

## 論文の要旨

題目 DEFECTS INSPECTION PROCESS OF FLAT PANEL DISPLAY FABRICATION THROUGH NEURAL NETWORKS  
(フラットパネルディスプレイ製造工程におけるニューラルネットワークに基づく欠陥検査過程)

氏名 Hapu Arachchilage Abeysundara

現代の自動化された製造工場，例えばフラットパネルディスプレイ製造現場などでは費用対効果の高い精密な機械設備を必要としている一方で，生産性の高さと低コストを両立させるために製造ラインにおけるすべての作業の最適化が求められている．フラットパネルディスプレイに用いられるガラス基板上の薄膜トランジスタ (TFT) アレイ製造プロセスは，製造工程における最も重要な工程の一つであるが，ガラス基板上の TFT ライン製造中，TFT ラインにはオープン回路やショート回路といった電氣的欠陥があり，それらの欠陥を修正するためには，製造の早い段階で検査し，検出する必要がある．近年，欠陥検出方法としては，コンデンサを用いたセンサによる非接触式電気検査が採用されている．非接触式電気検査では，センサが TFT ラインをスキャンし，その間，電圧を給電電極から TFT ラインへ印加し，受電電極で受電し，取り込んだ電圧波形をデジタル化し，閾値を用いた波形を分析することにより，欠陥検出を行う．しかしながら，測定した電圧波形はランダムなノイズ，外部振動，装置温度変動のような環境による影響を受けるため，非接触式電気検査における適切な閾値を決定することは容易ではない．また，欠陥を検出した後，NG センサと呼ばれるカメラを使い，欠陥点の正確な位置を求めるためにスキャンを行うが，このスキャン方式は，上下単方向経路であるため，位置検出に計算時間を要するが，さらなる短縮化が望まれる．

そこで，本研究では，フラットパネルディスプレイ欠陥検査工程に対して，波形データ上の欠陥点の特徴に注目し，高度データ駆動型非線形判別問題として定式化を行うとともに，ニューラルネットワークに基づく新たな非接触欠陥検出手法の構築を試みる．また，欠陥位置検出の効率化のために，検査経路を巡回セールスマン問題として定式化を行うことにより，最短検査経路が導出可能となることを示し，有効性を検証する．

本論文の構成は以下のようなものである．

第1章では，本研究の背景と目的を概観した後，各章の概要とともに本論文の構成について述べる．

第2章では，本論文の基礎となるニューラルネットワークの代表的なモデルである，フィードフォワードニューラルネットワーク，リカレントニューラルネットワーク，自己組織化マップ，誤差逆伝播法のアルゴリズムについて述べる．

第3章では，フラットパネルディスプレイ製造工程について簡単に説明した後，配線の欠陥を検出するための従来手法として，非接触式電気検査について触れ，利点と課題について説明を行う．

第4章では，フラットパネルディスプレイに用いられるガラス基板上の TFT ラインにおける欠陥配線の検出に焦点を当て，従来の非接触式電気検査の問題点を解決するための改良について述べる．従来の閾値による欠陥検出方法に対して，より適切な閾値を決定するために，ノイズへの信号 (SNR)，閾値の候補点付近の残余誤差および特異的な波形の変化をフィードフォワードニューラルネットワークの入力パラメータとして用いる手法を提案する．さらに提案した手法の有効性と実現性を考察するため，実際の TFT 配線を使用した実験を行い，従来手法との差について評価を行う．

第5章では，フィードフォワードニューラルネットワークの適用における問題点に対する拡張として，

リカレントニューラルネットワークを用いた手法を提案する。本章で提案するリカレントニューラルネットワークでは、トポロジーおよび学習データを決定するために多目的進化型アルゴリズムを応用する。また、提案手法と従来手法である閾値による欠陥検出手法との比較を行う。

第6章では、欠陥が存在する TFT ラインにおいて、NG センサラインスキャン方式を用いた場合の欠陥点の位置検出効率化のために、検査経路を先行順序制約付き巡回セールスマン問題として定式化を行う、また、自己組織化マップと 2-opt アルゴリズムを組み合わせた解法を開発することにより、最短検査経路が導出可能となることを示し、数値例への適用において、提案方式の有効性を検証する。

最後に第7章では、本論文の結論と今後の研究課題について述べる。