جامعة الموصل

كلية العلوم

تصميم و تصنيع منظومة حرف و تبئير شيئية للمجهر الالكتروني

أُطروحة تقدّم بها الطالب

رافع يونس جاسم محمدعلي الصالح

الى

مجلس كلية العلوم في جامعة الموصل وهي جزء من متطلّبات

الدكتوراه فلسفة في إختصاص

الفيزياء / فيزياء البصريات الالكترونية

بأشراف

الأستاذ الدكتورة منى عبدالكريم الخشاب

1436 هـ **2014 م**

الخلاصـــة

صُمِّمَت خمسة نماذج للعدسة المغناطيسيّة الشيئيّة بأشكالٍ هندسيّةٍ حديثةٍ ذات ملفات تهييج مُختلفة الأشكال و المواقع داخل هذه العدسات عند تهيُّج ثابت ($NI = 10\ kA.t$). و قورِنَت الخواص البُؤريّة الشيئيّة لهذه النماذج المُصَمَّمة عند قيمةٍ واطئةٍ لفولتيّة التعجيل المُصَحَّحة نِسبيّاً ($V_r = 10\ kV$). كذلك دُرِسَ تأثير الشكل الهندسيّ للعدسة في فولتيّة التعجيل المُصَحَّحة نِسبيّاً للحزمة الإلكترونيّة للعدسات عند المُستوى الصفريّ للصورة ($z_i = 0.0\ mm$). و أُختِيرَت العدسة المُفَضَّلة من بين العدسات المدروسة كعدسة مغناطيسيّة شيئيّة للمجهر الإلكترونيّ ذي الجُهد الواطِئ.

أُجرِيَ إستقصاءٌ مكثَّف على العدسة المُنتَخَبة و ذلك بتَغيير قُطرَي كلٍّ من ذراعها الحديديّ و قُطبها لتحسين خواصّها المغناطيسيّة والبَصريّة الشيئيّة، حيث أُجرِيَت دراسة واسعة لتحليل الخواص البُؤريّة الشيئيّة للتصاميم الجديدة عند ثبوت قيمَتَي تهيُّج الملف و فولتيّة التعجيل المُصَحَّحة نسبيّاً في أَعلاه. و أُعِدَّ التصميم الأَمثَل في هذه الدراسة للتصنيع ليُستَخدَم بوصفِهِ عدسة مغناطيسيّة شيئيّة للمجهر الالكترونيّ.

صُمِّمَت و دُرِسَت خواص الحارِفة الكهروستاتيكيّة رُباعِيّة الأَقطاب، و شَملَت ثلاثة أشكال هندسيّة مُختَلِفة من الأَقطاب الكهربائيّة؛ المُستَوية والمُقَعَّرة و المُحَدَّبة. و أُجرِيَت مُقارنة واسعة بين هذه الأقطاب الكهربائيّة باستخدام إصدار حديث لطريقة العناصر المُتَناهِية المغناطيسيّة (FEMM) لتحليل خواصّها. و أُختيرَ الشكل الهندسيّ المُحَدَّب من بين الأَشكال المدروسة ليُستَخدَم بوصفِهِ قُطباً كهربائيّاً في منظومة الحَرف الكهروستاتيكيّة رُباعِيّة الأَقطاب ذات المرحَلَتَين داخل التجويف المحوريّ للعدسة الشيئيّة للمجهر الالكترونيّ الماسح (SEM) ذي الفولتيّة الواطِئة لِتَوجيهِ حزمة الجُسَيمات المَشحونة المارّة خلال المحور البَصَريّ للعدسة باتِّجاه العيّنة المُراد فحصها.

كما صُنِّعَ و رُكِّبَ كلٍّ من منظومَتَي العدسة المغناطيسيّة الشيئيّة و الحارِفة الكهروستاتيكيّة المُنتَخَبَتَيْن عَمَلِيّاً بالإعتماد على تصاميم هندسيّة دقيقة بالأبعاد الثُلاثيّة لكلّ جزءٍ من أَجزاء هاتَين المنظومَتَين، و أُخِذَ بنَظَر الإعتبار كافّة المُتَطَلَّبات العِلميّةِ و العَمَليّةِ اللّازمةِ لتَركيب المنظومَتَين مع بعضِهِما لِتُكَوِّنا منظومة حَرفٍ و تَبئيرٍ شيئيّةٍ للمجهر الإلكترونيّ، فَضلاً عن العناية بسهولة التنفيذ و التركيب و التفكيك بما يجعلها قابلةً للتطوّرات البَحثيّة المُستَقبَليّة.

أُجرِيَت مُقارنة للنتائج العَمَليّة مع نظيراتها من النتائج النَظَريّة لمنظومة التَبئير، و قد وُجِدَ أنَّهما في تطابقٍ جيّد.

University of Mosul
College of Science

Design and Fabrication of the Objective-Deflector Focusing System for the Electron Microscope

Ph. D. Thesis Submitted By

Rafa Younis Jasim Al-Salih

To

Council of the College of Science University of Mosul in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of

DOCTOR OF PHILOSOPHY

In

Physics/Electron Optics Physics

Supervised by

Prof. Dr. Muna A. K. Al-Khashab

1436 A.H. **2014 A.D.**

Abstract

Five new models of magnetic objective lens geometry of different excitation coil shapes and positions inside the lenses had been designed and studied at a constant excitation (NI = 10 kA.t). The objective focal properties for the designed models had been compared at low relativistic corrected accelerating voltage (V_r = 10 kV). Moreover, the effect of the lens geometrical shape on the relativistic corrected accelerating voltage of the electron beam at zero image plane (z_i = 0.0 mm) had been inspected as well. The preferred one of the deliberated lenses has been selected as a magnetic objective lens for the low voltage electron microscope.

Extensive investigation has been accomplished by changing both of the iron shroud and polepiece bore diameters of the selected lens to improve its magnetic and objective optical properties, where intensive study had been done to analyze the objective focal properties for the new models at the constant values of coil's excitation and relativistic corrected accelerating voltage mentioned above. The new improved design yield here had been prepared for the fabrication to be used as a magnetic objective lens for the electron microscope.

The quadruple electrostatic deflector had been designed and studied. The study included three different geometrical shapes of electrodes; Planar, concave, and convex. A wide comparison between these electrodes was realized using a new version of finite element method magnetics (FEMM) to analyze their properties. The convex geometrical shape had been chosen among the three deliberated electrodes to be used as an electrode in the double stage quadruple electrostatic deflector inside the axial cavity of the objective lens for low voltage scanning electron microscope (SEM) to directing the charged particles beam passes throughout the optical axis of the lens towards the specimen for test.

Both of the optimized magnetic objective lens and electrostatic deflector systems had been fabricated and combined practically, depending on accurate three dimension geometrical designs for each part of these systems taking in account all the scientific and practical requirements needed to combine these systems with each other to constitute the objective-deflector focusing system for electron microscope, Moreover, easy to carrying out, assembling, and disassembling in such manner make it improvable for the future researches.

The practical and theoretical results of the focusing system had been compared with each other, it is found that they are in a good agreement.