

申請年月日	1991年12月19日	申請者氏名	浅野有一郎
論文要旨	レーザを用いたインプロセス形状測定技術の研究		

産業計測において最も重要な位置を占める分野の一つは、インプロセスあるいはオンラインでの形状測定である。本論文では、これまで実用化が困難とされてきた極めて厳しい測定環境条件の下にある測定対象に対して、新たにレーザ光を主な手段とした光学的測定手法を適用し、従来にない高精度かつ安定な形状測定を可能とする新技術の研究成果について述べた。

本研究では形状測定の性格を、①可視光波長に較べ充分大きい測定領域を対象とするマクロ形状の測定、②可視光波長と同程度の測定領域を対象とするマイクロ形状の測定、③気体など低密度物質の密度分布形状の測定、の3種に分類し、これらに適合する光学的基本測定方法として、各々、①幾何光学的方法、②波動光学的方法、および③分光学的方法を用いた。

他方、具体的測定対象については、最も過酷な測定条件を強いられるものとして、上記①に対しては高炉内原料面形状の測定を、②に対しては圧延走行中の鋼板の表面粗度測定を、③に対してはプラズマCVD (Chemical Vapor Deposition) プロセス中の極低濃度ラジカル分布形状の測定を選定した。高炉は高温かつ高圧の閉空間で、炉内空間中には高密度の微粒子(粉塵等)が浮遊しており、高炉内部に投入、積層された原料のストック面形状を広範囲にわたり高精度かつ迅速に測定することは極めて困難な課題であった。ここでは、時々刻々と変動する高炉内部状態に対し、測定系の各パラメータを最適化しながら、高精度、迅速な測定を安定的に行うための基本技術を研究、開発した。圧延中の鋼板表面粗度測定については、表面プロフィールの振幅情報と周波数情報の両者を同時に μm 以下の測定精度でリアルタイム測定することが要請され、本研究ではこれを実現するために、粗面の統計的性質、光散乱特性、測定値のばらつき、の3者の定量的関係を初めて明らかにした。プラズマ放電中のラジカル分布形状の測定については、光学的に透明に近い低密度気体(1 cm^3 中の原子または分子数が $10^{11}\sim 10^{14}$ 個)の分布状態を、高い空間分解能で無侵襲(in-situ)に測定することが求められる。ここでは、

アモルファスシリコン薄膜の生成プロセスで生じる代表的ラジカルであるS i Hを測定対象として選び、電子的基底状態にあるものに対してはレーザ誘起蛍光法 (Laser Induced Fluorescence, LIF)を、また電子的励起状態にあるものに対しては発光分光法 (Optical Emission Spectroscopy, OES) と測定結果へのA b e l 逆変換を適用し、薄膜生成基板表面付近のラジカル密度分布を、従来にない高い精度と3次元空間分解能で相対密度の測定を行った。

本研究は、工業計測においてしばしば必要とされるマイクロおよびマクロの物体表面形状測定、さらにガス等の低密度物質の密度分布形状測定について、測定条件のとりわけ厳しい上記3種の典型的工業プロセスを対象に、レーザ光を用いた新しい非接触インプロセス測定技術を提供するものである。これらの研究成果は、現状の多くの類似した工業プロセスに広汎く適用可能であり、レーザ応用による非接触形状測定のための実用システムの設計、開発に技術的根拠を与えるものである。

以上