

■ Papierähnliches Display

Eine LCD-Technologie wird dank der richtigen Abstandshalter dünn und verformbar.

Flexible Displays sind das erklärte Ziel der Bildschirmhersteller, weil sie Bauformen und Anwendungen ermöglichen, die bislang nicht oder nur eingeschränkt machbar sind, etwa roll- und biegbare Displays. LCDs, der heutige Standard in der



Dieses flexible optisch wiederbeschreibbare LCD ist für blaues Licht ausgelegt.

Display-Technologie, sind jedoch nicht so einfach flexibel zu machen. Der Grund liegt in der flächigen Kontaktierung, über deren elektrische Felder sich die einzelnen Pixel schalten lassen. Doch im vergangenen Jahrzehnt haben Forscher optisch wiederbeschreibbare LCDs (ORWLCDs) im Labormaßstab entwickelt, die ohne traditionelle Elektroden auskommen. Das schafft mehr Freiheiten bei der Gestaltung eines Displays.

Ein ORWLCD besteht aus zwei Polymer- oder Glassubstraten, die mit einer optisch aktiven beziehungsweise einer optisch passiven Schicht die Ausrichtung der Flüssigkristalle steuern. Die optisch aktive Schicht spricht auf polarisiertes Licht an, sodass sich auf diesem Weg die Flüssigkristalle drehen lassen und damit die Intensität eines Pixels moduliert wird. Energie ist nur beim Schreiben eines Bildes notwendig.

Eine entscheidende Komponente in einem LCD sind die Abstandshalter: Sie bestimmen die Zeldicke, die möglichst konstant sein sollte und wiederum Kontrastverhältnis, Schaltzeit und Blickwinkel beeinflusst. Chinesische Wissenschaftler der Universität Donghua in Shanghai und der Hong Kong University of Science and Technology in Sai Kung haben nun Abstandshalter entwickelt, mit denen sich ein

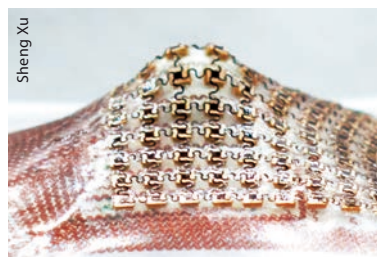
dünnere, robustes und flexibles ORWLCD herstellen lässt.¹⁾ Sie haben sich letztlich für ein Netz aus Abstandshaltern entschieden, das ein unerwünschtes „Fließen“ der Flüssigkristalle bei starken Verformungen des Displays weitgehend unterbindet. Ihr Labormuster besitzt 10 µm dünne Pixelzellen, nutzt Polymere als Substrat und ist dünn wie Papier.

■ Elastischer Ultraschallkopf

Ein Transducer-Array passt sich komplexen Oberflächen an.

Die 3D-Ultraschallbildgebung ist derzeit noch ein relativ aufwändiges Unterfangen. Viele Sensoren auf engem Raum sowie hohe Datenraten gehören zu den Herausforderungen, die es dabei zu meistern gilt. Eine weitere sind komplexe Oberflächengeometrien. Diesem Aspekt haben sich nun Wissenschaftler mehrerer US-amerikanischer und chinesischer Universitäten gemeinsam angenommen. Die Leitfrage dabei lautet: Wie gelingt es per Ultraschall, kleine Vertiefungen oder Spalten zu untersuchen? Dazu haben die Forscher ein hochgradig elastisches Transducer-Array entwickelt, das sich einer komplexen Oberflächengeometrie besser anpassen lässt.²⁾

Das quadratische Transducer-Array umfasst hundert piezoelektrische Elemente in einem 2-mm-Raster. Sie sind über 101 Elektroden kontaktiert: Unter dem Array liegt eine gemeinsame Elektrode, oberhalb des Arrays befindet sich für jeden Transducer jeweils eine weitere Elektrode, die insgesamt in vier Lagen übereinander – getrennt durch isolierende Silikonschichten – an-



Das Transducer-Array ist stark verformbar, ohne seine Funktion zu verlieren.

geordnet sind. Die Verbindungen zwischen den Elektroden verlaufen mäanderförmig, damit sich das Gesamtsystem dehnen lässt. Für die Herstellung der Elektrodenstruktur nutzten die Forscher einen Transferdruckprozess.

In der genauen Auslegung des Labormusters steckt viel Know-how. Die gemessenen Eigenschaften sind entsprechend gut: ein Signal-zu-Rausch-Verhältnis von 20 dB, eine Bandbreite von 47 Prozent, ein vernachlässigbares Übersprechen (-70 dB) und eine hohe räumliche Auflösung von 610 µm. Silikonschichten schützen das Array und die Elektroden vor Umwelteinflüssen. Das Gesamtsystem lässt sich in beiden Achsen um mehr als 50 Prozent dehnen, ohne dass sich seine Eigenschaften nennenswert verschlechtern. Die Wissenschaftler haben die Bildgebung mit dem Transducer-Array an konkaven und konvexen Oberflächen erprobt.

■ Stromsignal mit Doppelfunk

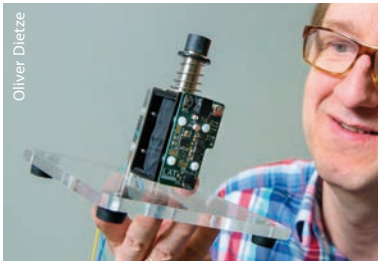
Ein sensorloses Verfahren kann Ventile feinfühlig und kontinuierlich steuern.

Gängige Ventile oder andere Schließvorrichtungen, die elektromagnetisch betätigt werden, kennen meistens nur zwei Zustände: „Auf“ und „Zu“. Wird der Strom eingeschaltet, verschiebt sich zum Beispiel in einem entsprechenden Schloss der als Bolzen dienende Metallkern einer Spule; wird der Strom wieder ausgeschaltet, lässt eine Rückstellfeder den Metallkern zurückschnappen. Soll ein Ventil dagegen stufenlos regelbar sein, kommen dafür oft Sensoren zum Einsatz, was die Komplexität des Gesamtsystems und die Herstellungskosten erhöht.

Wissenschaftler der Universität des Saarlandes in Saarbrücken haben nun ein Verfahren entwickelt, das es mit Hilfe des zeitlichen Verlaufs des Stromsignals erlaubt, sowohl den Spulenkern kontinuierlich und sanft zu verschieben als auch seine relative Lage zu bestimmen.

1) Y. Zhang et al., Appl. Phys. Lett. **112**, 131902 (2018)

2) H. Hu et al., Sci. Adv. (2018), doi:10.1126/sciadv.aar3979



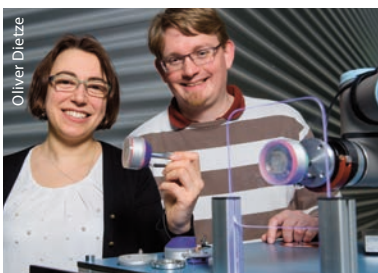
Die neue Ventilsteuerung benötigt einen magnetisch leitfähigen Metallbolzen in einer Spule aus gewickeltem Kupferdraht und die zum Patent angemeldete sensorlose Ansteuerung.

Bei dem Verfahren handelt es sich letztlich um eine Induktivitätsmessung. Aufgrund der Wechselwirkung des Spulenkerns mit der stromdurchflossenen Spule erfassen die Forscher die differenzielle Induktivität über das Stromsignal. Hierfür haben sie eine geeignete Schaltung und einen Algorithmus entwickelt; ein Patent ist bereits beantragt. Der Vorteil des Ansatzes ist – neben seiner Feinfühligkeit und Dynamik – der geringe erforderliche Rechenaufwand. Eine physikalische Grenze ergibt sich bei hohen Signalfrequenzen unter anderem aufgrund störender Materialeffekte; die differenzielle Induktivität ist dann nicht mehr zu ermitteln.

■ Greifen ohne Druckluft

Dank Formgedächtnisdrähten lassen sich Bauteile leise und energiesparend heben.

Sauggreifer kommen in der industriellen Fertigung oft zum Einsatz, wenn es darum geht, mit flachen Bauteilen – etwa Blechen oder Windschutzscheiben – zu hantieren. Für gewöhnlich entsteht der



Der Formgedächtnis-Sauggreifer ist zu Demonstrationszwecken an einem Roboterarm montiert.

erforderliche Unterdruck dieser Greifer mit Hilfe von Druckluft unter Ausnutzung des sog. Venturi-Effekts. Solche Sauggreifer haben aber zwei Nachteile: Sie erfordern ständig Energie und sind recht laut. Wissenschaftler der Universität des Saarlandes in Saarbrücken haben daher einen Sauggreifer entwickelt, der beide Nachteile beseitigt. Für ihren Demonstrator nutzen sie Drähte aus Formgedächtnislegierungen.

Dazu haben sie in einem Gehäuse zwei solcher Drähte am oberen und unteren Ende eines Federmechanismus angebracht, zwischen dem ein Metallplättchen eingespannt ist. Erwärmen sie nun einen der beiden Drähte, klappt die Wölbung des Metallplättchens wie bei einem Knackfrosch um. Erwärmen sie den zweiten Draht, springt das Plättchen in die jeweils andere Richtung zurück. Das Metallplättchen ist mit einer Membran am Ende des Gehäuses verbunden, die für den erforderlichen Unterdruck am zu greifenden Bauteil sorgt.

Durch die Ausführung als bistabiles System genügt jeweils ein kurzer Puls, um den Unterdruck zu erzeugen, und einer, um den Unterdruck wieder aufzuheben. Eine dauerhafte Stromzufuhr entfällt also. Durch das bistabile System lösen die Forscher zudem das Problem, dass Formgedächtnislegierungen eigentlich nur langsam reagieren. Beim Demonstrator verwenden sie einen Draht aus einer Nickel titanlegierung. Um die Kraft für die Erzeugung des Unterdrucks zu erhöhen, haben sie ihn mehrfach um die Halterung des Metallplättchens gewickelt.

Die Leistungsgrenzen des Systems hängen stark von der konkreten Anwendung ab. Aufgrund des Prinzips lässt es sich aber relativ leicht skalieren, um höhere Unterdrücke zu erzeugen, oder miniaturisieren. Nun suchen die Forscher Industriepartner, mit denen sie den Greifer anwendungsspezifisch weiterentwickeln können.

Michael Vogel