

燃えにくい新規電解質を用いた高安全高エネルギー密度リチウムイオン二次電池の開発 Development of a highly safe and high energy density lithium-ion secondary battery using a new, hardly combustible electrolyte

宇根本 篤¹, 川治 純¹, 奥村 壮文¹, 本間 格²

UNEMOTO, A.¹; KAWAJI, J.¹; OKUMURA, S.¹; HONMA, I.²

¹312-1292 茨城県日立市大みか町 7-1-1 株式会社日立製作所 研究開発グループ

TEL: +81-294-52-5111, FAX: +81-294-52-7636, E-mail: atsushi.unemoto.zt@hitachi.com

²980-8577 宮城県仙台市青葉区片平 2-1-1 東北大学 多元物質科学研究所

TEL: +81-22-217-5815, FAX: +81-22-217-5828, Email: itaru.honma.e8@tohoku.ac.jp

A highly safe 100 Wh-class laminated lithium ion secondary battery (LIB) was developed. For ensuring safety of the LIB, a liquid electrolyte, mainly comprised of solvate ionic liquid, was quasi-solidified at oxide particle surfaces. The LIB based on this electrolyte design principles, our LIB realized an energy of 115 Wh (capacity: 32 Ah) and an energy density of 363 Wh L⁻¹. It exhibited high discharge capacity of 26.2 Ah at 2 C, and good cycle life, i.e., 118th discharge capacity retention ratio of 96 %. The developed LIB generated neither fire nor smoke in a nail-penetration test, demonstrating its high safety.

リチウムイオン電池(LIB)は携帯用途や自動車など幅広い領域で応用がすすめられている。LIBに求められる要件として、安全の確保が挙げられる。揮発性かつ可燃性の有機電解液を使用する現行のLIBをより安全に使用するため、車載などの大型用途向け高容量LIBシステムでは、安全機構や冷却部材を使用しているが、これはエネルギー密度を低下させる要因となっている。換言すると、電池の安全性を材料レベルで高めることができれば、高容量LIBのエネルギー密度を高めることができ、電気自動車の航続距離伸長、ひいてはエネルギーの有効利用を通じて環境負荷低減に寄与できる可能性がある。

本研究では、LIBの安全性を高める電解質として疑似固体電解質に着目した^{1,2)}。これは、熱的安定性に優れる溶媒和イオン液体³⁾と固体表面との相互作用により、液体成分を疑似的に固体化したものであり、電池の高安全化が期待できる。この相互作用により電解質に、例えば体積比で80%以上と高濃度で液体成分を担持することができ、電解質中のイオン伝導を促進して高入出力が可能になる。東北大と日立製作所共同で疑似固体電解質を開発し、日立製作所にて疑似固体電解質を用

いた電池試作、および動作実証に成功した。

疑似固体電解質層を電極層上におよそ20 μmで塗布した、サイズ21 cm×25 cmのリチウム電池をアルミラミネートに封入して電池評価を行った。このLIBは、容量32 Ah、平均電圧3.67 V、エネルギー量115 Whであり、エネルギー密度363 Wh L⁻¹を実現した。放電率2 C (30分で満放電する電流値)での容量は26.2 Ahと、良好な出力特性を有していた。118 サイクル目の放電容量維持率は96%であり、安定な充放電を確認した。研究所にて試作した同仕様の電極に、現行LIB製品で安全確保のために適用される対策を施さず、一般的な有機電解液(1M LiPF₆ in EC:EMC (1:2 vol%))を適用して釘さし試験を行ったところ、釘の侵入に伴って熱暴走し、発煙、発火した。これに対し、本研究で開発した疑似固体電解質を用いるLIBは、釘侵入に伴う温度上昇を大幅に抑制することができ、熱暴走に至らず安全であることが確認できた⁴⁾。

文献, References

- 1) M. Mezger *et al.*, *Science*, 2008, **322**, 424.
- 2) K. Ueno *et al.*, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, 2010, **12**, 4066.
- 3) K. Yoshida *et al.*, *J. Am. Chem. Soc.*, 2011, **133**, 13121.
- 4) A. Unemoto *et al.*, *Electrochemistry*, 2019, **87**, 100.