OUKA
The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	高画質液晶ディスプレイ向け駆動回路の小規模化に関する研究
Author(s)	工藤, 泰幸
Citation	大阪大学, 2009, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1956
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏名	工藤泰幸（くどう やすゆき）
博士の専攻分野の名称	博士（情報科学）
学位記番号	第　２３０７５　号
学位授与年月日	平成21年３月24日
学位授与の要件	学位規則第４条第１項該当 情報科学研究科マルチメディア工学専攻
学位論文名	高画質液晶ディスプレイ向け駆動回路の小規模化に関する研究
論文審査委員	（主査） 教授　薦田　憲久 （副査） 教授　岸野　文郎　　教授　尾上　孝雄　　教授　西尾章治郎 教授　藤原　　融

論文内容の要旨

本論文は，筆者が1991年から現在まで（株）日立製作所マイクロエレクトロニクス機器開発研究所，システム開発研究所ならびに中央研究所において，2007年から現在までに大阪大学大学院情報科学研究科マルチメディア工学専攻在学中に行ってきた，高画質液晶ディスプレイ（Liquid Crystal Display以下，LCD）向け駆動回路の小規模化に関する研究成果をまとめたものである．

LCDは，薄型・軽量の特徴を有する表示デバイスとして，携帯電話やデジタルスチールカメラ等のモバイル機器から薄型テレビ等の大型機器に到るまで，幅広い製品分野への普及が図られている．現在実用化されている主なLCDの種類として，低コストで製造可能なSTN（Super Twisted Nematic）-LCDと，高画質表示が可能なTFT（Thin Film Transistor）-LCDがある．これらのLCDにおいては，近年の多様なマルチメディアサービスの普及に伴い，色の再現性や臨場感を向上させるための多階調表示に対する要求が高まっている．しかし，STN-LCDにおいて多階調表示を実現するためには，表示がちらついて見えるフリッカと呼ばれる現象を抑制する必要がある．一方，TFT-LCDにおける多階調表示の実現については，液晶に印加する電圧レベル数の増加により駆動回路であるドライバLSIの回路規模が増大するため，低コスト化が課題となる．

このような背景のもと，本研究では，LCDの駆動方法およびドライバICの回路構成を最適化することで，上記課題を解決する方法を提案する．まず，STN-LCDの多階調表示については，倍速表示によるフリッカの抑制を図り，これを少ないバッファメモリ容量で実現可能な高速応答STN-LCDの高画質多階調化方法を提案する．次に，TFT-LCDの多階調表示については，ドライバICの回路規模を削減可能な，モバイル機器向けTFT-LCDの小回路規模多階調化方法を提案する．さらに，多種多様なTFT-LCDに対するガンマ調整を可能にすることでドライバICの汎用性を高め，製造コストの削減を図るモバイル機器向けTFT-LCDの高汎用画質調整方法を提案する．本論文は全5章から構成される．

第1章の序論では，高画質LCD向け駆動回路の小規模化の必要性および実現課題について述べ，関連する従来研究を概観すると共に，本論文の目的と位置付けを明らかにする．

第2章では，高速応答STN-LCDを対象とし，FRC（Frame Rate Control）法による多階調表示方法をベースにフレーム周波数を高周波数化する方法の有用性を示す．また，FRC処理をメモリの前段と後段に分離することでフレームメモリの増加を最小化する2周波合成FRC法を提案する．さらに，提案方法をPCモニタ向けSTN-LCDに適用し，有用性に対する評価を行う．

第3章では，モバイル機器向けTFT-LCDを対象とし，DAC（Digital Analog Converter）処理を表示データの上位ビットの階調表現のみに適用し，下位ビットの階調表現はドライバICの出

カタイミング制御で実現してドライバICの回路規模を削減する階調時分割駆動法を提案する．次に，階調時分割駆動の課題となるデータ電圧のレベル変動に対し，出力タイミングの最適化と電圧レベルの補正機能を提案し，上記課題を解決する．さらに，提案方法をモバイル機器向けTFT-LCDに適用し，有用性に対する評価を行う．

第4章では，TFT-LCDの低コスト化を目的に，1個のドライバICが出力するデータ電圧レベルをプログラム化することで，多種多様なTFT-LCDに適用可能なガンマ補正を可能とし，製造コストの削減を図る画質調整方法を提案する．ガンマ補正の実現においては，3つの調整機能（振幅調整，傾き調整，微調整）を組み合わせる3ステップガンマ補正法を提案し，回路構成の簡略化とガンマ補正精度とのバランスを最適化する．最後に，提案方法をモバイル機器向けTFT-LCDに適用し，有用性に対する評価を行う．

第5章では，結論として本研究で得られた成果を要約した後，今後に残された課題について述べる．

論文審査の結果の要旨

液晶ディスプレイ（LCD）は、薄型・軽量の特徴を活かし、幅広い製品分野への普及が図られている。一方、マルチメディアサービスの普及に伴い、色の再現性や高臨場感のための多階調表示に対する要求が強まっている。しかし、多階調表示を実現するにあたり、低コストなSTN（Super Twisted Nematic）-LCDではフリッカと呼ばれるちらつきの抑制、高画質なTFT（Thin Film Transistor）-LCDでは駆動回路の小規模化、および汎用性の高いガンマ補正機能のサポートが必要となる。本論文は、LCDの駆動方法およびドライバICの回路構成の最適化により、上記課題を解決する方法に関する研究成果を纏めたものである。その主要な成果を要約すると次の通りである。

(1) STN-LCDの高画質多階調表示を実現するにあたっては、フリッカの抑制に加え、高速応答化に伴うコントラスト低下を同時に抑制することが課題となる。これらの課題に対し、高フレーム周波数駆動法が有効な方法であることを見出すとともに、高フレーム周波数駆動法を実現するために必要なメモリ容量を削減可能な2周波合成FRC法を提案している。これらの提案方法をPCモニタ向けSTN-LCDに適用し、モニタ用途に適用可能な表示性能と製造コストが両立できることを確認して有効性を実証している。

(2) TFT-LCDの多階調表示を小回路規模で実現するためには、ドライバIC内に搭載されるDACの回路規模削減が課題となる。これに対し、表示データの上位ビットの階調表現をDACで実現し、下位ビットの階調表現を出力タイミングの制御で実現することで回路規模を削減する階調時分割方法を提案している。さらに、階調時分割駆動法に起因する画質劣化を、データ電圧出力タイミングの最適化、およびデータ電圧補正機能の提案により抑制している。これらの提案方法を小型TFT-LCDに適用し、モバイル用途に適用可能な製造コストと表示性能が両立できることを確認して有効性を実証している。

(3) TFT-LCDのガンマ補正の実現においては、高い汎用性を小回路規模で実現することが課題となる。そこで、ドライバIC内にガンマ補正用の調整レジスタを設けることで汎用性を向上させるとともに、階調番号に対するデータ電圧の関係を、①振幅、②傾き、③微調整のの順番で調整する3ステップガンマ補正法により回路構成を簡略化する方法を提案している。これらの提案方法をメーカの異なる3種類の小型TFT-LCDに適用し、モバイル用途に適用可能な製造コストとガンマ補正性能が両立できることを確認して効性を実証している。

以上のように、本論文は高画質液晶ディスプレイ向け駆動回路の小規模化において成果をあげた先駆的研究として、情報科学に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士(情報科学)の学位論文として価値あるものと認める。