

全固体電池のショットピーニングによる 高速充電化メカニズムの解明と高性能化補助事業

研究背景・目的

次世代自動車用蓄電池である全固体電池について、リチウム金属負極を用いることによる超大容量化が期待されているが、既存電池は高速充電が困難である。本事業では、先行検討より明らかとなったショットピーニング加工による高速充電化メカニズムの解明と、加工条件の最適化によるさらなる高速充電化に取り組んだ。

研究成果1：ショットピーニング加工による高速充電化メカニズム解明

リチウム金属負極全固体電池において、リチウム金属に接する面の固体電解質へ、ショットピーニング加工ならびにスパッタによる金薄膜作成加工を施し、電池性能の変化を計測した。その結果、無加工と比較して、ショットピーニング加工を行うことで充電可能速度と界面抵抗が低下し、ショットピーニング加工と金スパッタを併用するとさらに充電可能速度と界面抵抗が低下して、電極性能が向上することが明らかとなった。ビッカース硬さ試験ならびに電気化学インピーダンス計測から、電解質表面の靱性が向上すること、ならびに電解質表面に凹凸が付与される事が電極性能の向上に寄与することが示された。

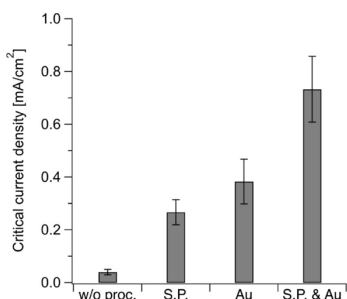


図1：各種加工法における充電可能速度

※ショットピーニング加工により充電可能速度が向上した。ショットピーニング加工と金スパッタを併用することで、さらに充電可能速度が向上した

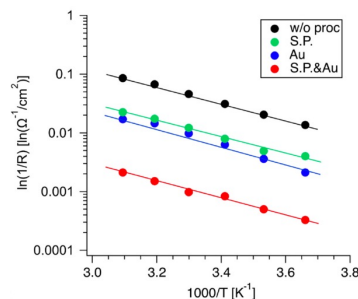


図2：各種加工法における界面抵抗のアレニウスプロット

※ショットピーニング加工などの加工を施してもアレニウスプロットの傾きは変化しなかった。このことから、ショットピーニング加工を施しても電気化学反応形態の変化はなく、機械的特性の変化により高速充電化したと言える

M. Kodama, K. Takashima, S. Hirai, Journal of Power Sources. 537 (2022) 231556. <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.231556>

研究成果2：加工条件の最適化による充電速度向上

ショットピーニング加工に使用する砥粒サイズ・砥粒形状・吹付圧を変化させて電極性能計測を行った。その結果、砥粒サイズと吹付圧が加工量を変化させる要因であり、それらを最適化すること電極性能を最大化できることが分かった。砥粒形状がことなると、破壊靱性と表面凹凸の形成の程度が異なることが分かった。酸化物系固体電解質の場合には、ゴツゴツした形状であるアルミナが破壊靱性と表面凹凸の双方の形成に都合が良く、ジルコニアなどの丸い砥粒よりも高性能な電極を実現できることが分かった。

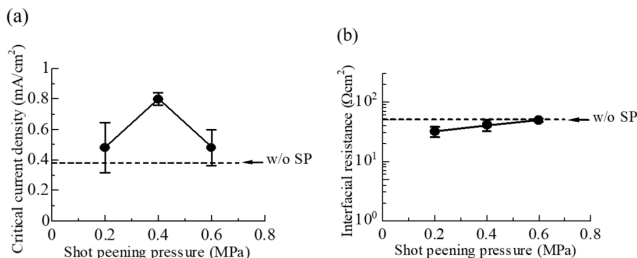


図3：各吹き付け圧における電極性能 (a) SPを施さない場合と各吹き付け圧でSPを施した場合の充電可能速度 (b) SPを施さない場合と各吹き付け圧でSPを施した場合の界面抵抗

※吹付圧0.4MPaにて充電可能速度が最大となるが、界面抵抗はほとんど吹付圧に依存しない。このことから、充電可能速度を最大として電極性能を最大化する吹付圧が存在することが分かる

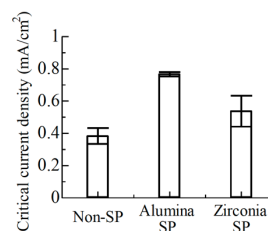


図4：アルミナメディアとジルコニアメディアを用いたときの充電可能速度
※歪な形状のアルミナメディアを使用するときに充電可能速度が最大化される

本研究は、公益財団法人JKA2022年度機械振興補助事業の補助を受けて実施されました。ここに記して謝意を表します。