

レーザー干渉・CTによる燃焼温度の空間分布計測

Interferometric Tomography Measurement of
Spatial Temperature Distribution
in Combustion Flame

佐藤誠四郎

平成3年12月

応用物理学会 光波センシング技術研究会
第8回光波センシング技術研究会講演論文集

燃焼のような非定常現象では、瞬時における分布計測の重要性は論をまたない。これはポイント測定に基づいた結果は、多くの場合平均値的なものとなり、誤った推論を導くおそれがあるからである。近年、エンジンや燃焼機器の性能向上にともない、より高度な現象の理解と高性能機器の開発のため、高精度、高信頼度で情報量の多い計測法が要求されている。

一般にエンジンや燃焼機器の燃焼解析には、火炎内の温度、流速、化学種濃度およびこれらの分布、時間変動量などの計測が必要である。このため、最近のレーザー、撮像管およびデータ処理技術などの進歩を背景として、レーザー応用計測が用いられ、レーザー分光法など主に1点の計測だったものが、瞬時における2次元計測が可能となり、1点の計測法を強力に補間する方法として有力なツールとなっている。

このように現象をまず2次元的にとらえイメージとして把握することが重要とされるが、最終的には燃焼中での諸量の三次元的な現象の理解が必要なことはいうまでもない。

干渉法による燃焼温度の測定では、局所の値と同時に広い範囲の空間的な分布の形状とか広がりのような、全体の情報を非接触で得ることができるので、1点の計測の場合と同様に2次元計測法の補間法として、現象などの解明に有力な手法になると考えられる。

本稿では、燃焼で最も基本的な火炎温度測定法をとりあげ、レーザー干渉法と計算機トモグラフィ(Computed Tomography、CT)を用いた温度の三次元空間分布測定法について、測定原理、多方向干渉光学系、測定例としてバーナからの層流火炎、乱流火炎の結果などを述べたものである。

デュアルプレート・フーリエ変換法による
火炎温度計測Measurement of Flame Temperature
Distributions by Dual Plate Fourier Transform
Interferometry

佐藤誠四郎、熊倉孝尚

平成4年3月

第39回応用物理学会連合講演会講演予稿集

フーリエ変換干渉法は、従来のホログラフィ干渉法などの測定精度の向上、干渉縞のデータ処理の自動化のために提案されている高精度干渉法の一つであり、近年のコンピュータによるデータ処理能力の向上によって噴流の濃度分布などの流体計測や、モアレ縞の解析による物体の変位、変形測定などに用いられるようになっていく。

本研究では、干渉CTを用いた火炎温度測定のため、フーリエ変換干渉法の新しい処理方法を提案し、データ処理が簡略化され自動化が容易になることを示したものである。

まず従来の干渉縞にキャリア周波数(搬送周波数)と呼ばれる等間隔の縦縞を加えることによって変調した干渉像とキャリアのみの像を、別々に2枚の乾板に記録し、この2つの像を基に干渉縞の位相を抽出する方法である。フーリエ変換法の処理には2つのデータについて、変調した干渉像とキャリア像の、ある線上の同じ範囲を取込み、スペクトル計算、信号部分のフィルタリング、逆フーリエ変換法などを全く同じに行い、それぞれ抽出した位相の差引を行なって求める。

本方法によりこれまで必要であったキャリア周波数のチェックおよびフィルタリング範囲を厳密に行なう必要がなく、また初期位相による誤差も同時に除かれ、干渉縞の自動処理が容易となる。

変調した像とキャリアのみの像の撮影方法について述べている。