

氏 名	なか の ひろ き 中 野 宏 毅
学位(専攻分野)	博 士 (学 術)
学 位 記 番 号	博 甲 第 147 号
学位授与の日付	平成 9 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研 究 科・専 攻	工芸科学研究科 情報・生産科学専攻
学 位 論 文 題 目	ガボール関数を用いたカラー液晶ディスプレイのマクロ欠陥検査
審 査 委 員	(主査) 教 授 吉 田 靖 夫 教 授 山 本 鎮 男 ・ 教 授 塩 山 忠 義

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、液晶ディスプレイに使用されるカラーガラスフィルタに生じるマクロ欠陥の自動検出、および、その検出結果の確認のための画像表示を目的とした研究成果を示す。本論文の手法は、ガボール展開係数を用いてマクロ欠陥を検出する方式である。ガボール展開係数を利用する理由は、ガボール関数の中心波長と回転方向とを、欠陥パターンのそれらと一致させて観測画像との相関をとることが検出に有効であると考えられるからである。

第 1 章では、初めに、カラーフィルタに現れる欠陥の種類と現状におけるその検出方法を述べる。次に、欠陥検出のツールとしてのガボール関数およびガボール変換を紹介し、関連研究についてウェブレットも含めて言及する。

第 2 章では、カラーフィルタの膜厚ムラに起因するマクロ欠陥を有する画像の検出に、ガボール関数を利用する方法を述べる。ここでは、製造過程により特有の性質をもつ欠陥パターンを扱い、その特性は既知であるとし、欠陥が存在するかどうかを判定し、欠陥のありそうな画像の雑音を除去して強調表示する問題を取り扱う。膜厚ムラには波状ムラ、筋状ムラ、円形シミがある。このうち、波状ムラおよび筋状ムラに対しては、ガボール展開係数の実部を特徴量として用い、それを画像表示して欠陥パターンを強調することを提案する。円形の欠陥に対しては、ガボール関数は方向性を持つため検出感度が低くなる。そのため、ガボール関数を原点を中心に回転させて積分した円柱型ガボール関数をフィルタとして用いることを提案する。いずれの場合も雑音改善度を理論的に導く。最後に、実際の欠陥を有する画像を使って実験し、欠陥パターンを強調した画像を得ている。また、信号対雑音比の改善度を理論的に求め、実験で得られた値と比較し、その差を検討している。

第 3 章では、欠陥の特性が未知の時でもマクロ欠陥が自動的に検出されて、さらにノイズを除去して欠陥の強調された画像を得る方法が述べられる。特性が未知のため、多くのフィルタを準備するが、周波数領域でのそれらのフィルタの動径方向と回転方向の配置法が議論される。ノイズを除去して欠陥パターンを強調した画像の再構成のために、フィルタ出力の 1 次結合が必要であるが、その係数の選び方として簡便で精度の良い方法を提案している。前章と同様に雑音改善度が議論されるが、今度の場合、欠陥の特性が未知であるためフィルタの適応化ができない分だけ前章より劣る結果である。フィルタ群の配置が密であれば前章の結果に近づく。最後に、実際の波状の欠陥パターンを用いた実験を行い、欠陥強調画像が得られることを示している。

論文審査の結果の要旨

カラー液晶ディスプレイ (LCD) の欠陥パターンに波状ムラ、筋状ムラのものが多く、それらがガボール関数のパラメータを調節するとよく似てくることに着目した研究であり、LCD の検査に有効な方法の提案である。円形シミに関しては通常のガボール関数では適合しないので、円柱型を工夫することにより対処している。複素ガボール関数を画像中の対象物検出に用いた従来研究はいくつかあるが、それらはシーンアナリシス、テクスチャ解析を目的としている。それに対し、本論文は原画像にノイズが存在するときにその除去と対象物の強調を行っている。原画像では不明瞭であった LCD の欠陥形状が強調画像では非熟練者にも明瞭に観察できるものになっている。さらに、信号対雑音比の改善度の検討を理論と実験の両面から行っていることはこの方式の信頼度を増していると言える。第 2 章では目視検査支援のための欠陥形状画像の強調であり、第 3 章は自動欠陥認識方法と確認のための強調画像表示であって、いずれも実際応用に有効な画像処理方式である。

この論文の第 2 章の内容は電子情報通信学会誌に、第 3 章の内容は画像電子学会誌に掲載決定している。いずれも申請者が筆頭著者である。また、その他に 2 回の国際会議で発表している。