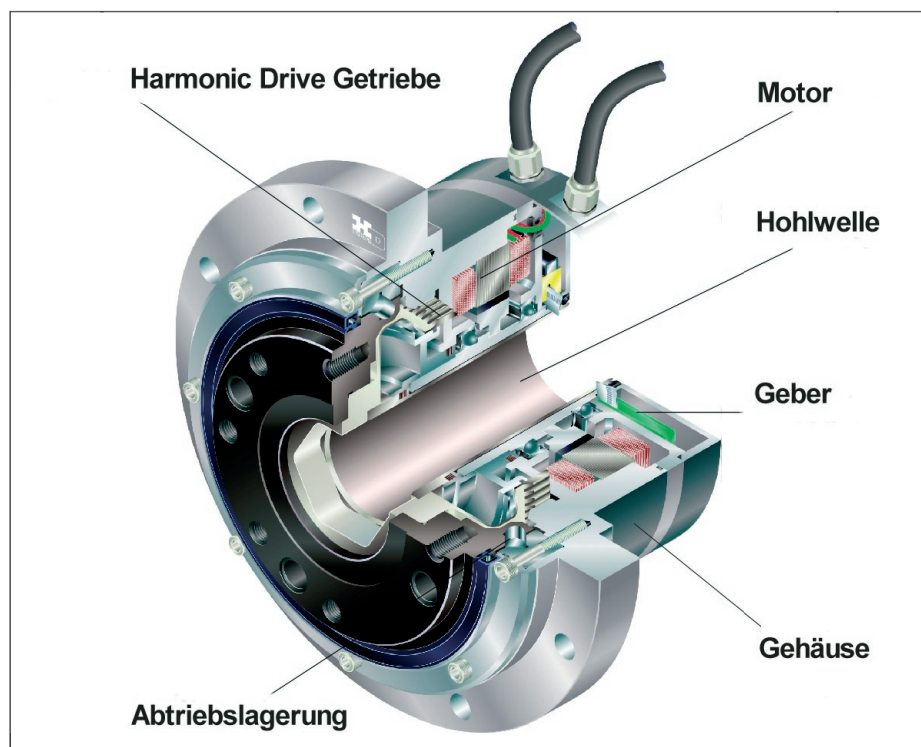


Mit Fertigungseinrichtungen effizient produzieren

Hochgenaue Positionierung mit Hohlwellen-Servoantrieben



Alois Buss

Die Anforderungen an die Bewegungsküte und Dynamik von Fertigungseinrichtungen wachsen stetig. Ziel ist es, bei erhöhter Fertigungsqualität zugleich die Durchlaufzeit pro Stück zu senken, wobei zudem eine sehr große Variantenvielfalt zu beherrschen ist. Präzisionsantriebe müssen daher heute ein vielseitiges Anforderungsprofil erfüllen. Der Beitrag stellt am Beispiel einer Elektronenstrahlschweißanlage Servomotoren mit Singleturn-Absolut-Messsystem vor, die dieses Anforderungsprofil erfüllen.

Autor: Dipl.-Ing. Alois Buss ist Produktmanager bei der Harmonic Drive AG in 65555 Limburg

Die genannten Anforderungen gelten insbesondere auch für Verfahren und Anlagen der Strahlschweißtechnik, wie zum Beispiel bei der Firma PTR Präzisionstechnik GmbH in Maintal. Ohne eine kontinuierlich verbesserte und angepasste Getriebe- bzw. Antriebstechnologie wären die heutigen modernen Anlagen nicht realisierbar. Um eine optimale Lösung für den Kunden zu bieten und auch den Trend zu Komplettlösungen nicht außer Acht zu lassen, hat sich Harmonic Drive eine besonders interessante, weil äußerst kompakte Produktvariante einfallen lassen. Nachdem es bereits Servoantriebe mit abtriebsseitigem Beschleunigungssensor oder mit Drehmomentensensor bei Harmonic Drive gibt, wurde nun eine Variante mit Singleturn-Absolut-Messsystem an der Getriebeabtriebsseite entwickelt. Diese wird im Folgenden näher beschrieben und der Einsatz in einer Elektronenstrahlschweißanlage dargestellt.

Mechatronische Lösung

Die neue FHA-C Baureihe von Harmonic Drive ist beispielhaft für eine hochintegrierte mechatronische Lösung (Bild 1). Diese Antriebe bestehen aus einem hochpräzisen Harmonic Drive-Getriebe, einem ringförmigen

AC-Servomotor und einem optischen Sinus-Cosinus Geber für die Drehzahl und Lageregelung. Sie verfügen darüber hinaus über eine kompakte, kippsteife Abtriebslagerung. Da bei der neuen FHA-C Variante der um 30 % verkürzte Flexspline des CSD Super Flat-Getriebeeinbausatzes zum Einsatz kommt, konnte die axiale Baulänge des Antriebs signifikant verringert werden.

Durch den Einsatz eines Hiperface- oder Siemens-kompatiblen Motorfeedbacksystems mit sinusförmigem Signalverlauf wird die neue FHA-C Baureihe kompatibel zu vielen auf dem Markt befindlichen digitalen AC-Servoverstärkern, z. B. Simodrive 611D, Simodrive 611U oder Simovert Masterdrives. Abgerundet wird diese Lösung durch die zum FHA-C zugehörigen digitalen Servoregler vom Typ SC-610, der vor allem bei drehzahl- oder positionsgeregelten Zusatz- und Peripherieachsen eingesetzt wird.

Durch die Integration von Getriebe, Motor und Messsystem wird der zusätzliche Konstruktionsaufwand minimiert. Die Inbetriebnahme und Optimierung der Servoantriebe an die verschiedenen Regelgeräte gestaltet sich sehr einfach, da aufgrund der hohen Übersetzung die Lastträgheit mit $1/i^2$ auf die Motorseite gespiegelt wird. Das für dynamische Anwendungen günstige Trägheitsmomentverhältnis von 1:3 zwischen Antriebs- und Lastträgheit ist mit den Antrieben in den meisten Applikationen somit einfach realisierbar.

Für hochgenaue Positionierungen prädestiniert

Das interessanteste Merkmal aller FHA-Antriebe ist die zentrale Hohlwelle, die zur Durchführung von Wellen und Versorgungsleitungen genutzt werden kann. Diese Eigenschaft vereinfacht für viele Anwendungen die Konstruktion wesentlich und spart somit Entwicklungszeit und Montagezeit.

Für hochgenaue und hochdynamische Positionierungen sind die Servoantriebe damit bestens geeignet. Aufgrund ihrer Spielfreiheit, der Positioniergenauigkeit im Bereich kleiner 1 Winkelminute und der Wiederholgenauigkeit von kleiner 5 Winkelsekunden kann in vielen Anwendungen auf den Einsatz eines zweiten Messsystems verzichtet werden. Für Anwendungen, die eine noch höhere Genauigkeit benötigen oder wo aus sicherheitstechnischen Gründen ein

zweites Messsystem vorgeschrieben wird, kann bei der FHA-C-Serie sehr einfach ein weiteres Messsystem axial an der Antriebs-N-Seite angebracht werden. Dabei wird das Schutzrohr der Antriebs-hohlwelle als Verbindungselement zwischen Getriebeabtrieb und Messsystem verwendet. Abhängig von der Anwendung können hochgenaue Messsysteme mit einer absoluten Genauigkeit bis zu 1 Winkelsekunde oder auch absolut messende Messsysteme angebaut werden.

Der Singleturn-Absolut-Drehgeber vom Typ ECN113 der Firma Heidenhain, der standardmäßig als Messsystem verwendet wird, ist mittels einer verdrehsteifen Hohlwelle mit dem Abtriebsflansch verbunden und ermittelt die absolute Position des Getriebeabtriebs. Das Direktmesssystem ECN113 bietet 13Bit Absolut-Information, 2048 sinusförmige Inkrementalgebersignale, eine Genauigkeit von 20 arcsec und ein Endat-Interface. Referenz- und Endschalter können entfallen.

Vergleich mit anderen Antriebslösungen

Im Vergleich zu häufig eingesetzten Schneckengetrieben liegt der Wirkungsgrad der FHA-C Servoantriebe höher. Auch die bessere Positioniergenauigkeit und das geringere Gewicht sind hier zu nennen. Insbesondere im Vergleich zu Direktantrieben schneiden die FHA-C Servoantriebe aufgrund der hohen Drehmomentkapazität von über 60 Nm/kg und des geringen Bauvolumens sehr gut ab. Weiterhin wirkt sich der Übersetzungsfaktor des Getriebes als ein kostengünstiger Multiplikator der Auflösung des verwendeten Mess-Systems aus. Bei Direktantrieben müssen häufig teure Winkelmesssysteme verwendet werden, um die gleiche Winkelauflösung zu erzielen.

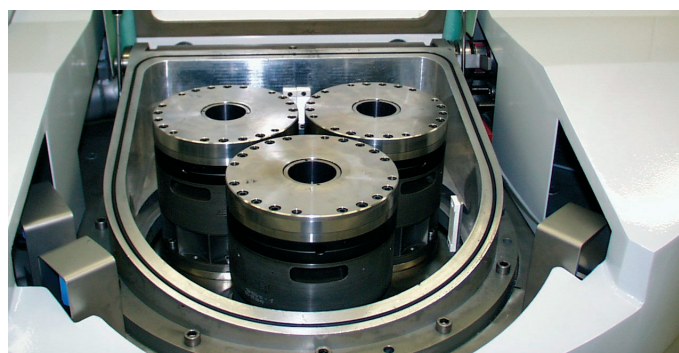
Anwendungsbeispiel aus der Schweißtechnik

Die PTR Präzisionstechnik GmbH ist ein mittelständisches Unternehmen mit Sitz in Maintal bei Frankfurt/Main. Gemeinsam mit dem Schwesterunternehmen PTR-Precision Technologies Inc. in Enfield, USA, ist PTR einer der marktführenden Hersteller auf dem Gebiet der Elektronenstrahl-Schweißtechnik. PTR beschäftigt in Maintal zirka 70 Mitarbeiter; der Umsatz liegt hier zur Zeit bei zirka 18 Mio.€ pro Jahr.

2: Elektronenstrahl-Schweißanlage des Typs EBW S 2-3



3: In der Drehvorrichtung dieses Dreifach-Werkzeugs kommt der FHA-C-Antrieb mit Messsystem zum Einsatz



Der FHA-C Servoantrieb mit ECN113 wird bei PTR Präzisionstechnik GmbH für die Drehvorrichtung in der Elektronenstrahl-Schweißanlage eingesetzt (Bild 2 und 3). Die Strahlschweißanlagen von PTR weisen einen hohen Automatisierungsgrad auf.

Vorteile des Elektronenstrahlschweißverfahrens sind z. B. die hohe Prozessgeschwindigkeit durch den Tiefschweißeffekt. Der Elektronenstrahl koppelt die Wärme dabei über die gesamte Schweißtiefe ein. Die Schweißgeschwindigkeit wird somit nicht durch das Wärmeleitvermögen der Werkstoffe begrenzt. Weiterhin ist die hohe Prozesssicherheit durch den hohen physikalischen Wirkungsgrad der Energieeinkopplung bei allen Werkstoffen zu nennen sowie die präzise Steuerung und Überwachung aller Prozessparameter, da die elektrischen Größen und internes oder externes Qualitätssicherungssystem eine lückenlose Datenerfassung ermöglichen. Und last but not

least bedarf das Elektronenstrahlschweißen nur eines geringen Energieaufwands und bewirkt einen sehr geringen Teileverzug.

PTR hat sich für den Einsatz des FHA-C-Servoantriebs mit abtriebsseitigem Singleturn-Absolut-Messsystem entschieden, da er eine sehr kurze Bauform für das benötigte Drehmoment aufweist und zudem kompatibel zur Sinumerik ist. Da für die Positionierung der Drehvorrichtung ein hochgenaues, getriebeabtriebsseitiges absolutes Messsystem benötigt wird, hat sich die einfache Adaption eines entsprechenden Absolutwertgebers – in diesem Fall ein Geber vom Typ ECN 412 von der Firma Heidenhain – als sehr vorteilhaft erwiesen.

INFO Funktionsweise eines Elektronenstrahlgenerators

Im Strahlerzeuger eines Elektronenstrahlgenerators werden Elektronen aus einer Wolframkatode emittiert, mit 60 bis 175 kV auf zirka 2/3 der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt und zu einem Strahl hoher Leistungsdichte auf dem Werkstück fokussiert. Dort werden die Elektronen abgebremst, und die Strahlenergie wird in Wärme umgewandelt. Leistungsflussdichten von über 1 kW/mm² führen zum spontanen Verdampfen des Werkstoffes und damit zum sogenannten Tiefschweißeffekt. PTR-Elektronenstrahl-Generatoren erreichen Leistungsflussdichten bis über 100 kW/mm² und erschließen damit ein weites Anwendungsgebiet der Elektronenstrahltechnik.

English Summaries: Our readers will find an english summary of this report under www.vfmz.de/summaries