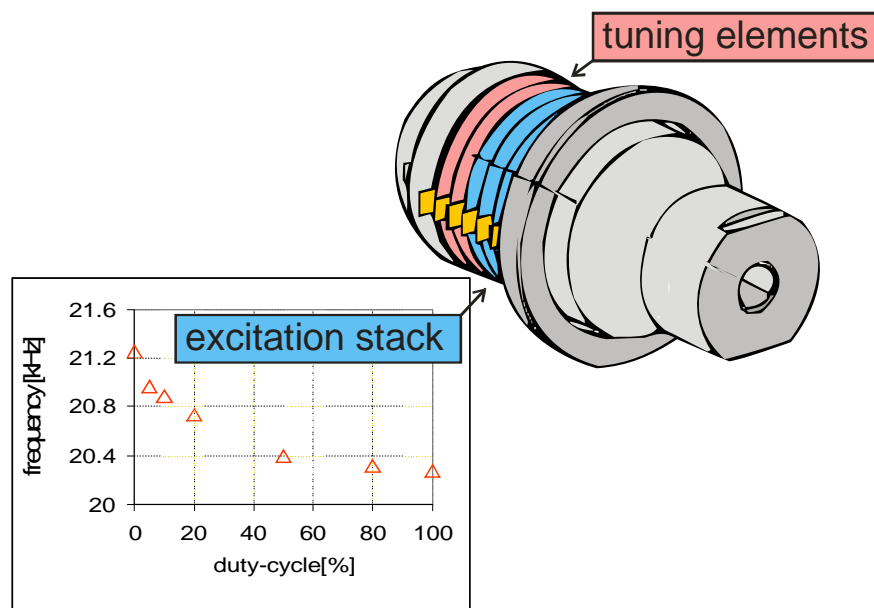


Stimmbarer Ultraschallkonverter

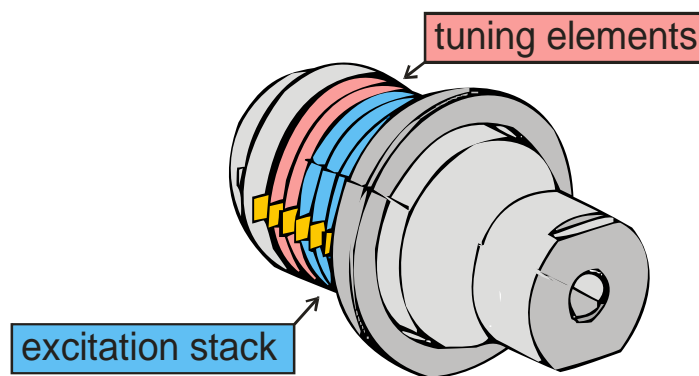
Verwertungsangebot im Rahmen der SIGNO-Verwertungsaktion



ATHENA
Technologie Beratung GmbH
Technologiepark 13
33100 Paderborn

Stimmbarer Ultraschallkonverter

Verwertungsangebot im Rahmen der SIGNO-Verwertungsaktion



Hinweis:

Das in diesem Dokument vorgestellte Verwertungsangebot wurde im Rahmen der SIGNO-Verwertungsaktion erstellt und in den InnovationMarket eingestellt. Es wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie gefördert.

signo

INNOVATION MARKET



Gefördert durch das

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

Erfindung / Idee

Gegenstand der Erfindung „Stimmbarer Konverter“ ist es, einen Ultraschallkonverter wie er beispielsweise in der Ultraschallschweißtechnik verwendet wird so zu modifizieren, dass sich seine Eigenfrequenz durch eine geeignete elektrische Beschaltung definiert verändern („stimmen“) lässt. Vergleichbar ist dies mit einer Violinensaiten, deren Frequenz sich durch Veränderung der mechanischen Vorspannung auf den gewünschten Zielton stimmen lässt – dort erfolgt das Stimmen allerdings auf rein mechanische Weise.

Zur Anregung von Ultraschall-Werkzeugen werden üblicherweise piezoelektrisch oder magnetostruktiv betriebene Schwingungsanreger verwendet, die auf eine bestimmte Resonanzfrequenz (z. B. die der ersten Longitudinalschwingung) abgestimmt sind. Wenn das Werkzeug bei einer anderen Frequenz resonant betrieben werden soll, muss normalerweise ein anderer Schwingungsanreger eingesetzt werden, was in der technischen Anwendung häufig einen erheblichen Kostenfaktor darstellt. Zudem stellt sich aufgrund unterschiedlicher Umgebungsbedingungen beim Betrieb eines Ultraschallwerkzeugs gewöhnlich eine Resonanzfrequenz ein, die nie genau der Frequenz entspricht, bei der das Werkzeug nominal betrieben werden soll (z.B. 19.8 statt 20 kHz). Weiterhin sind Ultraschallwerkzeuge meist lastabhängig, d.h. die Lage der Resonanzfrequenz ändert sich in Abhängigkeit von Prozessparametern.

Mit der vorliegenden Erfindung wird es möglich, die Resonanzfrequenz des Schwingungsanregers auf eine Wunschfrequenz zu stimmen. Beispielsweise können lastabhängige Frequenzänderungen während des Betriebs ausgeregelt werden, ohne den günstigen Resonanzzustand des Ultraschallwerkzeugs zu verlassen. Bei zwei oder mehreren synchronisierten Werkzeugen ist es möglich, die Lage ihrer Resonanzfrequenzen variabel zu verschieben, so dass alle Werkzeuge stets in dem leistungsmäßig idealen Resonanzpunkt arbeiten.

Den beispielhaften Aufbau eines stimmbaren Konverters zeigt Bild 1. Neben den Piezoelementen, die zur Schwingungsanregung verwendet werden („excitation elements“), befinden sich im Piezostapel zwei weitere Piezoscheiben („tuning elements“), mit deren Hilfe bei geeigneter elektrischer Beschaltung eine Veränderung der Resonanzfrequenz möglich wird.

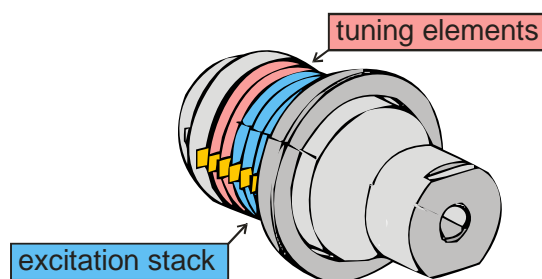


Bild 1: Ultraschallkonverter mit stimmbarer Eigenfrequenz

Bild 2 zeigt im linken Diagramm die Frequenzverschiebung bei Beschaltung der „tuning elements“ mit einem Rechtecksignal, welches die gleiche Grundfrequenz wie die aktuelle Resonanzfrequenz des Konverters besitzt, dessen Tastverhältnis („duty cycle“) aber variiert werden kann (s. rechtes Diagramm in Bild 2). Aufgrund des Effekts der „piezoelektrischen

Versteifung“ wechselt die momentane Steifigkeit des Systems hochfrequent zwischen den beiden Extremzuständen „Elektroden vollständig kurzgeschlossenen“ und „Elektroden vollständig offen“. Dadurch entsteht eine Resonanzfrequenz passend zur effektiv wirksamen Steifigkeit (die sich aus ihrem zeitlichen Mittel ergibt). Die Resonanzfrequenz kann also durch Veränderung des Tastverhältnisses elektronisch verändert werden („Stimmen“).

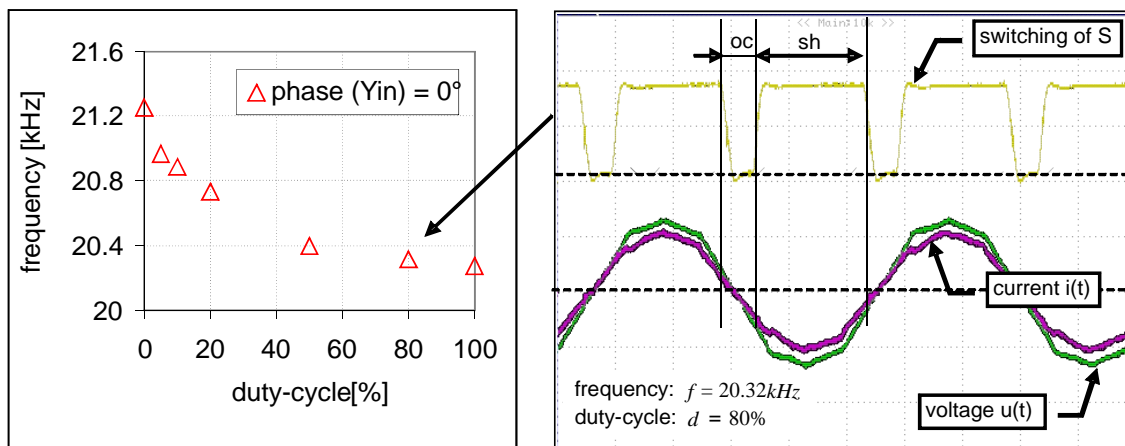


Bild 2: Gemessene Frequenzverschiebung an einem Laborprototypen

Kundennutzen

Bei Prozessen wie dem Ultraschall-Kunststoffschweißen (s. Bild 3) ist es üblich, dass mehrere Ultraschallkonverter parallel betrieben werden. Besonders wichtig ist eine genau kontrollierbare Resonanzfrequenz in derartigen Prozessen immer dann, wenn zwei oder mehrere Ultraschallwerkzeuge mit sehr geringer Dämpfung synchron bei der gleichen Frequenz betrieben werden sollen.

Die Verwendung eines online stimbaren Ultraschallkonverters, der die Resonanzfrequenzen der Werkzeuge stets synchronisiert, ermöglicht den Betrieb der beiden Werkzeuge mit einem einzigen Ultraschallgenerator – ohne dass eines der Werkzeuge außerhalb der Resonanz betrieben werden muss.

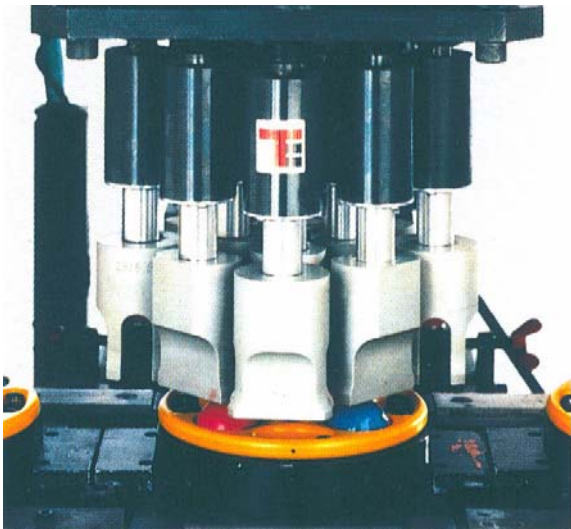


Bild 3: Ultraschallschweißen mit mehreren Ultraschallsonotroden in der industriellen Anwendung [Quelle: Telsonic Ultrasonics]

Produktnutzen

Die oben beschriebene Synchronisation zweier oder mehrerer Ultraschallwerkzeuge ist dann sinnvoll, wenn die Werkzeuge mit einem gemeinsamen elektrischen Ultraschallgenerator angesteuert werden sollen. Wenn die Resonanzfrequenzen der Werkzeuge nicht ideal gleich sind, muss anderenfalls mindestens eines von ihnen außerhalb der Resonanz betrieben werden, also in einem suboptimalen Betriebspunkt, in dem einerseits die Blindleistung nicht null ist und andererseits die Resonanzüberhöhung in der Admittanz nicht optimal genutzt werden kann. Das hat zur Folge, dass die Komponenten der Ansteuerungselektronik signifikant größer ausgeführt werden müssen, da die Ansteuerung mehr (Schein-) Leistung aufbringen muss als im Prozess umgesetzt wird. Durch Verwendung eines stimbaren Konverters entfällt dieser prinzipielle Nachteil.

In der Quarztechnik spielt das Stimmen der Frequenz eine besondere Rolle: Mit teils hohen Ultraschallfrequenzen betriebene Quarze (z. B. Stimmgabelquarze in Quarzuhren ca. 32

kHz, Quarze in Rechnerprozessoren 1 .. 100 *MHz*, s. Bild 4) werden durch parallel oder in Reihe geschaltete Kondensatoren exakt auf Frequenz gebracht (man bezeichnet dies als „Ziehen“ der Frequenz), wobei durch den Stimmvorgang z. B. solche Resonanzfrequenzverschiebungen ausgeglichen werden, die durch applikationsspezifische Einbausituationen entstehen. Durch den Einsatz online stimmbarer Quarze, die dann ihrerseits stimmbare Ultraschallkonverter darstellen, könnten hier auch solche Veränderungen ausgeglichen werden, die durch Umgebungseinflüsse nur zeitweilig oder erst nach einer gewissen Lebensdauer auftreten (z. B. Temperatur, Alterung).

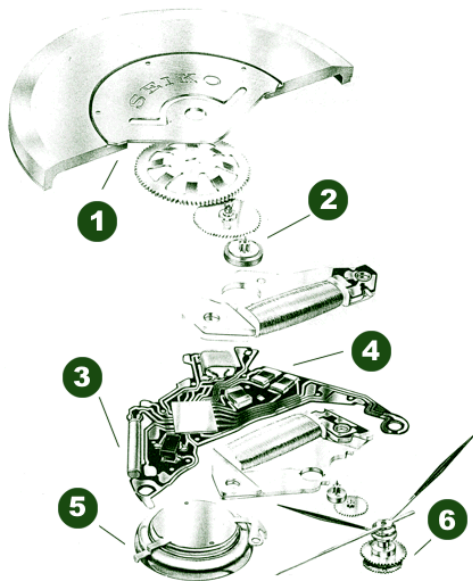


Bild 4: Die Quarzuhr ist wohl die bekannteste Anwendung, in der ein piezoelektrischer Schwingquarz den Takt vorgibt (Bauteil 3). [Quelle: Seiko]

Entwicklungsmöglichkeiten zu einer Produktfamilie

Da prinzipiell jedes in Resonanz betriebene piezoelektrische Ultraschallsystem mit dem beschriebenen Ansatz stimmbaar ausgeführt werden kann, bestehen vielfältige Möglichkeiten Produktfamilien zu entwerfen. Derartige Weiterentwicklungen hätten allerdings applikationsspezifisch zu erfolgen, daher kann dieser Aspekt in dieser Darstellung nicht pauschal betrachtet werden.

Projektstand

Die vorliegende Erfindung wurde in Form eines Laborprototyps aufgebaut und ihre grundsätzliche Funktionsweise wurde experimentell nachgewiesen (s. Diagramm in Bild 1). Sie wurde 2004 beim Deutschen Patent- und Markenamt zum Patent angemeldet (DE 10 2004 057 423 A1). Am 9.1.2008 erfolgte der Erteilungsbeschluss. Die Jahresgebühren wurden stets bezahlt.

Anhand von Simulationen wurde überdies abgeschätzt, wie weit sich die Bandbreite vergrößern lässt, wenn geeignete elektrische Maßnahmen getroffen werden.

Verwertungskonzept

Der Inhaber des Schutzrechts vergibt Lizenzen für alle oder einzelne vom Schutz erfasste Ausführungen des Konzepts „Stimmbarer Konverter“. Eine vollständige Veräußerung des Schutzrechts kommt ebenfalls in Betracht.

Zahlendarstellung

Das Ultraschall-Kunststoffschweißen ist ein gigantischer Markt: Ein mittelständiges deutsches Unternehmen mit ca. 150 Mitarbeitern, das auf die Entwicklung von entsprechenden Ultraschallschweißgeräten spezialisiert ist, gibt seinen Jahresumsatz mit 30 Millionen Euro an. Allein in Deutschland dürfte es ungefähr 10 Firmen in ähnlicher Größenordnung geben, deren Kernkompetenz das Ultraschallschweißen ist; dazu kommen viele spezialisierte Kleinfirmen sowie diverse Zulieferbetriebe für die Automobilindustrie, die das Ultraschallschweißen für ihre Massenanwendungen als einen von vielen Prozessen in eigenen Abteilungen perfektionieren, ohne sich damit in ihrer Außendarstellung zu positionieren.

Neben Kunststoffen werden in bestimmten Massenanwendungen auch Metalle verschweißt, so z. B. Kabelbäume im Kfz oder Solarthermieanlagen auf Hausdächern. Die Märkte sind riesig und im Falle der Solaranlagen auch stark wachsend.

Daneben gibt es z. B. im Bereich der Ultraschallakustik noch viele Ultraschallprozesse, die bisher kommerziell noch nicht im ganz großen Stil genutzt werden, dazu aber mittelfristig großes Potential besitzen. Dazu zählt beispielsweise die Ultraschallzerstäubung von Pulverlacken oder Metallschmelzen.

Schwingquarze als Taktgeber für PC-Prozessoren, Elektronikbaugruppen und Uhren sind aufgrund der massenhaften Verbreitung ein Markt, in dem jährlich hunderte von Millionen Euro umgesetzt werden.

Noch ist schwer abschätzbar, wie groß jeweils der Anteil der Anwendungen ist, bei denen die vorgeschlagene Erfindung tatsächlich unter allen Randbedingungen marktfähig sein wird, aber das Marktpotential ist auf jeden Fall sehr groß.

Kontakt

ATHENA
Technologie Beratung GmbH

Dr.-Ing. Walter Littmann
Technologiepark 13
33100 Paderborn

Tel. 0 52 51/ 3 90 6 5 60

Fax 0 52 51/ 3 90 6 5 63

E-Mail: walter.littmann@myATHENA.de



ATHENA

Technologie Beratung GmbH
Technologiepark 13
33100 Paderborn

Tel. (0 52 51) 3 90 65 60
Fax (0 52 51) 3 90 65 63

E-Mail: info@myATHENA.de
<http://www.myATHENA.de>