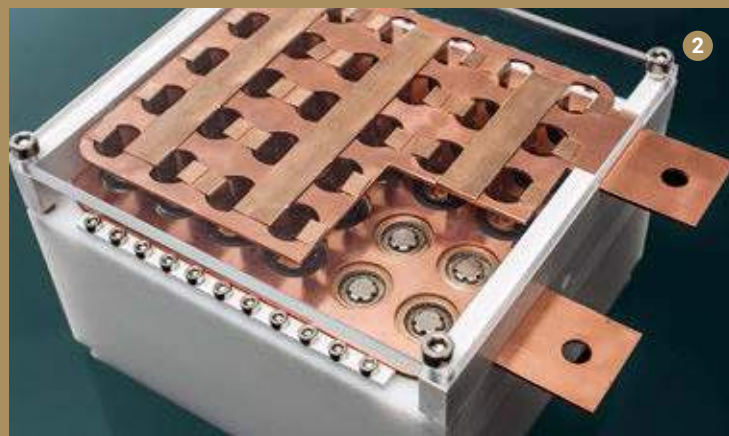


Laserverfahren für nachhaltige Energiespeicher

Für wettbewerbsfähige elektrische Energiespeicher müssen die Leistungsfähigkeit von Batteriezellen erhöht und die Produktionskosten signifikant reduziert werden. Für beide Herausforderungen bietet die Photonik Lösungen, mit denen sich Prozesse beschleunigen lassen und der Energieverbrauch gesenkt werden kann.



- 1 Kupferverbinder, per Laser-Impuls-Schmelz-Bonden (LIMBO) auf Metallisierung kontaktiert
- 2 Lasergefügtes Batteriemodul aus Batteriezellen des Typs 18650
- 3 Batteriezellen



ANWENDUNGSBEREICH

Lithium-Ionen-Batterien als aktuell leistungsfähigste Energiespeicher bestehen aus stromleitenden Schichten und aktiven Materialien auf Kathoden- und Anodenseite. Für eine kostengünstige Produktion werden die aktiven Schichten großflächig auf stromleitende Kupfer- und Aluminiumbänder aufgetragen und anschließend über mehrere Prozessschritte konditioniert und konfektioniert. Die Substitution konventioneller Ofenprozesse durch innovative Laserverfahren stellt einen vielversprechenden Ansatz dar. Mit laserbasierten Trocknungs- und Konditionierungsschritten kann die Leistungsfähigkeit einer Lithium-Ionen-Zelle künftig deutlich erhöht werden. Darüber hinaus bieten die Trocknung und Sinterung von Batterieelektrodenschichten mittels Laserverfahren neue Möglichkeiten der Elektrodenherstellung, insbesondere für Feststoffbatterien.

Für die notwendigen Konfektionierungsschritte einer Lithium-Ionen-Zelle lassen sich Hochgeschwindigkeits-Laserverfahren zum Schneiden und Strukturieren einsetzen, die konventionelle Stanzwerkzeuge überflüssig machen und die Flexibilität deutlich erhöhen. Mit dem präzisen Abtrag aktiver Schichten aus der Elektrode ohne Beeinflussung des aktiven Schichtmaterials können bisherige Maskierungsschritte ersetzt und gleichzeitig eine hohe Designflexibilität erzielt werden. Durch Laserschneidprozesse, welche die beschichteten Batteriefolien kurzschlussfrei vereinzeln, wird eine maximale Ausbeute an Batteriezellen erreicht.

Die Herstellung von Batteriemodulen und Batteriesystemen erfordert leistungsfähige Montage- und Fügeverfahren, die ein Höchstmaß an Prozesssicherheit bieten und für die hohen übertragbaren Leistungen geeignet sind. So wird beim Fügen von Batteriezellen vor allem das Laserstrahlmikroschweißen eingesetzt, mit dem unterschiedliche Anbindungsgeometrien, Stromtragfähigkeiten und Durchmischungsverhältnisse realisiert werden können. Unterschiedliche Materialien, von Aluminium-Kupfer bis hin zu Kupfer-Stahlverbindungen, lassen sich damit reproduzierbar fügen. Das Verfahren eignet sich sowohl zur Herstellung von elektrisch und mechanisch sicheren Verbindungen von Zelle zu Zelle als auch zur Fertigung von Modulen aus Zellverbänden und großen Batteriepacks aus einzelnen Modulen.

TECHNOLOGIE

Hochqualitative Batteriezellen per Laser: Die Lasertechnik bietet für die Herstellung von Batterien eine Vielzahl technischer Lösungen mit einem hohen Energieeinsparpotenzial und neue Verfahren für die Steigerung von Leistung und Energie. Die selektive Trocknung und Heizung von Elektroden-schichten nach dem Auftragsprozess führt einerseits zur Verkürzung der Prozesskette und zu einem reduzierten Energieverbrauch im Vergleich zu konventionellen Prozessen und andererseits durch die hohen lokalen Temperaturen zu leistungserhöhenden Sinterphänomenen. Laserprozesse auf der Basis von Hochleistungs-Ultrakurzpulslasern dienen in der Folge zur fehlerfreien Konfektionierung der Zellen, wobei sowohl Dichtschichtzellen als auch Dünn-schichtzellen mit hoher Qualität verarbeitet werden. Durch weitgehende Verdampfungsprozesse werden Kurzschlüsse und Randanschmelzungen der Zellfolien vermieden.

Mittels hochbrillanter Faserlaser oder frequenzkonvertierter Scheibenlaser im grünen Spektralbereich lassen sich schließlich die hochreflektiven Werkstoffe Kupfer und Aluminium auf Zellebene prozesssicher verbinden, um Rundzellen, Pouch-Zellen und prismatische Zellen herzustellen.

NACHHALTIGKEIT

Bei der Trocknung und Sinterung von Batterieelektrodenschichten eröffnet der Einsatz eines Laserverfahrens aufgrund des effizienten Energieeintrags im Vergleich zur konventionellen Trocknung im Durchlaufofen ein großes Energieeinsparpotenzial. Aufgrund der kompakten Bauweise des Lasers wird gleichzeitig eine erhebliche Reduzierung des notwendigen Bauraums erzielt. Im weiteren Verlauf der Batteriefertigung lassen sich durch Laserschneidverfahren Werkzeuge und Material einsparen und damit die für die Produktion nötige Energie reduzieren.