

DOI:

UDK 538.911

A. Dedoborz, associate professor, Mathematphysics@gmail.com

A. Kletskov, assistant, alex.kl87@i.ua

V. Tsotsko, senior lecturer

Dniprovsky State Agrarian and Economic University, Dnipro

HETEROGENEITY OF TAPES GOT BY METHOD OF THERMAL EVAPORATION AND METHODS OF THEIR REMOVAL

The considered problem of heterogeneities of the got semiconductor tapes and worked out methods of their removal are within the framework of the experimental setting of VCC-5M. Experimentally tested the got methods of removal of heterogeneities of товщин.

Keywords: superficial source; speed of besieging; vaporizer; lining.

Розглянута проблема неоднорідностей отриманих напівпровідникових плівок та розроблені способи їх усунення в рамках експериментальної установки ВВП-5М. Експериментально перевірена отримані способи усунення неоднорідностей товщин.

Ключові слова: поверхнєве джерело; швидкість осадження; випарник; підкладка.

Problem's Formulation

High speed of besieging of semiconductor tapes puts the problem of heterogeneity of the got tape on lining. In this work examined as a problem of heterogeneity of pellicle structures so ways of her removal within the framework of the experimental setting of VCC-5M.

Analysis of recent research and publications

Research of problem of heterogeneities of the got semiconductor tapes many works are sanctified to, including [1,2,3]. For determination of methods of removal of heterogeneities of thickness of the got semiconductor tapes drawn on the results of research of authors [1,2,4,5].

Formulation of the study purpose

The purpose of work is being of optimal method, by means of which will be maximal homogeneity of semiconductor structure on the basis of change of configuration of the experimental setting of VCC-5M and determination of parameters of actions within the framework of the offered model.

Presenting main material

General requirements to the receipt of thin-films are evenness of thickness of tape, homogeneity of her structure. From all methods of receipt of thin-films the method of thermal evaporation most answers the declared terms in a vacuum. The thickness of tapes, got the method of thermal evaporation in a vacuum, depends on a few factors: from emission properties of source, which determine distribution of stream of evaporant in space, from geometrical sizes and lining position in relation to a source, speed and time of evaporation of condensate matter [1]. On emission properties vaporizers are divided by a point and superficial. A point source is a small sphere, diameter what far fewer distance a "source is lining". In this research at thermal evaporation distance of L between a vaporizer and lining folded from 100 mm to 500 mm, radius of ring of vaporizer — r is 5 mm.

If from unit of surface of point source a matter evaporating with identical speed v_e (dimension of $\text{g} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{sm}^{-2}$), then amount of matter which passes into a corporal corner in any direction in time (fig. 1a) unit, it is possible to write down as:

$$dv = \left(\frac{A \cdot v_e}{4\pi} \right) \cdot d\omega, \quad (1)$$

where A is a surface of sphere of evaporation.

If an evaporant acts on the element of area of the dS_2 lining, inclined under a corner θ to streamline of steam in the distance l from a point source (fig. 1b), then the amount of matter which falls on dS_2 appears as [1]:

$$dv' = \left(\frac{A \cdot v_e \cdot \cos(\theta)}{4\pi \cdot l^2} \right) \cdot dS. \quad (2)$$

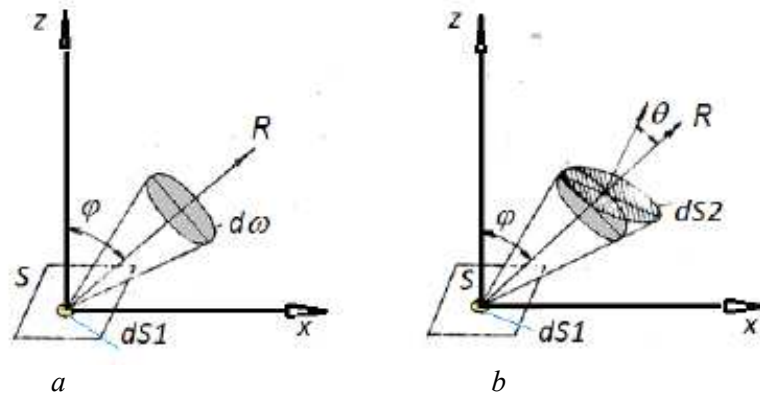


Fig. 1. Models of emission parameters of vaporizers: *a* — is evaporation from the source of *S* in the corporal corner of $d\omega$ to direction of *R*; *b* — is a receiving surface of dS_2 from to which folds a corner φ a normal with streamline of steam [1]

For time unit thickness of tape:

$$d = \frac{Av_e \cos(\theta)}{4\pi l^2 \rho}, \quad (3)$$

where ρ is a closeness of the evaporated matter, condensated on lining.

A superficial source is a small ground, from unit of area of one side of which in time unit in a corporal corner $d\omega$ which is created with a corner φ evaporation goes along with the normal of surface of source (fig. 1b):

$$dv = \left(\frac{Av_e}{\pi}\right) \cos(\varphi) d\omega. \quad (4)$$

The amount of matter which falls on dS_2 appears as [2,3] :

$$dv' = \frac{Av_e}{\pi \cdot l^2} \cos(\varphi) \cos(\theta) dS. \quad (5)$$

Thickness of tape :

$$d = \frac{Av_e}{\pi \rho l^2} \cos(\varphi) \cos(\theta). \quad (6)$$

Using the above-mentioned formulas will consider heterogeneity of semiconductor tape after directions on the right and on the left of point, that perpendicular to the surface of vaporizer.

Designating through θ the angle of slope linings in relation to a normal, and conducting corresponding calculations, will get distribution of thickness on length of tape for the case of vaporizer with a small surface:

$$d/d_0 = (1 + \left(\frac{h}{l}\right) \sin(\theta)) \cos(\theta) \left(1 + \left(\frac{h}{l}\right)^2 + 2 \left(\frac{h}{l}\right) \sin(\theta)\right)^{-2}, \quad (7)$$

where d_0 is a thickness of tape in a point above a vaporizer; l is distance from a vaporizer to this point; h is distance from a point in lining above a vaporizer to this point.

Like for the case of point vaporizer:

$$d/d_0 = \cos(\theta) \left(1 + \left(\frac{h}{l}\right)^2 + 2 \left(\frac{h}{l}\right) \sin(\theta)\right)^{-3/2}. \quad (8)$$

From expressions (7) and (8) it is possible to see that distribution of thickness is very sensible from the corner of rejection θ of lining from a normal. The maximal value of thickness increases with the increase of corner θ ; at most thickness moved toward the large values of lining length; symmetry is violated in relation to the maximal value of thickness (fig. 3).

For the removal of heterogeneities of the got tapes it is possible to apply a few methods. Will consider most technically possible within the framework of evaporation in a vacuum setting of VCC-5M:

1. Apply the row of small vaporizers, located on a ring in parallel to lining or one vaporizer, which pivots, perpendicular to the plane lining.

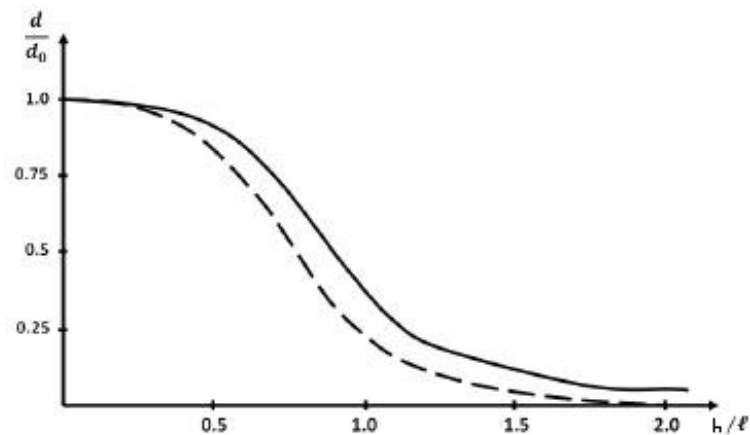


Fig. 2. Distribution of thickness of tape is on a flat surface, that square to the vaporizer in the case of evaporation from a point (continuous line) and from a source with a small area (dotted line)

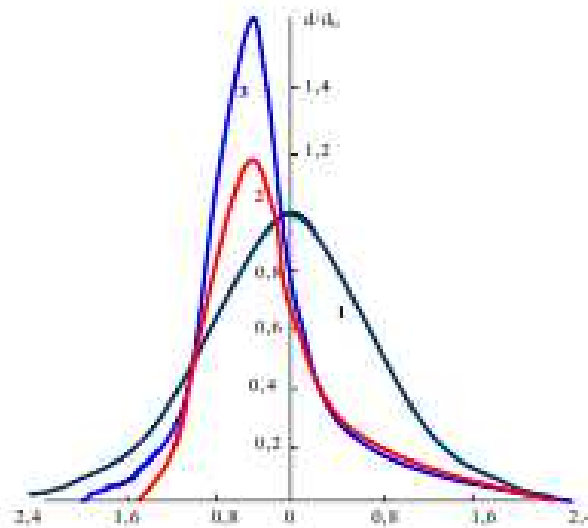


Fig. 3. Distribution of thickness at evaporation from a vaporizer with a small surface: $\theta = 0^\circ$ (1), 30° (2), 45° (3)

2. At the receipt of tapes of even plane to the substretcher revolve about axis, perpendicular to her plane.

By defects, as the first so second method there is application of many vaporizers, that technically not always possibly, and the more so rotation of vaporizer or lining from current-line. Also a defect is violation of specific structure with the inclined dendritic performances, which arises up at the sloping besieging.

3. At sloping evaporation between a vaporizer and linings metallic window shade which can be moved by means of magnet in parallel surfaces of source is set in a vacuum chamber. After achievement of the nearest to the vaporizer end of tape of optimal thickness, it follows to begin to move window shade with speed, dependency upon speed of besieging of matter, closing to the same the motion of molecular bunch to this part of lining. Thus, and other part of tape will attain an optimal thickness gradually.

Speed of besieging of tape of tape depends [2, 4] from a temperature and pressure in a vacuum chamber:

$$v_v = 0,585 \cdot P_s \sqrt{\frac{m}{T}}. \quad (9)$$

At inclination of lining plane to direction of molecular bunch speed of besieging on the different ends of lining is different. In our research there were the besieged tapes from next data: angle of slope of lining 45° , distance from window shade to the vaporizer a 5 sm, speed of moving of window shade was even a 1 mm/min, distance from lining to the vaporizer a 10 sm; length of layer is a 3 sm, choice of optimal thickness of about 1 mkm, speed of height the nearest to the vaporizer of end of tape of 0,04 mkm/min, speed of height of remote end of 0,02 mkm/min. Lack of this method is a necessity of correlate speed of moving of window shade at evaporation of different amount of matter.

From all considered methods exactly the third method is most technically simple to implementation on the base of a vacuum setting of VCC-5M.

Conclusions

The worked out method of removal of unevenness of got tapes is on lining. A method provides high enough exactness of evenness and flexibility to the change of terms of receipt.

For the brought objects over it is got: tapes of different thickness with the rejection of thickness along all lining no more 0,1 %. The created model is for removal heterogeneity of got of pellicle structure. Research of receipt of tapes of different length is conducted, at it data of experiment with high exactness of coincide with data of theory.

References

- [1] Maisell, L., Gleng, R. (1977). *Tekhnolohiia tonkikh plienok: spravochnik* [Technology of thin-films : reference book] (Vols.1). Moskva: Soveight radio. [in Russian].
- [2] Shyju, T.S., & Anandhi, S., & Indirajith R. (2011). Solvothermal synthesis deposition and characterization of cadmium selenide (CdSe) thin films by thermal evaporation technique. *Journal Crystal Growth*. Netherlands, Volume. 337, P. 38–45. [in English].
- [3] Rahimov, N.R., & Dzhurakhalov, A.A.(2002). Investigation of APV-CdTe-films and development of optoelectronic devices on their basis. *The European material research conference EMRS 2002 Spring meeting*. Strasbourg, P. 242. [in English].
- [4] Pathel, K.D., & R.K., Shan, & D.L. Makhija Chemical and structural characterization of CdSe thin films. *Journal Ovonic Research*. Romania, V.4, № 61, P.129–139. [in English].
- [5] Rakhimov, N.R., & Ushakov, O. K. (2010). Optoelektronnie datchiki na osnove AFN-effekta [Optronic sensors on the basis of APV of effect]. Novosibirsk [in Russian].

НЕОДНОРІДНІСТЬ ПЛІВОК, ОТРИМАНИХ МЕТОДОМ ТЕРМІЧНОГО ВИПАРОВУВАННЯ ТА СПОСОБИ ЇХ УСУНЕННЯ

Дідоборець О.Й., Клєцков О.М., Цоцко В.І.

Реферат

Метою роботи є знаходження оптимального способу, за допомогою якого буде досягнена максимальна однорідність напівпровідникової структури на основі зміни конфігурації експериментальної установки ВУП-5М та визначення параметрів дій в рамках запропонованої моделі.

Загальними вимогами до отримання тонких плівок є рівномірність товщини плівки, однорідність її структури. З усіх методів отримання тонких плівок найбільш відповідає заявленим умовам метод термічного випаровування у вакуумі. Товщина плівок, отриманих методом термічного випаровування в вакуумі, залежить від декількох чинників: від емісійних властивостей джерела, що визначають розподіл потоку випаровуваної речовини в просторі, від геометричних розмірів і положення підкладки відносно джерела, швидкості і часу випару осадженої речовини [1].

Для усунення неоднорідностей отриманих плівок можна застосовувати декілька способів. Розглянемо найбільш технічно можливі в рамках випаровування у вакуумній установці ВУП-5М:

1. Застосовують ряд невеликих випарників, розташованих по кільцю паралельно підкладці або одного випарника, що обертається навколо осі, перпендикулярної до площини підкладки.

2. При отриманні плівок рівномірної площини підложку обертають навколо осі, перпендикулярної до її площини.

Недоліками, як першого так, і другого способу є застосування багатьох випарників, що технічно не завжди можливо, а тим більше обертання випарника або підкладки з токопроводами. Також недоліком є порушення специфічної структури з нахиленими дендритними виступами, яка виникає при похилому осадженні.

3. При похилому випарі між випарником і підкладками у вакуумній камері встановлюється металева шторка, яку можна переміщати за допомогою магніта паралельно поверхні джерела. Після досягнення найближчого до випарника кінця плівки оптимальної товщини, слід почати рухати шторку зі швидкістю, залежною від швидкості осадження речовини, закриваючи тим самим хід молекулярного пучка до цієї частини підкладки. Таким чином, і інша частина плівки поступово досягне оптимальної товщини.

Розроблений спосіб усунення нерівномірності отриманих плівок на підкладці. Спосіб забезпечує досить високу точність рівномірності та гнучкість до зміни умов отримання.

Для приведених об'єктів отримано: плівки різної товщини з відхиленням товщини вздовж всієї підкладки не більше 0,1%. Створена модель для усунення неоднорідності отриманої плівкової структури. Проведено дослідження отримання плівок різних товщин, при цьому дані експерименту з високою точністю співпадають з даними теорії.

Література

1. Технология тонких пленок: справочник / Под ред. Л. Майселла, Р. Глэнга. Москва.: Сов. радио, 1977. Т.1. 662 с.
2. Shyju T.S., Anandhi S., Indirajith R. Solvothermal synthesis deposition and characterization of cadmium selenide (CdSe) thin films by thermal evaporation technique. *Journal Crystal Growth*. Netherlands, 2011. Volume. 337. P. 38–45.
3. Rahimov N.R., Dzhurakhalov A.A.. Investigation of APV-CdTe-films and development of optoelectronic devices on their basis. *The European material research conference EMRS 2002 Spring meeting*. Strasbourg, 2002 P. 242.
4. Pathel K.D., R.K. Shan, D.L. Makhija Chemical and structural characterization of CdSe thin films. *Journal Ovonic Research*. Romania. 2008. V. 4, № 61. P. 129–139.
5. Рахимов Н.Р., Ушаков О.К. Оптоэлектронные датчики на основе АФН-эффекта. Новосибирск, 2010. 218 с.