



جامعة الموصل

كلية الهندسة

تصميم ومحاكاة مرشحات الأشعة تحت الحمراء

يونس عبد الإله يونس عبد الله

مشروع دبلوم عالي في

علوم الهندسة الكهربائية

بإشراف

الدكتور

خالد خليل محمد

الخلاصة

زادت أهمية مرشحات الأشعة تحت الحمراء في الوقت الحالي ، اذ تتجه بعض أنظمه الاتصالات اليوم نحو هذه الأطوال الموجيه فضلاً عن امكانية استخدامها في عده تطبيقات.

في هذا العمل تم إجراء دراسة مكثفة ومصممة لمحاكاة انواع مختلفة من مرشحات الأشعة تحت الحمراء مثل (GaAs_ Al₂O₃) و (ASI_KCl) وغيرها، تستخدم جميع المرشحات ركيزة السيليكون البلورية بسبك 500 مايكرو متر و توجيهه <100> ومرسب عليها عده طبقات من مادتين بالتناوب.

تم الحصول على ثمانية تصاميم من مرشح الأشعة تحت الحمراء متعدد الطبقات في المنطقة البعيدة $8-14\mu\text{m}$ مع العرض الكامل في نصف الحد الأقصى (FWHM) بطول $6\mu\text{m}$ باستخدام أنواع كثيرة من المواد مثل BaF_2 , KCl , ZnS , Ge , SiO_2 , a-Si , Al_2O_3 و MgF_2 .

تم دراسة الخصائص البصرية لهذه الأنواع المختلفة من أشباه الموصلات والمواد العازلة.

يستخدم فلوريد الباريوم (BaF_2) وأوكسيد الألومنيوم (Al_2O_3) وأرسنيد الكاليوم (GaAs) والسيليكون غير المتبلور (ASI) لإنتاج مرشح الأغشية الرقيقة متعدد الطبقات مثل (GaAs-) Al_2O_3 يعمل في المدى $8-14\mu\text{m}$. يستخدم أرسنيد الكاليوم بسبب مؤشر الانكسار العالي

، في حين أن Al_2O_3 يستخدم بسبب انخفاض معامل الانكسار. تم الحصول على ثلاث نتائج من مرشح الأشعة تحت الحمراء متعدد الطبقات نوع (GaAs- Al_2O_3) يتكون من 16, 28 و 43 طبقة على التوالي.

تم استخدام برنامج محاكاة في الكمبيوتر يسمى (TF Calc) للتحقيق في تصاميم مرشح الأشعة تحت الحمراء ، والتي هي واحدة من البرامج الحديثة المستخدمة لمحاكاة وتحليل مرشحات الأشعة تحت الحمراء .

تبين نتائج المحاكاة التي تم الحصول عليها ، أن نفاذية مرشح الأشعة تحت الحمراء (GaAs- Al_2O_3) مع 16 طبقة تصل إلى حوالي 88% للطول الموجي $(8.5-11)\mu m$ ومع 28 طبقة حوالي 91% للطول الموجي $(8.5- 12.5)\mu m$ ، في حين أنه حوالي 90-95% للطول الموجي $(9-13)\mu m$ مع 43 طبقة ، نلاحظ ازدياد النفاذية داخل المدى المطلوب بزيادة الطبقات ولذلك لان زيادة عدد الطبقات تحجب الأطوال الموجية خارج المدى المطلوب مما تؤثر ايجابا على استجابة المرشح.

قيم النفاذية لمرشح الأشعة تحت الحمراء (GaAs- Al_2O_3) هي في تحسن واضح من خلال زيادة عدد الطبقات ، بينما النفاذية خارج النطاق المطلوب قد انخفضت وهذا يثبت أن (GaAs- Al_2O_3) مناسب جدًا لتصميم مرشحات الأشعة تحت الحمراء الحادة داخل المنطقة البعيدة.

تم الحصول أيضا على نتائج المحاكاة لمرشح الأشعة تحت الحمراء متعدد الطبقات (ASI-) مع BaF_2 طبقة وبقية نفاذية تصل إلى % (90-98) لمدى الطول الموجي $(8-14)\mu\text{m}$ ، بينما تكون قيم النفاذية ذات الطبقات 11 و 32 أقل.

أما بالنسبة للنفاذية خارج مدى الطول الموجي المطلوب للمرشح والذي هو $(8-14)\mu\text{m}$ فهي في تناقص مستمر بزيادة عدد طبقات المرشح لأي نوع من أنواع مرشحات الأشعة تحت الحمراء ، فمثلا في المرشح (ASI- BaF_2) كانت النفاذية خارج مدى الطول الموجي المطلوب تصل حوالي 24% مع المرشح ذو 17 طبقة بينما كانت حوالي 13% في المرشح نفسه مع 24 طبقة ، أما في حالة المرشح مع 36 طبقة فكانت النفاذية خارج مدى الطول الموجي المطلوب لا تتجاوز 10% ، من هذا نلاحظ تناقص النفاذية خارج مدى الطول الموجي المطلوب بزيادة عدد الطبقات.

Abstract

As the importance of the Infrared filter increase today, where some of the communication system go to this type of wavelength as well as we can use the infrared light in many application.

In this project we studies and design different type of infrared filter, this type of filter use the crystal silicon as a substrate with thickness up to 500 μm and orientation $\langle 100 \rangle$ and deposit on it many layers of two material alternating.

Eight design from this film infrared filter in far region (8-14) μm with full bandwidth at half maximum with length 6 μm was obtain using many type of material like Al_2O_3 , ASI, SiO, Ge, ZnS, KCL, BaF_2 and MgF_2 .

The Optical properties for the above material was studied.

The barium fluoride (BaF_2), aluminum oxide (Al_2O_3), gallium arsenide (GaAs) and Amorphous silicon (ASI) etc., are used to introduce thin film multi-layer filter like (GaAs- Al_2O_3) work on infrared far region (8-14) μm .

We use the gallium arsenide (GaAs) because it has high refraction index while we use Al_2O_3 due to low refraction index for it.

Three results of multi-layer thin film filter (GaAs- Al_2O_3) was obtained with 16, 28, 43 layer respectively. In our project we use (TF Calc) computer software to investigate in infrared filters design, and this software consider one of the best modern SW to simulate and analysis the infrared filters.

The simulation results which obtained from infrared filter (GaAs-Al₂O₃) clarify that the transmittance for the filter reach up to 88% for the wavelength (8.5-11)μm with 16 layer, and with 28 layer the transmittance reach up to 91% for the wavelength (8.5-12.5) μm, while for the 43 layer the transmittance reach up to (90-95)% for the wavelength (9-13) μm.

The transmittance value for the infrared filter (GaAs-Al₂O₃) in clear improvement due to increase the number of coating layer for the filter , while the transmittance outside the wanted band was decrease with increasing the number of the coating layer , this prove that this filter is very suitable for design and fabricate sharp infrared filter working on far region (8-14) μm.

Also we get another simulation results for thin film multi-layer infrared filter type (AsI-BaF₂) was obtained with 36 layer with transmittance value up to (90-98)% for the wavelength rank (8-14) μm , while the transmittance in the filter, with 11 and 32 layer was less than the filter with 36 layer.

And for the transmittance outside the wanted band , it in continuous decreasing as soon as we increase the number of the coating layers, this property for all type of infrared filters , for example the transmittance outside the wanted band for the infrared filter , type (AsI-BaF₂) was reach up to 24% with 17 coating layers , and with 24 coating layers reach up to 13% while with 36 coating layers the transmittance value no more on 10% , from this we can say that transmittance outside the wanted band in decreasing mode when increasing the number of coating layers.

University of Mosul

College of Engineering



Design and Simulation of Infrared Filters

Younis Abdulelah Younis Abdulla

Higher Diploma Project

In Electrical Engineering / Electronics and Communication

Supervised by

Assistant professor

D. Khalid Khalil

2019 A.C

1441 A.H