



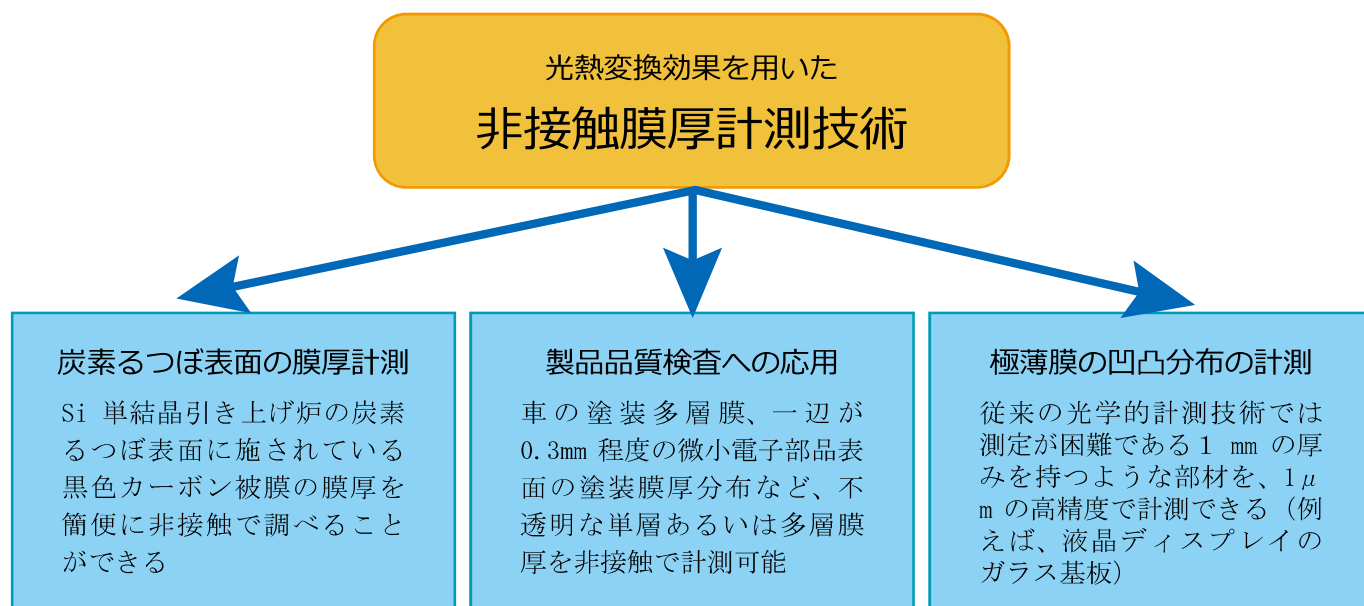
光熱変換効果を用いた 不透明多層膜厚の非接触計測技術

創造工学部 創造工学科 教授 石丸 伊知郎

研究シーズの概要

われわれは、測定対象の材質に寄らない、極めて汎用性の高い多層膜厚の計測手法の研究開発に取り組んでいます。

われわれが提案する方法は、光熱変換効果を応用しており、従来技術では高精度の測定が困難であった計測範囲が $10\mu\text{m} \sim 10\text{mm}$ 程度の不透明な単層膜や多層膜の非接触計測を実現します。また、液晶ディスプレイのガラス基板のように、可視光領域では透明であっても、厚みが 1mm 程度であり、従来の光学的手法では計測困難であった計測対象にも適用可能です。また、一辺が数百 μm 程度の極微小領域での膜厚分布計測を行うことができます。



炭素るつぼ表面の膜厚計測

Si 単結晶引き上げ炉の炭素るつぼ表面に施されている黒色カーボン被膜の膜厚を簡便に非接触で調べることができる

製品品質検査への応用

車の塗装多層膜、一辺が 0.3mm 程度の微小電子部品表面の塗装膜厚分布など、不透明な単層あるいは多層膜厚を非接触で計測可能

極薄膜の凹凸分布の計測

従来の光学的計測技術では測定が困難である 1mm の厚みを持つような部材を、 $1\mu\text{m}$ の高精度で計測できる（例えば、液晶ディスプレイのガラス基板）

【利用が見込まれる分野】 不透明の単層膜や多層構造膜の膜厚を非破壊方式で計測を必要とする分野への応用

研究者プロフィール

石丸 伊知郎 / イシマル イチロウ



メールアドレス ishimaru.ichiro@kagawa-u.ac.jp
 所属学部等 創造工学部 創造工学科
 所属専攻 機械システムコース
 職位 教授
 学位 博士（工学）
 研究キーワード 精密計測技術、レーザ技術、超音波技術、光熱変換分光法

問い合わせ番号：EN-04-006

本研究に関するお問い合わせは、香川大学産学連携・知的財産センターまで
 直通電話番号：087-832-1672 メールアドレス：ccip-c@kagawa-u.ac.jp

本技術の特徴と計測原理

本技術では、パルス状の光を膜表面に照射し、膜表面に吸収された光エネルギーが熱に変換されることにより励起される多様な周波数を持つ超音波を計測音源として用います。この励起された超音波の内、膜厚に依存した共振周波数成分が選択的に残ることから、この共振周波数から膜厚の算出を行います。

本手法においては、膜表面そのものが超音波音源となる為、音響インピーダンスを合わせることなく、MHz オーダーの高周波超音波を試料内部に入射することが可能です。特に、光源に紫外線（例えば ArF レーザ：波長 193nm）を用いることで、フッ化カルシウムなどの特殊な一部の物質を除き、ほとんどの物質を不透明体として扱うことができるため、これまで測定が困難であった液晶ディスプレイのガラス基板などの膜厚計測が実現します。本手法は、極めて汎用性の高い膜厚計測であるばかりでなく、集光することにより光照射領域を数 μm 程度に限定できるため、極微小領域での膜厚分布の計測も実施することができます。

本手法では、図 1 に示すように、半値幅が数十 nsec. 程度のパルスレーザを試料表面に照射します。不透明膜の場合、膜表面で光エネルギーは吸収され、熱エネルギーに変換されます。その結果生じる熱伸縮により膜内部を弾性波が伝搬します。この照射時間が短いほどデルタ関数に近い為、様々な周波数成分を含有する弾性波を一度に励起したことになります。この励起超音波の内、音響インピーダンスの界面間で共振した周波数成分が、選択的に残ります。この共振周波数と膜内の音速から、図 2 に示すように、膜厚を算出することができます。

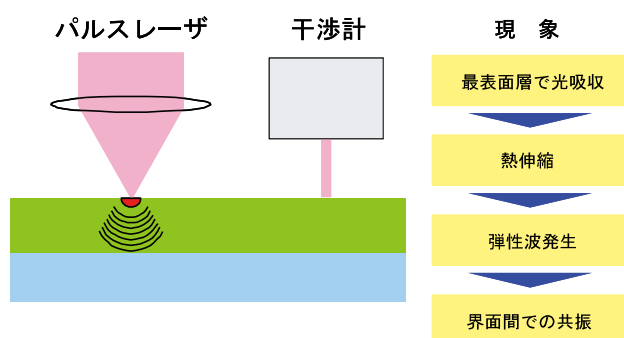


図 1 装置の構成と光熱変換効果

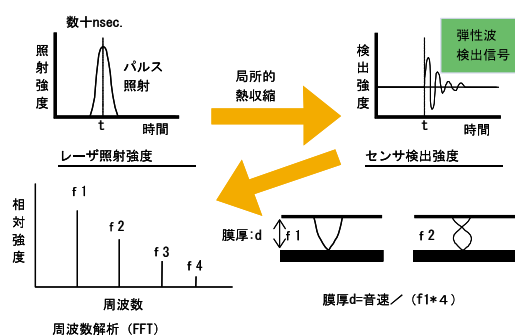


図 2 膜厚の算出

関連特許：特許第 4106400 号「厚さ計測装置および厚さ計測方法」

研究室の紹介

我々の研究室では、光や超音波を用いた計測技術に関して、次のようなテーマについて研究を進めています。

- (1) 単一細胞分光トモグラフィ
癌の超早期発見補助を目的とした、直径 10 ミクロン程度の微小球体である生きたままの単一細胞の断層像を取得する技術です。
- (2) 高光子による微細加工／評価技術
高いエネルギーを有する光子（光子）を用いた熱溶解レス・レーザアブレーション技術や、内部残留応力計測技術です。
- (3) 飛翔体の非接触回転計測技術
ドップラー効果を用いてボール等の回転速度を手軽に計測する技術です。
- (4) 6 自由度位置姿勢計測技術
数十ミリ程度のコンパクトな計測装置で水平移動変位、傾き量など 6 軸の計測を同時に行う手法です。