ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ก
ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากงานวิจัย

รูป ก.1 ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ซึ่งใช้เวลาในการบดเคลือบต่างกันที่ 1220 °C, RF

1. บดเคลือบ 3 ชั่วโมง
2. บดเคลือบ 4 ชั่วโมง
3. บดเคลือบ 5 ชั่วโมง
4. บดเคลือบ 7 ชั่วโมง
5. บดเคลือบ 8 ชั่วโมง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

<u>รูป ก.2</u> ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 บดเคลือบ 5 ชั่วโมง วางในสภาวะต่างกันที่ 1220 °C, RF

1. วางในแซกการ์
2. วางนอกแซกการ์
3. วางในแซกการ์ ปิดฝามิดชิดและมีรูด้านข้าง
4. วางในแซกการ์ซึ่งปิดฝามิดชิด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก.3 ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ในสภาพบรรยากาศรีดักชันต่างกัน ที่ 1220 °C

1. Strong reduction
2. Medium reduction
3. Slight reduction

รูป ก.4 ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ที่ 1220 °C, RF

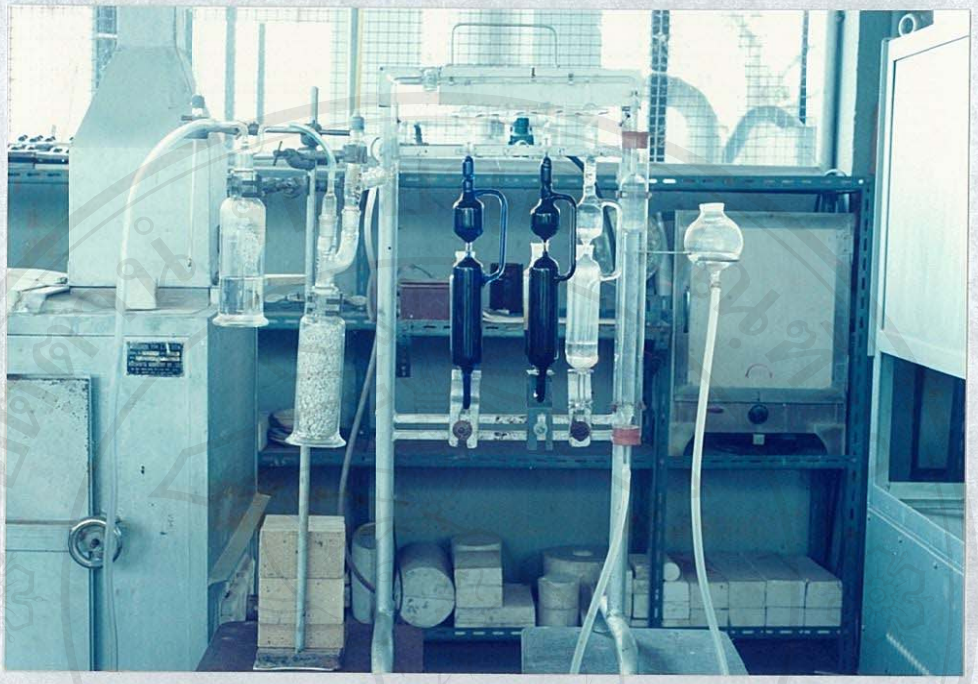
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูป ก.5 ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบของทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ที่ 1220 °C, RF
1. ใช้โพแตสเฟลสปาร์ 2. ใช้โซดาเฟลสปาร์

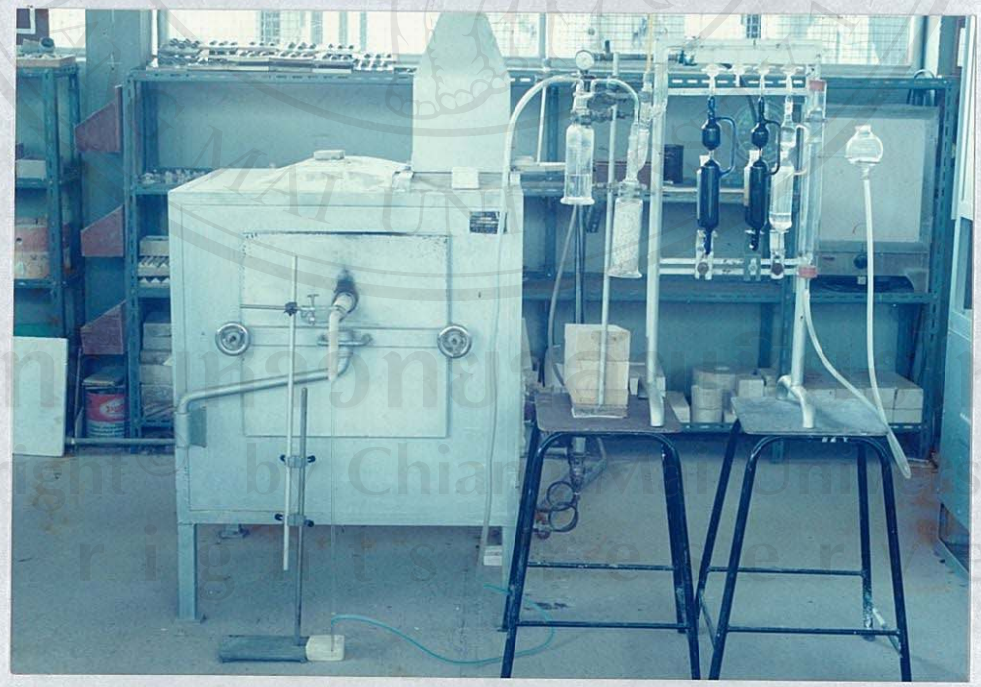
รูป ก.6 ผลิตภัณฑ์ชุบเคลือบทองแดงกลุ่มที่ 1 สูตร 4 ที่ 1220 °C, RF
ซึ่งทำการเผาซ้ำ 2 ครั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ข



รูป ข.1 เครื่องมือออร์ซัท



รูป ข.2 การติดตั้งเครื่องมือออร์ซัทเข้ากับเตาเผา

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

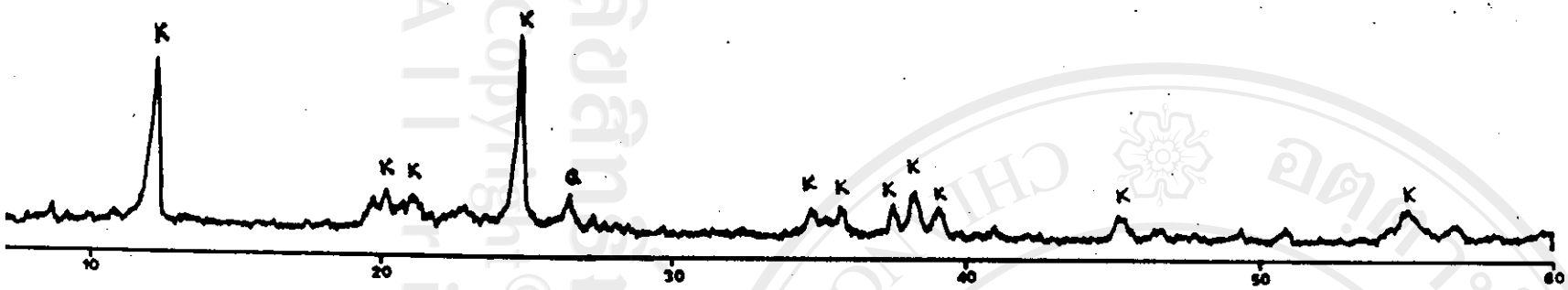
ผนวก ค

ตารางทุ่นไฟ [1]

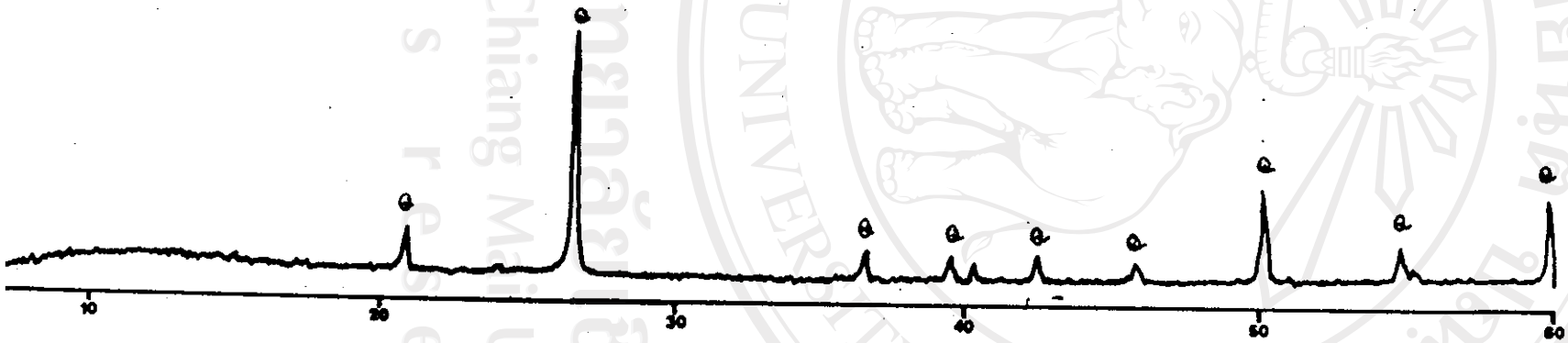
(Segger Cones)

No. S.K.	temp. C	No. S.K.	temp. C
022	600	8	1250
021	650	9	1280
020	670	10	1300
019	690	11	1320
018	710	12	1350
017	730	13	1380
016	750	14	1410
015 A	790	15	1435
014 a	815	16	1460
013 a	835	17	1480
012 a	855	18	1500
011 a	880	19	1520
010 a	900	20	1530
09 a	920	26	1580
08 a	940	27	1610
07 a	960	28	1630
06 a	980	29	1650
05 a	1000	30	1670
04 a	1020	31	1690
03 a	1040	32	1710
02 a	1060	33	1730
01 a	1080	34	1750
1 a	1100	35	1770
2 a	1120	36	1790
3 a	1140	37	1825
4 a	1160	38	1850
5 a	1180	39	1880
6 a	1200	40	1920
7 a	1230	41	1960

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ง.1 X-ray spectrum ของดินเกาลิน (บริษัทอิงลิช ไชน่า เคลย์)

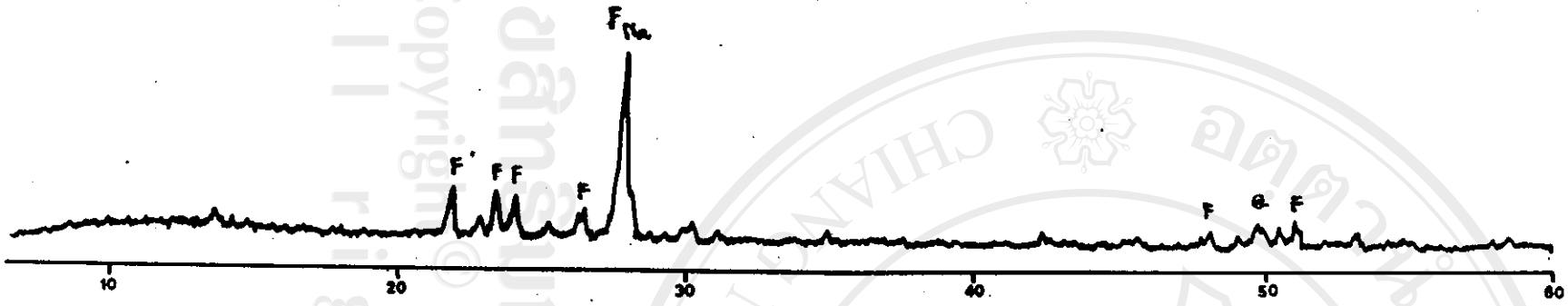


รูป ง.2 X-ray spectrum ของควอตซ์ (บริษัทเคลย์ แอนด์ มิเนอรัล จำกัด)

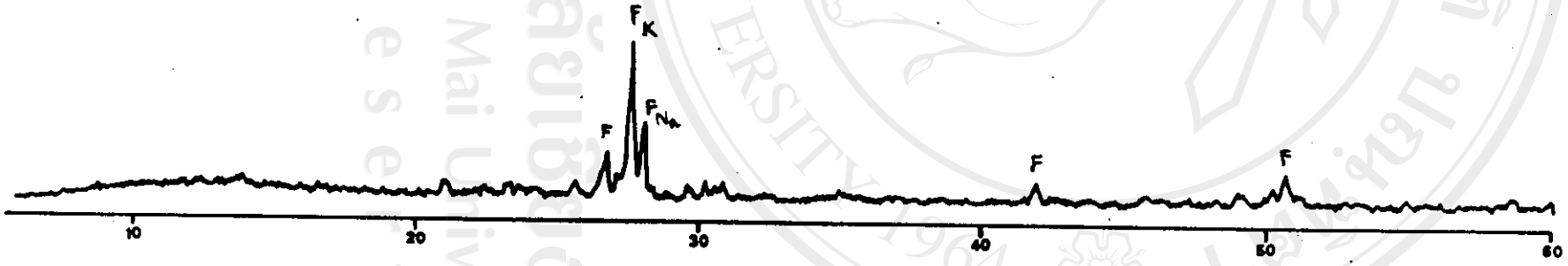
K = Kaolin Q = Quartz

F = Feldspar F_{Na} = Sodium Feldspar F_K = Sodium Feldspar

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูป ง.3 X-ray spectrum ของเฟลสปาร์ (บริษัทเคลย์ แอนด์ มิเนอรัล จำกัด)



รูป ง.4 X-ray spectrum ของไปแตสเฟลสปาร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ง

Table of ceramics raw material[2]

Common Ceramic Raw Materials

Material	Raw Formula	Compound Molecular Weight	Equivalent Weight	Fired Formula
aluminum hydroxide	$Al_2(OH)_6$	156	156	Al_2O_3
antimony oxide	Sb_2O_3	292	292	Sb_2O_5
barium carbonate	$BaCO_3$	197	197	BaO
bone ash (calcium phosphate)	$Ca_3(PO_4)_2$	310	103	CaO
boric acid	$B_2O_3 \cdot 3\ H_2O$	124	124	B_2O_3
borax	$Na_2O \cdot 2\ B_2O_3 \cdot 10\ H_2O$	382	382	$Na_2O \cdot 2\ B_2O_3$
calcium borate (colemanite, gerstley borate)	$2\ CaO \cdot 3\ B_2O_3 \cdot 5\ H_2O$	412	206	$2\ CaO \cdot 3\ B_2O_3$
calcium carbonate (whiting)	$CaCO_3$	100	100	CaO
chromic oxide	Cr_2O_3	152	152	Cr_2O_3
cobalt carbonate	$CoCO_3$	119	119	CoO
cobalt oxide, black	Co_3O_4	241	80	CoO
copper carbonate	$CuCO_3$	124	124	CuO
copper oxide, green (cupric)	CuO	80	80	CuO
copper oxide, red (cuprous)	Cu_2O	143	80	CuO
Cornwall stone[a]	$(1\ RO \cdot 1.16\ Al_2O_3 \cdot 8.95\ SiO_2)$	652	652	same
cryolite	$Na_3 \cdot AlF_6$	210	420	$3\ Na_2O \cdot Al_2O_3$
dolomite	$CaCO_3 \cdot MgCO_3$	184	184	$CaO \cdot MgO$
feldspar, potash	$K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2$	557	557	same
feldspar, soda	$Na_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6\ SiO_2$	524	524	same
kaolin (china clay)	$Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2 \cdot 2\ H_2O$	258	258	$Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2$
kaolin (calcined)	$Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2$	222	222	$Al_2O_3 \cdot 2\ SiO_2$
iron chromate	$FeCrO_4$	172	172	$FeCrO_4$
iron, oxide, red (ferric)	Fe_2O_3	160	160	Fe_2O_3
iron oxide, black (ferrous)	FeO	72	72	FeO
flint (quartz, silica)	SiO_2	60	60	SiO_2
fluorspar (calcium fluoride)	CaF_2	78	78	CaO
lead carbonate (white lead)	$2\ PbCO_3 \cdot Pb(OH)_2$	775	258	PbO
lead monosilicate	$3\ PbO \cdot 2\ SiO_2$	789	263	same
lead oxide (litharge)	PbO	223	223	PbO
lead oxide, red	Pb_3O_4	685	228	PbO

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Common Ceramic Raw Materials—*continued*

Material	Raw Formula	Compound Molecular Weight	Equivalent Weight	Fired Formula
lepidolite	$LiF{\cdot}KF{\cdot}Al_2O_3{\cdot}3\ SiO_2$	356	356	same
lithium carbonate	Li_2CO_3	74	74	Li_2O
magnesium carbonate	$MgCO_3$	84	84	MgO
manganese carbonate	$MnCO_3$	115	115	MnO
manganese dioxide (black)	MnO_2	87	87	MnO
manganese oxide (greenish)	MnO	71	71	MnO
nepheline syenite[b]	$1\ RO{\cdot}1.04\ Al_2O_3{\cdot}4.53\ SiO_2$	447	447	same
nickel oxide, green	NiO	75	75	NiO
nickel oxide, black	Ni_2O_3	166	83	NiO
petalite	$Li_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}8\ SiO_2$	197	197	same
plastic vitrox[c]	$1\ RO{\cdot}1.69\ Al_2O_3{\cdot}14.64\ SiO_2$	1139	1139	same
potassium carbonate (pearl ash)	K_2CO_3	138	138	K_2O
pyrophyllite	$Al_2O_3{\cdot}4\ SiO_2{\cdot}H_2O$	360	360	$Al_2O_3{\cdot}4\ SiO_2$
sodium bicarbonate	$NaHCO_3$	84	168	Na_2O
sodium carbonate (soda ash)	Na_2CO_3	106	106	Na_2O
spodumene	$Li_2O{\cdot}Al_2O_3{\cdot}4\ SiO_2$	372	372	same
talc (steatite)	$3\ MgO{\cdot}4\ SiO_2{\cdot}H_2O$	379	126	$3\ MgO{\cdot}4\ SiO_2$
tin oxide (stannic oxide)	SnO_2	151	151	SnO_2
titanium dioxide (rutile impure TiO_2)	TiO_2	80	80	TiO_2
wollastonite	$Ca{\cdot}SiO_3$	116	116	same
zinc oxide	ZnO	81	81	ZnO
zirconium oxide	ZrO_2	123	123	ZrO_2

[a]formula for Cornwall stone

K_2O	0.4453	Al_2O_3	1.0847	SiO_2	7.796
Na_2O	0.2427	Fe_2O_3	0.0065		
CaO	0.1873				
MgO	0.0821		*Mol. weight* 652		
CaF_2	0.0421				

[b]formula for nepheline syenite

Na_2O	0.713	Al_2O_3	1.04	SiO_2	4.53
K_2O	0.220				
CaO	0.056		*Mol. weight* 447		
MgO	0.011				

[c]formula for plastic vitrox

CaO	0.045	Al_2O_3	1.693	SiO_2	14.634
MgO	0.058	Fe_2O_3	0.005		
Na_2O	0.054				
K_2O	0.842		*Mol. weight* 1139.40		

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ผนวก ฉ

การคำนวณหาส่วนผสมของน้ำเคลือบ

(1) **การคำนวณจากสูตรเซเกอร์**

เพื่อหาส่วนผสมของเคลือบ โดยถือว่าวัตถุดิบบริสุทธิ์จากสูตรเซเกอร์

$$\left.\begin{array}{ll} 0.15 & KNaO \\ 0.55 & CaO \\ 0.20 & BaO \\ 0.10 & ZnO \end{array}\right\} 0.25\ Al_2O_3 \cdot 2.5\ SiO_2$$

$+ CuCO_3$ 1.5%

SnO_2 3.0%

Bone ash 2.0%

กำหนดมวลโมเลกุล ของวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนผสมเคลือบ

ชื่อสาร	มวลโมลเลกุล	สูตรโมเลกุล
เฟลสปาร์	556.8	$KNaO.Al_2O_3.6SiO_2$
ดินเกลิน	258.2	$Al_2O_3.2SiO_2.2H_2O$
ควอตซ์	60.1	SiO_2
แคลเซียมคาร์บอเนต	100.0	$CaCO_3$
แบเรียมคาร์บอเนต	197.0	$BaCO_3$
ซิงค์ออกไซด์	81.4	ZnO

0.15 โมลของเฟลสปาร์ KNaO 0.15 โมล, Al_2O_3 0.15 โมล และ SiO_2 0.15 x 6 โมล

0.55 โมลของ Al_2O_3 ได้จากเฟลสปาร์ 0.15 โมล ดังนั้นที่เหลือได้จากดินเกาลินอีก = 0.25 - 0.15 = 0.10 โมล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.50 โมลของ SiO_2 ได้จากเฟลสปาร์ = 0.15 x 6 = 0.90 โมล

ได้จากดินเกาลินอีก = 0.10 x 2 = 0.20 โมล

ดังนั้นที่เหลือได้จากควอตซ์ = 4.0 - 2.4 - 0.3 = 1.40 โมล

0.55 โมลของ CaO ได้จากการสลายตัวของ $CaCO_3$

ดังนั้นใช้แคลเซียมคาร์บอเนต 0.55 โมล

0.20 โมลของ BaO ได้จากการสลายตัวของ $BaCO_3$

ดังนั้นจึงใช้แบเรียมคาร์บอเนต 0.25 โมล

0.10 โมลของ ZnO ได้จาก ZnO

ดังนั้นจึงใช้ซิงค์ออกไซด์ 0.25 โมล

เปลี่ยนจำนวนโมลของวัตถุดิบแต่ละตัวให้น้ำหนักเป็นกรัม โดยเอาจำนวนโมลคูณกับมวลโมเลกุล ดังนี้

เฟลสปาร์	=	0.15 x 556.8	=	83.52	กรัม
ดินเกาลิน	=	0.10 x 258.2	=	25.82	กรัม
ควอตซ์	=	1.40 x 60.1	=	84.14	กรัม
$CaCO_3$	=	0.55 x 100.1	=	35.06	กรัม
$BaCO_3$	=	0.20 x 197.4	=	39.48	กรัม
ZnO	=	0.10 x 81.4	=	8.14	กรัม

ซึ่งวัตถุดิบแต่ละตัวจะคิดเป็นอัตราส่วนผสมในเคลือบ 100 กรัม ได้ดังนี้

เฟลสปาร์ (โพแตส)	=	28.20 %
ดินเกาลิน (E.C.C)	=	8.71 %
ควอตซ์ (เคลย์มิน)	=	28.41 %
$CaCO_3$	=	18.60 %
$BaCO_3$	=	13.33 %
ZnO	=	2.75 %

ปริมาณของ add out percent คือ

$CuCO_3$	=	1.5 %
SnO_2	=	3.0 %
Bone ash	=	2.0 %

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) <u>การคำนวณจากสูตรน้ำเคลือบที่ทราบส่วนผสม</u>

เพื่อคำนวณสูตรเซเกอร์

จากสูตรน้ำเคลือบซึ่งมีส่วนผสมโดยน้ำหนักเป็น

เฟลสปาร์	26.5	ส่วน
ดินเกาลิน	8.2	ส่วน
ควอตซ์	26.7	ส่วน
$CaCO_3$	17.5	ส่วน
$BaCO_3$	12.5	ส่วน
ZnO	2.6	ส่วน

และเติม $CuCO_3$ 1.5 %, SnO_2 3.0 %, Bone ash 2.0 %

คิดเป็นเปอร์เซนต์ได้ดังนี้

เฟลสปาร์	=	28.19 %
ดินเกาลิน	=	8.72 %
ควอตซ์	=	28.40 %
$CaCO_3$	=	18.62 %
$BaCO_3$	=	13.30 %
ZnO	=	2.77 %

คิดจำนวนโมลโดยเอามวลโมเลกุลไปหารน้ำหนักเป็นกรัมของวัตถุดิบแต่ละตัวในเคลือบ 100 กรัม ได้ดังนี้

เฟลสปาร์ 28.19 %	จะมี	$KNaO$	= 28.19 / 556.8	= 0.051	โมล
		Al_2O_3	= 28.19 / 556.8	= 0.051	โมล
		SiO_2	= 28.19 x 6 / 556.8	= 0.051	โมล
ดินเกาลิน 8.72 %	จะมี	Al_2O_3	= 8.72 / 258.2	= 0.033	โมล
		SiO_2	= 8.72 x 2 / 258.2	= 0.067	โมล
ควอตซ์ 28.40 %	จะมี	SiO_2	= 28.40 / 60.1	= 0.472	โมล
$CaCO_3$ 18.62 %	จะมี	CaO	= 18.62 / 100.1	= 0.186	โมล
$BaCO_3$ 13.30 %	จะมี	BaO	= 13.30 / 197.4	= 0.067	โมล
ZnO 2.77 %	จะมี	ZnO	= 2.77 / 81.4	= 0.034	โมล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รวมจำนวนโมลของน้ำเคลือบหลัก คือ KNaO, CaO, BaO และ ZnO ได้ 0.338 โมล แล้วทำผลรวมจำนวนโมลของน้ำเคลือบหลักให้เป็น 1.00 โมล จะได้ดังนี้

$KNaO = 0.051 / 0.338 = 0.15$ โมล

$CaO = 0.186 / 0.338 = 0.55$ โมล

$BaO = 0.067 / 0.338 = 0.20$ โมล

$ZnO = 0.034 / 0.338 = 0.10$ โมล

$Al_2O_3 = 0.084 / 0.338 = 0.25$ โมล

$SiO_2 = 0.842 / 0.338 = 2.50$ โมล

ซึ่งเขียนเป็นสูตรเซเกอร์ ได้ดังนี้

0.15 KNaO
0.55 CaO
0.20 BaO
0.10 ZnO

$\}$ $0.25\ Al_2O_3 \cdot 2.5\ SiO_2$

+ $CuCO_3$ 1.5%

SnO_2 3.0%

Bone ash 2.0%

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ประวัติการศึกษา

ชื่อ นางสาวพูนสุข เกลี้ยงช่วย

วัน เดือน ปีเกิด 6 พฤศจิกายน พ.ศ.2503

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีการศึกษาที่จบ
มัธยมศึกษาตอนปลาย (ม.ศ.5)	โรงเรียนสภาราชินี จ.ตรัง	2520
วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ศึกษาศาสตร์)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี จ.ปัตตานี	2524

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานมาจนถึงปัจจุบัน

อาจารย์ 1 ระดับ 3 โรงเรียนกันตังพิทยากร อ.กันตัง จ.ตรัง ช่วยราชการ โรงเรียนปะเหลียนผดุงศิษย์ อ.ปะเหลียน จ.ตรัง ปี 2528 ถึงปัจจุบัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved