جامعة الموصل

كلية العلوم

تصميم وتصنيع منظومة الاضاءة في المجهر الالكتروني الماسح

اطروحة تقدم بها الطالب

محمد عبدالله حسين الجبوري

الى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل وهي جزء من متطلبات
درجة الدكتوراه فلسفة في اختصاص

الفيزياء / البصريات الالكترونية

بإشراف

الأستاذ المساعد الدكتورة نضال سعدي عبد حجازي

1435 هـ **2014 م**

الخلاصة

تعد منظومة الإضاءة في المجهر الالكتروني الماسح والمتمثلة بالعدسات المكثفة والشيئية ذات اهمية كبيرة في الحصول على قدرة تحليل عالية , فضلا عن قيم واطئة للزيوغ الكروية واللونية . تم استخدام البرمجيات المتقدمة للحصول على نتائج سريعة للخواص البصرية للتصاميم المقترحة من العدسات على شاشة الحاسوب مباشرة , إذ بدت طريقة العناصر المحددة كثيرة المحاسن في تصميم العدسات الالكترونية بواسطة الحاسبة وسهلة التكيف مع الأشكال المختلفة للملفات والأقطاب . وظفت هذه البرامج لدراسة الاداء البصري للعدسات المكثفة المغناطيسية من اجل الحصول على أفضل تصميم ضمن الدراسة الحالية . إذ تم تصميم اربعة نماذج من العدسات المكثفة المزدوجة المتساوية في الأبعاد الهندسية والمختلفة في شكل القطب المغناطيسي , ولقد تبين أن الشكل الهندسي للقطب له تأثير واضح على الخواص البؤرية للعدسات المكثفة المغناطيسية , حيث حقق النموذج CL2 نتائج جيدة في عدد مرات التصغير في حجم المصدر مقارنة مع النماذج الأخرى . حيث كان يتراوح من (37 - 1059) مرة والتي تقابل كثافة تيار A/mm^2(0.3– 0.88) . أما قطر الحزمة الخارجة من منظومة العدسات المزدوجة فهي تتراوح من nm(1358-47) على الترتيب .

كما تم إجراء دراسات مكثفة أخرى على مجموعة من العدسات المغناطيسية الشيئية المستخدمة في المجهر الماسح , وذلك من خلال تصميم اربعة نماذج من العدسات المختلفة في الابعاد الهندسية وشكل الاقطاب والمتساوية في مساحة الملفات . وأظهرت الدراسة إن النموذج S22 اعطى افضل خصائص بصرية لذلك تم اختياره واجراء بعض التحسينات عليه من خلال تغيير طول القطب المغناطيسي وطول الفجوة بين الأقطاب وتبين أن النموذج S22 الذي فيه طول القطب مساويا إلى K=115.5mm وطول الفجوة S=5mm يمتلك افضل النتائج من حيث قيم الزيوغ الكروية واللونية والبعد البؤري ومسافة الاشتغال فضلا عن شدة المجال المغناطيسي وعدد مرات التصغير .

كذلك تم تشكيل منظومة الإضاءة للمجهر الماسح من منظومة العدسات المكثفة المزدوجة CL2 والعدسة الشيئية S22 , ولأجل حساب الخواص البصرية لهذه المنظومة , فقد تمت كتابة برنامج جديد بلغة MATLAB من قبل الباحث الحالي والذي يستند على البصريات الهندسية معززا للبرامج التحليل العددي التي تعتمد على طريقة العناصر المحددة .

كذلك تم تصنيع كلا من العدسات المغناطيسية المكثفة والشيئية المختارة بمواصفات جيدة ووجد ان القياسات العملية التي تم اخذها للعدسات الثلاثة تتفق وبشكل كبير نسبيا مع القياسات النظرية التي حصلنا عليها من البرامج الحاسوبية, فضلا عن مقارنتها مع نتائج البحوث المنشورة حديثا والمتوفرة لدينا.

University of Mosul
College of Science

Design and Fabrication Illumination System in the Scanning Electron Microscope

Thesis Submitted By

Mohammed Abdullah Husein Al-Jubbori

To

To Council of the College of Science University of Mosul In Partial Fulfillment of the Requirement for the Degree of
DOCTOR OF PHILOSOPHY

In

physics / Electron Optics

Supervised by
Assist. Prof. Dr. Nedhal Sadie Abd Hujazie

1435 A.H. **2014 A.D.**

ABSTRACT

The illumination system of the scanning electron microscope which represented by the condenser and objective lenses is of a great importance to obtain a high resolution as well as low values of the spherical and chromatic aberrations . The advanced software had been used to get quick results for the optical properties of the proposed lenses designs on the computer screen directly, where the finite element method seemed of good options in designing the electron lenses via computer and easy to accommodate to different coil and pole pieces shapes .

These programs had been adopted to study the optical performance of the magnetic condenser lenses to obtain the preferable design within the current study . It has been designed by four samples (models) having the same geometric dimension and different in the shape of the magnetic pole . As it was clear that, the geometrical shape of poles have an apparent effect on the focal properties of the magnetic condenser lenses , where the CL2 design achieved good results for the demagnification of the source size as compared with other models .The demagnification (37-1059) times for current density (0.3-0.88)A/mm^2.While the diameter of the entrance electron beam from the double condenser lens system is equal to (47-1358)nm respectively .

Another an intensive studies has been carried out to find the optical properties of the objective magnetic lens, through the design of four models having different lenses in the geometric dimensions and the shape of the pole pieces , but have the same areas of the coils . This study showed that the model S22 gave the best results, so it was chosen and some improvements was made by changing the length of the magnetic pole and the gap between the poles . It turns out that the objective lens S22 , which has the length of the pole K = 115.5mm and the gap S = 5mm has the best results in terms of the values of the spherical and chromatic aberrations , focal length and working distance as well as the axial magnetic flux density and the demagnification .

In order to compute the objective focal properties of the illumination system for the SEM which, formed by the condenser lens CL2 and the objective lens S22. A new program has been written in MATLAB language by the present author which depend on the geometrical optics

supported by the numerical analysis programs that depend on the finite element method .

Also Each of the magnetic condenser and objective lenses of the chosen design had been fabricated . It has been found that the practical and theoretical results of the three lenses founded by the programs are in a good agreement with each others. In addition to that, compare them with the results of the research recently published and available to us.