових виробів. Матеріали наукової конференції присвяченої 120-річчю Черівського університету - Чернівці 1995 р. - с.12.
15. Геллер В.И., Политанский Л.Ф., Зингер Ю.И. Новый техпроцесс создания низковольтных микромощных стабилитронов. //Тезисы докладов конференций. "Новые технологические процессы, обеспечивающие прогресс производства полупроводниковых приборов и интегральных схем и повышение их надежности" сер.2 Полупроводниковые приборы. - М. - 1986 - вып.1- с.16.
16. Геллер В.И., Политанский Л.Ф., Киселев Ю.П. Новый техпроцесс создания мощных переключающих транзисторов. //Тезисы докладов конференций. "Новые технологические процессы, обеспечивающие прогресс

производства полупроводниковых приборов и интегральных схем и повышение их надежности" сер.2 Полупроводниковые приборы. - М., - 1986 - вып. 1, с.19-20.

17. Геллер В.И, Политанский Л.Ф. Заявка на винахід №9505210 від 11.05.1995.

18. Геллер В.И, Бачурин В.В, Бельков А.В, Политанский Л.Ф. МОП транзистор с высокой плотностью упаковки элементов //Спецэлектроника сер 2. Полупроводниковые приборы: Научно-техн. сб.- М., 1985. - вып 2 с. 47-51.

19. Геллер В.И, Бачурин В.В, Бычков С.С, Политанский Л.Ф. Высоковольтный низкоомный МДП транзистор. Авторское свидетельство №1284437 (СССР). Кл. № Н01L 29/78, 1986.

**Геллер В.Н.** Конструкторско-технологические методы производства переключающих полупроводниковых приборов на основе ДМДП структур. *Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.27.01 - твердотельная электроника (включая функциональную); Особливе конструкторське бюро "Рута", Черновцы 1997.*

В работе проведен анализ требований к переключающим приборам на основе ДМДП структур и путей реализации этих требований, разработана конструкция вертикального ДМДП транзистора, которая позволяет получить высокую плотность упаковки элементов, математическая модель такого транзистора, методика оптимизации геометрических размеров элементарной ячейки транзистора.

Приведены практические примеры оптимизации приборов. Разработан технологический процесс изготовления высоковольтных ДМДП транзисторов, показана возможность замены двуслойных кремниевых структур монокристаллическим кремнием.

Разработаны способы обеспечения стабильности пробивного напряжения совместимые с техпроцессом изготовления высоковольтных ДМДП транзисторов.

Основная часть работы состоит из 5 глав.

Объем диссертации 146 страниц, 48 рисунков, 5 таблиц, 111 наименований цитированной литературы.

**Geller V.I.** Constructionally-technological methods of producing switched semiconductor devices on the base of DMOS structures.

*Thesis for obtaining of the scientific degree of candidate of technical sciences, speciality 05.27.01 - solid-state electronics ( including functional).*

*Special designing office "RYTA", Chernivtsi, 1997.*

In dissertation have been presented analysis of requires for the switched devices on the base of DMOS structures and ways of realisation this requires, construction of highvoltage vertical transistor, which allows to get high density of elements, matchematical model of this transistor, method of optimization of geometric sizes of elementary cell of transistor. Also have been given practical examples of devices' optimization. Was worked up the technological process of producing of highvoltage DMOS transistors, shown possibility of changing twolayer silicon structures by monocrystalline silicon. In dissertation was elaborate ways of securing stability of breaking through voltage, compatible with technological process of producing of highvoltage transistors.

The main part of dissertation consist 5 chapters.

Thesis volume: 146 pages, 48 figures, 5 tables and 111 cited literature sources.

Підписано до друку 21.01.97.  
Формат 60 x 84/16.  
Папір друкарський. Друк офсетний.  
Ум. друк. арк. 1,1. Обл.-вид. арк. 1,1.  
Зам. 018. Тираж 100 прим.

Друкарня видавництва "Рута" Чернівецького держуніверситету  
274012, Чернівці, вул.Коцюбинського, 2

447254

AB 36.966