

付属 CD <7章の図表タイトル一覧>

A1. エネルギー、パワーおよびサイクル特性

- A11. リチウムイオン（セル）の特徴
- A12. 標準 1Ahセルの体積と重量（試算）
- A13. リチウムイオン（裸）セルの重量
- A14. リチウムイオン電池（セル）の材料（1）
- A15. リチウムイオン電池（セル）の材料（2）
- A16. 放電特性のパターン（高容量型、高出力型）
- A17. デバイスのエネルギー特性 vs. パワー特性
- A18. 出力密度 W/kg(放電時間との関係)
- A19. 出力密度 W/kg（温度との関係）
- A20. 入出力特性（SOC 幅の概念図）
- A21. 最大充電・放電電流（10 秒値）@50%SOC

A2. サイクル（寿命）特性

- A22. サイクル特性の実験例
- A23. 充電側の SOC 制限による放電容量の維持
- A24. SOC の抑制によるサイクル寿命の延長
- A25. セルの寿命推定、サイクル劣化+保存劣化
- A26. セルの寿命予測（1/2 乗則（ルート））
- A27. ドイツ VDA の試験方法によるサイクル寿命推定
- A28. SKinnovation 社ラミネートセル

B. 正極材

B1. リチウムイオン電池（セル）の安全性と正極材その他の関係

- B2. 正極活物質の Lix と容量の関係（理論）
- B3. 活物質の理論容量計算
- B4. 活物質の理論と実用（最大）容量事例
- B5. 正極活物質の実用（最大）放電容量（事例）
- B7. 正極材の粒径と比表面積
- B8. 3 元系高性能正極材 LNCA190mAh/g 製品の事例
- B9. ゴールゲル法+噴霧熱分解法によるマンガン系正極

／LMO の合成

- B10. 噴霧造粒・焼成系の正極活物質と同電極板

○ 新しい正極材料の開発と特性

- B11. NMC 多元系正極材の特性例
- B12. 最近の高容量正極活物質（各社発表データ）
- B13. Ni/Mn/Co 三元系正極の充電電圧と容量（可逆）

- B14. 正極活物質の放電容量の向上

- B15. 正極の高容量化（高電圧充電の効果）

- B16. 高電圧充電の効果

○ 鉄リン酸リチウム（オリビン鉄）

- B17. LFP（鉄リン酸リチウム）の特性例

- B18. 鉄リン酸リチウム正極セル（開発事例）

- B19. 鉄リン酸リチウム正極 4Ah セル特性 25°C

- B20. 鉄リン酸リチウム正極セル（4Ah）特性

C. 負極材料の多様化

- C1. 炭素系負極の模式図

- C2. 天然黒鉛（精製）原料と電極板表面

- C3. 炭素系負極材（数値は代表例）

- C4. 炭素系負極の不（非）可逆容量

- C5. 不可逆容量の原因と結果（炭素系負極側）

- C6. 負極材料・黒鉛系と難黒鉛化系

- C7. 炭素系負極材と充放電関係の特性

- C8. 炭素系負極の容量と電位

- C9. 炭素系負極材の特性・粒径と比表面積

- C10. 新規な人造黒鉛系負極

C11. 合金系負極セルの製品化例（パナソニックエナジー社）

- C12. 炭素系負極の開発と製造

○ LTO 負極セル

- C13. LTO 負極のエネルギー密度

- C14. カーボン・コーティング LTO の容量とレート特性

- C15. LMO 正極／LTO 負極セルの充放電過程（1）

- C16. LMO 正極／LTO 負極セルの充放電過程（2）

- C17. 各社の LTO 負極セルの特性

- C18. LTO 負極セルのサイクル特性（放電容量維持率）

D. セパレータ

- D1. セパレータの諸元

- D2. セパレータの面積とセルのWh容量

D3. セパレータ（ポリオレフィン系）のシャットダウン特性

- D4. セパレータの製法 1992/2010

- D5. セパレータの特徴
- D6. セパレータの選定 ステップ
- D7. セパレータへの電解液の浸透とシワの発生

- E. 導電剤とバインダー
- E1. 正極における導電剤の添加効果（単純乾燥混合）
- E2. 導電剤の機能と配合
- E3. 導電カーボン一覧
- E4. 導電性カーボンのSEM 観察 1,000 倍スケール=10 μm
- E5. 黒鉛とカーボンブラックの電気化学的安定性
- E6. 炭素材料と不可逆容量（概念図）
- E7. 活物質粒子の複合化 > 均一分散、導電アップ
- E8. 活物質のメカノケミカル処理（特許公開情報）
- E9. VGCF（気相成長炭素繊維）の分散

- バインダーの役割とセル内部での電気化学的な環境
- E10. 模式図 集電箔上での活物質の結着状態
- E11. バインダーの樹脂濃度と粘度の関係（活物質などの混合前の粘度）
- E12. ポリマーバインダーに対する物理・化学的な作用
- E13. リチウムイオン電池ポリマーバインダー（実用段階）
- E14. 負極材の特性と電極バインダー

- PVDF バインダー
- E15. PVDF ホモポリマーの溶解度（35°C）
- E16. バインダーの融点（乾燥後）SBR および PVDF
- E17. PVDF の溶媒と電解液に対する溶解性と膨潤度
- E18. PVDF の重合度とバインダー溶液（NMP 中、8～13%）の粘度
- E19. (PVDF/NMP) 溶液の結晶化（溶液状態とキャストフィルム）
- E20. 高分子量タイプ PVDF バインダー（SOLEF）

- 水系バインダーの選択と塗工媒体の諸問題
- E21. ポリマーと媒体（1）（正負電極バインダー）
- E22. バインダーポリマーと媒体（2）（コスト）
- E23. 正極・水系塗工スラリーの pH
- E24. バインダーの選択（小型と中大型セル）
- E25. 新たなニーズとバインダシステムの対応

- F. 電解液・電解質

- F1. 電解液
- 電解液の基本事項
- F1-1. 電解液の種類と分子構造
- F1-2. セルの電解液量
- F1-3. 汎用有機電解液の電気分解領域
- F1-4. 電解質中の電位分布 $\phi(x)$
- F1-5. 論文紹介・Li 電解液の特性
- F1-6. EC ベース電解液のイオン伝導度
- F1-7. 電解液/電解質の選定ステップ

- 電解液と安全性
- F1-8. 有機電解液の沸点・引火点と危険物（消防法の分類）
- F1-9. リチウムイオン電池（セル）の発火
- F1-10. 過充電と過放電による電解液の分解ガス成分（GC-MAS 分析）
- F1-11. リチウムイオン電池（セル）の発火と爆発
- F1-12. 滞留・蓄積したガスの引火・爆発の可能性

- SEI 形成と電解液
- F1-13. 電解液、電解質およびこれらへの添加剤（1）材料の分類との関係
- F1-14. 電解液、電解質およびこれらへの添加剤と正・負極材との相互作用（2）
- F1-15. 電解液への添加剤（化合物と作用機序）

- 過充電、過放電と電解液
- F1-16. セルの正常動作領域（端子電圧）
- F1-17. 正極、負極の電位と電解液の電位窓
- F1-18. Redox-shuttle 化合物の作用機序

- F2. 電解質
- F2-1. 電解質（Li 塩）の特性
- F2-2. 主な Li 電解質の分子量と組成
- F2-3. LiBOB 電解質の効果
- F2-4. LiBOB による Mn の溶出抑制効果（1/1000）
- 追補 難燃剤とゲル化剤（セルの安全性確保の手段として）
- 追補 電解液系の改良などによる安全性向上（1）（特許分類）
- 追補 電解液系の改良などによる安全性向上（2）
- 追補 フォスファゼン系など難燃剤の化学構造
- 追補 フォスファゼン系難燃剤

G. 集電箔・集電箔の性能向上・ラミネート装材
G1. 集電箔材
G1-1. 集電箔およびセパレータ
G1-2. 集電箔の状態と活物質の剥離（小型（扁平廻捲）角セルの分解）

G1-3. 正負極の集電箔の機能と求められる特性
G1-4. 集電銅箔の種類と代表特性
G1-5. 集電用銅箔の特性（7 μ m 基準）
G1-6. アルミニウム集電箔の電気化学的な特性
G1-7. 銅集電箔の電気化学的な特性

G2. 集電箔の性能向上

G2-1. 集電箔の導電特性、改良へのニーズ
G2-2. 極板および集電箔の電顕観察
G2-3. 開孔（メッシュ）箔の表面積（8 μ m 箔）
G2-4. 「高機能アルミ箔」開発動向
G2-5. 高機能アルミ箔（表面処理アルミ箔）
G2-6. 高機能（表面処理）アルミ箔の効果
G2-7. カーボンコーティングアルミ箔
G2-8. リチウムイオン電池（セル）電極の塗工パターン
G2-9. 極板の塗工パターン（正負・両面）

G3. ラミネート外装材

G3-1. 外装材の構成と融着
G3-2. シーラント材によるタブの封止
G3-3. ラミネート型セルおよびタブ封止部分（断面図）
G3-4. シーラントタブ封止部の引張り強度
G3-5. ラミネート包材の“ストレスクラック”

H. 安全性と試験規格の概要

H1. 汎用リチウムイオン電池の安全性試験と安全基準
H2. リチウムイオン電池の安全性試験
H3. 安全性試験と評価は複雑系
H4. リチウムイオン電池の安全性試験と時間の経過

○ 電気的な試験とセルの挙動

H5. リチウムイオン電池の安全性試験
H6. リチウムイオン電池の安全性試験・電気的な試験

○ 機械的な試験とセルの挙動

H7. 機械的(非電氣的)な安全性試験
H8. リチウムイオン電池の安全性試験・機械的な試験

H9. 安全性試験－釘刺し＝（圧壊+強制内部短絡）
H10. セルの釘刺試験（釘刺直後）
H11. セルの釘刺試験（発火させた例）

○ 試験と設計へのフィードバック

H12. リチウムイオン電池 安全と危険（1）時間経過
H13. リチウムイオン電池 安全と危険（2）充放電
H14. リチウムイオン電池における HAZRD と RISK
H15. リチウムイオン電池の RISK と HAZARD

I. 元素資源（レアメタル、リチウム）追補：電池用化学物質の法規制

I1. 電動化自動車用途の正極材所要量
I2. 電動化自動車用途の正極材の所要量
I3. モデル試算-電動化自動車用途の正極材の所要量-
I4. 正極材料の元素別所要量
I5. モデル化・車-生産パターンと正極材の元素別所要量
I6. 電解液の成分リチウムとふっ素

○ 追補：リチウムイオンの化学物質と法的規制（リサイクル工程でも規制が存在）

I7. リチウムイオン電池材料の化学物質・法規制
I8. PRTR 法におけるニッケル化合物
I9. リチウムイオン電池の電解液（組成）の火災時の措置
I10. 化学品の国際的な規則・規制

J. 正負極材の容量あたりコスト

J1. 正極活物質の容量あたりコスト（1）計算過程
J2. 正極活物質の容量あたりコスト（2）ケース検討
J3. 正極活物質の容量あたりコスト（3）ケース検討
J4. 負極活物質の kWh コスト（製造・設計補正前）
J5. 負極活物質の kWh コスト（製造・設計補正前）
J6. （正極+負極）コスト円/kWh（設計・製造補正前）
J7. （正極+負極）コスト円/kWh（設計補正後）
J8. （正極+負極）コスト円/kWh（設計・製造補正後）