

รายการอ้างอิง



ภาษาไทย

จันทร์เพ็ญ อนุรัตน์านนท์. ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการสำหรับควบคุมต้นทุนการผลิตของ
อุตสาหกรรมเครื่องประดับ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรม
อุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

เจริญ สุนทรวาณิชย์. การวางแผนการผลิตและพัสดุคงคลังสำหรับโรงงานกระดาษเหนียว.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,
2530.

ชุมพล ศฤงคารศิริ. การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2535.

พัชราภรณ์ เผ่าตระกูล. ระบบการจัดการการผลิตในโรงงานสติ๊กเกอร์. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

พิชิต สุขเจริญพงษ์. การจัดการวิศวกรรมการผลิต. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด,
2521.

พิภพ เล้าประจง. ระบบการควบคุมการผลิตเชิงวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพมหานคร :
บริษัท เอเชียเพรส จำกัด, 2535.

สมพล รัตนภิบาล. การบริหารโครงการสำหรับตั้งโรงงานผลิตผลิตภัณฑ์ไฟโรเทคนิค. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.

สมศักดิ์ ตวีสัตย์. การวางแผนการผลิตสำหรับโรงงานผลไม้กระป๋องขนาดกลาง. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.

ภาษาอังกฤษ

Army U.S. Structures to resist the effects of accidental explosion (T.M.No.5.1300). Washington 1969.

Baker W.E. Explosion hazards and evaluation. Amsterdam, 1983.

Calzia J. Les substances explosives et leurs nuisances. Paris, 1969.

Chidlovski A.A. Elements of pyrotechnic. Moscow, 1954. French translation, 1962.

Ellern H. Modern pyrotechnics. New York, 1961.

Groupe de Travail de Pyrotechnie (GPS). Dictionnaire de Pyrotechnie. Paris, 1994.

Lancaster R. Fireworks, Principles and Practice. New York, 1972.

McLain J.H. Pyrotechnics. Philadelphia, 1980.

Schimizu T. Fireworks, the Art, Science and Technique. Austin, 1981.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



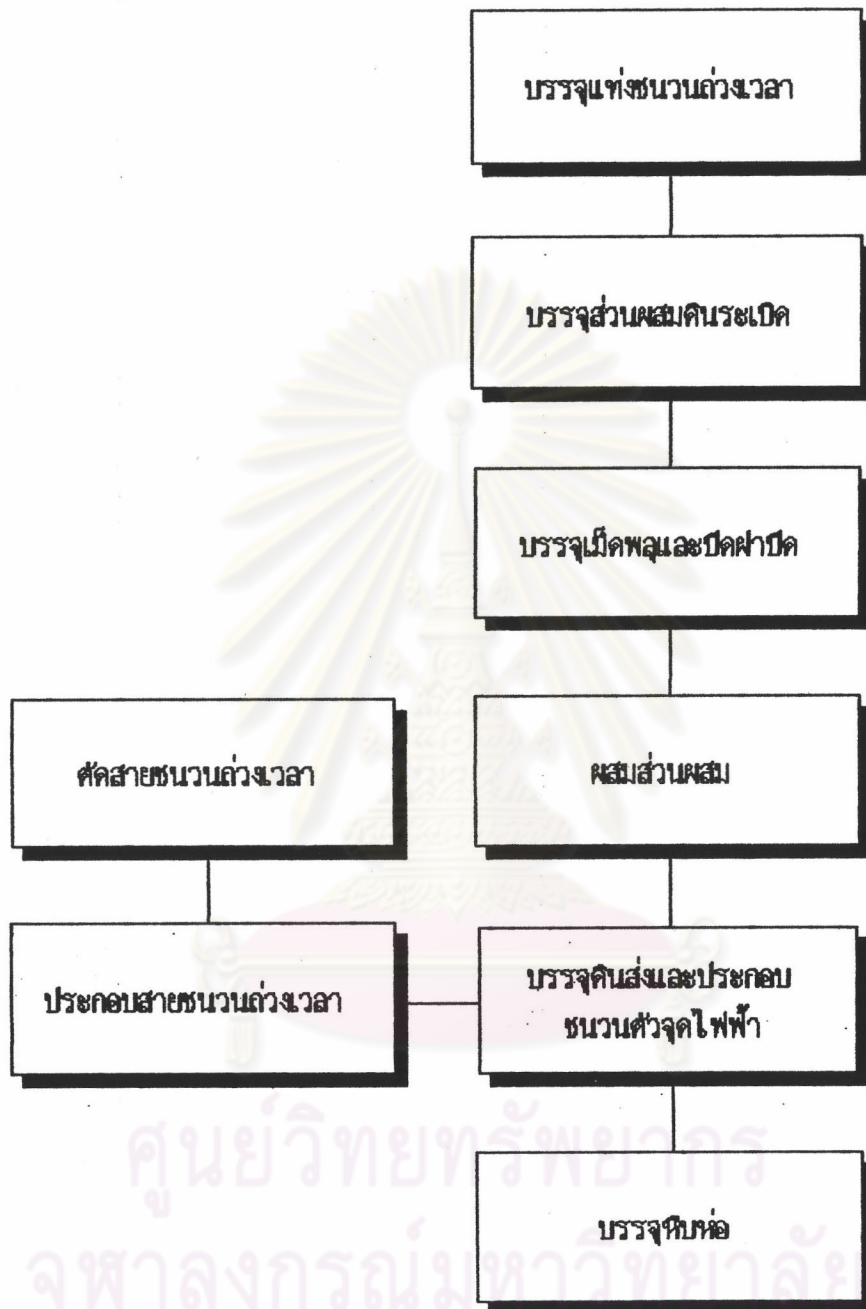
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

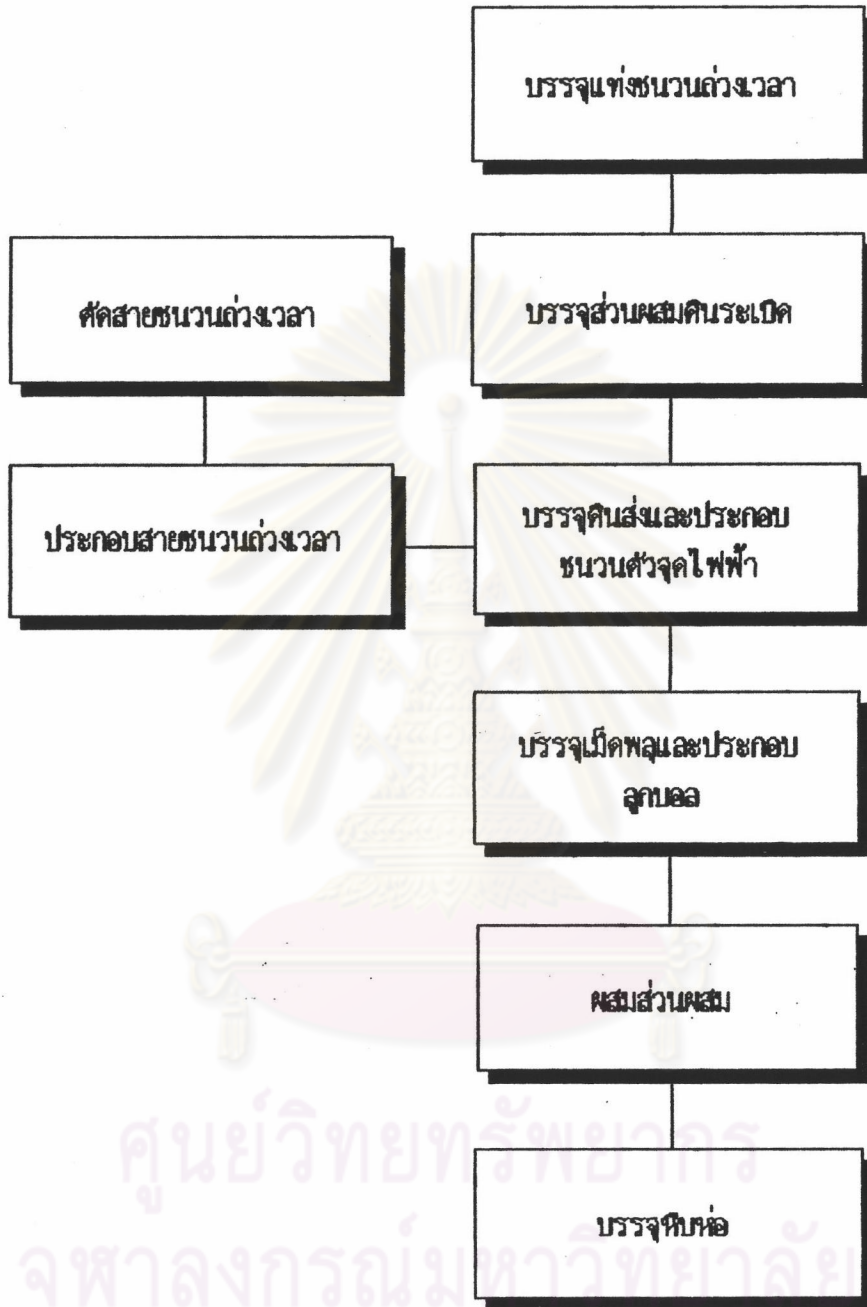


ภาคผนวก ก
แผนผังการประกอบของผลิตภัณฑ์

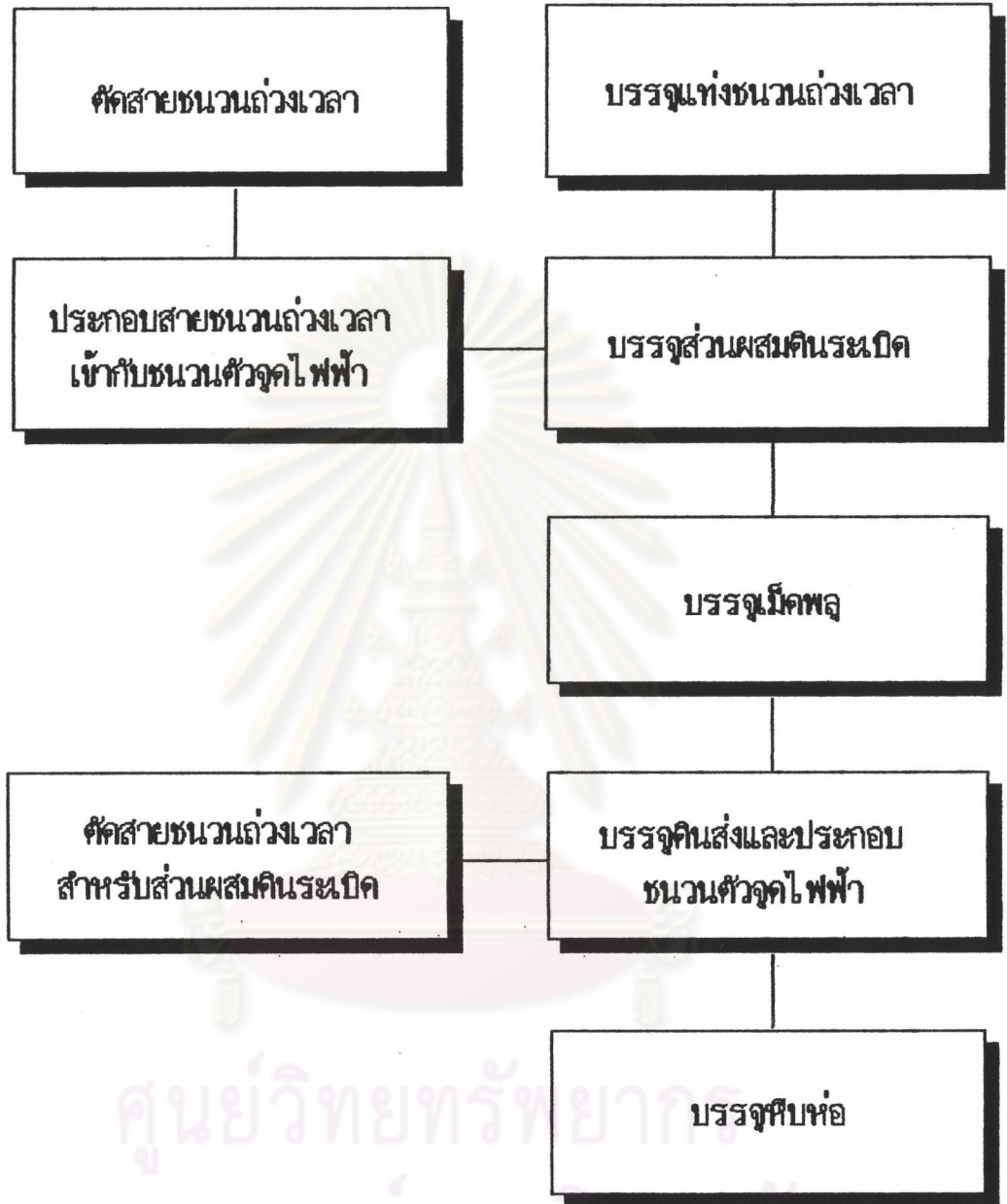
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.1 แผนผังการผลิตพลู 50 มม.



รูปที่ ก.2 แผนผังการผลิตพลุ 75 มม.



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.3 แผนผังการผลิตผล 100,125,150,200 มม.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.4 แผนผังการผลิตคอกไม้ไฟไฟพะเนียง 18,27 มม



ศูนย์วิทยพัทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.5 แผนผังการผลิตคอกไม้ไฟไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน



ศูนย์วิทยพัฒน์พยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.6 แผนผังการผลิตดอกไม้ไฟน้ำตัก 20,23 มม.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.8 แผนผังการผลิตคอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล "บอมบ์เล็ต" 30 มม.



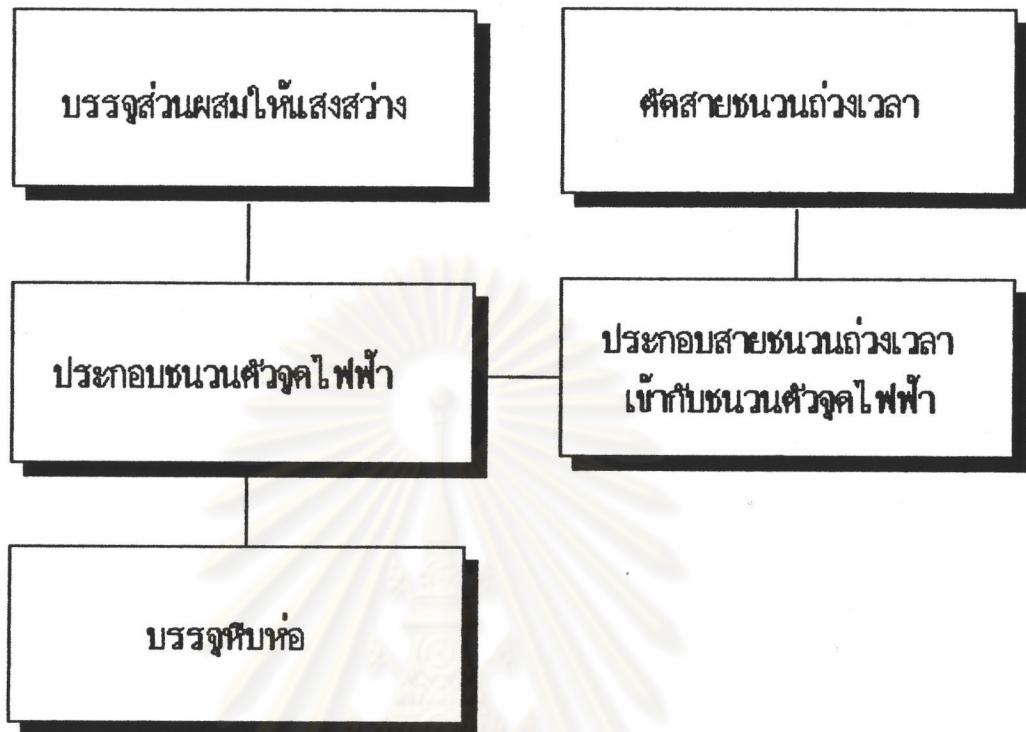
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.9 แผนผังการผลิตดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล "พอสไฟร์" 30 มม.



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

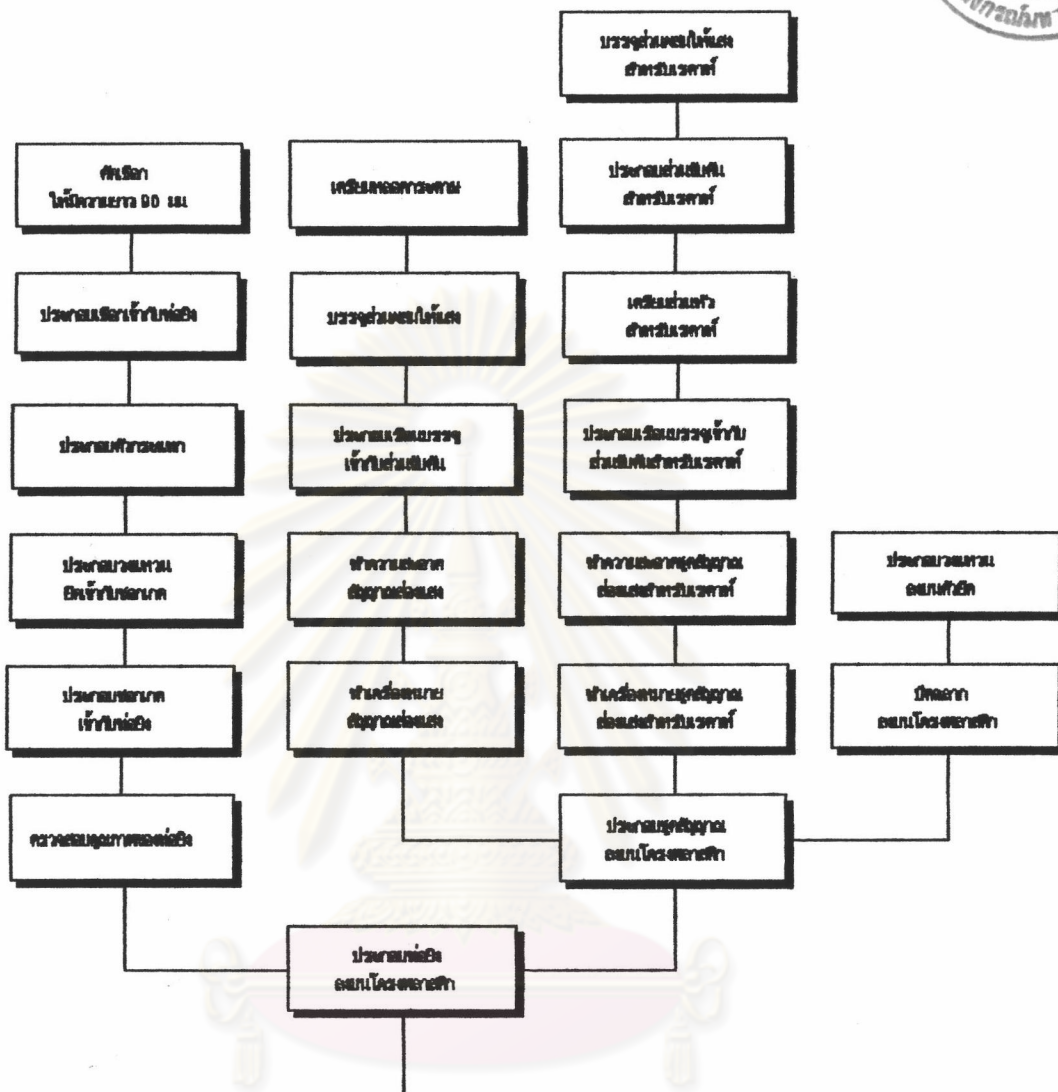
รูปที่ ก.10 แผนผังการผลิตดอกไม้ไฟแสงสว่างเพื่อประกอบเป็นข้อความหรือภาพ



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

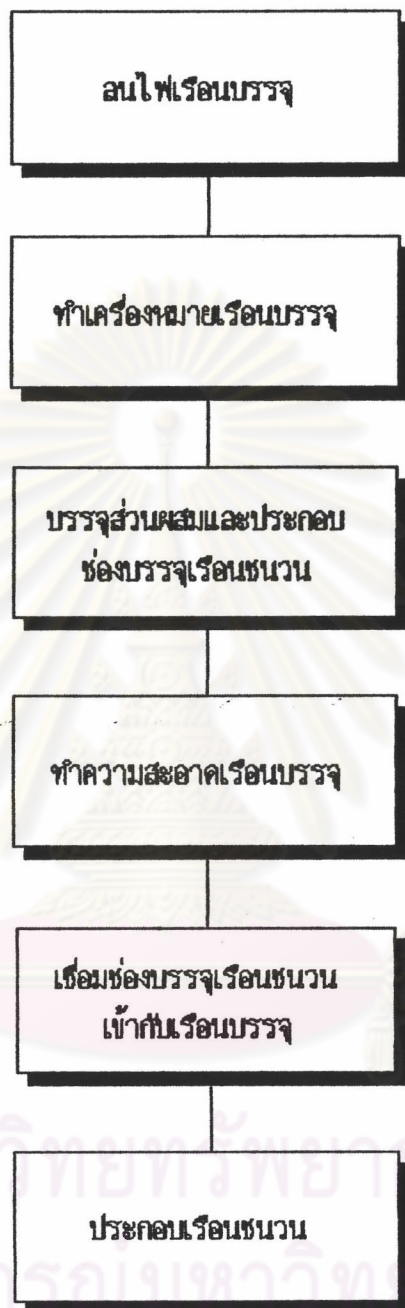


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ก.13 แผนผังการผลิตสัญญาณค้นหาและช่วยชีวิตแบบแสงสว่างและเรดาร์



รูปที่ ก.14 แผนผังการผลิตตุ๊กระเบิดฝึกขว้างแบบผงขอลค์



รูปที่ ก.15 แผนผังการผลิตตุ๊กตากระเบื้องดินเผาแบบใช้เท้าได้



รูปที่ ก.17 แผนผังการผลิตถ้วยงานส่องแสงขอความช่วยเหลือกระทงด้วยมือ



รูปที่ ก.18 แผนผังการผลิตสัญญาณสองสว่างกระแทกด้วยมือ



รูปที่ ก.19 แผนผังการผลิตตุ๊กตากระเบื้องดินเผา



ภาคผนวก ข
รายละเอียดของขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กระบวนการผลิตพลู ขนาด 50 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการตัดขนวน

ใช้กรรไกร หรือกิโยติน (Guillotine) ตัดสายขนวนถ่วงเวลา (Quickmatch) ให้มีความยาว 60 มิลลิเมตร

2. ขั้นตอนการประกอบสายขนวนถ่วงเวลาเข้ากับขนวนขนวนตัวจุดไฟฟ้า

สอดสายขนวนถ่วงเวลาเข้าไปในส่วนแหวนของขนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ให้ส่วนแหวนอยู่ตรงตำแหน่งกลางของความยาวขนวนพอดี พับขนวน 2 ส่วนเข้าหากัน

3. ขั้นตอนการบรรจุขนวนถ่วงเวลา

นำเรือนบรรจุพลู (Body) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุขนวนถ่วงเวลา (Bomb delay filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียด (Eine grain black powder) ลงไปในช่องสำหรับขนวนถ่วงเวลา และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกหนึ่งครั้ง เมื่อเสร็จนำเรือนบรรจุ ออกจากเครื่อง ตรวจสอบความเรียบร้อยของขนวนถ่วงเวลา ต้องแข็งแรงไม่มีรอยแตก

4. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมดินระเบิด

นำเรือนบรรจุส่วนผสมดินระเบิด (Bursting charge case) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุส่วนผสมดินระเบิด (Bursting charge dosing machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะบรรจุส่วนผสมดินระเบิด (Bursting charge) ลงในตัวเรือน นำตัวเรือนของดินระเบิดเสียบลงบนหลอดของขนวนถ่วงเวลาในเรือนบรรจุส่วนผสมดินระเบิด

5. ขั้นตอนการบรรจุเม็ดพลู

นำเรือนบรรจุ (body) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic bomb filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะบรรจุอลูมิเนียม, เม็ดพลู และโปตัสเซียมเปอร์คลอเรตลงในตัวเรือน เมื่อเสร็จนำเรือนบรรจุออกจากเครื่อง นำฝาปิด (plug) จุ่มเฉพาะส่วนขอบลงในสารละลาย (Dichloromethane) ประกอบฝาปิดเข้ากับเรือนบรรจุ

6. ขั้นตอนการผสมส่วนผสม

นำเรือนบรรจุมาเข้าเครื่องผสม (Turbula mixing machine) เครื่องจะผสมให้ส่วนผสมของเม็ดพลู (star) อลูมิเนียม และโปตัสเซียมเปอร์คลอเรตเข้ากันดี เมื่อเสร็จนำตัวเรือน เรือนบรรจุ ออกจากเครื่อง

7. ขั้นตอนการบรรจุดินส่ง และประกอบขั้นสุดท้าย

ชั่งดินดำชนิดหยาบ (Blackpowder MC 30) ให้ได้น้ำหนักตามต้องการ เทดินดำลงไปในภาชนะบรรจุดินส่ง (Propulsive charge container) ประกอบขนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) โดยส่วนหัวของขนวนตัวจุดไฟฟ้าจะอยู่ในภาชนะบรรจุดินส่ง ใช้กระดาษกาวพันโดยรอบเพื่อยึดขนวนตัวจุดไฟฟ้า ประกอบภาชนะบรรจุดินส่งเข้ากับตัวเรือน ปิดฉลาก (Label) บนด้านข้างของพลู

8. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำพลูบรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิต พลู ขนาด 75 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการบรรจุขนวนถ่วงเวลา

นำตัวเรือน (Base) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุขนวนถ่วงเวลา (Bombing filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียด (Fine grain black powder) ลงไปในช่องสำหรับขนวนถ่วงเวลา และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกสองครั้ง เมื่อเสร็จตัวเรือนออกจากเครื่องตรวจความเรียบร้อยของขนวนถ่วงเวลาต้องแข็งแรง ไม่มีรอยแตก

2. ขั้นตอนการบรรจุดินระเบิด

นำตัวเรือนของดินระเบิด (Bursting charge case) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุดินระเบิด (Bursting charge doring machine) กดปุ่มควบคุมเครื่องจะบรรจุดินระเบิด (Bursting charge) ลงในตัวเรือน นำตัวเรือนของดินระเบิดเสียบลงบนหลอดของขนวนถ่วงเวลา

3. ขั้นตอนการบรรจุดินส่งและประกอบขนวนตัวจุดไฟฟ้า

ซึ่งดินดำชนิดหยาบ (Black powder mc30) ให้ได้น้ำหนักตามต้องการ นำตัวเรือน (Base) มาประกอบเข้ากับขนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ขนวน (Quickmatch) จะผ่านเข้าไปในท่อของตัวเรือน เทดินดำลงในตัวเรือนปิดด้วยฝาปิด (Capsule)

4. ขั้นตอนการบรรจุเม็ดพลูและประกอบลูกบอล

นำลูกบอล (Ball) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic bomb filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะบรรจุอลูมิเนียม, เม็ดพลู และโปตัสเซียมเปอร์คลอเรต ลงในลูกบอล เมื่อเสร็จ นำลูกบอลออกจากเครื่อง ชั้นเกี้ยวของตัวเรือน (Base) เข้ากับลูกบอล ปิดฉลาก (Label) ด้านล่างของฝาปิด

5. ขั้นตอนการผสมส่วนผสม

นำตัวเรือนมาเข้าเครื่องผสม (Turbula mixing machine) เครื่องจะผสมให้ส่วนผสมของเม็ดพลู (Star) อลูมิเนียม และโปตัสเซียมเปอร์คลอเรตเข้ากันดี เมื่อเสร็จนำตัวเรือนออกจากเครื่อง

6. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำพลูบรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถุงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิตพลู ขนาด 100, 125, และ 150 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการบรรจุชนวนถ่วงเวลา

นำตัวเรือนส่วนล่าง (Lower cap) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุชนวนถ่วงเวลา (Bomb delay filling machine) ในตำแหน่งแรก กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียด (Fine grain black powder) ลงไปในช่องสำหรับชนวนถ่วงเวลา และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกครั้ง นำตัวเรือนส่วนล่างวางลงบนช่องเสียบของเครื่องในตำแหน่งที่สอง กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียด ลงไปในช่องสำหรับชนวนถ่วงเวลา และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกครั้ง เมื่อเสร็จนำตัวเรือนส่วนล่างออกจากเครื่อง ตรวจสอบความเรียบร้อยของชนวนถ่วงเวลา ต้องแข็งแรง ไม่มีรอยแตก

2. ขั้นตอนการบรรจุดินระเบิด

นำส่วนขอบของตัวเรือนของดินระเบิด (Bursting charge case) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromercene) ประกอบเข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง (Lower cap) ใส่ชนวน (Quickmatch) ลงในตัวเรือนของดินระเบิด เทดินระเบิด (Bursting charge) ตามลงไป นำฝาปิดของตัวเรือนของดินระเบิด (Plug) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromothane) ประกอบเข้ากับตัวเรือนของดินระเบิด

3. ขั้นตอนการบรรจุเม็ดพลูและปิดฝา

นำตัวเรือนส่วนล่าง (Lower cap) วางลงบนเครื่องยึด วางแผ่นโพลีเอทิลีน (Polyethylen sheath) ลงในตัวเรือนส่วนล่าง รอบ ๆ ตัวเรือนของดินระเบิด (Bursting charge case) เทเม็ดพลู (Star) ลงในแผ่นโพลีเอทิลีน จุ่มตัวเรือนส่วนบน (Upper cap) ลงในสารละลาย (Dichloromethane) ประกอบตัวเรือนส่วนบนเข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง

4. ขั้นตอนการบรรจุดินส่งและประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า

ซึ่งดินดำชนิดหยาบ (Black powder MC30) ให้ได้น้ำหนักตามต้องการ นำส่วนขอบของภาชนะบรรจุดินส่ง (Propulsive charge container) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromethane) ประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) เทดินดำลงในภาชนะบรรจุดินส่ง ประกอบภาชนะบรรจุดินส่งเข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง ปิดฉลาก (Label) บนด้านข้างของ พลู

5. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำพลู บรรจุลงในถัง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heatsealing machine) เพื่อปิดผนึกถึงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิต พลู ขนาด 200 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการบรรจุชนวนถ่วงเวลา

นำตัวเรือนส่วนล่าง (Lower cap) วางลงบนช่องเสียบของเครื่องบรรจุชนวนถ่วงเวลา (Bomb delay filling machine) ในตำแหน่งแรก กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียด (Fine grain

black powder) ลงไปในช่องสำหรับชนวนถ่วงเวลา และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกครั้ง นำตัวเรือนส่วนล่างวางลงบนช่องเสียบของเครื่องในตำแหน่งที่สอง กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทดินดำชนิดละเอียดลงไปในช่องสำหรับชนวนต่าง และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีกครั้งหนึ่งเมื่อเสร็จนำตัวเรือนส่วนล่างออกจากเครื่องตรวจความเรียบร้อยของชนวนถ่วงเวลา ต้องแข็งแรงไม่มีรอยแตก

2. ขั้นตอนการบรรจุดินระเบิด

นำส่วนขอบของตัวเรือนของดินระเบิด (Bursting charge case) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromethane) ใส่ชนวน (Quickmatch) ลงในตัวเรือนของดินระเบิด เทดินระเบิด (Busting charge) ตามลงไป ประกอบเข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง

3. ขั้นตอนบรรจุเม็ดพลุ และปิดฝาขั้นตอนการบรรจุ

นำตัวเรือนส่วนล่าง (Lower cap) วางลงบนเครื่องยึด วางแผ่นโพลีเอทิลีน (Polyethylene seath) ลงในตัวเรือนส่วนล่าง รอบ ๆ ตัวเรือนของดินระเบิด (Bursting charge case) เทเม็ดพลุ (Star) ลงในแผ่นโพลีเอทิลีน เทส่วนผสมเบาส์ (Bulh busting charge) ตามลงไป นำส่วนขอบของตัวเรือนส่วนบน (Upper cap) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromethane) ประกอบตัวเรือนส่วนบน เข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง นำพลาสติกครึ่งทรงกลม 2 อัน (Two hemispheres) เทสารละลาย (Dichloromethane) ลงบนขอบทั้งสองให้ทั่ว ประกอบพลาสติกครึ่งทรงกลม 2 อันนี้ เข้ากับแต่ละด้านของ พลุ

4. ขั้นตอนการบรรจุดินส่งและชนวนตัวจุดไฟฟ้า

ชั่งดินดำชนิดหยาบ (Black powder MC30) ให้ได้น้ำหนักตามต้องการ นำส่วนขอบของภาชนะบรรจุดินส่ง (Propulsive charge container) จุ่มลงในสารละลาย (Dichloromethane) ประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) เทดินดำลงในภาชนะบรรจุดินส่ง ประกอบภาชนะบรรจุดินส่งเข้ากับตัวเรือนส่วนล่าง ปิดฉลาก (Label) บนด้านข้างของ พลุ

5. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำ พลุ บรรจุลงในถัง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถังให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิต ดอกไม้ไฟพะเนียง ขนาด 18 และ 27 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการอัดช่องระบายแรงดัน

นำกระดาษแข็งทรงกระบอก (Cardboard) ติดตั้งลงบนเครื่องอัดแบบนิวเมติก (Pneumatic press) เทส่วนผสมเอิร์ท (Earth Composition) ลงในกระดาษแข็งทรงกระบอก กดปุ่มควบคุมให้เครื่องทำงาน เครื่องจะอัดส่วนผสมหนึ่งครั้ง ส่วนผสมจะมีลักษณะเป็นวงแหวนมีรูตรงกลาง นำกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดช่องระบายแรงดันแล้วออกจากเครื่อง

2. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

นำชนวน (Quickmatch) วางลงบนฐานรองรับของเครื่องบรรจุส่วนผสมกึ่งอัตโนมัติ (Semiautomatic Jet filling machine) วางกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดช่องระบายแรงดันตามลงไป เทส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ลงในกระดาษแข็งทรงกระบอก กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทส่วนผสมให้แสง (Flare composition) และอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีก 5 ครั้ง เมื่อเสร็จ นำกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดส่วนผสมเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่อง

3. ขั้นตอนการห่อกระดาษ

หากาวบนขอบกระดาษ 2 ด้าน ม้วนเข้ากับกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดส่วนผสมแล้ว

4. ขั้นตอนการหุ้มกระดาษส่วนท้ายและปิดฉลาก

หากาวให้ทั่วบนด้านหนึ่งของกระดาษหุ้มส่วนท้าย นำมาหุ้มกับ ดอกไม้ไฟพะเนียง ในด้านตรงข้ามกับชนวน ปิดฉลาก (Label) บนด้านข้างของ ดอกไม้ไฟพะเนียง

5. ขั้นตอนการประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า

สอดชนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ในอีกด้านหนึ่งของ ดอกไม้ไฟพะเนียง ใช้เชือกรัดกระดาษเพื่อหุ้มชนวนตัวจุดไฟฟ้า พันสายที่เหลือของชนวนตัวจุดไฟฟ้าเข้าด้วยกัน

6. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำดอกไม้ไฟพะเนียง บรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถึงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิตดอกไม้ไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน ขนาด 16 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการอัดช่องระบายแรงดัน

นำกระดาษแข็งทรงกระบอก (Cardboard) ติดตั้งลงบนเครื่องอัดแบบนิวเมติก (Pneumatic press) เทส่วนผสมเอิร์ท (Earth composition) ลงในกระดาษแข็งทรงกระบอก กดปุ่มควบคุมให้เครื่องทำงาน นำกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดช่องระบายแรงดันแล้ว ออกจากเครื่อง

2. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

นำกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดช่องระบายแรงดันแล้วติดตั้งลงในเครื่องบรรจุส่วนผสมกึ่งอัตโนมัติ (Semi-automatic Jet filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะเทส่วนผสมให้แสง (Flare composition) ลงไปและอัดหนึ่งครั้ง เครื่องทำซ้ำอีก 4 ครั้ง เมื่อเสร็จนำกระดาษแข็งทรงกระบอกที่อัดส่วนผสมเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่อง

3. ขั้นตอนการติดชนวน

นำส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) มาผสมกับน้ำ กวนให้เหนียว สอดชนวน (Quickmatch) เข้าไปในช่องระบายแรงดัน อัดส่วนผสมช่วยจุดตัวตามลงไป

4. ขั้นตอนการห่อกระดาษ

தாகาวบนขอบกระดาษ และบนด้านข้างของ ดอกไม้ไฟไฟพะเนียง ม้วนกระดาษเข้ากับดอกไม้ไฟไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน

5. ขั้นตอนการหุ้มกระดาษส่วนท้ายและปิดฉลาก

தாகาวให้ทั่วบนด้านหนึ่งของกระดาษหุ้มส่วนท้าย นำมาหุ้มกับ ดอกไม้ไฟไฟพะเนียงในด้านตรงข้ามกับชนวน ปิดฉลาก (Label) บนด้านข้างของ ดอกไม้ไฟไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน

6. ขั้นตอนการประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า

สอดชนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ในด้านที่มีส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ใช้เชือกรัดกระดาษเพื่อหุ้มชนวนตัวจุดไฟฟ้า พันสายที่เหลือของชนวนตัวจุดไฟฟ้าเข้าด้วย

7. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำ ดอกไม้ไฟไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน บรรจุลงในถัง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถึงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิต ดอกไม้ไฟน้ำตก ขนาด 20, 23 มิลลิเมตร สีเงิน และสีทอง

1. ขั้นตอนการหุ้มส่วนหน้าด้วยผ้า

தாகาวที่ปลายข้างหนึ่งของกระบอกกระดาษ (Outer Jacket) นำผ้า (Cotton cloths) มาปิดลงไป

2. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

เทส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ลงในกระบอกกระดาษ (Outer freket) นำกระบอกกระดาษ ติดตั้งลงในเครื่องบรรจุส่วนผสมสำหรับ Fall cjt Bengal กึ่งอัตโนมัติ (Semi automatic machine for filling falls and bengals) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะบรรจุส่วนผสมให้แสง (Flare composition) ลงไป เมื่อเสร็จนำกระบอกกระดาษออกจากเครื่อง ใส่แผ่นกระดาษแข็ง (Cardboard disc)

3. ขั้นตอนการบรรจุขี้เลื่อย และหุ้มกระดาษส่วนท้าย

เทขี้เลื่อย (Sawdust) ลงในกระบอกกระดาษ ผ่านกรวย กดขี้เลื่อยเบา ๆ ใส่แผ่นกระดาษแข็ง (Cardboard disc) ทากาวให้ทั่วบนด้านหนึ่งของกระดาษหุ้มส่วนท้าย นำมาหุ้มกับกระบอก กระดาษในด้านตรงข้ามกับด้านที่มีส่วนผสมให้แสง

4. ขั้นตอนการติดชนวน

นำส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) มาผสมกับน้ำ กวนให้เหนียว ใช้ตะขोजาะผ้าบนกระบอกกระดาษ 2 รู สอดชนวน (Quickmatch) เข้าไป ใช้ปลายช้อนตักส่วนผสมช่วยจุดตัวที่ผสมน้ำแล้วมาปิดชนวน เมื่อเสร็จจุ่มส่วนปลายนี้ลงในดินดำชนิดละเอียด ดินดำจะเกาะติดอยู่กับส่วนผสมช่วยจุดตัว

5. ขั้นตอนการห่อกระดาษและปิดฉลาก

ทากาวบนขอบกระดาษ ม้วนกระดาษเข้ากับกระบอกกระดาษ โดยสอดแผ่นฟิล์มลงไปด้วย ปิดฝากระดาษในด้านตรงข้ามกับด้านที่มีสารผสมการจุดตัว ปิดฉลาก (Label) ด้านข้างของกระบอกกระดาษ

6. ขั้นตอนการประกอบชนวนตัวจุดไฟฟ้า

สอดชนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ในด้านที่มีส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ใช้เชือกมัดกระดาษเพื่อหุ้มชนวนตัวจุดไฟฟ้า พันสายที่เหลือของชนวนตัวจุดไฟฟ้าเข้าด้วยกัน

7. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำ ดอกไม้ไฟน้ำดำ บรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถุงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิต ดอกไม้ไฟดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล ขนาด 18 และ 30 มิลลิเมตร

1. ขั้นตอนการอัดเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา

ใช้เครื่องอัดเม็ดส่วนผสม (Pelleting machine) ในการทำเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา (Delay pellet)

2. ขั้นตอนการประกอบเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา

ใช้เครื่องประกอบเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา (Delay assembly machine) ในการประกอบเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลาให้เข้ากับวงแหวน (Washer)

3. ขั้นตอนการอัดเม็ดส่วนผสมช่วยจุดตัว

ใช้เครื่องอัดเม็ดส่วนผสม (Pelleting machine) ในการทำเม็ดส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition pellets)

4. ขั้นตอนการประกอบเม็ดส่วนผสมช่วยจุดตัว

ใช้เครื่องประกอบเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา (Delay assembly machine) ในการประกอบเม็ดส่วนผสมช่วยจุดตัว ให้เข้ากับวงแหวน (Waster)

5. ขั้นตอนการประกอบเม็ดพลุ

นำกระบอกกระดาษ (Cardboard Tube) ที่มีฝาปิดติดตั้งลงบนเครื่องประกอบโรมันแคนเดิล (Roman candle assembling machine) กดปุ่มควบคุมดินดำ เครื่องจะบรรจุดินดำชนิดหยาบ นำเม็ดพลุใส่ลงไป กดปุ่มควบคุมดินดำ เครื่องจะบรรจุดินดำชนิดหยาบ นำเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลาใส่ลงไป กดปุ่มควบคุมเครื่องจะดันเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลาเข้าไปในกระบอกกระดาษ บรรจุดินดำ, เม็ดพลุ และเม็ดส่วนผสมถ่วงเวลา ซ้ำอีก 6 ครั้ง เมื่อเสร็จ นำกระบอกกระดาษออกจากเครื่อง

6. ขั้นตอนการประกอบขั้นสุดท้าย

สอดขบวนเข้าไปในบริเวณที่เหลืออยู่ในกระบอกกระดาษ นำขบวนตัวจุดไฟฟ้า (Electric squib) ใส่ตามลงไป ปิดฝาพลาสติก (Plastic cap) พันสายที่เหลือของขบวนตัวจุดไฟฟ้าเข้าด้วยกัน

7. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำโรมันแคนเดิล บรรจุในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถุงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิตดอกไม้ไฟแสงสว่างเพื่อประกอบเป็นข้อความหรือภาพ

1. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

สอดที่กรองบุหรี่ (Cigarette filter) เข้าไปในด้านหนึ่งของหลอดกระดาษ (Paper tube) นำไปติดตั้งในเครื่องบรรจุส่วนผสมขนาดเล็ก (Small diameter filling machine) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะบรรจุส่วนผสมลงในหลอดกระดาษ (Flare composition) เมื่อเสร็จนำหลอดกระดาษออกจากเครื่อง

2. ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมช่วยจุดตัว

ผสมไนโตรเซลลูโลส (Nitrocellulose collodion) เข้ากับดินดำ (Pulverin) ให้มีลักษณะคล้าย กาว

3. ขั้นตอนการหุ้มด้วยส่วนผสมช่วยจุดตัว

ใช้พายโลหะตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) อัดเข้าไปในส่วนบนของหลอดกระดาษ สอดขบวน (Cluickmatch) ตามลงไป หุ้มขบวนด้วยส่วนผสมช่วยจุดตัว

4. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

ปิดฉลาก (Label) ลงบนด้านข้างของหลอดกระดาษ นำหลอดกระดาษ บรรจุลงในถัง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

กระบวนการผลิตดอกไม้ไฟแสงสว่างตบแต่งอาคาร

1. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เทลงไปในกระบอกกระดาษ (Cardboard tube) นำกระบอกกระดาษไปติดตั้งลงบนเครื่องบรรจุส่วนผสม (Semi automatic bengal filling machine) กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เครื่องจะอัดส่วนผสมให้แสง (Flare composition) ลงในกระดาษ เมื่อเสร็จใช้เครื่องมือปรับความสูงส่วนผสม (Height adjustment tool) ปรับความสูงของส่วนผสมในด้านตรงข้ามกับด้านจุดตัว ใส่แผ่นกระดาษ (Cardboard disk) ลงไป

2. ขั้นตอนการประกอบขนวนตัวจุดไฟฟ้า

ใส่ขนวนตัวจุดไฟฟ้า (Electrical igniter) ลงไปในด้านที่มีส่วนผสมช่วยจุดตัว พันสายของขนวนตัวจุดไฟฟ้าเข้าด้วยกัน รัดด้วยเชือก ใช้เทปกาวยึด คัดบนขนวนตัวจุดไฟฟ้า เพื่อยึดให้ติดกับกระบอกกระดาษ ติดฉลาก (Label) ปิดฝาปิด (Cap)

3. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

ใส่ผลิตภัณฑ์ ในถุง นำไปทำเครื่องปิดผนึกโดยใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine)

กระบวนการผลิต ดอกไม้ไฟแสงสว่างตบแต่งอาคารแบบมีควันน้อย

1. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม

ตักส่วนผสมให้แสง (Flare composition) เทลงในถุงโพลีเอทิลีน (Polyethylene bag)

2. ขั้นตอนการประกอบขนวน

สอดขนวน (Quickmatch) เข้าไปในถุง ปิดปากถุงด้วยเชือก ใช้หลอดพีวีซี (PVC sheath) ครอบขนวนที่อยู่นอกถุง ปิดฉลาก (Label) บริเวณด้านข้างถุง

3. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำดอกไม้ไฟบรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

ขั้นตอนการผลิตสัญญาณค้นหาและช่วยชีวิตแบบแสงสว่างและเรดาร์

1. ขั้นตอนการตัดเชือก

ตัดเชือก (Rope) ให้ยาว 90 เซนติเมตร
2. ขั้นตอนการผูกเชือกเข้ากับตัวยิง (Launcher body)

สอดเชือกเข้าไปในรูส่วนท้ายของตัวยิง (Launcher body) ผูกปลายเชือกให้เป็นปม ดึงปลายเชือกอีกข้างหนึ่งเพื่อให้ปมเชือกเข้าไปอยู่ข้างใน ผูกเชือกให้เป็นปมอีกปมหนึ่งด้านนอกตัวยิง
3. ขั้นตอนการประกอบตัวกระแทก

ใส่สปริงที่ขีโลมน้ำมันเข้าไปในตัวยิง ใส่ตัวกระแทก (Striker) ตามลงไป หมุนตัวบิด (Arming device) ลงบนรูของตัวกระแทก ใช้เครื่องมือหมุนย้าให้แน่น (Arming device screw fitting)
4. ขั้นตอนการประกอบวงแหวนยึดกับชอกเกต

วางชอกเกต (Socket) ลงบนเครื่องประกอบวงแหวน นำวงแหวน (Retaining ring) วางลงบนชอกเกต ดันวงแหวนให้ลงไป
5. ขั้นตอนการประกอบชอกเกตกับตัวยิง

หมุนชอกเกตที่มีวงแหวนแล้ว เข้ากับตัวยิง (Launcher body)
6. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพของตัวยิง

ใช้เครื่องมือตรวจสอบแรงของตัวยิง (Launcher inspection tool) ตรวจสอบขนาดแรงของตัวยิง
7. ขั้นตอนการเตรียมหลอดกระดาศ

ใช้เครื่องมือพ่นสาร (Coating tool) พ่นสารลงบนหลอดกระดาศ
8. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมให้แสง

ใส่หลอดกระดาศ (Sheath) ลงในตัวเรือน (Flare jacket) ตักส่วนผสมให้แสง (Flare composition) ใส่ลงไปในตัวเรือน ใช้เครื่องอัดด้วยมือหนึ่งครั้ง ทำซ้ำอีกหนึ่งครั้ง ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ชนิดที่ 1 ใส่ลงไปในตัวเรือน ตักส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 2 ใส่ลงไปในตัวเรือน ใช้เครื่องอัดด้วยมือหนึ่งครั้ง ตักส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 3 ใส่ลงไปในตัวเรือน ใช้เครื่องอัดด้วยมือหนึ่งครั้ง นำตัวเรือนไปเข้าเครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic press) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะอัดหนึ่งครั้ง เมื่อเสร็จ นำตัวเรือนออกจากเครื่อง
9. ขั้นตอนการประกอบตัวเรือนเข้ากับส่วนบังคับ

ประกอบวงแหวน (O-ring) เข้ากับส่วนขับเคลื่อน (Thruster) ตักดินดำ (Black powder PN5) ใส่ลงไปในช่องของตัวเรือน (flare jacket) นำตัวเรือนประกอบเข้ากับส่วนขับเคลื่อน วางส่วนประกอบน้ำเข้าไปในเครื่องยึดฟันเลื่อย (Serating tool) กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เครื่องจะยึดตัวเรือนกับส่วนขับเคลื่อนเข้าด้วยกัน เมื่อเสร็จนำชุดสัญญาณส่องแสง (Signal) ออกจากเครื่อง

10. ขั้นตอนการทำความสะอาดชุดสัญญาณส่องแสง
ใช้ผ้าชุบสารละลาย เช็ดทำความสะอาดชุดสัญญาณส่องแสง (Signal)
11. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายชุดสัญญาณส่องแสง
ใช้เครื่องซิลค์สกรีน (Silk screen) ในการทำเครื่องหมาย
12. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมให้แสงสำหรับเรดาร์
ใส่กระดาษ (Kraft paper) ลงในตัวเรือน (Filare jacket) ตักส่วนผสมให้แสง (Flare composition) ใส่ลงในตัวเรือน (Flare jacket) สำหรับเรดาร์ ใช้เครื่องอัดด้วยมือหนึ่งครั้ง ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) ชนิดที่ 1 ใส่ลงในตัวเรือน ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว ชนิดที่ 2 ใส่ลงในตัวเรือน นำไปใส่เครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic press) กดปุ่มควบคุม เครื่องจะอัดหนึ่งครั้ง เมื่อเสร็จนำตัวเรือนออกจากเครื่อง
13. ขั้นตอนการประกอบส่วนขับเคลื่อนสำหรับเรดาร์
ประกอบวงแหวน (O-ring) เข้ากับส่วนขับเคลื่อน (Thruster) ใส่วงแหวนป้องกัน (Protection washer) เข้ากับส่วนขับเคลื่อน ใส่ส่วนป้องกันความร้อน (Head protection) เข้ากับส่วนขับเคลื่อน ประกอบตัวเรือนภายนอก (Jacket) เข้ากับส่วนขับเคลื่อนนำส่วนประกอบนี้ไปเข้าเครื่องยึด (Lathe) เพื่อยึดส่วนต่าง ๆ ให้ติดกัน
14. ขั้นตอนการเตรียมส่วนหัวสำหรับเรดาร์
ประกอบวงแหวน (O-ring) เข้ากับร่องของส่วนหัว (Head)
15. ขั้นตอนการประกอบตัวเรือนเข้ากับส่วนขับเคลื่อนสำหรับเรดาร์
ตักดินดำ (Black powder PN5) ใส่ลงไปในช่องของตัวเรือนสำหรับเรดาร์ (Flare jacket) ดันตัวเรือนนี้เข้าไปในส่วนขับเคลื่อนที่ประกอบตัวเรือนภายนอก (Jacket) ไว้แล้ว วางไดโพล (Dipole) บนเครื่องจับ (Dipole installing tool) พกไดโพล 3 รอย ดันไดโพลตามเข้าไป ใส่ฝาปิด (Closing disc) ประกอบส่วนหัว (Head) นำส่วนประกอบทั้งหมดนี้ไปเข้าเครื่องยึด (Head sewing tool)
16. ขั้นตอนการทำความสะอาดชุดสัญญาณส่องแสงสำหรับเรดาร์
ใช้ผ้าชุบสารละลาย เช็ดทำความสะอาดชุดสัญญาณส่องแสง (Signal) สำหรับเรดาร์
17. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายชุดสัญญาณส่องแสงสำหรับเรดาร์
ใช้เครื่องซิลค์สกรีน (Silk screen printing machine) ในการทำเครื่องหมาย
18. ขั้นตอนการประกอบวงแหวนลงบนตัวยึด
วางวงแหวน (washer) ลงบนเครื่องยึด (Eye installation machine) เครื่องจะยึดวงแหวนกับตัวยึด (Reinforcement) เข้าด้วยกัน
19. ขั้นตอนการติดฉลากบน โครงพลาสติก (Rack)
ติดฉลากลงบนโครงพลาสติก

20. ขั้นตอนการตัดเชือกให้ยาว 1,100 มิลลิเมตร
ซึ่งเชือกให้ยาว 1,100 มิลลิเมตร ใช้หัวแรงตัดเชือก
21. ขั้นตอนการติดฉลากบนถุง
ติดฉลากบนถุง
22. ขั้นตอนการเจาะรูถุง
ใช้เครื่องมือเจาะถุง
23. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนถุง
ใช้เครื่องซิงค์สกรีน (Silk screen) ในการทำเครื่องหมาย
24. ขั้นตอนการประกอบชุดสัญญาณลงบนโครงพลาสติก
นำชุดสัญญาณสองแสง 4 อัน และชุดสัญญาณสองแสงสำหรับเรดาร์ 2 อัน ประกอบลงบนโครงพลาสติก (Rack)
25. ขั้นตอนการประกอบตัวยิงลงบนโครงพลาสติก
ประกอบตัวยิงลงบนโครงพลาสติก และร้อยเชือกของตัวยิงเข้าไปในรูของโครงพลาสติก นำส่วนประกอบนี้สอดเข้าไปในถุงพลาสติก
26. ขั้นตอนการปิดผนึกถุงพลาสติก
นำถุงพลาสติกที่บรรจุส่วนประกอบต่าง ๆ แล้วไปผ่านเครื่องปิดผนึกแบบใช้ความร้อน
27. ขั้นตอนการติดตั้งแหวนบนถุง
วางวงแหวนบนเครื่องยึด (Eye installation machine) วางปากถุงบรรจุภายนอก ลงบนวงแหวน เครื่องจะยึดวงแหวน, ถุง และตัวยึดเข้าด้วยกัน
28. ขั้นตอนการร้อยเชือกบนถุง
ร้อยเชือกเข้าไปในวงแหวนบนถุงบรรจุภายนอก และผูกปลายอีกข้างหนึ่ง
29. ขั้นตอนการบรรจุถุงของส่วนประกอบลงบนถุงบรรจุภายนอก
นำวนเชือกเข้าไปในวงแหวนบนถุงบรรจุภายนอก และผูกปลายอีกข้างหนึ่ง
30. ขั้นตอนการปิดผนึกปากถุง
นำปากถุงบรรจุไปเข้าเครื่องมือปิดผนึกปากถุง (Heat sealing tool)

กระบวนการผลิตลูกระเบิดฝึกขว้างแบบผงชอล์ก

1. ขั้นตอนการลนไฟตัวเรือน
เปิดเครื่องลนไฟ (flame treating machine) นำตัวเรือน (Graded body) ไปผ่านเปลวไฟ จุดประสงค์ของการลนไฟเพื่อขจัดสิ่งสกปรกต่าง ๆ ให้หมดไป ทำให้ง่ายในการทำเครื่องหมาย

2. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนตัวเรือน

ใช้เครื่องซิลค์สกรีน (Silk screen marking machine) ในการทำเครื่องหมายบนตัวเรือน

3. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมและใส่ช่องบรรจุเรือนขนวน

ตักส่วนผสมใส่ลงในตัวเรือน (Grande Body) นำช่องบรรจุเรือนขนวนใส่ในตัวเรือน หมุน

ให้แน่น

4. ขั้นตอนการทำความสะอาดตัวเรือน

ใช้ผ้าเช็ดส่วนผสมที่อาจเกาะอยู่รอบ ๆ ตัวเรือน

5. ขั้นตอนการเชื่อม Casing เข้ากับตัวเรือน

ใช้เครื่องเชื่อมอัลตราซาวด์ (Ultrasound welding machine) เพื่อเชื่อมช่องบรรจุเรือนขนวน

เข้ากับตัวเรือน

6. ขั้นตอนการประกอบเรือนขนวน

หมุนเรือนขนวนลงในตัวเรือนให้แน่น

กระบวนการผลิตลูกกระเบิดฝักกว้างแบบใช้ซ้ำได้

1. ขั้นตอนการเตรียมอีพอกซีเรซิน

ผสมกาว (Structural adhesive) ส่วน A เข้ากับส่วน B ให้เข้ากัน เดิมซิลิก้า

2. ขั้นตอนการเทอีพอกซีเรซิน

เทอีพอกซีเรซินลงในตัวเรือน (Body)

3. ขั้นตอนการอบเรซินให้แห้ง

นำตัวเรือนที่บรรจุอีพอกซีเรซินแล้ว มาเข้าห้องอบ เพื่ออบให้แห้ง

4. ขั้นตอนการเจาะรูอีพอกซีเรซิน

นำตัวเรือนมาประกอบลงบนอุปกรณ์สำหรับเจาะรู เปิดให้เครื่องทำงาน

5. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนตัวเรือน

ใช้เครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (Ink jet marking machine) ในการทำเครื่องหมาย

6. ขั้นตอนการประกอบเรือนขนวน

หมุนเรือนขนวนเข้ากับตัวเรือน

กระบวนการผลิตเสียงเลียนแบบการระเบิด

1. ขั้นตอนการตัดชนวนถ่วงเวลาแบบช้า
ใช้ใบมีดตัดชนวนถ่วงเวลาแบบช้า (Slow fuse)
2. ขั้นตอนการประกอบชนวนถ่วงเวลาแบบช้าเข้ากับตัวยึด
สอดชนวนถ่วงเวลาแบบช้าเข้าไปในรูของตัวยึด (Quickmatch holder) อัดกาวลงไปรอบๆ (Hot adhesive gun) ชนวนถ่วงเวลาแบบช้า บนผิวหน้าของตัวยึดทั้งสองด้าน
3. ขั้นตอนการตัดชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว
ใช้กรรไกรตัดชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว (Quickmatch)
4. ขั้นตอนการประกอบชนวนถ่วงเวลาแบบเร็วเข้ากับชนวนถ่วงเวลาแบบช้า
ใช้อุปกรณ์เจาะรู (Slow fuse drilling fuse) ที่ปลายทั้งสองข้างของชนวนถ่วงเวลาแบบช้า (Slow fuse) นำชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว (Quickmaster) สอดเข้าไปในรูทั้งสอง
5. ขั้นตอนการปิดฝาเรือนบรรจุส่วนผสม
หากาวที่ขอบในของเรือนบรรจุส่วนผสม (Charge container) นำฝาปิด (plug) ประกอบลงไป โดยใช้ เครื่องอัดแบบใช้มือ
6. ขั้นตอนการตัดชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว
ใช้กรรไกรตัดชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว (Quickmatch)
7. ขั้นตอนการยึดชนวนถ่วงเวลาแบบเร็วเข้ากับวงแหวน
นำชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว 2 อัน สอดเข้าไปในรูของวงแหวน (Washer) พับส่วนปลายบนวงแหวน
8. ขั้นตอนการเคลือบชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว (เฉพาะสี่เหลี่ยม)
นำสายชนวนถ่วงเวลาแบบเร็ว (Quickmatch) ที่ประกอบบนวงแหวนแล้วจุ่มลงในอีทานอล (ETHANOL) และในส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition)
9. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสม
เทส่วนผสมระเบิด (Bursting composition) ลงในเรือนบรรจุส่วนผสม (Charge container)
10. ขั้นตอนการประกอบวงแหวนเข้ากับเรือนบรรจุส่วนผสม
หากาวที่ขอบในของเรือนบรรจุส่วนผสม ประกอบวงแหวน (Washer) เข้ากับเรือนบรรจุส่วนผสม (Charge container)
11. ขั้นตอนการเคลือบส่วนบนของเรือนบรรจุส่วนผสม

ผสมส่วนผสมที่จะใช้เคลือบด้วยมือ ให้มีลักษณะเหนียวคล้ายแป้งเปียก ใช้ซ้อนทับส่วนผสมอัดลงบนวงแหวนที่อยู่บนเรือนบรรจุส่วนผสม (Chare container) จุ่มส่วนผสมที่อัดแล้วลงบนดินดำ (Black powder)

12. ขั้นตอนการตัดเชือก

ใช้กรรไกรตัดเชือก

13. ขั้นตอนการเตรียมสารละลายวานิช

เตรียมสารละลายชนิดที่ 1 โดยผสมฟีนอล (Phenol) และ อีทานอล (Ethanol) เข้าด้วยกัน เตรียมสารละลายชนิดที่ 2 โดยผสมโพลีสเตอริน (Polystyrene) และไตรคลอเอทิลีน เข้าด้วยกัน ผสมสารละลายชนิดที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกันอีกครั้ง

14. ขั้นตอนการประกอบส่วนจุดตัว

นำเชือกสอดเข้าไปในรูตรงกลางของส่วนจุดตัว (Igniter sleeve) หยดสารละลายวานิชที่เตรียมไว้ลงไปประมาณ 2 หยด

15. ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 1

ผสมโปตัสเซียมคลอไรด์ (Potassium chlorate) น้ำ (Gummed water) และแอนติโมนีซัลไฟด์ (Antimony sulfide) เข้าด้วยกัน นำไปเข้าเครื่องผสม (Turbula mixer)

16. ขั้นตอนการเตรียมส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 2

ผสมโพลีไวนิล อัลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol), น้ำ (Water), และฟอสฟอรัส (Phosphorus powder) เข้าด้วยกันด้วยมือ จนกว่าจะได้สารเนื้อเดียว

17. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 3 ลงบนส่วนจุดตัว

เทส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 1 ลงบนส่วนจุดตัว (Igniter sleeve)

18. ขั้นตอนการเคลือบเชือกด้วยส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 2

นำปลายเชือกบนส่วนจุดตัว จุ่มลงในส่วนผสมช่วยจุดตัวชนิดที่ 2

19. ขั้นตอนการประกอบส่วนของสายขนวนถ่วงเวลา

ตากภาวภายในตัวเรือน (Body) ใส่ส่วนประกอบของสายขนวนถ่วงเวลาและท่อกระดาศ (Spacer)

20. ขั้นตอนการประกอบส่วนจุดตัว

ใส่ส่วนจุดตัว (Igniter sleeve), ท่อกระดาศ (Spacer) ลงไปในตัวเรือน นำเชือกจากส่วนจุดตัว สอดเข้าไปในรูของแผ่นกระดาศนำทางเชือก ((Cord eye disc) ประกอบแผ่นกระดาศนำทางเชือก เข้ากับตัวเรือน ใส่ท่อกระดาศ (Spacer) ร้อยลูกบิด (Bead) เข้ากับเชือก ผูกปมที่เชือก ม้วนเชือกเก็บในตัวเรือน ปิดฝาพลาสติก (Plug)

21. ขั้นตอนการทำสีตัวเรือน



ใช้สีสเปรย์พ่นสีตัวเรือน

22. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนตัวเรือน

ใช้เครื่องซิงค์สกรีน (Silk screen) ในการทำเครื่องหมายบนตัวเรือน

23. ขั้นตอนการประกอบเชือกบรรจุส่วนผสม

ใส่ท่อกระดาษ (Spacer) และเรือนบรรจุส่วนผสม (Charge container) ลงในตัวเรือน ใช้เครื่องอัดแบบใช้มือ และปิดฝาปิด (Closing disc)

24. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำ ผลิตภัณฑ์ บรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine)

กระบวนการผลิตสัญญาณส่องแสงขอความช่วยเหลือหรือกระแทกด้วยมือ

1. ขั้นตอนการอัดส่วนผสมให้แสง

ใส่แหวนสำหรับเกี่ยวร่ม (Parachute attachment ring) ลงในเรือนบรรจุส่วนผสม (Flare jacket) ใส่แผ่นกระดาษ (Compression disc) ลงไป 2 อัน นำส่วนประกอบทั้งหมดนี้ไปติดตั้งลงบนเครื่องอัด ตักส่วนผสมให้แสง (Flare composition) เทลงไปในเรือนบรรจุส่วนผสม กดปุ่มให้เครื่องอัดทำงาน ตักส่วนผสมให้แสง เทลงไปในเรือนบรรจุส่วนผสม ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เทลงไปในเรือนบรรจุส่วนผสม ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เทลงไปในเรือนบรรจุส่วนผสม ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เทลงไป ตักดินดำ (Black powder) เทลงไป กดปุ่มให้เครื่องอัดทำงาน เมื่อเสร็จนำส่วนประกอบออกจากเครื่อง ใส่วงแหวน (Contact washer) ลงบนส่วนผสมช่วยจุดตัว

2. ขั้นตอนการประกอบเชือกเข้ากับร่ม

ประกอบเชือกเข้ากับเชือก นำไปผูกกับร่ม (Parachute)

3. ขั้นตอนการพับร่ม

นำส่วนประกอบมา พับร่มด้วยความระมัดระวัง

4. ขั้นตอนการประกอบเรือนบรรจุส่วนผสมเข้ากับร่ม

นำปลายเชือกของร่มร้อยเข้าไปในรูของแหวนสำหรับเกี่ยวร่ม (Parachute attachment ring) นำปลายเชือกนี้กลับไปผูกกับร่มอีกครั้งหนึ่ง

5. ขั้นตอนการอัดส่วนผสมถ่วงเวลา

วางเรือนบรรจุส่วนผสมถ่วงเวลาบนอุปกรณ์ ตักส่วนผสมช่วยจุด (Ignition composition) ตัวลงไปในเรือนบรรจุ นำส่วนประกอบไปวางในเครื่องอัด กดปุ่มให้เครื่องทำงาน ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง ตักส่วนผสม

ผสมช่วยจุดตัว ลงในเรือนบรรจุ นำส่วนประกอบไปวางในเครื่องอัด กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เมื่อเสร็จ นำเรือนบรรจุส่วนผสมต่างเวลาออกจากเครื่อง

6. ขั้นตอนการประกอบส่วนขั้วตันและเรือนบรรจุส่วนผสมต่างเวลาเข้ากับกระบอกกระดาศ
หมุนส่วนขั้วตันเข้ากับเกลียวของเรือนบรรจุส่วนผสมต่างเวลา ใส่ลงในกระบอกกระดาศ
7. ขั้นตอนการประกอบเรือนบรรจุส่วนผสมให้แสงเข้ากับกระบอกกระดาศ
นำส่วนประกอบของเรือนบรรจุส่วนผสมที่ประกอบกับร้อมแล้วใส่ลงไปใกระบอกกระดาศ ค่อย ๆ ดันร้อมให้เข้าไป ปิดด้วยฝาปิด (Rocket plug) นำส่วนประกอบนี้ไปเข้าเครื่องยึด (Rocket plug sewing tool)
8. ขั้นตอนการตัดเชือก
ใช้หัวแร้งตัดเชือกให้ยาวตามขนาดที่ต้องการ
9. ขั้นตอนการประกอบส่วนจุดตัว
ประกอบตัวกระแทก (Striker) วงแหวนสำหรับดึง (Pull ring) และสปริง (Spring) เข้ากับตัวเรือนของส่วนจุดตัว (Igniter body)
10. ขั้นตอนการประกอบส่วนจุดตัวเข้ากับตัวยิง
ประกอบตัวยิง (Launcher cover) ลงบนเครื่องมือประกอบ ใส่ส่วนจุดตัวลงไป ปิดท้ายด้วยฝาปิด (Rear plug)
11. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนตัวยิง
ปิดฉลากลงบนตัวยิง
12. ขั้นตอนการประกอบตัวยิงเข้ากับจรวด
นำจรวดสอดเข้าไปในตัวยิง โดยเอาด้านขั้วตันเข้าไปก่อน ปิดฝาด้วย ฝาปิดส่วนหน้า (forward plug)

กระบวนการผลิตระเบิดขว้างคว้น

1. ขั้นตอนการประกอบฝาปิด
ทาแหวนยาง ชนิด B ด้วยน้ำมันหล่อลื่น ประกอบลงบนฝาปิด (Closing disc) หยดกาวด้านในของถ้วยปิด (Cup) ครอบถ้วยปิดลงบนฝาปิด นำไปประกอบลงบนเครื่องกลึง (Lathe) เพื่อยึด 2 ส่วน ให้ติดกัน

2. ขั้นตอนการปิดแผ่นตะกั่วบนด้วยปิด

ปิดแผ่นตะกั่วด้านบนของถ้วยปิด ใช้อุปกรณ์ทำให้แผ่นตะกั่วเรียบ (Smoothing tool) กดแผ่นตะกั่วให้ราบเรียบ เพื่อไม่ให้อากาศหรือของเหลวไหลผ่านได้

3. ขั้นตอนการอัดส่วนผสมให้ควัน

ติดตั้งท่อกระดาษ (Sheath) ลงบนฐานของอุปกรณ์การอัด ดักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เทลงไป ดักส่วนผสมให้ควัน (Smoke composition) เทลงไป กดปุ่มให้เครื่องอัดหนึ่งครั้ง ดักส่วนผสมให้ควันเทลงไปอีกครั้ง กดปุ่มให้เครื่องอัดหนึ่งครั้ง เมื่อเสร็จนำท่อกระดาษออก

4. ขั้นตอนการทำเครื่องหมายบนเรือนบรรจุ

ใช้เครื่องทำเครื่องหมาย (Cold marking machine) ทำเครื่องหมายด้านล่างของเรือนบรรจุ (Body) เครื่องหมายจะเป็นตัวอักษร ขึ้นกับสีของควัน สีแดง อักษร R สีเขียว อักษร G สีเหลือง อักษร Y สีขาว อักษร W เมื่อทำเครื่องหมายเสร็จ ใส่แผ่นลิ้ม (Wedging disc) ลงในตัวเรือน

5. ขั้นตอนการประกอบท่อกระดาษบรรจุส่วนผสมและฝาปิด

ใช้ท่อกระดาษ (Sheath) ที่จัดส่วนผสมแล้วลงไปในเรือนบรรจุ ประกอบแผ่นกรอง (Lower filter) ทวางแหวนยาง ชนิด C ด้วยน้ำมันหล่อลื่นประกอบลงในร่องของฝาปิด (Closing disc) ประกอบฝาปิดลงบนตัวเรือน

6. ขั้นตอนการยึดส่วนประกอบ

นำอุปกรณ์ยึดอันแรก (First crimping tool) ประกอบลงบนส่วนประกอบของลูกระเบิด ข้างควัน นำไปเข้าเครื่องอัด กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เมื่อเสร็จนำอุปกรณ์ยึดอันแรกออก ประกอบอุปกรณ์ยึดอันที่สอง (Second crimping tool) ลงไปแทน นำไปเข้าเครื่องอัด กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เมื่อเสร็จ นำส่วนประกอบออกจากเครื่อง

7. ขั้นตอนการทำความสะอาดส่วนประกอบ

นำส่วนประกอบของลูกระเบิดข้างควันติดตั้งลงในภาชนะบรรจุของเครื่องทำความสะอาด (Degreasing machine) กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เมื่อเสร็จนำส่วนประกอบออกจากเครื่อง

8. ขั้นตอนการทาสี

ใช้ปืนลมพ่นสี (Painting pneumatic gun) พ่นสีเคลือบบนส่วนประกอบลูกระเบิดข้างควัน

9. ขั้นตอนการทำเครื่องหมาย

ใช้เครื่องซิลค์สกรีนในการทำเครื่องหมายลงบนส่วนประกอบลูกระเบิดข้างควัน

10. ขั้นตอนการประกอบฝาปิดจุดตัว

หยดกาวลงบนเรือนชนวน (Igniter plug) หมุนเข้ากับรูของฝาปิด (Cloring disc)

11. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

ใส่แผ่นลิมส่วนล่าง (Lower wedging) ลงในท่อกระดาษสำหรับบรรจุลูกระเบิดขวางค์วัน
ใส่ลูกระเบิดขวางค์วัน ใส่แผ่นลิมส่วนบน (Upper wedging) ใส่ส่วนประกอบทั้งหมดนี้เข้าในถุงบรรจุ นำ
ไปเข้าเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน (Plastic film heat sealing machine)

กระบวนการผลิตสัญญาณแสงและควันเพื่อการค้นหาและช่วยชีวิต

1. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมให้แสง

ใส่ท่อกระดาษ (Cardboard hoop) ลงในภาชนะสำหรับส่วนผสมให้แสง (Flare pot) ติดตั้ง
ส่วนประกอบนี้ในเครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic press) ตักดินดำ (Black powder) เทลงไป กดปุ่มควบคุม
เครื่องจะอัดส่วนผสม เมื่อเสร็จนำภาชนะสำหรับส่วนผสมให้แสงออกจากเครื่อง

2. ขั้นตอนการติดชนวนเข้ากับภาชนะสำหรับส่วนผสมให้แสง

หยดกาวลงไปในช่วงตรงกลางของภาชนะสำหรับส่วนผสมให้แสงที่บรรจุส่วนผสมแล้ว
พับชนวน แล้วสอดตามลงไป

3. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมให้ควัน

ติดตั้งภาชนะสำหรับส่วนผสมให้ควัน (Smoke pot) ลงในเครื่องอัดไฮดรอลิก (Hydraulic
press) ตักส่วนผสมให้ควัน (Smoke composition) เทลงไป ตักส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition)
เทลงไป กดปุ่มควบคุม เครื่องจะอัดส่วนผสม เมื่อเสร็จนำภาชนะสำหรับส่วนผสมให้ควันออกจากเครื่อง

4. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมช่วยจุดตัวลงในวงแหวน

ผสมส่วนผสมช่วยจุดตัว (Ignition composition) เข้ากับกาว (Cellulose adhesive) วาง
วงแหวน (Washer) ลงบนอุปกรณ์ยัด (Cup filling tool) ใช้พายตักส่วนผสมที่เตรียมไว้ อัดลงในวงแหวน

5. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนด้านให้ควัน

ประกอบวงแหวน (Washer) บรรจุส่วนผสมช่วยจุดตัว เข้ากับภาชนะบรรจุส่วนผสมให้
ควัน (Smoke pot) พับชนวน (Quickmatch) สอดเข้าไปในรูของวงแหวน ใส่กริด (Grid)

6. ขั้นตอนการบรรจุส่วนผสมลงในส่วนป้องกันความร้อน

ใส่กาว (Cellulose adhesive) 3 เส้น ลงในส่วนป้องกันความร้อน (Heat protection) จุ่มส่วน
ป้องกันความร้อนลงในดินดำ (Black powder PN7)

7. ขั้นตอนการประกอบส่วนหัว

ใช้ผ้าจุ่มน้ำมันหล่อลื่น ทาลงบนวงแหวน (O-ring) ประกอบวงแหวนเข้ากับร่องของส่วน
หัว (Head) ติดตั้งส่วนหัวลงบนเครื่องยัด (Heat protection installation tool) วางส่วนป้องกันความร้อน
(Heat protection) ลงบนส่วนหัว อัดส่วนป้องกันความร้อนให้ลงไป

8. ขั้นตอนการยึดไพรมเมอร์

ใช้อุปกรณ์จับไพรมเมอร์ (Primer) วางลงในตัวยึดไพรมเมอร์ (Primer holder) วางตัวยึดไพรมเมอร์ลงบนเครื่องยึดไพรมเมอร์ (Primer crimping tool) กดปุ่มควบคุมให้เครื่องทำงาน เมื่อเสร็จให้นำตัวยึดไพรมเมอร์ออกจากเครื่อง

9. ขั้นตอนการทำสีเคลือบไพรมเมอร์

หยดวานิช (Vanish) 1 หยด ลงบนผิวหน้าของไพรมเมอร์ (Primer)

10. ขั้นตอนการติดแผ่นโลหะ

ปิดแผ่นทองเหลือง (Bress foil) ลงในส่วนท้ายของตัวยึดไพรมเมอร์ (Primer holder) ปิดแผ่นดีบุก (Tin foil) ทับลงบนแผ่นทองเหลือง

11. ขั้นตอนการประกอบตัวกระแทกลงบนตัวเรือนการจุดระเบิด

ประกอบตัวกระแทก (Striker) เข็มนำทาง (Pin guide) และสปริง (Spring) ลงบนตัวเรือนการจุดระเบิด (Igniter body)

12. ขั้นตอนการประกอบด้านคว้นและด้านแสง

ประกอบภาชนะสำหรับส่วนผสมให้คว้น (Smoke pot) เข้ากับส่วนหัว (Head) โดยให้ชนวน (Quickmatch) จะสอดเข้าไปในช่องตรงกลางของส่วนหัว หมุนส่วนประกอบนี้เข้ากับตัวเรือน (Outer jacket) ด้านให้คว้น ใช้ครีมแหวนย้าให้แน่น ทำซ้ำเหมือนกันสำหรับด้านแสง

13. ขั้นตอนการประกอบตัวเรือนการจุดระเบิดและไพรมเมอร์

ประกอบตัวเรือนการจุดระเบิด (Igniter body) เข้ากับส่วนหัว (Head) ของทั้งสองด้าน หมุนตัวยึดไพรมเมอร์ (Primer holder screwing tool) ลงไปในรูที่อยู่บนตัวเรือนการจุดระเบิดทั้งสองด้วย

14. ขั้นตอนการปิดฉลาก

ปิดฉลาก (Label) ลงบนด้านข้างของตัวเรือน (Outer jacket)

15. ขั้นตอนการบรรจุหีบห่อ

นำ วัสดุฉนวนแสงและคว้น บรรจุลงในถุง นำไปเข้าเครื่องผนึกแบบใช้ความร้อน (Plastic film heat sealing machine) เพื่อปิดผนึกถุงให้เป็นสุญญากาศ นำผลิตภัณฑ์ไปเก็บ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก ค
ขั้นตอนการผลิตส่วนผสม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การผลิตส่วนผสม

1. การบดสารไนเตรด (Nitrate fine crushing)

สารไนเตรด (Nitrate) ส่วนมากเมื่อซื้อจากผู้ขายจะมีขนาดใหญ่ เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 500 ไมครอน ก่อนจะนำไปใช้ต้องนำไปผ่านเครื่องบดแบบใช้ฆ้อน (Hammer mill) ก่อนเพื่อลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางให้เล็กลงก่อน ให้อยู่ในช่วง 200 ถึง 300 ไมครอน จากนั้นถ้าต้องการให้มีขนาดเล็กลงไปอีกก็ต้องนำไปผ่านเครื่องบดแบบลูกบอลล (Ball mill) ส่วนสารเคมีชนิดอื่นๆ ขนาดจะเล็กอยู่แล้ว

2. การอบสารเคมี (Drying)

การอบสารเคมีจุดประสงค์เพื่อทำให้ความชื้นที่อยู่ในสารเคมีระเหยหมดไป เพราะความชื้นเป็นสิ่งที่ทำให้คุณสมบัติสารเคมีเปลี่ยนไป การอบจะทำในห้องอบซึ่งมีอุณหภูมิสูง อยู่ในช่วง 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส สารเคมีที่จะนำมาอบ ต้องอยู่ในภาชนะที่มิดชิดและมีกระดาดรอง เกลี่ยสารเคมีให้กระจายทั่วภาชนะเพื่อให้ความร้อนเข้าไปได้ทั่วถึง อบนานจนกว่าความชื้นจะระเหยไปจนถึงระดับที่กำหนด

3. การร่อนสารเคมี (Sieving)

การร่อนสารเคมี มีจุดประสงค์เพื่อแยกขนาด (Grain size) ของสารเคมีให้ได้ขนาดตามที่ต้องการ ขึ้นอยู่กับชนิดของส่วนผสมแต่ละชนิด โดยร่อนผ่านตะแกรงร่อน (Sieve) ซึ่งมีความกว้างของรูตะแกรงหลายขนาด การร่อนเริ่มต้นด้วยการตักสารเคมีใส่ลงในตะแกรง ใช้มือเขย่าตะแกรงจากด้านซ้ายไปด้านขวา ถ้าสารเคมีผ่านตะแกรงได้ยาก สามารถใช้มือช่วยปาดสารเคมีให้ลงไปได้

4. การชั่งน้ำหนักสารเคมี (Weighing)

การชั่งน้ำหนักสารเคมี จะทำบนเครื่องชั่งน้ำหนักดิจิทัล ซึ่งควรมีความละเอียดของทศนิยม 3 ตำแหน่ง เครื่องชั่งต้องสามารถแสดงผลน้ำหนักสารเคมีที่ไม่รวมน้ำหนักของภาชนะบรรจุได้ เพื่อความสะดวกในการชั่งน้ำหนักสารเคมีหลาย ๆ ชนิดลงในภาชนะบรรจุเดียวกัน

5. การผสมส่วนผสมแบบแห้ง (Mixing)

หลังจากชั่งสารเคมีต่าง ๆ ให้ได้สัดส่วนตามที่ต้องการแล้ว นำสารเคมีเหล่านี้มาเทใส่ลงในภาชนะบรรจุของเครื่องผสมแบบแห้ง (Turbula mixing) ติดตั้งภาชนะบรรจุบนเครื่องผสมแบบแห้ง กดปุ่มให้เครื่องทำงาน เครื่องจะผสมสารเคมีโดยการเหวี่ยงและหมุนภาชนะบรรจุเพื่อให้สารเคมีต่าง ๆ ผสมเข้ากันได้ดี ระยะเวลาในการผสมขึ้นอยู่กับส่วนผสมแต่ละชนิด การผสมแบบนี้ส่วนใหญ่จะใช้กับส่วนผสมที่ไม่มีของเหลวมาผสม

6. การผสมส่วนผสมแบบเปียก (Planetary mixing)

การผสมสารเคมีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน โดยมีสารละลาย (Solvent) ผสมอยู่ด้วย ต้องนำไปเข้าเครื่องผสมแบบเปียก (Planetary mixing) ซึ่งจะมีใบพายกวนให้ส่วนผสมเข้าด้วยกัน

7. การอบส่วนผสม (Composition drying)

การอบส่วนผสมมีจุดประสงค์เพื่อทำให้สารละลาย (Solvent) ที่อยู่ในส่วนผสม ระเหยหมดไป การอบจะทำในห้องอบซึ่งมีอุณหภูมิสูงอยู่ในช่วง 40 ถึง 50 องศาเซลเซียส ส่วนผสมที่จะนำมาอบต้องอยู่ในภาชนะที่มิดชิดและมีกระดาษรอง เกลี่ยสารเคมีให้กระจายทั่วภาชนะ เพื่อให้ความร้อนเข้าไปได้ทั่วถึง อบนานจนกว่าสารละลายจะระเหยไปจนถึงระดับที่กำหนด

8. การร่อนส่วนผสมโดยใช้เครื่องร่อน (Granulation)

ส่วนผสมเมื่อผ่านขั้นตอนต่าง ๆ มาหลายขั้นตอนแล้ว ส่วนผสมบางชนิด จะมีลักษณะค่อนข้างเหนียวหรือเปียก การร่อนด้วยตะแกรงจะทำได้ จึงต้องร่อนโดยใช้เครื่องร่อนส่วนผสม (Granulator)

9. การบรรจุส่วนผสมลงในถังกระดาษ (Packaging)

เมื่อส่วนผสมผ่านกระบวนการต่าง ๆ จนครบได้เป็นส่วนผสมที่พร้อมใช้งานแล้ว ต้องนำมาบรรจุลงในถุงกระดาษ (Conductive bag) นำไปเก็บในถังเก็บ (Storage container) ที่มีฝาปิดเพื่อป้องกันความชื้น

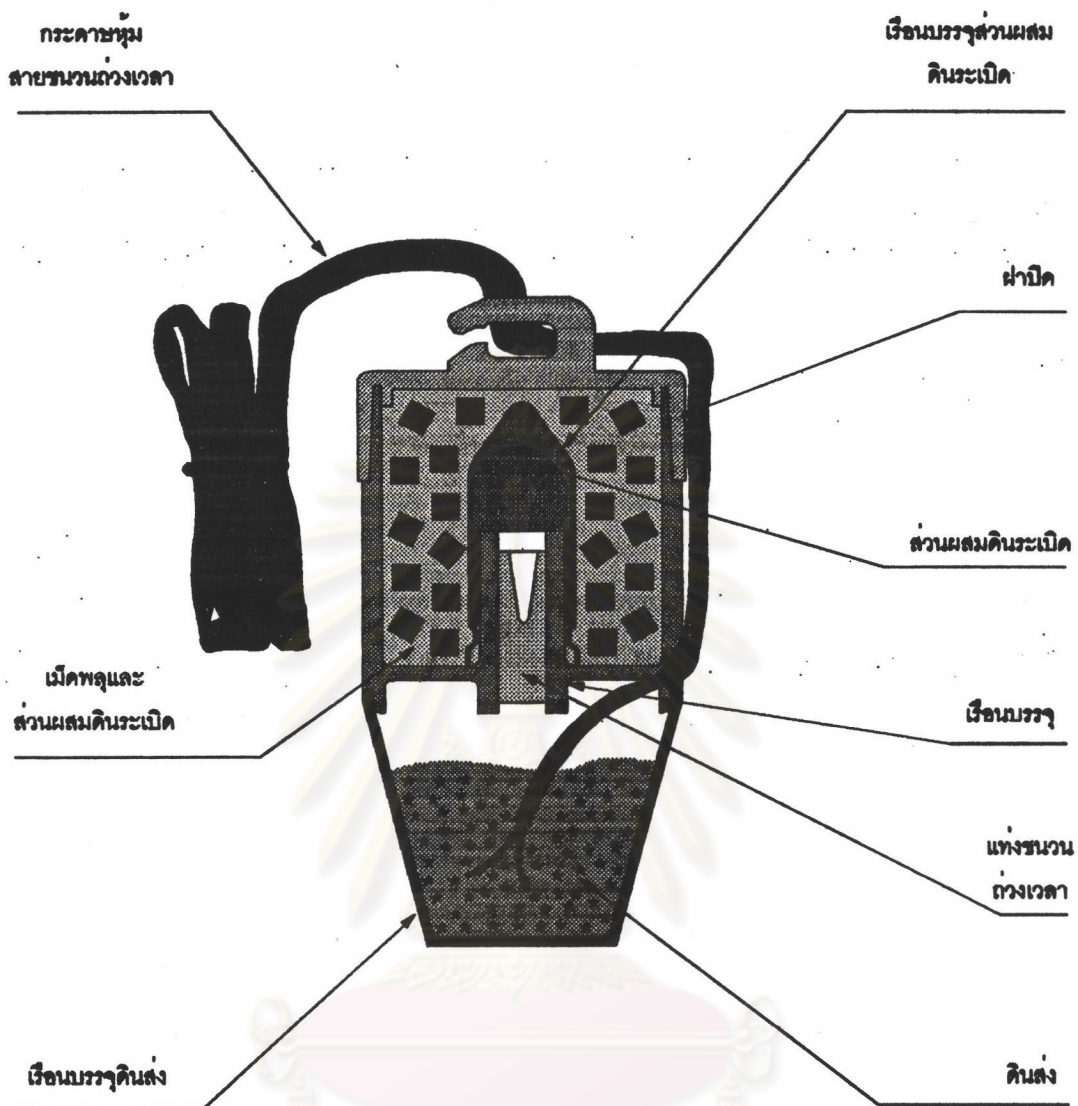
10. การนำส่วนผสมไปเก็บในคลัง (Mixture storage)

นำส่วนผสมที่เก็บอยู่ในถังเก็บไปเก็บในคลัง โดยแยกประเภทส่วนผสมที่จะเก็บด้วย



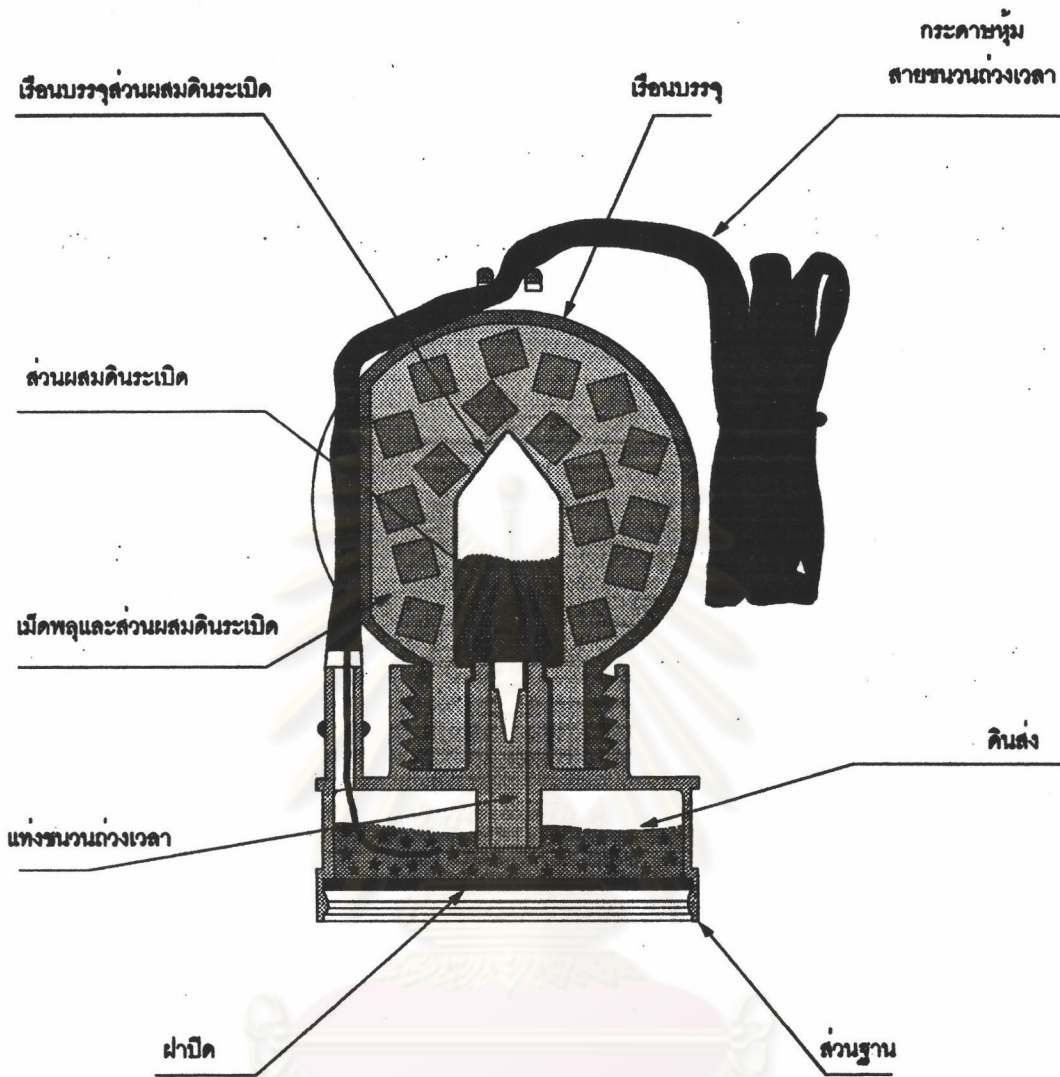
ภาคผนวก ง
รูปภาพผลิตภัณฑ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



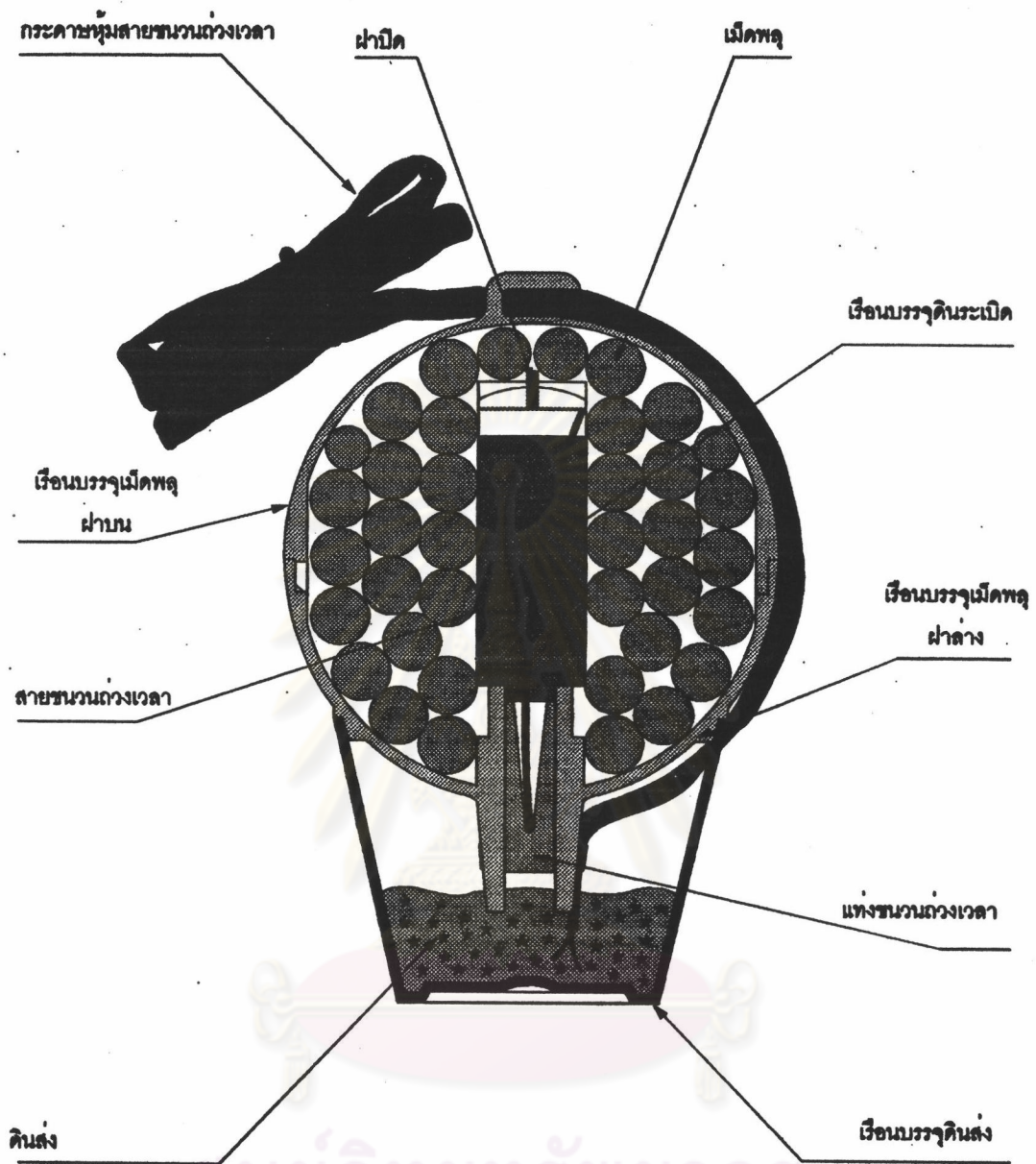
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๑.1 พลุ 50 มม.



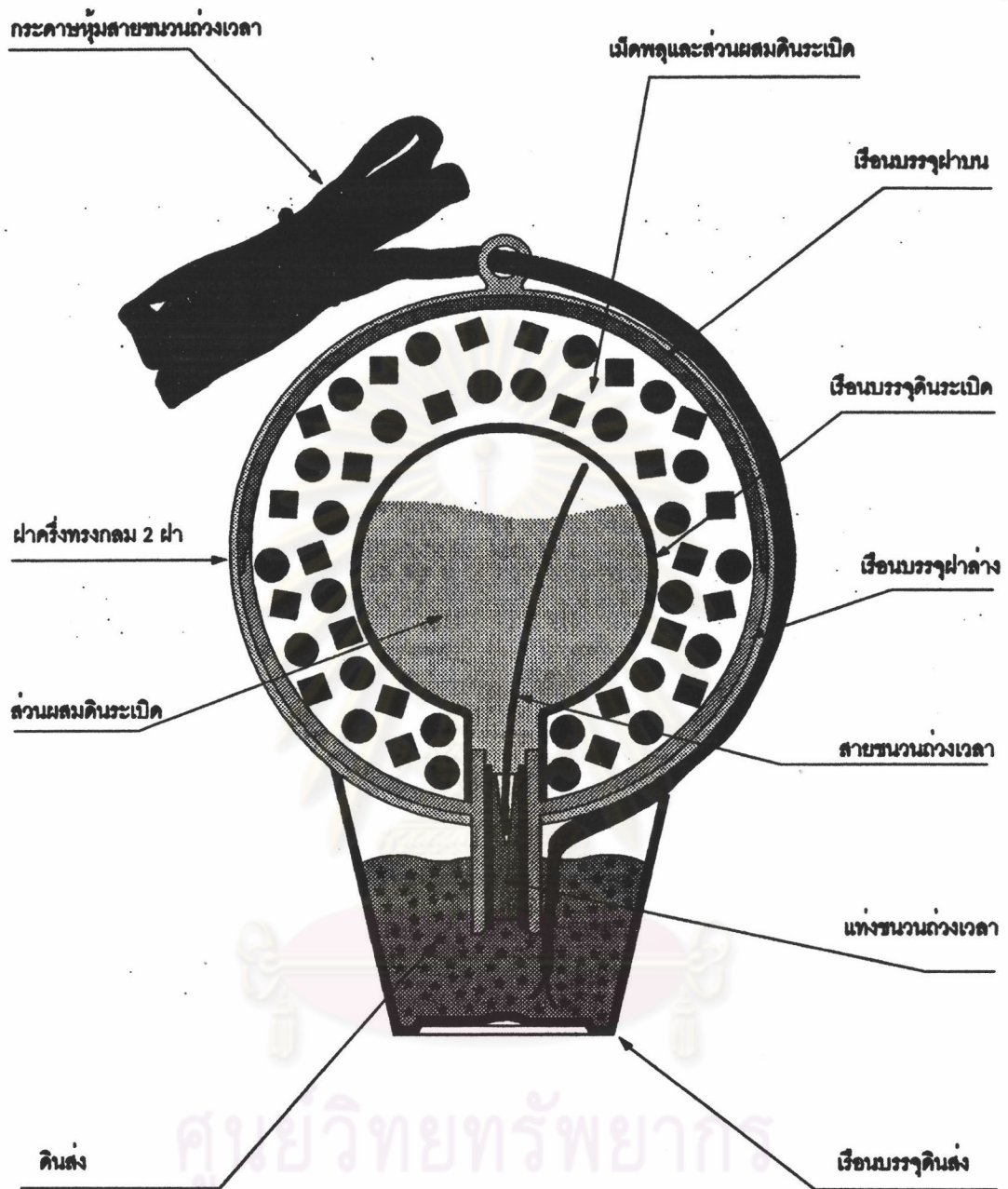
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๓.2 พลุ 75 มม.

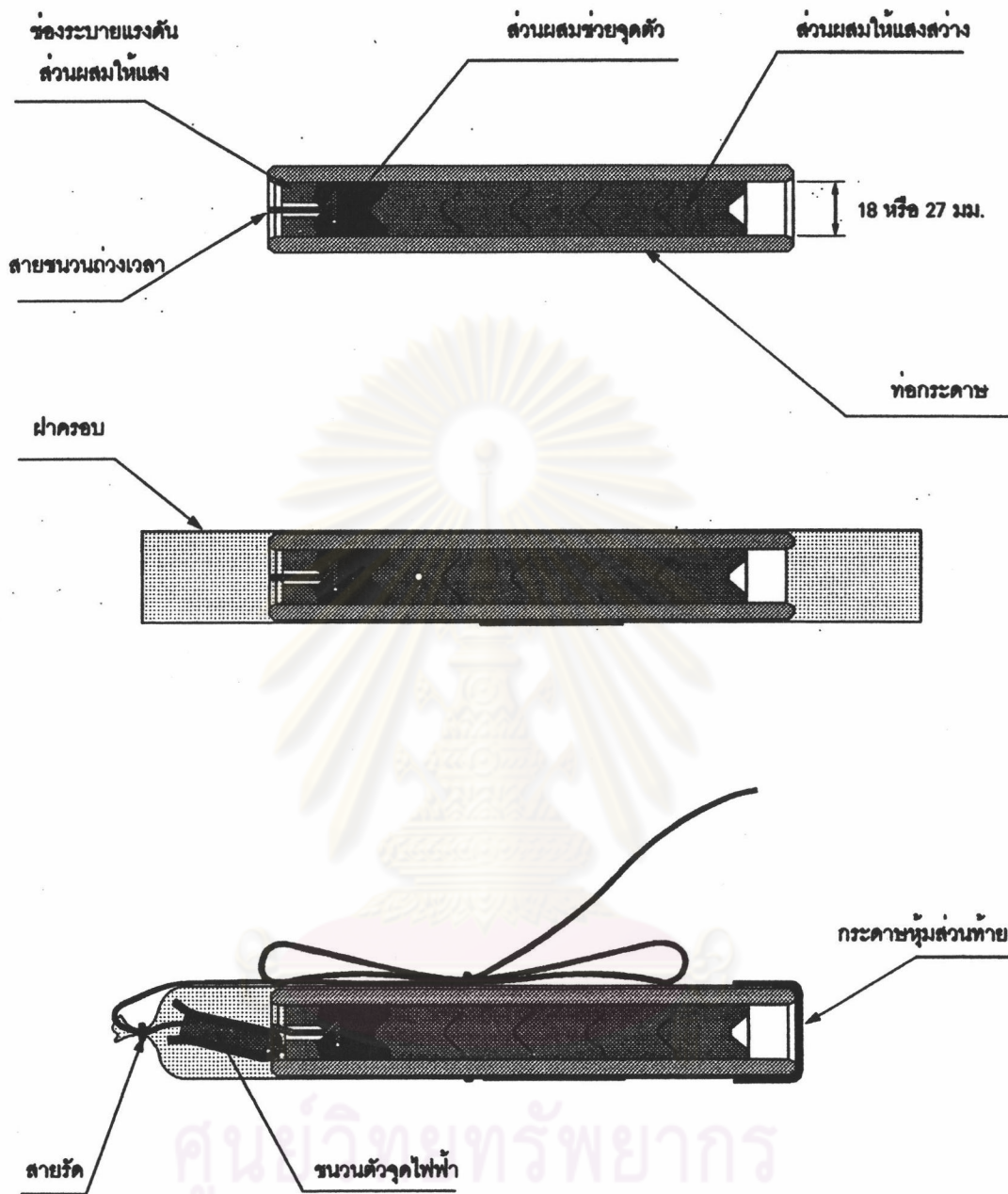


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

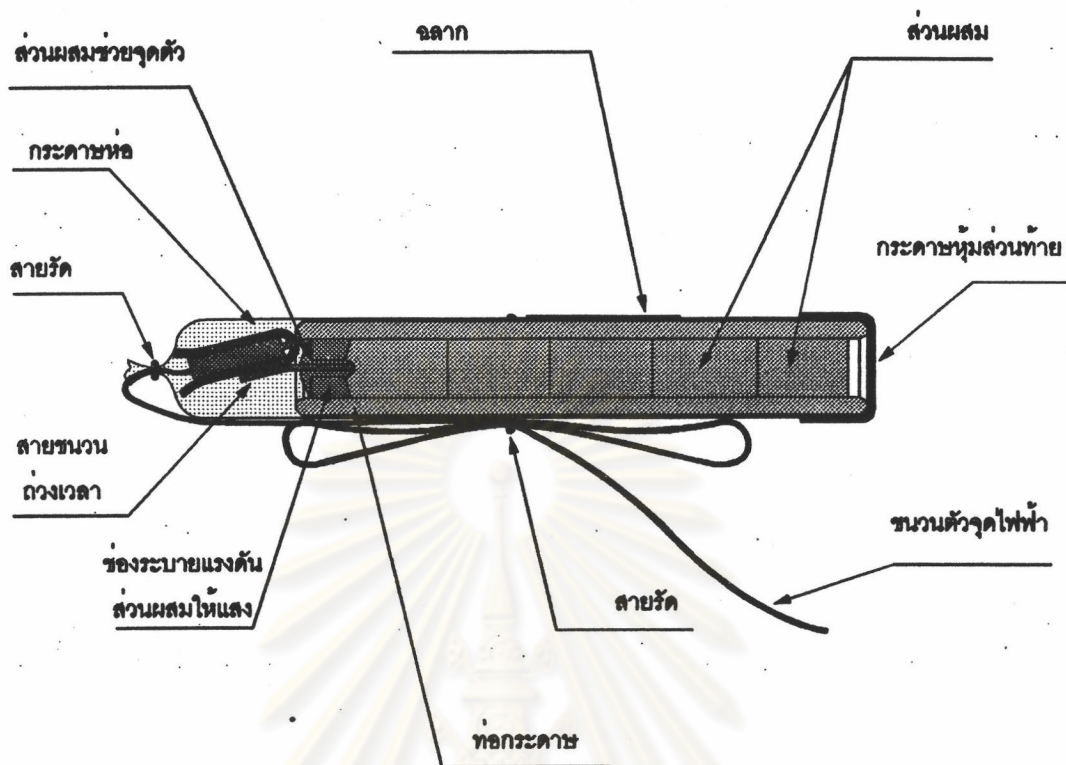
รูปที่ ๓.๓ พลุ 100,125,150 มม.



รูปที่ ๓.๔ พลู 200 มม.

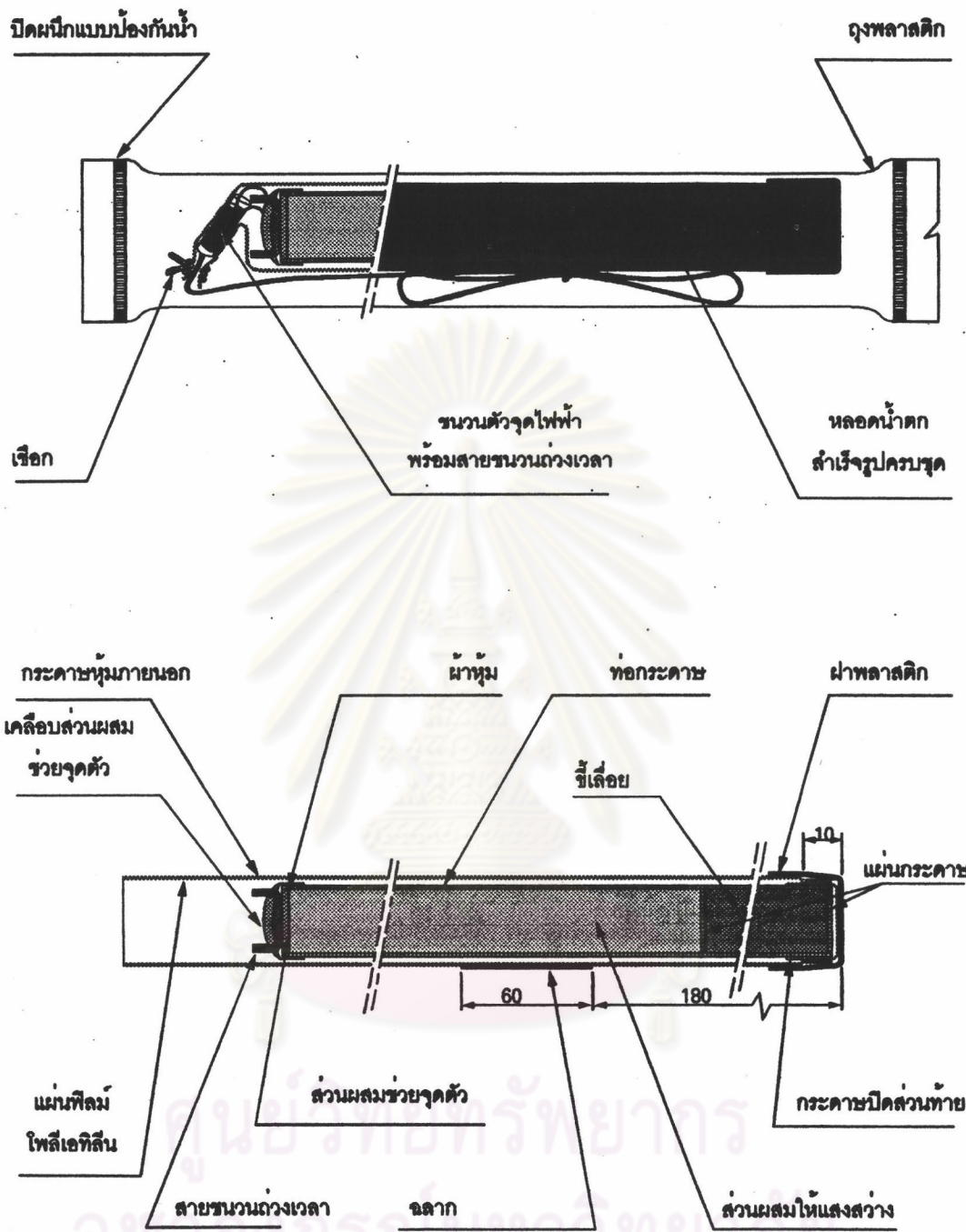


รูปที่ ๓.๕ ดอกไม้ไฟพะเนียง 18,27 มม

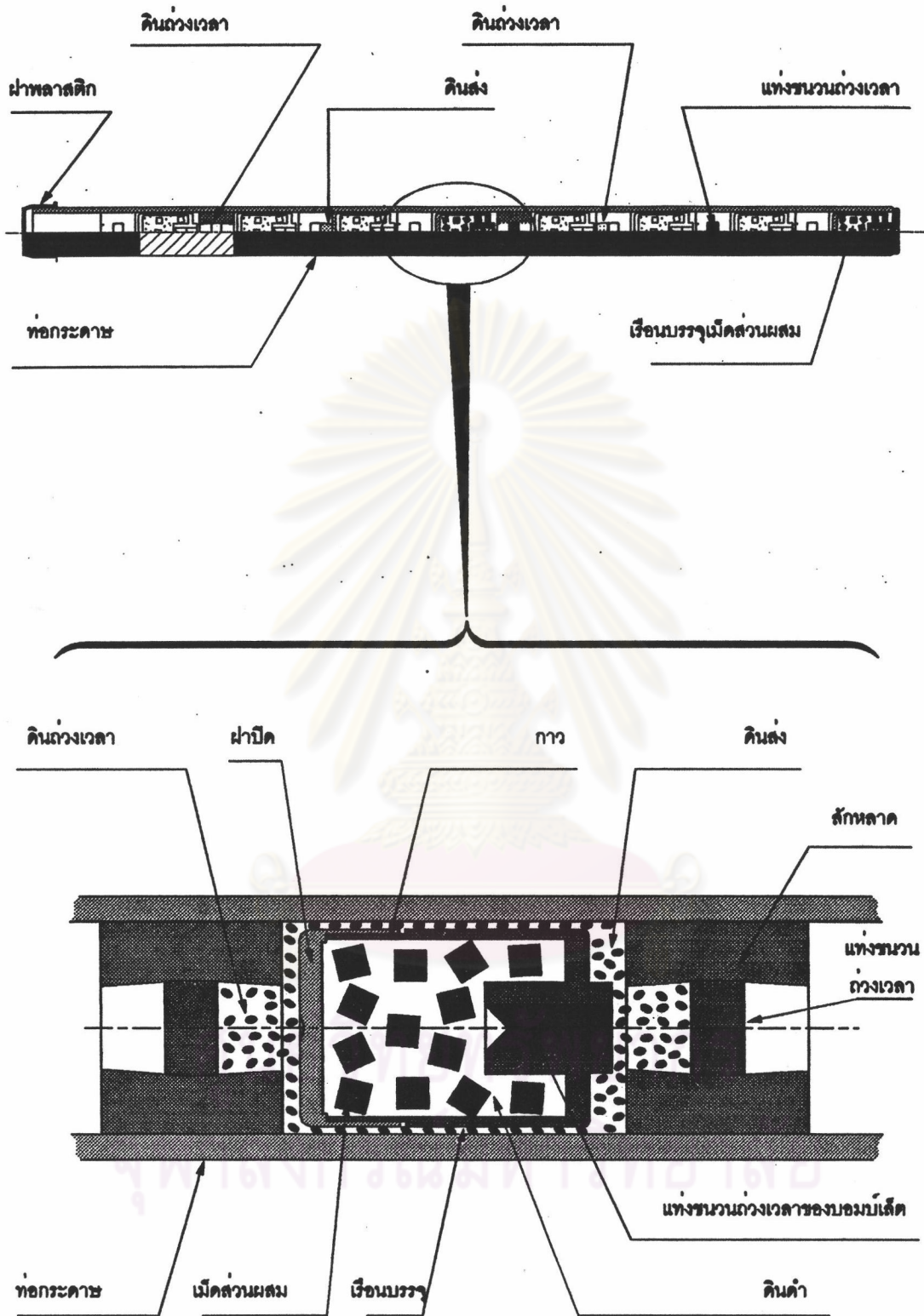


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

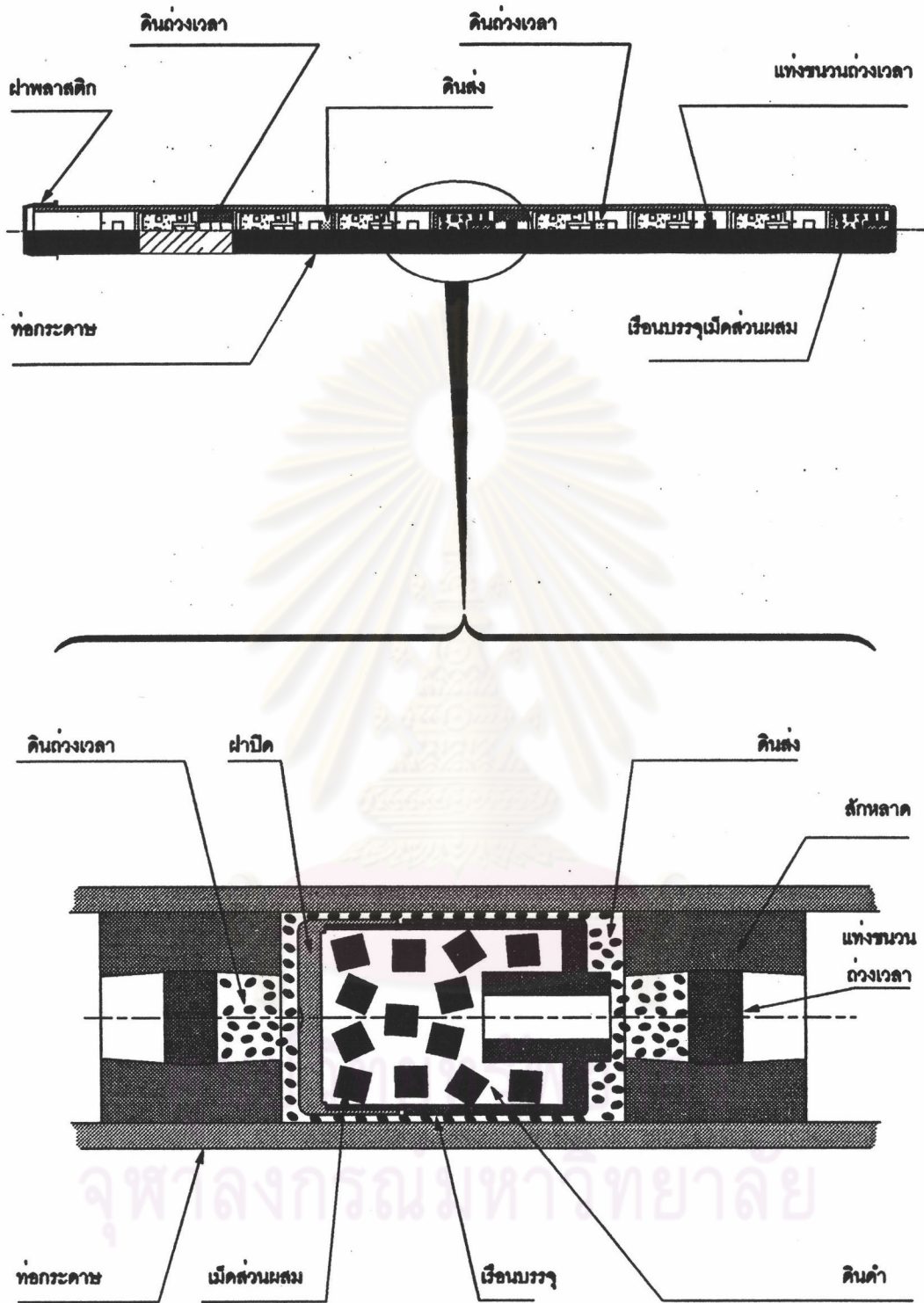
รูปที่ ๖.๖ ดอกไม้ไฟพะเนียงแบบมีแรงดัน



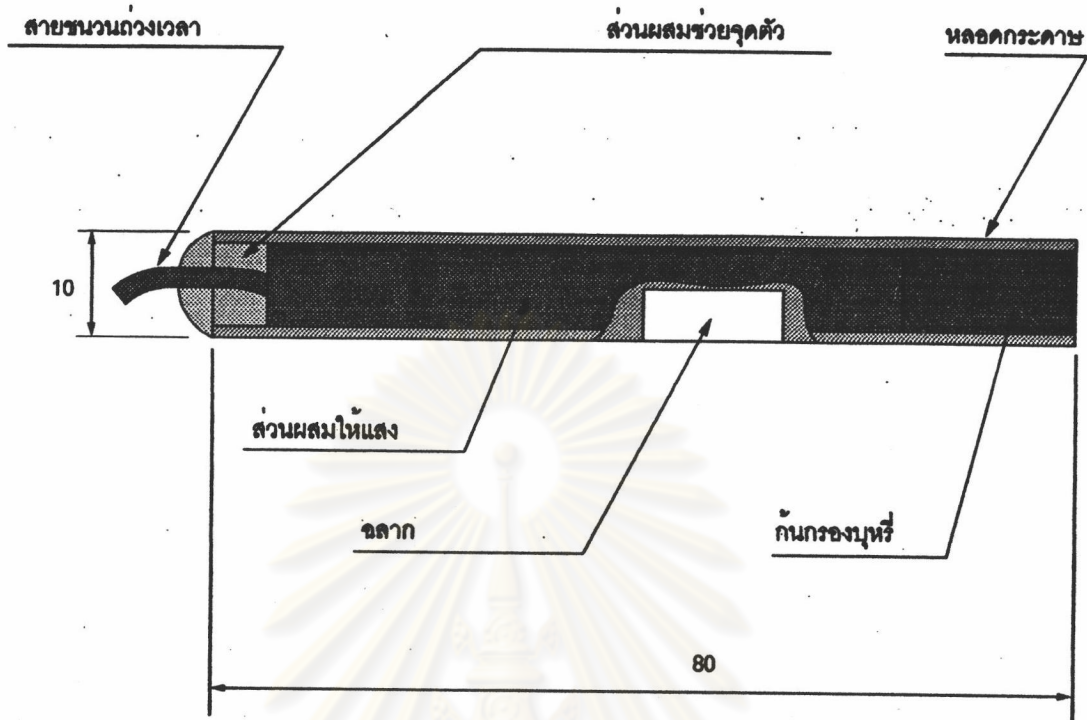
รูปที่ ๓.๗ ดอกไม้ไฟน้ำตก 20,23 มม.



รูปที่ ๖.8 ดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล 'บอมบ์ระเบิด'

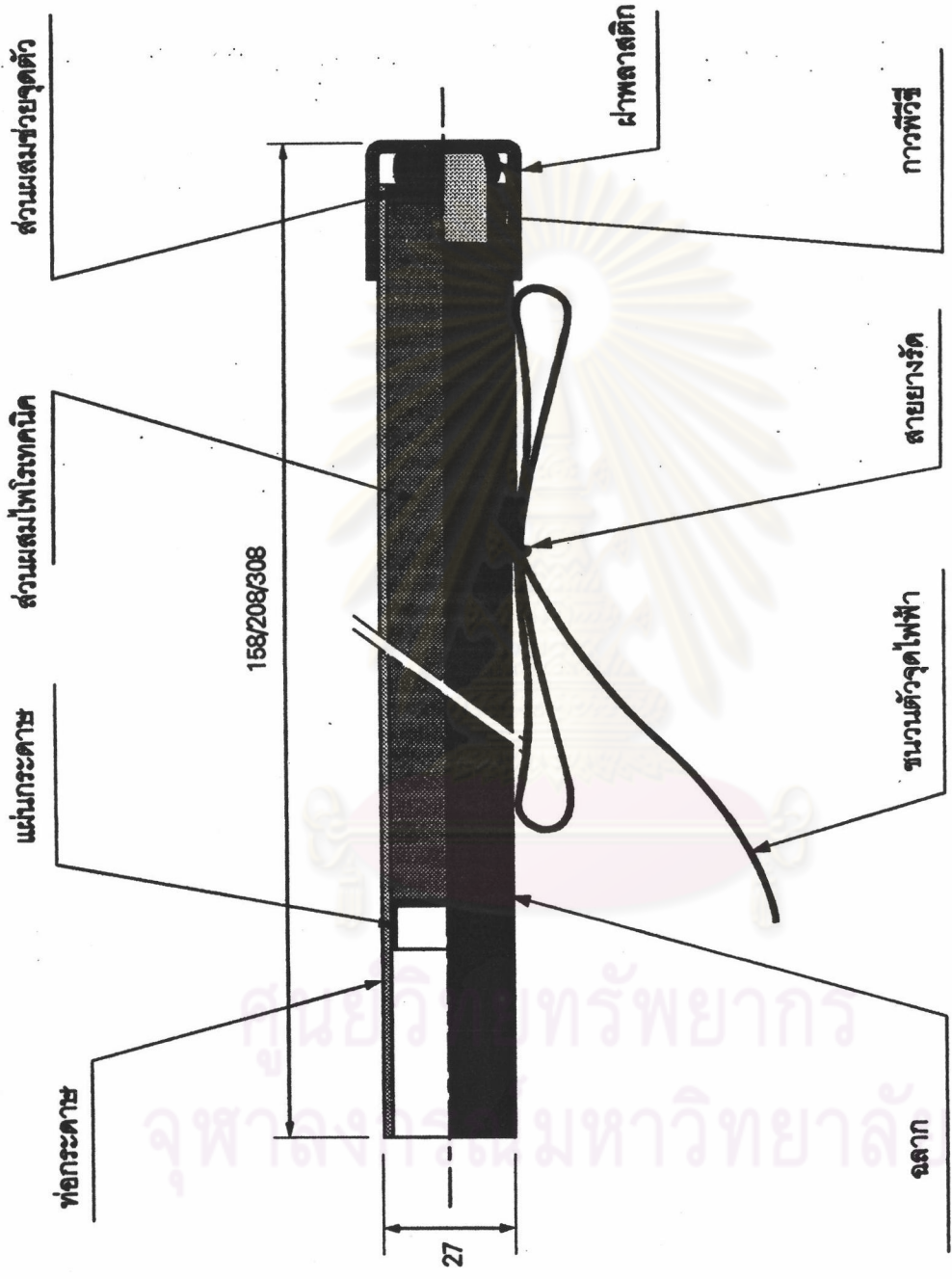


รูปที่ ง.๑ ดอกไม้ไฟโรมันแคนเดิล "พอดไฟร์"

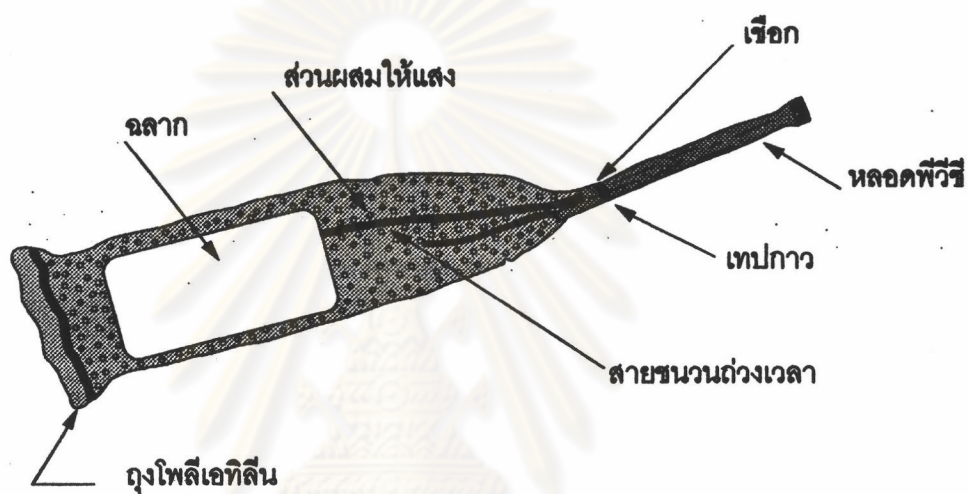


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง.10 ดอกไม้ไฟแสงสว่างเพื่อประกอบเป็นข้อความหรือภาพ

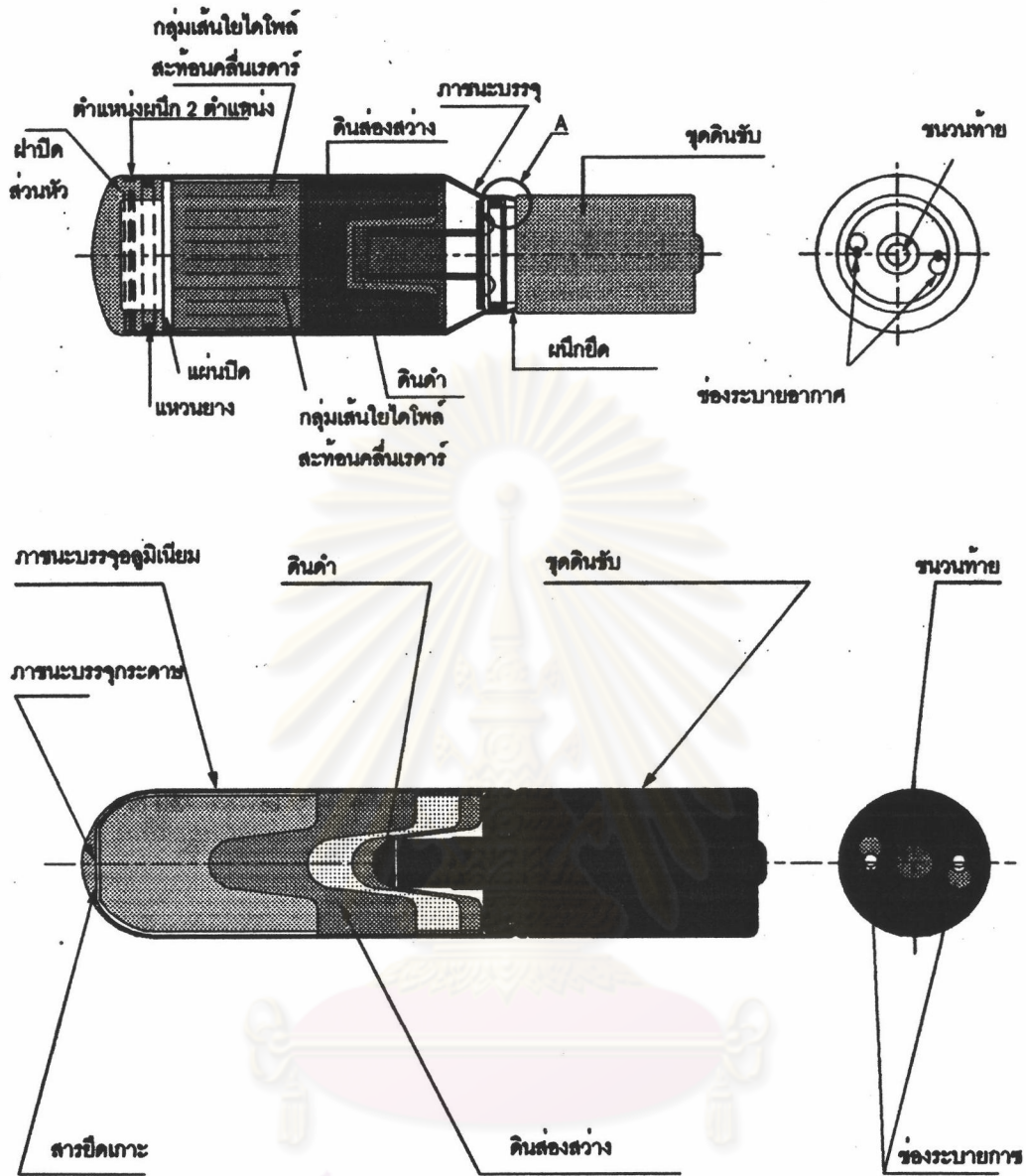


รูปที่ ง.11 ดอกไม้ไฟแสงสว่างแบบตั้งอาคาร 1,2,3,6,10 นาที



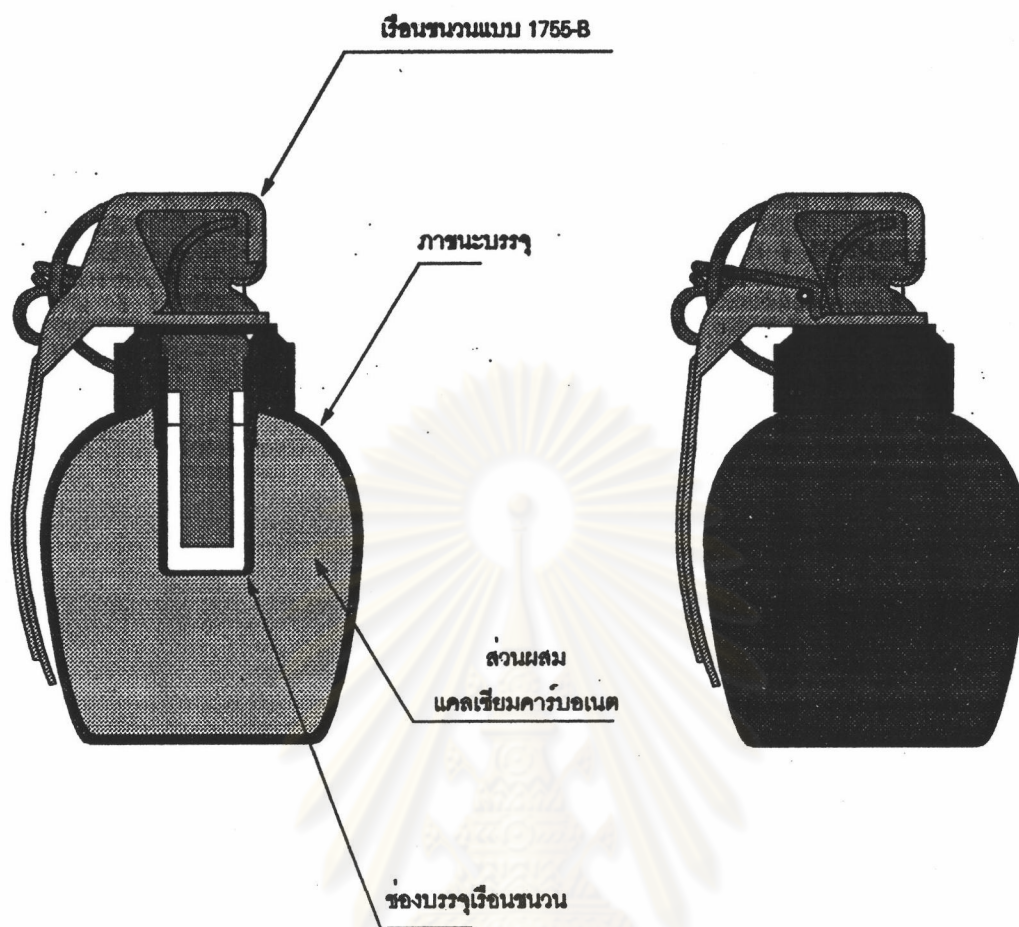
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง.12 ดอกไม้ไฟแสงสว่างตบแต่งอาคารแบบมีควันน้อย



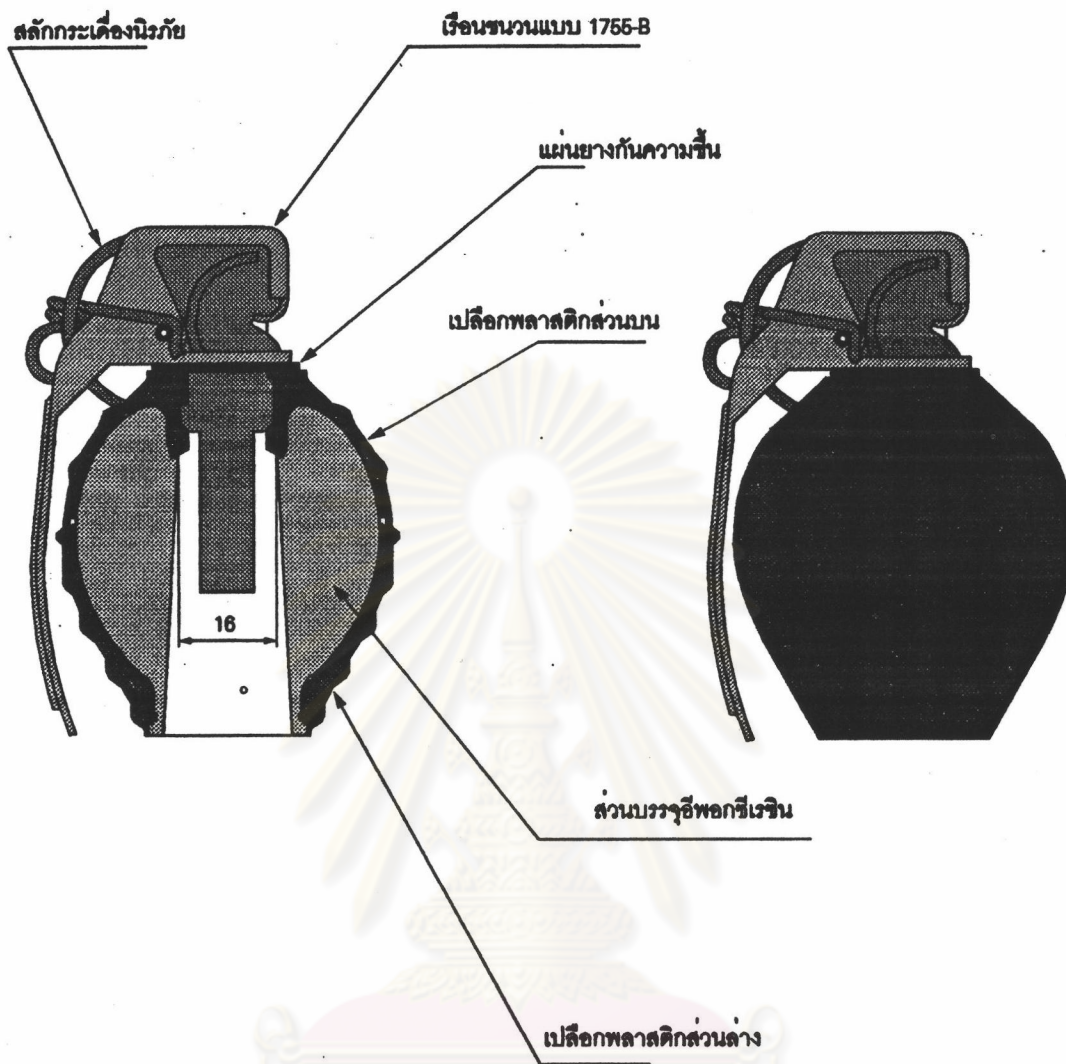
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๑.13 สัญลักษณ์ค้นหาและช่วยชีวิตแบบแสงสว่างและเรดาร์



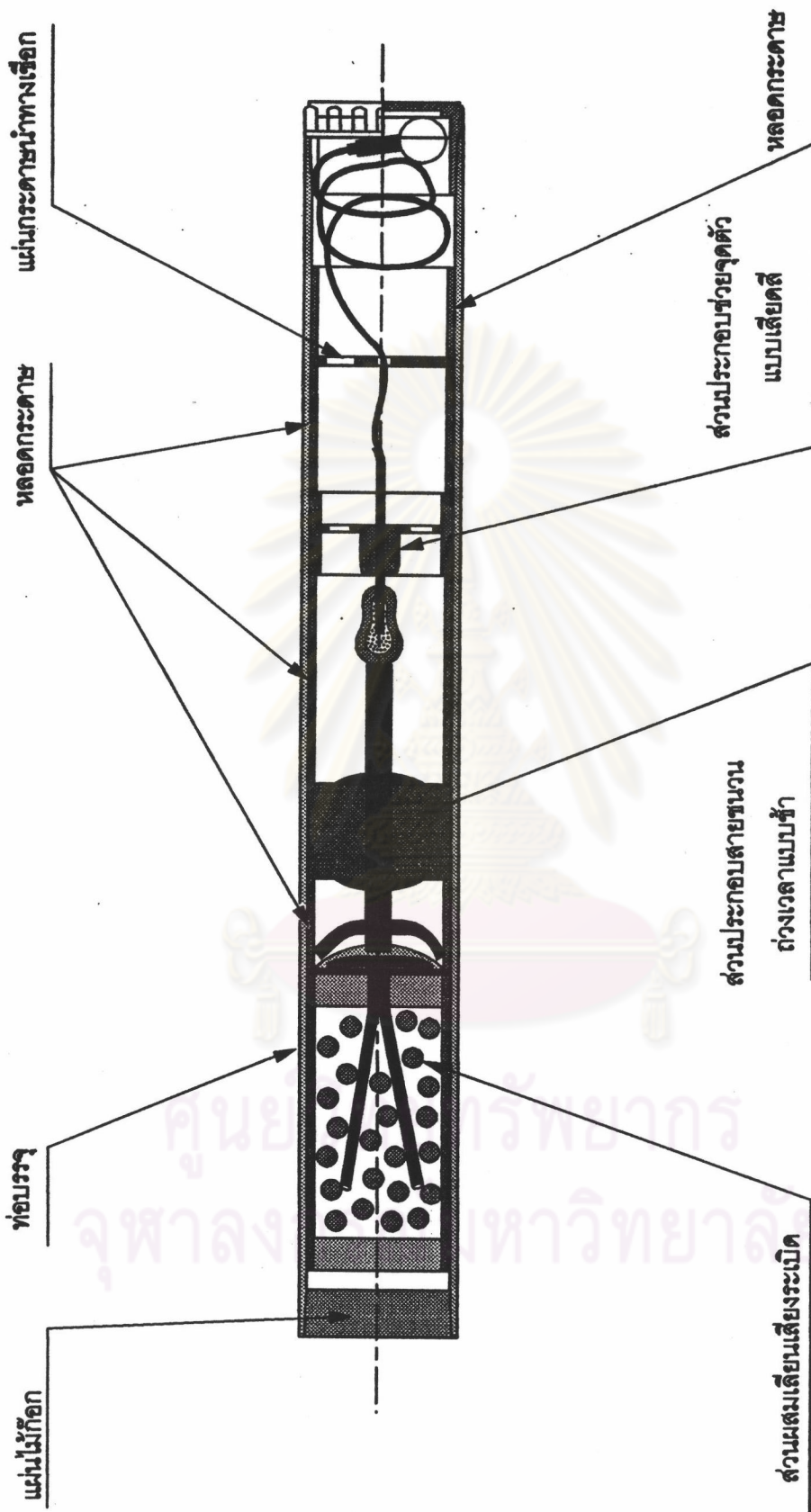
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๑.14 ลูกกระเบิดฝักขว้างแบบผงชอล์ก

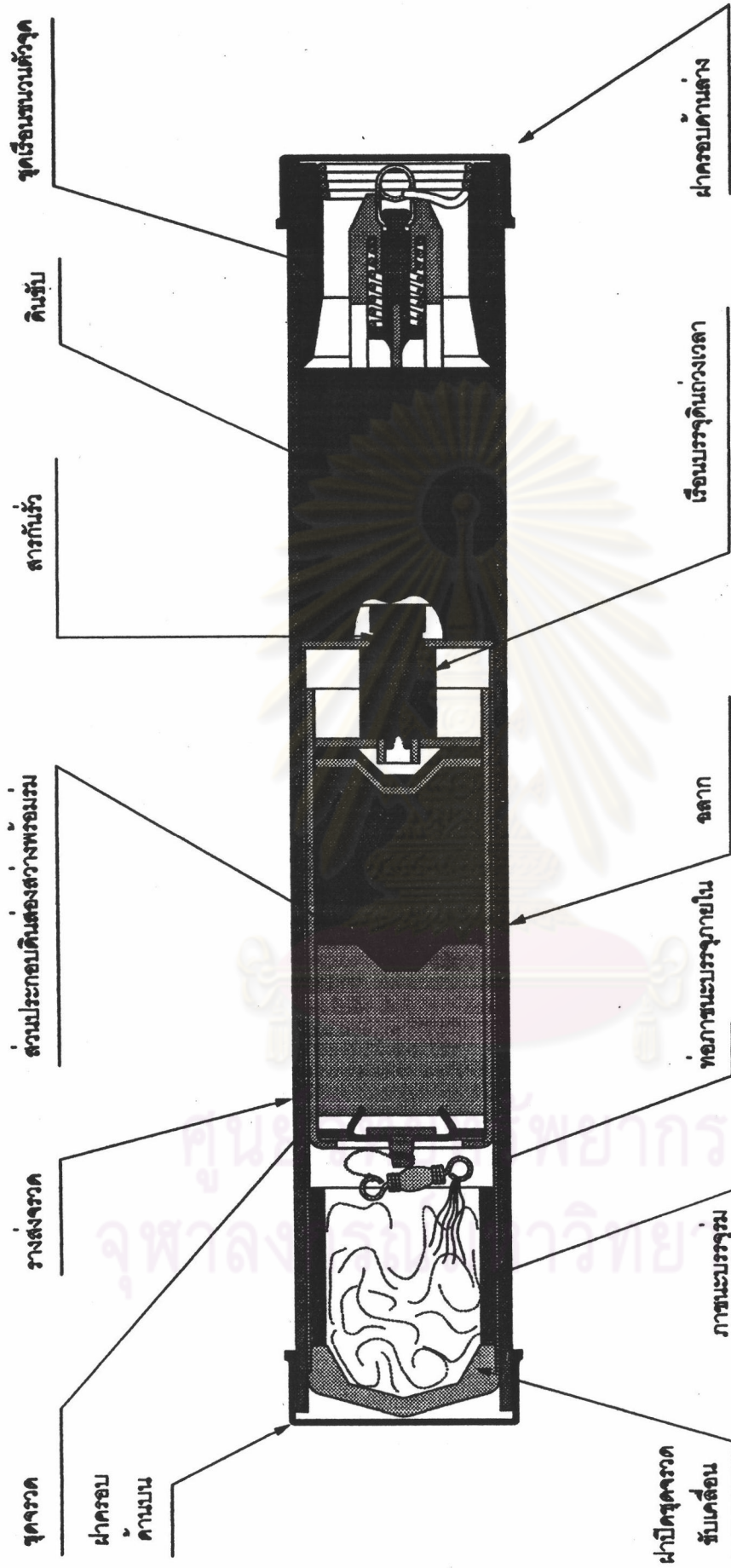


ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ง.15 ลูกกระเบิดฝึกร้างแบบใช้ซ้ำได้

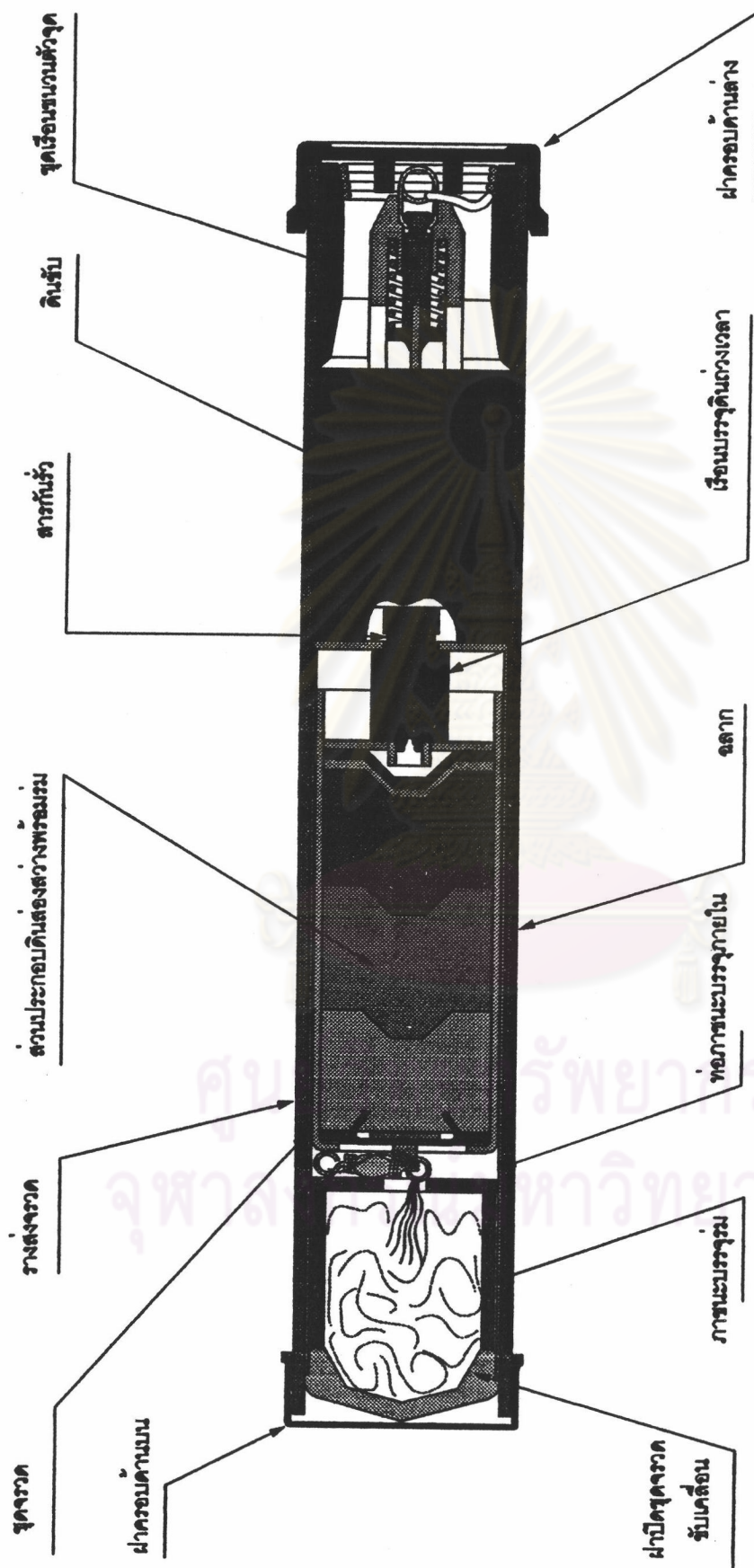


รูปที่ ง.16 เสียงเขียนแบบการระเบิด

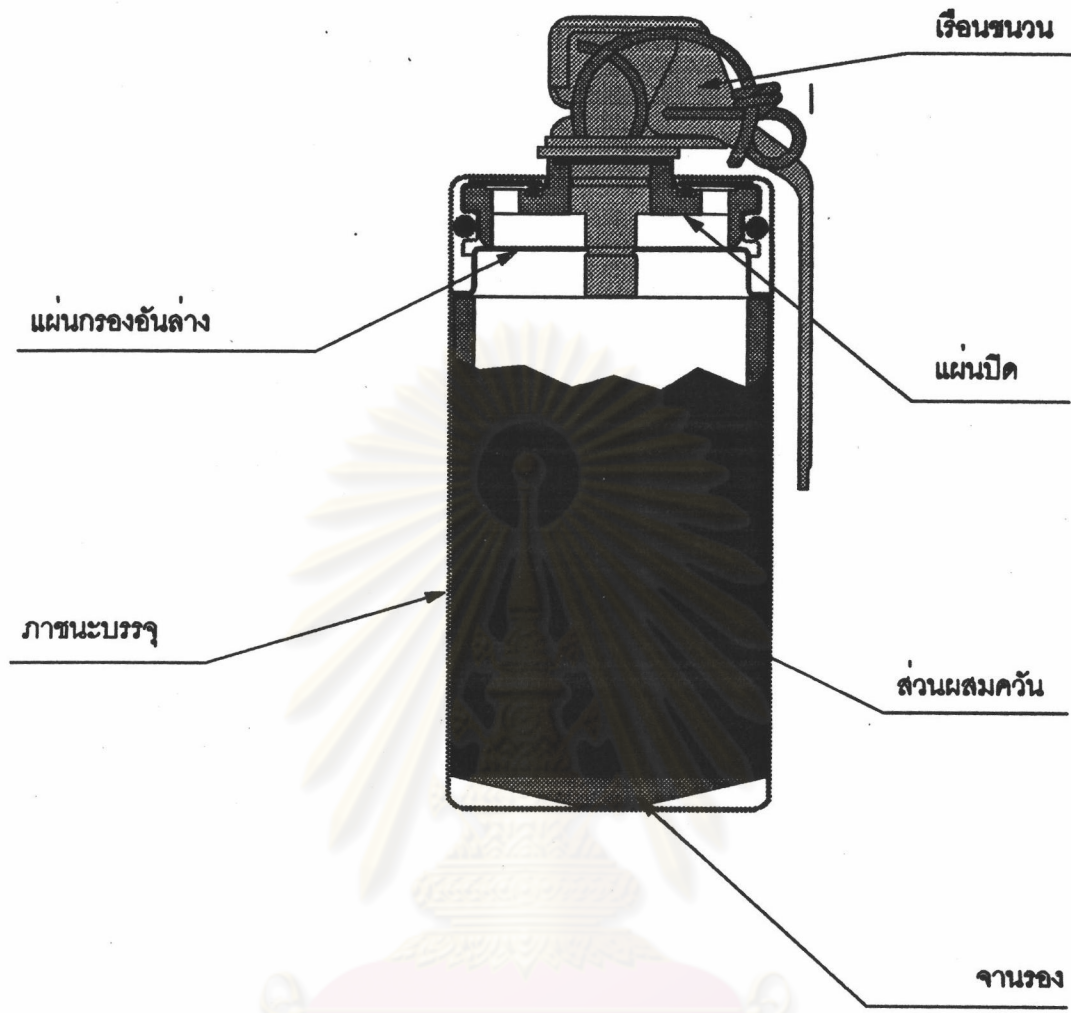


รูปที่ ง.17 สัญลักษณ์สองแสงของความช่วยเหลือระบบแทกด้วยมือ

ศูนย์วิจัยและพัฒนา
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

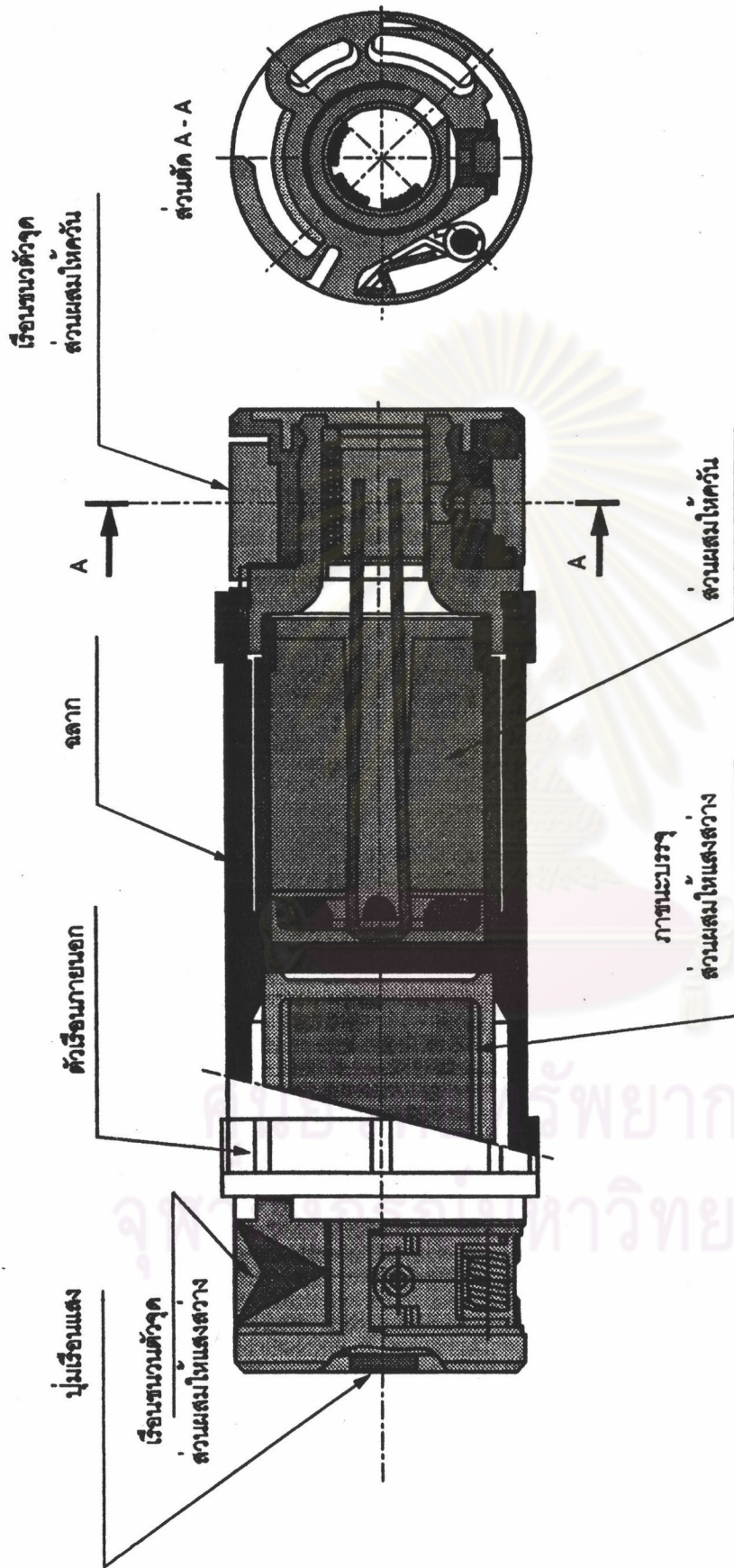


รูปที่ จ.18 สัญลักษณ์ของศตวรรษแห่งเทคโนโลยี



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ ๓.19 ลูกกระเบิดขว้างตวัน



รูปที่ ง.20 สัตถุญาดแสงและคว้นเพื่อการค้าค้นหาและช่วยชีวิต



ภาคผนวก จ
โปรแกรมช่วยคำนวณต้นทุน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



โปรแกรมช่วยคำนวณต้นทุนของผลิตภัณฑ์

โปรแกรมนี้เขียนขึ้นโดยใช้ Worksheet Excel 4.0 บน Window 3.1 เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่
ใช้งานง่ายไม่สลับซับซ้อน กำหนดการป้อนข้อมูลได้สะดวก และประมวลผลได้รวดเร็ว

ส่วนที่ใช้สำหรับป้อนข้อมูลประกอบด้วย

1. ข้อมูลวัตถุดิบทางตรง
2. ข้อมูลแรงงานทางตรง
3. ข้อมูลแรงงานทางอ้อม
4. ข้อมูลการใช้เครื่องจักร
5. ข้อมูลอาคารสิ่งปลูกสร้าง
6. ข้อมูลการบำรุงรักษาเครื่องจักร
7. ข้อมูลค่าไฟฟ้า-ค่าน้ำ

1. ข้อมูลวัตถุดิบทางตรงประเภทส่วนประกอบ

ผลิตภัณฑ์/รายการชิ้นส่วน	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
1. ผลิตภัณฑ์ชนิด 1			
- ชิ้นส่วน 1			
- ชิ้นส่วน 2			
-			
รวม			
2. ผลิตภัณฑ์ชนิด 2			
-			
-			
-			
รวม			

2. ข้อมูลวัตถุดิบทางตรงประเภทส่วนผสม

ผลิตภัณฑ์/ส่วนผสม	ปริมาณ (กิโลกรัม)	เผื่อสูญเสีย 10%	ราคารวม
1. ผลิตภัณฑ์ชนิด 1 - ส่วนผสม 1 - ส่วนผสม 2 - รวม			
2. ผลิตภัณฑ์ชนิด 2 - รวม			

3. ข้อมูลแรงงานทางตรง

ผลิตภัณฑ์	ชั่วโมงแรงงานทางตรง	ค่าจ้าง
1.		
30.		
รวม		

4. ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ของสารเคมีที่ผ่านเครื่องจักรในการผลิตส่วนผสม

เครื่องจักร	ส่วนผสมเบอร์.....		ส่วนผสมเบอร์.....	
	% ผ่าน เครื่องจักร	ปริมาณ กรัมต่อปี	% ผ่าน เครื่องจักร	ปริมาณ กรัมต่อปี
1.				
2.				
7.				

5. ข้อมูลเวลาที่เครื่องจักรทำงานกับผลิตภัณฑ์ 1 ชิ้น

เครื่องจักร	ผลิตภัณฑ์		ผลิตภัณฑ์	
	เวลา (วินาที)	เวลารวม (วินาที)	เวลา (วินาที)	เวลารวม (วินาที)
1.				
2.				
3.				
.				
24.				

6. ข้อมูลแรงงานทางอ้อม อาคารสิ่งปลูกสร้าง ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร ค่าสาธารณูปโภค

รายการ	ราคา	หน่วย
1. แรงงานทางอ้อม		บาทต่อปี
2. อาคารสิ่งปลูกสร้าง		บาท
3. ค่าบำรุงรักษาเครื่อง		บาทต่อปี
4. ค่าสาธารณูปโภค		บาทต่อปี
รวม		

เมื่อป้อนข้อมูลทั้งหมด โปรแกรมจะประมวลผลและจะทำให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้คือ

1. สรุปค่าวัตถุดิบทางตรง
2. สรุปค่าแรงงานทางตรง
3. สรุปการปันส่วนค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร
4. สรุปการปันส่วนค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์
5. สรุปการปันส่วนค่าวัตถุดิบทางอ้อม
6. สรุปการปันส่วนค่าแรงงานทางอ้อม
7. สรุปการปันส่วนค่าเสื่อมราคาอาคารและสิ่งปลูกสร้าง
8. สรุปการปันส่วนค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร
9. สรุปการปันส่วนค่าสาธารณูปโภค
10. สรุปต้นทุนการผลิต

1. สรุปค่าวัตถุดิบทางตรง

ผลิตภัณฑ์	ราคาส่วนประกอบ	ราคาสารเคมี	รวมราคา (บาท/ชิ้น)
1.			
2.			
.			
รวม			

2. สรุปค่าแรงงานทางตรง

ผลิตภัณฑ์	DMH	ชม.แรงงานทางตรง	ค่าแรงงานทางตรง (บาท/ชิ้น)
1.			
2.			
.			
รวม			

3. สรุปการปันค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร

ผลิตภัณฑ์	ค่าเสื่อมเครื่องจักร ที่ใช้ประกอบ	ค่าเสื่อมเครื่อง จักรผลิตส่วนผสม	ผลรวม (บาท/ชิ้น)
1.			
2.			
.			
รวม			

4. สรุปการปันส่วนค่าเสื่อมราคาอุปกรณ์

ผลิตภัณฑ์	ราคาอุปกรณ์	โปรแกรมการผลิต	ค่าเสื่อม (บาท/ชิ้น)
1.			
2.			
.			
รวม			

5. สรุปการปันส่วนค่าวัสดุทางอ้อม

ผลิตภัณฑ์	ค่าวัสดุทางอ้อม (บาท/ชิ้น)
1.	
2.	
.	
30.	

6. สรุปการปันส่วนค่าแรงงานทางอ้อม

ผลิตภัณฑ์	ค่าแรงงานทางอ้อม (บาท/ชิ้น)
1.	
2.	
.	
30.	

7. สรุปการปันส่วนค่าเสื่อมราคาอาคารและสิ่งปลูกสร้าง

ผลิตภัณฑ์	ค่าเสื่อมอาคาร (บาท/ชิ้น)
1.	
2.	
.	

8. สรุปการปันส่วนค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร

ผลิตภัณฑ์	ค่าบำรุงรักษาเครื่องจักร (บาท/ชิ้น)
1.	
2.	
.	
30.	

9. สรุปการปันส่วนค่าสาธารณูปโภค

ผลิตภัณฑ์	ค่าไฟฟ้า (บาท/ชิ้น)	ค่าน้ำ (บาท/ชิ้น)
1.		
2.		
.		
30.		

10. สรุปต้นทุนการผลิต

ผลิตภัณฑ์	ค่าวัตถุดิบ ทางตรง	ค่าแรงงาน ทางตรง	ค่าเสียหาย การผลิต	รวม (บาท/ชิ้น)
1.				
2.				
.				
30.				



ประวัติผู้เขียน

นายเมืองแมน ม่วงท้วม เกิดวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2512 ที่จังหวัดสมุทรปราการ สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2533 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2534



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย