

Belang van conformele coatings voor de nieuwste generatie oplaadbare batterijen

Lithium ion batterijen, niet zonder risico's

Smartphones, boormachines, drones, ... allemaal rekenen ze op herlaadbare batterijen. De keuze valt in de meeste gevallen op lithium ion batterijen. Belangrijkste redenen hiervoor zijn de hoge energiedichtheid (hoeveelheid energie per volume- of per massa-eenheid), lage zelfontlading (verlies van energie in rust) en de afwezigheid van een geheugeneffect (daling van de capaciteit bij herhaaldelijk opladen na gedeeltelijke ontlading). Rozengeur en maneschijn dus, of toch niet?

Lithium ion batterijen bevatten een ontvlambaar vloeibaar elektrolyt en de batterij wordt onder druk verpakt. Als de batterij bij gebruik of bij opladen te warm of overladen wordt kan de temperatuur oplopen, dat de batterij kan beschadigen waardoor de temperatuur nog verder oploopt en een sneeuwbaaleffect veroorzaakt, de zgn. "thermal runaway". Dit leidt tot drukopbouw en mechanisch falen. Elektrolyt kan uit de cel lekken en brand veroorzaken met zeer irritante rookvorming. Om deze risico's te beperken zit een lithium ion batterij tjokvol speciale veiligheidsmaatregelen: controlecircuits die het op- en ontladen regelen rekening houdend met de celtemperatuur, drukaflaat ventielen, robuuste verpakking, enz. Deze maatregelen verhogen de kostprijs, stellen betrouwbaarheidsrisico's en nemen plaats en gewicht in, waardoor de energiedichtheid daalt. En - belangrijker nog - waardoor de toepassingsmogelijkheden beperkt worden.

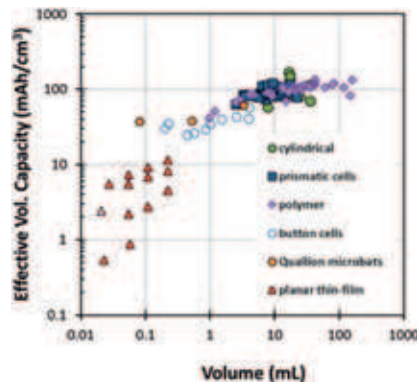


Figure 1 Energy density for various types of batteries

Vastestof batterijen, de oplossing?

Het vloeibaar elektrolyt vervangen door een vast elektrolyt neemt het probleem van thermal runaway en bijhorende ontvlambaarheid weg waardoor een heleboel veiligheidsmaatregelen niet meer nodig zijn. Vastestof elektrolyten hebben echter een veel lagere ionische geleidbaarheid. Lithium ionen kunnen dus minder snel migreren van de ene naar de andere elektrode doorheen het elektrolyt. De cel kan dus minder vermogen leveren, wat zich vertaalt naar trager opladen.

Twee opties dienen zich aan. Men kan op zoek gaan naar elektrolyten met een hogere ionische geleidbaarheid, of men kan de lagen zeer dun maken, zodat de te overbruggen afstand veel kleiner wordt. Dit lost dan wel het vermogen probleem op, maar brengt een capaciteitsprobleem met zich mee. De capaciteit wordt immers bepaald door de dikte van de elektrodelagen, of anders gezegd, de hoeveelheid

elektrodemateriaal. De huidige commercieel beschikbare dunnefilm vastestof lithium ion batterijen illustreren dit zeer duidelijk. (zie figuur 1 "planar thin-film"). Maar ieder probleem heeft een oplossing, niet?

Conformeel coaten van 3D structuren

Het verhogen van het specifiek oppervlak, area enhancement, is de oplossing (zie figuur 2 "3D thin film all solid state battery"). Pilaren, partikels en porositeit verhogen het specifiek oppervlak. Zo kan men dunne lagen combineren met grote hoeveelheden materiaal, of vertaald naar batterij-specificaties: hoge vermogensdichtheid met hoge energiedichtheid. Gemakkelijker gezegd dan gedaan natuurlijk, want pilaren met een diameter van 2µm, hoogte van 60µm en onderlinge afstand van 2µm conformeel (overall even dik) coaten is geen sinecure. Bovendien moeten de lagen pinhole-free zijn (anders kan men kortsluitingen krijgen) en uniform (overall even dik, anders krijgt men lokale verschillen in stroomdichtheid).

In het SBO-project SoS-Lion en LaminaLion (gesteund door IWT en FWO) werden verschillende materiaalsopties en procestechnieken onderzocht om dit conformeel aanbrengen van dunne filmen mogelijk te maken. En grenzen zijn verlegd! Goed nieuws voor de batterijwereld, maar ook voor de coatingprocessen an sich, want de kennis kan ook ingezet worden in andere domeinen waar men belang hecht aan een hoog specifiek oppervlak, of geconfronteerd wordt met uitdagende 3D structuren die zo uniform mogelijk gecoat moeten worden.

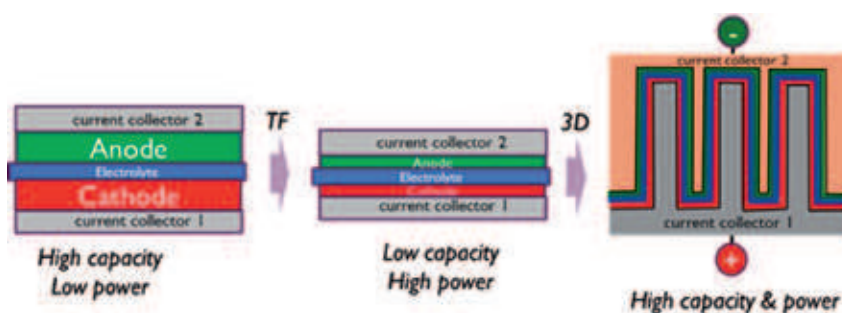


Figure 2: the 3D thin-film all solid state battery approach to high capacity and power.

Voor meer informatie:

IMEC
Bart Onsia