



มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

THAI INDUSTRIAL STANDARD

มอก. 96–2549

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

เล่ม 1 ทั่วไป

PRIMARY BATTERIES –

PART 1 : GENERAL

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

กระทรวงอุตสาหกรรม

ICS 29.220.10

ISBN 978-974-292-310-5

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
แบตเตอรี่ปฐมภูมิ
เล่ม 1 ทั่วไป

มอก. 96- 2549

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 0 2202 3300

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 124 ตอนพิเศษ 43 ง
วันที่ 9 เมษายน พุทธศักราช 2550

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 142
มาตรฐานแบตเตอรี่แห้ง

ประธานกรรมการ

รองศาสตราจารย์ พิชิต ล้ายอง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

กรรมการ

นาวาอากาศเอก นันทพัทธ์ ปรีวรณ

พันเอก อธิชน แสงแก้ว

นายประพิศ ยอดสุวรรณ

นางสาวสุภาพร จาตุรันต์เรืองศรี

นายรังสรรค์ ปั่นทอง

นายฤทธิชัย ตันจตุรงค์

นายวิชัย ดีเจริญกุล

นายสมโภชน์ ทรัพย์สิน

นายธานินทร์ มีเพียร

นายแสงชัย กิจสัมฤทธิ์โรจน์

นายโกเมศ วิชิตธนาฤกษ์

นายพงศ์พัฒน์ วรรัตนธรรม

นายชวลิต มโนวิลาส

นายประวิทย์ พุทธาวีรติกุล

กรรมการสื่อสารทหารอากาศ

กรรมการทหารสื่อสาร

สำนักงานคณะกรรมการคุ้มครองผู้บริโภค

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กรมควบคุมมลพิษ

การไฟฟ้านครหลวง

บริษัท กสท โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน)

บริษัท เรย์แลมแบตเตอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท มัทสุซิตะแบตเตอรี่ (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท สปาสื่อสาร จำกัด

บริษัท โกศลอุตสาหกรรม จำกัด

บริษัท โนเกีย (ประเทศไทย) จำกัด

บริษัท บราโว อีเลคทรอนิกส์ จำกัด

สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย

กรรมการและเลขานุการ

นายปิยะพงศ์ นิระ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ปฐมภูมิเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ดังนั้นเพื่อให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวมีคุณภาพที่ดี มีความปลอดภัย เหมาะสมกับการใช้งาน และไม่เป็นสาเหตุให้เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุดเสียหายได้ง่าย จึงได้มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคัลเซ) เลขที่ มอก.96-2517 ประกาศใช้เป็นครั้งแรกในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 91 ตอนที่ 201 วันที่ 28 พฤศจิกายน พุทธศักราช 2517 และมีการแก้ไขมาตรฐานครั้งที่ 1 เปลี่ยนเป็นเลขที่ มอก.96-2528 ประกาศในราชกิจจานุเบกษานับพิเศษ เล่ม 102 ตอนที่ 35 วันที่ 22 มีนาคม พุทธศักราช 2528 ต่อมาได้พิจารณาเห็นสมควรแก้ไขปรับปรุงมาตรฐานฉบับนี้ใหม่ให้ทันสมัยครอบคลุมกับการใช้งานจริง และสอดคล้องตามมาตรฐานสากล จึงได้ยกเลิกมาตรฐานฉบับเดิมและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 1 ทั่วไป ขึ้นใหม่

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้เป็นเล่มหนึ่งในอนุกรมมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเซลล์และแบตเตอรี่อันประกอบไปด้วย

1. มอก.2217-2548 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่มีอิเล็กโทรไลต์แอลคาไลน์หรืออิเล็กโทรไลต์อื่นที่ไม่ใช่กรด สำหรับการใช้งานแบบพกพา เฉพาะด้านความปลอดภัย
2. มอก.2218-2548 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิที่มีอิเล็กโทรไลต์แอลคาไลน์หรืออิเล็กโทรไลต์อื่นที่ไม่ใช่กรด-เซลล์และแบตเตอรี่ทุติยภูมิระบบลิเทียม สำหรับการใช้งานแบบพกพา
3. มอก.2219-2548 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 2 ข้อกำหนดคุณลักษณะทางรูปร่างและทางไฟฟ้า
4. มอก.2266-2549 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 5 แบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว เฉพาะด้านความปลอดภัย
5. มอก.2304-2549 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 3 แบตเตอรี่นาฬิกา

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดขึ้นโดยรับ IEC 60086-1 : 2000 Primary batteries-Part 1 : General มาใช้ในระดับดัดแปลง (modified) โดยมีรายละเอียดการดัดแปลงที่สำคัญดังต่อไปนี้

- การทำเครื่องหมายบนแบตเตอรี่เกี่ยวกับการกำจัด ในข้อที่ 4.1.6.3 กำหนดให้เป็นไปตามกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และมาตรฐาน IEC 61429
- ความปลอดภัย ในข้อที่ 4.2.6 กำหนดให้แบตเตอรี่ปฐมภูมิต้องมีความปลอดภัย เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน IEC 60086-4 และ มอก.2266

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้ว เห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบข่าย	1
2. เอกสารอ้างอิง	1
3. บทนิยาม	1
4. คุณลักษณะที่ต้องการ	4
4.1 ทัวไป	4
4.2 สมรรถนะ	10
5. สมรรถนะ-การทดสอบ	11
5.1 ทัวไป	11
5.2 การทดสอบการปล่อยประจุ	11
5.3 การตรวจสอบความถูกต้องตามเกณฑ์ (conformance check) กับช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุดที่ระบุ	12
5.4 วิธีการคำนวณค่าที่กำหนดไว้ของช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด	13
5.5 การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open circuit voltage, OCV)	13
5.6 มิติของแบตเตอรี่	13
5.7 การรื้อและการเสียรูป	13
6. สมรรถนะ-ภาวะการทดสอบ	13
6.1 ภาวะก่อนการปล่อยประจุ	13
6.2 การเริ่มการทดสอบการปล่อยประจุหลังการจัดเก็บ	14
6.3 ภาวะทดสอบการปล่อยประจุ	14
6.4 ความต้านทานโหลด	14
6.5 คาบเวลา (time period)	15
6.6 การกระตุ้น (activation) ของแบตเตอรี่ระบบ P	15
6.7 เครื่องวัด	15
7. การชักตัวอย่างและการประกันคุณภาพ	15
7.1 การชักตัวอย่าง	15
7.2 ดัชนีคุณภาพของผลิตภัณฑ์	16
8. การบรรจุหีบห่อแบตเตอรี่	17
ภาคผนวก ก. ระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ)	18
ภาคผนวก ข. หลักปฏิบัติสำหรับการบรรจุหีบห่อ การขนส่ง การจัดเก็บ การใช้งาน และการกำจัด ของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ	33
ภาคผนวก ค. การออกแบบบริษัท	36
ภาคผนวก ง. วิธีการคำนวณค่าที่กำหนดของช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด	38
ภาคผนวก จ. แนวทางสำหรับการกำหนดมาตรฐานของแบตเตอรี่	39
ภาคผนวก ฉ. มิตินิยมสำหรับแบตเตอรี่ปฐมภูมิ	40
ภาคผนวก ช. นิยามแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน และวิธีหาค่า	42



ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 3602 (พ.ศ. 2549)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. 2511

เรื่อง ยกเลิกมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลิ่งเซ)

แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลิ่งเซ) (แก้ไขครั้งที่ 1)

และกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 1 ทั่วไป

โดยที่เป็นการสมควรปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลิ่งเซ) มาตรฐานเลขที่ มอก.96-2517 และมาตรฐานเลขที่ มอก.96-2528 (แก้ไขครั้งที่ 1)

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 15 แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 109 (พ.ศ. 2517) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลิ่งเซ) ลงวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2517 และเรื่อง แก้ไขมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่แห้ง (แบบเลอคลิ่งเซ) (แก้ไขครั้งที่ 1) ลงวันที่ 12 มีนาคม พ.ศ. 2528 และออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 1 ทั่วไป มาตรฐานเลขที่ มอก.96-2549 ขึ้นใหม่ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2549

โสมิต ปันเปียมรัชฎ์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

แบตเตอรี่ปฐมภูมิ

เล่ม 1 ทั่วไป

1. ขอบข่าย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดมาตรฐานแบตเตอรี่ปฐมภูมิโดยระบบเคมีไฟฟ้า มิติ การระบุชื่อ รูปลักษณะของขั้ว การทำเครื่องหมาย วิธีทดสอบ สมรรถนะ ความปลอดภัย และการกำจัด

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงที่ระบุนี้ ประกอบด้วยข้อกำหนดที่นำมาอ้างอิงในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ สำหรับเอกสารอ้างอิงฉบับที่ระบุที่พิมพ์จะไม่นำเอกสารอ้างอิงฉบับที่แก้ไขเพิ่มเติมหรือแก้ไขปรับปรุงในภายหลังมาใช้ในการอ้างอิง ส่วนเอกสารอ้างอิงฉบับที่ไม่ได้ระบุที่พิมพ์นั้นให้ใช้ฉบับล่าสุด

มอก.465	แผนและวิธีการชักตัวอย่างเพื่อการตรวจสอบแบบแอตทริบิวต์
มอก.2219	แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 2 ข้อกำหนดคุณลักษณะทางรูปร่าง และทางไฟฟ้า
มอก.2266	แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 5 แบตเตอรี่ที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลว เฉพาะด้านความปลอดภัย
มอก.2304	แบตเตอรี่ปฐมภูมิ เล่ม 3 แบตเตอรี่นำฟิกา
IEC 60086-4	Primary batteries-Part 4: Safety of lithium batteries
IEC 60410: 1973	Sampling plans and procedures for inspection by attributes
IEC 61429: 1995	Marking of secondary cells and batteries with the international recycling symbol
	ISO 7000-1135
ISO 3951: 1989	Sampling procedures and charts for inspection by variables for percent nonconforming
ISO/IEC Directives-Part 2: 1992	

3. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้มีดังต่อไปนี้

3.1 การทดสอบใช้งาน (application test)

การทดสอบที่จำลองการใช้งานจริงของแบตเตอรี่ในสภาพการใช้งานเฉพาะ ตัวอย่างเช่น การทดสอบไฟฉายพกพา เครื่องบันทึกเสียง เครื่องรับวิทยุ

3.2 การปล่อยประจุของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ (discharge (of a primary battery))

การทำงานในระหว่างที่แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับวงจรภายนอก

3.3 แบตเตอรี่ (ปฐมภูมิ) แห้ง (dry (primary) battery)

แบตเตอรี่ปฐมภูมิที่มีอิเล็กโทรไลต์เหลวไม่เคลื่อนที่

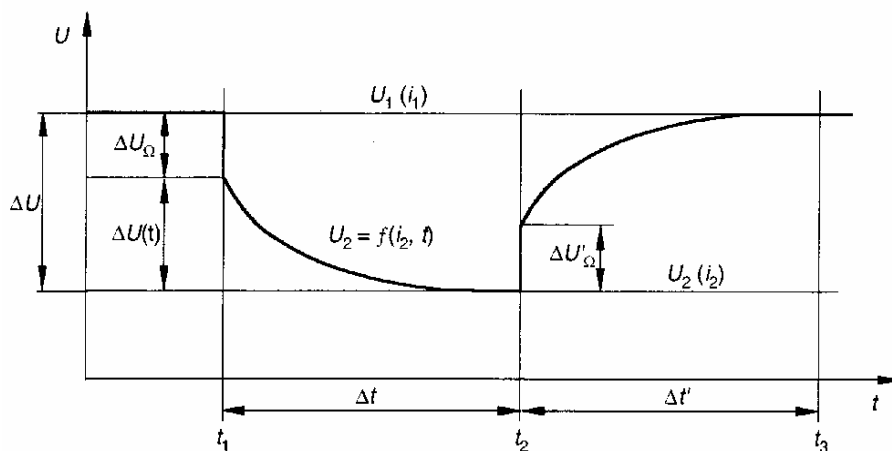
3.4 ความต้านทานภายในยังผล - วิธีไฟฟ้ากระแสตรง (effective internal resistance - DC method)

ความต้านทานของส่วนประกอบทางไฟฟ้าที่ได้จากการคำนวณอัตราส่วนระหว่างแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ΔU ของส่วนประกอบกับพิสัยของกระแสไฟฟ้า Δi ที่ไหลผ่านส่วนประกอบนี้ และทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R = \Delta U / \Delta i$

หมายเหตุ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ ความต้านทานไฟฟ้ากระแสตรงภายใน R_i ของเซลล์เคมีไฟฟ้าใด ๆ กำหนดได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

$$R_i (\Omega) = \frac{\Delta U (V)}{\Delta i (A)} \quad (1)$$

ความต้านทานไฟฟ้ากระแสตรงภายในแสดงให้เห็นได้ด้วยแผนภาพภาวะชั่วครู่ของแรงดันไฟฟ้า (voltage transient)



รูปที่ 1 แผนภาพภาวะชั่วครู่ของแรงดันไฟฟ้า
(ข้อ 3.4)

ตามแผนภาพในรูปที่ 1 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ΔU ของส่วนประกอบทั้งสองมีความแตกต่างกันโดยธรรมชาติ ตามที่แสดง ในความสัมพันธ์ดังนี้

$$\Delta U = \Delta U_{\Omega} + \Delta U(t) \quad (2)$$

ส่วนประกอบแรก ΔU_{Ω} สำหรับ ($t = t_1$) จะไม่ขึ้นกับเวลา และเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของกระแสไฟฟ้า Δi ตามความสัมพันธ์

$$\Delta U_{\Omega} = \Delta i \times R_{\Omega} \quad (3)$$

ตามความสัมพันธ์นี้ R_{Ω} เป็นความต้านทานบริสุทธิ์ (pure ohmic resistance) ส่วนประกอบที่ 2 $\Delta U(t)$ จะขึ้นกับเวลาและเป็นต้นกำเนิดเคมีไฟฟ้า

3.5 แรงดันไฟฟ้าจุดสุดท้าย (end-point voltage)

แรงดันไฟฟ้าขณะวงจรปิดที่กำหนดไว้ ณ จุดซึ่งสิ้นสุดการทดสอบการใช้งาน

3.6 การรั่ว (leakage)

การรั่วของอิเล็กโทรไลต์ ก๊าซ หรือวัสดุอื่นจากแบตเตอรี่โดยไม่ได้ออกแบบไว้

3.7 ช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด (minimum average duration, MAD)

เวลาเฉลี่ยต่ำสุดในการปล่อยประจุที่ชุดของแบตเตอรี่ทำได้

หมายเหตุ การทดสอบการปล่อยประจุทำได้ตามวิธีทดสอบหรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ และออกแบบเพื่อแสดงถึงความสอดคล้องกับมาตรฐานที่ใช้กับแบตเตอรี่ชนิดนั้น ๆ

3.8 แรงดันไฟฟ้าระบุของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ (nominal voltage of a primary battery)

ค่าโดยประมาณที่เหมาะสมของแรงดันไฟฟ้าที่ใช้ในการระบุแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

3.9 แรงดันไฟฟ้ามีโหลด (on-load voltage)

แรงดันไฟฟ้าวงจรปิด (closed circuit voltage, CCV)

แรงดันไฟฟ้าคร่อมขั้วของแบตเตอรี่เมื่อมีการปล่อยประจุ

3.10 แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (open-circuit voltage, OCV)

แรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลด

แรงดันไฟฟ้าคร่อมขั้วของแบตเตอรี่เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลออกภายนอก

3.11 แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (primary battery)

เซลล์ปฐมภูมิหนึ่งเซลล์หรือมากกว่า รวมทั้งเปลือกหุ้ม ขั้ว และเครื่องหมาย

3.12 เซลล์ปฐมภูมิ (primary cell)

แหล่งกำเนิดของพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการแปลงเปลี่ยนโดยตรงของพลังงานเคมีที่ไม่ได้ออกแบบให้ประจุไฟด้วยแหล่งกำเนิดไฟฟ้าอื่น

3.13 ผลของการใช้งาน (ของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ) (service output (of a primary battery))

อายุการใช้งาน หรือความจุ หรือพลังงานด้านออกของแบตเตอรี่ในภาวะที่กำหนดของการปล่อยประจุ

3.14 การทดสอบผลของการใช้งาน (service output test)

การทดสอบที่ออกแบบเพื่อวัดผลการใช้งานของแบตเตอรี่

หมายเหตุ การทดสอบผลการใช้งานอาจกำหนดขึ้น ตัวอย่าง เช่น

ก) การทดสอบมีความซับซ้อนเกินไปที่จะจำลองขึ้นมาใช้

ข) ช่วงเวลาของการทดสอบไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติที่จะทำเพื่อจุดมุ่งหมายในการทดสอบประจำ

3.15 อายุการเก็บ (storage life)

ช่วงเวลาในสภาวะที่ระบุ ซึ่งสุดท้ายแบตเตอรี่ยังคงความสามารถทำงานได้ตามผลการใช้งานที่ระบุ

3.16 ขั้ว (terminal) (ของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ)

ชิ้นส่วนตัวนำไฟฟ้าที่มีไว้เพื่อการต่อแบตเตอรี่เข้ากับตัวนำภายนอก

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ทั่วไป

4.1.1 การออกแบบ

แบตเตอรี่ปฐมภูมิที่ขายในตลาดผู้บริโภคเป็นส่วนใหญ่ ในหลายปีที่ผ่านมาแบตเตอรี่ปฐมภูมิมีความสลับซับซ้อนมากขึ้นทั้งทางเคมีและโครงสร้าง ตัวอย่างเช่น ทั้งปริมาณความจุและความสามารถที่กำหนดได้เพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการที่เติบโตขึ้นของเทคโนโลยีบริษัทที่ใหม่ที่ต้องการใช้กำลังของแบตเตอรี่

เมื่อออกแบบแบตเตอรี่ปฐมภูมิจะต้องมีการพิจารณาในสิ่งที่กล่าวถึงมาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งมิติต้องสอดคล้องกันและมีเสถียรภาพ สมรรถนะทางฟิสิกส์และทางไฟฟ้า การทำงานที่ปลอดภัยในการใช้งานปกติ และจะต้องแน่ใจได้ในภาวะการใช้งานผิดที่คาดหวังไว้

4.1.2 มิติของแบตเตอรี่

มิติของแบตเตอรี่แต่ละแบบกำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304

4.1.3 ขั้ว

ขั้วต้องเป็นไปตาม มอก.2219 ข้อ 7.

ต้องออกแบบรูปร่างให้มั่นใจได้ว่าแบตเตอรี่มีการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดี และคงสภาพเช่นนั้นไว้ได้ตลอดเวลา

ขั้วต้องทำด้วยวัสดุที่มีสภาพนำไฟฟ้าเพียงพอและมีการป้องกันการสึกกร่อน

4.1.3.1 ความทนต่อแรงกดส่วนสัมผัส (contact pressure resistance)

เมื่อมีการกำหนดไว้ในตารางข้อกำหนดของแบตเตอรี่หรือในแผ่นข้อกำหนด (specification sheet)

เฉพาะส่วนใน มอก.2219 ต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

- เมื่อใช้แรง 10 นิวตัน กดผ่านลูกกลมเหล็กกล้านาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตร ที่จุดศูนย์กลางของแต่ละพื้นที่สัมผัสเป็นเวลา 10 วินาที ต้องไม่ปรากฏการเสียรูปซึ่งอาจทำให้การทำงานของแบตเตอรี่ไม่เป็นที่น่าพอใจ

หมายเหตุ ดูข้อยกเว้น มอก.2304 ประกอบ

4.1.3.2 ฝาครอบและฐาน (cap and base)

ขั้วแบบนี้ใช้กับแบตเตอรี่ที่มีมิติตามที่กำหนดใน มอก.2219 รูปที่ 1 รูปที่ 2 รูปที่ 3 หรือรูปที่ 4 และเป็นแบตเตอรี่ที่เป็นรูปทรงกระบอกมีฉนวนกันระหว่างฝาครอบและฐาน

4.1.3.3 ฝาครอบและเปลือกหุ้ม (cap and case)

ขั้วแบบนี้ใช้กับแบตเตอรี่ที่มีมิติตามที่กำหนดใน มอก.2219 รูปที่ 2 รูปที่ 3 หรือรูปที่ 4 แต่เป็นแบตเตอรี่ที่เป็นรูปทรงกระบอกเป็นส่วนหนึ่งของขั้วบวก

4.1.3.4 ขั้วหมุดเกลียว (screw terminal)

ขั้วสัมผัสนี้ประกอบด้วยแท่งเกลียวที่รวมอยู่กับแป้นเกลียวที่เป็นโลหะหรือโลหะหุ้มฉนวน

4.1.3.5 ขั้วสัมผัสแบน (flat contact)

ขั้วสัมผัสแบบนี้ส่วนใหญ่มีพื้นผิวโลหะแบนที่ปรับตัวให้เกิดการสัมผัสทางไฟฟ้าด้วยกลไกสัมผัสที่เหมาะสมที่รองรับการสัมผัสตัวเอง

4.1.3.6 สปริงแบนหรือสปริงขด (flat or spiral spring)

ขั้วสัมผัสแบบนี้ประกอบด้วยโลหะแผ่นแถบแบนหรือเป็นลวดขดเป็นวงอยู่ในรูปแบบที่ให้การสัมผัสด้วยแรงกด

4.1.3.7 เบ้ารับแบบเสียบ (plug-in socket)

ขั้วสัมผัสแบบนี้ประกอบขึ้นจากส่วนสัมผัสโลหะที่เหมาะสม ติดตั้งอยู่ในตัวเรือนฉนวนหรืออุปกรณ์ยึดและประสานกันเพื่อให้อับของเต้าเสียบที่เป็นคู่กัน

4.1.3.8 ตัวจับยึดแบบกด (snap – fastener)

ขั้วสัมผัสแบบนี้ประกอบด้วยการรวมกันของหมุด (ไม่หย่อนตัว) เป็นขั้วบวก และเบ้ารับ (หย่อนตัว) เป็นขั้วลบ

ขั้วสัมผัสต้องทำด้วยโลหะที่เหมาะสมเพื่อให้เกิดการสัมผัสทางไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ เมื่อต่อเข้ากับส่วนที่สมนัยกันของวงจรภายนอก

4.1.3.8.1 ระยะห่างของขั้ว (spacing of contact)

ระยะห่างระหว่างหมุดกับเบ้ารับให้เป็นไปตามตารางที่ 1 และวัดจากจุดศูนย์กลางถึงจุดศูนย์กลาง หมุดของแบตเตอรี่ต้องเป็นขั้วบวก และเบ้ารับของแบตเตอรี่ต้องเป็นขั้วลบเสมอ

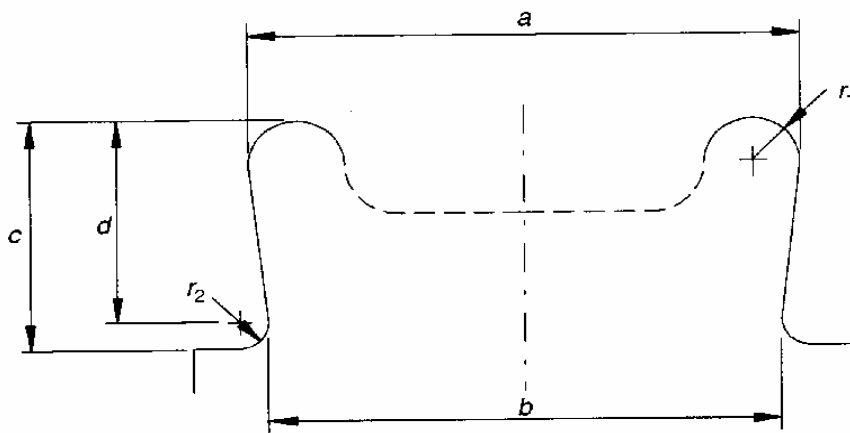
ตารางที่ 1 ระยะห่างของขั้ว
(ข้อ 4.1.3.8.1)

แรงดันไฟฟ้าระบุ	ขนาดมาตรฐาน	ขนาดเล็ก
V	mm	mm
9	35 ± 0.4	12.7 ± 0.25

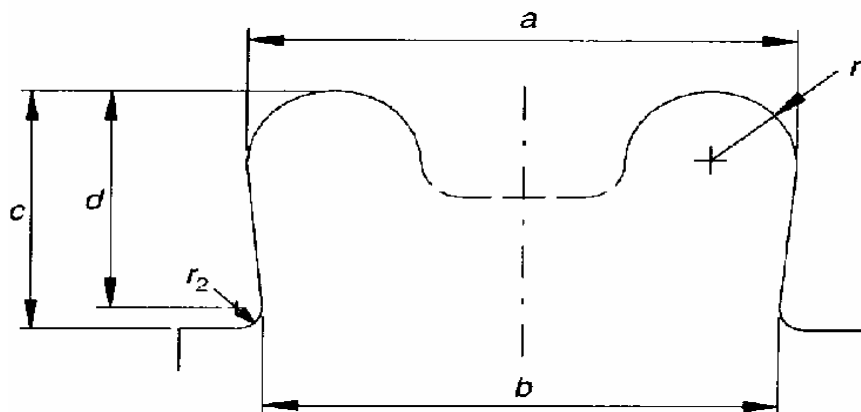
4.1.3.8.2 หมุดตัวจับยึดแบบกดไม่หยุ่นตัว (non-resilient snap-fastener connector (stud))

มิติเป็นมิลลิเมตร

มิติอื่นที่ไม่ได้กำหนดไว้จะเป็นเท่าไร รูปร่างของหมุดต้องเลือกให้เป็นไปตามมิติที่กำหนดไว้



รูปที่ 2 หมุดมาตรฐาน
(ข้อ 4.1.3.8.2)



รูปที่ 3 หมุดขนาดเล็ก
(ข้อ 4.1.3.8.2)

ตารางที่ 2 หมุดตัวจับยึดแบบกด
(ข้อ 4.1.3.8.2)

	ขนาดมาตรฐาน mm	ขนาดเล็ก mm
a	7.16 ± 0.05	5.72 ± 0.05
b	$6.65^{+0.07}_{-0.05}$	5.38 ± 0.05
c	3.20 ± 0.1	3.00 ± 0.1
d	2.67 ± 0.05	2.54 ± 0.05
r_1	$0.61^{+0.05}_{-0.08}$	$0.9^{+0.1}_{-0.3}$
r_2	$0.4^{+0.3}_0$	$0.3^{+0.2}_0$

4.1.3.8.3 เบ้ารับตัวจับยึดแบบกดหย่อนตัว (resilient snap-fastener connector (socket))

มิติและคุณลักษณะที่ต้องการ

มิติเบ้ารับไม่กำหนดไว้ ต้องมีสมบัติดังนี้

- ก) ความสามารถในการหย่อนตัวต้องทำให้มั่นใจได้ว่าหมุดที่ได้มาตรฐานสามารถเข้าได้อย่างเหมาะสม
- ข) มีการคงสภาพการสัมผัสทางไฟฟ้าที่ดี

4.1.3.9 สายไฟฟ้า (wire)

สายไฟฟ้าต้องเป็นทองแดงเคลือบดีบุกสายเดี่ยวหรือตีเกลียวหลายเส้น หุ้มฉนวนอ่อน ฉนวนอาจเป็นฝ้ายถักหรือพลาสติกที่เหมาะสม เปลือกสายของขั้วบวกต้องเป็นสีแดง และสีดำสำหรับขั้วลบ

4.1.3.10 ขั้วหนีบแบบสปริง (spring clip)

ขั้วหนีบแบบสปริงที่ใช้ทั่วไปกับแบตเตอรี่ไม่ได้จัดทำไว้สำหรับผู้บริโภคยังไม่ทราบอย่างชัดเจนว่าชิ้นส่วนที่สมนัยกับวงจรภายนอกเป็นอะไร ขั้วหนีบแบบสปริงต้องมีตัวสปริงเป็นทองเหลืองหรือวัสดุอื่นที่มีสมบัติคล้ายกัน

4.1.4 การจำแนก (ระบบเคมีไฟฟ้า) (classification (electrochemical system))

แบตเตอรี่ปฐมภูมิจำแนกตามระบบเคมีไฟฟ้า

แต่ละระบบได้มีการกำหนดตัวอักษรภาษาอังกฤษแสดงระบบจำแนกไว้โดยเฉพาะ (ยกเว้นระบบซิงก์-แอมโมเนียมคลอไรด์ และระบบซิงก์ คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์)

ระบบเคมีไฟฟ้าที่กำหนดมาตรฐานไว้จนถึงปัจจุบันแสดงไว้ในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ระบบเคมีไฟฟ้าที่กำหนดมาตรฐานไว้
(ข้อ 4.1.4)

ตัวอักษร	อิเล็กโทรด ลบ	อิเล็กโทรไลต์	อิเล็กโทรด บวก	แรงดันไฟฟ้าระบุ V	แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุด V
-	ซิงก์	แอมโมเนียมคลอไรด์ หรือ ซิงก์คลอไรด์	แมงกานีสไดออกไซด์	1.5	1.725
A	ซิงก์	แอมโมเนียมคลอไรด์ หรือ ซิงก์คลอไรด์	ออกซิเจน	1.4	1.55
B	ลิเทียม	ออกแกนิกอิเล็กโทรไลต์	คาร์บอนโมโนฟลูออไรด์	3	3.7
C	ลิเทียม	ออกแกนิกอิเล็กโทรไลต์	แมงกานีสไดออกไซด์	3	3.7
E	ลิเทียม	อินอแกนิกที่ไม่ละลายน้ำ	ไทโอนิลคลอไรด์ (SOCl ₂)	3.6	3.9
F	ลิเทียม	ออกแกนิกอิเล็กโทรไลต์	ไอออนไดซัลไฟด์ (FeS ₂)	1.5	1.83
G	ลิเทียม	ออกแกนิกอิเล็กโทรไลต์	คอปเปอร์(II) ออกไซด์ (CuO)	1.5	2.3
L	ซิงก์	แอลคาไลน์เมทัล ไฮดรอกไซด์	แมงกานีสไดออกไซด์	1.5	1.65
P	ซิงก์	แอลคาไลน์เมทัล ไฮดรอกไซด์	ออกซิเจน	1.4	1.68
S	ซิงก์	แอลคาไลน์เมทัล ไฮดรอกไซด์	ซิลเวอร์ออกไซด์ (Ag ₂ O)	1.55	1.63

หมายเหตุ 1. ค่าของแรงดันไฟฟ้าระบุไม่สามารถทวนสอบได้ ดังนั้นตัวเลขที่กำหนดไว้เป็นเพียงค่าอ้างอิง
 2. แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุดวัดได้ตามที่กำหนดในข้อ 5.4 และข้อ 6.7.1
 3. เมื่ออ้างถึงระบบเคมีไฟฟ้า โดยทั่วไปตามปกติที่ใช้ คือ ให้เขียนอิเล็กโทรดลบก่อนแล้วตามด้วยอิเล็กโทรดบวก
 เช่น ลิเทียม-ไอออน ไดซัลไฟด์

4.1.5 การระบุชื่อ (designation)

การระบุชื่อแบตเตอรี่ปฐมภูมิขึ้นกับตัวแปรเสริมทางรูปร่างและมิติ ระบบเคมีไฟฟ้า และตัวดัดแปร (modifier) ถ้าต้องการ

คำอธิบายที่ครอบคลุมเนื้อหาของระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ) เป็นไปตามภาคผนวก ก.

4.1.6 การทำเครื่องหมาย

4.1.6.1 ทั่วไป

ให้ทำเครื่องหมายแบตเตอรี่แต่ละตัวด้วยกเว้นแบตเตอรี่ที่ระบุว่าเป็นขนาดเล็กด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้

ก) การระบุชื่อ

ข) ปีและเดือนหรือสัปดาห์ที่ทำซึ่งอาจเป็นรหัสหรือการหมดอายุของช่วงรับประกันอย่างชัดเจน

ค) ชนิดของขั้ว (ถ้ามี)

ง) แรงดันไฟฟ้าระบุ

จ) ชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ทำหรือผู้ส่งมอบ

4.1.6.2 แบตเตอรี่ขนาดเล็ก

ก) เมื่อกล่าวถึงแบตเตอรี่ขนาดเล็กใน มอก.2219 ให้ทำเครื่องหมายตามข้อ 4.1.6.1 ก) และข้อ 4.1.6.1 ค) บนแบตเตอรี่ และยอมให้ทำเครื่องหมายตามมาตรฐานนี้ข้อ 4.1.6.1 ข) 4.1.6.1 ง) และ 4.1.6.1 จ) ลงบนหีบห่อแทนที่จะทำบนแบตเตอรี่

ข) สำหรับแบตเตอรี่ระบบ P ให้ใช้การระบุชื่อข้อ 4.1.6.1 ก) ทำเครื่องหมายลงบนแบตเตอรี่ แถบผนึก (sealing tab) หรือบนหีบห่อ ส่วนข้อ 4.1.6.1 ค) ให้ทำเครื่องหมายบนแถบผนึกของแบตเตอรี่ และ/หรือ บนแบตเตอรี่ และยอมให้ทำเครื่องหมายตามมาตรฐานนี้ข้อ 4.1.6.1 ข) 4.1.6.1 ง) และ 4.1.6.1 จ) ลงบนหีบห่อแทนที่จะทำบนแบตเตอรี่

ค) ให้มีคำเตือนเรื่องการกลืนแบตเตอรี่ขนาดเล็กดูรายละเอียดอ้างอิงในมาตรฐาน IEC 60086-4 และ มอก.2266

4.1.6.3 การทำเครื่องหมายบนแบตเตอรี่เกี่ยวกับวิธีการกำจัด

การทำเครื่องหมายของแบตเตอรี่เกี่ยวกับวิธีการกำจัดให้เป็นไปตามกฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องและเป็นไปตาม IEC 61429

4.1.7 ความสามารถในการสับเปลี่ยนทดแทน: แรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ (interchangeability : battery voltage)

ปัจจุบันแบตเตอรี่ปฐมนิยามกำหนดในมาตรฐาน IEC 60086 สามารถจำแนกได้ตามแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s ³⁾ สำหรับระบบใหม่ของแบตเตอรี่ให้ประเมินความสามารถในการสับเปลี่ยนทดแทน ด้วยแรงดันไฟฟ้าจากสูตรดังต่อไปนี้

$$n \times (U_r - 15\%) \leq m \times U_s \leq n \times (U_r + 15\%)$$

เมื่อ

n คือ จำนวนเซลล์ที่ต่ออนุกรม ใช้กับแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง U_r

m คือ จำนวนเซลล์ที่ต่ออนุกรม ใช้กับแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s

หมายเหตุ ³⁾ แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s นำเข้ามาใช้เพื่อให้เป็นไปตามหลักการของความสามารถในการทวนสอบได้ทางการทดลอง แรงดันไฟฟ้าระบุหรือแรงดันไฟฟ้าไม่มีโหลดสูงสุดไม่ถือว่าเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการนี้

ปัจจุบันได้มีการกำหนดพิสัยแรงดันไฟฟ้าทั้งสองที่เป็นไปตามสูตรข้างบนไว้แล้ว พิสัยแรงดันไฟฟ้าทั้งสองกำหนดด้วยแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง U_r ซึ่งเป็นจุดกลางของพิสัยแรงดันไฟฟ้าที่สัมพันธ์กัน

พิสัยแรงดันไฟฟ้า 1 $U_r = 1.4$ (V) : แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน $m \times U_s$

เท่ากับหรืออยู่ในพิสัยของ $n \times 1.19$ (V) ถึง $n \times 1.61$ (V)

พิสัยแรงดันไฟฟ้า 2 $U_r = 3.2$ (V) : แบตเตอรี่มีแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน $m \times U_s$ เท่ากับหรืออยู่ในพิสัยของ $n \times 2.72$ (V) ถึง $n \times 3.68$ (V)

แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน (standard discharge voltage) และปริมาณสัมพันธ์ (related quantity) รวมทั้งวิธีการหาค่า (method of their determination) กำหนดไว้ในภาคผนวก ข.

หมายเหตุ สำหรับแบตเตอรี่เซลล์เดี่ยว และสำหรับแบตเตอรี่หลายเซลล์ที่ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ที่มีพิสัยแรงดันไฟฟ้าเดียวกัน m และ n จะเท่ากัน m และ n จะแตกต่างกันสำหรับแบตเตอรี่หลายเซลล์ หาก ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ที่มีพิสัยแรงดันไฟฟ้าต่างกัน แทนที่จะเป็นแบตเตอรี่ที่ได้มาตรฐานแล้ว พิสัยแรงดันไฟฟ้า 1 ครอบคลุมแบตเตอรี่ปัจจุบันทั้งหมดที่ได้มาตรฐานแล้ว ที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุประมาณ 1.5 (V) เช่น ระบบ “ไม่มีตัวอักษร” ระบบ A F G L P และ S

พิสัยแรงดันไฟฟ้า 2 ครอบคลุมแบตเตอรี่ปัจจุบันที่ได้มาตรฐานแล้วที่มีแรงดันไฟฟ้าระบุประมาณ 3 (V) เช่น ระบบ B C และ E

เพราะว่าแบตเตอรี่ที่มีพิสัยแรงดันไฟฟ้า 1 และพิสัยแรงดันไฟฟ้า 2 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ จึงต้องออกแบบให้ไม่สามารถสับเปลี่ยนทดแทนทางรูปร่าง ก่อนที่จะทำตามมาตรฐานระบบใหม่ของเคมีไฟฟ้าจะต้องพิจารณากำหนดแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐานตามขั้นตอนการปฏิบัติในภาคผนวก ข. ก่อนเพื่อตกลงใจเกี่ยวกับความสามารถในการสับเปลี่ยนทดแทนด้วยแรงดันไฟฟ้า

คำเตือน

ความบกพร่องที่เกิดขึ้นจากการที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนี้จะทำให้เกิดอันตรายด้านความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ เช่น เกิดไฟ ระเบิด การรั่ว และ/หรือความเสียหายของอุปกรณ์

คุณลักษณะที่ต้องการที่กล่าวมาแล้วนี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับความปลอดภัย และเหตุผลการใช้งาน

4.2 สมรรถนะ

4.2.1 สมรรถนะการปล่อยประจุ

สมรรถนะการปล่อยประจุของแบตเตอรี่ปฐมภูมิกำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304

4.2.2 เสถียรภาพของมิติ

มิติของแบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามมิติที่กำหนดไว้ที่เกี่ยวข้องกัน ตามที่กำหนดใน มอก.2219 และ มอก.2304 ตลอดเวลาในระหว่างการทดสอบตามภาวะมาตรฐานที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้

- หมายเหตุ**
1. การเพิ่มความสูงของแบตเตอรี่ขึ้นอีก 0.25 มิลลิเมตร อาจเกิดขึ้นได้กับเซลล์แบบกระดุม (button cell) B C G L และ P หากมีการปล่อยประจุต่ำกว่าแรงดันไฟฟ้าจุดสุดท้าย (end-point voltage)
 2. เซลล์แบบกระดุมบางชนิด (เซลล์แบบเหรียญ (coin cell)) ระบบ C และระบบ B ความสูงของแบตเตอรี่อาจลดลงได้ขณะปล่อยประจุ

4.2.3 การรั่ว

แบตเตอรี่ขณะเก็บและขณะปล่อยประจุในภาวะมาตรฐานที่กำหนดนี้ต้องไม่เกิดการรั่ว

4.2.4 ชีตจำกัดแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด

แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดสูงสุดของแบตเตอรี่ต้องไม่เกินค่าที่กำหนดในข้อ 4.1.4

4.2.5 ผลของการใช้งาน

ช่วงเวลากการปล่อยประจุ ในตอนเริ่มต้นและขณะหน่วงเวลา ของแบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการที่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304

4.2.6 ความปลอดภัย

แบตเตอรี่ปลุ่มภูมิต้องมีความปลอดภัย เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน IEC 60086-4 และ มอก.2266

5. สมรรถนะ-การทดสอบ

5.1 ทัวไป

การจัดเตรียมวิธีการมาตรฐานในการวัดสมรรถนะ (standard method of measuring performance ,SMMP) ของสินค้าบริโภคให้เป็นไปตามภาคผนวก ข.

5.2 การทดสอบการปล่อยประจุ

การทดสอบการปล่อยประจุตามมาตรฐานนี้แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- การทดสอบใช้งาน
- การทดสอบผลของการใช้งาน

การทดสอบทั้งสองประเภทให้ใช้โหลดปล่อยประจุตามที่กำหนดในข้อ 6.4

วิธีการกำหนดโหลดและภาวะการทดสอบมีดังต่อไปนี้

5.2.1 การทดสอบใช้งาน

- ก) ความต้านทานสมมูล (equivalent resistance) คำนวณได้จากกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยและแรงดันไฟฟ้าทำงานเฉลี่ยของบริภัณฑ์ที่ต่อโหลดอยู่
- ข) การทำงานตามหน้าที่ของแรงดันไฟฟ้าจุดสุดท้าย (functional end-point voltage) และค่าความต้านทานสมมูลหาได้จากข้อมูลของบริภัณฑ์ทุกตัวที่วัด
- ค) ค่ามัธยฐานเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทาน และแรงดันไฟฟ้าจุดสุดท้ายที่ใช้สำหรับการทดสอบการปล่อยประจุ
- ง) หากข้อมูลรวมตัวกันอยู่เป็นกลุ่มโดยแยกจากกันออกเป็นสองกลุ่ม หรือมากกว่าอาจต้องทำการทดสอบมากกว่าหนึ่งครั้ง

จ) ในการเลือกคาบเวลาลดปล่อยประจุประจำวัน ให้พิจารณาจากเวลาในการใช้งานประจำสัปดาห์รวมของบริษัท

โดยคาบเวลาประจำวันจะมีค่าใกล้เคียงกับค่านิยม (preferred value) ที่สุด (ดูข้อ 6.5) ที่เป็นหนึ่งในเจ็ดของค่าการใช้งานประจำสัปดาห์รวม

หมายเหตุ การเลือกทดสอบความต้านทานคงที่บางรายการนั้นเลือกมาเพื่อให้การออกแบบง่ายขึ้น และทำให้มั่นใจได้ถึงความน่าเชื่อถือของบริษัททดสอบแม้ว่าในทางปฏิบัติจริงอาจใช้การทดสอบกระแสไฟฟ้าคงที่หรือกำลังไฟฟ้าทดสอบคงที่ซึ่งอาจให้ผลที่ดีกว่า

ในอนาคต อาจไม่สามารถหลีกเลี่ยงภาวะโหลดทางเลือกอื่น (alternative load conditions) และไม่อาจหลีกเลี่ยงลักษณะเฉพาะของโหลดของบริษัทเฉพาะประเภทที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาพัฒนาการของเทคโนโลยี

แรงดันไฟฟ้าจุดสุดท้ายตามหน้าที่ของบริษัทที่ไม่สามารถหาได้อย่างถูกต้องเสมอไป ภาวะการปล่อยประจุจึงเป็นทางเลือกที่ยอมให้ใช้แทนสำหรับประเภทบริษัทที่มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันมาก

อย่างไรก็ตาม แม้จะมีข้อจำกัดเหล่านี้ การทดสอบที่ได้จากการใช้งานเป็นแนวทางที่ดีที่สุดในการประเมินขีดความสามารถของแบตเตอรี่สำหรับบริษัทเฉพาะประเภท

หมายเหตุ เพื่อลดวิธีการทดสอบใช้งาน การทดสอบที่กำหนดไว้ควรทดสอบให้ได้อย่างน้อย 80 ตามขนาดของแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในท้องตลาด

5.2.2 การทดสอบผลของการใช้งาน

ในการทดสอบผลของการใช้งานควรเลือกค่าของตัวต้านทานโหลด เพื่อให้ได้ผลของการใช้งานประมาณ 30 วัน

เมื่อไม่อาจทำให้ได้ความจุไฟฟ้าเต็ม (full capacity) ภายในช่วงเวลาที่ต้องการ อาจขยายผลของการใช้งานไปเป็นช่วงเวลาเหมาะสมที่สุด โดยเลือกโหลดปล่อยประจุที่มีค่าโอห์มสูงขึ้นตามที่กำหนดในข้อ 6.4

5.3 การตรวจสอบความถูกต้องตามเกณฑ์ (conformance check) กับช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุดที่ระบุ

เพื่อตรวจสอบความถูกต้องตามเกณฑ์กับข้อกำหนดของแบตเตอรี่ ให้เลือกการทดสอบใช้งานหรือการทดสอบผลของการใช้งานตามที่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304

ให้ทดสอบ ดังต่อไปนี้

ก) ให้ทดสอบกับแบตเตอรี่ 9 ก้อน

ข) คำนวณค่าเฉลี่ยจากการรวมผลต่างๆทุกค่า

ค) หากค่าเฉลี่ยเท่ากับหรือมากกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และมีแบตเตอรี่ไม่เกิน 1 ก้อนที่มีผลของการใช้งานน้อยกว่าร้อยละ 80 ของตัวเลขที่กำหนดไว้ ให้ถือว่าแบตเตอรี่เป็นไปตามผลของการใช้งานที่กำหนด

ง) หากค่าเฉลี่ยน้อยกว่าร้อยละ 80 ของเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ/หรือ มีแบตเตอรี่มากกว่าหนึ่งก้อนมีผลของการใช้งานน้อยกว่าร้อยละ 80 ของค่าที่กำหนดไว้ ให้ทดสอบซ้ำกับตัวอย่างอีก 9 ก้อน และคำนวณค่าเฉลี่ยเช่นเดียวกับที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้

- จ) หากค่าเฉลี่ยของการทดสอบครั้งที่สองเท่ากับหรือมากกว่าตัวเลขที่กำหนดไว้และมีแบตเตอรี่ไม่เกิน 1 ก้อน มีผลของการใช้งานน้อยกว่าร้อยละ 80 ของค่าที่กำหนดไว้ ถือว่าแบตเตอรี่เป็นไปตามผลของการใช้งานที่กำหนด
- ฉ) หากค่าเฉลี่ยของการทดสอบครั้งที่สองน้อยกว่าตัวเลขที่กำหนดไว้ และ/หรือ มีแบตเตอรี่มากกว่า 1 ก้อน มีผลของการใช้งานน้อยกว่าร้อยละ 80 ของค่าที่กำหนดไว้ ถือว่าแบตเตอรี่ไม่เป็นไปตามผลของการใช้งานที่กำหนด และไม่ต้องทดสอบต่อไป

หมายเหตุ สมรรถนะการปล่อยประจุของแบตเตอรี่ปฐมภูมิกำหนดไว้ใน มอก.2219

5.4 วิธีคำนวณค่าที่กำหนดไว้ของช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด

วิธีคำนวณกำหนดไว้ในภาคผนวก ง.

5.5 การทดสอบแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด (OCV testing)

ให้วัดแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิดด้วยเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าตามที่กำหนดในข้อ 6.7.1

5.6 มิติของแบตเตอรี่

ให้วัดมิติด้วยเครื่องวัดตามที่กำหนดในข้อ 6.7.2

5.7 การรื้อและการเสียรูป

หลังจากที่ได้คำนวณของการใช้งานในภาวะแวดล้อมที่กำหนดไว้แล้ว ให้ปล่อยประจุด้วยวิธีเดียวกันจนกระทั่งค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรปิดตกมาเป็นครั้งแรกต่ำกว่าร้อยละ 40 ของแรงดันไฟฟ้าระบุของแบตเตอรี่ คุณลักษณะที่ต้องการต้องเป็นไปตามข้อ 4.1.3 ข้อ 4.2.2 และข้อ 4.2.3

หมายเหตุ สำหรับแบตเตอรี่ที่ใช้กับนาฬิกาการตรวจพินิจสำหรับการรื้อให้ปฏิบัติตาม มอก.2304

6. สมรรถนะ - ภาวะการทดสอบ

6.1 ภาวะก่อนการปล่อยประจุ

การจัดเก็บแบตเตอรี่ก่อนการทดสอบการปล่อยประจุ และการทดสอบการปล่อยประจุจริง ให้ทำในภาวะที่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างดี หากไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้ใช้ภาวะตามที่กำหนดในตารางที่ 4 ภาวะการปล่อยประจุที่แสดงไว้ให้เป็นภาวะมาตรฐานสำหรับใช้อ้างอิงในครั้งต่อไป

ตารางที่ 4 ภาวะสำหรับการจัดเก็บก่อนและระหว่างการทดสอบการปล่อยประจุ
(ข้อ 6.1)

ชนิดของการทดสอบ	ภาวะการจัดเก็บ °C	ความชื้นสัมพัทธ์ %	ช่วงเวลา	ภาวะการปล่อย ประจุ	ความชื้นสัมพัทธ์ %
การทดสอบการปล่อยประจุเริ่มต้น	$20 \pm 2^{\text{ก}}$	60 ± 15	สูงสุด 60 วันหลังจากวันที่ทำ	20 ± 2	60 ± 15
การทดสอบการปล่อยประจุหนึ่งเวลา	$20 \pm 2^{\text{ก}}$	60 ± 15	12 เดือน	20 ± 2	60 ± 15
การทดสอบการปล่อยประจุหนึ่งเวลา (อุณหภูมิสูง) ^ข	$45 \pm 2^{\text{ก}}$	50 ± 15	13 สัปดาห์	20 ± 2	60 ± 15
^ก ระหว่างคาบเวลาสั้น ๆ เท่านั้น อุณหภูมิของการจัดเก็บอาจเปลี่ยนแปลงไปจากขีดจำกัดเหล่านี้โดยไม่เกิน $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ^ข การทดสอบนี้ให้ทำเมื่อต้องการทดสอบการจัดเก็บที่อุณหภูมิสูง คุณลักษณะที่ต้องการด้านสมรรถนะเป็นข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ ^ค แบตเตอรี่ที่จัดเก็บให้น้ำออกจากหีบห่อ					

6.2 การเริ่มการทดสอบการปล่อยประจุหลังการจัดเก็บ

คาบเวลาระหว่างสิ้นสุดการจัดเก็บกับการเริ่มต้นของการทดสอบปล่อยประจุหนึ่งเวลาต้องไม่เกิน 14 วัน

ระหว่างช่วงเวลานี้ให้เก็บแบตเตอรี่ไว้ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ± 2 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 ± 15

ก่อนเริ่มการทดสอบการปล่อยประจุหลังการจัดเก็บที่อุณหภูมิสูง ต้องปล่อยทิ้งไว้ให้ปรับตัวเข้าสู่ภาวะปกติในภาวะนี้เป็นเวลาอย่างน้อยหนึ่งวัน

6.3 ภาวะทดสอบการปล่อยประจุ

การทดสอบแบตเตอรี่ต้องปล่อยประจุตามที่ระบุใน มอก.2219 เสียก่อน จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้ามีโหลดลดลงเป็นครั้งแรกต่ำกว่าจุดสุดท้ายที่กำหนดไว้ อาจแสดงค่าผลของการใช้งาน (service output) หน่วยเป็นแอมแปร์-ชั่วโมง หรือวัตต์-ชั่วโมง

หาก มอก.2219 กำหนดผลของการใช้งานสำหรับการทดสอบการปล่อยประจุไว้มากกว่าหนึ่งการทดสอบ แบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการเหล่านี้ทั้งหมด เพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐานนี้

6.4 ความต้านทานโหลด

ค่าความต้านทานโหลด (ซึ่งรวมถึงส่วนต่างๆทั้งหมดของวงจรภายนอก) ต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแผ่นข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง และต้องมีความแม่นยำ ร้อยละ ± 0.5

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการทดสอบ โหลดที่ต้านทานแสดงเป็นโอห์มต้องมีค่าเท่าที่เป็นไปได้ ดังต่อไปนี้

1.00	1.10	1.20	1.30	1.50	1.60	1.80	2.00
2.20	2.40	2.70	3.00	3.30	3.60	3.90	4.30
4.70	5.10	5.60	6.20	6.80	7.50	8.20	9.10

ในรูปพหุคูณฐานสิบ หรือพหุคูณย่อยฐานสิบ

6.5 คาบเวลา (time period)

คาบเวลาของการปล่อยประจุ และไม่ปล่อยประจุต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน มอก.2219

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการทดสอบควรนำค่าคาบเวลารายวันดังต่อไปนี้มาใช้

1 นาที	5 นาที	10 นาที	30 นาที
1 ชั่วโมง	2 ชั่วโมง	4 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง (ต่อเนื่อง)

กรณีอื่นๆกำหนดไว้ใน มอก.2219 หากจำเป็น

6.6 การกระตุ้น (activation) ของแบตเตอรี่ระบบ P

ให้เริ่มต้นการวัดทางไฟฟ้า หลังจากผ่านการกระตุ้นไปแล้วอย่างน้อย 10 นาที

6.7 เครื่องวัด

6.7.1 การวัดแรงดันไฟฟ้า

ความแม่นยำของเครื่องวัดต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.25 และความเที่ยงต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 50 ของค่าของตัวเลขที่มีนัยสำคัญตัวสุดท้าย ความต้านทานภายในของเครื่องวัดต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 1 เมกะโอห์ม

6.7.2 การวัดทางกล

ความแม่นยำของเครื่องวัดต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 0.025 และความเที่ยงต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ ร้อยละ 50 ของค่าของตัวเลขที่มีนัยสำคัญตัวสุดท้าย

7. การชักตัวอย่างและการประกันคุณภาพ

การใช้แผนการชักตัวอย่างหรือดัชนีคุณภาพผลิตภัณฑ์อาจขึ้นกับข้อตกลงระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ

ในกรณีที่ไม่มีข้อตกลงแนะนำให้ใช้ตามที่กำหนดในข้อ 7.1 และ/หรือ 7.2

7.1 การชักตัวอย่าง

7.1.1 การทดสอบแบบแอตทริบิวส์ (testing by attributes)

เมื่อต้องการให้ทดสอบแบบแอตทริบิวส์ แผนการชักตัวอย่างที่เลือกต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน มอก.465 หรือ IEC 60410 ต้องกำหนดตัวแปรเสริมแต่ละตัวที่จะทดสอบ และขีดจำกัดคุณภาพที่ยอมรับ (acceptable quality level ,AQL) ไว้ (อย่างน้อยต้องทดสอบแบตเตอรี่ 3 ก้อน ที่เป็นชนิดเดียวกัน)

7.1.2 การทดสอบแบบแปรเอเบิลส์ (testing by variables)

เมื่อมีความต้องการให้ทดสอบแบบแปรเอเบิลส์ แผนการชักตัวอย่างที่เลือกต้องเป็นไปตามที่กำหนดใน ISO 3951 จะต้องกำหนดค่าตัวแปรเสริมแต่ละตัวที่จะทดสอบ ขนาดตัวอย่าง และขีดจำกัดคุณภาพที่ยอมรับ (AQL) ไว้

7.2 ดัชนีคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เพื่อความมั่นใจในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้พิจารณาเลือกใช้ดัชนีสำหรับประเมินเพียงหนึ่งค่า ดังต่อไปนี้

7.2.1 ดัชนีขีดความสามารถ (capability index, Cp)

Cp เป็นดัชนีที่แสดงขีดความสามารถของกระบวนการผลิต ดัชนีนี้จะอธิบายว่าพิสัยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ควรจะเป็นเท่าไรในความผันแปรของกระบวนการของตัวอย่าง σ' และมีค่าเป็น $Cp = (USL - LSL) / \text{ช่วงกว้างของกระบวนการผลิต}$ ที่ช่วงกว้างของกระบวนการผลิตมีค่า เท่ากับ $6 \bar{R}/d_2$ หากอัตราส่วนมีค่า ≥ 1 และอยู่ตรงกลาง แสดงว่ากระบวนการมีขีดความสามารถที่จะทำผลิตภัณฑ์เป็นไปตามข้อกำหนด หาก $Cp = 1$ จำนวน 2 700 ชิ้นในล้านชิ้น จะอยู่นอกเกณฑ์ที่กำหนดโดยอัตโนมัติ

หมายเหตุ $USL =$ ขีดจำกัดบนของข้อกำหนด $LSL =$ ขีดจำกัดล่างของข้อกำหนด

7.2.2 ดัชนีขีดความสามารถ (capability index, Cpk)

Cpk เป็นดัชนีขีดความสามารถของกระบวนการผลิตอีกตัวหนึ่งที่บอกว่ากระบวนการผลิตมีขีดความสามารถที่จะอยู่ในพิสัยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน และกระบวนการอยู่ตรงกลางของค่าเป้าหมายหรือไม่

เช่นเดียวกับ Cp ซึ่งต้องเป็นไปตามสมมติฐานว่าตัวอย่างที่ได้มาจากกระบวนการผลิตที่เสถียร (stable) และตัวแปร (variable) เป็นตัวแปรสุ่ม (random variable) โดยค่าที่วัดได้อยู่ภายในความแปรผันของตัวอย่าง $\bar{R}/d_2$ จากแผนภูมิควบคุม (control chart) เมื่อ $\sigma' = \bar{R}/d_2$

Cpk เป็นค่าต่ำสุดของ

$$\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma'} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma'}$$

7.2.3 ดัชนีสมรรถนะ (performance index, Pp)

Pp เป็นดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิต (process performance index) ที่บอกว่าค่าพิสัยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนจะเป็นเท่าไรในช่วงความแปรผันโดยรวมของระบบ เป็นการวัดว่าระบบมีสมรรถนะจริงเป็นเท่าไร เพราะแหล่งกำเนิดทั้งหมดของความแปรผันจะไปรวมอยู่ในค่า σ'_T ค่า σ'_T นี้คำนวณได้จากการสังเกตกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่ทั้งหมดหนึ่งชุด Pp มีค่าเท่ากับ $(USL - LSL) / 6\sigma'_T$

7.2.4 ดัชนีสมรรถนะ (performance index, Ppk)

Ppk เป็นดัชนีสมรรถนะของกระบวนการผลิตอีกตัวหนึ่งที่ใช้วัดสมรรถนะของกระบวนการผลิตที่แท้จริง เช่นเดียวกับ Pp แต่ก็เหมือนกับ Cpk ที่ยังสามารถบอกว่ากระบวนการผลิตอยู่ตรงกลางของค่าเป้าหมายได้ดีแค่ไหน

Ppk เป็นค่าต่ำสุดของ

$$\frac{USL - \bar{X}}{3\sigma'_T} \quad \text{หรือ} \quad \frac{\bar{X} - LSL}{3\sigma'_T}$$

โดยที่ σ'_T รวมความแปรผันทั้งหมดของระบบ

8. การบรรจุหีบห่อแบตเตอรี่

หลักปฏิบัติสำหรับการบรรจุหีบห่อแบตเตอรี่ การจัดส่ง การจัดเก็บ การใช้งาน และการกำจัด กำหนดไว้ในภาคผนวก ข.

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

ระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ)

ในการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ) แบตเตอรี่ต้องแสดง มิติ รูปร่าง ระบบเคมีไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าอย่างชัดเจนเท่าที่จะทำได้ และถ้าจำเป็น ให้ระบุชนิดของขั้ว ขีดความสามารถที่กำหนด และลักษณะเฉพาะพิเศษ

ภาคผนวกนี้แบ่งเป็น 2 ข้อ คือ

ก.1 กำหนดระบบการระบุชื่อ(การตั้งชื่อ) ที่มีใช้จนกระทั่งถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2533

ก.2 กำหนดระบบการระบุชื่อ(การตั้งชื่อ) ที่มีใช้ตั้งแต่เดือน ตุลาคม พ.ศ.2533 จนถึงปัจจุบัน และในอนาคต

ก.1 ระบบการระบุชื่อ ที่มีใช้จนกระทั่งถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2533

ข้อนี้ให้นำไปใช้กับแบตเตอรี่ทุกก่อนที่ได้รับการทำให้เป็นมาตรฐานจนถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ.2533 และยังคงใช้ได้กับแบตเตอรี่ดังกล่าวต่อไปหลังจากนั้น

ก.1.1 เซลล์

เซลล์ให้ระบุชื่อด้วยตัวอักษรตัวใหญ่ ตามด้วยตัวเลข ตัวอักษร R F และ S บ่งบอกเซลล์แบบกลม แบบแบน (โครงสร้างเป็นชั้น) และแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตามลำดับ ตัวอักษรตามด้วยตัวเลข ⁴⁾ กำหนดด้วยกลุ่มของมิติที่ระบุ

เมื่อต้องการกำหนดแบตเตอรี่เซลล์เดียว มิติสูงสุดของแบตเตอรี่แทนมิติที่ระบุของเซลล์ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ ก.1 ตารางที่ ก.2 และตารางที่ ก.3 มีข้อสังเกตว่าตารางเหล่านี้ไม่รวมเคมีไฟฟ้า ยกเว้นระบบไม่มีตัวอักษร หรือ ตัวดัดแปรอื่นๆ ส่วนอื่นๆ ของระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ) เป็นไปตามข้อ ก.1.2 ข้อ ก.1.3 และข้อ ก.1.4 ตารางเหล่านี้แสดงไว้แต่การระบุชื่อสำหรับเซลล์เดียว หรือแบตเตอรี่เดียว

หมายเหตุ ⁴⁾ ในขณะที่นำระบบนี้มาใช้ ตัวเลขได้กำหนดเรียงลำดับไว้แล้ว การเว้นลำดับการเรียงกันเกิดขึ้นเพราะมีการลบทิ้ง หรือการเรียงลำดับด้วยแนวทางอื่นที่นำมาใช้ก่อนระบบการเรียงลำดับนี้

ตารางที่ ก.1 การระบุชื่อทางรูปร่าง และมิติแบบกลมของเซลล์และแบตเตอรี่¹⁾
(ข้อ ก.1.1)

การระบุชื่อทางรูปร่าง	มิติของเซลล์ที่ระบุ		มิติของแบตเตอรี่สูงสุด	
	mm		mm	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความสูง	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความสูง
R06	10	22	-	-
R03	-	-	10.5	44.5
R01	-	-	12.0	14.7
R0	11	19	-	-
R1	-	-	12.0	30.2
R3	13.5	25	-	-
R4	13.5	38	-	-
R6	-	-	14.5	50.5
R9	-	-	16.0	6.2
R10	-	-	21.8	37.3
R12	-	-	21.5	60.0
R14	-	-	26.2	50.0
R15	24	70	-	-
R17	25.5	17	-	-
R18	25.5	83	-	-
R19	32	17	-	-
R20	-	-	34.2	61.5
R22	32	75	-	-
R25	32	91	-	-
R26	32	105	-	-
R27	32	150	-	-
R40	-	-	67.0	172.0
R41	-	-	7.9	3.6
R42	-	-	11.6	3.6
R43	-	-	11.6	4.2
R44	-	-	11.6	5.4
R45	9.5	3.6	-	-
R48	-	-	7.9	5.4
R50	-	-	16.4	16.8
R51	16.5	50.0	-	-
R52	-	-	16.4	11.4
R53	-	-	23.2	6.1
R54	-	-	11.6	3.05
R55	-	-	11.6	2.1
R56	-	-	11.6	2.6
R57	-	-	9.5	2.7
R58	-	-	7.9	2.1
R59	-	-	7.9	2.6
R60	-	-	6.8	2.15
R61	7.8	39	-	-
R62	-	-	5.8	1.65
R63	-	-	5.8	2.15
R64	-	-	5.8	2.70
R65	-	-	6.8	1.65
R66	-	-	6.8	2.60
R67	-	-	7.9	1.65
R68	-	-	9.5	1.65
R69	-	-	9.5	2.10
R70	-	-	5.8	3.6

¹⁾ มิติที่สมบูรณ์ของแบตเตอรี่กำหนดไว้ใน มอก. 2219 และ มอก. 2304

ตารางที่ ก.2 การระบุชื่อทางรูปร่าง และมิติรวมที่ระบุของเซลล์แบบแบน¹⁾
(ข้อ ก.1.1)

การระบุชื่อทางรูปร่าง	มิติ mm			
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความยาว	ความกว้าง	ความหนา
F15	–	14.5	14.5	3.0
F16	–	14.5	14.5	4.5
F20	–	24	13.5	2.8
F22	–	24	13.5	6.0
F24	23	–	–	6.0
F25	–	23	23	6.0
F30	–	32	21	3.3
F40	–	32	21	5.3
F50	–	32	32	3.6
F70	–	43	43	5.6
F80	–	43	43	6.4
F90	–	43	43	7.9
F92	–	54	37	5.5
F95	–	54	38	7.9
F100	–	60	45	10.4
¹⁾ มิติที่สมบูรณ์ของแบตเตอรี่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304				

ตารางที่ ก.3 การระบุชื่อทางรูปร่าง และมิติแบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสของเซลล์และแบตเตอรี่¹⁾
(ข้อ ก.1.1 และข้อ ก.1.2)

การระบุชื่อทางรูปร่าง	มิติของเซลล์ที่ระบุ mm			มิติของแบตเตอรี่สูงสุด mm		
	ความยาว	ความกว้าง	ความสูง	ความยาว	ความกว้าง	ความสูง
S4	–	–	–	57.0	57.0	125.0
S6	57	57	150	–	–	–
S8	–	–	–	85.0	85.0	200.0
S10	95	95	180	–	–	–
¹⁾ มิติที่สมบูรณ์ของแบตเตอรี่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304						

ในบางกรณีขนาดของเซลล์ที่ไม่ได้ระบุใน มอก.2219 แต่ยังคงกำหนดไว้ในมาตรฐานนี้ เพราะยังมีการใช้งานอยู่ตามมาตรฐานแห่งชาติ

ก.1.2 ระบบเคมีไฟฟ้า

ยกเว้นระบบซิงค์-แอมโมเนียมคลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ และระบบซิงค์-ซิงค์คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ ให้นำหน้าตัวอักษร R F และ S ด้วยตัวอักษรเพิ่มเติมที่ใช้แสดงระบบเคมีไฟฟ้าตัวอักษรเหล่านี้แสดงไว้ในตารางที่ 3

ก.1.3 แบตเตอรี่

หากแบตเตอรี่มีเพียงเซลล์เดียวให้ใช้ระบบการระบุชื่อเซลล์

หากแบตเตอรี่มีหลายเซลล์ต่อกัน ให้แสดงตัวเลขจำนวนของเซลล์นำหน้าในการระบุชื่อเซลล์

หากเซลล์ต่อกันแบบขนานให้แสดงตัวเลขที่บอกจำนวนกลุ่มที่ต่อขนานตามหลังการระบุชื่อเซลล์และเชื่อมต่อด้วยเครื่องหมาย “–”

หากแบตเตอรี่มีมากกว่าหนึ่งส่วน ให้ระบุชื่อแต่ละส่วนแยกจากกัน โดยคั่นด้วยเครื่องหมาย “/”

ก.1.4 ตัวตัดแปร

เพื่อให้เกิดความชัดเจนในการระบุชื่อให้แยกแยะสิ่งที่แตกต่างออกไปจากประเภทที่เป็นพื้นฐานโดยการเพิ่มตัวอักษร X หรือ Y เพื่อแสดงรูปแบบหรือข้อที่แตกต่างออกไป และใช้ตัวอักษร C P และ S บ่งบอกลักษณะของสมรรถนะที่แตกต่าง

ก.1.5 ตัวอย่าง

- R20 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวขนาด R20 ระบบซิงก์-แอมโมเนียมคลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ และระบบซิงก์-ซิงก์คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์
- LR20 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวขนาด R20 ระบบซิงก์-แอลคาไลน์เมทัลไฮดรอกไซด์-แมงกานีสไดออกไซด์ (zinc -alkali metal hydroxide-manganese dioxide system)
- 3R12 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยสามเซลล์ขนาด R12 ระบบซิงก์-แอมโมเนียมคลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ และระบบซิงก์-ซิงก์คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ ต่อกันอย่างอนุกรม
- 4R25X แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยสี่เซลล์ขนาด R25 ระบบซิงก์-แอมโมเนียมคลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ และระบบซิงก์-ซิงก์คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ ต่อกันอย่างอนุกรม และขั้วสัมผัสเป็นสปริงชุด

ก.2 ระบบการระบุชื่อที่มีใช้หลังเดือนตุลาคม พ.ศ.2533

ข้อกำหนดนี้ใช้กับแบตเตอรี่ทั้งหมดที่ทำให้เป็นมาตรฐานหลังเดือนตุลาคม พ.ศ.2533

พื้นฐานของระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ) ก็เพื่อให้รู้ชนิดของแบตเตอรี่โดยระบบการระบุชื่อ ซึ่งทำได้โดยการใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นรอบรูปทรงกระบอก และหลักการด้านความสูงที่สัมพันธ์กันของแบตเตอรี่ทุกประเภทไม่ว่าจะเป็นแบบกลม (R) หรือไม่กลม (P)

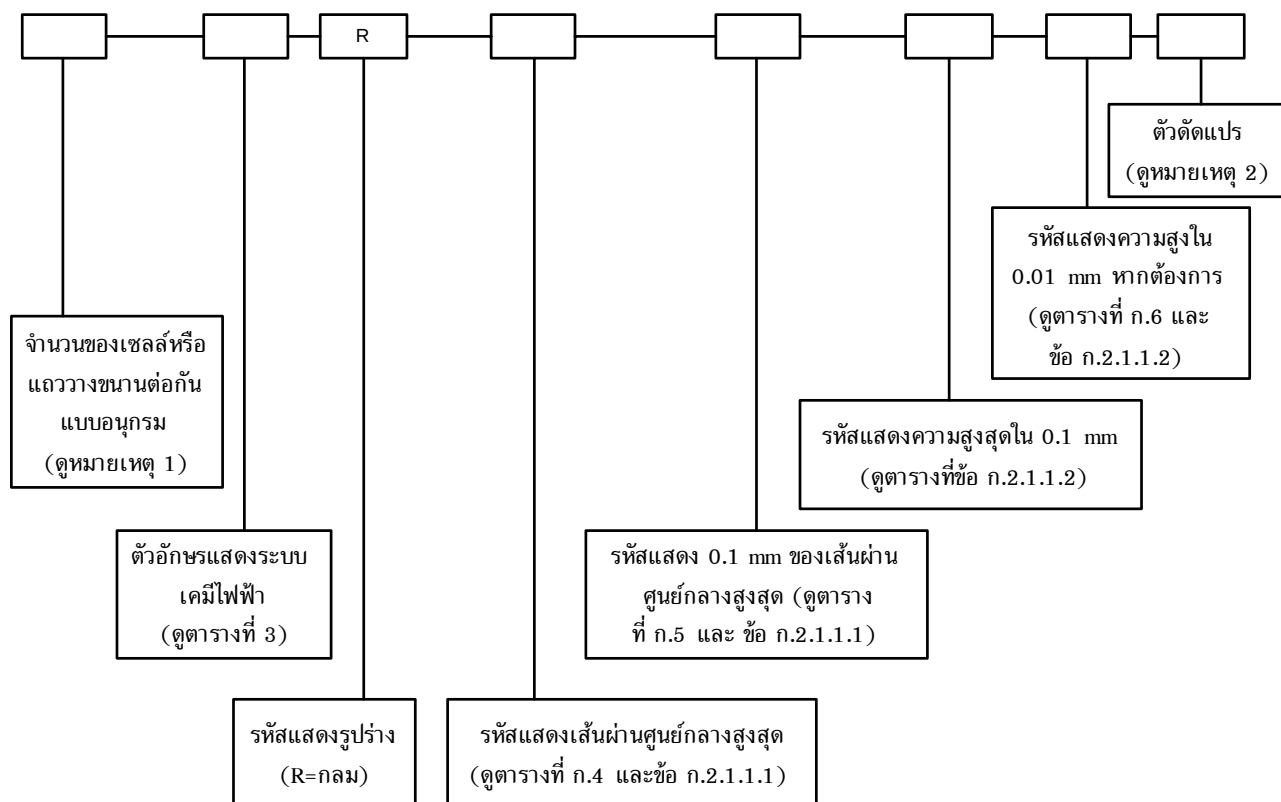
ข้อกำหนดนี้ยังสามารถใช้ได้กับแบตเตอรี่เซลล์เดี่ยว และแบตเตอรี่หลายเซลล์ที่ต่อกันแบบอนุกรม และ/หรือแบบขนาน

ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 11.6 มิลลิเมตร และความสูงสูงสุด 5.4 มิลลิเมตร จะมีการระบุชื่อเป็น R1154 ตามด้วยรหัสระบบเคมีไฟฟ้าตามที่อธิบายไว้ในข้อนี้

ก.2.1 แบตเตอรี่แบบกลม

ก.2.1.1 แบตเตอรี่แบบกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

การระบุชื่อของแบตเตอรี่แบบกลมด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร
ทำได้ดังนี้



- หมายเหตุ 1. จำนวนเซลล์หรือแฉววางขนานต่อกันแบบอนุกรมไม่มีการกำหนดไว้
2. ตัวตัดแปรนำเข้าไปรวมด้วยเพื่อการระบุตัวอย่าง เช่น ขั้วจำเพาะ ชีตความสามารถของโพลิต และลักษณะเฉพาะพิเศษที่จะมีต่อไป

ก.2.1.1.1 วิธีการกำหนดรหัสเส้นผ่านศูนย์กลาง

รหัสเส้นผ่านศูนย์กลางตัดแปลงมาจากเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด

ตัวเลขรหัสเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นดังนี้

- ก) กำหนดตามตารางที่ ก.4 ในกรณีของเส้นผ่านศูนย์กลางที่แนะนำ
- ข) กำหนดตามตารางที่ ก.5 ในกรณีของเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่แนะนำ

ตารางที่ ก.4 รหัสเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางที่แนะนำ
(ข้อ ก.2.1.2.1 ก))

รหัส	เส้นผ่านศูนย์กลางที่ แนะนำสูงสุด	รหัส	เส้นผ่านศูนย์กลางที่แนะนำสูงสุด
4	4.8	20	20.0
5	5.8	21	21.0
6	6.8	22	22.0
7	7.9	23	23.0
8	8.5	24	24.5
9	9.5	25	25.0
10	10.0	26	26.2
11	11.6	28	28.0
12	12.5	30	30.0
13	13.0	32	32.0
14	14.5	34	34.2
15	15.0	36	36.0
16	16.0	38	38.0
17	17.0	40	40.0
18	18.0	41	41.0
19	19.0	67	67.0

ตารางที่ ก.5 รหัสเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับเส้นผ่านศูนย์กลางที่ไม่แนะนำ
(ข้อ ก.2.1.2.1 ข))

XX	C
เส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด (mm) (ส่วนเลขนับเต็ม)	
ส่วนทศนิยมเส้น ผ่านศูนย์กลางสูงสุด	รหัส "C"
0.0	A
0.1	B
0.2	C
0.3	D
0.4	E
0.5	G
0.6	H
0.7	J
0.8	K
0.9	L

ก.2.1.1.2 วิธีการกำหนดรหัสความสูง

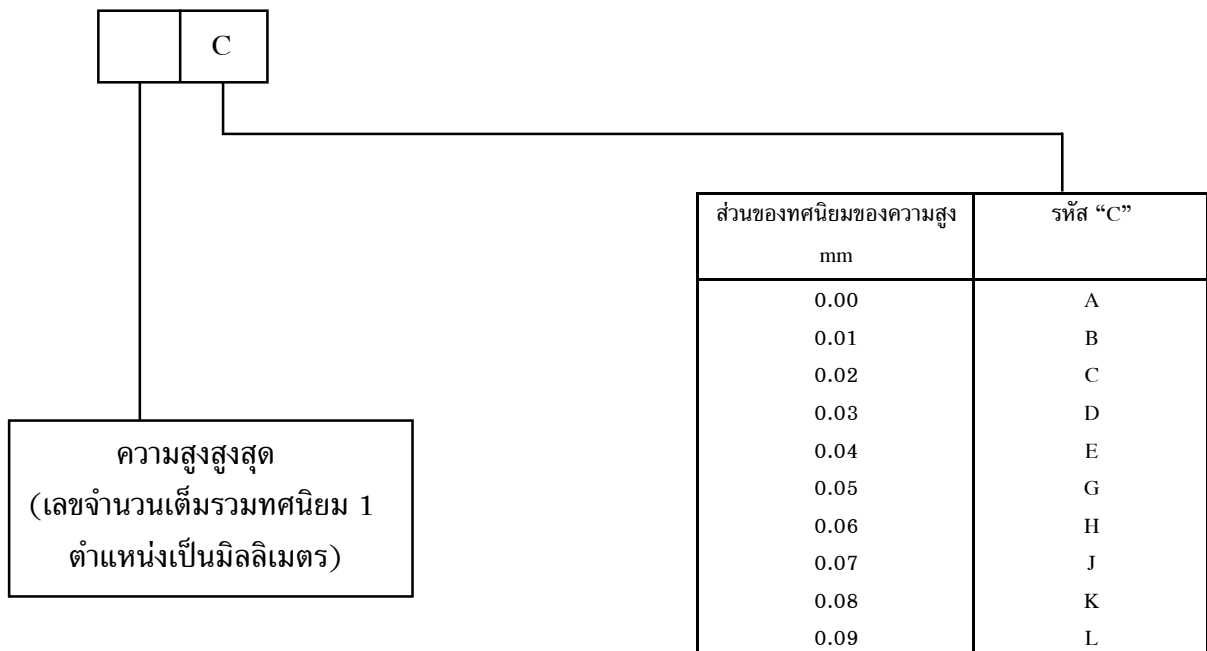
รหัสความสูงเป็นตัวเลข แสดงด้วยเลขจำนวนเต็มของความสูงสูงสุดของเบตเตอร์ ระบุเป็นจำนวนเต็มของเลขทศนิยม 1 ตำแหน่ง เป็นมิลลิเมตร (ตัวอย่างเช่น ความสูงสูงสุด 3.2 มิลลิเมตร แสดงด้วย 32)

ค่าความสูงสูงสุดกำหนดดังนี้

- ก) สำหรับข้อแบบแบน ความสูงสูงสุดเป็นความสูงทั้งหมดรวมกับข้อ
- ข) สำหรับข้อแบบอื่นๆทั้งหมด ความสูงสูงสุด คือ ความสูงทั้งหมดสูงสุด ไม่รวมข้อ (ตัวอย่างเช่น บ่าต่อบ่า)

หากจำเป็นต้องกำหนดความสูงเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่งเป็นมิลลิเมตร ค่าทศนิยมตำแหน่งที่ 2 อาจแสดงด้วยรหัสตามตารางที่ ก.6

ตารางที่ ก.6 รหัสความสูงของทศนิยมตำแหน่งที่ 2 เป็นมิลลิเมตร



หมายเหตุ รหัสทศนิยมตำแหน่งที่ 2 จะนำมาใช้เมื่อต้องการเท่านั้น

ตัวอย่างที่ 1

LR1154 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยเซลล์แบบกลม หรือแถวที่ต่อขนานกัน ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 11.6 มิลลิเมตร (ตารางที่ ก.4) และความสูงสูงสุด 5.4 มิลลิเมตร ระบบซิงก์-แอลคาไล เมทัล ไฮดรอกไซด์-แมงกานีสไดออกไซด์

ตัวอย่างที่ 2

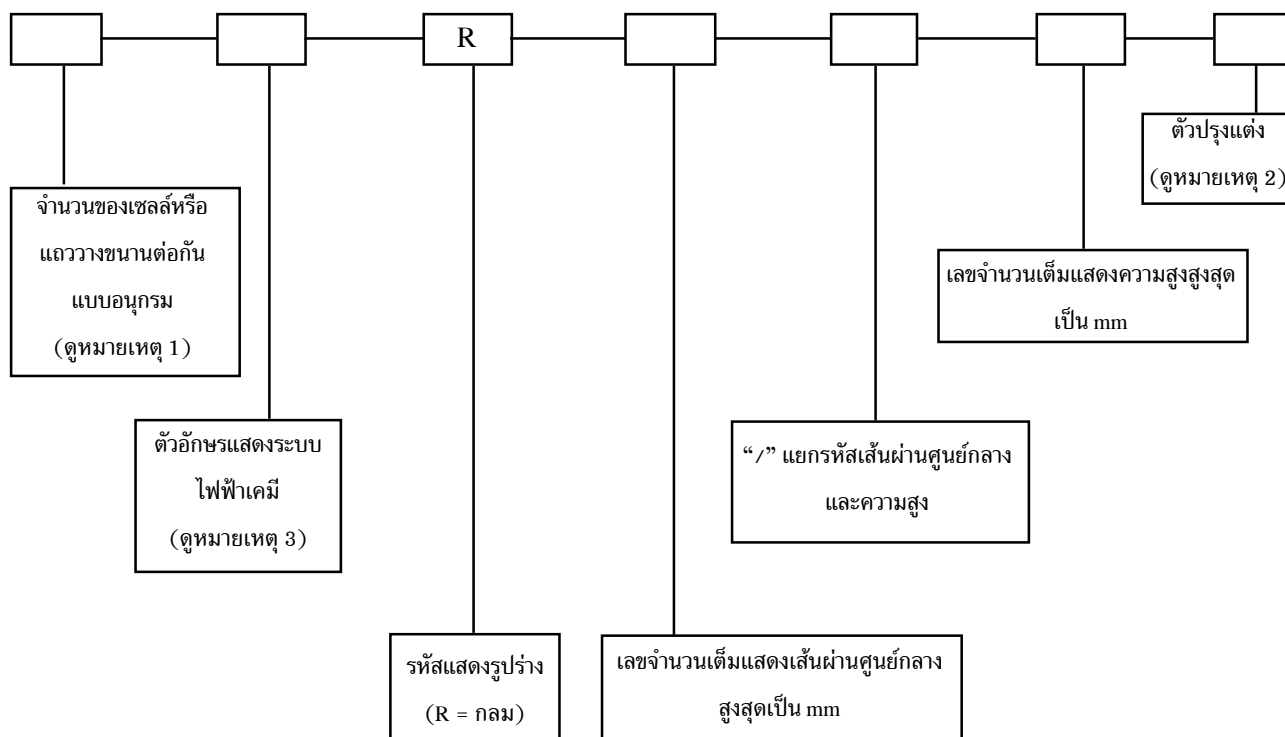
LR27A116 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยเซลล์แบบกลม หรือแถวที่ต่อขนานกัน ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 27 มิลลิเมตร (ตารางที่ ก.5) และความสูงสูงสุด 11.6 มิลลิเมตร ระบบซิงก์-แอลคาไล เมทัลไฮดรอกไซด์-แมงกานีสไดออกไซด์

ตัวอย่างที่ 3

LR2616J แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยเซลล์แบบกลม หรือแถวที่ต่อขนานกัน ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด 26.2 มิลลิเมตร (ตารางที่ ก.4) และความสูงสูงสุด 1.67 มิลลิเมตร (ตารางที่ ก.6) ระบบซิงก์-แอลคาไลเมทัล ไฮดรอกไซด์- แมงกานีสไดออกไซด์

ก.2.1.2 แบตเตอรี่แบบกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 100 มิลลิเมตร

การระบุชื่อสำหรับแบตเตอรี่แบบกลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง และ/หรือ ความสูงมากกว่าหรือเท่ากับ 100 มิลลิเมตรให้เป็นไปตามต่อไปนี้



- หมายเหตุ
1. จำนวนเซลล์หรือแถววางขนานต่อกันแบบอนุกรมไม่มีการกำหนดไว้
 2. ตัวตัดแปรนำเข้าไปรวมด้วยเพื่อการระบุชื่อตัวอย่าง เช่น ขั้วจำเพาะ ชีตความสามารถของโพลิต และลักษณะเฉพาะพิเศษที่จะมีต่อไป

ก.2.1.2.1 วิธีการกำหนดรหัสเส้นผ่านศูนย์กลาง

รหัสเส้นผ่านศูนย์กลางดัดแปลงมาจากเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุด

ตัวเลขรหัสเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นเลขจำนวนเต็มของเส้นผ่านศูนย์กลางสูงสุดของแบตเตอรี่ เป็นมิลลิเมตร

ก.2.1.2.2 วิธีการกำหนดรหัสความสูง

รหัสความสูงเป็นตัวเลข แสดงด้วยเลขจำนวนเต็มของความสูงสูงสุดของแบตเตอรี่ ระบุเป็น มิลลิเมตร

ค่าความสูงสูงสุดกำหนด ดังนี้

- ก) สำหรับขั้วสัมผัสแบบแบน (ตัวอย่างเช่น แบตเตอรี่ตามรูปที่ 1-4 ของ มอก.2219) ความสูงสูงสุดเป็นความสูงทั้งหมดรวมกับขั้ว
- ข) สำหรับขั้วแบบอื่นๆทั้งหมด ความสูงสูงสุด คือ ความสูงโดยรวมสูงสุด ไม่รวมขั้ว (ตัวอย่างเช่น บ่าต่อบ่า)

ตัวอย่าง

5R184/177 แบตเตอรี่กลมที่ประกอบด้วย 5 เซลล์หรือแถวที่วางไว้นานกันของระบบ ชิงก์-แอมโมเนียมคลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ และระบบชิงก์-ชิงก์ คลอไรด์-แมงกานีสไดออกไซด์ ต่อกันแบบอนุกรม มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 184.0 มิลลิเมตร และความสูงสูงสุดของบ่าต่อบ่า 177.0 มิลลิเมตร

ก.2.2 แบตเตอรี่แบบไม่กลม

ระบบการระบุชื่อสำหรับแบตเตอรี่แบบไม่กลมมีดังต่อไปนี้

ให้วาดเส้นรอบรูปทรงกระบอกจินตนาการล้อมรอบพื้นผิวจากที่มีข้อโผล่ขึ้นมาจากเปลือกหุ้มแบตเตอรี่ คำนวณเส้นทแยงมุมโดยใช้มิติความยาวสูงสุด (l) และความกว้าง (w) ซึ่งจะเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอกจินตนาการ

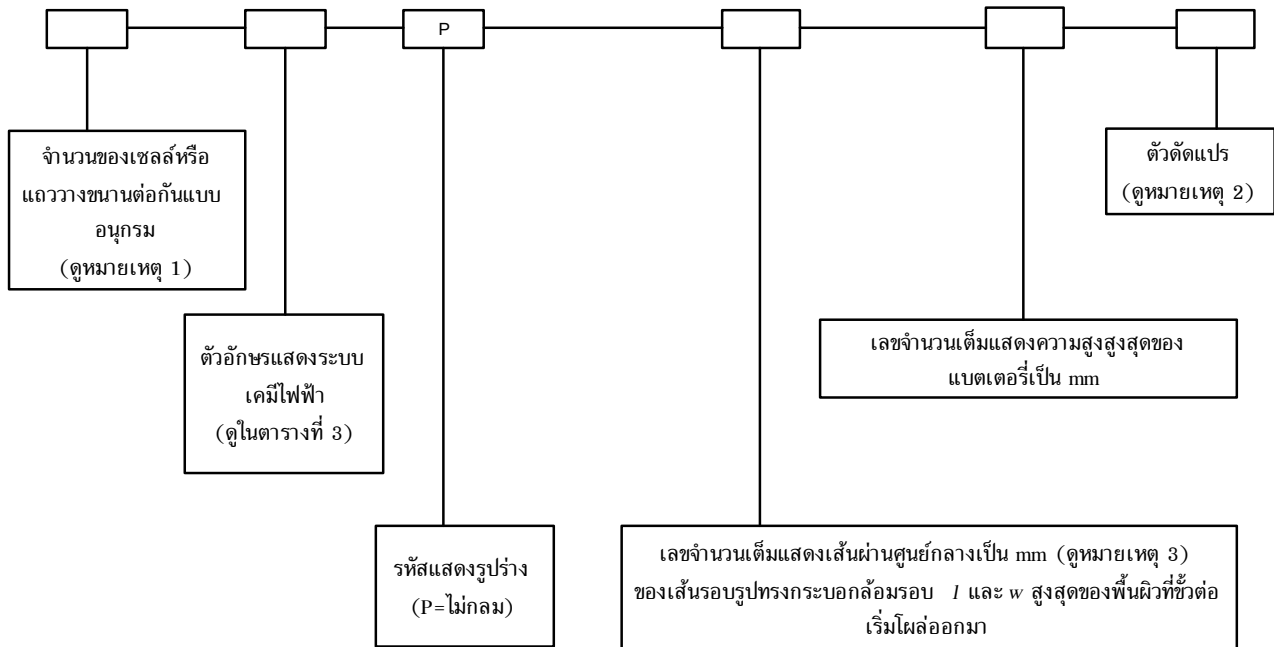
ในการระบุชื่อให้ใช้เลขจำนวนเต็มของเส้นผ่านศูนย์กลางทรงกระบอกเป็นมิลลิเมตร และเลขจำนวนเต็มของความสูงสูงสุดของแบตเตอรี่เป็นมิลลิเมตร

ค่าความสูงสูงสุดกำหนดดังนี้

- ก) สำหรับข้อสัมผัสแบบแบน ความสูงสูงสุดเป็นความสูงทั้งหมดรวมกับข้อ
 - ข) สำหรับข้อแบบอื่นๆ ทั้งหมด ความสูงสูงสุดคือความสูงทั้งหมดสูงสุด ไม่รวมข้อ (ตัวอย่างเช่น บ่าต่อบ่า)
- หมายเหตุ ในกรณีที่ข้อตั้งแต่ 2 หรือมากกว่าโผล่ออกมาจากพื้นผิวที่ต่างกันให้ใช้ข้อที่มีแรงดันไฟฟ้าสูงสุด

ก.2.2.1 แบตเตอรี่แบบไม่กลมที่มีมิติน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร

การระบุชื่อสำหรับแบตเตอรี่แบบไม่กลมที่มีมิติน้อยกว่า 100 มิลลิเมตร ให้เป็นไปตามต่อไปนี้



- หมายเหตุ
1. จำนวนเซลล์หรือแถววางขนานต่อกันแบบอนุกรมไม่มีการกำหนดไว้
 2. ตัวตัดแปรนำเข้าไปด้วยเพื่อการระบุชื่อตัวอย่าง เช่น ขั้วจำเพาะ โหลด และลักษณะพิเศษที่จะมีต่อไป
 3. ในกรณีที่ต้องการกำหนดความสูงเป็นหนึ่งในสิบส่วนของมิลลิเมตรให้ใช้รหัสอักษรตามที่แสดงในตารางที่ ก.7

ตัวอย่าง

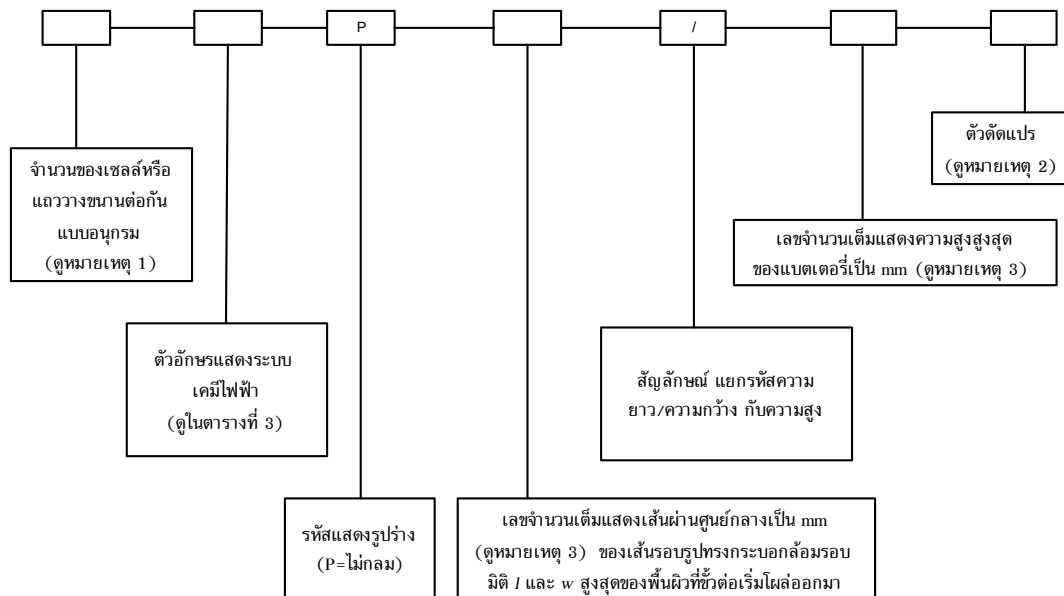
6LP3146 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยหกเซลล์ หรือแถวที่ต่อขนานกัน ระบบซิงก์-แอลคาไลน์ เมทัลไฮดรอกไซด์-แมงกานีสไดออกไซด์ ต่อกันอย่างอนุกรม ความยาวสูงสุด 26.5 มิลลิเมตร ความกว้างสูงสุด 17.5 มิลลิเมตร และ ความสูงสูงสุด 46.4 มิลลิเมตร

เลขจำนวนเต็มของเส้นผ่านศูนย์กลางกลางของพื้นผิวนี้ (I และ w) คำนวณได้จาก

$$\sqrt{I^2 + w^2} = 31.8 \text{ มิลลิเมตร ; เลขจำนวนเต็ม} = 31$$

ก.2.2.2 แบตเตอรี่แบบไม่กลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 มิลลิเมตร

การระบุชื่อของแบตเตอรี่แบบไม่กลมที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับหรือมากกว่า 100 มิลลิเมตรให้เป็นไปตามต่อไปนี้



- หมายเหตุ
1. จำนวนเซลล์หรือแถววางขนานต่อกันแบบอนุกรมไม่มีการกำหนดไว้
 2. ตัวตัดแปรนำเข้าไปรวมด้วยเพื่อการระบุชื่อตัวอย่าง เช่น ขั้วจำเพาะ โหลด และลักษณะพิเศษที่จะมีต่อไป
 3. ในกรณีที่ต้องการกำหนดความสูงเป็นหนึ่งในสิบส่วนของมิลลิเมตรให้ใช้รหัสอักษรตามที่แสดงในตารางที่ ก.7

ตารางที่ ก.7
(ข้อ ก.2.2.2)

ส่วนทศนิยมความสูง mm	รหัส
0.0	A
0.1	B
0.2	C
0.3	D
0.4	E
0.5	G
0.6	H
0.7	J
0.8	K
0.9	L

หมายเหตุ รหัสที่เป็นหนึ่งในสิบส่วนของมิลลิเมตรจะนำมาใช้เมื่อจำเป็นเท่านั้น

ตัวอย่าง

6P222/162 แบตเตอรี่ที่ประกอบด้วยหกเซลล์ หรือแถวที่ต่อขนานกันของ ซิงก์-แอมโมเนียม คลอไรด์ และระบบซิงก์ คลอไรด์-แมงกานีส ไดออกไซด์ ต่อกันอย่างอนุกรม มีความยาวสูงสุด 192 มิลลิเมตร ความกว้างสูงสุด 113 มิลลิเมตร และความสูงสูงสุด 162 มิลลิเมตร

ก.2.3 ความไม่ชัดเจน

ในกรณีที่ไม่นำเกิดขึ้นที่แบตเตอรี่ตั้งแต่ 2 ก้อนขึ้นไปมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นรอบทรงกระบอกเดียวกัน และมีความสูงเท่ากัน จะต้องระบุชื่อแบตเตอรี่ตัวที่ 2 ด้วยการระบุชื่อเดียวกัน และเพิ่มเติมด้วย “-1”

ตารางที่ ก.8 การระบุชื่อทางรูปร่าง และมิติแบบกลมของเซลล์ และแบตเตอรี่¹⁾
ตามที่กำหนดในข้อ ก.2 ของระบบการระบุชื่อ
(ข้อ ก.2.3)

การระบุชื่อทางรูปร่าง (ระบบใหม่)	มิติของเซลล์ที่กำหนด mm		มิติของแบตเตอรี่สูงสุด mm	
	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความสูง	เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความสูง
R772	-	-	7.9	7.2
R1025	-	-	10.0	2.5
R1216	-	-	12.5	1.6
R1220	-	-	12.5	2.0
R1225	-	-	12.5	2.5
R1616	-	-	16.0	1.6
R1620	-	-	16.0	2.0
R2012	-	-	20.0	1.2
R2016	-	-	20.0	1.6
R2020	-	-	20.0	2.0
R2025	-	-	20.0	2.5
R2032	-	-	20.0	3.2
R2320	-	-	23.0	2.0
R2325	-	-	23.0	2.5
R2330	-	-	23.0	3.0
R2354	-	-	23.0	5.4
R2420	-	-	24.5	2.0
R2425	-	-	24.5	2.5
R2430	-	-	24.5	3.0
R2450	-	-	24.5	5.0
R3032	-	-	30.0	3.2
R11108	-	-	11.6	10.8
2R13252	-	-	13.0	25.2
R12A604	-	-	12.0	60.4
R14250	-	-	14.5	25.0
R17335	-	-	17.0	33.5
R17450	-	-	17.0	45.0

¹⁾ มิติที่สมบูรณ์ของแบตเตอรี่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304

**ตารางที่ ก.9 การระบุชื่อทางรูปร่าง และมิติของแบตเตอรี่แบบไม่กลมตามที่กำหนดในข้อ ก.2
ของระบบการระบุชื่อ (การตั้งชื่อ)¹⁾
(ข้อ ก.2.3)**

การระบุชื่อทางรูปร่าง (ระบบใหม่)	การระบุชื่อ (ระบบเก่า)	มิติของแบตเตอรี่สูงสุด mm		
		ความยาว	ความกว้าง	ความสูง
2P3845	2R5	34.0	17.0	45.0
2P4036	R-P2	35.0	19.5	36.0
หมายเหตุ การระบุชื่อที่ใช้อยู่ที่แท้จริงของแบตเตอรี่เหล่านี้คือ 2R5 และ R-P2 เพราะแบตเตอรี่เหล่านี้ได้เป็นที่รู้จักด้วยตัวเลขเหล่านี้มาก่อนแล้วก่อนที่จะทำให้เป็นมาตรฐาน ¹⁾ มิติที่สมบูรณ์ของแบตเตอรี่กำหนดไว้ใน มอก.2219 และ มอก.2304				

ภาคผนวก ข.

(ข้อกำหนด)

หลักปฏิบัติสำหรับการบรรจุหีบห่อ การขนส่ง การจัดเก็บ การใช้งาน และการกำจัดของแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

ความพึงพอใจอย่างสูงสุดของผู้ใช้แบตเตอรี่ปฐมภูมิเป็นผลกับการปฏิบัติที่ดีในระหว่างการทำ การจัดจำหน่าย และ การใช้งาน

จุดมุ่งหมายของหลักเกณฑ์นี้ก็เพื่ออธิบายแนวทางปฏิบัติที่ดีในกรณีทั่วไป และโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นการเตือน ให้ระมัดระวังวิธีการต่าง ๆ ที่ทราบจากประสบการณ์ว่าก่อให้เกิดอันตรายได้ ภาคผนวกนี้เป็นคำแนะนำแก่ผู้ทำ ผู้จัดจำหน่าย และผู้ใช้แบตเตอรี่

ข.1 การบรรจุหีบห่อ

การบรรจุหีบห่อต้องมีความระมัดระวังอย่างเพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดความเสียหายทางกลในขณะขนส่ง การเคลื่อนย้าย และการจัดวางซ้อนกัน วัสดุและการออกแบบหีบห่อต้องป้องกันการเกิดการนำไฟฟ้าที่ไม่ตั้งใจ การสีกกร่อนของขั้ว และความชื้นซึมเข้า

ข.2 การขนส่ง และการเคลื่อนย้าย

ให้มีการกระแทกและความสั่นสะเทือนน้อยที่สุด ตัวอย่างเช่น ต้องไม่โยนกลิ้งลงจากรถบรรทุก ทำให้เกิดการกระแทกที่ตำแหน่งต่าง ๆ หรือวางซ้อนกันสูงจนกระทั่งภาชนะบรรจุแบตเตอรี่ด้านล่างต้องรับแรงกด มากเกินไป ต้องจัดให้มีการป้องกันภาวะอากาศที่ไม่เอื้ออำนวยด้วย

ข.3 การจัดเก็บและการหมุนเวียนของสินค้าคงคลัง

พื้นที่จัดเก็บต้องสะอาด เย็น แห้ง ระบายอากาศได้ดี และป้องกันต่อสภาพอากาศได้

สำหรับการจัดเก็บตามปกติ อุณหภูมิควรอยู่ระหว่าง 10 องศาเซลเซียส ถึง 25 องศาเซลเซียส และต้องไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส ควรหลีกเลี่ยงความชื้นที่ผิดปกติ(ความชื้นสัมพัทธ์เกิน ร้อยละ 95 และต่ำกว่า ร้อยละ 40) เป็นเวลาต่อเนื่อง เพราะจะทำความเสียหายให้ทั้งแบตเตอรี่และภาชนะบรรจุ ไม่ควรจัดเก็บแบตเตอรี่ไวใกล้ ตัวกระจายความร้อน หรือภาชนะต้มน้ำ (boiler) หรือแสงแดดโดยตรง

แม้ว่าอายุการเก็บแบตเตอรี่ที่อุณหภูมิห้องจะดีอยู่แล้ว แต่สามารถทำให้ดีขึ้นได้โดยมีการจัดเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า (ตัวอย่างเช่นในห้องเย็น ที่ -10 องศาเซลเซียส ถึง +10 องศาเซลเซียส หรือในภาวะแช่แข็งต่ำกว่า -10 องศาเซลเซียส) ที่มีการเตรียมการระมัดระวังเป็นพิเศษ โดยหุ้มห่อแบตเตอรี่ไว้ด้วยหีบห่อป้องกันเป็นพิเศษ (เช่น ถุงหรือภาชนะพลาสติกที่ปิดผนึก) ซึ่งจะป้องกันแบตเตอรี่จากการควบแน่น ในช่วงเวลาที่แบตเตอรี่มี อุณหภูมิเพิ่มขึ้นถึงอุณหภูมิล้อมรอบ การเพิ่มอุณหภูมิแบบเร่งเป็นอันตรายต่อแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่จัดเก็บในที่เย็นจะต้องนำมาใช้งานเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ หลังจากนำมาไว้ที่อุณหภูมิล้อมรอบแล้ว แบตเตอรี่อาจจัดเก็บ โดยติดตั้งไว้ในบริษัทหรือบรรจุในหีบห่อที่เหมาะสมตามที่ผู้ทำแบตเตอรี่กำหนดไว้

ความสูงของหีบห่อแบตเตอรี่ที่อาจจัดวางซ้อนกันขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของหีบห่อ คำแนะนำทั่วไปความสูงของการจัดวางซ้อนกันของหีบห่อไม่ควรจะเกิน 1.5 เมตร สำหรับกล่องกระดาษ หรือ 3 เมตร สำหรับลังไม้ คำแนะนำข้างต้นสามารถนำไปใช้ได้ดีกับภาวะการจัดเก็บในระหว่างการขนส่งที่ใช้เวลานาน โดยต้องจัดวางแบตเตอรี่ให้ห่างจากเครื่องจักรในเรือ และไม่ปล่อยทิ้งไว้นานในกล่องโลหะ (ตู้คอนเทนเนอร์) ที่ไม่มีการระบายอากาศเป็นเวลานานในระหว่างฤดูร้อน

ควรส่งมอบแบตเตอรี่ทันทีหลังการผลิต โดยส่งให้ศูนย์ตัวแทนจำหน่าย และต่อไปยังผู้ใช้แบบการหมุนเวียนเพื่อให้มีการหมุนเวียน (เข้าก่อน-ออกก่อน) ของสินค้าที่เก็บ ต้องออกแบบพื้นที่จัดเก็บ โดยจัดวางแสดงให้เหมาะสม และหีบห่อต้องทำเครื่องหมายไว้เป็นอย่างดี

ข.4 การจัดวางแสดงที่จุดขาย

เมื่อนำแบตเตอรี่ออกจากหีบห่อต้องระมัดระวังโดยพยายามหลีกเลี่ยงความเสียหายทางกายภาพ และการสัมผัสทางไฟฟ้า ตัวอย่างเช่นแบตเตอรี่ต้องไม่กองรวมกันอย่างไม่เป็นระเบียบ

แบตเตอรี่ที่วางขายไม่ควรทิ้งไว้แสดงเป็นเวลานานในที่ที่มีแสงแดดส่องกระทบโดยตรง

ผู้ทำแบตเตอรี่ควรให้ข้อมูลข่าวสารแก่ผู้ขายปลีกอย่างเพียงพอ เพื่อให้สามารถเลือกแบตเตอรี่ที่ถูกต้องกับการใช้งานของผู้ใช้ ให้ถือว่าเรื่องนี้มีความสำคัญเป็นพิเศษเมื่อส่งมอบแบตเตอรี่ชุดแรกเพื่อนำไปใช้กับบริษัทใหม่

การใช้มาตรทดสอบไม่สามารถให้ผลที่น่าไว้วางใจในการเปรียบเทียบการใช้งานที่คาดหวังไว้จากแบตเตอรี่ที่ดีตามชั้นคุณภาพ (grade) และผู้ทำที่แตกต่างกัน แต่มาตรทดสอบสามารถนำมาใช้เพื่อตรวจหาความบกพร่องที่สำคัญได้

ข.5 การคัดเลือก การใช้งาน และการกำจัด

ข.5.1 การจัดซื้อ

ควรจัดซื้อแบตเตอรี่ที่มีขนาดและชั้นคุณภาพที่ถูกต้องให้เหมาะสมที่สุดกับการใช้งาน ผู้ทำหลายรายที่ส่งมอบแบตเตอรี่มากกว่าหนึ่งชั้นคุณภาพในแต่ละขนาด ควรจัดให้มีข้อมูลข่าวสารของชั้นคุณภาพที่เหมาะสมที่สุดกับการใช้งานไว้ที่จุดขาย

ในกรณีที่ไม่มีขนาดและชั้นคุณภาพของแบตเตอรี่ที่มีเครื่องหมายการค้าเฉพาะตามที่ต้องการ ให้เลือกตามการระบุชื่อสำหรับระบบเคมีไฟฟ้า และขนาดตามมาตรฐานนี้ ควรมีการระบุชื่อเป็นเครื่องหมายอยู่บนฉลากของแบตเตอรี่ควรบ่งบอกแรงดันไฟฟ้า ชื่อหรือเครื่องหมายการค้าของผู้ทำหรือผู้ส่งมอบ วันที่ผลิต ซึ่งอาจเป็นรหัส หรือวันหมดอายุของช่วงเวลารับประกันให้ชัดเจน พร้อมทั้งขีด (+ และ -) สำหรับแบตเตอรี่บางชนิดข้อมูลข่าวสารนี้อาจอยู่บนหีบห่อ (ดูข้อ 4.1.6.2)

ข.5.2 การติดตั้ง

ก่อนใส่แบตเตอรี่เข้าในช่องใส่แบตเตอรี่ของผลิตภัณฑ์ควรตรวจสอบขั้วสัมผัสของทั้งผลิตภัณฑ์และแบตเตอรี่ เพื่อทำความสะอาดและวางให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง หากจำเป็นให้ทำความสะอาดด้วยผ้าชื้น และทำให้แห้งก่อนใส่แบตเตอรี่

ข้อสำคัญที่สุดต้องใส่แบตเตอรี่ให้ถูกขั้ว (+ และ -) ตามคู่มือการใช้งานของผลิตภัณฑ์อย่างระมัดระวัง และใช้แบตเตอรี่ตามข้อแนะนำ การไม่ปฏิบัติตามคู่มือที่ให้มาพร้อมผลิตภัณฑ์จะทำให้แบตเตอรี่ทำงานผิดปกติ และทำความเสียหายให้แก่ผลิตภัณฑ์ และ/หรือ แบตเตอรี่

ข.5.3 การใช้งาน

การใช้งานที่ไม่ถูกต้องหรือการทิ้งผลิตภัณฑ์เผ่นไฟไว้ในภาวะที่ไม่เหมาะสม เช่น ใกล้ตัวกระจายความร้อน หรือในที่จอดรถยนต์ที่อยู่กลางแจ้งแดด ถือว่าเป็นการปฏิบัติที่ไม่ถูกต้อง

เป็นผลดีที่นำแบตเตอรี่ออกจากผลิตภัณฑ์ทันทีเมื่อตั้งใจหยุดการทำงาน หรือในกรณีที่ไม่ได้ใช้งาน เป็นเวลานาน (เช่น กล้องถ่ายภาพยนต์ แฟลชถ่ายรูป ฯลฯ)

ต้องมั่นใจว่าได้ปิดผลิตภัณฑ์หลังเลิกใช้งานแล้ว

ให้จัดเก็บแบตเตอรี่ในที่เย็น แห้ง และไม่ถูกแสงแดดโดยตรง

ข.5.4 การสับเปลี่ยนทดแทน

ให้เปลี่ยนแบตเตอรี่ทั้งชุดไปพร้อมกัน ไม่ควรนำแบตเตอรี่ที่ซื้อใหม่ไปรวมกับแบตเตอรี่ที่พลังงานลดไปบางส่วนแล้ว ไม่ควรรวมแบตเตอรี่ที่มีระบบเคมีไฟฟ้า ชั้นคุณภาพ หรือเครื่องหมายการค้าที่แตกต่างกัน ไว้ด้วยกัน การไม่ปฏิบัติตามคำแนะนำนี้อาจทำให้แบตเตอรี่บางก้อนในชุด ทำงานเกินจุดปล่อยพลังงานออก ปกติของแบตเตอรี่และเพิ่มความเป็นไปได้ในการรั่วมากขึ้น

ข.5.5 การกำจัด

อาจกำจัดแบตเตอรี่ปฏิกิริยาทั้งโดยทางระบบกำจัดขยะชุมชนที่จัดเตรียมไว้หากไม่ขัดต่อกฎหมายด้าน สิ่งแวดล้อมที่มีอยู่

ภาคผนวก ก.

(ข้อกำหนด)

การออกแบบบริภัณฑ์

ค.1 การประสานงานด้านเทคนิค

แนะนำว่าบริษัทที่ทำบริภัณฑ์ที่ให้กำลังไฟฟ้าด้วยแบตเตอรี่ควรมีการติดต่อประสานงานอย่างใกล้ชิดกับอุตสาหกรรมแบตเตอรี่ ควรนำเอาความสามารถของแบตเตอรี่ที่มีอยู่มาใช้ในการออกแบบ แนะนำให้เลือกชนิดของแบตเตอรี่ตามที่กำหนดใน มอก.2219 ควรทำเครื่องหมายที่บริภัณฑ์อย่างถาวรตามการระบุชื่อ ชั้นคุณภาพ และขนาดของแบตเตอรี่ที่ให้สมรรถนะที่ดีที่สุดตามที่กำหนดในมาตรฐานนี้

ค.2 ช่องใส่แบตเตอรี่

ต้องเข้าถึงช่องใส่แบตเตอรี่ได้ง่าย การออกแบบช่องใส่ต้องทำให้ใส่แบตเตอรี่ได้ง่ายและแบตเตอรี่ไม่หลุดออกมา มิติและการออกแบบช่องใส่ และส่วนสัมผัสต้องทำให้สามารถรับแบตเตอรี่ตามมาตรฐานนี้ได้โดยเฉพาะผู้ออกแบบบริภัณฑ์ไม่ควรละเลยเกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนดในมาตรฐานนี้ แม้ว่ามาตรฐานของประเทศหรือผู้ทำเรียกร้องให้ใช้เกณฑ์ความปลอดภัยที่น้อยกว่า

การออกแบบข้อสัมผัสควรให้มีที่ว่างสำหรับส่วนเว้าของขั้วแบตเตอรี่

บริภัณฑ์ที่มีจุดประสงค์ให้เด็กใช้ควรมีช่องใส่แบตเตอรี่ที่ป้องกันไม่ให้เด็กเข้าถึง

ต้องแสดงชนิดของแบตเตอรี่ที่จะใช้ การจัดวางขั้วไฟฟ้า และทิศทางในการใส่แบตเตอรี่ให้ถูกต้องและชัดเจนให้ออกแบบรูปร่าง และ/ หรือมิติของขั้วบวก (+) และขั้วลบ (-) ของช่องใส่แบตเตอรี่เพื่อป้องกันไม่ให้มีการใส่แบตเตอรี่กลับขั้ว ขั้วสัมผัสบวก (+) และลบ (-) ของแบตเตอรี่ต้องสามารถมองเห็นรูปแบบที่แตกต่างกันเพื่อหลีกเลี่ยงความสับสนเมื่อใส่แบตเตอรี่

ช่องใส่แบตเตอรี่ควรกันด้วยฉนวนไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้า และอยู่ในตำแหน่งที่สามารถลดความเสียหายและ/ หรือเสี่ยงต่อการบาดเจ็บ ควรมีแต่ขั้วแบตเตอรี่เท่านั้นที่สัมผัสทางกายภาพกับวงจรไฟฟ้า ต้องระมัดระวังเวลาเลือกวัสดุและการออกแบบส่วนสัมผัสเพื่อให้มั่นใจได้ว่าการสัมผัสทางไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพ และสามารถคงอยู่ในสภาพใช้งานได้ตลอดเวลาเมื่อใช้แบตเตอรี่ที่มีมิติสูงสุดตามที่ยอมให้ในมาตรฐานนี้ วัสดุของขั้วของแบตเตอรี่และบริภัณฑ์ควรเป็นวัสดุที่ใช้แทนกันได้และมีความต้านทานต่ำ

ไม่แนะนำให้ใช้ช่องใส่แบตเตอรี่ที่มีการต่อแบบขนานเพราะการใส่แบตเตอรี่ผิดจะทำให้แบตเตอรี่อยู่ในสภาวะประจุไฟ

บริภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบที่ให้กำลังด้วยแบตเตอรี่แอร์-ดีโพลไรซ์ไม่ว่าจะเป็นระบบ A หรือ P ต้องมีที่ว่างให้อากาศเข้าถึง สำหรับระบบ A แบตเตอรี่ควรอยู่ในลักษณะตั้งระหว่างการใช้งานปกติ สำหรับแบตเตอรี่ระบบ P ตามรูปที่ 4 ใน มอก.2219 ขั้วบวกควรอยู่ด้านข้างของแบตเตอรี่เพื่อไม่กีดขวางทางเข้าของอากาศ

แม้ว่าแบตเตอรี่จะได้รับการปรับปรุงไปมากในแง่ของความทนต่อการรั่วแต่ก็สามารถเกิดขึ้นได้ในบางโอกาส ในกรณีไม่สามารถแยกช่องใส่แบตเตอรี่ออกจากบริษัทได้อย่างสมบูรณ์ก็ควรจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทำให้เกิดความเสียหายที่เป็นไปได้น้อยที่สุด

ต้องทำเครื่องหมายช่องใส่แบตเตอรี่ให้ชัดเจนและถาวรเพื่อแสดงทิศทางของแบตเตอรี่ สาเหตุของความไม่น่าพึงพอใจมากที่สุดอย่างหนึ่งคือการใส่แบตเตอรี่หนึ่งตัวกลับทาง ซึ่งอาจเป็นผลให้แบตเตอรี่เกิดการรั่ว และ/หรือ การระเบิด และ/หรือ ลุกไหม้ เพื่อลดอันตรายเหล่านี้ควรออกแบบช่องใส่แบตเตอรี่ให้อยู่ในลักษณะที่การใส่แบตเตอรี่กลับทางจะไม่มีผลต่อวงจรไฟฟ้า

วงจรในอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ควรสัมผัสทางกายภาพกับส่วนหนึ่งส่วนใดของแบตเตอรี่ ยกเว้นพื้นผิวที่ตั้งใจไว้เพื่อจุดประสงค์นี้

แนะนำให้ผู้ออกแบบบริษัทต้องอ้างอิงในมาตรฐาน IEC 60086-4 และ มอก.2266 เพื่อให้ครอบคลุมข้อพิจารณาด้านความปลอดภัย

ค.3 การตัดแรงดันไฟฟ้า

เพื่อเป็นการป้องกันการรั่วซึ่งเป็นผลจากแบตเตอรี่ถูกขับ การตัดแรงดันไฟฟ้าของบริษัทต้องไม่ต่ำกว่าที่ผู้ทำแบตเตอรี่แนะนำ

ภาคผนวก ง.

(ข้อกำหนด)

วิธีการคำนวณค่าที่กำหนดของช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด

- ก) ให้เก็บข้อมูลในช่วงเวลาโดยเลือกมาด้วยการสุ่มตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 10 สัปดาห์
- ข) คำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ ของค่าของช่วงเวลา X จากจำนวน 9 ตัวอย่างของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง
หมายเหตุ หากมีบางค่าอยู่นอก 3σ ของกลุ่มตัวอย่าง ไม่ต้องนำค่าเหล่านั้นมาใช้ในการคำนวณ $\bar{X}$
- ค) คำนวณค่าเฉลี่ย $\bar{X}$ จากค่าเฉลี่ยข้างต้นของ $\bar{X}$ ของแต่ละกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งค่า σ_x^-
- ง) ค่าช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุดของแต่ละกลุ่ม เท่ากับ

$$A : \bar{X} - 3\sigma_x^-$$

$$B : \bar{X} \times 0.85$$

ให้คำนวณค่า A และ B; ให้นำค่าที่มากกว่าของ 2 ค่าข้างต้น มากำหนดเป็นค่าช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด

ภาคผนวก จ.

(ข้อกำหนด)

แนวทางสำหรับการกำหนดมาตรฐานของแบตเตอรี่

- ก) เซลล์และแบตเตอรี่ต้องเป็นไปตามคุณลักษณะที่ต้องการ ดังต่อไปนี้ เพื่อแสดงให้เห็นว่าขีดความสามารถเป็นไปตามอนุกรมของมาตรฐาน IEC 60086
- 1) แบตเตอรี่มีการผลิตเป็นจำนวนมาก
 - 2) แบตเตอรี่หาได้ในหลายๆ ตลาดทั่วโลก
 - 3) แบตเตอรี่ที่ผลิตปัจจุบันผลิตจากอย่างน้อย 2 บริษัทที่ไม่เกี่ยวข้องกัน ซึ่งผู้ถือสิทธิบัตรต้องปฏิบัติตามที่กำหนดไว้ในภาคผนวก A ของ ISO/IEC Directives – Part 2
 - 4) แบตเตอรี่ที่ผลิตขึ้นในอย่างน้อยสองประเทศ หรือ แบตเตอรี่ที่ซื้อโดยผู้ทำแบตเตอรี่ระหว่างประเทศ และผู้ทำแบตเตอรี่อิสระ และขายตามฉลากของบริษัทนั้น
- ข) รายการสำคัญ ๆ รวมในข้อเสนอการทำมาตรฐานใหม่ของแบตเตอรี่ใหม่แต่ละชนิด คือ
- 1) รายละเอียดให้เป็นไปตามข้อ ก) ข้างต้น
 - 2) การระบุชื่อและระบบเคมีไฟฟ้า
 - 3) มิติ (รวมทั้งแบบ)
 - 4) ภาวะการปล่อยประจุ
 - 5) ช่วงเวลาเฉลี่ยต่ำสุด

ภาคผนวก จ.

(ข้อแนะนำ)

มิตินิยมสำหรับแบตเตอรี่ปฐมภูมิ

แบบของมิติที่ใช้เป็นเพียงข้อแนะนำและ ไม่ถือเป็นข้อบังคับ

แม้กระนั้นก็ตามมิติทั่วไปที่ผู้ใช้นิยมจะช่วยลดการกระจายของมิติ และจะช่วยหลีกเลี่ยงพิสัยที่ซ้อนกันของเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของมิติได้

ต้นแบบของมิติครอบคลุมพิสัยเริ่มตั้งแต่ 0.1 มิลลิเมตร ถึง 650 มิลลิเมตร โดยเลือกชั้นห่างเป็นร้อยละ 10 โดยประมาณ (ร้อยละ 9.7 ร้อยละ 10.1 และ ร้อยละ 10.7 ตามตารางที่ จ.1) ในตารางจะประกอบด้วยเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน 4 ชั้น คือ ร้อยละ -1.0 ร้อยละ -2.5 ร้อยละ -5.0 และ ร้อยละ -7.5 ค่าเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนเป็นไปตามมิติสูงสุดเดียวกัน อนุกรมที่นิยมของความสูง ความกว้าง/เส้นผ่านศูนย์กลาง และความยาวกำหนดตามหลักคณิตศาสตร์เพื่อให้ง่ายต่อการประมวลผลข้อมูล

ต้นแบบของมิติเป็นไปตามหลักการของการเลือกค่า และการควบคุมที่หลากหลายที่ต้องเฝ้าสังเกตตาม ISO/IEC Directives – Part 2 ในการจัดทำมาตรฐานระหว่างประเทศ

ตารางที่ จ.1 แบบของมิติที่นำเสนอสำหรับเบตเตอร์เซลล์เดี่ยว และหลายเซลล์
โดยมีพื้นฐานตามหลักการตัวเลขนิยม (preferred number) ตาม IEC/ISO-Directives, part 2
ข้อ 5.6.1 (variety control) และข้อ 5.4.2 (selected values)
(ภาคผนวก จ.)

ความสูง: 0.1 mm ถึง 659.3 mm					ความกว้าง/เส้นผ่านศูนย์กลาง: 0.919 mm ถึง 647.9 mm					ความยาว: 0.938 mm ถึง 632.5 mm				
สูงสุด	ชั้นของเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				สูงสุด	ชั้นของเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน				สูงสุด	ชั้นของเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน			
	A	B	C	D		A	B	C	D		A	B	C	D
0.100	0.099	0.097	0.095	0.092	0.919	0.909	0.896	0.873	0.850	0.938	0.928	0.914	0.891	0.867
0.109	0.108	0.106	0.104	0.101	1.012	1.002	0.986	0.961	0.936	1.028	1.028	1.012	0.986	0.960
0.120	0.119	0.117	0.114	0.111	1.114	1.103	1.086	1.058	1.031	1.130	1.130	1.114	1.086	1.058
0.132	0.130	0.128	0.125	0.122	1.227	1.215	1.196	1.166	1.135	1.273	1.260	1.241	1.209	1.177
0.144	0.143	0.141	0.137	0.133	1.351	1.338	1.317	1.284	1.250	1.409	1.395	1.374	1.339	1.304
0.158	0.152	0.150	0.146	0.146	1.488	1.473	1.451	1.414	1.376	1.560	1.545	1.521	1.482	1.443
0.174	0.172	0.169	0.165	0.161	1.639	1.622	1.598	1.557	1.516	1.728	1.710	1.684	1.641	1.598
0.191	0.189	0.186	0.181	0.176	1.805	1.787	1.760	1.715	1.669	1.913	1.894	1.865	1.817	1.769
0.209	0.207	0.204	0.199	0.193	1.988	1.968	1.938	1.888	1.838	2.118	2.097	2.065	2.012	1.959
0.230	0.227	0.224	0.218	0.212	2.189	2.167	2.134	2.079	2.025	2.345	2.321	2.286	2.227	2.169
0.252	0.249	0.246	0.239	0.233	2.411	2.386	2.350	2.290	2.230	2.596	2.570	2.531	2.466	2.401
0.276	0.274	0.269	0.262	0.256	2.655	2.628	2.588	2.522	2.455	2.874	2.845	2.802	2.730	2.658
0.303	0.300	0.296	0.288	0.280	2.920	2.894	2.850	2.777	2.704	3.182	3.150	3.102	3.023	2.943
0.333	0.329	0.324	0.316	0.308	3.219	3.187	3.139	3.058	2.978	3.523	3.488	3.435	3.347	3.259
0.365	0.361	0.356	0.347	0.338	3.543	3.510	3.457	3.368	3.280	3.900	3.861	3.803	3.705	3.608
0.400	0.396	0.390	0.380	0.370	3.905	3.865	3.807	3.709	3.612	4.318	4.275	4.210	4.102	3.994
0.439	0.435	0.429	0.417	0.406	4.300	4.257	4.192	4.085	3.977	4.781	4.735	4.661	4.542	4.422
0.482	0.477	0.470	0.458	0.446	4.735	4.688	4.617	4.499	4.380	5.293	5.240	5.161	5.038	4.896
0.529	0.523	0.515	0.502	0.489	5.215	5.163	5.084	4.954	4.824	5.860	5.802	5.714	5.567	5.421
0.580	0.574	0.566	0.551	0.536	5.743	5.685	5.599	5.456	5.312	6.488	6.423	6.326	6.164	6.002
0.636	0.630	0.620	0.604	0.589	6.324	6.261	6.166	6.008	5.850	7.183	7.111	7.004	6.824	6.645
0.698	0.691	0.681	0.663	0.646	6.965	6.895	6.791	6.616	6.442	7.953	7.873	7.754	7.555	7.356
0.766	0.758	0.747	0.728	0.708	7.670	7.593	7.478	7.286	7.095	8.805	8.717	8.585	8.365	8.145
0.840	0.832	0.819	0.798	0.777	8.446	8.362	8.235	8.024	7.813	9.748	9.651	9.505	9.261	9.017
0.922	0.912	0.899	0.876	0.853	9.302	9.209	9.069	8.837	8.604	10.79	10.68	10.52	10.25	9.983
1.011	1.001	0.986	0.961	0.935	10.24	10.14	9.987	9.731	9.475	11.94	11.82	11.65	11.35	11.05
1.109	1.098	1.082	1.054	1.026	11.28	11.16	10.99	10.71	10.43	13.22	13.09	12.89	12.56	12.23
1.217	1.205	1.186	1.156	1.126	12.42	12.29	12.11	11.80	11.49	14.64	14.50	14.28	13.91	13.54
1.335	1.322	1.302	1.268	1.235	13.68	13.54	13.33	12.99	12.65	16.21	16.05	15.81	15.40	14.99
1.464	1.450	1.428	1.391	1.355	15.06	14.91	14.68	14.31	13.93	17.95	17.77	17.50	17.05	16.60
1.607	1.590	1.566	1.526	1.486	16.59	16.42	16.17	15.76	15.34	19.87	19.67	19.37	18.88	18.38
1.762	1.745	1.718	1.674	1.630	18.27	18.08	17.81	17.35	16.90	22.00	21.78	21.45	20.90	20.35
1.933	1.914	1.885	1.837	1.788	20.12	19.92	19.61	19.11	18.61	24.36	24.11	23.75	23.14	22.53
2.121	2.100	2.068	2.015	1.962	22.15	21.93	21.60	21.05	20.49	26.97	26.70	26.32	25.62	24.95
2.327	2.303	2.269	2.210	2.152	24.40	24.15	23.79	23.18	22.57	29.86	29.56	29.11	28.37	27.62
2.552	2.527	2.489	2.425	2.361	26.87	26.60	26.20	25.52	24.85	33.06	32.73	32.23	31.40	30.58
2.800	2.772	2.730	2.660	2.590	29.59	29.29	28.85	28.11	27.37	36.60	36.23	35.68	34.77	33.85
3.072	3.041	2.995	2.918	2.841	32.59	32.26	31.77	30.96	30.14	40.52	40.12	39.51	38.49	37.48
3.370	3.336	3.285	3.201	3.117	35.89	35.53	34.99	34.09	33.19	44.86	44.41	43.74	42.62	41.50
3.696	3.659	3.604	3.512	3.419	39.52	39.12	38.53	37.54	36.55	49.67	49.17	48.43	47.19	45.94
4.055	4.014	3.954	3.852	3.751	43.52	43.09	42.43	41.34	40.26	54.99	54.44	53.62	52.24	50.87
4.448	4.404	4.337	4.226	4.115	47.93	47.45	46.73	45.53	44.33	60.88	60.27	59.36	57.84	56.32
4.880	4.831	4.758	4.636	4.514	52.78	52.25	51.46	50.14	48.82	67.41	66.73	65.72	64.04	62.35
5.353	5.300	5.219	5.085	4.952	58.12	57.54	56.67	55.22	53.76	74.63	73.88	72.76	70.90	69.03
5.872	5.814	5.725	5.579	5.432	64.01	63.37	62.41	60.81	59.21	82.62	81.80	80.56	78.49	76.43
6.442	6.377	6.281	6.120	5.959	70.49	69.79	68.73	66.97	65.20	91.47	90.56	89.19	86.90	84.61
7.067	6.996	6.890	6.713	6.537	77.63	76.85	75.69	73.75	71.81	101.2	100.2	98.74	96.21	93.68
7.752	7.675	7.558	7.364	7.171	85.49	84.63	83.35	81.21	79.08	112.1	111.0	109.3	106.5	103.7
8.504	8.419	8.291	8.079	7.866	94.15	93.20	91.79	89.44	87.08	124.1	122.9	121.0	117.9	114.8
9.329	9.236	9.096	8.862	8.629	103.6	102.6	101.0	98.49	95.90	137.4	136.0	134.0	130.5	127.1
10.23	10.13	9.978	9.722	9.466	114.1	113.0	111.3	108.4	105.6	152.1	150.6	148.3	144.5	140.7
11.22	11.11	10.94	10.66	10.38	125.7	124.4	122.5	119.4	116.3	168.4	166.7	164.2	160.0	155.8
12.31	12.19	12.00	11.69	11.39	138.4	137.0	135.0	131.5	128.0	186.5	184.6	181.8	177.1	172.5
13.50	13.37	13.17	12.83	12.49	152.4	150.9	148.6	144.8	141.0	206.4	204.4	201.3	196.1	191.0
14.82	14.67	14.44	14.07	13.70	167.9	166.2	163.7	159.5	155.3	228.6	226.3	222.9	217.1	211.4
16.25	16.09	15.85	15.44	15.03	184.9	183.0	180.3	175.6	171.0	253.1	250.5	246.7	240.4	234.1
17.83	17.65	17.38	16.94	16.49	204.6	202.6	200.0	194.6	189.4	280.2	277.4	273.2	266.2	259.2
19.56	19.36	19.07	18.58	18.09	224.2	222.0	219.6	213.0	207.4	310.2	307.1	302.4	294.7	286.9
21.46	21.24	20.92	20.38	19.85	246.9	244.5	240.8	234.6	228.4	343.4	340.0	334.9	326.3	317.7
23.54	23.30	22.95	22.36	21.77	271.9	269.2	265.1	258.3	251.5	380.2	376.4	370.7	361.2	351.7
25.82	25.56	25.18	24.53	23.88	299.5	296.5	292.0	284.5	277.0	421.0	416.8	410.5	399.9	389.4
28.33	28.04	27.62	26.91	26.20	329.8	326.5	321.6	313.3	305.1	466.1	461.4	454.4	442.8	431.1
31.07	30.76	30.30	29.52	28.74	363.2	359.6	354.1	345.0	336.0	516.0	510.9	503.1	490.2	477.3
34.09	33.75	33.24	32.38	31.53	400.0	396.0	390.0	380.0	370.0	571.3	565.6	557.0	542.7	528.5
37.39	37.02	36.46	35.52	34.59	440.5	436.1	429.5	418.5	407.4	632.5	626.2	616.7	600.9	585.1
41.00	40.61	40.00	38.97	37.94	485.1	480.2	473.0	460.8	448.7					
45.00	44.55	43.88	42.75	41.63	534.2	528.9	520.8	507.5	494.1					
49.37	48.87	48.13	46.90	45.66	588.3	582.4	573.6	558.9	544.2					
54.15	53.61	52.80	51.45	50.09	647.9	641.4	631.7	615.5	599.3					
59.41	58.81	57.92	56.44	54.95										
65.17	64.52	63.54	61.91	60.28										
71.49	70.77	69.70	67.91	66.13										
78.42	77.64	76.46	74.50	72.54										
86.00	85.17	83.88	81.73	79.58										
94.37	93.43	92.01	89.65	87.30										
103.5	102.4	100.9	98.35	95.76										
113.5	112.4	110.7	107.8	105.0										
124.5	123.3	121.4	118.3	115.2										
136.6	135.3	133.2	129.8	126.4										
149.9	148.4	146.1	142.4	138.6										
164.4	162.8	160.3	156.2	152.1										

ภาคผนวก ข.

(ข้อแนะนำ)

นิยามแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน และวิธีหาค่า

ข.1 นิยาม

แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s ใช้ทั่วไปมีตามระบบเคมีไฟฟ้า มีค่าเฉพาะซึ่งไม่สัมพันธ์กับขนาดและโครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐานจะขึ้นกับปฏิกิริยาการโอนถ่ายประจุ โดยแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s เป็นไปตามสูตร (ข.1)

$$U_s = \frac{C_s}{t_s} \times R_s \quad (\text{ข.1})$$

เมื่อ

U_s คือ แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน

C_s คือ ความจุไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน

t_s คือ เวลาปล่อยประจุมาตรฐาน

R_s คือ ตัวต้านทานปล่อยประจุมาตรฐาน

ข.2 การหาค่า

ข.2.1 ข้อพิจารณาทั่วไป: การเขียนกราฟ C/R

การหาค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุ U_d ทำได้โดยการเขียนกราฟ C/R (เมื่อ C คือความจุไฟฟ้าปล่อยประจุของแบตเตอรี่ R คือความต้านทานปล่อยประจุ) รูปที่ ข.1 แสดงให้เห็นกราฟของความจุไฟฟ้าปล่อยประจุ C กับความต้านทานปล่อยประจุ R_d ⁵⁾ ในการนำเสนอแบบปกติ เช่น นำค่า $C(R_d)/C_p$ มาเขียนกราฟ โดยเป็นฟังก์ชันของ R_d สำหรับ R_d ที่มีค่าต่ำก็จะได้ค่า $C(R_d)$ ที่มีค่าต่ำ และ R_d ที่มีค่าสูงก็จะได้ค่า $C(R_d)$ ที่มีค่าสูง ในกรณีที่ R_d ค่อย ๆ มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าความจุปล่อยประจุ $C(R_d)$ ก็จะค่อยเพิ่มขึ้นตาม จนกระทั่งสุดท้ายจะมีลักษณะราบ และ $C(R_d)$ ก็จะมีค่าคงที่⁶⁾

$$C_p = \text{ค่าคงที่} \quad (\text{ข.2})$$

หมายเหตุ ⁵⁾ ตัวห้อย d เป็นการแสดงความต้านทานแตกต่างจาก R_s ดูสูตร (ข.1)

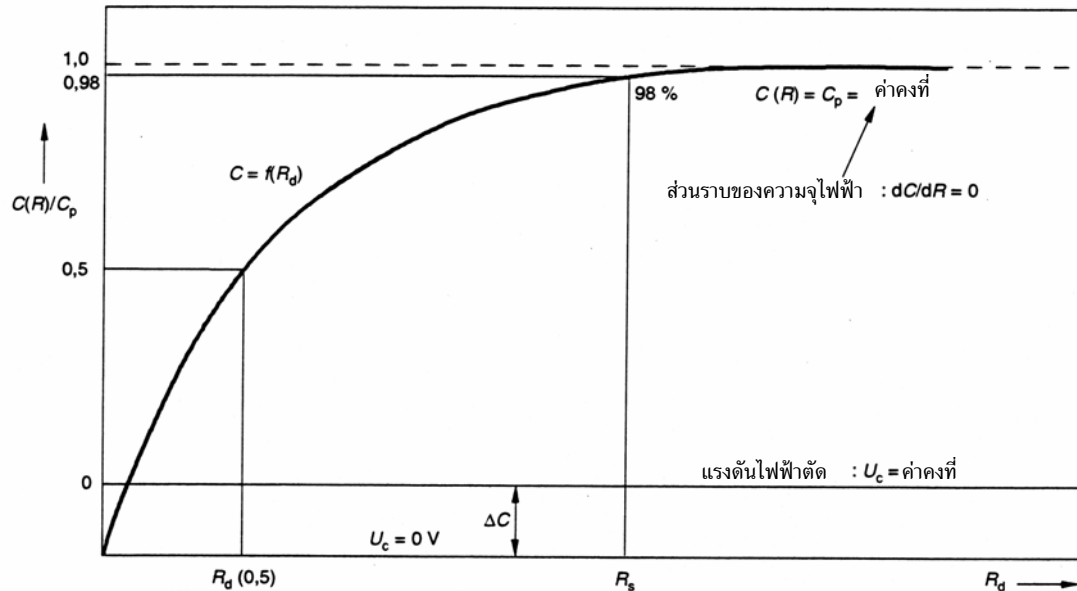
⁶⁾ สำหรับกรณีที่คาบเวลาการปล่อยประจุเป็นเวลานาน C_p อาจลดลงเนื่องจากการปล่อยประจุด้วยตัวเองภายในของแบตเตอรี่ กรณีนี้จะสังเกตได้สำหรับแบตเตอรี่ที่มีการปล่อยประจุด้วยตัวเองสูง เช่น ร้อยละ 10 ต่อเดือน หรือมากกว่า

ซึ่งหมายความว่า $C(R_d)/C_p = 1$ ตามที่แสดงด้วยเส้นในแนวนอนในรูปที่ ข.1 นอกจากนั้นยังแสดงให้เห็นต่อไปว่า ค่าความจุไฟฟ้า $C = f(R_d)$ ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าตัด (cut-off voltage) U_c ซึ่งยังมีค่าสูงขึ้นเท่าไรก็จะทำให้ส่วนของ ΔC เพิ่มมากขึ้นจนไม่สามารถหาค่าได้ในระหว่างการปล่อยประจุ

หมายเหตุ ในภาวะราบ ค่าความจุไฟฟ้า C ไม่ขึ้นกับ R_d

แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุ U_d หาได้จากสูตร (ช.3)

$$U_d = \frac{C_d}{t_d} \times R_d \quad (\text{ช.3})$$



รูปที่ ข.1 แผนภาพลักษณะปกติของกราฟ C/R

(ข้อ ข. 2.1)

ผลลัพธ์ที่ได้จาก C_d/t_d ของสูตร (ช.3) คือค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า $i(\text{avg})$ เมื่อให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุผ่านทางตัวต้านทานปล่อยประจุ R_d ที่แรงดันไฟฟ้าตัด $U_c = \text{ค่าคงที่}$ ความสัมพันธ์นี้อาจเขียนได้เป็น

$$C_d = i(\text{avg}) \times t_d \quad (\text{ช.4})$$

สำหรับ $R_d = R_s$ (ตัวต้านทานปล่อยประจุมาตรฐาน) ต้องเปลี่ยนสูตร (ช.3) เป็นสูตร (ช.1) และในขณะเดียวกันต้องเปลี่ยนสูตรที่ (ช.4) เป็น

$$C_s = i(\text{avg}) \times t_s \quad (\text{ช.4ก.})$$

การหาค่า $i(\text{avg})$ และ t_s เป็นไปตามวิธีที่อธิบายในข้อ ข.2.3 และแสดงไว้ในรูปที่ ข.2

ข.2.2 การหาค่าตัวต้านทานปล่อยประจุมาตรฐาน R_s

เป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่ค่าของ U_s หาได้จากตัวต้านทานปล่อยประจุ R_d ที่ทำให้เกิดความจุไฟฟ้าร้อยละ 100 แต่อาจต้องใช้ช่วงเวลานานในการปล่อยประจุ เพื่อช่วงเวลาดังกล่าวนี้ การประมาณค่าที่ดีที่สุดสำหรับ U_s โดยใช้สูตรที่ ข.5

$$C_s(R_s) = 0.98 C_p \quad (\text{ช.5})$$

ซึ่งหมายความว่า เกิดความจุไฟฟ้าที่เป็นจริงร้อยละ 98 มีความแม่นยำเพียงพอในการหาค่าความต้านทานปล่อยประจุมาตรฐาน U_s กรณีดังกล่าวนี้เมื่อให้แบตเตอรี่ปล่อยประจุผ่านตัวต้านทานปล่อยประจุมาตรฐาน

R_s ค่าตัวประกอบ 0.98 หรือสูงกว่านั้นไม่เป็นค่าที่แน่นอน เพราะว่า U_s จะมีค่าคงที่ตลอดเมื่อ $R_s \leq R_d$ ในภาวะเช่นนี้ไม่ถือว่าสำคัญนักที่จะทำให้เกิดค่าความจุไฟฟ้าเป็นร้อยละ 98

ช.2.3 การหาค่าความจุไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน C_s และเวลาปล่อยประจุมาตรฐาน t_s

รูปที่ ช.2 แสดงแผนภาพเส้นโค้งการปล่อยประจุของแบตเตอรี่

ตามรูปที่ ช.2 ด้านใต้ของพื้นที่ A1 และด้านบนของพื้นที่ A2 ของเส้นโค้งปล่อยประจุ โดยที่

$$A1 = A2 \quad (\text{ช.6})$$

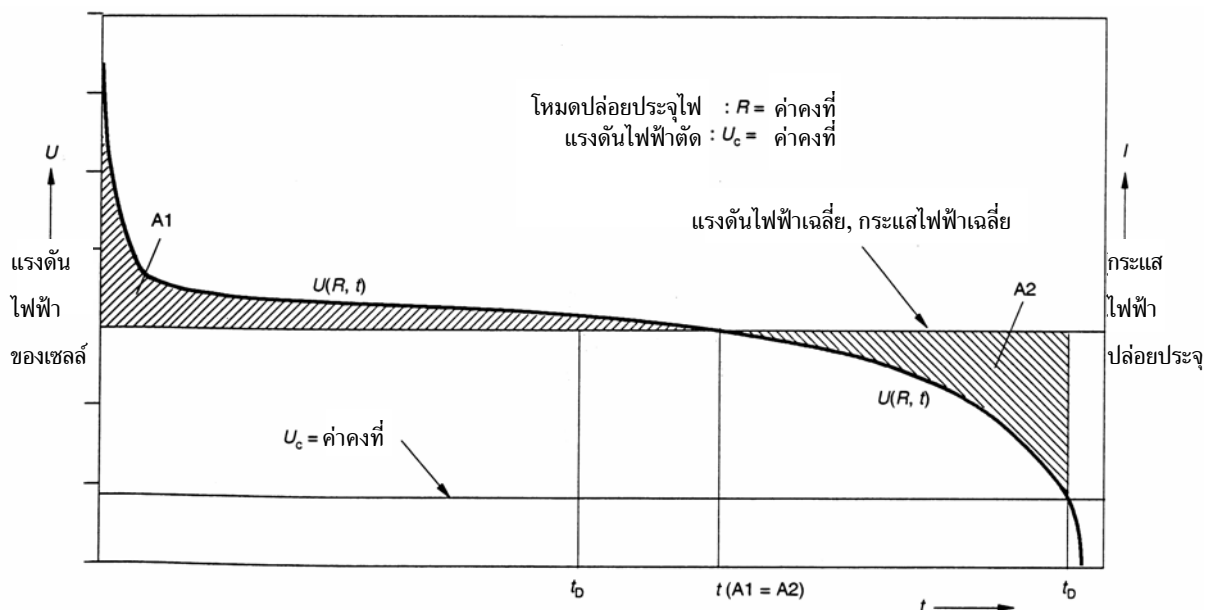
ค่ากระแสไฟฟ้าปล่อยประจุเฉลี่ย $i(\text{avg})$ หาได้จากสมการที่ ช.6 ไม่ได้บอกถึงจุดกลางของการปล่อยประจุ เหมือนกับรูปที่ ช.2 ค่าเวลาปล่อยประจุ t_d หาได้จากจุดตัดที่ $U(R,t) = U_c$ ค่าความจุไฟฟ้าปล่อยประจุ หาได้จากสูตร (ช.7)

$$C_d = i(\text{avg}) \times t_d \quad (\text{ช.7})$$

ค่าความจุไฟฟ้ามาตรฐาน C_s ได้จาก $R_d = R_s$ โดยเปลี่ยนสูตรที่ (ช.7) เป็นสูตรที่ (ช.7ก)

$$C_s = i(\text{avg}) \times t_s \quad (\text{ช.7ก.})$$

ซึ่งเป็นวิธีการที่ทำโดยการทดลองหาความจุปล่อยประจุมาตรฐาน C_s และเวลาปล่อยประจุมาตรฐาน t_s ที่จำเป็นต้องใช้ในการหาค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s (ดูสูตรที่ (ช.1))



รูปที่ ช.2 แสดงแผนภาพเส้นโค้งการปล่อยประจุ
(ข้อ ช. 2.3)

ช.3 ภาวะการทดลองที่ต้องเฝ้าสังเกตและผลการทดสอบ

ในการหาค่าโดยการทดลองด้วยการเขียนกราฟของ C/R แนะนำให้หาผลของค่าการปล่อยประจุแยกจากกัน 10 ค่า แต่ละค่าหาได้จากค่าเฉลี่ยของแบตเตอรี่ 9 ก้อน ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้จากการกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในพิสัยที่คาดหวังของกราฟ C/R แนะนำให้ใช้ค่าการปล่อยประจุครั้งแรก มีค่า $0.5 C_p$ โดยประมาณตามที่แสดงในรูปที่ ช.1 ค่าทดลองตัวสุดท้ายควรได้จากค่าโดยประมาณของ $R_d \approx 2 \times R_s$ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้อาจนำมาใช้เขียนกราฟในรูปของกราฟ C/R ตามรูปที่ ช.1 จากกราฟให้หาค่า R_d ที่จะนำไปสู่ร้อยละ 98 ของ C_p โดยประมาณ แรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s ที่จะทำให้ค่าการทำให้เกิดความจุไฟฟ้าปล่อยประจुर้อยละ 98 ควรจะเบี่ยงเบนไม่เกิน -50 มิลลิโวลต์ จากค่าที่ยอมให้ตามความจุไฟฟ้าที่แท้จริงร้อยละ 100 ความแตกต่างภายในพิสัยมิลลิโวลต์ จะเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการถ่ายเทประจุที่เกิดขึ้นจากระบบที่พิจารณาอยู่เท่านั้น

ในการหาค่า C_s และ t_s ตามข้อ ช.2.3 ต้องใช้แรงดันไฟฟ้าตัดตามที่กำหนดใน มอก.2219

พิสัยแรงดันไฟฟ้าที่ 1 : $U_c = 0.9$ โวลต์

พิสัยแรงดันไฟฟ้าที่ 2 : $U_c = 2.0$ โวลต์

ค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยประจุมาตรฐาน U_s (SDV) ที่ได้จากการทดลองที่ระบุไว้ข้างล่างมีเพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความสนใจไว้ทำการตรวจสอบการทำความเข้าใจ

ตัวอักษรของระบบ	“ไม่มีตัวอักษร”	C	E	F	L	S
SDV: U_s (โวลต์)	1.30	2.90	3.50	1.48	1.30	1.55

การกำหนดค่า U_s สำหรับระบบ A B G และ P อยู่ในระหว่างการพิจารณา ระบบ P ถือเป็นกรณีพิเศษ เพราะค่า U_s ขึ้นกับชนิดของตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อลดออกซิเจน เนื่องจากระบบ P เป็นระบบเปิดสู่อากาศ จึงทำให้ความชื้นจากสภาพแวดล้อม และการดูดซึมคาร์บอนไดออกไซด์ หลังการกระตุ้นมีอิทธิพลต่อระบบ สำหรับระบบ P อาจได้ค่า U_s มีค่าสูงถึง 1.37 โวลต์