



Höhere Bahnschweißgeschwindigkeit von Lithium-Ionen-Batteriegehäusen mit der Direktantriebstechnologie von Kollmorgen

Bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Batterien wird die Laserschweißtechnik häufig zum Dichtschweißen der Edelstahl- und Aluminiumgehäuse sowie zum Verschweißen des Deckels mit dem Gehäuse eingesetzt. Durch das rasante Wachstum und die ständigen Innovationen im Batteriebereich ist in den letzten Jahren auch der Bedarf an immer leistungsfähigeren Laserschweißverfahren gestiegen. Die derzeit verfügbaren Schweißmaschinen haben jedoch eine begrenzte Bahnschweißgeschwindigkeit, eine unzureichende Genauigkeitskontrolle und ermöglichen nur eine geringe Produktionsausbeute.

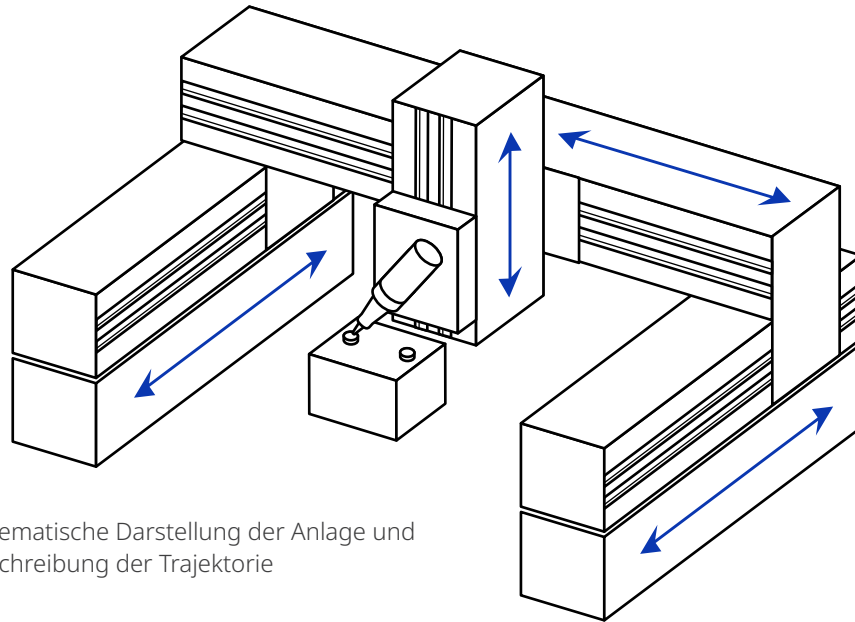
Angesichts der Bestrebungen vieler Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien, Ausbeute und Qualität zu verbessern, setzen die Hersteller von Laserschweißmaschinen auf die Direktantriebstechnologie von Kollmorgen, mit der die Bewegungssteuerung optimiert, die Schweißgeschwindigkeit auf 240 Millimeter pro

Sekunde erhöht und eine Erdbeschleunigung von 2,5 g erreicht werden kann. Gleichzeitig ermöglicht die Direktantriebslösung von Kollmorgen eine hochpräzise Antriebssteuerung mit einer Genauigkeit von ± 30 Mikrometern für Schweißnähte von höchster Qualität.

Laserschweißtechnik zur Erfüllung der Anforderungen für die Versiegelung von Batterien

Laserschweißen ist ein relativ neues Schweißverfahren. Nach dem Laserschweißen ist keine oder nur eine geringe Nachbearbeitung erforderlich, da die Qualität der Schweißnaht sehr gut ist und keine Porenbildung auftritt. Beim Laserschweißen ist eine sehr genaue Steuerung möglich, da der Brennpunkt des Laserlichts klein und die Positioniergenauigkeit sehr gut ist. Außerdem

kann der gesamte Prozess leicht automatisiert werden. Aufgrund dieser Eigenschaften lässt sich das Laserschweißen besonders gut in eine automatisierte Fertigungsstraße zur Batterieproduktion integrieren. Das Laserschweißverfahren verbessert zudem die Abdichtung und das Erscheinungsbild des Gehäuses von Lithium-Ionen-Batterien.



Schematische Darstellung der Anlage und Beschreibung der Trajektorie

Normalerweise besteht die Oberseite des Gehäuses von Lithium-Ionen-Batterien aus einem rechteckigen Deckel mit abgerundeten Ecken und einem Pluspol auf der Platte. Dieser Deckel wird beim Verschweißen bündig mit der Öffnung in das Gehäuse eingefügt. Mit dem Laserschweißgerät wird das Batteriegehäuse mit dem Elektrodendeckel verschweißt, wobei der rechteckige Zwischenraum zwischen Deckel und Gehäuse durch wiederholte Laserpulse verschweißt und versiegelt wird.

Mit geeigneten Laserparametern kann so eine quadratische Batterie in einem Durchgang versiegelt werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Geschwindigkeit über die gesamte Schweißstrecke gleichmäßig ist und nur minimale

Schwankungen aufweist. Andernfalls ist die Schweißnaht von schlechter Qualität. Um die Produktionsanforderungen der Hersteller von Lithium-Ionen-Batterien zu erfüllen, müssen Laserschweißanlagen einen Wirkungsgrad von weit über 99 % erreichen. Der Wirkungsgrad herkömmlicher Schweißgeräte liegt jedoch weit unter diesem Zielwert.

Angesichts der steigenden Nachfrage nach Batterien für Elektrofahrzeuge und andere batteriebetriebene Produkte besteht ein dringender Bedarf, die Genauigkeit der Bewegungssteuerung und die Produktivität von Laserschweißmaschinen zu verbessern.

Direktantriebstechnologie als Lösung für das Laserschweißen

Um die Herausforderungen an die Bewegungssteuerung beim Laserschweißen zu lösen, setzt Kollmorgen auf die Direktantriebstechnologie mit linearen Hochspannungsmotoren mit Eisenkern und Direktantrieben der ICH-Serie, die vom AKD-Servoverstärker angesteuert werden. Dadurch erhöht sich die Bahnschweißgeschwindigkeit auf 240 Millimeter pro Sekunde, die Steuerungsgenauigkeit steigt um 30 Prozent und die Schweißmaschine erreicht einen Wirkungsgrad von über 99 Prozent.

Beim Übergang der Schweißnaht von der Geraden zur Kehlnaht ist eine höhere Beschleunigung und Geschwindigkeit erforderlich, um eine sichere Kehlnaht zu erhalten. Gemäß der Formel $a_{max} = v^2/R$ gilt: Je schneller die Schweißgeschwindigkeit, desto kleiner der Radius der gewundenen Trajektorie und desto größer die erforderliche Beschleunigung.

Der ICH-Linearmotor von Kollmorgen erreicht mit seinen hervorragenden Regeleigenschaften und kurzen Reaktionszeiten eine Schweißgeschwindigkeit von 240 Millimetern pro Sekunde und eine maximale Beschleunigung von bis zu 2,5 g beim Schweißen einer Rundung von R 2,3. Die Schwerkraft erhöht die Geschwindigkeit, verringert dadurch die Schwankungen beim Kehlnahtschweißen und verbessert die Gleichmäßigkeit und Stabilität der gesamten Schweißtrajektorie.

Beim Übergang der abgerundeten Trajektorie zur nächsten linearen Bahn fällt die Geschwindigkeit der X- oder Y-Achse auf Null und der Motor überschwingt infolge der Lastträgheit (je höher die Geschwindigkeit, desto stärker das Überschwingen). Die Motorregelung erfolgt nach dem Überschwingen. Erfolgt keine Kontrolle der maximalen Positionsabweichung beim Überschwingen, kommt es zur Bildung einer Wellenform. Das Erreichen der notwendigen Dichtigkeit beim Verschweißen der Batterien ist eine besondere Herausforderung.

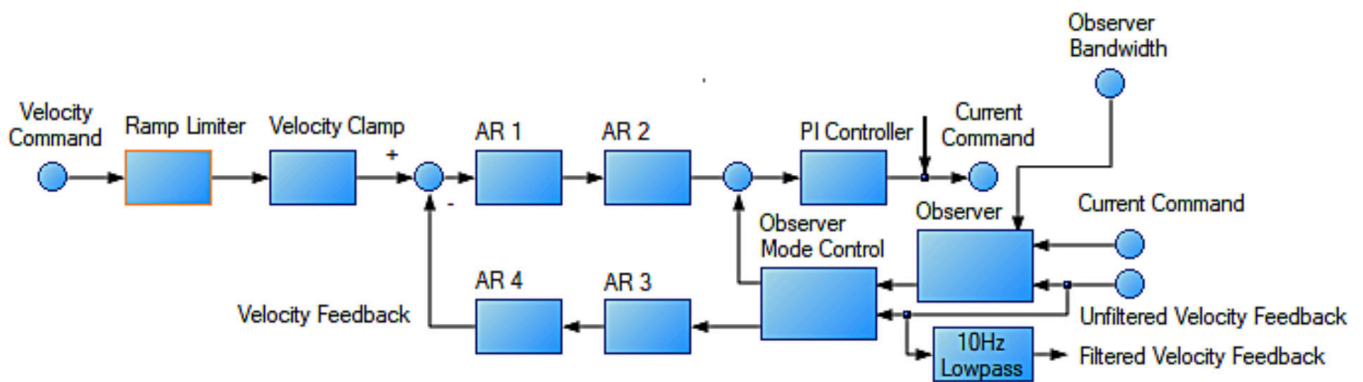
Zum Erreichen der erforderlichen Dichtigkeit empfiehlt Kollmorgen AKD-Antriebe mit leistungsstarken Regelkreisen mit einer geringen Latenzzeit und einer schnellen Reaktionszeit dank hoher Bandbreite. Die AKD-Antriebe arbeiten mit Kollmorgens branchenführenden Aktualisierungsraten von 670 Nanosekunden für den Stromregelkreis (1,5 MHz), 62,5 Mikrosekunden für den Drehzahlregelkreis (16 kHz) und 125 Mikrosekunden für den Positionsregelkreis (8 kHz).

Diese außergewöhnlich hohen Aktualisierungsraten der drei Regelkreise ermöglichen eine schnellere und zeitgerechtere Bewegungssteuerung bei gleichzeitiger Verbesserung der Steuerungsgenauigkeit und Reduzierung des Überschwingens, wodurch die maximale Positionsabweichung im Bereich von ± 30 Mikrometer gehalten wird. Dies verbessert sowohl die Dichtigkeit beim Schweißen von Batterien als auch die Produktionsleistung von Laserschweißanlagen erheblich.

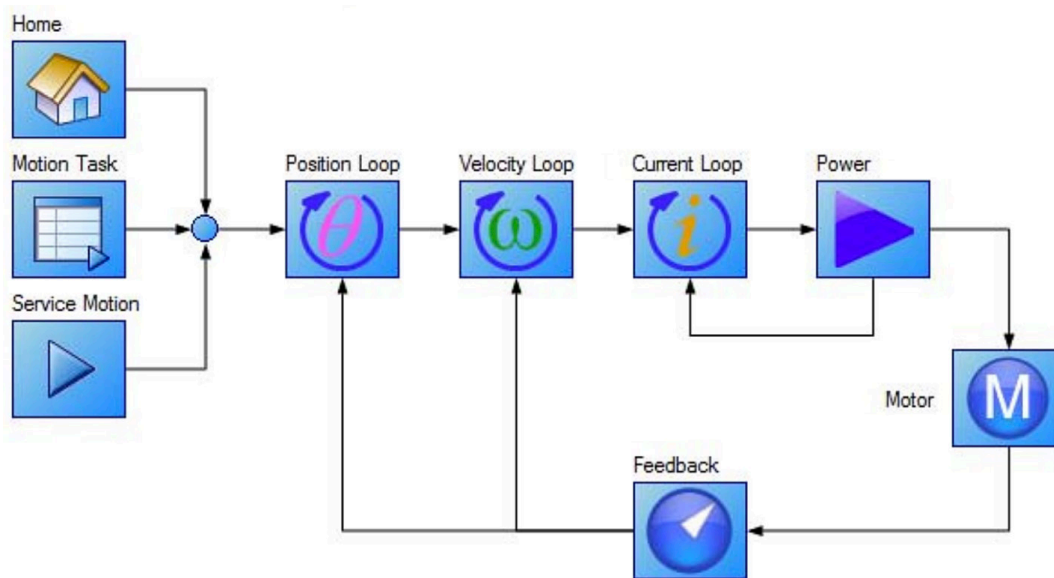
Gleichzeitig verbessern die AKD-Antriebe die Bandbreite der Reaktionszeiten und verkürzen die Rüstzeiten, was ebenfalls die Produktivität der Maschinen erhöht. Neben der Verbesserung der Schweißnahtqualität und der Steigerung der Produktivität bietet der AKD-Antrieb auch eine hervorragende Filterleistung, die zur Dämpfung von Störgeräuschen bei der Fehlersuche und zur Verbesserung der Leistung der Schweißanlage beiträgt.



Oberseite der Abdeckung einer EV-Batterie, wie sie für Pkw verwendet wird



Schematische Darstellung der Regelkreise



Schematische Darstellung von Filtern und Verstärkungen des Geschwindigkeitsregelkreises

Um den verschiedenen Schweißanforderungen und unterschiedlichen Trajektorien beim Schweißen der Abschlussdeckel von Lithium-Ionen-Batteriegehäusen gerecht zu werden, bietet die Direktantriebstechnologie von Kollmorgen einen stufenlos regelbaren Kraftbereich von 21 bis 450 N (4,7 bis 101 lbf), um den Anforderungen der verschiedenen Lastkräfte gerecht zu werden. Gleichzeitig erfüllen Spitzenkräfte von 60 bis 1600 N (13,6 bis 360 lbf) die Anforderungen an schnelle und hohe Beschleunigungen in verschiedenen Situationen beim Schweißen von Abdeckungen. Die Steuerung der Laserschweißbewegung ist im Vergleich zu konventionellen Schweißanlagen wesentlich flexibler, was die Schweißqualität bei unterschiedlichen Schweißbahnen verbessert.

Durch den Einsatz der Direktantriebstechnologie von Kollmorgen wird beim Schweißen des Deckels von Lithium-Ionen-Batterien eine Verdoppelung der Schweißgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Verbesserung der Genauigkeit um 30 % und einer maximalen Positionsabweichung von ± 30 Mikrometern erreicht. So können Hersteller von Laserschweißgeräten effektiv ihre Wettbewerbsfähigkeit verbessern. Die Optimierung des Laserschweißverfahrens führt zu einer erheblichen Verbesserung der Produktionsleistung und der Produktqualität bei Lithium-Ionen-Batterien. Gleichzeitig steigt der Produktionsertrag beim Schweißen auf über 99 % – und die Produktionskosten sinken deutlich.



Linearer Hochspannungsmotor mit Eisenkern der Serie ICH



AKD-Servoantriebe

Sind Sie bereit Ihr Business voranzubringen?

Wenden Sie sich an Kollmorgen, um Ihre Anforderungen und Ziele mit einem Experten für industrielle Automatisierungsanwendungen zu besprechen.

Wissenswertes über Kollmorgen

Kollmorgen, eine Marke von Regal Rexnord, verfügt über mehr als 100 Jahre Erfahrung in der Antriebstechnik, die sich in den leistungsstärksten und zuverlässigsten Motoren, Antrieben, Linearantrieben, FTS-Steuerungslösungen und Automatisierungsplattformen der Branche bewährt hat. Wir liefern bahnbrechende Lösungen, die in puncto Leistung, Zuverlässigkeit und Benutzerfreundlichkeit unübertroffen sind und Maschinenbauern einen unbestreitbaren Markt Vorteil verschaffen.