

DOPS Profil: Dansk Institut for Fundamental Metrologi

Optisk metrologi

Jes Henningsen

Dansk Institut for Fundamental Metrologi
Anker Engelunds Vej 1
DK-2800 Lyngby

Lys, og i særdeleshed laserlys, har en række egenskaber, der gør det til et uovertruffent redskab i moderne metrologi. Før 1960, var de nøjagtigste længdemålinger afhængige af visuel iagttagelse af mikroskopisk tynde streger på målestokke. Den fundamentale begrænsning i nøjagtighed var givet ved at man simpelthen ikke kan se streger, der er tyndere end en lysbølgelængde, og man var derfor principielt ude af stand til at komme under en relativ nøjagtighed på ca. 10^{-7} . I laserinterferometri er nøjagtigheden begrænset af hvor lille en brøkdel af en stående lysbølges periode man kan registrere, og det afhænger udelukkende af hvor frekvensstabil laseren kan gøres. I artiklen "*Realisering af meteren ved frekvensstabile lasere*" fortæller Harald Simonsen om hvordan man med diodelasere, hvis frekvens er låst til overgange i iodmolekylet, i dag kan opnå en relativ nøjagtighed på 10^{-12} , og sammen med Jan W. Thomsen fra Niels Bohr Institutet fortæller han i artiklen "*Ultrapræcise ure med kolde atomer*" om hvordan tidsmålinger med en relativ nøjagtighed på omkring 10^{-15} er inden for rækkevidde ved stabilisering til et ensemble af magniumatomer, der er laserkølet til en temperatur på nogle få mK. I mere industrinær sammenhæng anvendes lys til længdemålinger i forbindelse med trekoordinat målemaskiner, hvor et optisk målehoved muliggør en berøringsfri udmåling af komplicerede emners geometri. Om dette fortæller Hans Nørgaard Hansen i artiklen "*Optisk koordinatmåling*".

I ovennævnte eksempler anvendes lyset som værktøj i metrologiske problemstillinger, der ikke principielt har noget at gøre med lys. Men lyset er også i sig selv det centrale i en række vigtige tekniske felter, og i denne forbindelse refererer betegnelsen optisk metrologi til den måleteknik, der her er nødvendig for at karakterisere og kontrollere lyset. Et eksempel er kommunikation, der i dag i stor udstrækning er baseret på lasersignaler, der transmitteres i optiske fibre. Karakteriseringen af optiske fibre kræver meget nøjagtige målinger af optisk effekt, og i artiklen "*Optisk radiometri*" fortæller Jan C. Petersen om hvordan man knytter bestemmelse af lasereffekt ved de infrarøde bølgelængder, der anvendes til kommunikation, til SI systemets ultimative realisering af enheden Watt gennem Josephson effekten og den kvantiserede Hall effekt. Og han fortæller om planer for at forbedre nøjagtigheden i effektmålinger i det ultraviolette område,

hvor behovet især udløses af de sundhedsmæssige aspekter i forbindelse med eksponering af huden for UV stråling.

En anden problemstilling er aktuell i forbindelse med den optiske kommunikationsteknik, der maksimerer transmissionskapaciteten af en optisk fiber ved at sende mange signaler samtidig på forskellige bølgelængder. Nøjagtig kontrol af bølgelængden er afgørende for at undgå interferens, og i artiklen "*Molekyler som bølgelængdenormaler*" fortæller om hvordan man kan udnytte molekyler som acetylen og cyanbrinte til at give de uforanderlige referencepunkter, der muliggør denne kontrol.

Et nyt område, hvor optikken er ved at finde fodfæste, er den kemiske metrologi, specielt gasanalyse. Her udnytter man gennem såvel laserspektroskopi som Fouriertransform spektroskopi at det infrarøde absorptionsspektrum er en unik signatur for det pågældende molekyle, og i artiklen "*Monitering med diodelaser og fourier transform spektroskopi*" fortæller om hvordan laserlys, der er afstemt til en karakteristisk absorptionslinie, kan benyttes såvel til identifikation, som til kvantitativ bestemmelse af molekylet, når det er til stede i en gasblanding. Lyskilderne er de samme diodelasere, som anvendes i optisk kommunikation, og DFMs arbejde inden for dette område er især motiveret af de stadigt stigende behov for overvågning af miljøet, og af de alvorlige konsekvenser, der kan følge af fejlagtige målinger.

Til sin forskning inden for fundamental metrologi modtager DFM som godkendt teknologisk serviceinstitut støtte fra Erhvervsfremme Styrelsen i form af basismidler. DFMs forskning inden for optisk metrologi sker endvidere i samarbejde med en række partnere i ind- og udland. Af industrivirksomheder kan nævnes IONAS A/S, hvor temaet er anvendelse af fiberlasere som alternativ til diodelasere, og DSC Communications A/S, hvor samarbejdet fokuserer på radiometri. På den hjemlige front kan endvidere nævnes såvel Kemisk Institut som Niels Bohr Institutet ved Københavns Universitet, og et samarbejde med det nyetablerede COM center og med DTU er under opbygning. Internationalt er de vigtigste partnere det internationale måleinstitut BIPM i Paris, og forskellige landes nationale måleinstitutioner, heriblandt især det britiske National Physical Laboratory og det tyske Physikalisch Technische Bundesanstalt.