เอกสารอ้างอิง

1. Supansomboon, S., Tangmansujarit, C., Khaochree, N. and Munpakdee, A. (2010). "Effect of Binder on the Physical Properties of Silver Clay for Jewelry". SWU Sci. 26(1), pp. 132-147.
2. *"กระบวนการขึ้นรูปเครื่องประดับแบบดั้งเดิม." 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.depthai.go.th. (4 ธันวาคม 2553)
3. นภิสพร มีมงคล. (2548) *โลหกรรมวัสดุผง (Powder metallurgy)*. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
4. *"วัสดุหลักของซิลเวอร์เคลย์." 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.silverclay.co.uk/faqs.htm#manu. (4 ธันวาคม 2553)
5. บุษยา ทับทิมดี, มินตรา ศิลปะคัมภีรภาพ และวิจิตรา เตรียมตระการผล. (2548). *ศึกษากระบวนการผลิตซิลเวอร์เคลย์ที่ใช้ในงานผลิตเครื่องประดับ* (หน้า11).
6. *"กระบวนการขึ้นรูป." 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.pmc123.com/products.asp?cat=14&pg=2. (4 ธันวาคม 2553)
7. Li, R., Kim, D. J., Yu, K., Liang, H., Bai, C., and Li, S. (2003). "Study of fine silver powder from AgOH slurry by hydrothermal techniques". Journal of Materials Processing Technology. 137, pp. 55-59.
8. SINHA, A., and SHARMA, B. P. (2005). "Preparation of silver powder through glycerol Process". Bull. Mater. Sci. 28(3), pp. 213-217.
9. Hirasawa, J., and Ido, Y. (2005). "Silver Powder for Silver Clay and Silver Clay Comprising the Silver Powder". US Patent 7, 081, pp. 149.
10. Songping, W., and Shuyuan, M. (2005). "Preparation of ultrafine silver powder using ascobic acid as reducing agent and its application in MLCI". Materials Chemistry and Physics .89, pp. 423-427.
11. เกศณี ครุธเกตุ, นันทิยา ขวัญกระโทก และปราโมทย์ ธีระทีปวิวัฒน์. (2548). "การผลิตผงโลหะเงินด้วยกระบวนการทางเคมี". วิทยาศาสตร์บัณฑิต ศรีนครินทรวิโรฒ.
12. Hirasawa, J., and Ido, Y. (2006). "SILVER POWDER FOR SILVER CLAY AND SILVER CLAY CONTAINING THIS SILVER POWDER". ". US Patent 7, 081.

13. Dia, Y., Tong Deng, T., Jia, S., Jin, L., and Lua, F. (2006). "Preparation and characterization of fine silver powder with colloidal emulsion aphrons". Journal of Membrane Science . 281, pp. 685–691.

14. *"ขั้นตอนการเผา." 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/th/research/mstdict/MstDictAll.asp. (4 ธันวาคม 2553)

15. Banyai, B. E., Lasota, D. E., and Strunk, D. E. (1989). "Binder for Metal-Containing Ores". US Patent 4,863, pp. 512.

16. Hausner, H. (1995). "Handbook of POWDER METALLURGY": Chemical Publishing Co., Inc. RAHAMAN, M. N..

17. Klar, E.R. (1998). *Powder Metallurgy*. 7 Vol, 9th ed. Materials Park, OH: ASM Internation.

18. German, R. M. (1994). *Powder Metallurgy*, 2nd ed. Newjersy, MPIF.

19. Suryanarayana, C., (2001). *Mechanical alloying and milling*. 44 Vol, pp. 1-184

20. EI-Eskandarany, M. Sherif, N. (2001) *Mechanical Alloying for Frabrication of Advanced Engineering Materials*. New York : Noyes Publications.

21. Anocha Munpakdee. (2005). "High Dieletric Constant Ceramics With Low Firing Temperature For Capacitors". Chiang Mai University. Pp. 39.

22. *"ผลของขนาดชิ้นงานที่มีต่อการกำหนดตารางการเผา." 2010. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mpif.org. (4 ธันวาคม 2553)

23. Thonglem, S., Raengthon, N., Pengpat, K., Rujijanagul, G and Tunkasiri, T. (2009). "Fabrication of Artificial Bone from Calcium Sodium Phospahte glass system".

24. *"เครื่อง TGA." 2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/laboratory/ta/index.php/tools-and-services (25 มกราคม 2554)

25. *"เครื่อง CILAS 1064." 2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/laboratory/ta/index.php/tools-and-services/13 (25 มกราคม 2554)

26. *"ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค." 2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/laboratory/powder/index.php/capability (25 มกราคม 2554)

27. เอกชัย จงเสรีเจริญ. (2551). "สมบัติทางไฟฟ้าและสมบัติไดอิเล็กทริกของเซรามิกไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยไนโอเบียม", วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 30-31.

28. กนกวรรณ อุตรสัก. (2551). "ผลของกระบวนการโฮโมจีไนซ์ ต่อโครงสร้างจุลภาค และสมบัติเชิงกลของแท่งอะลูมิเนียมผสม 6063", วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 23-25.

29. ว่าที่ร้อยตรีบรรเจิด คอนเนตรงาม. (2550). "อิทธิพลรูปร่างสลักแกนหมุนแบบหัวโค้งของการเชื่อมอลูมิเนียมเจือ AA6063-T6 ต่อคุณสมบัติทางกลด้วยกระบวนการเชื่อมความเสียดทานหมุนกวน", วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวัสดุศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า 25-26

30. "เครื่องวัดขนาดอนุภาค CILAS 1064." *2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.particle-size-analyser.com (28 กุมภาพันธ์ 2554)

31. "เครื่องเอ็กซ์เรย์ดิฟแฟรกโทมิเตอร์." *2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/laboratory/xrdxrf/index.php/tools-and-services (28 กุมภาพันธ์ 2554)

32. "เครื่อง ICP." *2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://noc.soton.ac.uk (8 มีนาคม 2554)

33. "เทคนิค TGA." *2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://www.mtec.or.th/laboratory/ta/index.php/tools-and-services/13 (8 มีนาคม 2554)

34. "เครื่องวัดขนาดอนุภาค Zetasizer (Malvern)." *2011. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา* http://fcc.com.tr (8 มีนาคม 2554)

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโลหะเงิน (Silver ; Ag) [11]

ความเป็นมาของโลหะเงินและเงินสเตอร์ลิง (Sterling Silver)

มนุษย์รู้จักโลหะเงินตั้งแต่สมัยโบราณ มีหลักฐานปรากฏว่ามีการค้นพบโลหะเงินหลังทองคำและทองแดงไม่นาน ชาวอียิปต์ให้สัญลักษณ์วงกลมแก่ทองคำ หมายถึงโลหะสมบูรณ์แบบ ส่วนโลหะเงินให้สัญลักษณ์ครึ่งวงกลมเพื่อแสดงว่าเป็นโลหะที่มีความสมบูรณ์แบบรองจากทองคำ ต่อมาครึ่งวงกลมนี้หมายถึงดวงจันทร์ ด้วยเพราะโลหะเงินมีความแวววาวสูงหรือสว่างทำนองเดียวกับดวงจันทร์ ชาวโรมันเรียกโลหะเงินว่า Argentum ซึ่งเป็นที่มาสัญลักษณ์ Ag โดยปกติจะพบเงินในรูปของสารประกอบเงินซัลไฟด์

การนำเงินมาใช้มีมาตั้งแต่ยุคอียิปต์โบราณประมาณ 2400 ปีก่อนคริสตกาล ซึ่งในสมัยโลหะก่อน โลหะเงินได้ถูกนำมาใช้เป็นตัวกลางแลกเปลี่ยนสินค้าต่างๆ ซึ่งทำมาจากเงินบริสุทธิ์และต่อมาเป็นโลหะเงินผสมชนิดต่างๆ ทำให้คนไม่มั่นใจในความบริสุทธิ์ของเนื้อเงิน จึงต้องมีกฎหมายมาบังคับความบริสุทธิ์ของเนื้อเงิน คือ มาตรฐานสำหรับเหรียญกษาปณ์เงินหรือแผ่นเงินต้องมีเนื้อโลหะเงินบริสุทธิ์ 92.5 เปอร์เซนต์และโลหะอื่นซึ่งโดยปกติจะเป็นโลหะทองแดง 7.5 เปอร์เซนต์เพราะทองแดงมีความสามารถในการเพิ่มความแข็ง อย่างเช่น ในปัจจุบันเหรียญกษาปณ์จะทำด้วยโลหะผสมเงิน – ทองแดง (90%Ag – 10%Cu) หรือโลหะผสมเงิน ทองแดง และนิกเกิล

ประโยชน์ของโลหะเงิน

ในสมัยก่อนโลหะเงินใช้ทำเหรียญกษาปณ์ แต่ปัจจุบันนิยมผสมโลหะชนิดอื่นเข้าไปเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เช่น ทำเครื่องประดับ เครื่องเรือน เป็นต้น โดยประเทศที่ผลิตโลหะเงินได้แก่ เม็กซิโก สหรัฐอเมริกา แคนาดา เปรู รัสเซีย ออสเตรเลีย เยอรมัน เป็นต้น

โลหะเงินมีราคาแพงพอสมควร มีความอ่อนเหนียว ซึ่งโลหะที่มีเงินผสมอยู่ 999/1000 ส่วนถือเป็นเงินบริสุทธิ์ (Fine Silver) และเนื่องจากโลหะเงินมีสมบัติการนำไฟฟ้าดีที่สุด จึงใช้ทำเป็นอุปกรณ์ในงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ใช้ทำเป็นโลหะรูปพรรณเพราะมีเนื้อสีขาวเป็นมันหรือใช้เป็นผิวชุบสำหรับโลหะอื่นเนื่องจากมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนในสภาพบรรยากาศได้ดี

ปัจจุบันเงินถูกนำไปใช้ในการทำสารประกอบทางเคมี และเนื่องจากมีความไวแสงและการสะท้อนแสงสูงจึงถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมทางภาพถ่าย นอกจากนี้ยังใช้ทำอุปกรณ์ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เพราะสามารถนำไฟฟ้าได้ดี และยังใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ใช้ฉาบกระจกทำให้กระจกเงา (สามารถพัฒนาเพื่อใช้ในเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ได้) ตลอดจนใช้ทางทันตกรรม เช่น โลหะเงินอมัลกัมที่ใช้อุดฟัน (Dental Amalgam) นอกจากนี้โลหะผสมเงิน – ทองแดงที่จุยูเทคติคคือ มีทองแดงเป็นองค์ประกอบ 28.1 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก นำมาใช้เป็นโลหะเชื่อมประสานเพราะมีจุดหลอมเหลวต่ำ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

สมบัติทางกายภาพ

เงินบริสุทธิ์เป็นโลหะที่มีสีขาว มีความแวววาวสูง และมีความเสถียรมากโลหะหนึ่ง และในสภาวะที่ให้ความร้อนแก่โลหะ จะมีคุณสมบัติในการบิดโค้ง ตีเป็นแผ่นบางๆ และดึงเป็นเส้นได้ดีมากรองจากทองคำ (Au) และพัลลาเดียม (Pd) เงินจัดอยู่ในกลุ่มโลหะมีค่า (Precious Metals) ซึ่งมีทั้งหมด 8 ชนิด โดยโลหะมีค่าอีก 7 ชนิดที่เหลือ ได้แก่ รูทิเนียม (Ruthenium ; Ru) โรเดียม (Rhodium ; Rh) พัลลาเดียม (Palladium ; Pd) ออสเมียม(Osmium ; Os) อิริเดียม (Iridium ; Ir) แพลททินัม (Platinum ; Pt) และทองคำ (Gold ; Au) โดยเงินบริสุทธิ์สามารถนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดีที่สุดและมีความต้านทานการสัมผัสทางไฟฟ้า (Contact Resistance) ต่ำสุด ณ จุดหลอมเหลว เงินสามารถดูดกลืน (Absorb) ออกซิเจนได้ดีมาก คือสามารถดูดกลืนออกซิเจนได้ประมาณ 20 เท่าโดยปริมาตร์ ดังนั้นเมื่อปล่อยให้เงินที่หลอมเหลวเย็นลงจะปรากฏคล้ายกับว่าเงินกำลังเดือด เนื่องจากการหลุดออกอย่างรวดเร็วของออกซิเจนนั่นเอง

แต่เนื่องจากมีราคาแพงจึงไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์ในด้านนี้มากนัก ได้มีการนำโลหะเงินไปใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยแบ่งประเภทของเงินได้หลายประเภท ได้แก่ เงินบริสุทธิ์ เงินบริตาเนีย (ประมาณเงิน 95.8 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก) เงินสเตอร์ลิง (ปริมาณเงิน 92.5 เปอร์เซนต์โดยน้ำหนัก) และเงินประเภทอื่นๆ เช่น 800Ag , Pink Silver เป็นต้น

จุดหลอมเหลว (Melting Point)	960.8 องศาเซลเซียส
จุดเดือด (Boiling Point)	2163 องศาเซลเซียส
ความหนาแน่น (Density)	10.5 g/cc ที่ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส
เลขอะตอม (Atomic Number)	47
มวลอะตอม (Atomic Mass)	107.9
ความเค้นแรงดึง (Tensile Strength)	130 Mpa
สัมประสิทธิ์การยืดหยุ่น (Elastic Modulus)	71 Gpa
สัดส่วนพัวซอง (Poisson's Ratio)	0.37
ความร้อนจำเพาะ (Specific Heat)	234 J/KgK
ค่าการนำความร้อน (Thermal Conductivity)	4186.8 W/mK
โครงสร้างผลึก (Crystal Structure)	FCC (Face – Centered Cubic)
ศักย์ไฟฟ้ามาตรฐาน	0.7991 V

สมบัติทางเคมี

1. เงินเป็นธาตุที่เสถียรมาก จึงไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงในอากาศแห้งและชื้น แต่ถ้าอากาศมีออกซิเจน (Oxygen ; O) จะทำปฏิกิริยากับเงินเกิดฟิล์มออกไซด์ แสดงดังสมการที่ 1

$$4Ag + O_2 \longrightarrow 2Ag_2O$$

2. ถ้าอากาศมีซัลเฟอร์ (Sulfur ; S) ซึ่งได้จากก๊าซไฮโดรเจน (H_2S) เงินจะเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ผิวทันทีแม้ที่อุณหภูมิ โดยซัลเฟอร์จะทำปฏิกิริยากับเงิน (Ag) เกิดฟิล์มของสารประกอบเงินซัลไฟด์ (Ag_2S) ที่มีสีน้ำตาลเข้มแกมเขียวถึงดำเคลือบที่ผิว ทำให้ผิวของโลหะเงินหมอง ปฏิกิริยาการเกิดฟิล์มของสารประกอบเงินซัลไฟด์ แสดงดังสมการที่ 2

$$2Ag + H_2S + 1/2O_2 \longrightarrow Ag_2S + H_2O$$

3. เงินทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก (HNO3) เกิดสารละลายเงินไนเตรต แสดงดังสมการที่ 3

$$Ag + 2HNO_3 \longrightarrow AgNO_3 + NO_2 + H_2O$$

4. เงินละลายอย่างช้าๆ ในกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ที่ร้อนเกิดสารประกอบเงินซัลเฟต (Ag_2SO_4) และเงินทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ (HCl) ด้วย เกิดสารประกอบเงินคลอไรด์ (AgCl) ไปเคลือบที่ผิว ทำให้โลหะเงินที่มีอยู่ด้าน ไม่สามารถทำปฏิกิริยาต่อไปได้อีก

5. เงินสามารถเกิดสารประกอบอนินทรีย์และสารอินทรีย์หลายชนิด และเกิดโลหะผสมกับโลหะหลายชนิดที่สำคัญที่สุดได้แก่ โลหะผสมเงินทองแดง (Ag-Cu Alloys) เช่น เงินสเตอร์ลิง เป็นต้น

ภาคผนวก ข

ชนิดของตัวประสาน

HPMC (Hydroxypropyl Methyl Cellulose) [35]

สมบัติทางกายภาพ

1. เป็นสารที่มีสีขาวหรือเทาอ่อน ไม่มีกลิ่นและรส

2. ละลายได้ยากในเอทานอล (Ethanol) อีเทอร์ (Ether) และอะซีโตน (Acetone) เมื่อละลายในน้ำจะเกิดการขยายตัวมีลักษณะใสหรือเป็นคอลลอยด์ (Colloid) สีขาวขุ่น นอกจากนี้ยังสามารถละลายได้ในสารอินทรีย์บางชนิด

3. มีความหนาแน่น 2 ช่วงคือ 0.30 – 0.70 g/cm^3 และ 1.26 – 1.31 g/cm^3

ประโยชน์

1. สมบัติการเก็บรักษาน้ำ HPMC เป็นตัวที่ช่วยเก็บรักษาน้ำได้ดีมาก โดยใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยา อาหารและผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องสำอาง

2. ใช้ในการทำฟิล์มเพื่อเก็บรักษาอาหาร ไม่ให้สูญเสียน้ำและช่วยดูดซับน้ำมัน

3. ใช้ในการผสมสำหรับทำยาและอาหาร

HEC(Hydroxy Ethyl Cellulose) [36]

สมบัติทางกายภาพ

1. เป็นสารที่มีสีขาวหรือเหลือง ไม่มีกลิ่นและรส

2. ละลายได้ดีทั้งในน้ำเย็นและน้ำร้อน แต่จะละลายได้เร็วเมื่ออุณหภูมิสูง โดยทั่วไปไม่สามารถละลายในตัวประสานอินทรีย์ได้

3. มีค่า pH ที่เสถียร แต่ค่าความหนืดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยระหว่างช่วง pH 2-12

4. เป็นตัวดูดน้ำ และเก็บความชื้นได้ดี เมื่อผลิตภัณฑ์มีความหนาจะมีสมบัติยืดหยุ่นคล้ายพลาสติก

5. สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นแผ่นฟิล์มใสไม่มีสี มีความแข็งปานกลาง ยากที่จะทำปฏิกิริยากับสารปนเปื้อน และไม่ทำปฏิกิริยากับแสง

6. มีความหนาแน่น 0.35 – 0.61 g/cm^3

7. เผาไหม้ที่อุณหภูมิ 205-210°C

ประโยชน์

1. ใช้สำหรับเป็นตัวเก็บรักษาน้ำในการขึ้นรูป และทำให้สารละลายมีความเสถียร

2. ใช้สำหรับเป็นสารหล่อลื่นในการเจาะด้วยสว่านในวัสดุต่างๆ

3. ใช้เป็นสารผสมทำให้เป็นเจลเพื่อเพิ่มแรงยึดจับ

4. ใช้เป็นสารผสมสำหรับทำอีมัลชั่น (Emulsion) ทำเป็นโลชั่นและยาหยอดตา

MC(Methyl Cellulose) [35]

สมบัติทางกายภาพ

1. เป็นสารทีมีสีขาวหรือสีเทาอ่อน มักปรากฏในลักษณะเป็นเม็ดหรือเป็นแผ่น ไม่มีกลิ่นและไม่มีรส

2. ละลายได้ยากในเอทานอล อีเทอร์ อะซีโตน จะแยกชั้น และขยายตัวเมื่อละลายในน้ำอุณหภูมิ 80-90°C และจะละลายได้อย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง โดยสารละลายที่ได้จากการผสม MCจะมีความเสถียรมาก

3. มีสมบัติการเก็บรักษาน้ำที่ดีและสามารถฟอร์มตัวเป็นฟิล์มเพื่อป้องกันการรวมตัวกับน้ำมัน นอกจากนั้นยังช่วยให้สารประกอบมีความเหนียว ยืดหยุ่นและโปร่งแสง

4. ละลายได้ในสารละลายอินทรีย์บางชนิด

5. มีความหนาแน่น 0.20 – 0.6 g/cm^3

ประโยชน์

1. ใช้เป็นกาว สารที่ทำให้เกิดสี และเป็นวัตถุดิบสำคัญในการผลิตยาทาปากและยาหยอดตา

2. MC ที่มีความหนืดต่ำใช้เป็นสารผสมสำหรับทำอีมัลชั่น ส่วน MC ที่มีความหนืดสูงใช้เป็นสารที่ช่วยเพิ่มแรงตึงผิว และแรงยึดจับให้กับสารประกอบ

3. ใช้กันอย่างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร ยา และเครื่องสำอางค์

4. MC ที่มีความบริสุทธิ์สูง (Technical Grade) ใช้ในอุตสาหกรรมทำกระดาษ

CMC (Carboxy Methyl Cellulose) [37]

สมบัติทางกายภาพ

1. เป็นสารไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรสและไม่มีพิษ มักพบในลักษณะที่เป็นผงหรือเป็นเม็ด

2. มีpH 6.5 – 8.0 มีความเสถียรในช่วง pH 2 – 10

3. ไม่ละลายในสารละลายอินทรีย์

4. ทำปฏิกิริยากับเกลือของโลหะหนัก เพื่อฟอร์มเป็นฟิล์มและฟิล์มดังกล่าวไม่ละลายน้ำ มีลักษณะโปร่งสีและไม่ทำปฏิกิริยากับวัสดุอินทรีย์

ประโยชน์

1. ใช้เป็นสารชะล้าง สบู่ และใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (อาหารลดความอ้วนและไอศกรีม) โดยตัวมันจะเป็นตัวประสานและสารช่วยเพิ่มแรงตึงผิว
2. ใช้เคลือบกระดาษเพื่อเพิ่มความเรียบให้กระดาษ
3. ใช้ในอุตสาหกรรมทำสีน้ำมัน ยาและเครื่องสำอางค์

ภาคผนวก ค

ค่าความหนาแน่นแบบมวลรวม

แสดงค่าความหนาแน่นแบบมวลรวมของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Density (g/cm^3)	
		ก่อนเผา	หลังเผา
1	400°C	4.163	4.235
	500°C	4.536	4.656
	600°C	4.572	4.746
	700°C	5.216	5.658
	800°C	6.124	6.833
2	400°C	4.954	5.147
	500°C	5.815	6.156
	600°C	5.827	6.238
	700°C	5.952	6.421
	800°C	6.295	7.027
3	400°C	2.254	3.657
	500°C	2.498	3.330
	600°C	2.565	3.465
	700°C	3.164	3.671
	800°C	3.183	4.092

ค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตร

แสดงค่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงปริมาตรของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Volume shrinkage (%)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	400°C	1.656	2.482	2.069±0.584
	500°C	2.720	2.720	2.720±0.000
	600°C	3.869	3.869	3.869±0.000
	700°C	8.901	8.901	8.901±0.000
	800°C	11.376	11.376	11.376±0.000
2	400°C	4.736	4.736	4.736±0.000
	500°C	5.978	5.978	5.978±0.000
	600°C	7.087	7.087	7.087±0.000
	700°C	8.106	8.106	8.106±0.000
	800°C	13.518	13.518	13.518±0.000
3	400°C	51.897	51.897	51.897±0.000
	500°C	44.614	44.614	44.614±0.000
	600°C	40.636	40.636	40.636±0.000
	700°C	25.180	25.180	25.180±0.000
	800°C	28.174	22.180	25.177±4238

ค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความกว้าง

แสดงค่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความกว้างของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Linear Shrinkage of width (%)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	400°C	0.494	0.423	0.458±0.050
	500°C	0.607	0.530	0.568±0.054
	600°C	0.759	0.758	0.758±0.001
	700°C	3.120	3.035	3.078±0.060
	800°C	4.642	4.776	4.709±0.095
2	400°C	0.709	0.356	0.533±0.250
	500°C	0.837	0.835	0.836±0.001
	600°C	0.989	1.137	1.063±0.105
	700°C	1.916	1.910	1.913±0.004
	800°C	3.072	3.042	3.057±0.021
3	400°C	4.913	2.496	3.705±1.709
	500°C	1.493	2.932	2.212±1.018
	600°C	1.646	7.018	4.332±3.798
	700°C	3.239	1.760	2.499±1.046
	800°C	7.944	12.715	10.329±3.373

ค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความยาว

แสดงค่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความยาวของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Linear shrinkage of length (%)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	400°C	0.261	0.287	0.274±0.018
	500°C	0.313	0.313	0.313±0.000
	600°C	0.392	0.418	0.405±0.018
	700°C	1.265	1.265	1.265±0.001
	800°C	1.372	1.422	1.397±0.036
2	400°C	0.366	0.340	0.353±0.019
	500°C	0.444	0.418	0.431±0.018
	600°C	0.471	0.470	0.471±0.000
	700°C	0.575	0.575	0.575±0.001
	800°C	0.863	0.209	0.536±0.463
3	400°C	0.744	0.603	0.674±0.100
	500°C	1.893	1.987	1.940±0.066
	600°C	1.560	2.438	1.999±0.062
	700°C	1.824	0.864	1.344±0.068
	800°C	3.317	3.336	3.327±0.013

ค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความหนา

แสดงค่าค่าเปอร์เซ็นต์การหดตัวเชิงเส้นในด้านความหนาของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Linear shrinkage of height (%)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	400°C	0.909	1.786	1.347±0.620
	500°C	1.818	2.727	2.273±0.643
	600°C	2.752	4.505	3.628±1.239
	700°C	4.762	5.357	5.060±0.421
	800°C	5.769	6.667	6.218±0.635
2	400°C	3.704	2.632	3.168±0.758
	500°C	4.762	4.630	4.696±0.094
	600°C	5.714	5.405	5.560±0.218
	700°C	5.769	5.660	5.715±0.077
	800°C	10.000	5.714	7.857±3.030
3	400°C	49.032	24.731	36.882±17.183
	500°C	42.690	2.484	22.587±28.430
	600°C	38.686	6.250	22.468±22.936
	700°C	21.239	5.839	13.539±10.889
	800°C	19.298	7.767	13.533±8.154

ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก

แสดงค่าค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Weight loss (%)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	เฉลี่ย
1	400°C	0.398	0.359	0.379±0.028
	500°C	0.595	0.555	0.575±0.028
	600°C	0.673	1.569	1.121±0.634
	700°C	1.287	1.593	1.440±0.217
	800°C	1.506	1.840	1.673±0.236
2	400°C	0.385	0.322	0.353±0.045
	500°C	0.417	0.353	0.385±0.045
	600°C	0.449	0.466	0.457±0.012
	700°C	0.801	0.799	0.800±0.001
	800°C	0.896	0.869	0.883±0.019
3	400°C	4.119	2.553	3.336±1.107
	500°C	3.771	2.632	3.201±0.806
	600°C	4.179	3.226	3.702±0.674
	700°C	4.179	2.564	3.371±1.142
	800°C	3.821	4.000	3.910±0.127

ค่าความแข็ง

แสดงค่าค่าความแข็งของซิลเวอร์เคลย์ที่อุณหภูมิเผาผนึกต่างๆ

Condition	Sinter temperature (°C)	Hardness (g/mm^3)
1	400°C	15.580±0.340
	500°C	17.730±0.400
	600°C	22.560±0.320
	700°C	24.880±0.340
	800°C	25.000±0.120
2	400°C	13.020±0.160
	500°C	17.300±0.160
	600°C	22.250±0.290
	700°C	22.530±0.450
	800°C	23.600±0.440

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
หอสมุดแห่งชาติ

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวลดาภัค ชุมประเสริฐ

วัน เดือน ปี เกิด 9 เมษายน 2529

ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบดินทรเดชา (สิงห์ สิงหเสนี) ปีการศึกษา 2546
สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวัสดุศาสตร์ (อัญมณีและเครื่องประดับ) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2550

ทุนการศึกษา ได้รับทุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และสมาคมอัญมณีและเครื่องประดับไทย

ประสบการณ์ ประชุมความก้าวหน้ากับสมาคมอัญมณีและเครื่องประดับไทยเรื่อง ซิลเวอร์เคลย์

ผลงานวิจัย Chumprasert, L. and Tontrakoon, J. , 2010, "The 2nd CMU Graduate Research Conference, Chiang Mai, Chiang Mai University. Nov.P.7.

Chumprasert, L. and Tontrakoon, J. , 2011, "TRF-Master Research Congress V, Chonburi, Jomtiem Palm Beach Resort & Hotel. Mar. P.228.

Chumprasert, L., Tontrakoon, J. and Eitssayeam, S., 2011, "THE 6th ANNUAL CONFERENCE OF THE THAI PHYSICS SOCIETY, SIAM PHYSICS CONGRESS 2011 Pattaya, Thailand, Ambassador City Jomtien Hotel, . Mar. P.44.