

欠陥検査のための空間-時間列変換を用いた超高速撮像技術

Ultra-High-Speed Imaging using Space-Time Conversion for Defect Detection

日立ハイテクノロジーズ¹, 日立製作所 横浜研究所², 東大院理³ ○服部 竜己¹, 下田 勇一¹,

石井 晴幸¹, 斎藤 佳大¹, 中尾 敏之², 渡辺 正浩², 吉武 康裕¹, 合田 圭介³

Hitachi High-Technologies¹, Hitachi Ltd. Yokohama Research Laboratory², Univ. of Tokyo³,

○Tatsumi Hattori¹, Yuichi Shimoda¹, Haruyuki Ishii¹, Yoshihiro Saito¹, Toshiyuki Nakao²,

Masahiro Watanabe², Yasuhiro Yoshitake¹, Keisuke Goda³

E-mail: hattori-tatsumi@deco.hitachi-hitec.com

1.はじめに 電子デバイス等の製造現場では、工程の自動化と高速化が進んでいる。高速で移動する物体に対する欠陥検査について、現状では CCD カメラによる検査が一般的であり、フレーム速度は 100kHz 程度である。今回、100 倍の高速化を目指し、合田らによるパルスレーザーの広帯域なスペクトルを利用した超高速撮像技術⁽¹⁾の、欠陥検査への応用を検討した。

2.実験 パルス光を時間遅延させ、回折格子を用いて空間的に広げたスペクトルで試料を照明することにより高速スキャンを行う。装置構成を Fig. 1 に示す。光源には出力 10mW、中心波長 1560nm、スペクトル幅 50nm、繰返し 33MHz の Er ファイバーレーザーを用いた。パルス光を分散ファイバーに通すことで時間的に広げ、約 100fs であったパルス幅は>50ns に伸びる。波長分散による時間広がりのため、パルスの時間波形はスペクトル形状を反映する。このため 1ch の光検出器(PD)で時間検出することで、スペクトル形状を取得することができる。パルスはファイバーから空間に射出された後、回折格子で空間的に広げてロール上に配置した試料に照射する。回折格子による波長分離のため、空間的に広がったレーザーの一端は短

波長、もう一端は長波長成分となる。試料表面に欠陥が存在する場合には、欠陥で光は散乱される。従って、反射光では欠陥位置に相当する波長に光強度の落ち込みが現れる。この様にしてレーザースペクトルに試料の欠陥信号が記憶される。その後、試料からの反射光はサーキュレーターで入射時の光路と分離して高速 PD へ送られる。検出信号から試料表面の画像化を行う。また、分散ファイバーやサーキュレーターでの光損失に対して、検出に必要な光強度を維持するために、光アンプ(Erbium Doped Fiber Amplifier)を構成内に 3 カ所設けた。

3.結果 回転速度 3m/s における撮像画像を Fig. 2 に示す。試料は IR 反射フィルムを用い、欠陥に見立てた 20 μ m のラインをレーザー加工した。撮像画像中央にライン欠陥が観察できる。回転方向のライン撮像周波数はレーザーの繰返しで決まり 33MHz である。

4.まとめ 欠陥検査を想定し、空間-時間列変換を利用した超高速撮像技術の検証を行った。試料速度 3m/s において 20 μ m ライン欠陥の検出に成功した。

引用文献 : (1)K.Goda et al., *Nature*, **458**, 1145(2009)

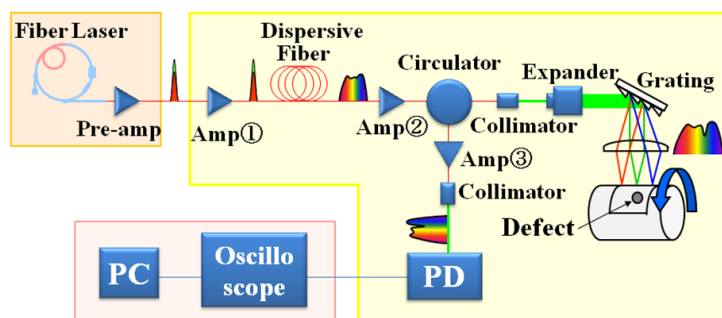


Fig. 1 Experimental setup

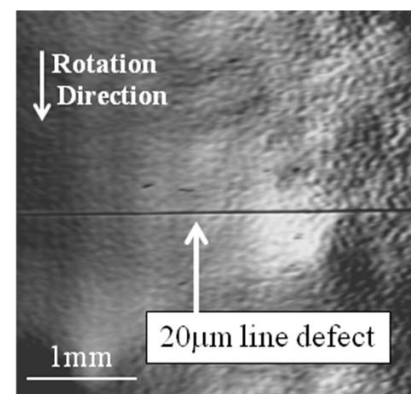


Fig. 2 Image of sample surface