

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt die Entwicklung, Realisierung und Charakterisierung eines TES-Bolometers für die THz-Metrologie. Fourier-Transform Spektroskopie und THz-Radiometrie auf höchstem metrologischen Niveau fordern insbesondere eine hohen Linearität als auch einen frequenzunabhängigen Absorptionsgrad des Bolometers in einem Spektralbereich von 0,1 THz bis 3 THz (bzw. 3 mm bis 0,1 mm).

Absorber mit mikrostrukturierten Metalloberflächen mit Strukturgrößen deutlich kleiner als die relevanten Wellenlängen wurden lithographisch hergestellt. Deren spektraler Absorptionsgrad wurde experimentell bestimmt sowie durch analytische und numerische Modelle beschrieben. Dabei wurde ein Verfahren zur Korrektur systematischer Messfehler entwickelt, das zudem Anwendung in der weltweit erstmaligen Etablierung einer THz-Leistungsskala an einem nationalen Metrologieinstitut fand.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Dimensionierung und Charakterisierung supraleitender Thermistoren (TES). Deren Auslegung berücksichtigte die hohen Anforderungen an die Linearität des TES-Bolometers.

Ein dritter Schwerpunkt der Arbeit war der Aufbau eines Prototypen und dessen Charakterisierung. Dafür wurde ein TES-Bolometer vollständig lithographisch hergestellt und aufgebaut. Die Eigenschaften des Prototypen wurden anschließend durch elektrische und optische Messungen charakterisiert. Um den hohen erreichten Dynamikbereich des Bolometers von mehr als vier Größenordnungen darzustellen, konnte die hohe Dynamik der Metrology Light Source, dem Elektronenspeicherring der PTB, erfolgreich genutzt werden. Die Eignung des TES-Bolometers als Detektor für die Fourier-Transform Spektroskopie wurde dabei durch eine erste metrologische Anwendung erfolgreich demonstriert.

Summary

This thesis describes the development, realization and characterization of a TES-bolometer for THz-metrology. Fourier-transform spectroscopy and THz radiometry at the highest metrological level demand in particular a high linearity and a frequency-independent absorptance of the bolometer in a spectral range from 0.1 THz to 3 THz (or 3 mm to 0.1 mm).

Microstructured metal mesh absorbers with structure sizes much smaller than the wavelengths of interest were produced lithographically. Their spectral absorptance was determined experimentally and described by analytical and numerical models. A method for correcting systematic errors in the measurement was developed, which also found application in the world's first establishment of a THz power scale at a national metrology institute.

Another focus was the design and characterization of superconducting thermistors (TES). Their design took into account the high demands on the linearity of the TES bolometer.

A third focus of the work was to build a prototype and its characterization. A TES bolometer was prepared entirely by lithography and developed into a functioning detector system. The characteristics of the prototyp was pointed out by electrical and optical measurements. To illustrate the high dynamic range of more than four orders of magnitude, the high dynamics of the Metrology Light Source, the electron storage ring of PTB, were used successfully. The suitability of the TES-bolometer as a detector for Fourier-transform spectroscopy has been successfully demonstrated by a first metrological application.