

新しい精密計測ツールとしての中赤外レーザーの開発

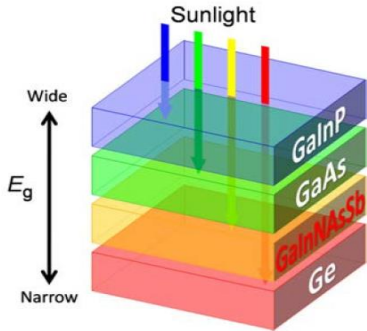
研究の目的

物質の内部構造の観察や可視光では見えない物質を精密に計測するための赤外線レーザー(光周波数コム)の開発

赤外線レーザー(光周波数コム)の応用例

タンデム型太陽電池※

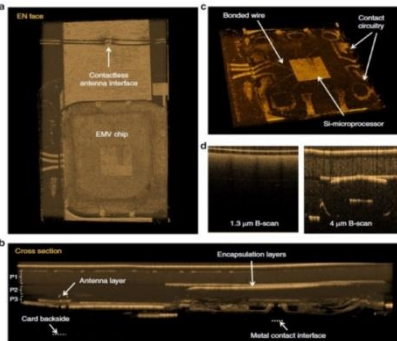
※異なる波長の光をエネルギーに変換する層を重ねることで、エネルギー変換効率を高めた太陽電池



赤外域に広い波長帯域を有する赤外線レーザーによって、材料の欠陥や歪み、応力集中等の情報を各層毎に取得する。

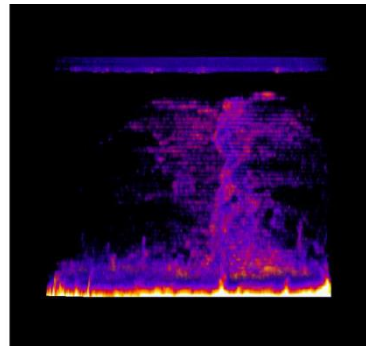
<http://mbe.rcast.u-tokyo.ac.jp/>

高散乱表面形状を有する物体の内部構造測定



Niels M. Israelsen et al. Light: Science & Applications (2019) 8:11

加工中物質の内部(サブサーフェス領域)観察



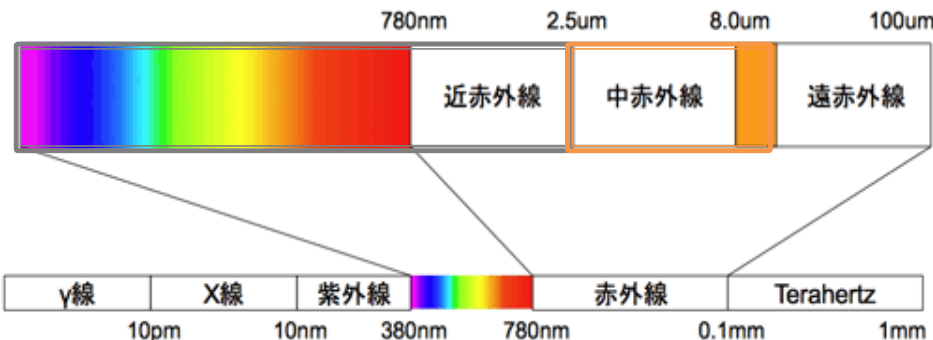
J. Neuport, Optics express, vol. 17, No. 5 (2009) 3543-3554

可視光では散乱により内部を透過することができない物体の内部を、赤外線レーザーを用いることで観察する。

セラミック等を透過する赤外線レーザーにより、加工中の物質内部の応力分布等を観察する。

赤外線とは

光は電磁波の一種であり、その波長によって以下の様に分類される。



可視域: 400–800 nm

近赤外域: 800 nm–2.5 μm

中～遠赤外域: 2.5 μm ~

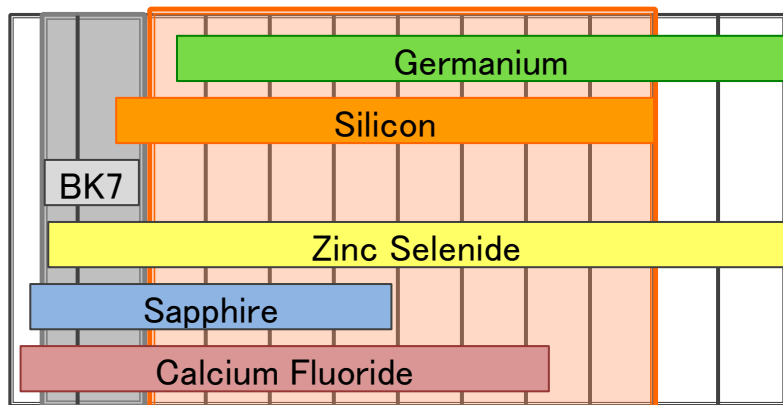
<http://www.vision-sensing.jp/technology.html>

従来の精密計測用レーザー
400 nm – 2.0 μm (可視～近赤外域)

本研究で開発する赤外線レーザー
2.5 μm – 10 μm (中赤外～遠赤外域)

なぜ赤外線レーザーなのか

従来の精密計測用レーザー 赤外線レーザー

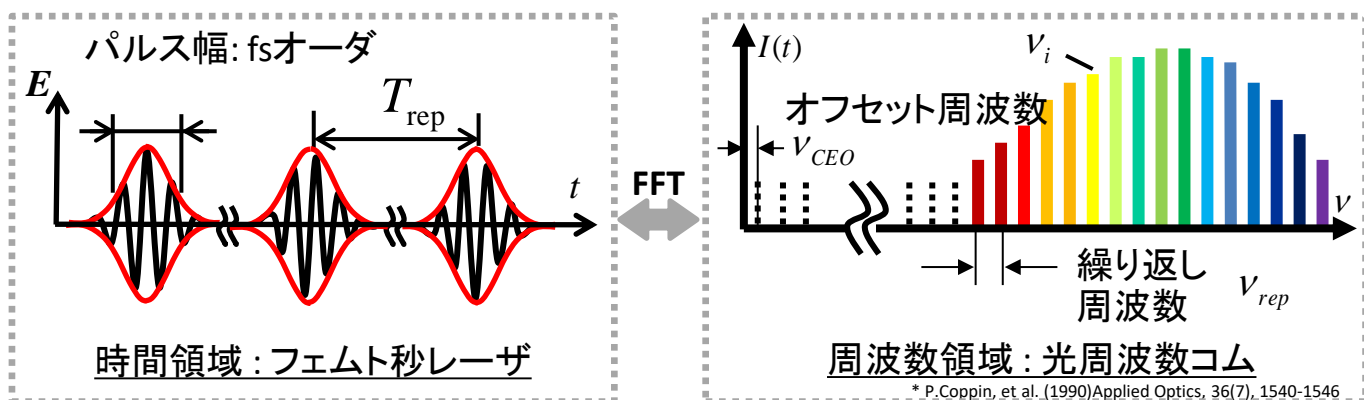


赤外線レーザーはこれまで透過できなかった材料を透過することができる。

今まででは測れなかったものを測れるようになる。

Wavelength (μm) <https://www.edmundoptics.jp>
物質の透過スペクトル

光周波数コムとは・・・櫛(コム)状の周波数スペクトルを有するレーザー



$$v_i = i v_{rep} + v_{CEO}$$

安定化可能

v_{rep} , v_{CEO} を外部の周波数標準器と同期させることで、
光周波数を安定化可能 ⇒ 各コムの周波数 v_i が保証される

* P.Coppin, et al. (1990) Applied Optics, 36(7), 1540-1546

非常に精密に制御された光周波数(波長)を有する広帯域なレーザー光源である。

光周波数コムの
特長

周波数安定性・精度

レーザー光源

広い周波数帯域

精密計測に
おける利点

高精度・高安定

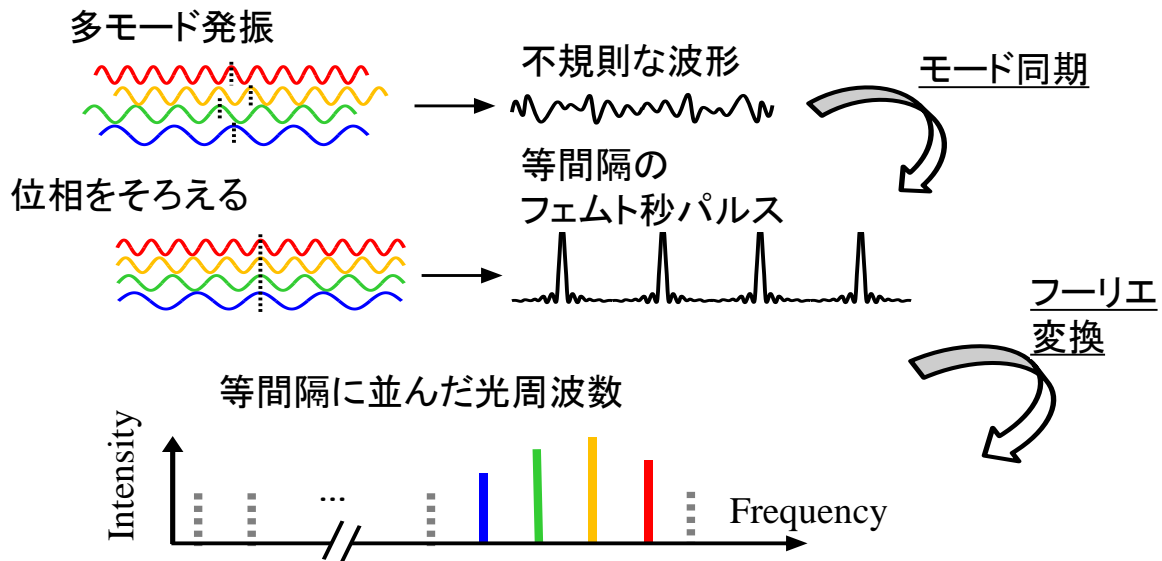
高出力, 高指向性

広い測定レンジ

光周波数コムは上記の特徴を有するレーザー光源として精密計測への応用例が多数報告されている。

赤外線レーザーの利点と光周波数コムの利点を併せ持つ赤外線光周波数コムを開発することで、赤外域に幅広い波長帯域を有する今までにない精密計測用レーザー光源となる。

光周波数コムはどうやって作るか



複数の波長の位相をそろえることで幅広い波長を含んだフェムト秒パルスを形成する。

自作ファイバーレーザー装置の写真

当研究室では自分の手で実験装置を一から作り上げることができます

