

1 Teori

Diffraction af lydbølge

Når en bølge af lys eller lyd propagerer igennem snævre åbninger på størrelse med bølgelængden, vil bølgen spredes i mønstre bestemt ud fra bølgeegenskaber som destruktiv og konstruktiv interferens. Dette bølgefænomen kaldes diffraction, og er grundlæggende for denne rapport. Ved

Akusto-Optisk Modulator

En akusto-optisk modulator, består af en Piezo Elektrisk Transducer (PZT), en gennemsigtig krystal og en akustisk absorber. Fra PZT'en genereres mekaniske vibrationer som propagerer longitudinelt op gennem krystallen som en lydbølge. Derfor vil der i krystallen være en tidsafhængig tæthedsfunktion (fra trykbølgen), og som konsekvens et moduleret brydningsindeks givet ved,

$$n(x, t) = n_0 + \Delta n \cos(k_s x - \omega t). \quad (1)$$

Resultatet af en lydbølge i et transparent medie er denne tæthedsfunktion, hvor n_0 er den uforstyrret brydningsindekset, ω er vinkelfrekvensen, $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ er bølgetallet for lydbølgen og Δn er variationen af amplituden i det brydningsindekset, genereret af lydbølgen.

Det er denne rejsende variation i krystallets tæthed, som skal fungere som diffraktionsgitter for den indkommende laser. Sidstnævnte absorber har til formål at absorbere størstedelen af lydbølgen, så der ikke vil reflekteres energi tilbage i krystallen.

Den genererede brydningsindeks giver anledning til et diffraktionsgitter som rejser med lydens hastighed i krystallet som medie. Lys som propagerer igennem det transparente materiale vil diffraktere grundet denne genererede brydningsindeks. Derfor forventes et diffraktionsmønster såfremt man stiller en skærm i en vis afstand fra AOM'en.

Her gælder de konventionelle formler for konstruktiv interferens ved vinkler

$$d \sin \theta_m = m\lambda, \quad (2)$$

$$f_n = f_0 \pm n f_s, \quad n = 0, \pm 1, \pm 2, \dots \quad (3)$$

hvor f_0 er den upåvirkede frekvens, f_s er lydens frekvens og n er den valgte orden.

Regimer

Når lys diffrakteres af en lydbølge med en enkelt frekvens, vil der være to diffractionstyper. Raman-Nath og Bragg Diffraction.

Raman-Nath diffraction observeres ved lave lydfrekvenser (omkring 10 MHz og smal bredde for den akusto-optiske interaktioner (bredden af krystallen). Denne type sker for vilkårlige indfaldsvinkler.

Bragg diffraction vil modsat være ved høj lydfrekvens (omkring 100 MHz). For Bragg diffraction vil der primært være to diffraktions maksima, nulte og første orden.

For at skelne de to regimer bruges betingelsesværdien $Q \gg 1$ og $Q \ll 1$ respektivt for hhv. Bragg og Raman-Nath. Her er Q Klein-Cook parameteren givet ved

$$Q = \frac{2\pi\lambda L f^2}{nv^2} = \frac{2\pi\lambda L}{n\lambda_s^2} \quad (4)$$

I forsøget vil det primært bruges første orden $n = 1$, hvorfor Bragg-regimet er ønsket, da der her er mindst effekt-tab i laserstrålen. Bragg-diffraction præger dog forsøget med sine betingelser for en specifik vidde af frekvenser, og dermed også lydens hastighed.