เลขที่อนุสิทธิบัตร 13290

อสป/200 - ข

อนุสิทธิบัตร

อาศัยอำนาจตามความในพระราชบัญญัติสิทธิบัตร พ.ศ. 2522 แก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติสิทธิบัตร (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2542 บดีกรมทรัพย์สินทางปัญญาออกอนุสิทธิบัตรฉบับนี้ให้แก่

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับการประดิษฐ์ตามรายละเอียดการประดิษฐ์ ข้อถือสิทธิ และรูปเขียน (ถ้ามี) กฏในอนุสิทธิบัตรนี้

ขที่คำขอ 1603001367

ขอรับอนุสิทธิบัตร 1 สิงหาคม 2559

ะดิษฐ์ ผศ.ดร.รัตนา การุญบุญญานันท์ และ นายเกดิษฐ์ กว้างตระกูล

สดงถึงการประดิษฐ์ โหลดเซลล์

ให้ผู้ทรงอนุ ิทธิและหน้าที่ตามกฎหมายว่าด้วยสิทธิบัตรทุกประการ

ออกให้ ณ วันที่ 21 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

หมดอายุ ณ วันที่ 31 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2565

(ลงชื่อ).....

(นายดิเรก นุญแท้)

รองอธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา ปฏิบัติราชการแทน

อธิบดีกรมทรัพย์สินทางปัญญา

ผู้ออกอนุสิทธิบัตร

พนักงานเจ้าหน้าที่

หมายเหตุ 1. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรต้องชำระค่าธรรมเนียมรายปีเริ่มแต่ปีที่ 5 ของอายุสิทธิบัตร มิฉะนั้น อนุสิทธิบัตรจะสิ้นอายุ

2. ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรจะขอชำระค่าธรรมเนียมรายปีล่วงหน้าโดยชำระทั้งหมดในคราวเดียวก็ได้

3. ภายใน 90 วันก่อนวันสิ้นอายุอนุสิทธิบัตร ผู้ทรงอนุสิทธิบัตรมีสิทธิขอต่ออายุอนุสิทธิบัตรได้ 2 คราว มีกำหนดคราวละ 2 ปี โดยยื่นคำขอต่ออายุ ต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

4. การอนุญาตให้ใช้สิทธิตามอนุสิทธิบัตรและการโอนอนุสิทธิบัตรต้องทำเป็นหนังสือและจดทะเบียนต่อพนักงานเจ้าหน้าที่

031744

รายละเอียดการประดิษฐ์

ชื่อที่แสดงถึงการประดิษฐ์

โหลดเซลล์

สาขาวิทยาการที่เกี่ยวข้องกับการประดิษฐ์

สาขาวิศวกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับโหลดเซลล์

ภูมิหลังของศิลปะหรือวิทยาการที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์สำหรับวัดแรงหรือโมเมนต์ จะเรียกโดยรวมว่า โหลดเซลล์ (load cell) ซึ่งมีรูปแบบที่หลากหลายขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน โดยอาศัยหลักการของความเค้น ความเครียดของชิ้นงานที่ทำโหลดเซลล์ โหลดเซลล์ ประกอบด้วย ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ และสเตรนเกจ โดยติดตั้งสเตรนเกจเข้ากับชิ้นงานและต่อเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ ประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบรวบรวมข้อมูล รูปแบบของโหลดเซลล์ที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป เช่น แบบคอลัมน์ แบบวงแหวน แบบตัวเอส สามารถวัดแรงในแนวแกนได้เพียงทิศทางเดียว แบบวงแหวนแปดเหลี่ยม (Octagonal ring) และแบบวงแหวนแปดเหลี่ยมขยาย (Extended octagonal ring) สามารถวัดแรงได้ 2 แนวแกนและโมเมนต์ได้ 1 แนวแกน อีกรูปแบบหนึ่งคือการติดตั้งสเตรนเกจในทิศทางเอียงทำมุม 45 องศา และ 135 องศาเมื่อเทียบกับแนวแกนของเพลาเข้ากับเพลาโดยตรง ซึ่งวิธีนี้สามารถวัดแรงบิด (torque) ได้เพียงอย่างเดียว

สิทธิบัตรสหรัฐอเมริกา US 8,215,187 B2 เรื่อง Torque detection device ผู้ประดิษฐ์คือ Chiang Kao Chen ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดแรงบิด ประกอบด้วย แท่งวัดแรงบิด ตัวแปลงสัญญาณ แขนบิด สเตรนเกจ และชุดแสดงผลแรงบิด ซึ่งแท่งวัดแรงบิดมีลักษณะพื้นผิวทรงกระบอก ติดสเตรนเกจบนพื้นผิว ซึ่งมีข้อจำกัดคือใช้วัดแรงบิดได้เพียงอย่างเดียว

สิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ เลขที่ 45464 เรื่อง อุปกรณ์วัดแรงบิด ผู้ประดิษฐ์คือ ศราวุธ เลิศพลังสันติ ได้ออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์สำหรับวัดแรงบิดของระบบบังคับเลี้ยว ที่ประกอบด้วย แผ่นหน้าแปลนรูปวงกลม ชุดลูกปืนที่ภายในมีชิ้นส่วนที่ได้มีการออกแบบเฉพาะพวงมาลัยของอุปกรณ์วัด อุปกรณ์วัดแรงดึงและแรงกด และอุปกรณ์ส่งสัญญาณชนิดไร้สาย ซึ่งรูปแบบที่ผู้ประดิษฐ์ทำการออกแบบ จะต้องมีแขนของชิ้นงานประกอบเข้ากับอุปกรณ์วัดแรงดึงและแรงกด เพื่อนำค่าแรงที่วัดค่าได้ไปคูณกับระยะของแขนชิ้นงานเพื่อคำนวณหาแรงบิด ซึ่งวิธีนี้จะมีข้อเสียคือ ทิศทางของแรงที่วัดได้จะเอียงทำมุมกับแขนของโมเมนต์แตกต่างกันเมื่อมีการหมุนเปลี่ยนตำแหน่งของแขนโมเมนต์ เป็นผลให้ค่าแรงบิดที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อน

เลขที่คำขอ เลขที่ 1301003783 เรื่อง อุปกรณ์วัดแรงบิดของการควบคุมระบบบังคับเลี้ยวยานพาหนะ ผู้ประดิษฐ์คือ ศราวุธ เลิศพลังสันติ ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดแรงบิดของการควบคุมระบบบังคับเลี้ยวยานพาหนะ ประกอบด้วย หน้าแปลน ด้านหนึ่งของหน้าแปลนรองรับการติดตั้งเพลาใน แผ่นรองรับ และชุดลูกปืน ด้านนอกของเสื้อลูกปืนรองรับการติดตั้งพวงมาลัยของชุดอุปกรณ์วัด บนแผ่นหน้าแปลนยังประกอบด้วยอุปกรณ์วัดแรงดึงและแรงกด และอุปกรณ์ส่งสัญญาณชนิดไร้สาย ซึ่งชุดอุปกรณ์นี้สามารถนำไปติดตั้งเข้ากับพวงมาลัยเดิมของยานพาหนะได้โดยที่ไม่ต้องถอดพวงมาลัยเดิมออก จะเห็นได้ว่า อุปกรณ์วัดแรงบิดของการประดิษฐ์ชิ้นนี้มีข้อเสียคือ เมื่อมีการหมุนตำแหน่งของแขนโมเมนต์จะทำให้ค่าแรงที่วัดได้จากอุปกรณ์วัดแรงดึงและแรงกดที่ทำกับแขนโมเมนต์ไม่คงที่ ทำให้ค่าแรงบิดที่อ่านได้ มีค่าไม่ถูกต้อง

อนุสิทธิบัตร เลขที่ 7982 เรื่อง อุปกรณ์วัดแรงเจาะแบบติดตั้งบนโต๊ะเจาะ ประกอบด้วยส่วนของโครงและส่วนของวงแหวนวัดแรง ซึ่งวงแหวนวัดแรงนี้ จะมีข้อเสียคือ สามารถวัดแรงในแนวแกนได้อย่างเดียวเท่านั้น

เลขที่คำขอ เลขที่ 1001001767 เรื่อง อุปกรณ์วัดแรงของสารยึดติด ผู้ประดิษฐ์ คือ วุฒินันท์ เจียมศักดิ์ศรี และคณะ ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดแรงหดตัวของสารยึดติด ที่ประกอบด้วยฐานสำหรับติดตั้งเซนเซอร์ และเซนเซอร์วัดแรง โดยเป็นเซนเซอร์แบบชนิดที่มีเมมเบรนซึ่งเปลี่ยนแปลงรูปทรงได้ ข้อเสียคือ เป็นรูปแบบเฉพาะสำหรับวัดแรงหดตัวของสารยึดติด โดยการใส่สารยึดติดที่ต้องการทดสอบลงในช่องว่างระหว่างพื้นผิวด้านที่มีเมมเบรนของเซนเซอร์ เมื่อสารยึดติดแข็งตัว ทำให้เมมเบรนเกิดการเคลื่อนที่คือการหดตัว และเทียบกับซับสเตรตของเซนเซอร์ ทำให้สามารถวัดแรงหดตัวของสารยึดติดได้

เลขที่คำขอ 1401004972 เรื่อง เครื่องมือวัดแรงกระทำในการขึ้นรูปชิ้นโลหะของแม่พิมพ์ ผู้ประดิษฐ์ คือ นำพล มหายศนันท์ และคณะ ได้ประดิษฐ์เครื่องมือวัดแรงกระทำในการขึ้นรูปชิ้นโลหะของแม่พิมพ์ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนฐานยึดติด ส่วนโครงสร้าง อุปกรณ์วัดแรงกระทำของแม่พิมพ์ โดยที่อุปกรณ์วัดแรงกระทำของแม่พิมพ์ มีการจัดวางชุดส่วนประกอบจากภายนอกสู่ภายในตัวอุปกรณ์แต่ละด้านของชิ้นโลหะ คือ มีชุดโครงสร้าง ชุดตรวจรับรู้แรงกระทำ ชุดรองรับแม่พิมพ์ และชุดแม่พิมพ์ เพื่อให้สามารถตรวจวัดแรงกระทำของแม่พิมพ์ที่เกิดบนแต่ละด้านของชิ้นโลหะเมื่อมีการขึ้นรูปได้ จะเห็นได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ออกแบบเฉพาะงาน ซึ่งมีข้อเสียคือ ไม่สามารถนำไปใช้สำหรับวัดแรงกระทำของชิ้นงานอื่นได้

เลขที่คำขอ 1501001748 เรื่อง อุปกรณ์วัดแรงยึดถ่างกระดูก ผู้ประดิษฐ์คือ เอดวาร์ดโด้ ยูโก้ ซูซูกิ และ บุญศิวา ซูซูกิ ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดแรงยึดถ่างกระดูก ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ กลไกในส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่องมือถ่างกระดูกเพื่อทำหน้าที่รับและส่งแรงดึงยึดกระดูก ซึ่งมีลักษณะเป็นสายเคเบิ้ลที่มีปลายเป็นห่วงโลหะสอดอยู่ในท่อโลหะที่มีบ่าสัมผัสแนบอยู่กับฐานของห่วงโลหะ ส่วนที่สองเป็นกลไกส่วนที่ต่อเข้ากับเครื่องวัดแรงดึงซึ่งมีลักษณะเป็นตะขอและขายัน โดยส่วนปลายของตะขอจะต่อเข้ากับเครื่องวัดแรงดิจิตอลและปลายของขายันจะต่อเข้ากับไกดึง ซึ่งสองส่วนนี้จะต่อเข้ากับเซนเซอร์ไฟ จะเห็นได้ว่า ผู้ประดิษฐ์ไม่ได้มีการอธิบายถึงรายละเอียดของอุปกรณ์วัดแรงดึง

เลขที่คำขอ 1101000081 เรื่อง ประแจถอดใส่ลิ้นปิดฉุกเฉินตู้บรรทุกก๊าซรถไฟ ผู้ประดิษฐ์คือ ไสว โชวพิทักษ์วัฒนา และคณะ ได้ประดิษฐ์ประแจถอดใส่ลิ้นปิดฉุกเฉินตู้บรรทุกก๊าซรถไฟ มีลักษณะเป็นหัวกากบาทต่อเข้ากับโลหะทรงกระบอกและต่อเข้ากับกระบอกประคองตำแหน่ง มีโลหะ 4 ชิ้นยึดติดแบบถาวรต่อพ่วงกับแกนโลหะสำหรับส่งกำลังในการออกแรงบิด ในส่วนของปลายแกนมีตัวใส่อุปกรณ์วัดแรงบิด มีหัวไขควงสี่แฉกทำจากโลหะ มีกระบอกประคองตำแหน่งทำจากโลหะและมีแท่งโลหะสี่เหลี่ยมยึดติดเข้ากับกระบอกทรงกลมด้านในอย่างถาวร จากลักษณะดังกล่าว ทำให้สามารถถอดใส่ลิ้นปิดฉุกเฉินตู้บรรทุกก๊าซรถไฟจากภายนอกได้ มีความสะดวก ปลอดภัยและใช้งานง่าย จะเห็นได้ว่าผู้ประดิษฐ์ได้มีการใส่อุปกรณ์วัดแรงบิด แต่ไม่มีรายละเอียดอธิบายลักษณะการทำงานของอุปกรณ์วัดแรงบิดว่ามีลักษณะจำเพาะอย่างไร

เลขที่คำขอ 0801003053 เรื่อง วิธีการและอุปกรณ์วัดแรงแยกตัวของกระดุมกดและชุดดึงกระดุมกด ผู้ประดิษฐ์คือ โตรุ ชิมิสุ ได้ประดิษฐ์อุปกรณ์วัดแรงแยกตัวกระดุมกด ประกอบด้วย ชุดยึดจับเสื้อผ้า ชุดดึงกระดุมกด เกจ์ส่งแรงบิด ทำหน้าที่ส่งแรงบิดไปยังกระดุมกดที่ถูกดึงโดยส่วนที่ใช้ดึง

มีชุดส่งแรงตึง ทำหน้าที่ดึงกระดุมกดจากเสื้อผ้า และเกจ์วัดแรงดึง ทำหน้าที่วัดแรงดึงที่มาจากชุดส่งแรงตึง จะเห็นได้ว่า การประดิษฐ์นี้ เป็นการประดิษฐ์ใช้งานเฉพาะอย่าง

เลขที่คำขอ 1201004627 เรื่อง วิธีการวัดแรงบิดสำหรับอุปกรณ์แบริงหมุนกลิ้ง ผู้ประดิษฐ์คือ โคซากะ ทาคายูกิ การประดิษฐ์นี้ได้เปิดเผยถึงวิธีการวัดแรงบิดสำหรับอุปกรณ์แบริงแบบหมุนกลิ้ง โดยที่อุปกรณ์แบริงหมุนกลิ้งนั้นรวมถึง แกนซึ่งมีรูปร่างเป็นรูปทรงกระบอก ปลอกคล้ายทรงกระบอกจัดไว้อย่างร่วมแนวแกนเดียวกับแกน มีเว้นระยะห่างจากพื้นผิวตามแนวเส้นรอบวงด้านนอกของแกน แบริงแบบหมุนกลิ้งซึ่งจัดไว้ระหว่างแกนและปลอก โดยที่วงแหวนด้านในยึดตรึงเข้ากับแกน วงแหวนด้านนอกจะยึดตรึงเข้ากับปลอก ในขณะที่ส่วนหนึ่งของแกนและปลอกของอุปกรณ์แบริงแบบหมุนกลิ้งได้รับการทำให้หมุนรอบแกนนั้น โหลดเซลล์ซึ่งมีขั้วต่อสายเพื่อการวัด ซึ่งสามารถทำการตรวจหาแรงบิดได้จะได้รับการใช้เพื่อการกดขั้วต่อสายเพื่อการวัดประชิดกับส่วนที่สองนั้นด้วยแรงซึ่งกำหนดไว้ล่วงหน้าและที่ซึ่งแรงเสียดทานของขั้วต่อสายเพื่อการวัดได้รับการตรวจหา ดังนั้นจึงเป็นการวัดแรงบิดของอุปกรณ์แบริงแบบหมุนกลิ้ง จะเห็นได้ว่า ผู้ประดิษฐ์ไม่ได้อธิบายถึงรายละเอียดของโหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดแรงบิด

อนุสิทธิบัตร เลขที่ 9268 เรื่อง เครื่องทดสอบคุณสมบัติความเหนียวลื่นของวัสดุประสานสำหรับงานฉาบ ผู้ประดิษฐ์คือ สุรชัย วังรัตนชัย และคณะ ได้ประดิษฐ์เครื่องทดสอบคุณสมบัติความเหนียวลื่นของวัสดุประสานสำหรับงานฉาบ มีการใช้อุปกรณ์โหลดเซลล์ในการตรวจวัดแรงที่กระทำของชุดประกอบเกรียงฉาบ และแปลงค่าแรงที่ใช้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อนำไปใช้ในการคำนวณอัตราเร็วในการฉาบและอัตราส่วนของแรงที่ใช้ในการฉาบเทียบกับพื้นที่ของการฉาบที่ได้ จะเห็นได้ว่า ผู้ประดิษฐ์ไม่ได้แสดงรายละเอียดของโหลดเซลล์ที่ใช้หรือประดิษฐ์ขึ้น

อนุสิทธิบัตร เลขที่ 7238 เรื่อง เครื่องทดสอบแรงเฉือนวัสดุปริมาณมวลแบบหมุน ผู้ประดิษฐ์คือ สถาพร วังฉาย ได้ประดิษฐ์เครื่องทดสอบแรงเฉือนวัสดุปริมาณมวลแบบหมุนเพื่อวัดค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้นระหว่างวัสดุกับวัสดุ โดยการนำวัสดุใส่ลงในถ้วยเฉือนซึ่งยึดติดกับชุดมอเตอร์ เมื่อขดลวดชุดมอเตอร์ทำงาน แกนชุดมอเตอร์กับถ้วยเฉือนจะหมุนไปพร้อมกัน และส่วนบนฝาถ้วยเฉือนมีมวลน้ำหนักกดอัดวัสดุยึดติดแน่นกับที่ อ่านค่าแรงต้านการเฉือนจากโหลดเซลล์ที่ยึดติดกับตัวชุดมอเตอร์ที่พยายามบิดไปตามแกนชุดมอเตอร์ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่าแรงเฉือนที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่า ผู้ประดิษฐ์ได้ใช้โหลดเซลล์ในการวัดแรง แต่ไม่ได้มีการอธิบายรายละเอียดของโหลดเซลล์

จากการสืบค้นเอกสาร จะเห็นได้ว่านักประดิษฐ์มีการนำโหลดเซลล์ไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการวัดเพื่อหาค่าแรงในแนวแกนหรือแรงบิด แต่ไม่พบการประดิษฐ์ที่แสดงถึงรายละเอียดในการจัดทำโหลดเซลล์

สำหรับโหลดเซลล์ที่ได้ประดิษฐ์ขึ้นในครั้งนี้ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย มีรูปแบบที่ไม่ซับซ้อน สามารถขึ้นรูปชิ้นงานได้ง่าย สามารถถอดประกอบเข้ากับชิ้นงานที่ต้องการวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือทั้งวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดไปพร้อมกันได้ โดยประดิษฐ์ให้มีลักษณะพิเศษคือ ชิ้นงานที่ใช้ทำโหลดเซลล์ ทำจากวัสดุเนื้อเดียวกัน ชิ้นเดียวกัน ขึ้นรูปเป็นทรงกระบอกกลวง เจาะรูจำนวน 4 รูทะลุทั้งสองด้าน และเซาะร่องระหว่างรูสองรู เพื่อให้มีการเสียรูปเมื่อรับแรงกระทำในแนวแกนหรือแรงบิด หรือรับแรงกระทำทั้งสองอย่างพร้อมกัน โดยติดตั้งสเตรนเกจเข้ากับชิ้นงานในตำแหน่งที่เหมาะสมตามการคำนวณของระเบียบวิธีไฟไนเอลิเมนต์ ต่อเป็นวงจรไฟฟ้า และโหลดเซลล์ที่ทำการประดิษฐ์มีลักษณะพิเศษคือ สามารถถอดประกอบเข้ากับชิ้นงานที่ต้องการวัดแรงหรือวัดแรงบิด

หรือต้องการวัดแรงทั้งสองอย่างได้ง่ายด้วยการใช้สลักเป็นตัวถอดประกอบ ซึ่งโหลดเซลล์ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้สามารถประดิษฐ์ได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ต้องการวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือต้องการวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดพร้อมกันได้ง่าย ถอดประกอบเข้ากับชิ้นงานอื่นๆได้ง่าย จึงเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่สามารถทำเป็นเชิงพาณิชย์ได้

<u>ลักษณะและความมุ่งหมายของการประดิษฐ์</u>

โหลดเซลล์ ตามการประดิษฐ์นี้เป็นการประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับโหลดเซลล์ ที่สามารถวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดได้พร้อมกัน ประกอบด้วย ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ชิ้นงานสำหรับยึด (2) สำหรับยึดโหลดเซลล์ (1) กับชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรงและสลัก (3) โดยติดตั้งสเตรนเกจเข้ากับชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) และต่อเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) จะใช้โลหะเนื้อเดียวกันขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกกลวง เจาะรูกลมจำนวน 4 รู เจาะทะลุทั้งสองด้าน และทำการเชาะร่องในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูสองรูเพื่อให้เกิดการเสียรูปร่างเมื่อรับแรงกระทำ เจาะรูกลมทะลุทั้งสองด้านสำหรับร้อยสลักทั้งสองด้าน คือด้านบนและด้านล่างของโหลดเซลล์ โดยรูทั้งสองจะเจาะตั้งฉากกัน ชิ้นงานสำหรับยึด (2) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สวมกันได้พอดี เจาะรูกลม (22) ทะลุทั้งสองด้าน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สลัก (3) สามารถร้อยได้พอดี ซึ่งสลัก (3) แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแกนสลัก (25) มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลมกลม (5) ส่วนที่จับ (26) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีความหนา เพื่อเอาไว้จับและป้องกันการเคลื่อนที่หลุดออกจากรูร้อยสลัก (22) และส่วนปลายของสลัก (27) จะทำให้มีปลายเรียวลง เพื่อที่จะสามารถใส่รูร้อยสลัก (22) ได้ ขนาดของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์และตำแหน่งการติดตั้ง สเตรนเกจ ขึ้นอยู่กับผลการคำนวณด้วยระเบียบวิธีไฟไนเอลิเมนต์ซึ่งจะต้องกำหนดขนาดของแรงสูงสุดที่ต้องการให้โหลดเซลล์วัดได้โดยที่โหลดเซลล์ไม่เกิดความเสียหาย ติดตั้งสเตรนเกจในตำแหน่งที่เหมาะสมจากผลการคำนวณ ต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์ ถอดประกอบโหลเซลล์เข้ากับชิ้นงานหรือเครื่องมือที่ต้องการวัดแรงได้ตามต้องการด้วยการใช้สลักร้อย

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีโหลดเซลล์ที่สามารถวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดได้พร้อมกันที่สามารถสร้างได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ใช้งานได้ง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถนำไปประกอบหรือถอดออกจากชิ้นงานหรือเครื่องมือที่ต้องการวัดแรงได้ง่ายด้วยการใช้สลักร้อย เพื่อเป็นการหาโหลดเซลล์ที่มีราคาถูกใช้ในภาคอุตสาหกรรมการประดิษฐ์ หรืองานวิจัยต่อไป

<u>การเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์</u>

โหลดเซลล์ ตามการประดิษฐ์นี้ ได้รับการออกแบบเพื่อให้สามารถนำไปวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดได้พร้อมกัน โดยที่แรงในแนวแกนหรือแรงบิดของชิ้นงานที่ต้องการรู้ขนาดของแรงนั้นจะส่งผ่านแรงจากชิ้นงานสู่โหลดเซลล์ด้วยสลัก ซึ่งขนาดของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) และสลัก (3) สามารถทำได้หลายขนาด ซึ่งแตกต่างกันไปตามขนาดของแรงสูงสุดที่ต้องการทำการวัดโดยที่โหลดเซลล์ไม่เกิดความเสียหาย

ตามรูปที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะภายนอก การถอด-ประกอบ และองค์ประกอบของโหลดเซลล์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก คือ ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ชิ้นงานสำหรับยึด (2) สำหรับยึดโหลดเซลล์ (1) กับชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง และสลัก (3)

ตามรูปที่ 3 ถึง 10 แสดงให้เห็นถึงลักษณะและรายละเอียดรูปร่างของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) โดยที่มิติขนาดของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์จะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงสูงสุดที่ต้องการทำการวัดโดยที่โหลดเซลล์ไม่เกิดความเสียหาย

ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) สำหรับวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสำหรับวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดที่ทำการประดิษฐ์นี้ ใช้โลหะเนื้อเดียวกัน เช่น สแตนเลส อลูมิเนียม ทองเหลือง เหล็ก หรือโลหะชนิดอื่นๆ ขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกกลวงมีความหนา (4) อย่างน้อย 1.5 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของทรงกระบอกกลวงอย่างน้อยมีขนาดเท่ากับ 10 เท่าของความหนา (4) ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงสูงสุดที่ต้องการทำการวัดโดยที่โหลดเซลล์ไม่เกิดความเสียหาย

เจาะรูกลม (5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-6 เท่าของความหนา (4) ของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ที่ตำแหน่ง 1.5-2.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูกลม (5) เมื่อวัดจากขอบด้านบนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1)

เจาะรูกลม (6) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรูกลม (5) โดยที่รูกลม (5) และ (6) เจาะทะลุถึงกันทั้งสองด้านและอยู่ในแนวเดียวกันเพื่อร้อยสลัก (3) ที่ด้านบนของชิ้นส่วนสำหรับทำโหลดเซลล์(1)

ในทำนองเดียวกัน เจาะรูกลม (7) และ (8) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรูกลม (5) เจาะที่ตำแหน่ง 1.5-2.5 เท่าของขนาดรูกลม (5) เมื่อวัดจากขอบด้านล่างของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เจาะทะลุถึงกันทั้งสองด้านและอยู่ในแนวเดียวกันเพื่อร้อยสลัก (3) ที่ด้านล่างของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยที่รูกลม (7) จะเจาะที่ตำแหน่งทำมุม 90 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (5) ระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (5) และรูกลม (7) จะห่างกัน 1.5-2.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1)

เจาะรูกลม (10) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เท่าของรูกลม (5) เจาะที่ตำแหน่งทำมุม 45 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (5) และจุดศูนย์กลางของรูกลม(10) มีระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับโหลดเซลล์ (1) จากจุดศูนย์กลางรูกลม (5) เป็นระยะทาง 1.5-3 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5)

เจาะรูกลม (11) (12) และ (9) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) ที่ตำแหน่งทำมุม 90 180 และ 270 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (10) ตามลำดับ โดยที่รูกลม (9) (10) (11) และ (12) อยู่ในแนวระดับเดียวกัน รูกลม (10) และ (11) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน รูกลม (9) และ (12) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน

เจาะรูกลม (13) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) โดยมีระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (13) กับจุดศูนย์กลางของรูกลม (7) เท่ากับระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (5) กับรูกลม (10) โดยที่รูกลม (10) และรูกลม (13) จะอยู่ในแนวตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ร่วมกัน

เจาะรูกลม (14) (15) และ (16) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) ที่ตำแหน่งทำมุม 90 180 และ 270 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (13) ตามลำดับ โดยที่รูกลม (13) (14) (15) และ (16) อยู่ในแนวระดับเดียวกัน รูกลม (13) และ (16) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน รูกลม (14) และ (15) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน

เซาะร่อง (18) ขนาดความกว้าง 0.5-1.5 เท่าของความหนา (4) ของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เซาะร่อง (18) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (10) และรูกลม (11)

เซาะร่อง (17) (19) และ (20) โดยมีขนาดความกว้างของร่องเท่ากับร่อง (18) โดยที่ เซาะร่อง (17) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (13) และ (16) เซาะร่อง(19) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (14) และ (15) เซาะร่อง (20) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (9) และ (12)

ตามรูปที่ 11 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของชิ้นงานสำหรับยึด (2) สำหรับยึดโหลดเซลล์ (1) กับชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง เป็นชิ้นงานที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตัน (21) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก (21) นี้ จะมีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สวมกันได้พอดี เจาะรูกลม (22) ทะลุทั้งสองด้าน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สลัก (3) สามารถร้อยได้พอดี สำหรับฐานยึดชิ้นงาน (23) จะมีลักษณะเป็นรูปร่างวงกลมมีความหนา หรือจะเป็นรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมก็ได้ ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ เจาะรูกลม (24) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) เจาะรูกลม (24) ทะลุทั้งสองด้าน จำนวน 2 รู หรือ 4 รู หรือ 6 รู เพื่อรองรับการยึดเข้ากับหน้าแปลนของชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง สำหรับฐานยึด (23) นี้ อาจจะมีหรือไม่มีก็ได้ ขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ แต่ทรงกระบอกตัน (21) และรูร้อยสลัก (22) จำเป็นต้องมี

ตามรูปที่ 12 แสดงให้เห็นถึงลักษณะของสลัก(3) แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแกนสลัก (25) ส่วนที่จับ (26) และส่วนปลายของสลัก (27) โดยที่ส่วนแกนสลัก (25) มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่ส่วนแกนสลัก (25) สามารถร้อยผ่านรูกลม (5) (6) (7) (8) และ (22) ได้พอดี ส่วนที่จับ (26) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีความหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่จับจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าส่วนที่เป็นแกนสลัก (25) เพื่อเอาไว้จับและป้องกันการเคลื่อนที่หลุดออกจากรูร้อยสลัก (22) และส่วนปลายของสลัก (27) จะทำให้มีปลายเรียวลง เพื่อที่จะสามารถใส่รูร้อยสลัก (22) ได้ง่าย

ตามรูปที่ 13 แผ่นคลี่แสดงให้เห็นถึงทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักเมื่อชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ได้รับแรงกระทำในแนวแกนผ่านแกนสลัก (25) ทิศทางของความเครียดหลักแสดงด้วยทิศทางของลูกศร ซึ่งทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักดังกล่าว เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เมื่อชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ได้รับแรงอัดในแนวแกนผ่านแกนสลัก (25)

ตามรูปที่ 14 แผ่นคลี่แสดงให้เห็นถึงทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักเมื่อชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ได้รับแรงบิดผ่านแกนสลัก (25) ทิศทางของความเครียดหลักแสดงด้วยทิศทางของลูกศร ซึ่งทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักดังกล่าว เป็นผลมาจากการวิเคราะห์ด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เมื่อชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ได้รับแรงบิดในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาผ่านแกนสลัก (25)

เนื่องจากโหลดเซลล์ที่ทำการประดิษฐ์นี้ จะต้องสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดพร้อมกันได้ด้วย จึงต้องพิจาณาหาตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงความเครียดหลักสูงสุดร่วมกับตำแหน่งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากอิทธิพลอื่น เช่น เมื่อใส่แรงในแนวแกน จะต้องไม่มีผลต่อการวัดแรงบิด หรือเมื่อใส่แรงบิดจะต้องไม่มีผลต่อการวัดแรงในแนวแกน เป็นต้น และพิจารณาผลตอบความไว (sensitivity output) จึงติดตั้งสเตรนเกจในทิศทางที่เกิดความเครียดหลักสูงสุดและความเครียดหลักต่ำสุด เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 13 แสดงตำแหน่งและทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักเมื่อชิ้นงานได้รับแรงอัด และรูปที่ 14 แสดงตำแหน่งและทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักเมื่อได้รับแรงบิด จะได้ตำแหน่งที่ติดตั้งสเตรนเกจได้อย่างเหมาะสมเพื่อที่จะใช้วัดแรงในแนวแกนและแรงบิด แสดงดังรูปที่ 15 และรูปที่ 16 และการต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์ แสดงดังรูปที่ 17 และรูปที่ 18

ตามรูปที่ 15 แผ่นคลี่แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งและทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจบนชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เพื่อใช้วัดแรงกระทำในแนวแกน ซึ่งการติดตั้งสเตรนเกจนี้ จะติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (10) และ (13) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (14) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา

ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (16) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (12) และ (15) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

โดยที่อาจจะติดตั้งสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาได้เช่นกัน กล่าวคือ

ติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (10) และ (13) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (14) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (16) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (12) และ (15) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา

ทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจในแต่ละตำแหน่งขึ้นอยู่กับผลการคำนวณหาทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลัก ดังแสดงในรูปที่ 13

ตามรูปที่ 16 แผ่นคลี่แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งและทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจบนชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เพื่อใช้วัดแรงบิด ซึ่งการติดตั้งสเตรนเกจนี้ จะติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (10) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (12) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา

ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (13) และ (14) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (15) และ (16) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

โดยที่อาจจะติดตั้งสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางตรงกันข้ามกับที่กล่าวมาได้เช่นกัน กล่าวคือ

ติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม(9) และ (10) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (12) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (13) และ (14) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (15) และ (16) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา

ทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจในแต่ละตำแหน่งขึ้นอยู่กับผลการคำนวณหาทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลัก ดังแสดงในรูปที่ 14

ตามรูปที่ 17 แสดงให้เห็นถึงการต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์สำหรับวัดแรงในแนวแกน เมื่อมีการติดตั้งสเตรนเกจในตำแหน่งและทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 15

ตามรูปที่ 18 แสดงให้เห็นถึงการต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์สำหรับวัดแรงบิด เมื่อมีการติดตั้งสเตรนเกจในตำแหน่งและทิศทาง ดังแสดงในรูปที่ 16

ถึงแม้ว่าการประดิษฐ์นี้จะได้รับการบรรยายโดยสมบูรณ์โดยใช้ประกอบกับรูปเขียนที่แนบมาเป็นตัวอย่างด้วยก็ตาม ย่อมเป็นที่เข้าใจได้ว่าการดัดแปลง หรือแก้ไขต่างๆ โดยผู้ที่มีความชำนาญในระดับสามัญในศิลปะและวิทยาการที่เกี่ยวข้อง โดยที่ยังอยู่ภายในขอบเขตและวัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์อาจกระทำได้ ขอบเขตของการประดิษฐ์นี้ย่อมเป็นไปตามลักษณะของการประดิษฐ์ที่ได้ระบุไว้ในข้อถือสิทธิที่แนบท้าย รวมทั้งยังครอบคลุมถึงลักษณะของการประดิษฐ์ที่แม้จะมิได้ระบุไว้ในข้อถือสิทธิโดยเฉพาะเจาะจง แต่เป็นสิ่งที่มีประโยชน์ใช้สอยและทำให้เกิดผลในทำนองเดียวกับลักษณะของการประดิษฐ์ที่ได้ระบุไว้ในข้อถือสิทธิด้วย

คำอธิบายรูปเขียนโดยย่อ

รูปที่ 1 แสดงลักษณะภายนอกและองค์ประกอบของโหลดเซลล์ที่สร้างขึ้นเป็นรูปลักษณะสำคัญแรกของการประดิษฐ์

รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบโครงสร้างภายนอกและแสดงส่วนประกอบของโหลดเซลล์ การถอด-ประกอบ

รูปที่ 3 แสดงชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อมองจากด้านบน

รูปที่ 4 แสดงชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อมองจากด้านล่าง

รูปที่ 5 แสดงภาพด้านบนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์

รูปที่ 6 แสดงภาพด้านหน้าของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรูกลม (5) อยู่ด้านหน้า

รูปที่ 7 แสดงภาพด้านหน้าของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรูกลม (6) อยู่ด้านหน้า

รูปที่ 8 แสดงภาพด้านหน้าของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรูกลม (7) อยู่ด้านหน้า

รูปที่ 9 แสดงภาพด้านหน้าของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรูกลม (8) อยู่ด้านหน้า

รูปที่ 10 แผ่นคลี่ของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์

รูปที่ 11 แสดงลักษณะของชิ้นงานสำหรับยึดโหลดเซลล์กับชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง

รูปที่ 12 แสดงลักษณะของสลัก

รูปที่ 13 แผ่นคลี่แสดงทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรับแรงกระทำในแนวแกน

รูปที่ 14 แผ่นคลี่แสดงทิศทางของความเครียดหลักบนระนาบหลักของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์เมื่อรับแรงบิด

รูปที่ 15 แผ่นคลี่แสดงตำแหน่งและทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจเพื่อใช้วัดแรงกระทำในแนวแกน

รูปที่ 16 แผ่นคลี่แสดงตำแหน่งและทิศทางการติดตั้งสเตรนเกจเพื่อใช้วัดแรงบิด

รูปที่ 17 แสดงการต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์สำหรับวัดแรงในแนวแกน

รูปที่ 18 แสดงการต่อวงจรวีทสโตนบริดจ์สำหรับวัดแรงบิด

<u>วิธีการในการประดิษฐ์ที่ดีที่สุด</u>

เหมือนกับที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อการเปิดเผยการประดิษฐ์โดยสมบูรณ์

ข้อถือสิทธิ

1. โหลดเซลล์ ประกอบด้วย ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ชิ้นงานสำหรับยึด (2) สำหรับยึดโหลดเซลล์ (1) กับชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง และสลัก (3) โดยติดตั้งสเตรนเกจเข้ากับชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) และต่อเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ **มีลักษณะเฉพาะ** คือ

ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) สำหรับวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสำหรับวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดจะใช้โลหะเนื้อเดียวกัน ขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกกลวงมีความหนา (4) อย่างน้อย 1.5 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของทรงกระบอกกลวงอย่างน้อยมีขนาดเท่ากับ 10 เท่าของความหนา (4) ขึ้นอยู่กับขนาดของแรงสูงสุดที่ต้องการทำการวัดโดยที่โหลดเซลล์ไม่เกิดความเสียหาย เจาะรูกลม (5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-6 เท่าของความหนา (4) ที่ตำแหน่ง 1.5-2.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูกลม (5) เมื่อวัดจากขอบด้านบนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1)

เจาะรูกลม (6) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรูกลม (5) โดยที่รูกลม (5) และ (6) เจาะทะลุถึงกันทั้งสองด้านและอยู่ในแนวเดียวกันเพื่อร้อยสลัก (3) ที่ด้านบนของชิ้นส่วนสำหรับทำโหลดเซลล์ (1)

เจาะรูกลม (7) และ (8) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับรูกลม (5) เจาะที่ตำแหน่ง 1.5-2.5 เท่าของขนาดรูกลม (5) เมื่อวัดจากขอบด้านล่างของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เจาะทะลุถึงกันทั้งสองด้านและอยู่ในแนวเดียวกันเพื่อร้อยสลัก (3) ที่ด้านล่างของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยที่รูกลม (7) จะเจาะที่ตำแหน่งทำมุม 90 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (5) ระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (5) และรูกลม (7) จะห่างกัน 1.5-2.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1)

เจาะรูกลม (10) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1-2 เท่าของรูกลม (5) เจาะที่ตำแหน่งทำมุม 45 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (5) และจุดศูนย์กลางของรูกลม (10) มีระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับโหลดเซลล์ (1) จากจุดศูนย์กลางรูกลม (5) เป็นระยะทาง 1.5-3 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5)

เจาะรูกลม (11) (12) และ (9) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) ที่ตำแหน่งทำมุม 90 180 และ 270 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (10) ตามลำดับ โดยที่รูกลม (9) (10) (11) และ (12) อยู่ในแนวระดับเดียวกัน รูกลม (10) และ (11) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน รูกลม (9) และ (12) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน

เจาะรูกลม (13) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) โดยมีระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (13) กับจุดศูนย์กลางของรูกลม (7) เท่ากับระยะห่างตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ระหว่างจุดศูนย์กลางของรูกลม (5) กับรูกลม (10) โดยที่รูกลม (10) และรูกลม (13) จะอยู่ในแนวตามแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ร่วมกัน

เจาะรูกลม (14) (15) และ (16) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (10) ที่ตำแหน่งทำมุม 90 180 และ 270 องศาในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเมื่อเทียบกับตำแหน่งรูกลม (13) ตามลำดับ โดยที่รูกลม (13) (14) (15) และ (16) อยู่ในแนวระดับเดียวกัน รูกลม (13) และ (16) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน ในทำนองเดียวกัน รูกลม (14) และ (15) เจาะทะลุถึงกันและอยู่ในแนวเดียวกัน

เซาะร่อง (18) ขนาดความกว้าง 0.5-1.5 เท่าของความหนา (4) ของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) เซาะร่อง(18) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (10) และรูกลม (11)

เซาะร่อง (17) (19) และ (20) โดยมีขนาดความกว้างของร่องเท่ากับร่อง (18) โดยที่ เซาะร่อง (17) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (13) และ (16) เซาะร่อง (19) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (14) และ (15) เซาะร่อง (20) ในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูกลม (9) และ (12)

2. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ที่ซึ่ง ชิ้นงานสำหรับยึด (2) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตัน (21) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สวมกันได้พอดี เจาะรูกลม (22) ทะลุทั้งสองด้าน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สลัก (3) สามารถร้อยได้พอดี

3. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 หรือ 2 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ชิ้นงานสำหรับยึด (2) ประกอบเพิ่มเติมด้วยฐานยึดชิ้นงาน (23) จะมีลักษณะเป็นรูปร่างวงกลมมีความหนา หรือจะเป็นรูปร่างสี่เหลี่ยม เจาะรูกลม (24) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอย่างน้อยไม่น้อยกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) เจาะรูกลม (24) ทะลุทั้งสองด้าน จำนวน 2 รู หรือ 4 รู หรือ 6 รู เพื่อรองรับการยึดเข้ากับหน้าแปลนของชิ้นส่วนที่ต้องการวัดแรง

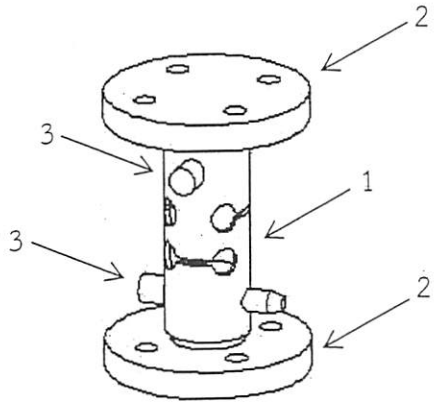
4. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 3 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง สลัก (3) แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแกนสลัก (25) ส่วนที่จับ (26) และส่วนปลายของสลัก (27) โดยที่ส่วนแกนสลัก (25) มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่ส่วนแกนสลัก (25) สามารถร้อยผ่านรูกลม (5) (6) (7) (8) และ (22) ได้พอดี ส่วนที่จับ (26) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีความหนา ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของส่วนที่จับจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าส่วนที่เป็นแกนสลัก (25) เพื่อเอาไว้จับและป้องกันการเคลื่อนที่หลุดออกจากรูร้อยสลัก (22) และส่วนปลายของสลัก (27) จะทำให้มีปลายเรียวลง เพื่อที่จะสามารถใส่รูร้อยสลัก (22) ได้

5. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 4 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง การติดตั้งสเตรนเกจนี้ จะติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (10) และ (13) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (14) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (16) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (12) และ (15) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

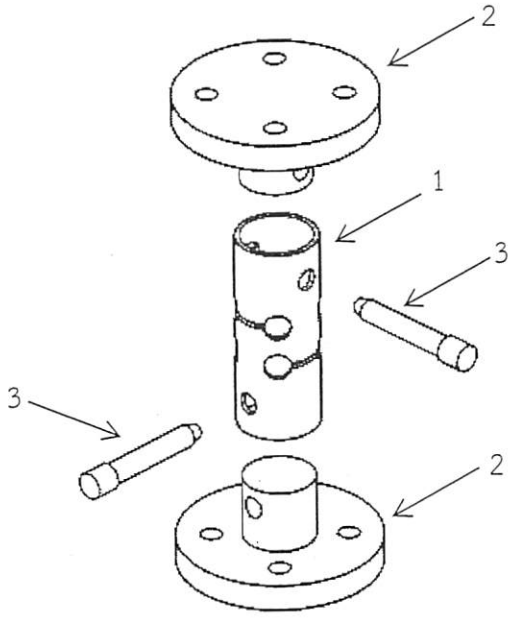
6. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 4 ข้อใดข้อหนึ่ง ติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (10) และ (13) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (14) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (16) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (12) และ (15) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา

7. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 6 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ติดตั้งสเตรนเกจนี้ จะติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (10) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (12) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (13) และ (14) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (15) และ (16) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์(1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา

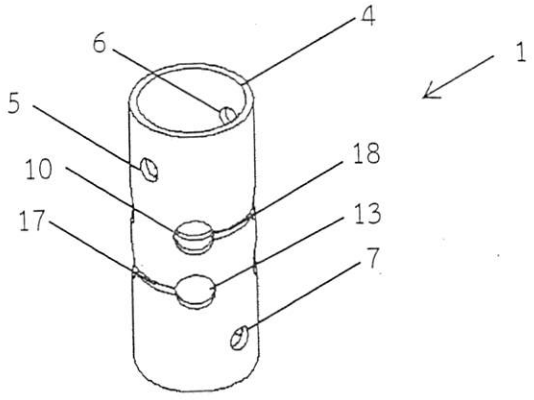
8. โหลดเซลล์ ตามข้อถือสิทธิ 1 ถึง 6 ข้อใดข้อหนึ่ง ที่ซึ่ง ติดสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (9) และ (10) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (11) และ (12) โดยที่ติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนทวนเข็มนาฬิกา ติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (13) และ (14) และติดตั้งสเตรนเกจที่ตำแหน่งกึ่งกลางระหว่างรูกลม (15) และ (16) โดยติดสเตรนเกจให้เอียงทำมุมระหว่าง 30-60 องศา เมื่อเทียบกับแนวแกนของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ในทิศทางหมุนตามเข็มนาฬิกา



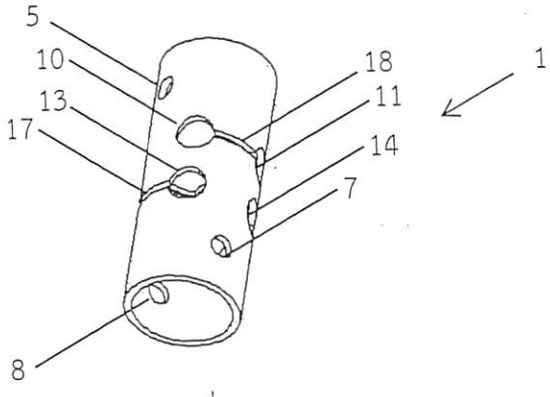
รูปที่ 1



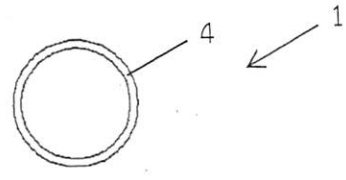
รูปที่ 2



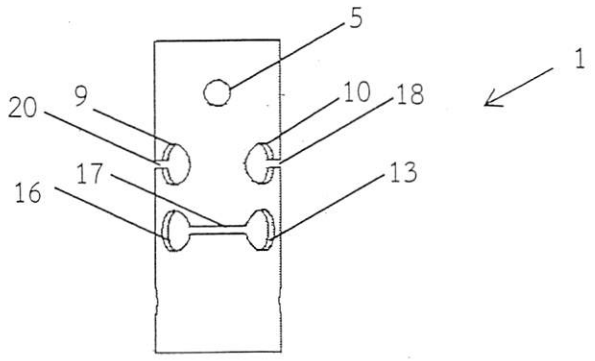
รูปที่ 3



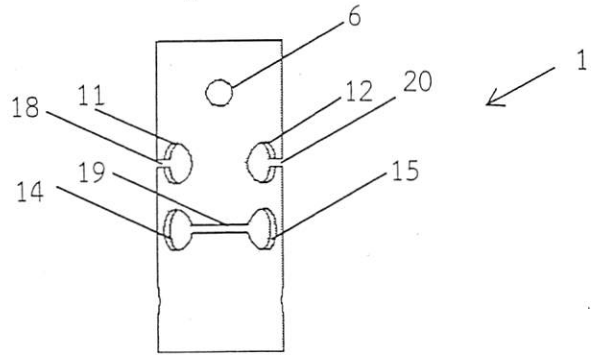
รูปที่ 4



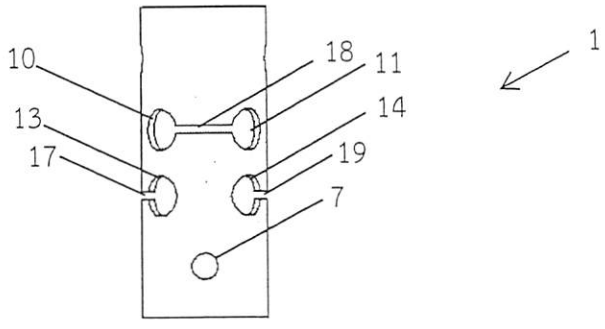
รูปที่ 5



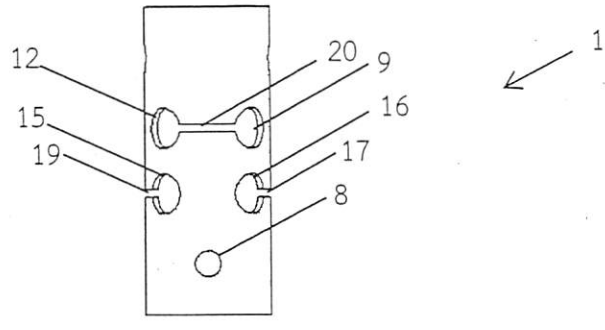
รูปที่ 6



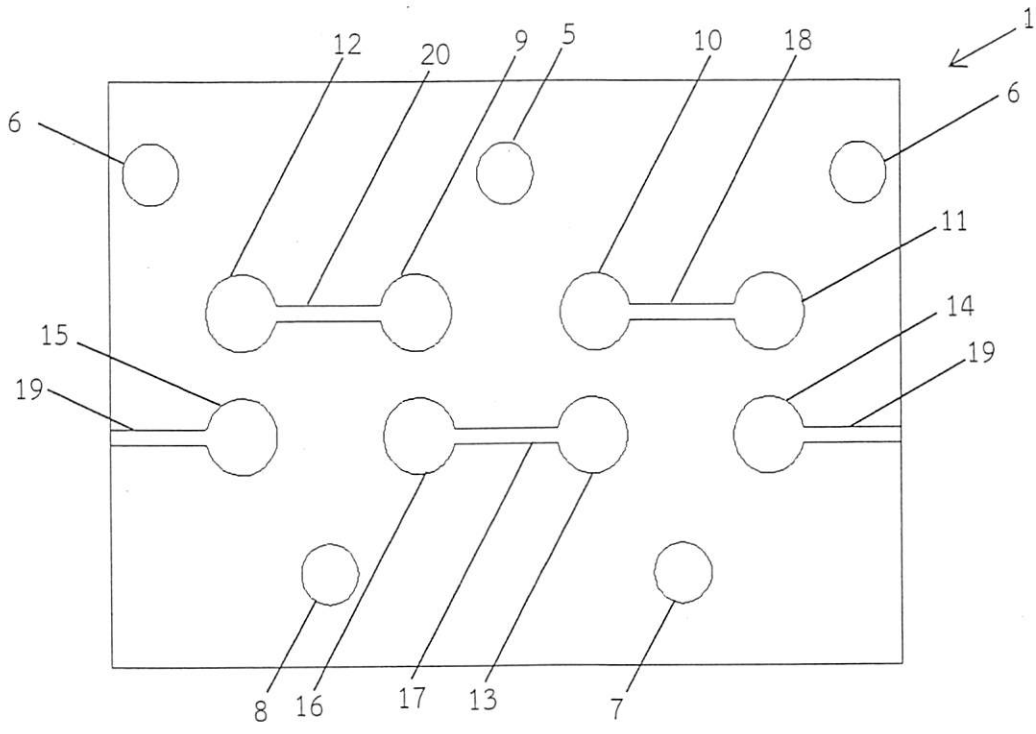
รูปที่ 7



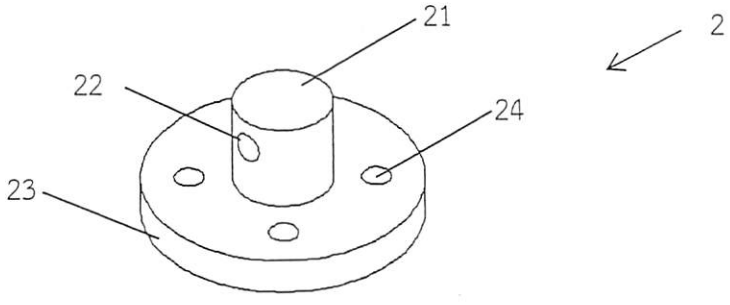
รูปที่ 8



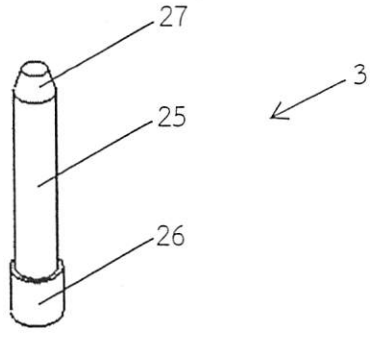
รูปที่ 9



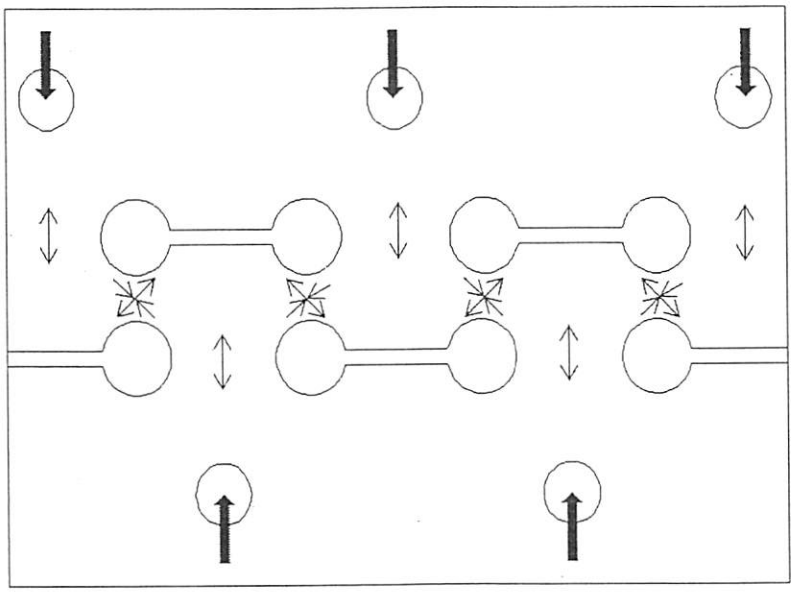
รูปที่ 10



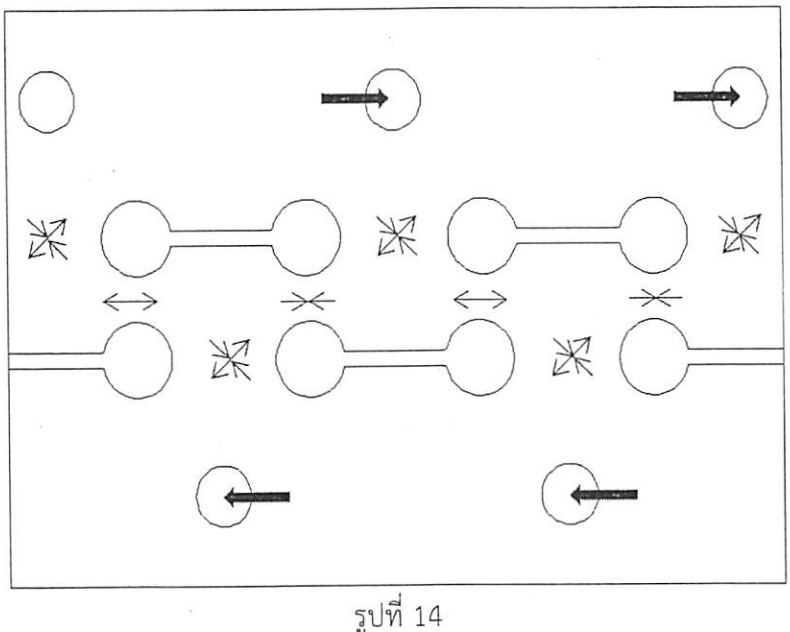
รูปที่ 11



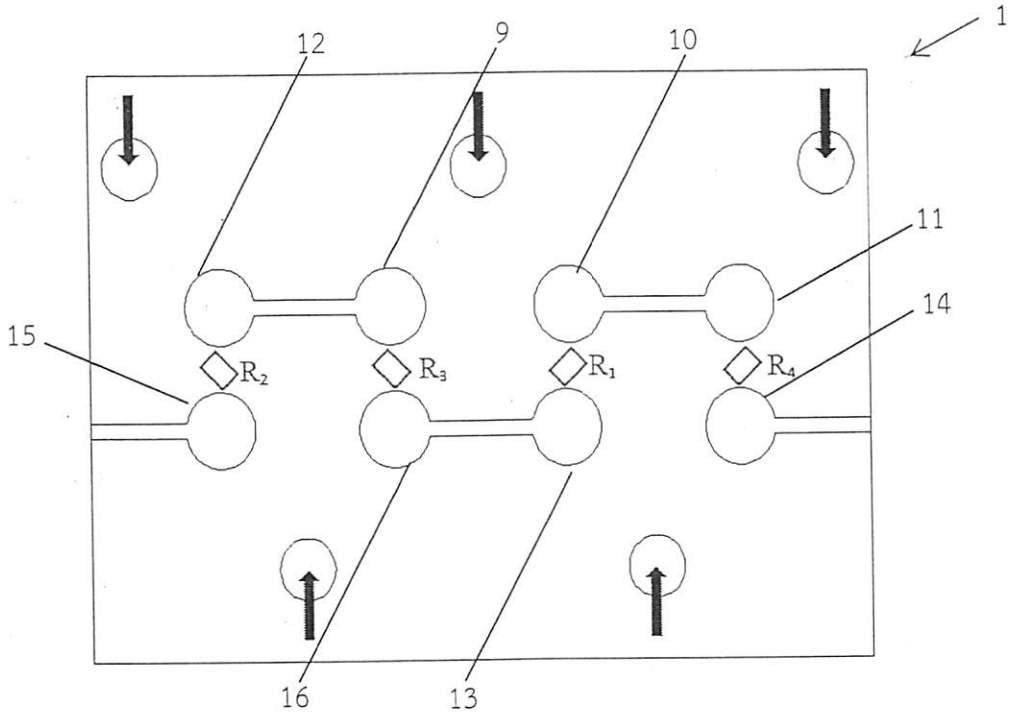
รูปที่ 12



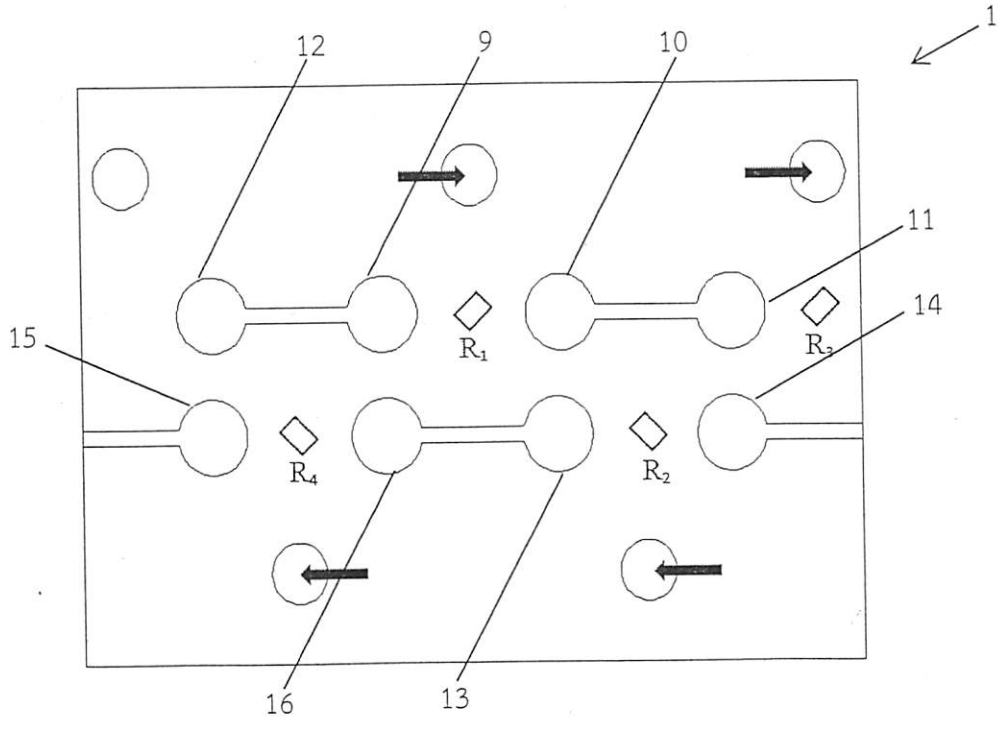
รูปที่ 13



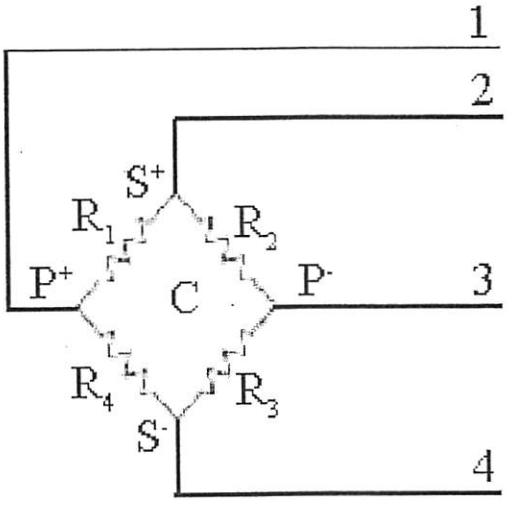
รูปที่ 14



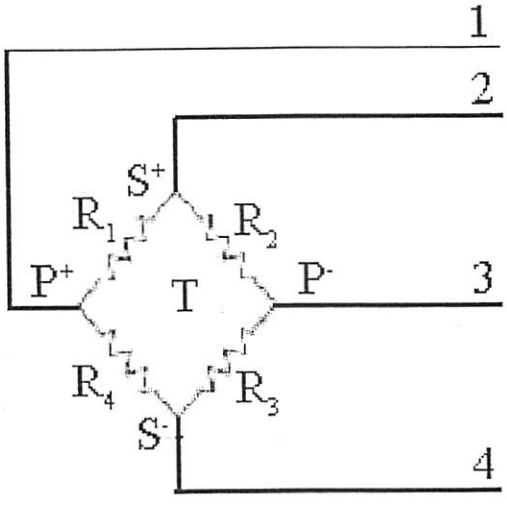
รูปที่ 15



รูปที่ 16



รูปที่ 17



รูปที่ 18

บทสรุปการประดิษฐ์

โหลดเซลล์ ตามการประดิษฐ์นี้ เป็นการประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับโหลดเซลล์ ที่สามารถวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดได้พร้อมกัน ประกอบด้วย ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) ชิ้นงานสำหรับยึด (2) และสลัก(3) โดยติดตั้งสเตรนเกจเข้ากับชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) และต่อเป็นวงจรวีทสโตนบริดจ์ ชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) จะใช้โลหะเนื้อเดียวกันขึ้นรูปเป็นรูปทรงกระบอกกลวง เจาะรูกลมจำนวน 4 รู เจาะทะลุทั้งสองด้าน และทำการเซาะร่องในแนวระดับทะลุถึงกันระหว่างรูสองรู เพื่อให้เกิดการเสียรูปร่างเมื่อรับแรงกระทำ เจาะรูกลมทะลุทั้งสองด้านสำหรับร้อยสลักทั้งสองด้าน คือ ด้านบนและด้านล่างของโหลดเซลล์ โดยรูทั้งสองจะเจาะตั้งฉากกัน ชิ้นงานสำหรับยึด (2) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของชิ้นงานสำหรับทำโหลดเซลล์ (1) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สวมกันได้พอดี เจาะรูกลม (22) ทะลุทั้งสองด้าน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) โดยมีพิกัดความเผื่อที่สลัก (3) สามารถร้อยได้พอดี ซึ่งสลัก (3) แบ่งเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนแกนสลัก (25) มีลักษณะเป็นแท่งทรงกระบอกตัน โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูกลม (5) ส่วนที่จับ (26) มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตันมีความหนา เพื่อเอาไว้จับและป้องกันการเคลื่อนที่หลุดออกจากรูร้อยสลัก (22) และส่วนปลายของสลัก (27) จะทำให้มีปลายเรียวลง เพื่อที่จะสามารถใส่รูร้อยสลัก (22) ได้

ความมุ่งหมายของการประดิษฐ์นี้คือการจัดให้มีโหลดเซลล์ที่สามารถวัดแรงในแนวแกนหรือแรงบิด หรือสามารถวัดแรงในแนวแกนและแรงบิดได้พร้อมกันที่สามารถสร้างได้ง่าย ไม่ซับซ้อน ใช้งานได้ง่าย ต้นทุนในการผลิตต่ำ สามารถนำไปประกอบหรือถอดออกจากชิ้นงานหรือเครื่องมือที่ต้องการวัดแรงได้ง่ายด้วยการใช้สลักร้อย เพื่อเป็นการหาโหลดเซลล์ที่มีราคาถูกใช้ในภาคอุตสาหกรรม การประดิษฐ์ หรืองานวิจัยต่อไป