

Der Piezoelektrische Effekt

Hintergrund und Theorie

Der piezoelektrische Effekt wurde bereits 1880 von den Gebrütern Curie an natürlichen Kristallen entdeckt. Zu den damals bekannten piezoelektrischen Stoffen zählten Seignette-Salz und Turmalin. Die in den 30er Jahren unseres Jahrhunderts für die Herstellung von elektrischen Kondensatoren entwickelten ferroelektrischen Keramiken zeigen ebenfalls piezoelektrische Eigenschaften.

Gezielte Forschung und Materialentwicklung führte zu den heutigen piezokeramischen Werkstoffen mit hohem Wirkungsgrad und Variationsmöglichkeiten der Materialparameter in weiten Bereichen.

Piezoelektrischer Effekt

Wirkt auf einen piezoelektrischen Körper eine Kraft, so entstehen durch die dielektrische Verschiebung Oberflächenladungen und ein elektrisches Feld baut sich auf. An aufgebrachtten Elektroden kann dieses Feld als elektrische Spannung abgegriffen werden. Werden die Elektroden kurzgeschlossen, gleichen sich die Oberflächenladungen in Form eines Stromes aus.

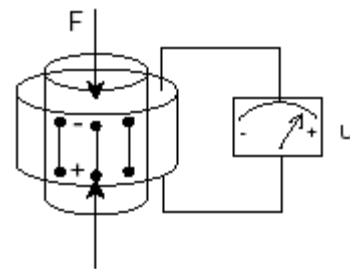


Abb. 1: Auftreten einer Spannung bei mechanischer Deformation

Reziproker Piezoelektrischer Effekt

Wirkt auf einen piezoelektrischen Körper ein elektrisches Feld, so verformt er sich, bzw. übt eine Kraft aus. Diese Umkehrung des Piezoeffektes wird als indirekter oder auch reziproker Piezoeffekt bezeichnet. In der Praxis wird der indirekte Piezoeffekt sowohl im statischen als auch im dynamischen Betrieb

genutzt. Das heißt man kann sowohl Gleichspannung als auch Wechselspannungen verschiedener Art anlegen.

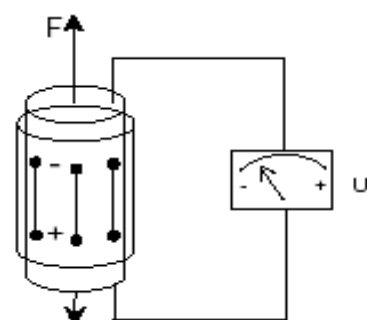


Abb 2: reziproker Piezo-elektrischer Effekt

Anwendungen

Piezoelektrischer Effekt:

- Zündelement (Erzeugung von Zündfunken, Feuerzeug)
- Taster zum netzunabhängigen Schalten
- Einbruchsmelder

Reziproker Piezoelektrischer Effekt:

- Hochpräzise Positioniereinheiten in verschiedenen Mikroskopen
- Erzeugung mechanischer Schwingungen:
 - Schwingquarz in Uhr
 - Erzeugung von Ultraschall (Verwendung für Einparkhilfen, Ultraschallmikroskopie)
- Druckertechnik (zur Positionierung)

Versuchsaufbau

In dem in Abb. 3 gezeigten Kästchen befinden sich ein Piezokristall zur Erzeugung eines Zündfunken, sowie für den zweiten Teil des Versuchs ein Schwingquarz, der mit Hilfe eines Funktionsgenerators (Wechselspannungsquelle) zu Schwingungen angeregt wird. Mit Hilfe des Oszilloskops kann man nun Ein- und Ausgangssignal untersuchen.

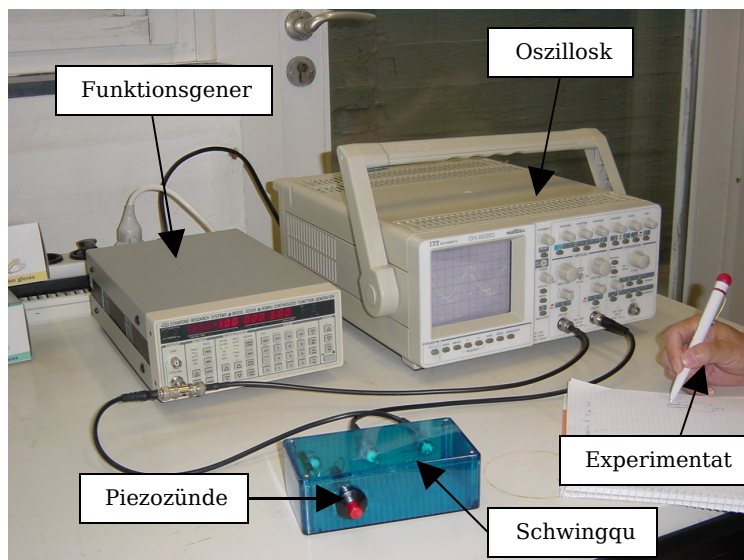


Abb. 3: Versuchsaufbau



Abb. 4: Piezozünder

Versuchsdurchführung

1. Teil: Piezoelektrischer Effekt

Beobachtung eines Zündfunken

Bei Drücken des Tasters entsteht ein Zündfunke (in unserem Falle mit einer Spannung von 15kV!), den man mit blosem Auge beobachten kann. Wir werden den erzeugten Funken mit Hilfe eines Speicheroszilloskops betrachten.

2. Teil: reziproker Piezoelektrischer Effekt

Aufnahme des Resonanzphänomens an einem Schwingquarz.

Wir legen in diesem Versuchsteil eine Wechselspannung an einen Schwingquarz an, der mit dem reziproken piezoelektrischen Effekt arbeitet. Wir betrachten mit unserem Oszilloskop die Ein- und Ausgangsspannung und sind so in der Lage zwei wichtige Phänomene, die in der Physik häufiger vorkommen, zu beobachten: Das Resonanzverhalten und die Phasenverschiebung. Außerdem wird der Umgang mit dem Oszilloskop erlernt.

Je nach zur Verfügung stehender Zeit werden Graphen in Abhängigkeit zur Eingangsfrequenz aufgenommen.

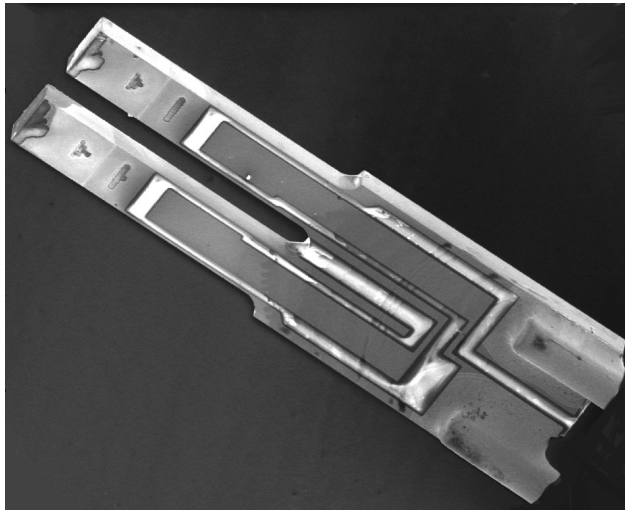


Abb. 5: Quarz mit aufgedampften Elektroden (stimmgabelähnliche Form) aus Abb.4 im Detail.

Literaturangaben

Gerthsen Physik, Springer Verlag