

ОКП 17 7221

УДК 669.782-172:006.354

Группа В 51

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель предприятия

П.М. Галкин

1988 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель руководителя предприятия п/я X-5476

В.З. Прилипко

"27" 05 1988 г.

КРЕМНИЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ  
ОСОВОЧИСТЫЙ

Технические условия

ТУ 48-4 - 504 -88

(Взамен ТУ 48-4-296-80, ТУ 48-4-357-75,  
ТУ 48-4-253-73)

Дата введения 01.03.89 г.

Срок действия до 31.12.94 г.  
Снято с оформления срока действия

Заместитель директора  
Гиредмета

А.В. Елётин

"04" 04 1988 г.

Начальник технического  
отдела предприятия

п/я А-3135

А.И. Семёнов

"20" 05 1988 г.

Руководитель органа  
Государственной приёмки  
на предприятии п/я А-3135

А.С. Жилкин

"20" 05 1988 г.

УЧТЕНО

ЖКБ 51

1988

15 11 88  
089,000891

инв. 29/2004  
05.02.04

К-В КМС прораб. дик. 3033. гир. 4830. 11.07.79. КТРС

"Гиредмет", 119017, Москва

Взаим. инв. № 576



Настоящие технические условия распространяются на слитки кремния монокристаллического <sup>легированного бором или фосфором</sup> ~~особочистого~~, полученного методом бестигельной зонной плавки и предназначенные для производства детекторов ядерных излучений, р-І-п диодов и магнитодетекторов. ②

Пример записи условного обозначения продукции при её заказе и в документации:

КБО-І-ДМ/25-ЕІ ТУ 48-4-504-88 ;

КБО-І-ЭВ/29,5 ТУ 48-4-504-88 ;

КБО-І-ДВ/45-ІЗКІ ТУ 48-4-504-88;

КБО-4-ДМ/20,5-С ТУ 48-4-504-88,

где КБО-І, КБО- 4 -марки кремния

К- кремний ;

Б- бестигельный метод получения кремния ;

О- особочистый кремний ;

Д- дырочный тип электропроводности ;

Э- электронный тип электропроводности ;

І- исходное сырье: поликристаллический кремний, полученный методом термического разложения моносилана;

В- исходное сырье: поликристаллический кремний, полученный методом водородного восстановления хлорсиланов;

29,5;25; 45; 20,5- номинальные значения диаметра слитка;

ЕІ, ІЗ, КІ, С - индексы дополнительных требований;

ТУ 48-4-504-88 - номер настоящих технических условий.

~~Показатели технического уровня, установленные настоящими техническими условиями, соответствуют высшей категории качества.~~ ②

ТУ 48-4-504-88

Кремний монокристаллический особочистый.  
Технические условия

п/я А-3135



# 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Особоочищенные монокристаллические слитки кремния (далее в тексте слитки) должны соответствовать требованиям настоящих технических условий.

1.2. Исходным <sup>первичным</sup> сырьем для производства слитков кремния является поликристаллический кремний, полученный методом ~~термического разложения моносилана~~ <sup>или термического разложения моносилана</sup> ~~(или моносилановый)~~ по ТУ 6-02-1332-86 или поли- <sup>или термического разложения моносилана по</sup> кристаллический кремний, полученный методом водородного восстановления хлорсиланов ~~(в водородной)~~ по ТУ 48-4-319-86 или по <sup>технологической документации предприятия-изготовителя, утвержден-</sup> ~~ГОСТ 26550-86~~ <sup>ной в установленном порядке.</sup>

1.3. Требования к показателям качества слитков кремния приведены в табл. 1, 2.

1.4. Тип электропроводности, исходное сырье, в зависимости от диаметра монокристаллического слитка, приведены в табл. 3. <sup>1</sup>

1.5. Ориентация продольной оси монокристаллического слитка должна быть /III/.

1.6. Отклонение плоскости торцового среза от плоскости ориентации должно быть не более 3°.

1.7. Концентрация атомов оптически активного кислорода должна быть не более  $2 \cdot 10^{16}$  см<sup>-3</sup> при градуировочном коэффициенте равном  $2,45 \cdot 10^{17}$  см<sup>-2</sup>, вместо  $3,3 \cdot 10^{17}$  см<sup>-2</sup>, указанного в приложении 7 к ГОСТ 19658-81.

1.8. Слитки кремния должны быть без дислокаций (не более  $1 \cdot 10^1$  см<sup>-2</sup>).

1.9. Слитки кремния должны быть без внешних дефектов (раковин и сколов размером более 3 мм, трещин), без внутренних дефектов (раковин, трещин, обнаруживаемых при резке слитка).

1.10. По согласованию между изготовителем и потребителем допускается поставка слитков кремния с отклонением требований от

Подпись и дата  
Изм. № 1  
Подпись и дата  
Изм. № 2  
Подпись и дата  
Изм. № 3



настоящих технических условий. В этом случае технические требования должны оговариваться в протоколе, согласованном и утвержденном в установленном порядке на поставку с оговоренным объемом.

I. II. Коды Н-ОКII приведены в обязательном приложении I к настоящим техническим условиям.

Подпись и дата

Имя, № инв.

Подпись и дата

Имя, № инв.

Подпись и дата

2	Зам	Э	Подпись	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ТУ 48-4-504-88



Подпись и дата

Имя и должность

Подпись и дата

Имя и должность

Таблица I

Требования к показателям качества слитков кремния

Марка кремния	Удельное электрическое сопротивление (у.э.с.), Ом.см, не менее	Относительное отклонение у.э.с. от среднего значения по длине монокристаллического слитка, % не более	Радиальное отклонение у.э.с. от среднего значения по торцу монокристаллического слитка, % не более	Номинальное значение диаметра монокристаллического слитка и отклонение диаметра от номинального значения, мм	Тип электропроводности (Д) или электронный (Э)	Исходное сырье	Длина, мм, не менее	Время жизни неравновесных носителей заряда (н.н.э), мкс, не менее для типа электропроводности
	2	3	4	5	6	7	8	9
	1000	30	-	20, 5 $\pm$ 2 25, 0 $\pm$ 2 29, 5 $\pm$ 2 35, 0 $\pm$ 2 45, 0 $\pm$ 2 56, 0 $\pm$ 2	Д или Э Д или Э Д или Э Д или Э Д или Э Д или Э	М или В М или В М или В В В В	40	500
КБ0-I								1000



Продолжение табл. I

Марка, модель, крепление	Относительное отклонение, %	Радиальное отклонение, мм	Номинальное значение диаметра, мм	Тип электропроводности	Исходное сырье	Длина, мм, не менее	Время жизни неравномерных носителей заряда (н.н.з.), мкс, не менее	для типа электропроводности
КБ0-I-1 1000	35	25	34,0 $\pm$ 2 45,0 $\pm$ 2 59,0 $\pm$ 2 78,0 $\pm$ 2 32,0 $\pm$ 0,5 43,0 $\pm$ 0,5 57,5 $\pm$ 0,5 76,0 $\pm$ 0,5	Э	В	30	-	1000
КБ0-2 2000	30	-	20,5 $\pm$ 2 25,0 $\pm$ 2 29,5 $\pm$ 2 35,0 $\pm$ 2 45,0 $\pm$ 2 56,0 $\pm$ 2	Д или Э	М или В	40	500	-



Продолжение табл. I

Мар- ка электрине- ремского сопро- твления (у.э.с.), не менее	Относитель- ное откло- нение у.э.с. от среднего значения по длине монокрис- таллическо- го слитка, %, не более	Радиальное относитель- ное откло- нение у.э.с. от среднего значения по толщине монокрис- таллическо- го слитка, %, не более	Номинальное значение диаметра монокристал- лического слитка и отклонение диаметра от номинально- го значе- ния, мм	Тип электро- провод- ности Дыро- ный (Д) или элект- ронный (Э)	Исход- ное сырье	Длина, мм, не менее	Время жизни н.н.э., мкс, не менее для типа электро- проводности		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
КБ0-3 3000	30	-	20,5 $\pm$ 2 25,0 $\pm$ 2 29,0 $\pm$ 2	Д Д Д	М или В М или В М или В	40	1000		
КБ0-4 4000	30	-	20,5 $\pm$ 2 25,0 $\pm$ 2	Д Д	М или В М	40	1000		
КБ0-5 5000	30	-	20,5 $\pm$ 2 25,0 $\pm$ 2 29,5 $\pm$ 2 45,0 $\pm$ 2 60,0 $\pm$ 2	Д Д Д Д Д	М или В М М В В В	40	1000		



Продолжение табл. I

Марка крем- ни	Цельное электри- ческое сопротив- ление (у.э.с.), Ом.см, не менее	Относитель- ное откло- нение у.э.с. от среднего значения по длине монокрис- талличес- кого слитка, %, не бо- лее	Радиальное относитель- ное откло- нение у.э.с. от среднего значения по торцу монокрис- таллическо- го слитка, %, не бо- лее	Номинальное значение диаметра мо- нокристалли- ческого слит- ка и отклоне- ние диаметра от номиналь- ного значе- ния, мм	Тип элект- ропро- воднос- ти Дыро- вый (Д) или элект- ронный (Э)	Исходное сырье	Длина, мм, не ме- нее	Время жизни н.н.з., мкс, не менее для типа электропровод- ности
КБ0-6	6000	30	-	20,5+2 25,0±2	Д	М или В М	40	1000
КБ0-10	10000	35	-	20,5+2 25,0±2	Д	М М	40	1000
КБ0-20	20000	35	-	20,5+2 25,0±2	Д	М М	30	1000

слитков

- Примечания: 1. Объем поставок кремния с временем жизни н.н.з.  
не менее 1000 мкс должен составлять в заказе не менее 75 %.
2. Верхний предел у.э.с. для марок КБ0-I-I 10000 Ом.см,  
для остальных марок 60000 Ом.см.



3. Верхний предел удельного электрического сопротивления  
 ② 60000 Ом.см.

Таблица 2

Дополнительные требования к слиткам кремния

Индекс требова- ния	Показатель качества		Марка, на которую распро- страняется индекс требова- ния
	наименование, единица измерения	Значение	
E1	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	200	Все марки
E2	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	300	Все марки
E3	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	400	Все марки
E4	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	500	Все марки, кроме: КБО-2; КБО-I-ДВ/20,5; КБО-I-ДВ/25; КБО-I-ДВ/29,5; КБО-I-ДВ/35; КБО-I-ДВ/45; КБО-I-ДВ/56; КБО-I-ДМ/20,5; КБО-I-ДМ/25; КБО-I-ДМ/29,5
E5	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	600	КБО-I-ЭМ/20,5; КБО-I-ЭВ/20,5; КБО-I-ЭМ/25; КБО-I-ЭВ/25; КБО-I-ЭМ/29,5; КБО-I-ЭВ/29,5; ① КБО(3-10) КБО(3-20)
E6	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	600	КБО-I-ДМ/20,5; КБО-I-ДВ/20,5; КБО-I-ДМ/25; КБО-I-ДВ/25; КБО-I-ДМ/29,5; КБО-I-ДВ/29,5; КБО-I-ДВ/35; КБО-I-ДВ/45; КБО-I-ДВ/56; ① КБО2
И1	Интервал значений уде- льного электрического сопротивления, Ом.см	1000- 4000	КБО-I-ДВ/25; КБО-I-ДМ/25
И2	Интервал значений уде- льного электрического сопротивления, Ом.см	1000- 5000	КБО-I-ЭМ/20,5; КБО-I-ЭМ/25
И3	Интервал значений уде- льного электрического сопротивления, Ом.см	1000- 10000	КБО-I-ДВ/35; КБО-I-ДВ/45; КБО-I-ДВ/56



Продолжение табл.2

Индекс требова- ния	Показатель качества		Марка, не которую распростра- няется индекс требования
	Наименование, едини- ца измерения	Значение	
И4	Интервал значений удельного электри- ческого сопротивле- ния, Ом.см	2000- 10000	КБ0-2-ДВ/35; КБ0-2-ДВ/45; КБ0-2-ДВ/56
И5	Интервал значений удельного электри- ческого сопротивле- ния, Ом.см	4000- 9000	КБ0-4-ДМ/20,5
ИТ	Отклонение диамет- ра монокристалли- ческого слитка от номинального значе- ния, мм	$\pm 0,5$	КБ0-1-ДВ/35; КБ0-1-ДВ/45; КБ0-1-ДВ/56; КБ0-2-ДВ/35; КБ0-2-ДВ/45; КБ0-2-ДВ/56
Л	Концентрация атомов оптически активного кислорода, см <sup>-3</sup> , не более	$1 \cdot 10^{16}$ при градуи- ровочном коэффициен- те равен $2,45 \cdot 10^{17}$ см <sup>-2</sup>	Все марки
Т	Ориентация продо- льной оси монокрис- таллического слитка	/100/	Все марки, кроме КБ0-1-1
С	Свирл-дефекты	отсутствие	Все марки

Л. Подпись и дата

И. Взам.инв. № инв. №

И. Подпись

И. Подпись	И. Взам.инв. № инв. №	И. Подпись	И. Взам.инв. № инв. №
И. Подпись	И. Взам.инв. № инв. №	И. Подпись	И. Взам.инв. № инв. №

ТУ 48-4-504-В

Лист  
7



Продолжение табл.2

Индекс требований	Показатель качества		Марка, на которую распространяется индекс требования
	наименование, единица измерения	значение	
И6	Интервал значений удельного электрического сопротивления (у.э.с.), Ом.см	1000-3000	КВ0-I-I
И7	Интервал значений у.э.с., Ом.см	5000-15000	КВ0-5-ДВ/29,5 КВ0-5-ДВ/45 КВ0-5-ДВ/60
Р	Радиальное относительное отклонение у.э.с. от среднего значения по торцу монокристаллического слитка, %, не более	15	КВ0-I-I
У	Концентрация атомов оптически активного углерода, см <sup>-3</sup> , не более	3.10 <sup>16</sup>	КВ0-I-I
У1	Концентрация атомов оптически активного углерода, см <sup>-3</sup> , не более	5.10 <sup>16</sup>	КВ0-I-I
Н	Нейтронно-трансмутационное легирование	.	КВ0-5-ДВ/29,5 КВ0-5-ДВ/45 КВ0-5-ДВ/60
Е7	Время жизни н.н.з., мкс, не менее	60	Марки с индексом "Н"

Примечание. Индекс "Н" заказывается только совместно с индексом "Е7"

Подпись и дата

Инициалы

Инициалы

Подпись и дата

Инициалы

1	304	2	Введен
Инициал	Инициал	Инициал	Дата

48-4-504-сб



## 2. ПРАВИЛА ПРИЕМА

2.1. Для проверки соответствия качества слитков кремния требованиям настоящих технических условий устанавливаются приемо-сдаточные испытания.

2.2. При проведении приемо-сдаточных испытаний должен контролироваться каждый слиток ( в зависимости от требований марки) на соответствие требованиям технических условий в части:

монокристалличности;

типа электропроводности;

удельного электрического сопротивления и относительного

отклонения удельного электрического сопротивления от среднего значения по длине монокристаллического слитка;

длины монокристаллического слитка;

диаметра монокристаллического слитка;

отсутствия дислокаций;

времени жизни  $n.h.3$ ;

отсутствия внешних дефектов по п.1.9;

массы слитка.

радиального относительного отклонения  $y.3.c.$  от среднего значения по торцу монокристаллического слитка.

2.3. Гарантируется технологией:

отсутствие свирл-дефектов для марок с индексом " С ";

ориентация продольной оси монокристаллического слитка;

отклонение плоскости торцового среза от плоскости ориентации;

концентрация атомов оптически активного кислорода, углерода; ②

отсутствие внутренних дефектов по п.1.9.

2.4. Каждый слиток сопровождают документом о качестве (сертификатом), в котором ( в зависимости от требований марки)

указывают:

наименование <sup>и товарный знак</sup> или шифр предприятия-изготовителя или товарный знак; ①

наименование продукции и ее марку;



номер слитка;

тип электропроводности;

максимальное и минимальное значения удельного электрического сопротивления по образующей (длине) слитка; (2)

относительное отклонение удельного электрического сопротивления от среднего значения по длине слитка;

длину и диаметр;

время жизни н.н.з.;

массу слитка;

дату изготовления;

номер настоящих технических условий;

штамп ОТК;

(2) ~~штамп Госприемки.~~

радиальное относительное отклонение у.э.с. от среднего значения по торцу монокристаллического слитка;  
среднее значение у.э.с. на каждом торце монокристаллического слитка.

### 3. МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ

3.1. Проверку слитков кремния на монокристалличность и отсутствие внешних дефектов на его поверхности проводят по методике, изложенной в обязательном приложении I к ГОСТ 19658-81. Размеры внешних дефектов по п.1.9 определяют линейкой по ГОСТ 427-75. (1)

3.2. Тип электропроводности определяют по методике, изложенной в обязательном приложении 2 к ГОСТ 19658-81. (1)

3.3. Удельное электрическое сопротивление марок К60-1, К60-2, К60-3, К60-4, К60-5, К60-6, К60-10, К60-20 измеряют двухзондовым методом по образующей слитка через 10 мм по методике, изложенной в обязательном приложении 2 к ГОСТ 26550-85. По результатам измерения определяют следующие величины: (2) (3) (1)

среднее значение удельного электрического сопротивления по длине слитка в Омах на сантиметр вычисляют по формуле:

$$\bar{\rho} = \frac{\rho_{\max} + \rho_{\min}}{2}$$

(1)

(2)



где  $\rho_{max}$  и  $\rho_{min}$  — максимальное и минимальное значение удельного электрического сопротивления по длине слитка.

Относительное отклонение удельного электрического сопротивления от среднего значения по длине слитка ( $\delta\rho_e$ ) вычисляют по формуле:

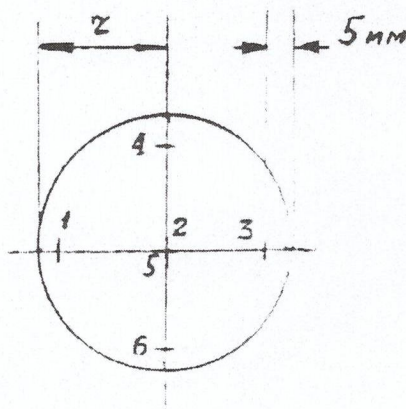
$$\delta\rho_e = \left( \frac{\rho_{max} - \bar{\rho}}{\bar{\rho}} \right) \cdot 100\% ; \quad \left( \frac{\bar{\rho} - \rho_{min}}{\bar{\rho}} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

3.3а. Удельное электрическое сопротивление марки КВ0-I-I измеряют по торцам и образующей (длине) слитка по ГОСТ 24392.

Удельное электрическое сопротивление по образующей (длине) слитка измеряют через 10 мм. По результатам измерения удельного электрического сопротивления определяют минимальное ( $\rho_{min}$ ) и максимальное ( $\rho_{max}$ ) значения этих измерений и вычисляют относительное отклонение удельного электрического сопротивления от среднего значения по длине монокристаллического слитка ( $\delta\rho_e$ ) в процентах:

$$\delta\rho_e = \frac{\rho_{max} - \rho_{min}}{\rho_{max} + \rho_{min}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Удельное электрическое сопротивление на обоих торцах слитка измеряют в шести точках, расположенных в соответствии с чертежом





Точки 1; 3; 4; 6 отстоят от края торца слитка на расстоянии не менее 5 мм; точки 2 и 5 расположены в центре.

По результатам измерений удельного электрического сопротивления вычисляют:

Среднее значение удельного электрического сопротивления на периферийном кольце каждого торца ( $\bar{\rho}_{n_1}$ ) и ( $\bar{\rho}_{n_2}$ ) по формуле:

$$\bar{\rho}_n = \frac{\rho_1 + \rho_4 + \rho_3 + \rho_6}{4} \quad (4)$$

где  $\rho_1, \rho_4, \rho_3, \rho_6$  - удельное электрическое сопротивление в соответствующих точках.

Среднее значение удельного электрического сопротивления в центре каждого торца ( $\bar{\rho}_{y_1}$ ) и ( $\bar{\rho}_{y_2}$ ) по формуле:

$$\bar{\rho}_y = \frac{\rho_2 + \rho_5}{2} \quad (5)$$

Среднее значение удельного электрического сопротивления на каждом торце ( $\bar{\rho}_{T_1}$ ) и ( $\bar{\rho}_{T_2}$ ) по формуле:

$$\bar{\rho}_T = \frac{\bar{\rho}_n + \bar{\rho}_y}{2} \quad (6)$$

Радиальное относительное отклонение удельного электрического сопротивления от среднего значения по каждому торцу ( $\delta\rho_{R_1}$ ) и ( $\delta\rho_{R_2}$ ) в процентах по формуле:

$$\delta\rho_R = \left| \frac{\bar{\rho}_n - \bar{\rho}_y}{\bar{\rho}_n + \bar{\rho}_y} \right| \quad (7)$$

3.4. Ориентацию продольной оси монокристаллического слитка и отклонение плоскости торцового среза от плоскости ориентации определяют по методикам, изложенным в обязательных приложениях

④ 5 и 6 к ГОСТ 13658-81.



Арбитражным является рентгеновский метод (приложение 5 к ГОСТ 19658-81).

3.5. Концентрацию атомов оптически активного кислорода определяют по методике, изложенной в обязательном приложении 7 к ГОСТ 19658-81. При расчете концентрации атомов оптически активного кислорода необходимо использовать градуировочный коэффициент равный  $2,45 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$  вместо  $3,3 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-2}$ , указанного в Приложении 7 к ГОСТ 19658-81.

Концентрацию атомов оптически активного углерода определяют по методике, изложенной в обязательном приложении 8а к ГОСТ 19658.

3.6. Диаметр слитка измеряют в произвольно выбранных по окружности точках в любом месте с погрешностью не более  $\pm 0,1 \text{ мм}$ .

Длину слитка измеряют с погрешностью не более  $\pm 1 \text{ мм}$ .

Измерения проводят стандартным мерительным инструментом, обеспечивающим заданную точность измерения.

3.7. Плотность дислокаций определяют на нижнем торце слитка или на прилегающей к нему пластине по методике, изложенной в обязательном приложении 4 к ГОСТ 19658.

3.8. Время жизни н.н.з. измеряют по длине (образующей) слитка через 10-15 мм методом спада фотопроводимости по методике, изложенной в обязательном приложении 2 к настоящим техническим условиям.

Подпись и дата

Имя, № дуб.

Взам. инв. №

Подпись и дата

Имя, № дуб.

2	Ноб	2	Павлов	
Имя, № дуб.	Подпись	Дата		

ТУ 48-4-504-83

с  
116



3.9. Отсутствие свирл-дефектов определяют на верхнем и нижнем торцах слитка по методике, изложенной в обязательном приложении 9 к ГОСТ 19355-81.

3.10. Массу слитка определяют взвешиванием на весах с погрешностью не более  $\pm 2$  г при массе слитка до 2 кг и с погрешностью не более  $\pm 5$  г при массе слитка более 2 кг.

3.11. Контроль показателей качества, гарантируемых технологией (за исключением внутренних дефектов по п.1.9), должен проводиться на предприятии-изготовителе периодически - не реже чем один раз в полугодие на одном слитке любой марки.

Результаты контроля должны быть оформлены протоколом.

Контроль внутренних дефектов ( раковин, трещин) производится визуально при даводке слитков до готовой продукции.

#### 4. УПАКОВКА, МАРКИРОВКА, ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ХРАНЕНИЕ

4.1. Каждый слиток кремния помещают в пакет из полиэтиленовой пленки - по ГОСТ 10354-82, пакет со слитком заваривают, заворачивают в пенополиуретан или алигнин и укладывают в картонную коробку, в коробку вкладывают сертификат. Коробку, закрытую крышкой, перевязывают внахлестку лентой с липким слоем.

4.2. На коробку наклеивают этикетку, на которой указывают:

наименование и товарный знак предприятия-изготовителя или товарный знак;

наименование продукции и марку кремния;

номер слитка;

длину и диаметр слитка;

массу слитка;

дату изготовления;

номер настоящих технических условий;

номер упаковщика.

ТУ 48-4-504-88

Лист

12



4.3. Допускается другая упаковка : слиток помещают в пакет из полиэтиленовой пленки, пакет со слитком заваривают, заворачивают в пенополиуретан, прикладывают сертификат и закрепляют внахлестку лентой с липким слоем. Упакованный таким образом слиток снова помещают в пакет из полиэтиленовой пленки, вкладывают этикетку и заваривают.

4.4. Упакованные слитки помещают в ящик по ГОСТ 5959-80, <sup>①</sup> ГОСТ 21140-75. На ящик должна быть нанесена маркировка в соответствии с ГОСТ 14192-77 "Хрупкое - осторожно, хрупкое"; "Верх не кантовать"; <sup>④</sup> "Беречь от влаги"; "Бойтесь сырости".

4.5. В каждый ящик вкладывают упаковочный лист, в котором указывают:

наименование и товарный знак предприятия-изготовителя или товарный знак;  
наименование продукции;

массу брутто и нетто;

количество слитков;

дату упаковки;

номер упаковщика.

4.6. Транспортирование слитков кремния производят любым видом транспорта в крытых транспортных средствах в соответствии с правилами перевозок грузов, действующими на данном виде транспорта.

Допускается транспортирование почтовыми посылками.

При транспортировании почтовыми посылками предупредительные знаки по ГОСТ 14192-77 не наносятся. <sup>①</sup>

4.7. Храниться слитки должны в упаковке изготовителя в закрытых складских помещениях.

## 5. ГАРАНТИИ ИЗГОТОВИТЕЛЯ

5.1. Слитки кремния должны быть приняты техническим контролем предприятия-изготовителя, и Государственной приемкой. <sup>②</sup>

5.2. Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие слит-

ТУ 48-4-504-88

Лист

13



ков кремния требованиям настоящих технических условий при соблюдении потребителем условий хранения в упаковке изготовителя.

5.3. Гарантийный срок хранения продукции- 2 года со дня её изготовления.

5.4. При неудовлетворительных результатах испытаний по гарантируемым параметрам, потребитель имеет право на замену слитков в месячный срок со дня возвращения их изготовителю.

Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата	Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата

ТУ 48-4-504-88

Лист

14



ПРИЛОЖЕНИЕ I  
Обязательное

Таблица марок и кодов Н-ОКГ

Марка	Диаметр, мм	Код ОКГ
КБО-I-ЭВ	20,5	I7 722I IIII 06
КБО-I-ЭВ	25	I7 722I IIII 05
КБО-I-ЭВ	29,5	I7 722I IIII 04
КБО-I-ДВ	20,5	I7 722I II2I 04
КБО-I-ДВ	25	I7 722I II22 03
КБО-I-ДВ	29,5	I7 722I II23 02
КБО-I-ДВ	35	I7 722I II24 01
КБО-I-ДВ	45	I7 722I II25 00
КБО-I-ДВ	56	I7 722I II26 10
КБО-I-ЭМ	20,5	I7 722I II3I 02
КБО-I-ЭМ	25	I7 722I II32 01
КБО-I-ЭМ	29,5	I7 722I II33 00
КБО-I-ДМ	20,5	I7 722I II4I 00
КБО-I-ДМ	25	I7 722I II42 10
КБО-I-ДМ	29,5	I7 722I II43 09
КБО-I-I-ЭВ	32	I7 722I II8I 03
КБО-I-I-ЭВ	34	I7 722I II82 02
КБО-I-I-ЭВ	43	I7 722I II83 01
КБО-I-I-ЭВ	45	I7 722I II84 00
КБО-I-I-ЭВ	57,5	I7 722I II85 10
КБО-I-I-ЭВ	59	I7 722I II86 09
КБО-I-I-ЭВ	76	I7 722I II87 08
КБО-I-I-ЭВ	78	I7 722I II88 07
КБО-2-ДВ	20,5	I7 722I I22I 01
КБО-2-ДВ	25	I7 722I I222 00
КБО-2-ДВ	29,5	I7 722I I223 10
КБО-2-ДВ	35	I7 722I I224 09
КБО-2-ДВ	45	I7 722I I225 08
КБО-2-ДВ	56	I7 722I I226 07
КБО-2-ДМ	20,5	I7 722I I24I 08
КБО-2-ДМ	25	I7 722I I242 07
КБО-2-ДМ	29,5	I7 722I I243 06

Подпись и дата  
Имя, № п  
Взам, инв. №  
Имя, инв. №  
Имя, инв. №



Продолжение таблицы

Марка	Диаметр, мм	Код ОНП
КБ0-3-ДВ	20,5	17 7221 1321 09
КБ0-3-ДВ	25	17 7221 1322 08
КБ0-3-ДВ	29,5	17 7221 1323 07
КБ0-3-ДМ	20,5	17 7221 1341 05
КБ0-3-ДМ	25	17 7221 1342 04
КБ0-3-ДМ	29,5	17 7221 1343 03
КБ0-4-ДВ	20,5	17 7221 1421 06
КБ0-4-ДМ	20,5	17 7221 1441 02
КБ0-4-ДМ	25	17 7221 1442 01
КБ0-5-ДВ	20,5	17 7221 1521 03
КБ0-5-ДВ	29,5	17 7221 1522 02
КБ0-5-ДВ	45	17 7221 1523 01
КБ0-5-ДВ	60	17 7221 1524 00
КБ0-5-ДМ	20,5	17 7221 1541 10
КБ0-5-ДМ	25	17 7221 1542 09
КБ0-6-ДВ	20,5	17 7221 1621 00
КБ0-6-ДМ	20,5	17 7221 1641 07
КБ0-6-ДМ	25	17 7221 1642 06
КБ0-10-ДМ	20,5	17 7221 1741 04
КБ0-10-ДМ	25	17 7221 1742 03
КБ0-20-ДМ	20,5	17 7221 1841 01
КБ0-20-ДМ	25	17 7221 1842 00
КБ0-1		17 7221 1100 09
КБ0-1-1		17 7221 1180 07
КБ0-2		17 7221 1200 06
КБ0-3		17 7221 1300 03
КБ0-4		17 7221 1400 00
КБ0-5		17 7221 1500 08
КБ0-6		17 7221 1600 05
КБ0-10		17 7221 1700 02
КБ0-20		17 7221 1800 10

Подпись и дата

Имя, № до

Взам. инв. №

Имя, № до

Имя, № до



# МЕТОДИКА

ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ ВРЕМЕНИ ЖИЗНИ НЕОСНОВНЫХ  
НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ВЫСОКООМНОМ КРЕМНИИ МЕТОДОМ  
СПАДА ФОТОПРОВОДИМОСТИ НА УСТАНОВКЕ ТАУ-101

Настоящая методика предназначена для измерения времени жизни неосновных носителей заряда в высокоомном монокристаллическом кремнии на установках типа " ТАУ-101 ".

## 1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДИКИ И НОРМЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ТОЧНОСТИ

Таблица 4

Наименование материала	Параметры материала			Темпе- ратура измерения, К	Случай- ная погрешность измерений, с $p=0,95$ , %	Суммарная погрешность измерения, с $p=0,95$ , %
	Тип элек- тропровод- ности	Удельное электри- ческое сопротивление, Ом.см	Время жизни н.н.з., мкс			
Кремний монокристал- лический	p	$400 \pm 10^5$	$200 \pm 5$	296 ± 5	20	30
	n		2000			

## 2. СУЩНОСТЬ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЙ

Контролируемый образец помещается в высокочастотное поле, создаваемое в ограниченной пространственной области специальным резонатором.

Поглощение образцом радиочастотной мощности, регистрируемое как потери нагруженного радиочастотного контура, связано с удель- ным электрическим сопротивлением ( проводимостью).

В области локализации радиочастотного поля производится воз- буждение неосновных носителей заряда путем освещения монокристалла импульсами света. Инжектированные светом н.н.з. релаксируют к свое-



му равновесному значению.

Регистрируемым сигналом является изменение во времени мощности потерь, связанное с релаксацией неравновесных носителей заряда.

В случае объемного возбуждения (обеспечивается выбором параметров светового импульса) и прямой пропорциональной связи между радиочастотными потерями и проводимостью полупроводникового материала (обеспечивается малостью уровня инжекции) измеряемое время жизни определяется как время, в течение которого сигнал фотопроводимости спадает от некоторого (принятого за начальное) значения в "е" раз. Настоящей методикой начальное значение сигнала выбрано на уровне  $\sim 0,5$  максимального фотосигнала. Радиотехнически отсчет времени реализуется двумя компорирующими устройствами, одно из которых начинает отсчет времени при уменьшении напряжения до 816 мВ, а другое прекращает счет, когда напряжение достигает величины 300 мВ. Интервал времени от начала отсчета до его окончания, выраженный в мкс, индицируется на цифровом табло как время жизни н.н.з.

Поскольку время жизни н.н.з. в общем случае зависит от уровня инжекции, т.е. от отношения концентрации неравновесных неосновных носителей заряда к равновесной концентрации основных носителей заряда, то для обеспечения воспроизводимости результатов измерения нормируется интенсивность светового потока, возбуждающего н.н.з. В установке "ТАУ-101" система автоматического регулирования обеспечивает такой уровень освещения, при котором сигнал с детектора составляет 5 мВ и поддерживается постоянным независимо от удельного электрического сопротивления контролируемого материала и времени жизни н.н.з.

Подпись и дата	Усл.	№	Взм. инв. №	Подпись и дата

Исх.	Исх.	№ докум.	Подп.	Дат.

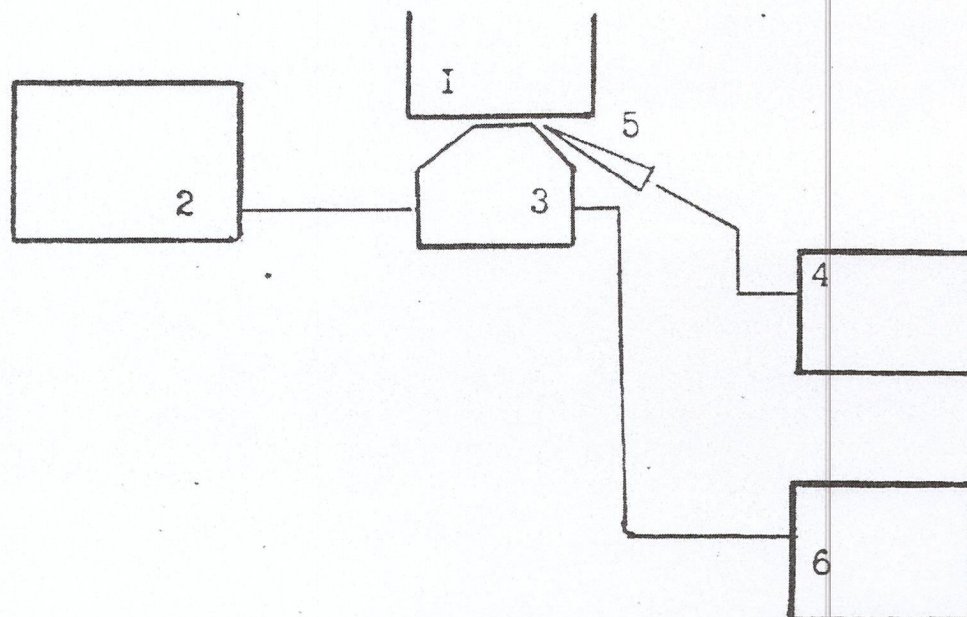
ТУ 48-4-504-88

Лист  
18



### 3. ТРЕБОВАНИЯ К СРЕДСТВАМ ИЗМЕРЕНИЯ

3.1. Измерения выполняют на установке, структурная схема которой представлена на чертеже ( "ТАУ -101").



- I - контролируемый образец;
- 2 - радиочастотный генератор;
- 3 - измерительный резонатор;
- 4 - импульсный генератор;
- 5 - источник света;
- 6 - регистрирующий прибор.

3.2. Технические требования к элементам структурной схемы

#### 3.2.1. Радиочастотный генератор

Требования к техническим характеристикам радиочастотного генератора приведены в табл.5.



Таблица 5

Частота		Выходная мощность	
номинальное значение, Гц	допустимое отклонение, %	номинальное значение, Вт	допустимое отклонение, %
$1,3 \cdot 10^9$	$\pm 10$	$1 \cdot 10^{-1}$	$\pm 10$

3.2.2. Измерительный резонатор должен представлять из себя устройство, предназначенное для бесконтактного получения сигнала с объекта измерения.

Требования к техническим характеристикам измерительного резонатора приведены в табл. 6

Таблица 6

Резонансная частота		Добротность		Линейные размеры рабочего зазора
номинальное значение, Гц	допустимое отклонение, %	номинальное значение при 296 К	допустимое отклонение	номинальное значение, см
$1,3 \cdot 10^9$	$\pm 10$	$1 \cdot 10^3$	$0,5 \div 10^3$	$0,01 - 0,1$

#### Примечания:

1. Резонатор должен обеспечивать удобство размещения объекта измерения, возможность расположения источников света в непосредственной близости от локальной области, в которой сосредоточено высокочастотное поле.
2. В состав резонатора включается детектор сигналов типа Д405, Д604

3.2.3. Импульсный генератор должен обеспечивать питание электрическими импульсами источника света.

Требования к техническим характеристикам импульсного генератора приведены в табл. 7

ТУ 48-4-504-88

20



Таблица 7

Длительность импульса		Длительность фронта нарастания и спада импульса, нс, но не более	Диапазон электрического тока в импульсе, А	Сквозность
номинальное значение, мкс	допустимое отклонение, %			
1100	$\pm 20$	800	0,1-1	1 : 10

### П р и м е ч а н и е.

Генератор должен обеспечивать выдачу сигналов синхронизирующих работу регистрирующего прибора.

3.2.4. Источник света должен обеспечивать генерацию неравно-  
весных носителей заряда в образце в области рабочего зазора резона-  
тора.

Требования к техническим характеристикам источника света приве-  
дены в табл.8

Таблица 8

Длина волны светового излучения, мкм		Длительность фронта нарастания и спада импульса, нс, но не более
номинальное значение	допустимое отклонение	
1,06	$\pm 0,02$	800
0,96	$\pm 0,02$	800

### П р и м е ч а н и е.

Допускается использование для освещения нескольких источников света одновременно при их соответствии требованиям табл.8 и синхронном возбуждении

3.2.5. Регистрирующий прибор должен обеспечивать получение ин-  
формации, достаточной для автоматической обработки сигналов в соот-  
ветствии с принятым алгоритмом. Регистрирующее устройство должно  
включать в себя элементы, обеспечивающие контроль соблюдения усло-

ТУ 46-4-504-88

Лист

21



вий измерения в соответствии с требованиями раздела 6.3.

Устройство для автоматической обработки сигналов должно обеспечивать необходимое усиление измеряемых сигналов без их искажения, их цифровую обработку и индикацию результатов.

Аттестованное значение случайной составляющей погрешности установки не превышает 15 % с доверительной вероятностью  $P=0,95$ .

#### 4. ОПЕРАЦИИ ПОДГОТОВКИ ОБРАЗЦОВ К ИЗМЕРЕНИЯМ

4.1. Измерения выполняют на плоских торцах монокристаллических слитков или на образцах в виде плоскопараллельных пластин, отрезанных от слитка.

4.1.1. Допускается проведение измерений по образующей слитка при условии, что обеспечивается достаточная амплитуда измеряемого сигнала.

4.1.2. Измерения времени жизни н.н.з. по образующей слитков при использовании для генерации неравновесных носителей заряда светодиодов с длиной волны 0,96 мкм рекомендуется проводить по дорожке шириной не менее 2 мм.

4.2. Требования к характеристикам контролируемых образцов приведены в табл.9

Таблица 9

Длина слитка, мм, не менее	Диаметр слитка, мм, не менее	Толщина пластины, мм, не менее
10	20	10

4.3. Поверхность образца ( слитка или пластины) шлифуют порошком М-20 или абразивом зернистостью не крупнее 60 мкм.

#### 5. УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

5.1. Измерения проводят при комнатной температуре в помещении

ТУ 48-4-504-88



лабораторного типа с условиями, соответствующими эксплуатационным данным на установку "ТАУ-101".

5.2. При измерении образцы затемняются.

## 6. ОПЕРАЦИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ

6.1. Установку для измерений подготавливают к работе в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

6.2. Слиток или шайбу размещают над измерительным резонатором.

6.2.1. Допускается наличие зазора между измеряемой областью и рабочей поверхностью измерительного резонатора.

6.3. Система автоматического регулирования обеспечивает такой уровень освещения, при котором максимальная амплитуда кривой спада фотопроводимости составляет не более 10 % от уровня постоянного сигнала, определяемого удельным сопротивлением образца.

При несоблюдении указанного условия из-за недостаточного уровня сигнала горит индикатор "меньше", или попеременно загораются два индикатора "меньше" и "норма". В первом случае на табло считывания результатов индицируются нулевые показания, во втором - нестабильные цифровые выбросы чередуются с нулевой индикацией.

6.4. Значения времени жизни н.н.з. считываются с цифрового табло установки спустя  $\sim 10$  сек после включения индикатора "норма" и установления стабильных цифровых показаний.

## 7. ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ И ЧИСЛЕННЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТОЧНОСТИ

7.1. Результатами измерения времени жизни н.н.з. являются цифровые показания, которые считываются с табло прибора спустя  $\sim 10$  сек после загорания индикатора "норма" и установления стабильных (в пределах 10 %) цифровых показаний.

7.2. Результаты измерения времени жизни н.н.з. выражают целым числом.

Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата

Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата
Имя, Фамилия, Инициалы	Подпись и дата



7.3. Интервал, в котором находится суммарная погрешность измерений с доверительной вероятностью  $P = 0,95$ , приведен в табл.4

## 8. ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА

8.1. Квалификация оператора в объеме, необходимом для выполнения измерений, должна соответствовать требованиям предъявляемым к измерителю электрических параметров полупроводниковых материалов четвертого и более высокого разряда действующего тарифно-квалификационного сборника.

## 9. ТРЕБОВАНИЯ К ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

9.1. Устройство и техническая эксплуатация используемого электроизмерительного оборудования должны отвечать требованиям "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".  
Примечание.

По условиям электробезопасности используемые электроустановки относятся к электроустановкам напряжением до 1000 В.

9.2. К проведению измерений допускаются лица, имеющие первую квалификационную группу по электробезопасности, прошедшие инструктаж по технике безопасности, ознакомившиеся с инструкциями по эксплуатации электроизмерительных установок.

В инструкции по эксплуатации должен отражаться характер производства, особенности оборудования, требования по технике безопасности, по пожарной безопасности.

Инструкции утверждаются руководством данного предприятия.



Приложение 3  
Справочное

ПЕРЕЧЕНЬ НТД,  
на которые даны ссылки в ТУ 48-4-504-88  
"Кремний монокристаллический особочистый"

Номер НТД	Наименование НТД
ГОСТ 427-75	Линейки измерительные металлические. Технические условия.
ГОСТ 5959-80	Ящики из листовых древесных материалов неразборные для грузов массой до 200 кг. Общие технические условия.
ГОСТ 10354-82	Пленка полиэтиленовая. Технические условия.
ГОСТ 14192-77	Маркировка грузов.
ГОСТ 19658-81	Кремний монокристаллический в слитках. Технические условия.
ГОСТ 21140-88	Тара. Система размеров.
ТУ 48-4-319-91Е	Кремний поликристаллический. Технические условия.
ГОСТ 24392-80	Кремний и германий монокристаллические. Измерение удельного электрического сопро- тивления четырехзондовым методом

КМЛ (МКзак.341-70.26.02.92г.КТБС

Имя и дата	Подпись и дата	Имя и дата	Подпись и дата

3	Зам.	Инж. С.	Инж. С.
Имя	Долг.	Подп.	Дата

ТУ 48-4-504-88



K. I. [redacted] 30X, 4353-70.17.11.98r.KTBC

TY 48-4-504-68



ОКП 17-7221

УДА 669.782-172:006.354

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель руководителя  
предприятия п/я В-2386

Заместитель руководителя  
предприятия п/я А-3135

Губырин

И.И. Силаков

Согласовано телеграммой №66  
07 07 1989 г.

1989 г.

# КРЕМНИЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ОСОБООЧИСТЫЙ

Технические условия  
ТУ 48-4-504-88

*Изменение проведено  
Реш 05.02.04*

## ИЗМЕНЕНИЕ I

Дата введения с 01.01.90 г.

Заместитель директора  
Гиредмета

Начальник технического отдела  
предприятия п/я А-3135

Согласовано телеграммой  
№1772 А.В.Елзтин

*Кеон*  
А.И.Семёнов

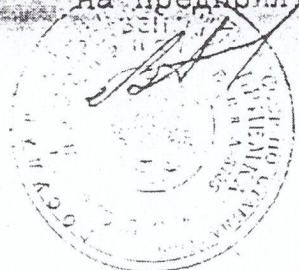
05 07 1989 г.

25.05-1989 г.

Руководитель органа  
Государственной приёмки  
на предприятии п/я А-3135

А.С.Жилкин

1989 г.



УЧЕТ  
жз 54

Гос. ком. по стандартизации	по ст.
Украинское Республиканское управлен. Го	
Запорожский центр стандартизации	
металлологии	
Зарегистрировано	15. 12. 1989 г. по
книге учета №	009/000894/01



I. Раздел I Табл.2 в графе "Марка, на которую распространяется индекс требований" :

I.1. Для индекса "Е5" ссылку на "КБ0(3-10)" заменить на "КБ0(3-20)".

I.2. Для индекса "Е6" дополнить маркой "КБ02".

2. Раздел 2 пункт 2.4. редакцию "наименование или шифр предприятия-изготовителя" заменить редакцией "наименование и товарный знак предприятия-изготовителя или товарный знак".

3. По тексту технических условий (кроме "Перечня НТД...") при ссылке на НТД убрать год издания документа (две последние цифры путём зачёркивания. Пример : ГОСТ 26550~~85~~.

4. В "Перечне НТД..." вместо "ГОСТ 21140-75" указать "ГОСТ 21140-88".

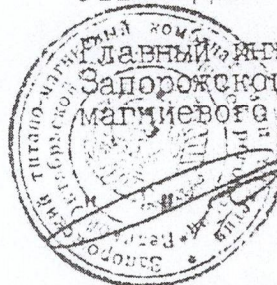


ОКП 17 7221

УДК 669.782- 172:006.354

Группа В 51

УТВЕРЖДАЮ



Главный инженер  
Запорожского титано-  
магниевого комбината

Г.И. Силаков

1991 г.

# КРЕМНИЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ОСОБОЧИСТЫЙ

Технические условия

ТУ 48-4-504-88

## ИЗМЕНЕНИЕ 2

Дата введения с 01.07.91 г.

Заместитель директора  
Рижского НИИ радиоизо-  
топного приборостроения

Л.М. Захаров

Начальник технического отдела  
Запорожского титано-магниевого  
комбината

А.И. Семенов

1991 г.

Согласовано телеграммой  
№ 35/695

28 08 1990 г.

Заместитель руководителя  
Московского завода "Сапфир"

В.П. Еков

*Изменение  
проверено*

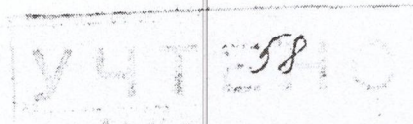
*Рив 05.02.04*

Согласовано телеграммой  
№ 200

23 01 1991 г.

Заместитель директора  
Гиредмета

А.В. Млотин



Согласовано телеграммой №457

21 03 1991 г.

Сектор  
Запорожский

Сектор

Сектор

1991 г. 20  
10/11/1991



I. Вводная часть:

1.2 I.1. В первом абзаце после слов "особочистого" дополнить редакцией: "легированного бором или фосфором" далее по тексту.

I.2. Последний абзац ("Показатели технического уровня...") исключить.

1.3 2. Раздел I Пункт I.2. Изложить в новой редакции: "I.2. Исходным первичным сырьем для производства слитков кремния является поликристаллический кремний, полученный методом водородного восстановления хлорсиланов или термического разложения моносилана по технологической документации предприятия-изготовителя, утвержденной в установленном порядке."

1.3 3. Раздел I Пункт I.4. Ссылку "в табл.3" заменить на ссылку "в табл.1".

✓ 4. Листы 4,5 ТУ 48-4-504-88 аннулировать и заменить на листы 4,5,5а,5б,5в изменения 2.

✓ 5. Лист 6 Пункт 3 исключить.

✓ 6. Лист 7 Для индекса "I" в графе "Марка, на которую распространяется..." редакцию "Все марки" заменить на: "Все марки, кроме КБС-I-I".

✓ 7. Лист 8 (таблица 3) аннулировать и заменить на лист 8 (продолжение табл.2) изменения 2.

1.9 ✓ 8. Раздел 2 Пункт 2.2. дополнить редакцией: "радиального относительного отклонения у.э.с. от среднего значения по торцу монокристаллического слитка".

1.9 9. Раздел 2 Пункт 2.3 в пятой строке после слова "кислорода" дополнить "углерода".

10. Раздел 4 Пункт 4.1.:

1.10 10.1. Дополнить редакцией: "радиальное относительное отклонение у.э.с. от среднего значения по торцу монокристаллического слитка":



"среднее значение у.э.с. на каждом торце монокристаллического слитка".

10.2. Девятую строку после слова "сопротивления" дополнить редакцией : "по образующей (длине) слитка".

11. Лист 10, тринадцатую строку сверху "штамп Госприёмки" исключить.

12. Раздел 3 Пункт 3.3.

12.1. После слова : "сопротивление" дополнить : "марок КБО-1, КБО-2, КБО-3, КБО-4, КБО-5, КБО-6, КБО-10, КБО-20" далее по тексту.

12.2. Присвоить формуле номер (1).

13. Лист II аннулировать и заменить на листы II, IIa, IIб, изменения 2.

1.13 14. Раздел 5 Пункт 5.1. исключить слова "и Государственной приёмкой".

15. Приложение I (листы 15, 16) аннулировать и заменить на Приложение I (листы 15, 16) изменения 2.

1.17 16. Приложение 2 Табл.4 в графе "Время жизни н.н.э., мкс" численные значения "200-2000" заменить на : "20-2000".

17. Перечень НТД

1.25 17.1. Исключить:

ТУ 48-4-319-86

Кремний поликристаллический"

ТУ 6-02-1332-86

Кремний поликристаллический  
моносилановый

1.25 17.2. Дополнить:

ГОСТ 24392-80

Кремний и германий монокристаллические. Измерение удельного электрического сопротивления четырёхзондовым методом.



ОН. 17 7221

УДК 669.782-172:006.354

Группа В 51

УТВЕРЖДАЮ

Главный инженер Запорожского  
титано-магниевого комбината

Г.И.Силаков

1992 г.

КРЕМНИЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ

ОСОБОЧИСТЫЙ

Технические условия

ТУ 48-4-504-88

*Изменение проверено  
06.02.04*

Изменение 3

Дата введения с 01.03.92 г.

Зам.руководителя  
Завода "Сапфир"

Алехин

Согласовано телеграммой  
№ 2461

24 10 1991 г.

Зам.директора Гиредмета

Евсеев

Согласовано телеграммой  
№ 1648

11 12 1991 г.

Начальник технического  
отдела ЗТМК

А.И.Семенов

1992 г.

УЧТЕНО  
24.02.92

Государственный комитет СССР по стандартизации  
Украинское Республиканское управление Государственного  
Запорожский центр стандартизации и метрологии  
Зарегистрировано 24.02.1992 г. по  
книге учета за № 039/000891/03



1. Раздел 3 пункт 3.3. первый абзац.

1.10 Ссылку на "... в обязательном Приложении 2 к ГОСТ 26550-35" заменить на "... в обязательном приложении 2 к ТУ 48-4-319".

2. Справочное Приложение 3 "Перечень НТД..." (лист 25) аннулировать и заменить Приложением 3 изменения 3 (лист 25).



ОКП 17 7221

УДК 669.782-172:006.354  
Группа В 51

УТВЕРЖДАЮ  
Технический директор  
Запорожского титано-  
магниевого комбината

*Г. И. Силаков*

1993 г.

КРЕМНИЙ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ ОСОБОЧИСТЫЙ  
Технические условия  
ТУ 48-4-504-88

ИЗМЕНЕНИЕ 4

*Изменение проведено  
21.10.04*

Главный инженер  
Завода чистых металлов  
Комлач  
Согласовано телеграммой  
N282779/67/1185

15 06 1993 г.

Начальник технического  
управления Запорожско-  
го титано-магниевого  
комбината

*А. И. Семенов*

24.09. 1993 г.

УТВЕРЖЕНО  
Экз 58



Т.М. 1. Снять ограничение срока действия ТУ 48-4-504-88.

2. Раздел 4, пункт 4.4. заменить редакцию: "Осторожно, хрупкое",  
"Верх, не кантовать", "Бойтся сырости" на "Хрупкое - осторожно",  
"Верх", "Веречь от влаги".