

**FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF
THE COPPER GALLIUM OXIDE THIN FILM AT
DIFFERENT ANNEALING TEMPERATURES**



LAM WAI YIP

UMS

**FACULTY OF SCIENCE AND NATURAL
RESOURCES**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2019

**FABRICATION AND CHARACTERIZATION OF
THE COPPER GALLIUM OXIDE THIN FILM AT
DIFFERENT ANNEALING TEMPERATURES**

LAM WAI YIP

**THESIS SUBMITTED IN FULFILMENT FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
FACULTY OF SCIENCE AND NATURAL
RESOURCES**

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2019

ABSTRACT

The study of p-type semiconductor CuGaO_2 thin film was carried out to investigate the effects of various temperatures during and after the deposition in order to obtain the optimum result in achieving a good optical transparency and conductivity of the thin film. Majority of the transparent oxide semiconductors (TOS) which were developed do not possess p-type conductivity. Due to an excess oxygen in the acceptor levels and the created holes which are firmly localized at the oxygen sites, p-type oxide semiconductors are gaining more research attention. With the increase of demand in the novel components, CuGaO_2 has gained importance in research as a p-type semiconductor. Previous studies emphasized on the effects of lower temperature post-treatment of the CuGaO_2 thin film of temperature lower than 500°C . The potential applications of the CuGaO_2 thin films are very wide such as thin-film transistors, transparent diodes and light-emitting diodes which are growing to be more and more relevant in the current generation. The CuGaO_2 thin films were fabricated on quartz substrate via the RF magnetron sputtering technique with varying sputtering temperatures and annealing temperatures. The p-type thin films were deposited at temperatures of room temperature (RT), 50°C , 100°C , 150°C , 200°C and 250°C . Each samples of the individual deposition temperatures were also annealed at varying temperatures of 500°C , 600°C , 700°C , 800°C and 900°C . The XRD results showed that the thin films of 900°C annealing temperature has a peak approximately at 36.28° with the orientation of (012), which is based on rhombohedral unit cell with the space group R-3m (JCPDS card No. 41-0255). The crystallite size obtained is 18.040nm for the annealing temperature of 900°C while the Full-Wave Half Maximum (FWHM) value is 0.081. The optical band gaps obtained from the thin films ranged from 3.30-3.72 eV, which is in line with the results found in the general range of CuGaO_2 thin film optical band gaps of 3.30-3.60 eV. From the UV-Vis measurement, the high transparencies were observed to be approximately at 70-80%. The EDS measurement of the chosen parameters of 100°C with annealing temperature of 900°C showed that the Oxide weighted at 33.75%, Copper at 27.86% and Gallium at 19.13% while the remaining 19.13% belongs to Silicon which is a part of the quartz used as the substrate. Due to the optimum surface morphology of the annealing temperature of 800°C of deposition temperature 100°C , bandgap which is within the range of general range of CuGaO_2 and high transmittance are reasons suitable for diode fabrication.

ABSTRAK

FABRIKASI DAN PENCIRIAN FILEM NIPIS COPPER GALLIUM OXIDE PADA SUHU PENYEPUHLINDAPAN YANG BERLAINAN

Kajian terhadap filem nipis semikonduktor CuGaO_2 jenis-p telah dijalankan untuk mengkaji kesan kepelbagaian suhu semasa dan selepas penmendapan, bagi mendapatkan hasil yang optimum dalam mencapai ketelusan optik dan kekonduksian yang baik bagi filem nipis. Kebanyakan semikonduktor oksida yang berlutsinar yang dihasilkan tidak memiliki kekonduksian jenis-p. Disebabkan oksigen yang berlebihan yang ada pada aras penerima dan juga lubang lohong yang bersempat di tapak oksigen, semikonduktor oksida jenis-p telah menarik lebih perhatian untuk kajian dilakukan. Dengan permintaan yang semakin tinggi, CuGaO_2 menunjukkan kepentingan dalam penyelidikan sebagai semikonduktor jenis-p. Potensi aplikasi filem nipis CuGaO_2 sangat luas seperti transistor filem nipis, diod telus dan diod pemancar cahaya semakin terkenal dan lebih relevan pada generasi semasa. Filem nipis CuGaO_2 telah difabrikasi pada substrat kuarza menggunakan teknik pemercikan Magnetron Frekuensi Radio dengan suhu pemercikan dan suhu penyepuhlingdapan yang berbeza-beza. Filem nipis jenis-p telah dimendapkan pada suhu yang berbeza iaitu pada suhu bilik, 50°C , 100°C , 150°C , 200°C dan 250°C . Setiap sampel yang dipercikkan juga melalui proses sepuh lindap pada suhu yang berbeza 500°C , 600°C , 700°C , 800°C dan 900°C . Hasil XRD menunjukkan bahawa filem nipis pada suhu 900°C mempunyai puncak secara hampir pada 36.28° dengan orientasi (012), berdasarkan sel unit rhombohedral dengan kumpulan ruang R-3m (kad JCPDS No. 41 -0255). Saiz kristal yang didapati adalah 18.040nm daripada suhu penyepuhlingdapan 900°C manakala nilai maksimum Separuh Penuh Gelombang (FWHM) adalah 0.081. Jurang tenaga optik yang diperolehi daripada filem nipis adalah dari 3.30-3.72 eV, ianya selaras dengan hasil yang didapati dalam rangkaian umum filem nipis CuGaO_2 iaitu 3.30-3.60 eV. Berdasarkan pengukuran UV-Vis, ketelusan filem dicerap kira-kira 70-80%. Pengukuran EDS bagi parameter 100°C dengan suhu penyepuhlingdapan 900°C menunjukkan bahawa peratus berat Oksida pada 33.75%, Tembaga pada 27.86% dan Gallium pada 19.13% manakala peratusan selebihnya sebanyak 19.13% adalah milik Silicon yang merupakan sebahagian daripada substrat. Oleh kerana morfologi permukaan yang optima pada suhu penyepuhlingdapan 800°C dengan suhu pemercikan 100°C , jurang tenaga optic yang berada di rangkaian umum CuGaO_2 dan ketelusan filem yang tinggi adalah sebab-sebab yang sesuai untuk fabrikasi diod.