รายละเอียดครุภัณฑ์การศึกษา

ประจำปีงบประมาณ 2570

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายการครุภัณฑ์ ชุดตรวจโครงสร้างและตรวจวัดพื้นผิวโครงสร้างนาโนในผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์และเซมิคอนดัคเตอร์ จำนวน 1 ชุด

มีรายละเอียดขั้นต่ำ ดังนี้

เป็นชุดเครื่องมือสำหรับตรวจวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างระดับนาโนของวัสดุและผลิตภัณฑ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เซมิคอนดักเตอร์ และวัสดุขั้นสูง โดยใช้หลักการของกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (Atomic Force Microscope: AFM) ซึ่งสามารถสร้างภาพลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างด้วยความละเอียดระดับนาโนเมตร พร้อมทั้งวิเคราะห์และแสดงผลภาพในรูปแบบสองมิติ (2D) และสามมิติ (3D) เป็นชุดเครื่องมือสำหรับตรวจวิเคราะห์ลักษณะพื้นผิวและโครงสร้างระดับนาโนของวัสดุและผลิตภัณฑ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เซมิคอนดักเตอร์ และวัสดุขั้นสูง โดยใช้หลักการของกล้องจุลทรรศน์แรงอะตอม (Atomic Force Microscope: AFM) ซึ่งสามารถสร้างภาพลักษณะพื้นผิวของตัวอย่างด้วยความละเอียดระดับนาโนเมตร พร้อมทั้งวิเคราะห์และแสดงผลภาพในรูปแบบสองมิติ (2D) และสามมิติ (3D) ระบบสามารถตรวจวัดคุณลักษณะของพื้นผิว เช่น ความขรุขระของพื้นผิว (Surface Roughness) ขนาดเกรน (Grain Size) มุมเอียงของพื้นผิว (Surface Angle) ความสูงของโครงสร้าง (Step Height) รวมถึงลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Surface Morphology) ของวัสดุได้อย่างแม่นยำ โดยไม่ทำลายตัวอย่าง เครื่องมือสามารถรองรับการวิเคราะห์ตัวอย่างได้หลากหลายประเภท เช่น โลหะ เซรามิก พอลิเมอร์ วัสดุนาโน วัสดุคอมโพสิต แผ่นฟิล์มบาง (Thin Film) เวเฟอร์เซมิคอนดักเตอร์ อุปกรณ์ไมโครอิเล็กทรอนิกส์ และวัสดุสำหรับงานวิจัยและพัฒนา ทั้งในภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม ระบบได้รับการออกแบบให้ใช้งานง่าย มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงาน การวิเคราะห์ข้อมูล และการจัดทำรายงานผลการทดสอบ เหมาะสำหรับการใช้งานในห้องปฏิบัติการวิจัย ศูนย์เครื่องมือกลาง และศูนย์บริการวิเคราะห์ทดสอบที่ต้องการผลการตรวจวัดที่มีความถูกต้องและเชื่อถือได้ และสามารถวิเคราะห์ความเค้นตกค้างในชิ้นงานได้โดย ประกอบด้วย เครื่องวัดรายละเอียดของพื้นผิวชิ้นงาน จำนวน 1 เครื่อง และเครื่องวิเคราะห์ความเค้นตกค้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง

1. **รายละเอียดเฉพาะของเครื่องวัดรายละเอียดของพื้นผิวชิ้นงาน จำนวน 1 เครื่อง ประกอบด้วย**
   - 1.1 เป็นเครื่องมือวิเคราะห์พื้นผิวในระดับนาโน โดยใช้เทคนิคการลากของเข็มขนาดเล็กบนพื้นผิวตัวอย่าง
   - 1.2 มีลักษณะการจัดวาง XY Piezo Scanner และ Z Piezo Scanner แยกออกจากกันอย่างอิสระ (Decoupled Flexure Scanner)
   - 1.3 เป็น Scanner ชนิด Flexure Scanner เพื่อลดผลกระทบจากการบิดงอของภาพ (Bow effect) ที่เกิดจาก error ของ Piezo scanner
   - 1.4 Scanner เป็นชนิด Close loop control เพื่อความถูกต้องและแม่นยำของผลการวิเคราะห์
   - 1.5 Scan range ในแนวแกน XY ได้สูงสุด 50 x 50 ไมโครเมตร มี Out of Plane motion น้อยกว่า 2 nm. ที่การสแกน 45 ไมโครเมตร
   - 1.6 มีฟังก์ชั่นการสแกนตัวอย่างแบบปรับความเร็วในการสแกนอัตโนมัติตามลักษณะพื้นผิว (adaptive scan) เพื่อเพิ่มความเร็วในการสแกนตัวอย่าง
   - 1.7 Scan range ในแนวแกน Z ได้สูงสุด 15 ไมโครเมตร ที่สามารถทำ Resonance frequency ได้ 9 kHz

1.8 สามารถถอดหัว Z AFM Scanner Head หรือ Cantilever Holder ออกมาเปลี่ยนเข็มโดยง่ายด้วยมือเปล่า และมีตัวล็อก เพื่อความแข็งแรงขณะทำการวัด

1.9 สามารถใช้เข็ม Cantilever แบบปกติ และแบบ Pre mounted Cantilever เพื่อสามารถจับเปลี่ยนเข็มโดยง่ายด้วยมือเปล่า

1.10 สามารถให้ความถี่ในการสั่นเข็ม Cantilever oscillation frequency 3 MHz

1.11 มี Laser เป็นชนิด Super Luminescent Diode (SLD) ที่ช่วงความยาวคลื่น 830 nm. ขนาด beam 25 x 45 ไมโครเมตร และมี Photodiode bandwidth 1 kHz

1.12 การเคลื่อนที่ของตัวอย่างในแนวแกน XY สามารถเคลื่อนที่ตัวอย่างได้ 13 x 13 มิลลิเมตร

1.13 การเคลื่อนที่ของตัวอย่างในแนวแกน Z สามารถเคลื่อนที่ตัวอย่างได้สูงสุด 26 มิลลิเมตร travel step 0.1 ไมโครเมตร

1.14 แท่นวางตัวอย่าง เป็นชนิด Magnetic holder

1.15 แท่นวางตัวอย่างสามารถ bias voltage ได้ ในช่วง -10V ถึง 10 V ได้

1.16 สามารถรองรับตัวอย่างที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่สุด 50 มิลลิเมตร และหนา 20 มิลลิเมตร

1.17 สามารถเปลี่ยนตัวอย่าง โดยไม่ต้องถอดเข็ม Cantilever และทำ Alignment เลเซอร์ใหม่ เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการวัด

1.18 มีระบบนำเข็มเข้าสัมผัสผิวของตัวอย่าง โดยระบบอัตโนมัติ (Auto Approach)

1.19 มีกล้อง CCD ความละเอียด 1.2 Mpixel พร้อมเลนส์ ขนาดกำลังขยาย 10 เท่า มี FOV 480x360 ไมโครเมตร และมี 0.21 numerical aperture

1.20 มีไฟส่องสว่างสำหรับกล้อง CCD เป็นชนิด LED ที่สามารถควบคุมการทำงานผ่านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

1.21 ความละเอียดสูงสุดของภาพในการสแกน 4096 x 4096 pixel

1.22 มีโหมดแสกนความเร็วสูง (Fast Scan AFM) โดยสามารถตั้งค่า Scan speed ได้ไม่น้อยกว่า 15 Hz

1.23 ระบบควบคุมการทำงาน

- 1.23.1 สามารถแสดงภาพได้พร้อมกัน 16 ภาพ
- 1.23.2 ADC AFM controller ประกอบด้วย 24-bit และ 18 Channels with 4 high-speed channels
- 1.23.3 DAC AFM controller ประกอบด้วย 20-bit และ 12 Channels with 2 high-speed channels
- 1.23.4 มี Digital lock in amplifier 4 channels
- 1.23.5 AFM controller มีระบบ Digital Q control
- 1.23.6 ระบบสื่อสารระหว่าง AFM Controller และคอมพิวเตอร์ เป็นชนิด TCP/PI ที่มีความเร็ว 100 Mbps

1.24 มีโปรแกรมชนิด Smart Scan ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องมีการสั่งงานได้ทั้งแบบปกติและแบบอัตโนมัติ ซึ่งทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน และโปรแกรมชนิด XEI สำหรับประมวลผล วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูล

1.25 มีซอฟต์แวร์ระบบบริหารจัดการผลการทดลอง สามารถกำหนดจำนวนและชื่อของชุดการทดลอง(Experiment), สภาวะ (Condition) และพารามิเตอร์ (Parameter) และรองรับรูปแบบการทดลองไม่น้อยกว่า 2 โหมด ได้แก่

- 1.25.1 โหมดรูปภาพ (image) สามารถนำเข้าไฟล์ภาพได้อย่างน้อยรูปแบบ JPG, PNG, BMP และ TIFF/TIF จัดเรียงผลเป็นตารางตามสภาวะและพารามิเตอร์ และบันทึกผลเป็นไฟล์รูปภาพ (PNG/JPG) ได้ทั้งรายกลุ่มและแบบรวมทุกกลุ่ม
- 1.25.2 โหมดการวัด (Measure) สามารถบันทึกค่าผลการวัดเป็นตัวเลขพร้อมกำหนดชนิดผลลัพธ์และหน่วยวัดได้ และแสดงผลเชิงสีบนตารางได้ไม่น้อยกว่า 3 รูปแบบ ได้แก่ 1. เฉดสีเดียว (Mono), โดยไล่สีตาม

ระดับความเข้ม 2. ไล่สีรุ้งแบบแผนที่ความร้อน (Rainbow) และ 3. ตามเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน (Tolerance) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ได้ทั้งแบบค่าต่ำสุด–สูงสุด และสามารถแสดงผลแบบค่ามาตรฐานพร้อมพิกัดเผื่อบน–ล่าง

1.26 โปรแกรมการทดสอบ และวิเคราะห์ผลทั้งแบบ Online และ Offline ต้องเป็นชนิด License-Free และต้องสามารถอัพเกรดฟรีตลอดอายุการใช้งาน

1.27 มีโหมดพื้นฐานสำหรับวัดตัวอย่าง อย่างน้อย ดังต่อไปนี้

1.27.1 True Non-Contact Mode

1.27.2 Contact Mode

1.27.3 Lateral Force Microscopy (LFM) mode

1.27.4 Phase imaging

1.27.5 Tapping mode

1.27.6 Pinpoint-Mechanical Mode

1.27.7 Nanoindentation

1.27.8 Force Distance Spectroscopy

1.27.9 Conductive AFM (C-AFM)

1.27.10 Electrical Force Microscopy

1.27.11 Magnetic force microscopy

1.27.12 Kelvin Probe Force Microscopy

1.27.13 Piezo Force Microscopy

1.27.14 Electrochemical AFM

1.28 สามารถวิเคราะห์และคำนวณค่าคุณสมบัติเชิงกลได้ เช่น Deformation, Adhesion force, Adhesion Energy, Energy dissipation and approach retract stiffness, Young's modulus (Hertzian, JKR and DMT mode) เป็นต้น

1.29 สามารถวิเคราะห์ค่า Pinpoint Mechanical Property ของพื้นผิวได้ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติเชิงกลได้แบบ Quantitative data เช่น ค่า Adhesion, Stiffness และ Modulus ในทุกๆ pixel ของการวัด

1.30 ระบบคอมพิวเตอร์ มีรายละเอียดอย่างน้อย ดังต่อไปนี้

1.30.1 คอมพิวเตอร์พร้อมหน่วยประมวลผล CPU Core i7 CPU ขึ้นไป

1.30.2 มีหน่วยความจำชั่วคราว RAM ขนาดอย่างน้อย 16 GB

1.30.3 มีหน่วยความจำชนิด SSD ขนาดอย่างน้อย 512 GB หรือดีกว่า

1.30.4 มีหน่วยความจำชนิด HDD ขนาดอย่างน้อย 1 TB หรือดีกว่า

1.30.5 มีหน้าจอขนาดอย่างน้อย 23 นิ้วขึ้นไป

1.30.6 มีระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows 10 หรือดีกว่า

1.31 มีระบบป้องกันแรงสั่นสะเทือนชนิด Active Antivibration (AVI) มี Active bandwidth 0.6 – 200 Hz และมี Active compensation 6 degree of freedom

1.32 ชุด AVI ใช้เทคโนโลยี Piezoelectric type acceleration pickup, fast signal processing and electro dynamic force transducers

1.33 มีระบบป้องกันเสียง แบบ environment sealed acoustic enclosure เพื่อป้องกัน external acoustic and light noise ที่มีขนาด 510 x 715 x 630 มิลลิเมตร และน้ำหนัก 40 กิโลกรัม และถูกติดตั้งอยู่บนโต๊ะหินอ่อน หนา 8 เซนติเมตร พร้อมขาเหล็ก เพื่อความมั่นคงของการใช้งาน

1.34 อุปกรณ์ประกอบ

1.34.1 Active Antivibration จำนวน 1 ชุด

1.34.2 Acoustic Enclosure จำนวน 1 ชุด

1.34.3 โต๊ะหินอ่อนหรือแกรนิต ขาเหล็ก พร้อมล้อ จำนวน 1 ชุด

1.34.4 ตู้ Chamber ที่สามารถควบคุมความชื้นได้ 1 %RH จำนวน 1 ชุด

1.34.5 AFM clip type Cantilever Holder จำนวน 1 ชุด

1.34.6 AFM Cantilever สำหรับวัด Topography อย่างน้อย 50 ชิ้น

1.34.7 AFM Cantilever สำหรับวัด Conductive อย่างน้อย 3 ชิ้น

1.34.8 AFM Cantilever สำหรับวัด MFM mode อย่างน้อย 3 ชิ้น

1.34.9 AFM Cantilever Diamond Nanoindentor อย่างน้อย 1 ชิ้น

1.34.10 EC Cell สำหรับวัด Electrochemical AFM 1 ชุด

1.34.11 ขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) สำหรับวัด Electrochemical AFM 1 ชิ้น

1.34.12 ขั้วไฟฟ้าทำงาน (Working Electrode) สำหรับวัด Electrochemical AFM 1 ชิ้น

1.34.13 ขั้วไฟฟ้าช่วย (Counter Electrode) สำหรับวัด Electrochemical AFM 1 ชิ้น

1.34.14 Liquid hand probe สำหรับวัด Electrochemical AFM 1 ชิ้น

1.34.15 มี IR detector kit 1 ชุด

1.34.16 เครื่องสำรองไฟ UPS ขนาด 2 KVA จำนวน 1 ชุด

1.34.17 ชุดเครื่องมือช่าง จำนวน 1 ชุด

2. รายละเอียดเฉพาะของเครื่องวิเคราะห์ความเค้นตกค้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง

2.1 เครื่องวิเคราะห์ความเค้นตกค้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบพกพาจำนวน 1 เครื่อง

2.1.1 เครื่องวิเคราะห์ความเค้นตกค้างด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์แบบพกพา จำนวน 1 ชุด

2.1.2 ใช้เทคนิคการวัดความเค้นตกค้างแบบ $\sin^2\psi$ (sin-squared-psi) ที่เก็บข้อมูลจากการเอียงมุม ψ (psi) ทั้งด้านบวกและด้านลบ เพื่อให้สามารถประเมินค่าความเค้นเฉือน (Shear Stress) ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ

2.1.3 รองรับการวัดได้ทั้งเทคนิค Multiple-Exposure Technique และ Single-Exposure Technique

2.1.4 รัศมีของโกนิโอมิเตอร์ (Goniometer Radius, R_0) ไม่น้อยกว่า 40 มิลลิเมตร

2.1.5 ความละเอียดในการตรวจวัดการเลื่อนตำแหน่งพีค (Peak Shift Resolution) ไม่เกิน 0.01 องศา

2.1.6 ความถูกต้องของการวัดค่าความเค้นตกค้างเป็นไปตามมาตรฐาน ASTM E915

2.2 หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (X-ray Tube)

2.2.1 เป็นหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ชนิดโฟกัสจุด (Point-focus)

2.2.2 ใช้ขั้วเป้า (Anode) ชนิดโครเมียม (Cr) และรองรับตัวเลือกวัสดุขั้วเป้าเพิ่มได้หลายชนิดในอนาคต เช่น Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co และ Cu

2.2.3 กำลังของหลอดรังสีเอกซ์ ไม่น้อยกว่า 20 วัตต์

2.2.4 มีขนาดช่องรับรังสี (Aperture) ให้เลือกใช้งานหลายขนาด ทั้งแบบวงกลม 0.5, 1.0 และ 2.0 มิลลิเมตร และแบบสี่เหลี่ยม 0.5×3, 1×3 และ 2×5 มิลลิเมตร

2.3 ระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าแรงสูงและการควบคุมรังสี

2.3.1 กำลังไฟฟ้าสูงสุด ไม่น้อยกว่า 20 วัตต์ (20 กิโลโวลต์ / 1 มิลลิแอมป์)

2.3.2 สามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 10–20 กิโลโวลต์ ปรับละเอียดขั้นละ 0.1 กิโลโวลต์

2.3.3 สามารถปรับกระแสได้ในช่วง 0-2 มิลลิแอมป์ ปรับละเอียดขั้นละ 0.1 มิลลิแอมป์

2.3.4 มีกุญแจนิรภัย (Safety Key) สำหรับเปิดและปิดการกำเนิดรังสีเอกซ์

2.3.5 มีระบบป้องกันความปลอดภัย ประกอบด้วย ระบบระงับการอาร์ก (Arc Suppression) ระบบป้องกันแรงดันเกิน (Over Voltage) ระบบป้องกันกระแสเกิน (Over Current) และระบบป้องกันกำลังเกิน (Over Power)

2.3.6 มีระบบอุ่นเครื่องหลอดรังสี (Tube Warm-up) และปรับกำลังหลอดรังสี (Tube Ramping) แบบอัตโนมัติ

2.4 ระบบระบายความร้อนหลอดรังสีเอกซ์

2.4.1 เป็นระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air Cooling)

2.5 หัววัดรังสี (Detector)

2.5.1 เป็นหัววัดรังสีชนิดนับโฟตอนแบบคู่ (Dual Photon-Counting Detector)

2.5.2 เป็นชนิดอาเรย์เชิงเส้นแบบซิลิกอนสตริป (Silicon Strip Linear Array) จำนวนไม่น้อยกว่า 640 แถบ

2.5.3 ช่วงมุม 2 การวัด (2θ Range) สำหรับการวัดความเค้นตกค้าง (Residual Stress) ครอบคลุมไม่น้อยกว่า 123–171 องศา

2.5.4 อัตราการนับรวม (Global Count Rate) ไม่น้อยกว่า 1×10^9 นับต่อวินาที (cps)

2.5.5 มีแท่นเลื่อนสำหรับทำแผนที่ความเค้นแบบเชิงเส้นในตัวเครื่อง (Built-in Linear Mapping Stage) แกน Y ระยะการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร สำหรับการวัดแบบ linear mapping ของชิ้นงาน

2.5.6 มีแกน Z ระยะการเคลื่อนที่ไม่น้อยกว่า 75 มิลลิเมตร ประกอบด้วยแกนปรับโฟกัสอัตโนมัติ (Automated Focusing) ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร และแกนปรับด้วยมือ (Manual Adjustment) ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

2.6 ระบบคอมพิวเตอร์ การเชื่อมต่อ และซอฟต์แวร์

2.6.1 มีเครื่องคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Notebook) ระบบปฏิบัติการ Windows 11 หรือรุ่นที่สูงกว่า จำนวน 1 เครื่อง

2.6.1.1 มีหน่วยประมวลผลแบบ Intel Core i7 หรือดีกว่า

2.6.1.2 มีหน่วยความจำหลัก (RAM) ไม่ต่ำกว่า 16 GB

2.6.1.3 มีหน่วยเก็บข้อมูล (SSD Storage) ความจุไม่ต่ำกว่า 1 TB หรือมากกว่า

2.6.1.4 มีหน้าจอแสดงผล ขนาดไม่น้อยกว่า 17 นิ้ว มีน้ำหนัก 1.5 กิโลกรัม หรือต่ำกว่า

2.6.2 เชื่อมต่อกับตัวเครื่องผ่านช่องสัญญาณ USB

2.6.3 มีซอฟต์แวร์สำหรับควบคุมการทำงานและประมวลผลการวัดความเค้นตกค้าง (ลิขสิทธิ์ถูกต้อง) โดยมีความสามารถอย่างน้อย ดังนี้

1.6.3.1 การสอบเทียบ (Calibration) ได้โดยง่าย

1.6.3.2 การปรับโฟกัสชิ้นงานแบบอัตโนมัติ (Automated Sample Focusing)

1.6.3.3 การตรวจหาตำแหน่งพีคแบบอัตโนมัติ (Automatic Peak Detection)

1.6.3.4 การคำนวณค่า d เทียบกับ $\sin^2\psi$ แบบอัตโนมัติ

1.6.3.5 เครื่องมือคำนวณการแก้ค่าเกรเดียนต์และความลึก (Gradient and Depth Correction)

1.6.3.6 การวิเคราะห์แบบ Linear Regression, Elliptical Regression, Dolle-Hauk และวิธี Triaxial แบบกำหนดเอง (Manual Triaxial)

2.7 ขนาดและน้ำหนัก

2.7.1 ขนาดของหัววัด (กว้าง × ยาว × สูง) โดยประมาณไม่เกิน 250 × 175 × 195 มิลลิเมตร

2.7.2 ขนาดของชุดจ่ายกำลัง (กว้าง × ยาว × สูง) โดยประมาณไม่เกิน 250 × 250 × 150 มิลลิเมตร

2.7.3 น้ำหนักของหัววัด ไม่เกิน 6.5 กิโลกรัม

2.7.4 น้ำหนักของชุดจ่ายกำลัง ไม่เกิน 8 กิโลกรัม

2.7.5 ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 90–240 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ 4 แอมป์ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส (สามารถใช้กับเต้ารับผนังมาตรฐานทั่วไปได้)

2.8 มาตรฐานความปลอดภัยและการรับรอง

2.8.1 ตัวเครื่องผ่านการรับรองตามมาตรฐานความปลอดภัยสากล เช่น CE, ANSI N43.2 และเป็นไปตามกฎหมายควบคุมอุปกรณ์กำเนิดรังสี (Radiation Emitting Devices Act)

2.9 ตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐาน (Reference / Certified Standard Sample)

2.9.1 มีตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐานรับรอง (Certified Reference Material, CRM) ชนิดผงเหล็ก (Iron Powder) สำหรับค่าความเค้นตกค้างต่ำ จำนวน 1 ชิ้น

2.9.2 มีตัวอย่างอ้างอิงมาตรฐานรับรอง (CRM) ชนิดเหล็กกล้า (Steel) สำหรับค่าความเค้นตกค้างสูง (ประมาณ -500 เมกะปาสคาล) จำนวน 1 ชิ้น
พร้อมใบรับรองการสอบเทียบที่สอบกลับได้ตามมาตรฐาน ISO 17025 และ ASTM E915

2.10 การรับประกันคุณภาพ

2.10.1 รับประกันคุณภาพตัวเครื่องเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี และบำรุงรักษาเครื่องเป็นเวลา 1 ครั้งต่อปี ในช่วงระยะเวลารับประกัน

2.10.2 รับประกันหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์และสายไฟฟ้าแรงสูง เป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 1 ปี หรือ 2,500 ชั่วโมงการใช้งาน แล้วแต่ระยะเวลาใดถึงก่อน

3. รายละเอียดและเงื่อนไขอื่นๆ

3.1 ผู้ได้รับคัดเลือกต้องเป็นผู้ดำเนินการตีหมายเลขครุภัณฑ์ และถ่ายรูปภาพครุภัณฑ์ตามที่สถาบันกำหนดหลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว และจัดส่งให้งานพัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ด้วย

3.2 การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2570 มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2570 จากสำนักงบประมาณแล้วและกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อจัดจ้างในครั้งดังกล่าวหน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้

3.3 คู่มือการใช้งานภาษาไทยและอังกฤษแต่ละเครื่อง จำนวนอย่างละ 1 ชุด

3.4 กำหนดส่งมอบสินค้าภายใน 180 วัน

3.5 รับประกันคุณภาพและอะไหล่ ไม่น้อยกว่า 1 ปี หลังจากได้ติดตั้งพร้อมใช้งานแล้ว

3.6 ผู้ที่ได้รับการคัดเลือกต้องเป็นผู้ดำเนินการตีหมายเลขทะเบียนครุภัณฑ์ และถ่ายรูปภาพครุภัณฑ์ ตามที่สถาบันกำหนด หลังจากคณะกรรมการตรวจรับพัสดุ ได้ทำการตรวจรับพัสดุเรียบร้อยแล้ว และจัดส่งให้งานพัสดุ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ด้วย

3.7 การจัดซื้อจัดจ้างครั้งนี้จะมีการลงนามในสัญญาหรือข้อตกลงเป็นหนังสือได้ต่อเมื่อพระราชบัญญัติงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 มีผลใช้บังคับและได้รับจัดสรรงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2570 จากสำนักงานงบประมาณแล้ว และกรณีที่หน่วยงานของรัฐไม่ได้รับจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดซื้อ จัดจ้างในครั้งดังกล่าว หน่วยงานของรัฐสามารถยกเลิกการจัดซื้อจัดจ้างได้

3.8 วงเงินงบประมาณในการจัดซื้อ 9,844,000.- บาท

3.9 สาธารณชนที่ต้องการเสนอแนะ วิจารณ์ หรือมีความเห็น ต้องเปิดเผยชื่อและที่อยู่ของผู้ให้ข้อเสนอแนะ วิจารณ์หรือมีความเห็นด้วย

3.10 สถานที่ติดต่อเพื่อขอทราบข้อมูลเพิ่มเติม และส่งข้อเสนอแนะ วิจารณ์ หรือแสดงความคิดเห็นสามารถส่งข้อคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะ วิจารณ์เกี่ยวกับร่างขอบเขตของงานนี้ได้ที่ สำนักงานพัสดุ สำนักงานอธิการบดี

** โทรศัพท์ 0-2329-8124

*** E-mail : pasadu@kmitl.ac.th เว็บไซต์ : https://www.kmitl.ac.th/th/procurement

(รศ.ดร.สุวารี ชาญกิจมั่นคง)
ผู้ออกรายละเอียด

(ดร.พลชัย โชติปรายนกุล)
ผู้ออกรายละเอียด

(ผศ.ดร.พชรพล ตัณฑวิรุฬห์)
ผู้ออกรายละเอียด