

SCHWINGQUARZE

1. EINFÜHRUNG

Die chemische Formel des reinen Quarzes ist SiO_2 (Siliziumdioxid). Die Erdkruste besteht zu 14% aus SiO_2 , doch kommt Quarz in der Form grösserer Monokristalle (Bergkristall) selten vor, die zur Herstellung von Schwingquarzen geeignet wären. Man züchtet deshalb zu diesem Zweck gleichmässig gewachsenen Quarz in Autoklaven unter einem Druck von ungefähr 1000 bar bei einer Temperatur bis max. + 500 C. in einer Zeit von ca. 8 Wochen.

2. Physikalische Wirkungsweise

Der Schwingquarz ist ein elektromechanischer Resonator, dessen Wirkungsweise auf dem physikalischen Phänomen der Piezoelektrizität beruht.

Druck gegen die Oberfläche eines Quarzmonokristalls ruft ein elektrisches Potential zwischen seinen Oberflächen hervor.

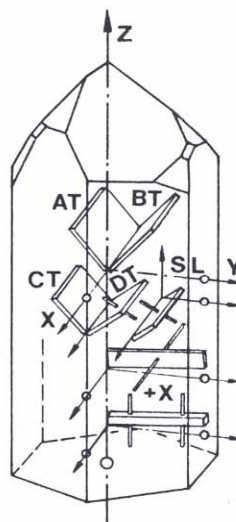
Und umgekehrt:

Ein elektrisches Potential angelegt an die Oberflächen desselben, ruft mechanische Deformationen (Zusammenpressung oder Dehnung) des Monokristalls in bestimmten Richtungen hervor.



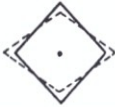
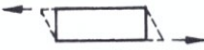
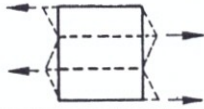
Um einen elektromechanischen Resonator zu bilden, schneidet man Stäbe oder Platten in bereits ermittelte Richtungen (Röntgen) des Quarzmonokristalls aus. Diese werden auf die Abmessungen für eine vorgesehene Resonanzfrequenz passend geschliffen, geläppt (Hochglanz polieren) und mit aufgedampften Metallelektroden (Silber) versehen. Ist das angelegte elektrische Potential eine Wechselspannung und ist die Frequenz der letzteren gleich der mechanischen Schwingfrequenz des monokristallinen Quarzkörpers, so tritt der Resonanzfall ein und der Quarzkörper stellt einen elektromechanischen Resonator dar.

3. Schwingungsarten, geometrische Formen, Schnittorientierung, Temperaturverhalten

Im wesentlichen bestimmt der Frequenzbereich die Schwingungsart eines Quarzresonators und die letztere ihrerseits lässt die dafür geeignete geometrische Form und Dimensionierung finden. Die jeweilige Schnittorientierung wird zum einen durch die günstige Temperatur- / Frequenzkurve des Quarzresonators mit mindestens einer Horizontaltangente festgelegt, zum andern durch die Richtung der wirksam Kräfte bestimmt. Eine Schnittorientierung mit ihren entsprechenden geometrischen Formen sind in der Abb. prinzipiell dargestellt.



Nachfolgende Tabelle zeigt die hauptsächlichsten Schwingquarzarten, die eine breite bis sehr breite (AT-Schnitt) technische Anwendung im jetzigen Zeitpunkt gefunden haben.

Schwingungsformen	Quarzschnitte
Biegungsschwinger 	XY'
Dehnungs- oder Längsschwinger 	X+5°
Flächenscherungsschwinger 	CT DT SL
Dickenschwinger im Grundton 	AT BT
Dickenschwinger im 3., 5., 7. oder 9. Oberton 	AT

4. Anwendung, Eigenschaften

4.1 Die breite Anwendung des Schwingquarzes in der Kommunikation-, Ortungs-, Mess- und Zeitmesstechnik, sowie in andern technischen Bereichen ist auf seine hervorragenden elektrischen Eigenschaften zurückzuführen.

4.2 Ein sehr hoher Gütefaktor „Q“ seiner Resonanzkurve.

$$Q = 25 \times 10^3 \text{ bis } 1,5 \times 10^6$$

Der durch kein anderes elektrisches oder elektromechanisches Resonanzgebilde erreicht wird.

4.3 Eine ausserordentliche hohe Kurz- und Langzeitstabilität seiner Frequenz, z.B.:

Kurzzeitstabilität: Δf unter $1:1 \times 10^{-9}$ bis $1:5 \times 10^{-11}$ innert 10 Sec.

Langzeitstabilität: Δf unter $1:1 \times 10^{-6}$ bis $1:2 \times 10^{-7}$ pro Jahr

4.4 Seine Temperatur/ Frequenz-Charakteristik, insbesondere von Quarzplatten des Schnittes „AT“, ermöglicht ohne Kompensation der ersteren die Realisierung einer guten Frequenzstabilität in verhältnismässig breiten Temperaturbereichen.

z.B. 0° C bis +50° C Δf 1: 5×10^{-6} bis $1:2 \times 10^{-6}$
 -10° C bis +60° C Δf 1: 10×10^{-6} bis $1:3 \times 10^{-6}$
 -20° C bis +70° C Δf 1: 15×10^{-6} bis $1:4 \times 10^{-6}$

4.5 Des weitern sind Quarze im AT-Schnitt gut kompensierbar und bei konstanter Temperatur am obern Umkehrpunkt sehr gut zu kontrollieren. Z.B Oscillatoren TCXO (Temperatur Compensated Crystal Oscillators) oder in Thermostaten (OCXO) Oven Controlled Crystal Oscillators) eine noch bessere Frequenzstabilität.

Zum Beispiel:

TCXOs

Temp.Bereich	Frequenzstabilität
0° C bis +50° C	Delta f = 1 ppm bis 0.5 ppm
10° C bis +60° C	= 2 ppm bis 0,5 ppm
20° C bis +70° C	= 3 ppm bis 1 ppm

OCXO

-0° C bis +60° C	= 0,1 ppm bis 0,005 ppm
-20° C bis +70° C	= 0,2 ppm bis 0,01 ppm
-35° C bis +85° C	= 0,3 ppm bis 0,02 ppm

ppm = Part per millions

4.6 Durch die grosse Frequenzstabilität, kann das Quarz gut nachgezogen werden, durch Seriekapazitäten und – kreise, zu Spannungsgesteuerten (Modulation) Oscillatoren. VCXO = kann bis zu einem Frequenzhub von plus/minus 20 ppm bis 300 ppm erreicht werden. Wenn die nachfolgende Verdoppelung gerechnet wir kann ein Frequenzhub bis 9 KHz bei UHF erreicht werden. (Verdoppelung von 32) Wenn die Modulation direkt am Quarzoszillator anliegt. Ebenso muss eine Ziehbarkeit zur genauen Einstellung der Frequenz da sein, die auch bei der Alterung des Quarzes ausgeglichen werden muss.

5. Für den Amateurfunker ist auch die Berechnung eines Quarzes wichtig.

Empfänger: Die Regel beim Empfänger einen Quarz zu rechnen ist: Mann hat die Angaben des Herstellers. Art der ZF, wichtig ist **die 1 erste ZF** für die Bestimmung der Antennenfrequenz **Mischquarze sind in der ZF.** die den Quarz bestimmt. Es können folgende Frequenzen sein: 455 KHz 10,7MHz und 21,4 MHz natürlich gibt es noch andere. Also angenommen bei einer ZF von 10,7 und einem Vervielfachungsfaktor Von 9 wird der Quarz nach folgender Formel gerechnet.

f-Antenne minus (kann auch plus sein) ZF-Frequenz durch 9 = Qf

Weitere Angaben müssen die **Bürde** (Parallelkapazität im Kreis) sein und die **Resonanzart** (Serie oder Parallel) die **Frequenzstabilität** sowie der **Temperaturbereich** und **Abstimmtoleranz**. Dann noch **Grundwelle** oder **Oberwellen** Quarz. Natürlich kann auch das gewünschte Gehäuse berücksichtigt werden sofern der Quarz nicht zu gros (NF) ist um in ein kleines Gehäuse gepackt zu werden. Gehäusearten mit Steckanschluss oder Lötdrähten.

Sender: Verhält sich im Allgemeinen gleich, nur muss da nicht eine ZF ab oder zu gerechnet werden.

f-Antenne durch den Vervielfachungsfaktor = Qf (Quarzfrequenz)

Die Angaben für Bestellungen sollen nach obigen Muster erstellt sein. Bei Unklarheiten einen Musterquarz welcher läuft (anderer Frequenz.) schicken. Über Quarze gibt es noch viele zu erzählen jedoch ist der Stoff zu umfangreich.