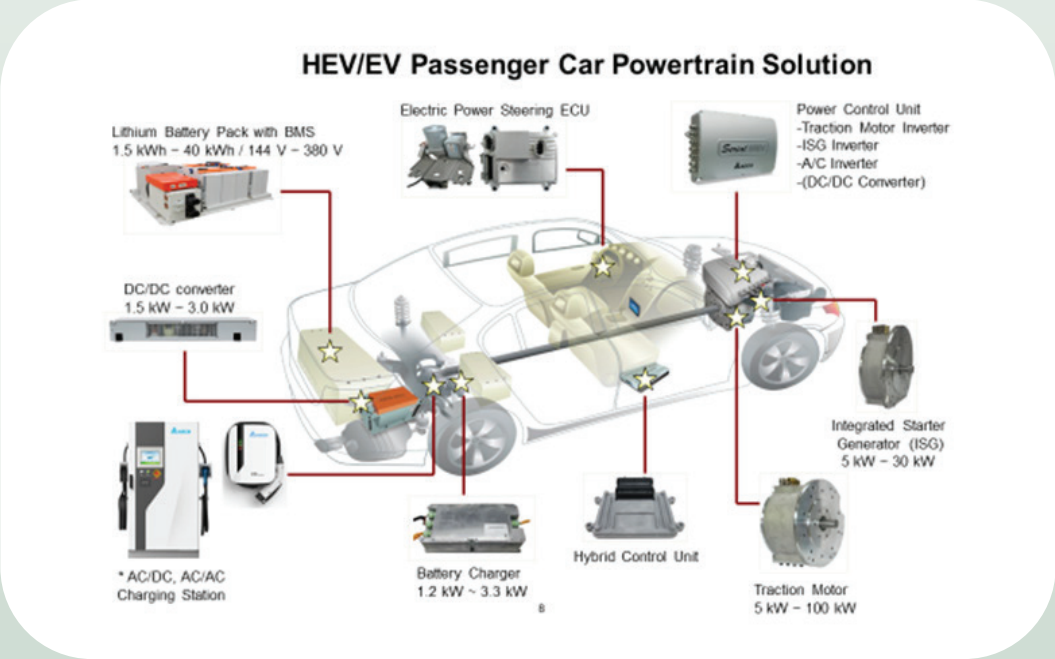
ยานยนต์สมัยใหม่
Next Generation Mobility

องค์ประกอบหลักของยานยนต์ไฟฟ้า

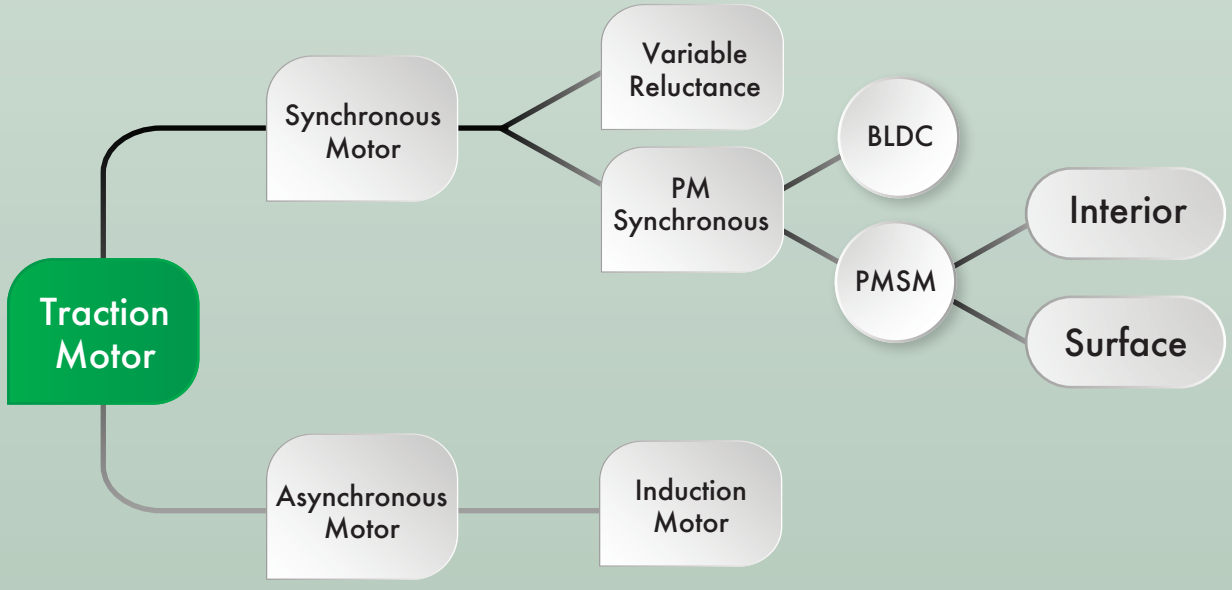
กิตติศักดิ์ เงินงอกงาม
บริษัท เดลต้า อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)



ภาพที่ ๑ ภาพจำลององค์ประกอบหลักของยานยนต์ไฟฟ้า

อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการขับเคลื่อนของยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle Powertrain)

1.มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในยานยนต์ไฟฟ้า



ภาพที่ ๒ แผนภูมิการจำแนกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับมอเตอร์ในยานยนต์ไฟฟ้า

1.1 มอเตอร์อซิงโครนัส (Asynchronous Motor)

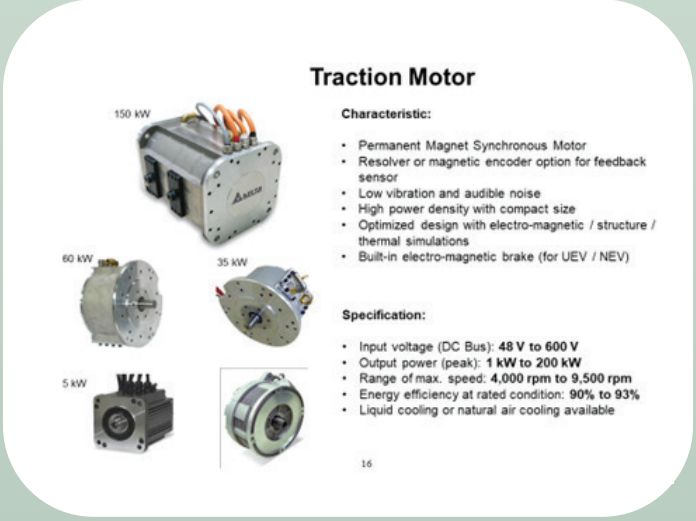
มอเตอร์ชนิดนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 แบบได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดมีแปรงถ่าน และมอเตอร์เหนี่ยวนำ อย่างไรก็ตาม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะไม่ได้กล่าวถึงในหัวข้อนี้เนื่องจากปัญหาในการบำรุงรักษาแปรงถ่านและคอมมิวเตอร์ และความยุ่งยากในการผลิต และราคา รวมถึงการพัฒนาของเทคโนโลยีการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับได้รับการพัฒนาจนมีสมรรถนะเทียบเท่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแล้วนั้น ส่งผลให้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชนิดมีแปรงถ่านไม่ได้ถูกเลือกมาใช้สำหรับรถไฟฟ้าในปัจจุบันมากนัก

ในส่วนของมอเตอร์เหนี่ยวนำซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกับมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ใช้ในอุตสาหกรรม คือมีขดลวดที่สเตเตอร์สำหรับสร้างสนามแม่เหล็กและรับไฟจากแหล่งจ่าย โดยมีลักษณะการพันขดลวดแบบกระจาย ในขณะที่โรเตอร์นั้นจะเป็นแผ่นลามิเนทประกบกัน และมีแท่งตัวนำซึ่งถูกลัดวงจรเพื่อให้มอเตอร์สามารถหมุนได้ โดยอาศัยหลักการเหนี่ยวนำเพื่อให้เกิดแรงบิดที่โรเตอร์

ภาพที่ ๓ ภาพประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor)

1.2 มอเตอร์ซิงโครนัส (Synchronous Motor)

มอเตอร์ซิงโครนัสเป็นอีกตัวเลือกหนึ่ง สำหรับรถไฟฟ้า และได้รับความนิยมอย่างมากในรถไฟฟ้าไฮบริด มอเตอร์ประเภทนี้สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายประเภท แต่ที่ได้รับความสนใจสำหรับเป็นต้นกำลังสำหรับระบบขับเคลื่อนของรถไฟฟ้านั้นจะมีเพียง 2 ประเภท คือ 1) มอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร และ 2) มอเตอร์รีลัคแตนซ์แปรเปลี่ยน ในประเภทที่ 2 นั้นมีข้อดีคือ ราคาถูกโครงสร้างไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพสูงที่ความเร็วรอบสูง แต่ข้อเสียคือ แรงบิดมีความกระเพื่อมสูงส่งผลให้เกิดเสียงรบกวนมาก และมีประสิทธิภาพเทียบเคียงมอเตอร์เหนี่ยวนำเท่านั้น ส่วนใหญ่แล้วจะเหมาะกับการประยุกต์ใช้ในงานเฉพาะในขณะที่ประเภทแรกนั้นจะมีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งเป็นชนิดที่ได้รับความนิยมอย่างมาก



ภาพที่ ๔ ภาพประกอบของมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร

ในเชิงพาณิชย์นั้นมอเตอร์ที่ได้รับการนำมาใช้อย่างมาก คือมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวร โดยมอเตอร์ประเภทนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภทย่อยได้แก่ PMSM และ BLDC มอเตอร์ทั้ง 2 ประเภทนี้มีโครงสร้างร่วมกัน หากแต่มีความแตกต่างในการควบคุมและรูปคลื่นสัญญาณแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับ

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบมอเตอร์ซิงโครนัสชนิด PMSM และ BLDC

PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor)	BLDC (Brushless Direct Current Motor)
รูปคลื่นแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับเป็นไซนูซอยด์	รูปคลื่นแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้านกลับเป็นสี่เหลี่ยมคางหมู
มีแรงบิดกระเพื่อมต่ำ	แรงบิดกระเพื่อมสูง
ฮาร์มอนิกส์ต่ำ	ฮาร์มอนิกส์ลำดับต่ำปรากฏอยู่
ความสูญเสียในแกนเหล็กต่ำ	มีความสูญเสียในแกนเหล็กสูงกว่า PMSM เนื่องจากฮาร์มอนิกส์
มีความสูญเสียในการสวิตช์สูง	ค่าความสูญเสียในการสวิตช์ต่ำ
การควบคุมมีความซับซ้อน	การควบคุมค่อนข้างง่าย

โครงสร้างของมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรจะมีสเตเตอร์ที่มีลักษณะเดียวกับมอเตอร์เหนี่ยวนำ คือมีร่องสล็อตและมีการพันแบบกระจายตัว หรือบางกรณีขดลวดจะมีการพันแบบอัดแน่น แต่ว่าที่โรเตอร์จะเป็นแม่เหล็กถาวร ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าป้อนเข้าสำหรับมอเตอร์ประเภทนี้เป็นกำลังไฟฟ้าจริงเพียงอย่างเดียว เนื่องจากสนามแม่เหล็กขึ้นอยู่กับสนามแม่เหล็กแม่เหล็กถาวรที่ติดอยู่กับโรเตอร์ นอกจากนี้ข้อดีของมอเตอร์ชนิดนี้คือ มีค่ากำลังต่อมวล และกำลังต่อปริมาตร สูงกว่ามอเตอร์ประเภทอื่น จึงถูกเลือกใช้ในรถไฮบริด เนื่องจากขนาดที่เล็กเมื่อเปรียบเทียบกับมอเตอร์เหนี่ยวนำที่พิกัดกำลังเดียวกันมอเตอร์ซิงโครนัสชนิดแม่เหล็กถาวรแบ่งออกได้ 2 ประเภทโดยแบ่งตามการติดตั้งแม่เหล็กบนโรเตอร์ คือ 1. ประเภทติดตั้งแม่เหล็กถาวรบนผิวโรเตอร์ และ 2 ประเภทติดตั้งแม่เหล็กถาวรฝังในโรเตอร์

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบมอเตอร์อซิงโครนัสชนิด และมอเตอร์ซิงโครนัส

ปัจจัย	Asynchronous	Synchronous Motor
ราคา	ต่ำ	สูง (ขึ้นกับราคาของแม่เหล็กถาวร)
การผลิต	ง่าย	ปานกลาง
ประสิทธิภาพ	ปานกลาง-สูง (ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวนำในโรเตอร์)	สูง (เนื่องจากไม่มีความสูญเสียในตัวนำที่โรเตอร์)
เทคโนโลยีการควบคุม	ได้รับการพัฒนามานานถึงระดับอิ่มตัว	ยังมีการพัฒนา แต่อยู่ในระดับใกล้เคียงมอเตอร์อซิงโครนัส
ปัญหาเนื่องจากอุณภูมิ	ส่งผลเสียโดยตรงต่อขดลวดและประสิทธิภาพ	ส่งผลเสียโดยตรงต่อขดลวดและประสิทธิภาพรวมถึงสภาพความเป็นแม่เหล็กของแม่เหล็กถาว
ความปลอดภัยจากปัญหาที่อินเวอร์เตอร์	ในกรณีที่อินเวอร์เตอร์มีปัญหามอเตอร์จะไม่ได้รับการกระตุ้นเนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ต้องอาศัยการกระตุ้นเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กจากแหล่งจ่ายภายนอกเท่านั้น	ในกรณีที่อินเวอร์เตอร์มีปัญหาและมอเตอร์ยังหมุนด้วยความเร็วสูงจะเกิดแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำ และหากเกิดกรณีลัดวงจรที่ขั้วจะทำให้เกิดกระแสเหนี่ยวนำส่งผลให้เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์เกิดการล็อคโรเตอร์

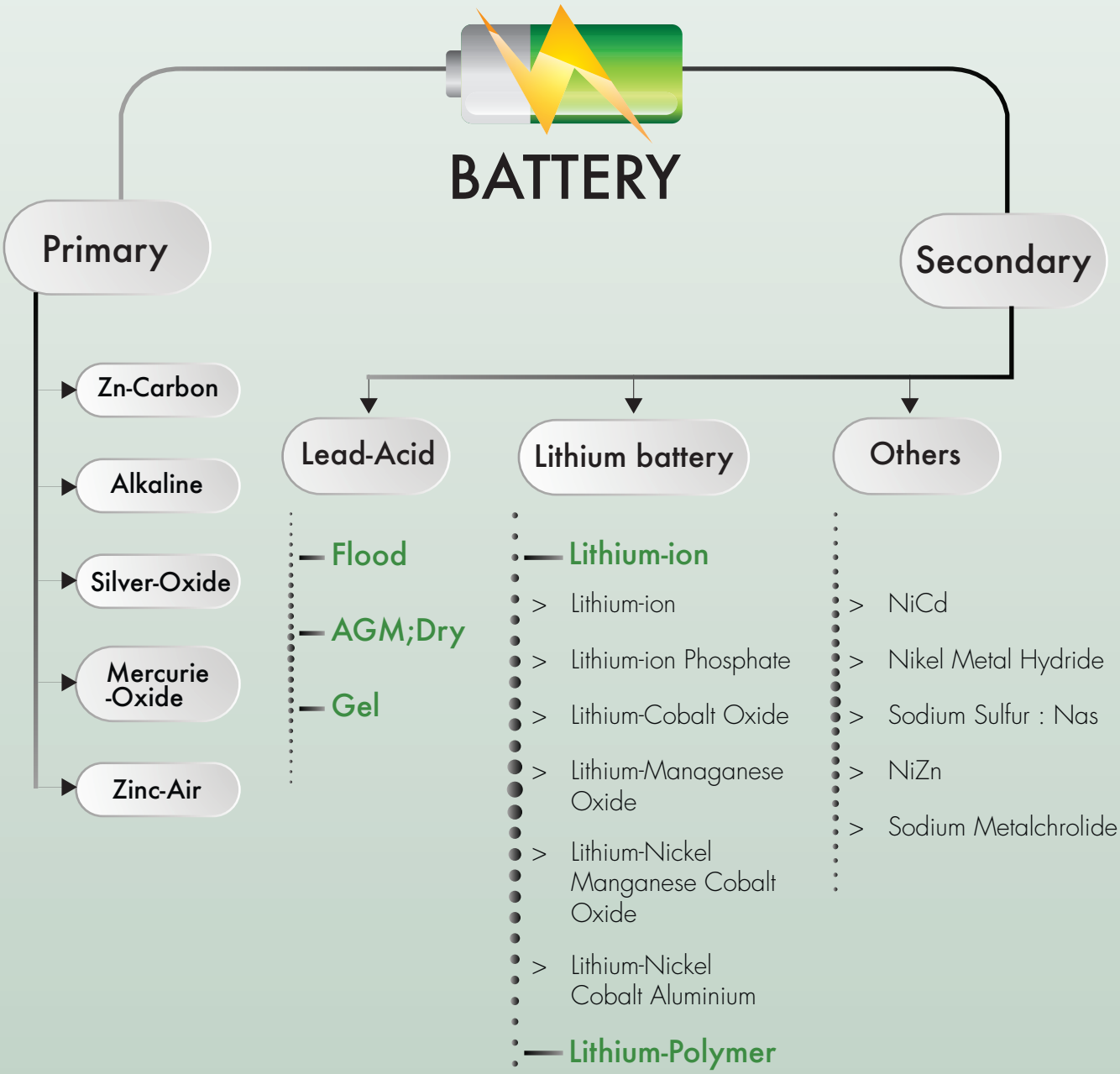
2. แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ (Battery) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อเอาไว้ใช้งาน เนื่องมาจากแบตเตอรี่มีขนาดและคุณสมบัติที่หลากหลายสามารถเลือกใช้ได้ตามคุณสมบัติที่ต้องการ นอกจากนี้แบตเตอรี่ยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานได้สะดวกอีกด้วย ในปัจจุบันแบตเตอรี่ก็ยังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายและยังเป็นที่ต้องการของตลาด โดยหลักการของแบตเตอรี่จะเก็บรักษาพลังงานในรูปของพลังงานเคมี เมื่อนำไปใช้งานแบตเตอรี่จะคายพลังงานดังกล่าวเพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลดที่ใช้งาน โดยแบตเตอรี่จะทำการเปลี่ยนพลังงานที่เก็บรักษาในรูปของพลังงานเคมีไปเป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วนำไปใช้งานในปัจจุบันแบตเตอรี่มีหลายชนิดหลายขนาดและมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

ดังนั้นการเลือกใช้แบตเตอรี่ต้องเลือกให้มีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งาน และจำเป็นต้องรู้จักคุณสมบัติของแบตเตอรี่ในแต่ละชนิดแบตเตอรี่ที่ดีจะต้องออกแบบให้มีขนาดเล็ก มีอายุการใช้งานยาวนาน ความทนทานในการใช้งานตรงกับความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งตามความเป็นจริงแล้วผู้ผลิตสามารถผลิตได้ แต่ราคาของแบตเตอรี่จะแพงตามไปด้วยจึงไม่เหมาะสมกับผู้ใช้ทั่วไป

แบตเตอรี่ที่ที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าคือแบตเตอรี่ลิเธียม แบตเตอรี่ลิเธียมเป็นแบตเตอรี่ที่มีการประดิษฐ์ขึ้นมาในป ค.ศ.1970 ภายหลังได้มีการพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมให้อยู่ในรูปของลิเธียมไอออนแทนโลหะชนิดลิเธียม ทำให้มีความปลอดภัยในการใช้งานมากขึ้น

ในปี ค.ศ.1991 บริษัท Sony จึงเป็นผู้ที่นำแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนออกสู่ตลาดเป็นเจ้าแรก โดยแบตเตอรี่ในเซลล์ของลิเธียมไอออนมีค่าความหนาแน่นทางพลังงานสูงกว่าเซลล์ขนิดนิเกิลแคดเมียม ถึง 2-3 เท่า จึงทำให้ปัจจุบันนี้แบตเตอรี่ในเซลล์ในแพคแบตเตอรี่จึงใช้เพียงแค่เซลล์เดียวก็สามารถให้พลังงานกับมือถือได้อย่างเพียงพอ โดยข้อจำกัดของแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมมีข้อจำกัดคือ มีความไวต่อปฏิกิริยาสูง จึงต้องให้มีการจำกัดการใช้งานอยู่ในช่วงแรงดัน, อุณหภูมิ, และกระแส ที่เหมาะสม ดังนั้นภายในแพคแบตเตอรี่จึงต้องมีวงจรจำกัดแรงดันสูงสุดและต่ำสุด วงจรป้องกันกระแสเกิน และวงจรวัดอุณหภูมิขณะใช้งานอยู่ไม่ให้เกินขีดความสามารถ



ภาพที่ ๕ แผนภูมิแสดงประเภทของแบตเตอรี่ประเภทต่างๆ ที่มีใช้งานในปัจจุบัน

แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆ ประเภทแรกคือ แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-ion Battery) ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นสารออกไซด์ผสมกับลิเธียม และประเภทที่สอง คือแบตเตอรี่ลิเธียมโพลิเมอร์ (Lithium Polymer , LiPo) ซึ่งมีรายละเอียดแบ่งตามประเภทดังนี้

1. แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน (Lithium-ion)

แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนเป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานสูง มีน้ำหนักเบาเมื่อเปรียบเทียบกับแบตเตอรี่ชนิดอื่นๆ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องทำให้มีความมั่นใจได้ว่ามีความปลอดภัยต่อการนำไปใช้งานสูง ดังเช่นที่เห็นในการใช้งานในปัจจุบันเช่น โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้มีวงจรป้องกันต่างๆ (Protection Circuits) เพื่อที่จะจำกัดแรงดัน จำกัดกระแส ขณะทำการอัดและคายประจุไฟฟ้า รวมไปถึงวงจรที่ใช้ในการตรวจสอบอุณหภูมิว่ามีช่วงการใช้งานอุณหภูมิที่เหมาะสมหรือไม่โดยข้อดีของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ค่าดูแลรักษาต่ำไม่มีผลกระทบจากความจำของแบตเตอรี่ และมีผลจากการคายประจุของตัวเอง (Self-Discharge) ต่ำโดยแบตเตอรี่ชนิดนี้ส่วนใหญ่เป็นการใช้งานกับพวกอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊ค โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น

1.1 แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium-ion Phosphate)

แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium-ion Phosphate : LiFeP04) เป็นแบตเตอรี่ตระกูลลิเธียมไอออน ถูกคิดค้นขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1991 มีข้อดีที่โดดเด่นคือด้านความปลอดภัยเนื่องจากมีความเสถียรกว่าแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนธรรมดา นอกจากนี้ยังมีความทนทานเนื่องจากมีวงจรอายุสูงถึง 2000 รอบทำให้สามารถใช้งานได้ยาวนาน แต่ข้อเสียที่ชัดเจนคือมีความจุต่ำกว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนธรรมดาถึง 40% ดังนั้นที่แบตเตอรี่ขนาดเท่ากันแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนฟอสเฟตจะมีความจุที่ต่ำกว่า จึงทำให้แบตเตอรี่ชนิดนี้ไม่นิยมนำมาใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้พกพา นอกจากนี้คือแบตเตอรี่ชนิดนี้มีแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยต่ำกว่าแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนธรรมดา ซึ่งถ้านำไปใช้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะต้องออกแบบวงจรอัดกระจุใหม่ จึงเป็นอีกเหตุผลที่ไม่นิยมใช้ในอุปกรณ์ประเภทพกพา แต่จะได้รับความนิยมในงานด้านอื่นๆ เช่น รถยนต์ไฟฟ้า จักรยานไฟฟ้า และอุปกรณ์ทางวิศวกรรมเป็นต้น กราฟด้านล่างจะแสดงถึงการเปรียบเทียบระหว่าง ค่าใช้จ่าย, อายุการใช้งาน, ความหนาแน่นของพลังงาน รวมไปถึงความปลอดภัยเพื่อใช้ในการพิจารณาว่าเหมาะสมแก่การลงทุนและการใช้งานหรือไม่

2. แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนโพลิเมอร์ (Lithium-ion Polymer)

แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออนโพลิเมอร์ถูกพัฒนาขึ้นมาในปี ค.ศ.1970 โดยมีสองแบบคือแบบแข็งและแบบแห้งคล้ายฟิล์มพลาสติก โดยแบตเตอรี่ลิเธียมไอออนชนิดโพลิเมอร์ มีความโดดเด่นในเรื่องของความบางและเบา นอกจากนี้ยังมีความสามารถในการคงอายุการใช้งานที่ดี มีความปลอดภัยสูง แต่ข้อเสียก็คือมีราคาสูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน และมีความหนาแน่นทางพลังงานที่ต่ำกว่าแบตเตอรี่แบบลิเธียมโพลิเมอร์ (Li-Polymer) มีความต้านทานไฟฟ้าในตัวเองสูง จึงไม่สามารถจ่ายกระแสไฟได้มาก จึงมีการเพิ่มเจลเข้าไปภายใน (ภาษาปัจจุบันเราเรียกว่า ไฮบริด หรือลูกผสมนั่นเอง) เพื่อเพิ่มความนำไฟฟ้าทำให้กลายเป็นแบตเตอรี่แบบลิเธียมไอออนโพลิเมอร์ (Li-Ion-Polymer) แต่ด้วยเหตุผลทางการค้า ทำให้ผู้ผลิตบางรายยังเรียกว่าเป็นแบตเตอรี่แบบลิเธียมโพลิเมอร์ (Li-Polymer) นอกจากคุณสมบัติที่คล้ายกับแบตเตอรี่แบบลิเธียมที่สามารถสร้างให้มีรูปร่างบางมากๆ ได้แล้ว คุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีไปกว่าแบตเตอรี่แบบลิเธียมไอออน (Li-ion) ก็ยังไม่เป็นที่ชัดเจนมากนัก นอกจากนั้นยังอาจจะมีความจุไฟฟ้าที่ต่ำกว่าแบตเตอรี่แบบลิเธียมไอออน (Li-ion) อยู่เล็กน้อย แต่ด้วยความที่มีรูปร่างที่ยืดหยุ่น มีความสามารถในการป้องกันการประจุไฟเกิน โอกาสรั่วไหลของสารละลายอิเล็กโตรไลท์ต่ำ และการต้องการวงจรป้องกันที่น้อยกว่า ก็เป็นเหตุผลที่ผู้ผลิตอาจจะเลือกใช้แบตเตอรี่แบบลิเธียมไอออนโพลิเมอร์ได้

แหล่งที่มา :

- บมจ. เดลต้า อีเลคโทรนิคส์(ประเทศไทย)
- www.deltathailand.com
- www.deltaww.com
- www.tnmetalworks.com