



Bild 1: Welcher Piezo-Linearantrieb zum Einsatz kommt, hängt davon ab, welches Objekt um welche Wegstrecke verschoben werden muss

Piezo-Ultraschall-Linearantriebe in der Anwendung

Eine Technik, die tief unter die Hautoberfläche sieht

Grösstmögliche Positioniergenauigkeit ist heute in vielen Anwendungsbereichen gefordert. Beispiele reichen von der Halbleiterfertigung über Qualitätssicherung und optische Inspektion bis hin zu Biotechnologie, Mess- und Medizintechnik. Wenn gleichzeitig hohe Geschwindigkeiten notwendig sind, bieten sich Piezo-Ultraschall-Linearantriebe an.

» Steffen Arnold und Ellen-Christine Reiff

Mit Auflösungen von 20 nm (0,02 µm) und weniger, Verfahrensgeschwindigkeiten bis 1 m/s und prinzipiell unbegrenzten Verstellwegen sind Piezo-Ultraschall-Linearantriebe eine interessante Alternative zu den klassischen Elektromotor-Spindelkombinationen. Dabei sind die Antriebe wesentlich kompakter und leichter. Mechanische Kopplungselemente, die sonst die rotatorische in eine lineare Bewegung umwandeln, sind bei Piezo-Linearantrieben nicht notwendig.

Im Bereich der Präzisionspositionierung hat die in Karlsruhe ansässige Firma Physik Instrumente (PI) in den letzten Jahren die Entwicklung massgeblich vorangetrieben und bietet heute ein breites Sortiment piezokeramischer Antriebslösungen an (Bild 1). Die piezobasierten Ultraschall-Linearantriebe der PISerie beispielsweise gibt es in vielen unterschiedlichen Integrationsstufen vom OEM-Antrieb bis hin zum geführten Versteller mit Positionssensor und Steue-

rung. Dadurch lassen sich die kompakten und leichten Antriebe gut an die jeweilige Applikation anpassen. →

Autoren

Dipl.-Phys. Steffen Arnold, Leiter Markt und Produkte bei Physik Instrumente (PI) GmbH & Co. KG, und Ellen-Christine Reiff, M.A., Redaktionsbüro Stutensee



Bild 2: Der SkinDex basiert auf der OCT-Technologie (Optical Coherence Tomography) und untersucht nicht-invasiv und dennoch zuverlässig das Gewebe an und unter der Hautoberfläche

Schnelle und leichte Kompaktantriebe in der Medizintechnik

Um in der klinischen Forschung Hautkrankheiten im Frühstadium zu erkennen, gab es bisher eher unbefriedigende Lösungsansätze: Invasive Eingriffe (Stanzenbiopsien) liefern zwar genaue Ergebnisse, sind jedoch zeitaufwendig und zerstören das Hautgewebe. Bei Ultraschall oder konfokaler

Mikroskopie ist Letzteres zwar nicht der Fall, allerdings liefert Ultraschall nicht so hochaufgelöste Ergebnisse und die konfokale Mikroskopie kann nicht tief genug in die Haut eindringen. Jetzt gibt es jedoch eine praxisgerechte Alternative. ISIS Optronics, Mannheim, hat einen optischen Scanner entwickelt, der die Vorteile konfokaler Mikroskopie und der Ultraschalltechnik vereint. Der SkinDex (Bild 2) basiert auf der OCT-Technologie (Optical Coherence Tomography) und untersucht nicht-invasiv und dennoch zuverlässig das Gewebe an und unter der Hautoberfläche. Dabei liefert das Gerät erstaunliche Ergebnisse (Bild 3). Die zwei- bzw. dreidimensionalen Schnittbilder bieten einen ähnlichen Informationsgehalt wie histologische Befunde.

Dazu nutzt das OCT-Verfahren die prinzipielle Lichtdurchlässigkeit der Haut und den physikalischen Effekt der Interferenz, also

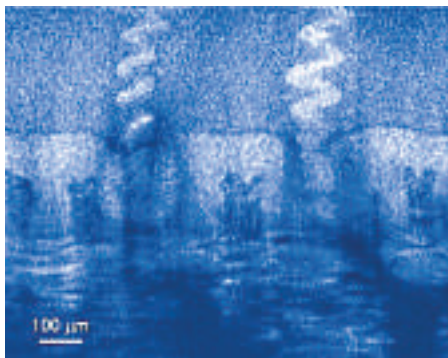


Bild 3: Blick in die Haut des Handballens (links). Auch für das ungeschulte Auge sind die spiralförmigen Schweißdrüsenkanäle gut erkennbar. Im dreidimensionalen Schnittbild (rechts) sind unter der rauen Hautoberfläche gut einzelne laminierte und zylinderförmige Strukturen erkennbar

Optischer Tiefenscan

Der SkinDex basiert auf der OCT-Technologie (Optical Coherence Tomography) und untersucht nicht-invasiv das Gewebe an und unter der Hautoberfläche. Durch eine patentierte, komplexe Aufnahmetechnik erlaubt das Verfahren dem Anwender eine Analyse der Daten über die Morphologie-Information hinaus. Brechungsindex und Streuparameter des reflektierten Lichts liefern Informationen über den Feuchtegehalt der Haut und das Eindringverhalten aufgetragener Salben usw. In der Kosmetik können so Wirksamkeits- und Allergienachweise erbracht werden. In der klinischen Forschung lassen sich Hautkrankheiten im Frühstadium ohne die Unannehmlichkeiten einer Stanzenbiopsie zuverlässig erkennen.

der Überlagerung von Wellen. Zunächst wird die Haut mit Weisslicht «beleuchtet». Das Licht wird dazu über optische Fasern in einen Objekt- und einen Referenzarm aufgeteilt (Bild 4). Nach Reflexion in dem Objekt (also einer Struktur in der Haut) und am Referenzspiegel werden die Lichtanteile wieder zusammengeführt und zum Detektor geleitet. Hier entsteht ein Interferenzsignal. Nach Konvertierung und entsprechender Bearbeitung dieser Interferenzdaten stehen die entsprechenden Bildinformationen für einen externen Computer oder ein Laptop zur Verfügung und können visualisiert werden.

Exakte Positionierung für präzise Messergebnisse

Um mit Interferenzmessungen zwei- bzw. dreidimensionale Bildinformationen zu gene-

Piezo-Ultraschall-Linearantriebe

Bei Piezo-Ultraschall-Linearantrieben erzeugt eine piezoelektrische, hochfrequente Oszillation die Vorschubkraft. Der komplette Antrieb besteht aus einem Stator, der den piezokeramischen Oszillator enthält, und einem als Reibschiene bezeichneten Läufer, der direkt am bewegten Teil eines Schlittens befestigt wird (Bild 6). Die Antriebe haben aufgrund ihrer Selbsthemmung auch im Ruhezustand hohe Haltekräfte. Ausserdem werden das Positions- oder Mikroschritt-Zittern klassischer Systeme sowie die Erwärmung durch Halteströme vermieden. Gleichzeitig entwickeln die Antriebe beachtliche Kräfte. Elektrisch wirken sie wie kapazitive Lasten und benötigen im statischen Betrieb keine Leistung. Sie sind prinzipiell vakuumtauglich und nicht-magnetisch. Typische Einsatzbeispiele finden sich deshalb in den unterschiedlichsten Branchen, z.B. auch in der Medizintechnik:

Interferenzmessung

Interferenz bedeutet Überlagerung von Lichtwellen. Ein Beispiel dafür sind die Farbmuster eines dünnen Ölfilms auf einer Wasseroberfläche. Ein Teil des einfallenden Lichtes wird von der Oberfläche des Ölfilms reflektiert, der andere Teil an der Grenzschicht zwischen Öl und Wasser. Nach der Reflexion überlagern sich die Lichtwellen. Je nach Blickrichtung verstärken sich manche Frequenzen, andere löschen sich aus, wodurch die Oberfläche farbig schillernd erscheint.

rieren, müssen die optischen Fasern während des Scannens sowohl axial als auch lateral verschoben werden. Für diese Aufgabe sind Positioniersysteme erforderlich, die mit höchster Präzision arbeiten. Schliesslich bestimmt die Positionsaufösung des Antriebs die Auflösung des Gesamtsystems und damit die Bildqualität. Ultraschall-Linearantriebe erwiesen sich für diesen Anwendungsfall als geradezu prädestiniert.

Für die Positionierung des Spiegels im Referenzarm wird der PILine-OEM-Motor P-661 eingesetzt (Bild 5), der in der Anwendung vor allem durch seine Kompaktheit und die mit 2 Nm im Hinblick auf die kleinen Abmessungen grossen Kräfte überzeugt. Der Gesamthub beträgt 2 mm, die Positionieraufösung in dieser Anwendung 30 nm (0,03 μm). Da die Bilder sequenziell aufgenommen werden, erweist sich auch die hohe Verfahrensgeschwindigkeit und das dynamische Ansprechverhalten des Antriebs als vorteilhaft.

Aussagekräftige Bilder in Sekunden

Der SkinDex benötigt für seine aussagekräftigen Bilder dadurch nur wenige Sekunden. Auch die laterale Verschiebung der Glasfaser im Objektarm übernimmt ein Antrieb der Karlsruher. Hier ist ein klassisches Piezo-Positioniersystem eingesetzt, das mit Auflösungen von zirka 1 nm (0,001 μm) arbeitet und sich für Verstellwege von $250 \times 250 \mu\text{m}$ eignet. Piezobasierte Antriebslösungen haben damit wieder einmal zu einer Innovation beigetragen, von der in Zukunft sicher viele Menschen profitieren werden. <<

Infoservice

DyneEOs AG
Dynamic & Electro-Optical Solutions
Vogelsangstrasse 13, 8307 Effretikon
Tel. 052 355 12 40, Fax 052 355 12 44
info@dyneos.ch, www.dyneos.ch

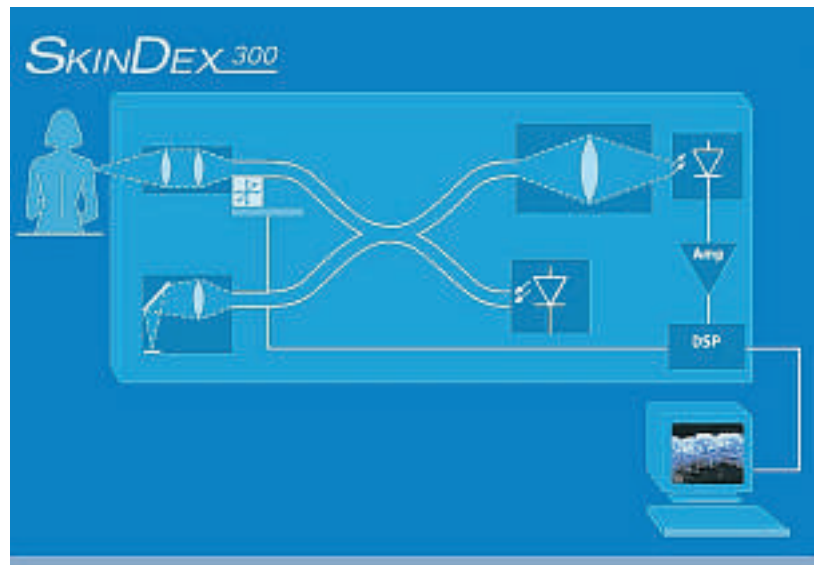


Bild 4: Die Weisslicht-Interferometrie bildet die Grundlage des OCT



Bild 5: Für die Positionierung des Spiegels im Referenzarm wird der PILine-OEM-Motor P-661 eingesetzt

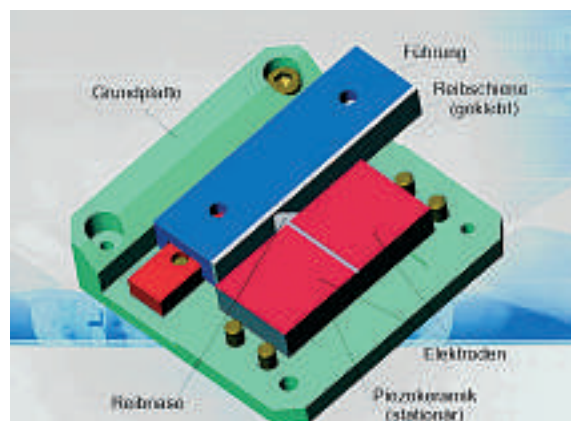


Bild 6: Bei Piezo-Ultraschall-Linearantrieben erzeugt eine piezoelektrische, hochfrequente Oszillation die Vorschubkraft