

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหล่อขึ้นรูปตัวเรือนเครื่องประดับโลหะเงินเจือสีชมพู 54%

A study an optimum casting condition for manufacturing jewelry setting of Composition Pink silver 54%

ประเสริฐ ชุมปัญญา¹ และ จักรกฤษณ์ ยิ้มแฉ่ง²

¹สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: presert.c@rmutp.ac.th

²สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

1381 ถนนประชากรราษฎร์ 1 แขวงวงศ์สว่าง เขตบางซื่อ กรุงเทพมหานคร E-mail: jakkrit.y@rmutp.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหล่อขึ้นรูปตัวเรือนเครื่องประดับโลหะเงินเจือสีชมพู 54% จากสูตรการผสมโลหะเจือสีชมพู $Ag54\%+Cu44.0\%+Zn1.0\%+Au1.0\%$ ใช้กระบวนการหล่อขึ้นรูปแบบสูญญากาศ ซึ่งพบว่ามีของเสียของตัวเรือนจากโลหะเงินเจือสีชมพู 54% มากที่สุดคือเกิดรูพรุนและหล่อไม่เต็ม จากการวิเคราะห์ปัญหาพบว่า มีหลายปัจจัยที่ทำให้เกิดรูพรุนบนชิ้นงาน การใช้ปูนหล่อที่แรงยึดตัวต่ำ อีกทั้งการความร้อนของน้ำโลหะมากเกินไปหรือการให้ความร้อนเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทำให้เกิดการขยายตัวและการหดตัวไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงได้ทดลองใช้วิธีการแก้ไขปัญหารูพรุนและหล่อไม่เต็ม โดยการออกแบบช่วงอุณหภูมิการหล่อใหม่ เพิ่มอุณหภูมิความร้อนให้กับเบ้าปูนสูงกว่าอุณหภูมิหล่อปกติเพื่อให้โลหะไหลตัวได้ดีและเหมาะสมกับอุณหภูมิของเบ้าปูน ผลการทดลองพบว่าเกิดรูพรุนและหล่อไม่เต็มลดลงหลังปรับปรุงอุณหภูมิการหล่อที่ 600 องศาเซลเซียส พบของเสียเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นช่วงอุณหภูมิการหล่อที่พบของเสียน้อยที่สุด

คำสำคัญ: อุณหภูมิ, การหล่อ, เงินสเตอร์ลิง

Abstract

This research studied the optimum conditions for the casting of 54% silver-plated pink metal jewelry from the pink alloy alloy formula. $Ag54\% + Cu44.0\% + Zn1.0\% + Au1.0\%$ use vacuum casting process Which found that the waste of the body from 54% silver-dipped pink metal was the most porous and not fully cast From the analysis of problems, there are many factors that cause porosity on the workpiece. The use of cast mortar with low bond strength In addition, excessive heat of metal water or sudden change of heat causes uneven expansion and contraction. The researcher therefore tried to use the method to solve the problem of porosity and casting. By designing a new casting

temperature range Increase the heat temperature for the cement mortar higher than the normal casting temperature to allow the metal water to flow well and suitable for the temperature of the cement mortar The results showed that the pore formation and casting were not fully reduced. After improving the casting temperature at 600 degrees Celsius, the waste was found to be 30 percent. It was the casting temperature range that found the least waste.

Keywords: temperature, castings, sterling silver

1. บทนำ

การผลิตตัวเรือนเครื่องประดับ ซึ่งวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตส่วนใหญ่เป็นวัตถุดิบที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเกือบร้อยเปอร์เซ็นต์ ทั้งในรูปของโลหะมีค่าบริสุทธิ์ โลหะเจือสำเร็จรูปหรือที่เรียกว่าอัลลอยสำหรับผสมกับโลหะมีค่า และโลหะเจือที่ใช้สำหรับการผลิตเครื่องประดับเทียม (อาทิเช่น ทองคำเจือ เงินเจือ แพลทินัมเจือ ทองเหลือง โลหะสีขาว ดีบุก และตะกั่ว เป็นต้น) การศึกษาวิจัยและพัฒนาด้านวัตถุดิบนี้ควรที่จะมีการศึกษาวิจัยเพื่อผลิตอัลลอยขึ้นมาใช้เองภายในประเทศและทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ โดยเริ่มทำการศึกษาวิจัยอิทธิพลของธาตุเจือต่างๆ ที่มีผลต่อสมบัติต่างๆ ของโลหะมีค่า ปัญหาด้านการหล่อขึ้นรูปตัวเรือนเครื่องประดับ ของโลหะเจือ การศึกษาวิจัยเพื่อพัฒนาและสร้างองค์ความรู้ ก่อนข้างน้อยไม่สามารถทำการศึกษาวิจัยได้ครอบคลุมสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้นกับผู้ประกอบการ ในภาคอุตสาหกรรมได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้ประกอบการที่เป็น SMEs. เช่น ตัวแปรของอุณหภูมิ น้ำโลหะและแบบหล่อที่มีผลต่อการเกิดข้อบกพร่องในงานหล่อ อิทธิพลของบรรยากาศที่มีผลต่อการเกิดข้อบกพร่องในงานหล่อ การหล่อด้วยเครื่องหล่อเหยือกที่ให้ความร้อนด้วยหัวเผา (Torch หรือ Burner) แบบสัมผัสบรรยากาศเปิดปกติ ที่ใช้ระหว่างก๊าซ LPG และออกซิเจนก็มีผลต่อการเกิดข้อบกพร่องในงานหล่อ

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมด้วยกระบวนการทางกลของการเกิดโลหะเงินเจือสีชมพู
2. ศึกษาวิเคราะห์หาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการหล่อขึ้นรูปตัวเรือนเครื่องประดับโลหะเงินเจือสีชมพู54%

2. ทฤษฎีและแนวความคิดที่เกี่ยวข้อง

โลหะเงินหรืออัลลอยด์จำเป็นต้องเลือกชนิดของปูนให้เหมาะสมกับวัสดุนั้น ซึ่งโลหะมีค่าเหล่านี้มีชนิดของปูนที่กระบอกปูน รวมถึงข้อบกพร่องที่เกิดจากขั้นตอนการหล่อหลอมอุณหภูมิไม่เหมาะสมอาจเกิดรูพรุนที่ผิวชิ้นงานหรือตามคั่นงานรอยร้าวจากการแยกตัวของธาตุเงินข้อบกพร่องที่ผิวชิ้นงาน

สุริยนต์ วรรณศรี (2548) ได้ทำการศึกษาลักษณะข้อบกพร่องของโลหะเงินเจือทองแดง จากกรรมวิธีหล่อเหรียญที่ให้ความร้อนด้วยหัวเผาพบว่าลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับชิ้นงานหล่อสามารถสรุปลักษณะข้อบกพร่องและสาเหตุของการเกิดออกเป็น 3 ประเภทดังนี้คือ 1) ข้อบกพร่องที่ผิวที่เกิดขึ้นจากส่วนผสมของโลหะความสกปรกของโลหะและปฏิกิริยาระหว่างเนื้อโลหะกับปูนแบบหล่อหรือบรรยากาศในการหล่อหลอมตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเช่นรูพรุนที่ผิวชิ้นงานหรือตามคั่นผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเดนดริตกรอยแตกร้าวจากการแยกตัวของธาตุเงินและการหดตัวของโลหะ 2) ข้อบกพร่องที่เกิดจากขั้นตอนการเตรียมแบบหล่ออัตราการผสมของน้ำกับปูนที่ใช้ทำแบบหล่อไม่เหมาะสมระยะเวลาในการผสมปูนไม่เหมาะสมทำให้ปูนมีการเซ็ตตัวก่อนที่จะเทลงกระบอกปูนเพื่อทำแบบหล่อการสันสะท้อนของแบบหล่อขณะที่ปูนกำลังเซ็ตตัวตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเช่นผิวชิ้นงานหยาบมีคราบน้ำที่ผิวชิ้นงานรอยย่นที่ผิวชิ้นงานและเนื้อปูนฝังในชิ้นงานหล่อเป็นต้นและ 3) ข้อบกพร่องที่เกิดจากขั้นตอนการหล่อหลอมโลหะอุณหภูมิของการหล่อโลหะไม่เหมาะสมและบรรยากาศในการหล่อไม่เหมาะสมตัวอย่างลักษณะข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นเช่นรูพรุนที่ผิวชิ้นงานหรือตามคั่นการเกิดฟองแก๊สในชิ้นงานรอยร้าวจากการแยกตัวของธาตุเงินข้อบกพร่องที่ผิวชิ้นงานลักษณะคล้ายดอกกะหล่ำปลีรอยย่นที่ผิวชิ้นงานและผิวชิ้นงานมีลักษณะผิวเดนดริตกเป็นต้น





3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 การดำเนินการหล่อหลอมผสมโลหะเพื่อผลิตมาสเตอร์อัลลอย

ดำเนินการโดยการหลอมโลหะที่อัตราส่วนผสมต่างๆ เพื่อผลิตโลหะผสมมาสเตอร์อัลลอย ซึ่งทำการหลอมผสมด้วยเครื่องหลอมเทเม็ดโลหะที่ทำการหลอมโลหะผสมโลหะภายใต้สภาวะสูญญากาศและปกคลุมผิวหน้าโลหะด้วยก๊าซอาร์กอน ด้วยเครื่องหล่อ profit cast รุ่น IC600 ที่ใช้งาน

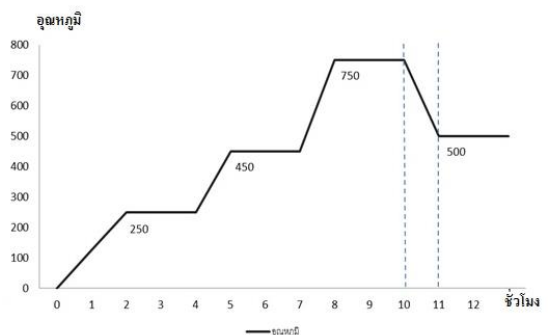
ทั่วไปในอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องประดับ หลังจากทำการหลอมผสมโลหะจนส่วนผสมต่างๆ หลอมผสมเข้าด้วยกันแล้วทำการเทหยดน้ำโลหะลงในน้ำเป็นเม็ดโลหะ สภาวะของการหลอมผสมเทเม็ดโลหะเพื่อผลิตเม็ดโลหะมาสเตอร์อัลลอยวัดค่าระดับสีโลหะเงินเจือสีชมพู54% ตามมาตรฐานการทดสอบ CIELAB

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของโลหะเงินเจือสีชมพู54%และวัดค่าระดับสีมาตรฐานการทดสอบ CIELAB

ลำดับที่	ปริมาณของส่วนผสม	ชิ้นงานทดสอบ	CIELAB		
			L*	a*	b*
ทดลองที่ 1	Ag54%+Cu43.0%+Zn2.0%+Au1.0%		76.29	3.43	14.86
ทดลองที่ 2	Ag54%+Cu43.5%+Zn1.5%+Au1.0%		78.01	4.68	16.72
ทดลองที่ 3	Ag54%+Cu44.0%+Zn1.0%+Au1.0%		79.39	4.40	16.00
ทดลองที่ 4	Ag54%+Cu44.5%+Zn0.5%+Au1.0%		77.42	4.77	16.57

3.2 การออกแบบการทดลองการหล่อโลหะเงินเจือสีชมพู 54%

โดยพิจารณาเลือกวัสดุโลหะเงินเจือสีชมพูจากการทดลองที่ 3 ส่วนผสมโลหะเงินเจือสีชมพู(Ag54%+Cu44.0%+Zn1.0%+Au1.0%) เพื่อเลือกส่วนผสมที่เหมาะสมทดลองหาอุณหภูมิอบเข้าปูนการหล่อชิ้นงานเครื่องประดับสำหรับ โลหะเงินเจือสีชมพู โดยกำหนดอุณหภูมิอบเข้าปูนหล่อที่มาจากอุณหภูมิอบเข้าปูนหล่อทั่วไปของโลหะ ที่นิยมนำมาหล่อเครื่องประดับ เช่น เงิน 650°C ทองเหลือง 550°C พร้อมทั้งทำการเพื่ออุณหภูมิ อบเข้าปูนหล่อสามารถแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ อุณหภูมิที่ 500°C 550°C 600°C 650°C และ 700°C ตามลำดับ ในการทดลองจะใช้ระยะเวลาเป็นตัวกำหนดเวลาในการอบเข้า ขั้นตอนนำชิ้นงานที่ทดสอบไปทำการอบเข้าปูนและการหล่อตามที่กำหนด

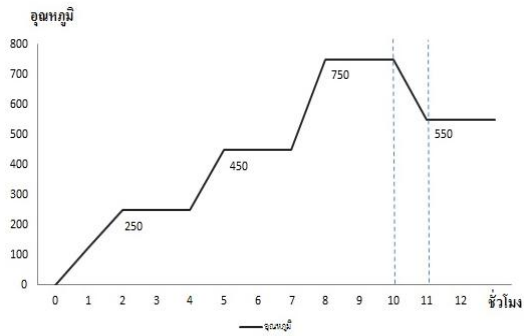


รูปที่ 1 อุณหภูมิเครื่องอบเข้าปูนหล่อที่อุณหภูมิ 500°C

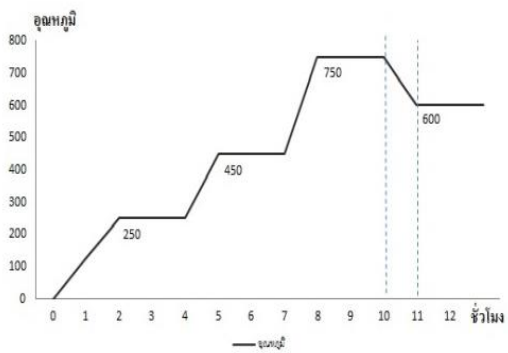
บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4

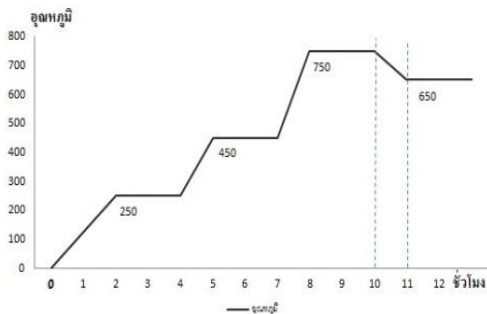
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology



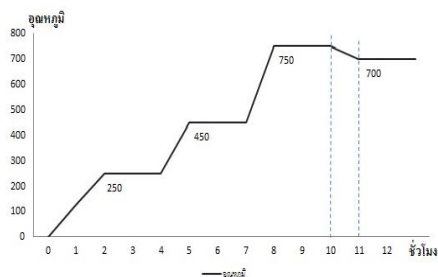
รูปที่ 2 อุณหภูมิเครื่องอบเข้าปูนหล่อที่อุณหภูมิ 550°C



รูปที่ 3 อุณหภูมิเครื่องอบเข้าปูนหล่อที่อุณหภูมิ 600°C



รูปที่ 4 อุณหภูมิเครื่องอบเข้าปูนหล่อที่อุณหภูมิ 650°C



รูปที่ 5 อุณหภูมิเครื่องอบเข้าปูนหล่อที่อุณหภูมิ 700°C

จากการทดลองและผลการทดลองการหาอุณหภูมิอบเข้าหล่อ โลหะเงินเจือสีชมพู 54% ที่เหมาะสมสำหรับการหล่อเครื่องประดับ ทั้ง 5 ช่วง โดยวิเคราะห์ผลการทดลองในช่วงอุณหภูมิอบเข้าปูน 500 องศาเซลเซียสจนถึงช่วงอุณหภูมิ อบเข้าปูน 700 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่ามีความแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 6

อุณหภูมิ การหล่อ	จำนวนชิ้นงาน การหล่อตัวเรือน	ปริมาณของ เสีย(ชิ้น)	เปอร์เซ็นต์ของ เสีย(%)
500 องศาเซลเซียส	1,500	1,455	97%
550 องศาเซลเซียส	1,500	1,005	67%
600 องศาเซลเซียส	1,500	450	30%
650 องศาเซลเซียส	1,500	930	62%
700 องศาเซลเซียส	1,500	1,080	72%

รูปที่ 6 ผลเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียจากการอบเข้าปูน ที่อุณหภูมิต่างกัน

4.ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ระยะเวลาการอบเข้าปูนปกติช่วงอุณหภูมิ Dewaxing อยู่ช่วง อุณหภูมิ 0 – 250 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมงในอุณหภูมิกองที่ 250 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงในการเผาแซ่ เพื่อDewaxingอีกครั้ง เพิ่มอุณหภูมิ 250 – 450 องศาเซลเซียสใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมงได้ ความร้อนออกจากปูน ในอุณหภูมิกองที่ 450 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง ในการเผาแซ่ เพื่อ ได้ความร้อนออกจากปูนซ้ำอีกครั้ง เพิ่ม อุณหภูมิ 450 - 750 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมง เพื่ออบเพิ่ม ความแข็งแรงของปูน และใช้อุณหภูมิกองที่ 750 องศาเซลเซียส ใช้ ระยะเวลา 2 ชั่วโมง ในการเผาแซ่อบเพิ่มความแข็งแรงของปูนสามารถรับ แรงกระแทกของน้ำโลหะที่ไหลมาอย่างรวดเร็ว และทำการลดอุณหภูมิ ลงเรื่อยๆ ตามแบบการทดลองดังรูปที่ 6 โดยใช้ระยะเวลา 1 ชั่วโมงใน การเผาแซ่เข้าปูน

ผลเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ของเสียจากการอบเข้าปูน ที่อุณหภูมิต่างกัน ยิ่งอุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ผิวของชิ้นงานมีความละเอียด มากขึ้นตามลำดับ ช่วงอุณหภูมิอบเข้า 600 องศาเซลเซียส พบว่าชิ้นงานที่มีตำหนิ คือชิ้นงานเป็นครีบทที่ผิวงาน และตามด น้อยที่สุด เกิดจากการหด ตัวของโลหะและอุณหภูมิที่ต่างกัน ระหว่างอุณหภูมิอบเข้ากับจุด หลอมเหลวของโลหะเงินเจือสีชมพู 54%

บทความวิจัย

การประชุมวิชาการวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.พระนคร ครั้งที่ 4
Proceedings of the 4th RMUTP Conference on Engineering and Technology

5.สรุปและอภิปรายผล

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณสมบัติโดยทั่วไปของโลหะเงินเจือสีชมพู54%การหาส่วนผสมด้วยการตรวจสอบการกระจายตัวของธาตุ(X-ray)ส่วนผสมโลหะ(Ag54%+Cu44.0%+Zn1.0%+Au1.0%) โดยมีผลการตรวจสอบค่าระดับของสีชมพูที่ใกล้เคียงที่สุด

การหาจุดหลอมเหลวจากการหลอมโลหะเงินเจือสีชมพู54%ระบบเปิดและทำการตรวจสอบอุณหภูมิด้วยปืนวัดอุณหภูมิ ไปจนถึงการตั้งค่าอุณหภูมิการอบเบ้าปูนหล่อเครื่องประดับด้วยโลหะเงินเจือสีชมพูจากอุณหภูมิของการอบเบ้าปูนหล่อเครื่องประดับทั่วไปและทำการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกผลการทดลองจนพบปัญหาในการทำงานจึงได้ทำการแสดงผลของการทดลอง และทำการศึกษาข้อมูลของปัญหาและแสดงรูปของปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงานและหาวิธีแก้ไข ปัญหา ทำการสรุปผลการทดลองด้วยการเก็บข้อมูลจากช่วงอุณหภูมิอบเบ้าปูนหล่อเครื่องประดับด้วยโลหะเงินเจือสีชมพู54%ที่เหมาะสม

5.2 อภิปรายผล

ปัจจัยที่ทำให้เกิดรูพรุนบนชิ้นงาน การใช้ปูนหล่อที่แรงยึดตัวต่ำ อีกทั้งการใช้แรงอัดของโลหะมากเกินไปหรือการให้ความร้อนเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทำให้เกิดการขยายตัวและการหดตัวไม่เท่ากัน จึงก่อให้เกิดรอย

6.ข้อเสนอแนะ

การใช้ปูนหล่อที่แรงยึดตัวต่ำ อีกทั้งการใช้แรงอัดของโลหะมากเกินไปหรือการให้ความร้อนเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันทำให้เกิดการขยายตัวและการหดตัวไม่เท่ากัน จึงก่อให้เกิดรอยแตกร้าวจากแรงคั้นน้ำโลหะเข้าไปขยายตัวการแก้ไขคือ ควรใช้ปูนหล่อที่เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้ในการหล่อ และกำหนดเวลาการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิให้นานขึ้นเพื่อลดการขยายตัวและหดตัวของเนื้อปูนแตกร้าวจากแรงคั้นน้ำโลหะเข้าไปขยายตัวในอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ชิ้นงานเสีย 30% อุณหภูมินี้พบว่าชิ้นงานเสียที่ผิวน้อยที่สุด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนครที่ให้การสนับสนุนทุนในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

[1] ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,การใช้งานทองและทองผสม,การสัมมนาโครงการวิจัย คุณสมบัติของโลหะมีค่าสำหรับอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ, 2541,76 หน้า

[2] ฉัตรชัย สมศิริ, เอกสิทธิ์ นิสารัตนพร, โครงการพัฒนาส่วนผสมและเทคนิคการผลิตโลหะที่ใช้ประกอบอัญมณี. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) 2542.

[3] อริญ หานูสืบสาย, การสื่อสารเรื่องสีอย่างแม่นยำ และการควบคุมสีจากการรับรู้อุปกรณ์วัดสี. Trinity Publishing Co.,Ltd., Thailand

[4] American Society of Material, Precious Metal, Volume. 5 , New York, ASM International, 1992:679-683 pp.



ประเสริฐ ชุมปัญญา อาจารย์ประจำสาขา
วิศวกรรมการผลิตเครื่องมือและแม่พิมพ์ คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร



จักรกฤษณ์ ยิ้มแจ่ม อาจารย์ประจำสาขา
วิศวกรรมการผลิตเครื่องประดับ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร