

Messung von Lumineszenz-Abklingzeiten im Bereich $10^{-8} \dots 10^{-4}$ sec bei optischer Anregung

Von HARTWIG BLUME

Physikalisches Institut der Universität Freiburg i. Brsg.
(Z. Naturforschg. 15 a, 743 [1960]; eingegangen am 30. Juli 1960)

Abklingzeiten optisch angeregter Lumineszenz lassen sich mit mechanischen Lichtmodulatoren nur bis etwa 10^{-5} sec herunter messen. Der Bereich zwischen $10^{-7} \dots 10^{-10}$ sec ist mit den Ultraschallfluorometern, wie sie von MAERCKS¹ und von HANLE, KOTSCHAK, SCHARMANN² und anderen beschrieben wurden, zugänglich. Eine Abklingzeitmessung im dazwischen liegenden Intervall von $10^{-7} \dots 10^{-5}$ sec ist einerseits mit mechanischen Mitteln wegen der erforderlichen hohen Schaltfrequenz nur schwer durchführbar und andererseits mit Ultraschallfluorometern wohl nur mit großem experimentellem Aufwand möglich. Denn für Abklingzeitmessungen in diesem Bereich benötigt man eine Modulationsfrequenz von einigen 10^5 Hz. Aus dem Beugungsbild des dazugehörigen Ultraschallgitters ist dann aber die nullte Ordnung von den höheren nur bei außerordentlich kleinen Spaltbreiten oder sehr großen Abbildungsverhältnissen zu trennen.

In dem von uns aufgebauten Lichtmodulator wird nun im Unterschied zu dem oben zitierten eine *laufende, modulierte* Ultraschallwelle und damit ein *fortschreitendes* Beugungsgitter mit der entsprechenden Dichteverteilung erzeugt. Abb. 1 zeigt die Spannung am Schwingquarz. Bei einer Ultraschallfrequenz von 8 MHz entsteht auch bei kurzbrennweitiger Optik und relativ großen Spaltbreiten ein gut trennbares Beugungsbild, dessen Intensität zunächst noch unmoduliert ist, wenn die Länge der vom Licht durchstrahlten Flüssigkeit groß ist gegen die Länge einer einzelnen „Wellengruppe“ in der Flüssigkeit. Stellt man nun in den parallelen Strahlengang vor die Ultraschallzelle ein Strichgitter, dessen lichtdurchlässige und lichtundurchlässige Streifen die Breite einer solchen Wellengruppe haben, also eine Art „Lattenzaun“, so sind die Ordnungen des Beugungsbildes mit der Folgefrequenz (hier 500 kHz) dieser Wellengruppen intensitätsmoduliert. Dem durch die

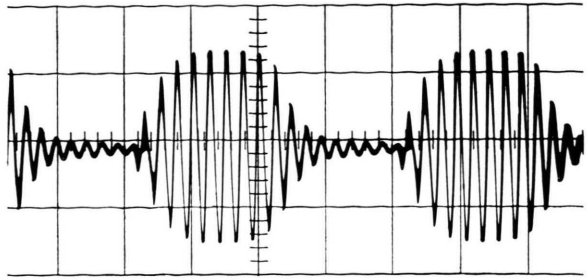


Abb. 1. Spannung am Schwingquarz.

lichtdurchlässigen Streifen des Strichgitters gestrahlten Licht bietet sich nämlich ein kommendes und wieder gehendes Beugungsgitter dar.

Aus dem Beugungsbild wird die nullte Ordnung ausgeblendet und mit ihr der Leuchtstoff angeregt. Bei der gewählten Spannung am Quarz und den vorliegenden Spaltbreiten konnte leicht ein Modulationsgrad von 50% erzielt werden.

Zur Bestimmung von Abklingzeiten wird sowohl das anregende Licht als auch das Fluoreszenzlicht mit einem Sekundärelektronenvervielfacher aufgenommen und die Phasenverschiebung zwischen beiden durch Darstellung der entsprechenden Spannungen mit einem Zweikathodenstrahloszillographen gemessen.

Mit dem Fluorometer können bei einer Phasenmeßmöglichkeit von $5 \dots 85^\circ$ und der 500 kHz-Modulation Abklingzeiten von $2,8 \cdot 10^{-8}$ bis $3,2 \cdot 10^{-6}$ sec gemessen werden. Durch Änderung der Modulationsfrequenz und dazu passender Änderung der Gitterkonstante des „Lattenzauns“ — z. B. durch Neigung desselben im Strahlenbündel — kann der Meßbereich nach beiden Seiten erweitert werden.

Die absolute Meßgenauigkeit wird für mittlere Phasenwinkel auf ca. 10% geschätzt. Über Meßergebnisse soll an anderer Stelle berichtet werden.

Danken möchte ich besonders meinem Lehrer, Herrn Prof. Dr. P. BRAUER, für Ratschläge und Diskussionen, Herrn Prof. Dr. A. KAROLUS für die Ausleihung einer Ultraschallzelle für Voruntersuchungen und Herrn Dr. D. FRIES für Diskussionen.

¹ O. MAERCKS, Z. Phys. 109, 685 [1938].

² W. HANLE, O. KOTSCHAK u. A. SCHARMANN, Z. Naturforschg. 6 a, 202 [1951].

