รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ณัฐศิษฐ์ ไทยตระกูล. 2528. บทบาทของแบคทีเรียในการหมักแอลกอฮอล์ทางอุตสาหกรรม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2524. ศึกษาการผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างโดยใช้ลูกแป้งและเชื่อบริสุทธิ์ของรา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วราวุฒิ ครูส่ง. 2529. เทคโนโลยีชีวภาพ. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สมบูรณ์ ผู้พัฒน์. 2526. การผลิตแอลกอฮอล์จากข้าวฟ่างหวาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

Bott,B., Jones,T.A., and Mann,B.1984.The detection and measurement of CO using ZnO single crystals. Sensors and Actuators. 5: 65-73.

Coles,G.S.V., and Gallagher,K.J. 1985. Fabrication and preliminary tests on tin (IV) oxide-based gas sensors. Sensors and Actuators. 7: 89-96.

Figaro Engineering Inc. 1991. Figaro Gas Sensor.

Fukui,K. 1989. Alcohol selective gas sensor.U.S.Pat. 4,849,180.

Heiland,G. 1982. Homogeneous semiconducting gas sensors. Sensors and Actuators. 2: 343-361.

Kanefusa,S., Nitta, M., and Haradome,M. 1985. High sensitivity H_2S gas sensor. J. Electrochemical Society. 132(7): 1770-1773.

_____. Nitta, M., and Haradome,M. 1988. H_2S gas detection by ZrO_2-doped SnO_2. IEEE Transactions on Electron Devices. ED35(1): 65-69.

Lalauze,R., and Pijolat,C. 1984. A new approach to selective detection of gas by an SnO_2 solid-state sensor.Sensors and Actuators. 5: 55-63.

Lee,D.D., and Chung,W.Y. 1989. Gas-sensing characteristics of SnO_{2-x} thin film with added Pt fabricated by dipping methode. Sensors and Actuators. 20: 301-305.

_____. Chung,W.Y., and Sohn,B.K. 1992. High sensitivity and selectivity methane gas sensors doped with Rh as a catalyst. Technical Digest of 4th International Meeting on Chemical Sensors. : 298-301.

Low,H., Sulz,G., Lacher,M., Kuhner,G., Uptmoor,G., Reiter,H. and Steiner,K. 1992. Thin-film In-doped V-catalysed SnO_2 gas sensors. Sensors and Actuators. B9: 215-219.

Maekawa,T., Tamaki,J., Miura,N., Yamazoe,N.,and Matsushima,S. 1992 Development of SnO_2-based ethanol gas sensor. Sensors and Actuators. B9: 63-69.

Mandenius,C.F., Mattiasson,B., Axelsson,J.P., and Hargander,P. 1987. Control of an ethanol fermentation carried out with alginate entrapped *Saccharomyces cerevisiae*. Biotechnology and Bioengineering. 29: 941-949.

Matsushima,S., Maekawa,T., Tamaki,J., Miura,N.,and Yamazoe,N. 1992 New methods for supporting palladium on a tin oxide gas sensor. Sensors and Actuators. B9: 71-78.

Matsuura,S. 1992. New development and application of gas sensor in japan. Technical Digest of 4th International Meeting on Chemical Sensors. : 6-11.

McCormac,B.M. 1971. Introduction to the scientific study of atmospheric pollution. Dordrecht : D. Reidel Publishing Company.

Mizuno,N., Yoshioka,T., and Iwamoto,M. 1992. CO_2 sensing characteristics of SnO_2 element modified by La_2O_3. Technical Digest of 4th International Meeting on Chemical Sensors. : 542-545.

Morrison,R.S. 1982. Semiconductor gas sensors. Sensors and Actuators. 2: 329-341.

Nitta,M., Kanefusa,S., and Haradome,M. 1976. Propane gas detector using SnO_2 doped with Nb, V, Ti, or Mo. J. Electrochemical Society. 125(10): 1676-1679.

Oyabu,T. 1982. Sensing characteristics of SnO_2 thin film gas sensor. J. Appl. Phys. 53(4): 2785-2787.

Reddy,M.H.M., and Chandorkar,A.N. 1992. Response study of electron-beam evaporated thin-film tin oxide gas sensors. Sensors and Actuators. B9: 1-8.

Romppainen,P., Torvela,H., Vaananen,J. and Leppavuori,S. 1985. Effect of CH_4, SO_2, and NO on the CO response of an SnO_2-based thick film gas sensor in combustion gases. Sensors and Actuators. 8: 271-279.

Seiyama,T., Kato,a., Fujiishi,K., and Nagatani,M. 1962. A new detector for gaseous components using semiconductive thin films. Analytical Chemistry. 34(11): 1502-1503.

Tamaki,J., Maekawa,T., Miura,N., and Yamazoe,N. 1992. CuO-SnO_2 element for highly sensitive and selective detection of H_2S. Sensors and Actuators. B9: 197-203.

Tianshu,Z., Yesheng,S.,and Mingrong,J. 1992. Preparation,structure and gas sensing properties of ultramicro powder $ZnSnO_3$ and $ZnSnO_4$. Technical Digest of 4th International Meeting on Chemical Sensors. : 156-159.

Vorlop,K.D., Becke,J.W., and Klein,J. 1983. On-line measurement of ethanol with a GAS-SENSOR-DIP-ELECTRODE. Biotechnology Letters. 5(8): 509-514.

Windischman,H., and Mark,P. 1979. A model for the operation of a thin-film SnO_x conductance - modulation carbon monoxide sensor. J. Electrochemical Society. 126(4): 627-633.

Xu,D., Tang,S., and Xu,J. 1992. The effect of doping methodes on gas sensing properties of tin oxide film. Technical Digest of 4th International Meeting on Chemical Sensors. : 40-43.

Yasunaga,S., Sunahara,S., and Ihokura,K. 1986. Effects of tetraethylorthosilicate binder on the characteristics of an SnO_2 ceramic-type semiconductor gas sensor. Sensors and Actuators. 9: 1986.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

ตัวอย่างวิธีการวัดปริมาณแอลกอฮอล์

ในที่นี้จะยกตัวอย่างวิธีการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ 3 แบบ ดังต่อไปนี้คือ

1. วิธีการของ Amerine และOugh ซึ่ง สมบูรณ์ ผู้พัฒน์(2526) ได้นำมาใช้หาปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากหมักข้าวฟ่างหวาน โดยมีวิธีการดังต่อไปนี้

วิธีการนี้อาศัยไดโครเมตไปออกซิไดส์แอลกอฮอล์ ในสภาพที่เป็นกรด(H_2SO_4) ให้กลายเป็นกรดอะซิติก ดังสมการ

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3C_2H_5OH + 16H^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3COOH + 11H_2O$$

ไดโครเมตที่เหลือจะถูกรีดิวส์ โดยการไตเตรทกับเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต โดยใช้สารละลาย 1,10-phenanthroline-ferrous เป็นอินดิเคเตอร์ ดังสมการ

$$Cr_2O_7^{-2} + 6Fe^{2+} + 14H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 6Fe^{3+} + 7H_2O$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>สารเคมีที่ใช้</u>

ก. สารละลายไดโครเมต เตรียมสารละลายกรด 400 มล.โดยใช้กรดซัลฟูริคชนิดเข้มข้น 325มล. ในบีกเกอร์ขนาด 1 ลิตร ทิ้งไว้จนอุณหภูมิเหลือประมาณ 80-90^{o}c ใส่โปแทสเซียมไดโครเมต($K_2Cr_2O_7$)33.768 กรัม กวนจนละลายทิ้งไว้จนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วปรับปริมาตรด้วยฟลาสก์ตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ข. สารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟต เตรียมโดยละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตเฮคซาไฮเดรต [$FeSO_4(NH_4)_2SO_4 \cdot 6H_2O$] 135.5 กรัม ละลายน้ำกลั่น

500มล.ที่อยู่ในฟลาสก์ตวงปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมกรดซัลฟูริคชนิดเข้มข้น 30มล. เขย่าให้เข้ากัน แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ค. สารละลาย 1,10-phenanthrolineferrous sulfate indicator เตรียมโดยชั่ง $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.695 กรัม ละลายในน้ำกลั่นประมาณ 50 มล. ในฟลาสก์ตวงปริมาตร100มล. จากนั้นเติม 1,10-phenanthroline 1.485 กรัม เขย่าให้ละลาย แล้วเติมน้ำกลั่นให้ครบปริมาตร 100มล.

วิธีการ

การกลั่นแอลกอฮอล์ใช้ microdistillation apparatus โดยปิเปตสารสารละลายไดโครเมต 25มล. ใส่ในฟลาสก์ขนาด 50 มล. นำไปรองรับ distillate โดยให้ปลายเครื่องควบแน่นของเครื่องกลั่นจุ่มในสารละลายไดโครเมต ปิเปตตัวอย่างที่ต้องการหาปริมาณแอลกอฮอล์1มล. ใส่ลงในหลอดแก้วสำหรับกลั่น ล้างตัวอย่างที่ติดอยู่ลงไปในหลอดแก้ว ด้วยน้ำกลั่นหลายๆครั้ง จนมีปริมาตรน้ำ 3 เท่าของปริมาตรของหลอดจะกลั่น ปิดท่อที่เติมตัวอย่างและปล่อยให้ไอน้ำกลั่นแอลกอฮอล์ จนกระทั่งปริมาตรของของเหลวภายในฟลาสก์ที่รองรับ distillate ได้ประมาณ 20มล. ล้างปลายก้านเครื่องควบแน่นด้วยน้ำกลั่น นำฟลาสก์ออกมาปิดจุกด้วยคอร์ก แล้วนำไปแช่ใน water bath อุณหภูมิ 60^oc นาน 20-25 นาที การออกซิไดส์จะสมบูรณ์ ถ่ายลงในฟลาสก์ก้นแบนขนาด 500มล. โดยใช้น้ำกลั่นฉีดล้างให้สะอาดประมาณ 2-3ครั้ง แล้วนำไปไตเตรทกับสารละลายเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตจนมีสีเขียว หยด indicator ลงไป 3 หยด ไตเตรทจนกระทั่งถึง end point โดยสังเกตสีจะเปลี่ยนจากเขียวเป็นสีน้ำตาลม่วง

การคำนวณ

แอลกอฮอล์ (มล./100มล.) = 25-(25A/B)

หรือ แอลกอฮอล์ (กรัม/100 มล.) = (25-(25A/B))0.7933

โดยที่ A = ปริมาตรของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับ ไดโครเมตที่เหลือจากการทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ เป็น มล.

B = ปริมาตรของเฟอรัสแอมโมเนียมซัลเฟตที่ใช้ไตเตรทกับ blank เป็น มล.

2. การหาปริมาณแอลกอฮอล์ในเหล้าองุ่น โดยวิธีของ Massel โดยการใช้ hydrometer ซึ่ง เยาวลักษณ์ สุรพันธ์นิศิษฐ์(2524) ได้นำวิธีการนี้มาวัดปริมาณแอลกอฮอล์ที่ได้จากการหมักข้างฟ่างโดยใช้ลูกแป้งและเชื้อบริสุทธิ์ของรา

<u>วิธีการ</u>

2.1. ดูดไวน์ 200 มล. หรือนำไวน์ใส่ใน volumetric flask 100 มล.

2.2 เทไวน์ลงในขวดกลั่น ใช้น้ำกลั่นล้าง volumetric flask ที่ใช้ตวง 3 ครั้ง ครั้งละ 15 มล. และเทน้ำล้างนี้ลงไปในขวดกลั่นด้วย

2.3. ใส่วัตถุกันเดือด(boiling chip) ลงในขวดกลั่นเล็กน้อยเพื่อป้องกันการกระเด็นในระหว่างการกลั่น ถ้าไวน์มี alcoholic acid อยู่มากกว่า 0.1 มล. ต่อ 100 มล. ต้องทำให้ไวน์มีสภาพเป็นกลางด้วยด่าง NaOH เข้มข้น 2 นอร์มัล เพราะกรดน้ำส้มสายชูที่มีอยู่ จะมีผลกระทบกระเทือนต่อการกลั่น ใช้ phenolpthalein เป็น indicator ในการทำให้ไวน์เป็นกลาง

2.4. จัดขวดกลั่นให้เข้าเครื่องกลั่น กลั่นให้ได้แอลกอฮอล์และน้ำออกมาประมาณ 95 มล.

2.5. ปรับปริมาตร distillate ที่ได้ให้เป็น 100 มล.ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮท์

2.6. ล้างกระบอกตวงที่จะใช้วัดแอลกอฮอล์ด้วย distillate เล็กน้อยจากนั้นเท distillate ลงในกระบอกตวง และใช้ alcohol hydrometer ในการวัดหาเปอร์เซ็นต์แอลกอฮอล์

3. การหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้แก๊สโครมาโตกราฟี ในที่นี้จะยกตัวอย่างวิธีการของ Komagata และ Ohmomo ซึ่ง ณัฐศิษฐ์ ไทยตระกูล(2528) ได้นำมาใช้ในการวัดปริมาณแอลกอฮอล์ สำหรับการศึกษาบทบาทของแบคทีเรียในการหมักแอลกอฮอล์ทางอุตสาหกรรม

<u>วิธีวิเคราะห์แอลกอฮอล์</u>

วิธีวิเคราะห์แอลกอฮอล์โดยใช้ gas chromatograph (Shimadzu RI-A, Japan)

3.1 เตรียมสารละลายเอท านอลมาตรฐาน 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรโดยใช้ absolute ethanol 5 มิลลิลิตรใส่ใน volumetric flask 50 มิลลิลิตรและปรับให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น ต่อจากนั้นเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 2 และ 8 เปอร์เซ็นต์

3.2 เตรียม internal standard โดยใช้โพรพานอล 5 มิลลิลิตร ใส่ใน volumetric flask 50 มิลลิลิตร ปรับให้ได้ปริมาตร 50 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

3.3 เตรียม standard ethanal โดยปิเปตเอทานอลที่ความเข้มข้น 2 และ8 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ระดับความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดสอบปิเปตโพรพานอลเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร ใส่ลงในหลอดที่มีเอทานอลระดับต่างๆ หลอดละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันฉีดเข้า gas chromatograph (Shimadzu Rl-A, Japan)ในปริมาณ 0.2 ไมโครลิตร บันทึกความเข้มข้นและ retention time ของเอทานอล และโพรพานอลไว้ในหน่วยความจำของ recorder

condition ของ gas chromatograph ที่ใช้คือ

packing material : support เป็น shimalite ที่เคลือบด้วย 10 เปอร์เซ็นต์ของ polyethylene glycol 20 M ขนาด 60 ถึง 80 mesh บริษัท Shimadzu

glass column size : ID 3.0 มิลลิลิตร ยาว 2.0 เมตร

column temperature : 85 องศาเซลเซียส

injection temperature : 135 องศาเซลเซียส

carrier gas : ไนโตรเจน 50 มิลลิลิตรต่อนาที

detector : FID

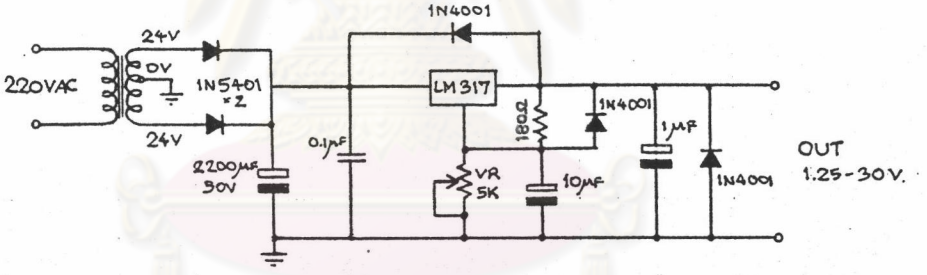
3.4 การเตรียมตัวอย่างกากน้ำตาล โดยปั่นแยกเอาเซลยีสต์ออก นำส่วนใส (supernatant)มา 1 มิลลิลิตรใส่หลอดทดสอบเติมโพรพานอล 10เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร จำนวน 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ฉีดของผสมที่ได้ปริมาณ 0.2 ไมโครลิตร เข้า gas chromato graph และอ่านผลความเข้มข้นของเอทานอลในตัวอย่างจาก recorder

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

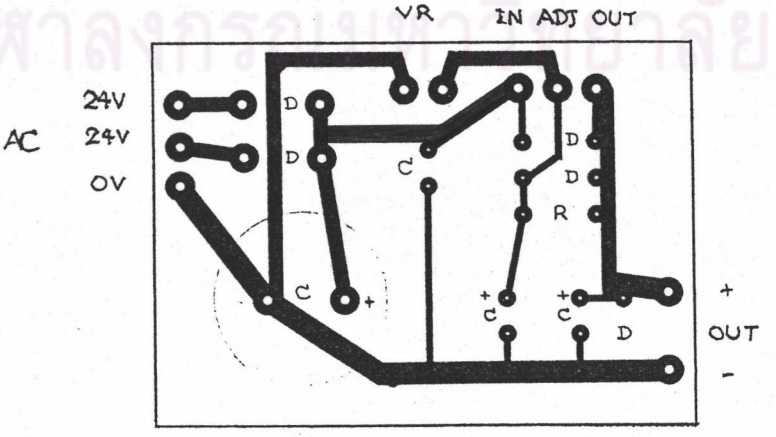
ภาคผนวก ข

แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง

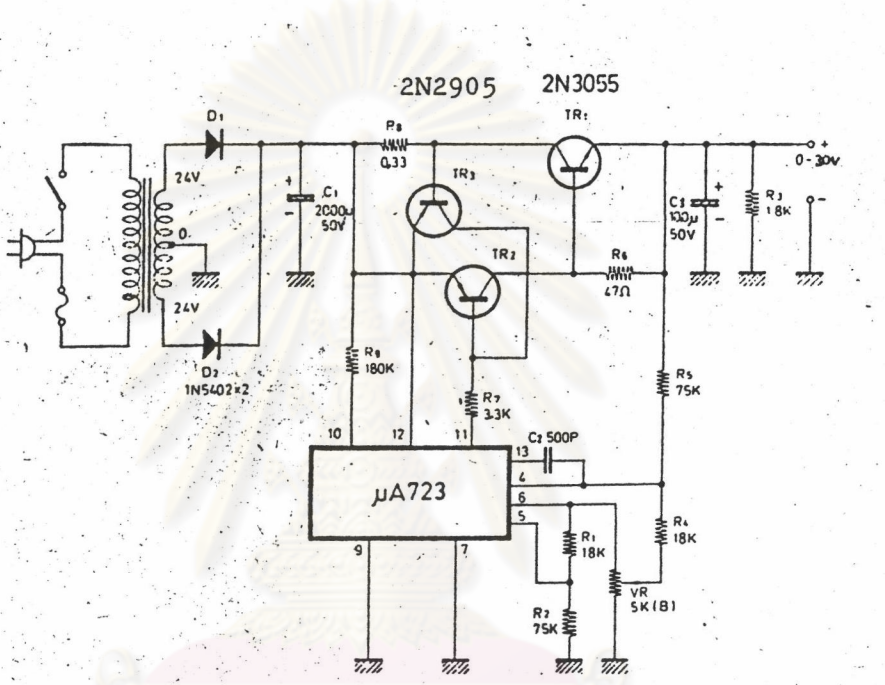
ได้ประกอบแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงขึ้นจำนวน 2 เครื่อง โดยเครื่องแรกสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 1.25 ถึง 30v ซึ่งมีวงจรไฟฟ้าและลายแผ่นวงจรพิมพ์ดังรูปที่ ข.1 และ ข.2 ตามลำดับ ส่วนอีกเครื่องหนึ่งสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ระหว่าง 0 ถึง 30v ซึ่งมีวงจรไฟฟ้าและลายแผ่นวงจรพิมพ์ดังรูปที่ ข.3 และ ข.4 ตามลำดับ



รูปที่ ข.1 ผังวงจรไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงค่าแรงดันชนิดปรับค่าได้ระหว่าง 1.25 ถึง 30v

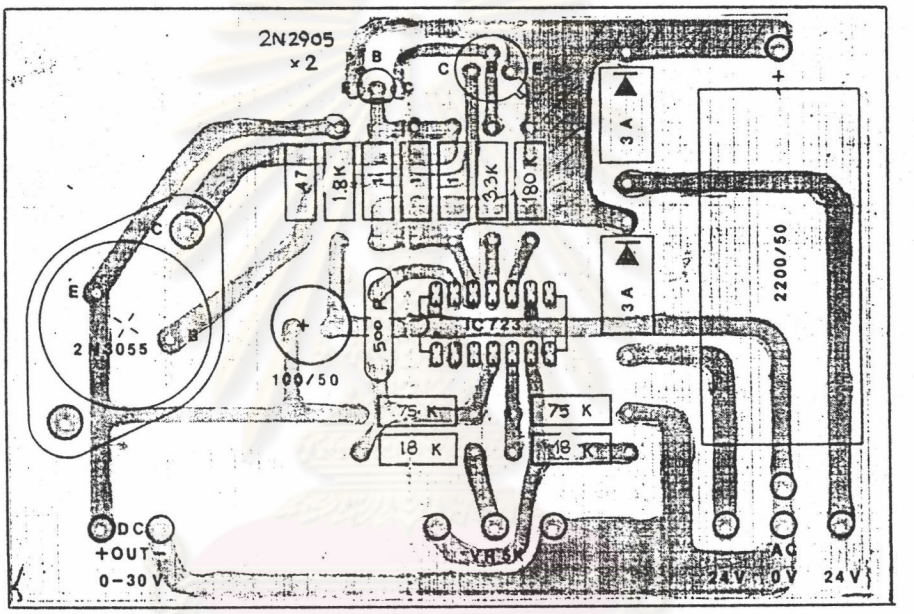


รูปที่ ข.2 ลายแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับวงจรไฟฟ้าในรูป ข.1



รูปที่ ข.3 ผังวงจรไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงคงค่าแรงดันชนิดปรับค่าได้ ระหว่าง 0 ถึง 30v

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



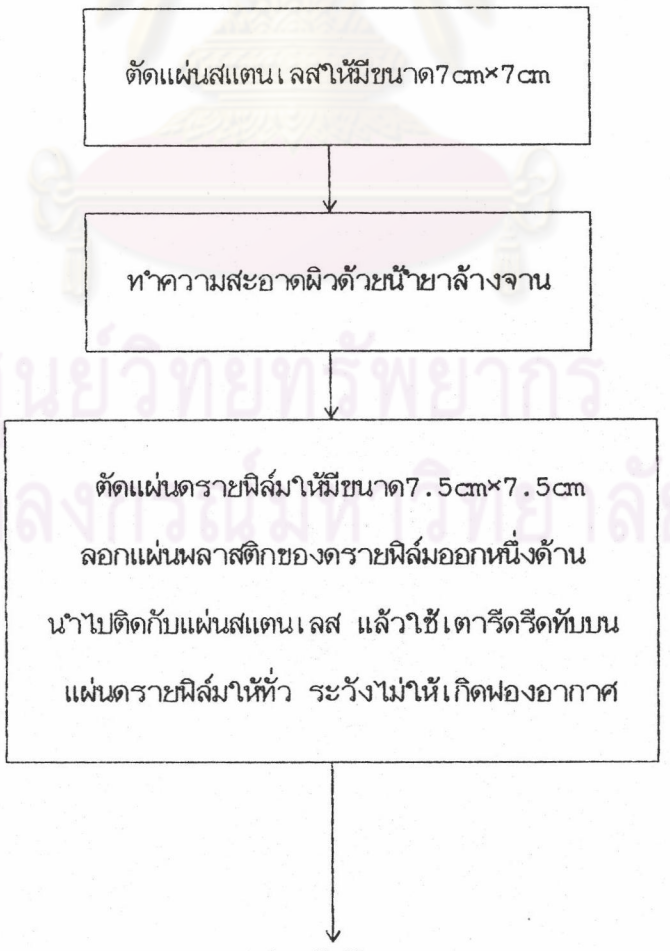
รูปที่ ข.4 ลายแผ่นวงจรพิมพ์สำหรับวงจรไฟฟ้าในรูป ข.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

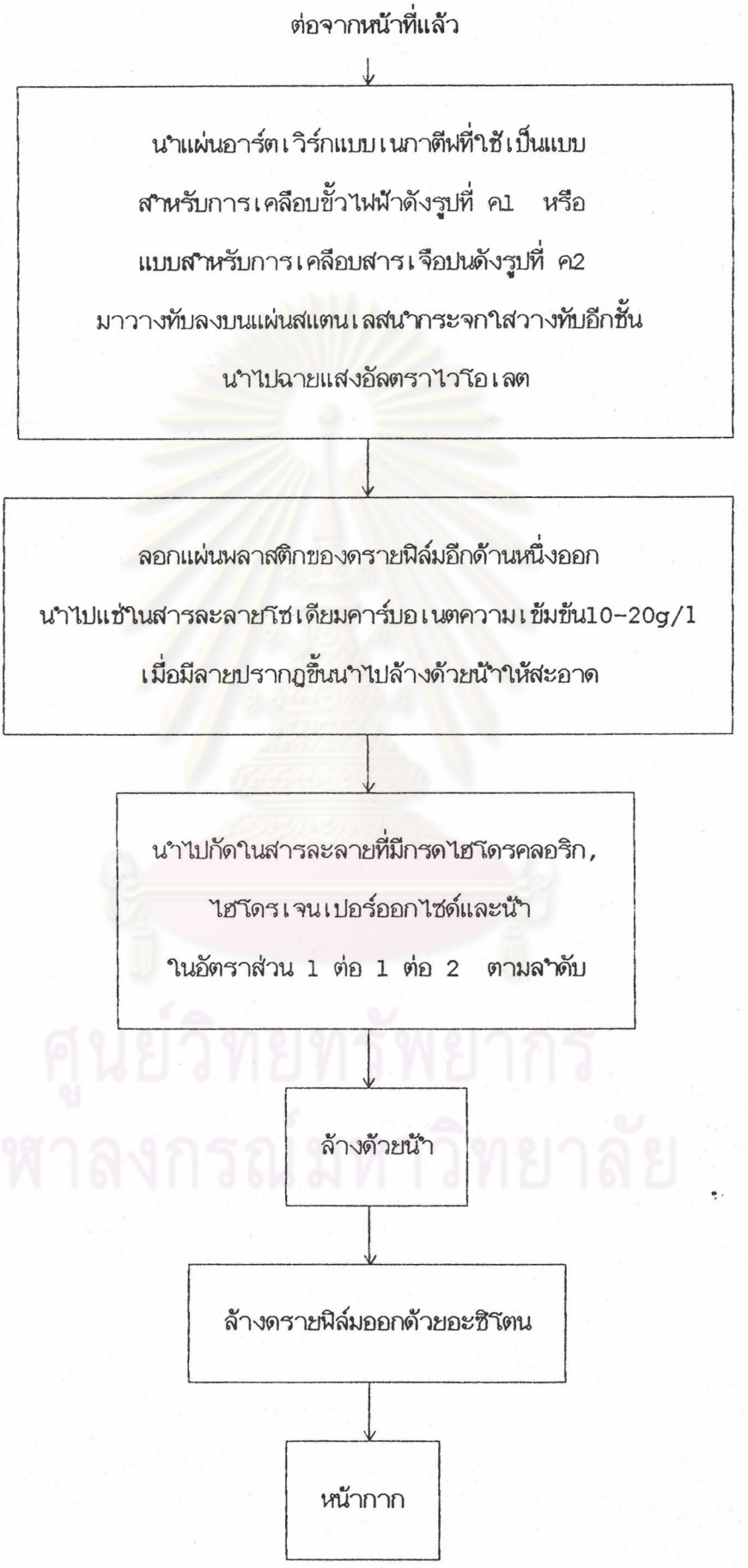
ภาคผนวก ค

การทำหน้ากาก

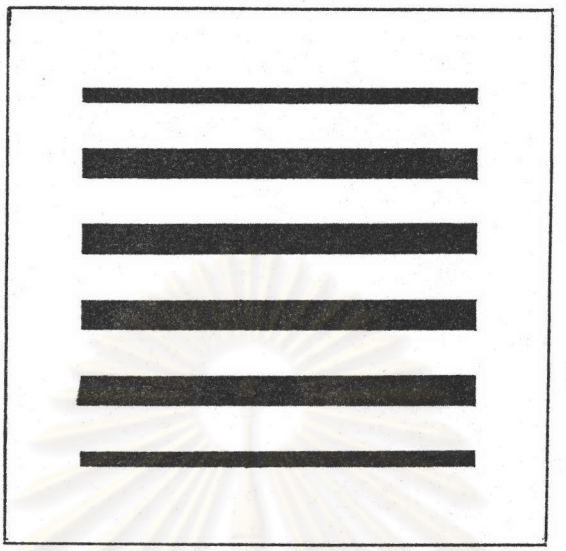
หน้ากากจะใช้สำหรับป้องกันมิให้แผ่นฟิล์มบางดีบุกออกไซด์ ถูกเคลือบทับด้วยแพลทินัมในขณะทำขั้วไฟฟ้า และยังใช้สำหรับป้องกันไม่ให้ขั้วไฟฟ้าแพลทินัม ถูกเคลือบด้วยแคลเซียมออกไซด์หรืออะลูมิเนียม หน้ากากจะสร้างขึ้นจากการใช้แผ่นดรายฟิล์ม(dry film)Ozatec6000 ผลิตโดย Hoechst ซึ่งมีคุณสมบัติคล้ายกับน้ำยาไวแสง สำหรับลอกลายจากแบบอาร์ตเวอร์กลงบนแผ่นสแตนเลสที่มีความหนา 100 ไมครอน เพื่อนำไปกัดในกรดให้มีลวดลายตามแบบอาร์ตเวอร์ก ขั้นตอนต่างๆ ได้สรุปไว้ดังต่อไปนี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค1 แบบสำหรับลอกลายลงบนแผ่นสแตนเลสเพื่อใช้ทำหน้ากากสำหรับการทำช้ำไฟฟ้า

รูปที่ ค2 แบบสำหรับลอกลายลงบนแผ่นสแตนเลสเพื่อใช้ทำหน้ากากสำหรับการเคลือบแคลเซียมออกไซด์ หรืออะลูมิเนียม

ประวัติผู้เขียน

นายเลอศักดิ์ พร้อมสงฆ์ เกิดวันที่ 4 ตุลาคม พ.ศ. 2510 ที่อำเภอพญาไท จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2532 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย