ผลกระทบของสารช่วยกระจายตัว สารเชื่อมประสาน และชนิดของแม่พิมพ์ที่มีต่อคุณสมบัติเชิงแสงของอะลูมินาเซรามิกที่เตรียมด้วยวิธีการหล่อแบบ

นาย สักกภาส อารีย์รักษากุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2548

ISBN 974-17-6415-4

EFFECTS OF DEFLOCCULANTS, BINDERS AND MOLD TYPES ON OPTICAL PROPERTY OF ALUMINA CERAMIC PREPARED BY SLIP CASTING

Mr. Sakkapas Areeraksakul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Chemical Engineering
Department of Chemical Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2005
ISBN 974-17-6415-4

Thesis Title	EFFECTS OF DEFLOCCULANTS, BINDERS AND MOLD TYPES ON OPTICAL PROPERTY OF ALUMNA CERAMIC PREPARED BY SLIP CASTING
By	Mr. Sakkapas Areeraksakul
Field of study	Chemical Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Tawatchai Charinpanitkul, D. Eng.
Thesis Co-advisor	Professor Shigetaka Wada, Ph.D.

Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

.... Dean of the Faculty of Engineering
(Professor Direk Lavansiri, Ph.D.)

THESIS COMMITTEE

.... Chairman
(Professor Wiwut Tanthapanichakoon, Ph.D.)

.... Thesis Advisor
(Associate Professor Tawatchai Charinpanitkul, D. Eng.)

.... Thesis Co-advisor
(Professor Shigetaka Wada, Ph.D.)

.... Member
(Assistant Professor Varong Pavarajarn, Ph.D.)

สักกภาส อารีย์รักษากุล: ผลกระทบของสารช่วยกระจายตัว สารเชื่อมประสาน และชนิดของแม่พิมพ์ที่มีต่ออะลูมินาเซรามิกเชิงแสงที่เตรียมด้วยวิธีการหล่อแบบ (EFFECTS OF DEFLOCCULANTS, BINDERS AND MOLD TYPES ON OPTICAL PROPERTY OF ALUMINA CERAMIC PREPARED BY SLIP CASTING). อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ธวัชชัย ชรินพาณิชกุล, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศาสตราภิชาน ดร. ชิเกตากะ วาดะ จำนวนหน้า 97 หน้า. ISBN 974-17-6415-4.

กระบวนการขึ้นรูปเซรามิกอะลูมินาดิบให้มีความหนาแน่นสูงและมีสิ่งเจือปนในปริมาณน้อยนั้นเป็นกระบวนการหนึ่งที่สำคัญที่สุดในการผลิตเซรามิกอะลูมินาใส เช่นเดียวกันกับ กระบวนการใช้อนุภาคขนาดซับไมครอนเป็นวัตถุดิบ และกระบวนการเผาผนึกที่เหมาะสม เซรามิกอะลูมินาดิบที่มีความเป็นรูพรุนต่ำและสิ่งเจือปนน้อยจะนำไปสู่เซรามิกของอะลูมินาที่มีสมบัติเชิงแสงที่ดี ด้วยข้อดีของกระบวนการขึ้นรูปโดยวิธีการหล่อแบบ นอกจากจะได้ชิ้นงานที่มีความเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว ยังจะเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่าเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ จากการทดลองพบว่า เซรามิกอะลูมินาดิบที่มีความหนาแน่นสัมพันธ์สูงกว่า 60% สามารถเตรียมได้จาก สารแขวนลอยอะลูมินาที่มีความเข้มข้น 75% ผสมกับสารช่วยกระจายตัว 1.25% โดยน้ำหนัก นอกจากนี้การเติมสารเชื่อมประสานในปริมาณ 0.05% จะช่วยเพิ่มความแข็งแรงของเซรามิกอะลูมินาดิบ โดยไม่ก่อกระทบในทางลบต่อความหนาแน่นของเซรามิกดิบ

แต่อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของการขึ้นรูปแบบนี้คือสิ่งปนเปื้อนจากแม่พิมพ์ยิปซัม ซึ่งจะสามารถจะกำจัดได้ด้วยการใช้กรดบำบัดก่อนการเผาผนึก จากการทดลองพบว่าการบำบัดด้วยกรดเกลือก่อนเผาผนึกนอกจากจะช่วยกำจัดสิ่งปนเปื้อนจากแม่พิมพ์ยิปซัมแล้ว ยังจะทำให้ได้ชิ้นงานเผาผนึกมีความหนาแน่นสูงที่อุณหภูมิต่ำกว่าการเผาผนึกปกติ ยิ่งกว่านั้นชิ้นงานที่ได้จะมีความสม่ำเสมอของขนาดเกรนหลังการเผา อันจะเป็นประโยชน์ต่อคุณสมบัติเชิงแสงของชิ้นงาน

ภาควิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่อนิสิต สักกภาส อารีย์รักษากุล
สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ปีการศึกษา 2548 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม S. Wada

4670550021 : MAJOR CHEMICAL ENGINEERING
KEY WORD: TRANSPARENT ALUMINA/ DEFLOCCULANT/ BINDER

SAKKAPAS AREERAKSAKUL : THESIS TITLE. (EFFECTS OF DEFLOCCULANTS, BINDERS AND MOLD TYPES ON OPTICAL PROPERTY OF ALUMINA CERAMIC PREPARED BY SLIP CASTING) THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TAWATCHAI CHARINPANITKUL, D.Eng., THESIS COADVISOR : PROF. SHIGETAKA WADA, Ph.D., 97 pp. ISBN 974-17-6415-4

Fabrication of alumina green body with high density and low impurity is one of the most important processes to produce transparent alumina ceramic. Using of submicron particles as raw materials and appropriated sintering processes will give rise to such transparent alumina specimens. Once green body of alumina with low porosity and low impurities could be prepared, good optical properties would be obtained. With advantages of slip casting technique, it provides not only homogeneous specimen but also lower operating cost compared with other technique. From experimental results, alumina green body with density higher than 60% can be prepared from alumina suspension with solid content of 75% and deflocculant concentration of 0.05%. In addition, adding binder of 0.05% could increase physical strength of the prepared green body without negative effect on density of the specimens.

However, disadvantage of this technique is contamination of gypsum mold, which could be eliminated by using acid treatment before sintering. It is found that acid treatment was not only efficiently eliminated gypsum contamination, but also provided specimens with high density at lower sintering temperature. The prepared specimen exhibited the uniformity grain size after sintering, which is beneficial to optical property of the specimens.

Department..............Chemical Engineering..........Student's signature Sakkapas Areeraksakul

Field of study..........Chemical Engineering........Advisor's signature T. Charinpanitkul

Academic year ....2005........................CO-advisor's signature S. Wada

ACKNOWLEDGEMENT

I am very thankful to my advisor, Assoc. Prof. Tawatchai Charinpanitkul, Department of Chemical Engineering, Chulalongkorn University, for his introducing me to this interesting project, and for his helpful and stimulated suggestions, deep discussion and encouraging guidance throughout the course of this work. I am also very thankful to my co-advisor, Chair Professor Shigetaka Wada, Department of Material Science, Chulalongkorn University, for his useful guidance, hospitality, educational suggestion, and his Ceramic Laboratory facilities. Furthermore, I am also thankful to Professor Dr. Wiwut Tanthapanichakoon, Asst. Dr. Varong Pavarajarn and Miss Nattaporn Tonanon for their stimulative comments and participation as my thesis committee

Furthermore, I would like to acknowledge the National Nanotechnology Center (NANOTEC), National Science and Technology Development Agency. The present work is part of "The Development of color doped Al_2O_3 nanocrystalline precious stone" headed by Assoc. Prof. Tawatchai Charinpanitkul with the financial support from NANOTEC as well as the research grant from Thailand Research Fund (TFT) of Prof. Wiwut Tanthapanichakoon.

Moreover, I would like to thank Mr. Nirut Wangmooklang and Mr. Soonthorn Tansungnoen and their ceramic's lab member for their kind and helpful suggestion.

In addition, I would like to very thankful Mr. Rapeepong Pinyopotsanard for his hospitality to measure the green body density by Archemedes' method in mercury.

I am also thankful to all members of the Particle Technology ad Material Processing Laboratory for their help, kindness and warm collaborations.

Finally, I would like to express my cordial and deep thank to my parents for their love and encouragement.

CONTENTS

Page

LIST OF TABLES

LIST OF FIGURES

Page

Page

Page

NOMENCLATURES

BU	B specimen with non acid treatment
BT	B specimen with acid treatment
CMC	Carboxy methyl cellulose
EDS	Energy-Dispersive X-ray spectrometer
GU	G specimen with non acid treatment
GT	G specimen with acid treatment
$\overline{N}_1$	Unit length
HIP	Hot Isostatic Pressing
PCA	Poly-crystal alumina
PMAA	Polymethacrylic acid
PSD	Particle size distribution
SCA	Single-crystal alumina
SEM	Scanning Electron Microscope
$\Delta\bar{l}$	Mean number of interparticle liquid films
$\Delta L/L_o$	Linear shrinkage
$\Delta V/V_o$	Volume shrinkage