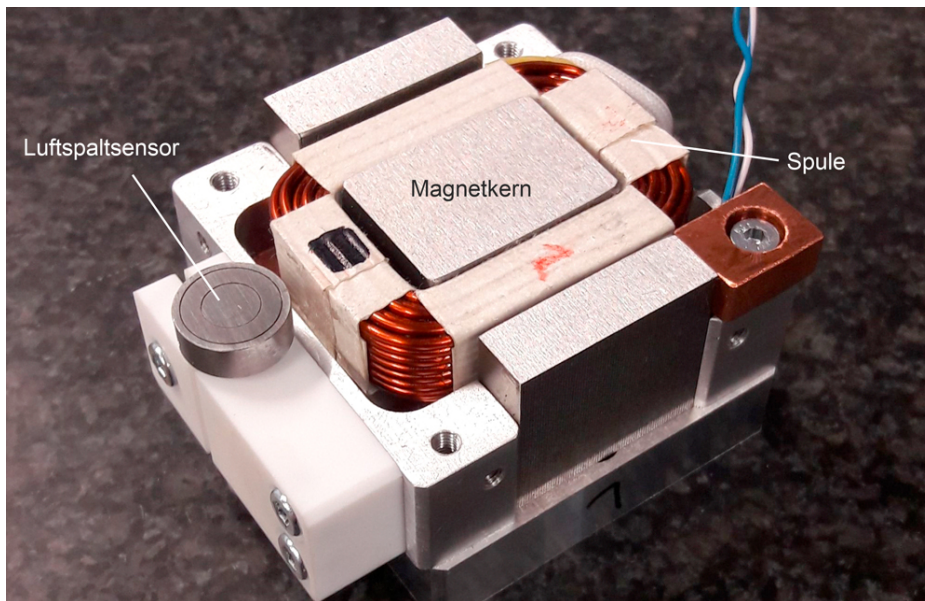


Hohe Dynamik und Präzision durch fühlenden Aktuator



Auf einen Blick

- Präziser, fühlender Aktuator für multi-modale Fertigung in PhoenixD
- Aktuator kann universell in verschiedenen Prozessschritten verwendet werden
- Aktive Magnetlager vereinen hohe Dynamik mit Feinpositionierfähigkeit
- Position und Kräfte können in allen Raumrichtungen gemessen werden

17. 2020

IFW | Bei der Fertigung von optischen Bauteilen muss das Substrat präzise und dynamisch ausgerichtet werden – bisher ein Widerspruch. Das Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen (IFW) forscht an magnetgelagerten Aktuatoren, die Dynamik und Präzision vereinen.

Im Exzellenzcluster PhoenixD werden verschiedene Fertigungsverfahren zu einer flexiblen, multi-modalen Optikproduktion zusammengefasst. Dabei werden optische Systeme mit verschiedenen Prozessmodulen wie Flexodruck, Laserglasablagerung, Laserstrukturierung oder Ultrapräzisionsbearbeitung direkt auf einem Substrat hergestellt.

Ein neuartiger Aktuator soll dabei das Substrat gegenüber diesen Prozessmodulen nanometergenau führen und ausrichten. Gleichzeitig müssen dynamische Prozesskräfte aufgenommen werden, ohne dass sich die Ausrichtung des Substrats ändert. Der Aktuator muss folglich eine hohe dynamische Steifigkeit aufweisen. Zusätzlich sind kontinuierlich Prozessdaten zu ermitteln, etwa die resultierenden Prozesskräfte und die Position. Aus diesen Prozessdateninformationen können Fertigungsabweichungen bestimmt und in nachfolgenden Fertigungsschritten kompensiert werden.

Dynamisch, präzise und fühlend mit aktiven Magnetlagern

Mit heutzutage eingesetzten Technologien ist es nicht möglich, die geforderte Steifigkeit, Dynamik und Präzision zu vereinen. Wissenschaftler am IFW forschen daher an aktiven Magnetlagern, die diese Anforderungen erfüllen. Ein aktives Magnetlager besteht aus zwei Lagerhälften, die durch einen Luftspalt getrennt sind (siehe Bild 1). Eine stromdurchflossene Spule erzeugt ein Magnetfeld, dessen Anziehungskraft von der Stromstärke und von der

Luftspaltbreite abhängig ist. Die Breite des Luftspalts wird dabei mit einem Sensor gemessen.

Ein Aktuator ist aus mehreren solcher Magnetlager aufgebaut, die an einem beweglichen Schlitten montiert sind (siehe Bild 2). Durch Einstellen der Spulenströme kann der Schlitten in der Schwebe gehalten und berührungslos mit hoher Genauigkeit in fünf Freiheitsgraden feinpositioniert werden. Ein Lineardirektantrieb ermöglicht darüber hinaus Bewegungen mit langem Stellweg (sechster Freiheitsgrad). Aus den gemessenen Luftspaltbreiten kann die Lage und Orientierung des Schlittens modellbasiert bestimmt werden. Weiterhin können aus den bekannten Spulenströmen über die Magnetkennlinie die wirkenden Kräfte in allen Raumrichtungen ohne weitere Sensorik berechnet werden. Da mittels der Sensordaten der Zustand des Aktuators genau erfasst werden kann, wird dieser als "fühlend" bezeichnet.

Ein Aktuator für Wirkbewegung und Feinpositionierung

In den bisherigen Forschungsarbeiten zu aktiven Magnetlagern haben die Wissenschaftler am IFW auch Herausforderungen identifiziert. So besteht beispielsweise ein nichtlinearer Zusammenhang zwischen Luftspaltbreite, Spulenstrom und Anziehungskraft. Außerdem wird die dynamische Steifigkeit stark durch die Reaktionszeiten der eingesetzten digitalen Regler limitiert. Am IFW werden daher neuartige Regelkonzepte auf einem Rapid-Control-Prototyping-System erforscht. Damit können die Reaktionszeiten signifikant verringert und die dynamische Steifigkeit gesteigert werden.

Um den Aktuator zu evaluieren, wird er in einen Prozessdemonstrator für einen Flexodruckprozess eingebaut (siehe Bild 3). Der Aktuator kann hier nicht nur die lineare Wirkbewegung zwischen Substrat und der Druckwalze ausführen, sondern das Substrat in allen Raumrichtungen präzise ausrichten. Weiterhin kann die Anpresskraft zwischen Substrat und Druckwalze dynamisch während des Prozesses eingestellt werden, wodurch ein reproduzierbares Druckbild erreicht wird.

Im Rahmen des Exzellenzclusters PhoenixD soll der Aktuator anschließend auch in weiteren Prozessen eingesetzt werden - etwa in der Laserstrukturierung.

von Jan-Philipp Schmidtman

E-Mail: schmidtman@ifw.uni-hannover.de

Tel.: (0511) 762-18218

Webseite: www.ifw.uni-hannover.de