



(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43)

Veröffentlichungstag:
12.06.2024 Patentblatt 2024/24

(51)

Internationale Patentklassifikation (IPC):
G09G 3/00^(2006.01) G09G 3/20^(2006.01)

(21)

Anmeldenummer: 22212091.7

(52)

Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G09G 3/2092; G09G 3/006; G09G 2310/08;
G09G 2330/02; G09G 2330/027; G09G 2330/12

(22)

Anmeldetag: 07.12.2022

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72)

Erfinder: MANZ, Holger
51467 Bergisch Gladbach (DE)

(74)

Vertreter: Lippert Stachow Patentanwälte
Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB
Postfach 30 02 08
51412 Bergisch Gladbach (DE)

(71)

Anmelder: Deuta-Werke GmbH
51465 Bergisch Gladbach (DE)

(54)

VERFAHREN UND EINRICHTUNG ZUR DIAGNOSE EINER DISPLAYEINHEIT INSBESONDERE HINSICHTLICH EINES EINFRIERZUSTANDES

(57)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer Displayeinheit (20) hinsichtlich zumindest eines Störzustandes, insbesondere eines Einfrierzustandes, nämlich einer pixelbasierten Displayeinheit (20) mit einem Pixelmatrix-Display (22, 22', 22'') umfassend eine Pixelmatrix, insbesondere eine aktive Pixelmatrix mit Zeilentreibern und Spaltentreibern bzw. mit Gate-Treibern und Source-Treibern zum Ansteuern einzelner Pixel der Pixelmatrix.

Erfindungsgemäß wird in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest ein Zeitverhalten eines Gesamtbetriebsstroms, welcher wenigstens den Betriebsstrom der Pixelmatrix des Pixelmatrix-Displays (22, 22', 22'') umfasst, erfasst, insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit (20) außerdem wird in zumindest einem Verfahrensschritt das zumindest eine erfasste Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch ausgewertet zwecks Prüfung hinsichtlich eines Störzustandes, insbesondere eines Einfrierzustandes.

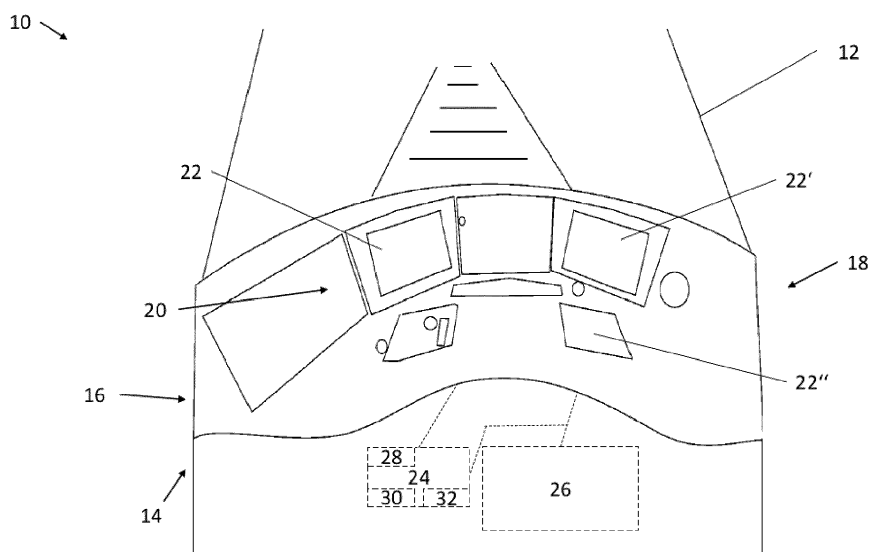


FIG.1

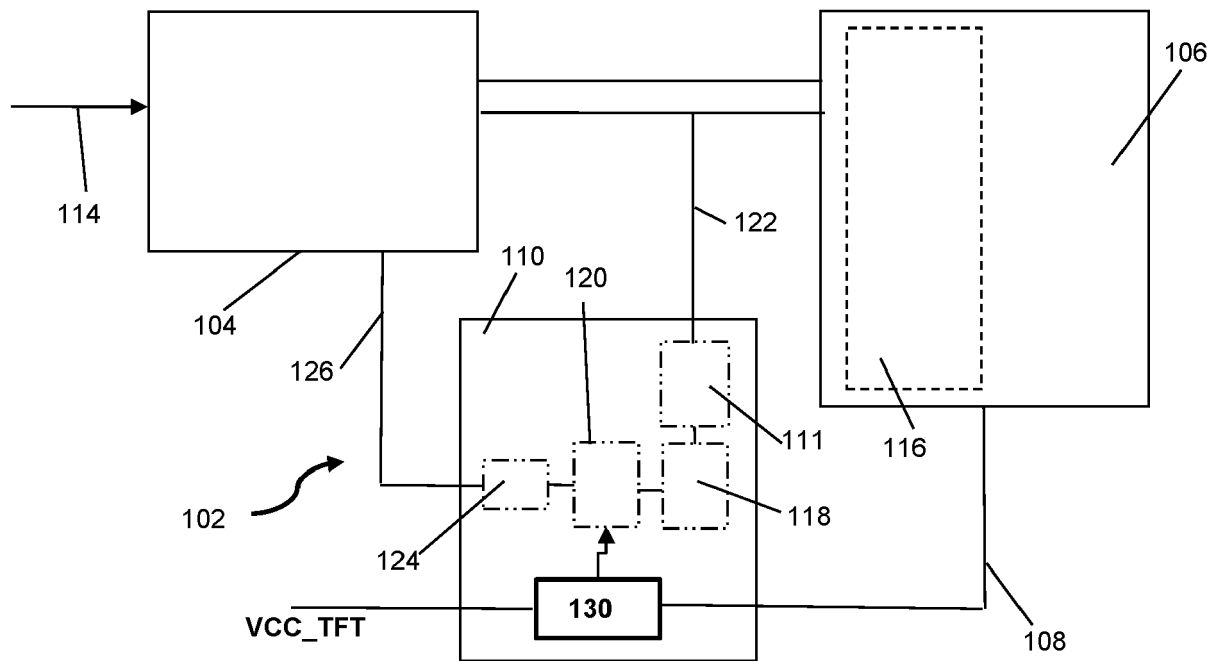


FIG.5

Beschreibung

STAND DER TECHNIK

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein Anzeigen bzw. Displays in Anwendungen für welche Sicherheit im Sinne von Gefahren- bzw. Betriebssicherheit (Engl. safety) entscheidend sind, wie z.B. Displays im Führerstand eines Schienenfahrzeugs oder im Steuerpult einer Industrieanlage. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer Displayeinheit hinsichtlich zumindest eines Störzustandes, insbesondere eines Einfrierzustandes, insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, sowie eine Anzeigevorrichtung mit Diagnosefunktion hinsichtlich eines derartigen Störzustandes, insbesondere nach dem Oberbegriff aus Anspruch 10, sowie ein entsprechendes Displaysystem und ein Multifunktionsterminal mit einer solchen Vorrichtung bzw. einem solchen System.

[0002] Die Darstellung von Information als Computergrafik ist fehleranfällig. So können z.B. Fehler in jeder einzelnen Komponente des die Grafik generierenden Rechners auftreten, z.B. durch einen defekten Mikroprozessor, im Grafikprozessor, in den einzelnen Speicherbausteinen, in der Spannungsversorgung, insbesondere aber auch durch Software-Fehler im Betriebssystem, in bei der Softwareherstellung verwendeten Bibliotheken und insbesondere der Applikationssoftware, oder auch sonstigen Software-Komponenten.

[0003] Im Rahmen der Darstellung sicherheitsrelevanter Informationen müssen Dateninhalte korrekt und aktuell wiedergegeben werden. Im Wesentlichen bedeutet dies, dass die Verarbeitung der Information auf der die Visualisierung der sicherheitsrelevanten Information erzeugenden Plattform überwacht und potentielle Abweichungen offenbart werden müssten. Eine deutliche Verbesserung diesbezüglich bietet die unter dem Markennamen IconTrust® erhältliche Technik zur Darstellung einer sicherheitsrelevanten Information gemäß dem Prinzip aus WO 2011/003872 A1 bzw. dem Patent EP 2 353 089 B1 der Anmelderin. Diese Lösung stellt eine inhaltlich korrekte Darstellung sicher.

[0004] Um eine im Sinne von Gefahren- bzw. Betriebssicherheit (Engl. safety) sichere Anzeige bestimmter Informationen auf dem Display zu gewährleisten, müssen Maßnahmen ergriffen werden, die sicherstellen, dass die darzustellende Information nicht nur inhaltlich korrekt, sondern auch tatsächlich aktuell d.h. zeitlich korrekt auf dem Display angezeigt wird. Eine wesentliche Fehlerquelle ist dabei neben den oben genannten Fehlerpotentialen auch das Einfrieren der auf dem Display dargestellten Information. Die Gefahr besteht darin, dass ein Display, insbesondere ein TFT- bzw. LCD-Display, eine nicht mehr aktuelle Information "eingefroren" weiterhin anzeigt und der Betrachter (z. B. Fahrzeugführer) den eingefrorenen Zustand nicht bemerkt. Ein potentiell gefährlicher Fehler könnte also dann auftreten, wenn der Betrachter die langsame Veränderung der Bildschirm-

darstellung innerhalb der Zeit bis zur Fehleroffenbarung z.B. durch Unlesbarkeit nicht erkennt und die Anzeige für den Betrachter weiterhin konsistent und korrekt erscheint, aber sich der darzustellende Informationsgehalt innerhalb dieses Zeitraums in sicherheitsrelevanter Weise verändert hat.

[0005] In DE 10 2004 039 498 A1 hatte die Anmelderin zur Lösung des letztgenannten Problems vorgeschlagen, zusätzlich zu den eigentlichen Informationen, in einem festgelegten Bereich des Bildschirms ein bestimmtes zeitvariables Bitmuster darzustellen, welches dann über einen Lichtsensor wieder zurückgelesen wird. Diese Lösung hat sich in der Praxis bewährt ist jedoch in zweierlei Hinsicht nachteilig. Erstens wird ein Teil der nutzbaren Displayfläche für das rückzulegende Bitmuster verdeckt und ist damit zur eigentlichen Informationsdarstellung für den Benutzer nicht nutzbar. Andererseits ist das Anbringen zusätzlicher Lichtsensoren konstruktiv aufwendig. Weiterhin hat die Praxis seltene aber störende Fälle aufgezeigt in denen die Lichtsensoren durch Umgebungslicht gestört werden und somit eine unzutreffende Einfriererkennung ausgelöst haben.

[0006] Aus dem Artikel "AXMANN, Benjamin, et al. Advanced methods for safe visualization on automotive displays. Journal of the Society for Information Display, 2020, 28. Jg., Nr. 6, S. 483-498 - siehe <https://doi.org/10.1002/jsid.909>" ist eine Technik bekannt, bei welcher eine optische Diagnose mittels Pixelsensoren in Kombination mit einem intern in der LCD-Displayeinheit gemessenen Zeilenaktivierungsstrom ausgewertet wird um auf bestimmungsgemäße Funktion zu prüfen. Auch diese Lösung ist wegen der optischen Diagnose mittels Pixelsensoren konstruktiv aufwendig und erfordert zur treiberspezifischen Strommessung eine anwendungsspezifische Gestaltung des Treiber-ICs für die Displayeinheit. Dieser Nachteil folgt daraus, dass der Zeilenaktivierungsstrom unabhängig von weiteren Strömen am Zeilentreiber abgegriffen wird. Die einzelnen Zeilentreiber sind in den Treiber-IC integriert ist typisch eine intern in einem LC-Display verbaute elektrische Komponente. Diese Lösung könnte zwar theoretisch auch ein Einfrieren erkennen ist aber mit herkömmlichen Treiber-ICs bzw. handelsüblichen COTS TFT- bzw. LCD-Displays nicht realisierbar.

[0007] Eine weitere Lösung zur Diagnose einer Anzeige unter Berücksichtigung der Stromaufnahme wurde in EP 2 220 640 B1 vorgeschlagen. Hierbei wird grafikbezogen ein charakterisierender Wert gemessen, der die Stromaufnahme oder die Änderung der Stromaufnahme des Bildschirms oder der Anzeigevorrichtung charakterisiert, und mit einem für das gewünschte Bild vorbestimmten entsprechenden Wert verglichen. Es wird hier insbesondere vorgeschlagen die Anzeige in Teilbilder zu unterteilen, die so gewählt werden, dass sich ihre Stromaufnahmen von einem jeweils zuvor angezeigten (und zu überschreibenden) Bild unterscheiden, sodass vermieden werden kann, dass zwei verschiedene Informationen die identische Stromaufnahmen bewirken würden

nicht unterschieden werden können. Diese Lösung könnte theoretisch auch ein Einfrieren erkennen, ist aber hierfür nicht bestimmt und in der softwaremäßigen Umsetzung überdies sehr aufwendig, da sie jeweils an das Format der gewünschten Darstellung angepasst werden muss.

AUFGABENSTELLUNG

[0008] Eine erste Aufgabe der Erfindung besteht ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik daher insbesondere darin, eine Lösung für einen erhöhten Sicherheitsstandard bei der Informationsdarstellung mit einem Display bereitzustellen, welches auf handelsübliche bestehende Displaydesigns, insbesondere ohne Veränderungen der eigentlichen Displayeinheit, wie z.B. eines TFT- bzw. LCD-Display, anwendbar ist. Eine Aufgabe der Erfindung besteht des Weiteren insbesondere darin, eine möglichst einfach realisierbare Vorrichtung bereitzustellen, welche als Erweiterung zur Diagnose hinsichtlich zumindest eines Stöorzustandes, insbesondere eines Einfrierzustandes, mit einem handelsüblichen bestehenden Displaydesign kombinierbar ist, insbesondere ohne Veränderungen der eigentlichen Displayeinheit bzw. des Treiber-ICs. Die Lösung soll insbesondere mit relativ geringem Hardware-Aufwand realisierbar sein und dennoch eine zuverlässige Diagnose ermöglichen.

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG UND VORTEILE DER ERFINDUNG

Verfahrensaspekte

[0009] Die Erfindung geht aus von einer Methode zur Erkennung zumindest eines bestimmten Fehlerzustandes bzw. Stöorzustands, insbesondere des Zustands "eingefrorener Bildinhalt", vorliegend als Einfrierzustand bezeichnet, an einem Pixelmatrix-Display, insbesondere einem herkömmlichen TFT-Display mit Aktivmatrix. Dabei wird prinzipiell die Methode der Messung bzw. Überwachung des Betriebsstroms herangezogen.

[0010] Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass ein Fehlerzustand bzw. Stöorzustand, insbesondere ein Einfrierzustand zumindest indirekt im zeitlichen Verhalten des Betriebsstrom handelsüblicher Pixelmatrix-Displays erkennbar sein muss, aufgrund der typischen Bauweise mit Zeilentreibern und Spaltentreibern bzw. mit Gate-Treibern und Source-Treibern zum Ansteuern einzelner Pixel der Pixelmatrix. Eine spezifische Stromänderung ist indizierend für korrektes oder inkorrektes Betriebsverhalten eines Displays. Der Erfindung liegt also weiterhin die Erkenntnis zugrunde, dass - eine konstante Versorgungsspannung vorausgesetzt - indirekt die Energieaufnahme erfasst werden kann. Da Energie erhalten bleibt bzw. "nicht einfach verschwinden kann", ist das energetische Verhalten indizierend für ein bestimmtes technisches Verhalten des Displays.

[0011] Das vorgeschlagene Verfahren, kann bevor-

zugt zumindest teilweise als rechnerimplementiertes bzw. computerimplementiertes Verfahren auf einer geeigneten Recheneinheit, wie z.B. einem Mikroprozessor, einem DSP, einem FPGA oder dgl. durchgeführt werden. Es wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Stöorzustand aus zumindest einem Gesamtbetriebsstrom der Pixel-Displayeinheit erkannt wird, nämlich aus zumindest einem Zeitverhalten des betrachteten Gesamtbetriebsstroms, wobei das Zeitverhalten auf ein ausgewähltes, repräsentatives Zeitintervall, z.B. nur einen Teilintervall der Bildübertragungs- bzw. Bilderneuerungsperioden (frame refresh) beschränkt sein kann, also nicht die Gesamtdauer eine Bilderneuerungsperiode umfassen muss.

[0012] Der Gesamtbetriebsstrom kann dabei vorzugsweise die gesamte Stromaufnahme des Displays darstellen, sodass dieser ohne bauliche Veränderung leicht von außen an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit erfasst werden kann. Unter Gesamtbetriebsstrom wird jedoch auch ein Strom verstanden, welcher wenigstens den Betriebsstrom der Pixelmatrix an sich des Pixelmatrix-Displays umfasst, und somit z.B. als gesamte Stromaufnahme des Treiber-ICs erfassbar ist. z.B. ohne Stromaufnahme von Unterlicht und weiterer Elektronik. Auch dies ermöglicht bereits eine erhebliche bauliche Vereinfachung.

[0013] Erfindungsgemäß wird für das Verfahren weiterhin vorgeschlagen, dass zumindest einem Verfahrensschritt das zumindest eine erfasste Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch ausgewertet wird zwecks Prüfung hinsichtlich eines Stöorzustands, insbesondere eines Einfrierzustands.

[0014] Die rechentechnische Auswertung kann insbesondere eine Frequenzanalyse des erfassten bzw. betrachteten Betriebsstroms beinhalten. Dies ermöglicht es durch vergleichsweise einfache Rechentechnik im Betriebsstrom diejenigen Frequenzkomponenten zu erkennen, welche für eine korrekte Funktionsweise, d.h. einen tatsächlichen Betrieb von Zeilentreibern und/oder Spaltentreibern bzw. Gate-Treibern und/oder Source-Treibern, charakteristisch sind. Die Erfindung beruht insbesondere auf der überraschend einfachen Erkenntnis, dass sich diese Frequenzkomponenten im Gesamtbetriebsstrom des Displays insgesamt zuverlässig feststellen lassen, insbesondere auch mit vergleichsweise einfacher Schaltungs- und Rechentechnik. Bei herkömmlichen Pixelmatrix-Displays ist nämlich jeweils eine charakteristische Frequenzkomponente gegeben, die sich aus der Bildwiederholrate und der Auflösung bzw. Treiberanzahl notwendig ergibt. Die Stromaufnahme bei dieser charakteristischen Frequenzkomponente ist somit indikativ für eine korrekte Funktion.

[0015] Es ist dabei nicht notwendig das Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms während des kompletten Bildaufbaus bzw. für alle Zeilentreiber und/oder Spaltentreiber zu erfassen, es ist ausreichend eine hinreichende Dauer bzgl. einiger repräsentativer Treiber zu erfassen, da ein nur teilweises Einfrieren durch nur einige Treiber

bedingt probabilistisch äußerst unwahrscheinlich ist und wahrscheinlich eine Fehleroffenbarung durch erkennbar falsche Darstellung bieten würde.

[0016] In einer Ausführung des Verfahrens wird bevorzugt vorgesehen, dass

- erstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms, insbesondere der Displayeinheit, zumindest teilweise während einer Bildübertragungs- bzw. Bilderneuerungsperiode der Displayeinheit erfasst wird; und/oder
- ein zweites Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms, insbesondere der Displayeinheit, zumindest teilweise zwischen zwei Bildübertragungs- bzw. Bilderneuerungsperioden, insbesondere während einer Austastlücke zwischen zwei Bildübertragungen bzw. Bilderneuerungen, ermittelt wird.

[0017] In einer besonders bevorzugten Ausführung des Verfahrens wird bevorzugt vorgesehen, dass

in zumindest einem Verfahrensschritt ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch ermittelt wird; und/oder

in zumindest einem Verfahrensschritt ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms einer Frequenzanalyse unterzogen wird. Insbesondere hierbei ist es vorteilhaft, wenn in zumindest einem Verfahrensschritt auf Grundlage zumindest einer Frequenzanalyse des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, insbesondere ein Einfrierzustand, eine rechentechnische Auswertung dahingehend erfolgt, ob ein Störzustand erkannt wird.

[0018] Bevorzugt beruht die rechentechnische Auswertung auf einem Vergleich von zumindest zwei Frequenzanalysen von zumindest zweier zu unterschiedlichen Zeitintervallen erfasster Zeitverläufe des Gesamtbetriebsstroms.

[0019] Die Auswertung kann insbesondere auf einem Vergleich der Frequenzanalysen eines ersten Zeitverhaltens des Gesamtbetriebsstroms während einer Bildübertragungsperiode und eines zweiten Zeitverhaltens des Gesamtbetriebsstroms während einer Austastlücke einer Bildübertragung beruhen.

[0020] Hierbei kann der Vergleich bevorzugt darauf abstellen, ob in einem bestimmten Frequenzbereich, insbesondere in etwa bei einer Zeilenfrequenz und/oder bei einer Spaltenfrequenz, während einer Bildübertragungs- bzw. einer Bilderneuerungsperiode eine höhere Stromaufnahme erfolgt, als während einer Austastlücke. Dies ermöglicht eine besonders zuverlässige bzw. robuste Diskriminierung eines Einfrierzustands.

[0021] Die Pixelmatrix hat typisch zumindest eine charakteristische Betriebsfrequenz, insbesondere eine für den Betrieb von Zeilentreibern charakteristische Zeilen-

frequenz. Davon ausgehend wird in einer bevorzugten Verfahrensausführung ist vorgesehen, dass

- die Frequenzanalyse zumindest eine Analog-Digitalwandlung, insbesondere mit einer Abtastrate größer als der zweieinhalbfachen charakteristischen Betriebsfrequenz, eines vorzugsweise tiefpassgefilterten Gesamtstromsignals zur Erzeugung eines zeitdiskreten Signals, umfasst; und/oder
- die Frequenzanalyse zumindest eine Fourier-Transformation, insbesondere eine diskrete Fourier-Transformation (DFT) eines bzw. des zeitdiskreten Signals umfasst, wobei die DFT vorzugsweise als Goertzel-Algorithmus zur Erkennung zumindest eines Spektralanteils, insbesondere bei der charakteristischen Betriebsfrequenz bzw. Zeilenfrequenz, ausgeführt ist. Eine DFT, insbesondere der Goertzel-Algorithmus, ist rechentechnisch mit besonders wenig Ressourcen auch bei hochauflösenden Displays realisierbar.

[0022] Bevorzugt wird in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Erkennen eines Störzustands zumindest eine sicherheitsgerichtete Reaktion ausgelöst, wobei insbesondere die Displayeinheit zumindest teilweise abgeschaltet und/oder neugestartet wird und/oder ein Alarmsignal weitergeleitet bzw. ausgegeben wird.

[0023] Verfahrenstechnisch erfolgt eine Diagnose bzw. eine Prüfung hinsichtlich eines Störzustands wie z.B. eines Einfrierzustands im Sinne einer Gutfallprüfung.

[0024] Die Gutfallprüfung kann insbesondere dadurch erfolgen, dass auf Grundlage einer Frequenzanalyse bei einer bzw. der für die Pixelmatrix charakteristischen Betriebsfrequenz geprüft wird, ob für zumindest einen Teilbereich der Pixelmatrix eine hinreichend unterschiedliche Stromaufnahme in zwei verschiedenen Betriebszuständen erkannt wird, insbesondere während einer Bilderneuerungsperiode eine höhere Stromaufnahme als bei einer Austastlücke bzw. einem Synchronisierungsintervall zwischen zwei Bilderneuerungen.

[0025] Allein durch diesen Ansatz der Gutfallprüfung wird bereit eine Erkennung weiterer potentieller Störfälle ermöglicht, die nicht zwingend zum "Einfrieren" führen. Jeder Zustand welcher nicht dem nominal bzw. bestimmungsgemäß korrekten Betriebszustand der Pixelmatrix mit hinreichender Stromaufnahme, z.B. grösser als einem vorbestimmten Schwellwert bei der charakteristischen Betriebsfrequenz, insbesondere Zeilenfrequenz, während des Bildaufbaus entspricht kann als ein potentieller Störfall bzw. Störzustand angenommen werden.

Vorrichtungs- bzw. Systemaspekte

[0026] Vorgeschlagen wird allgemein eine Anzeigeeinrichtung mit Diagnosefunktion hinsichtlich eines Störzustands, insbesondere hinsichtlich eines Einfrierzustands, wobei die Anzeigeeinrichtung eine pixelbasierte

Displayeinheit mit einem Pixelmatrix-Display, insbesondere umfassend eine Pixelmatrix, wie z.B. eine aktive Pixelmatrix mit Zeilentreibern und Spaltentreibern bzw. mit Gate-Treibern und Source-Treibern zum Ansteuern einzelner Pixel der Pixelmatrix.

[0027] Erfindungsgemäß umfasst die Anzeigeeinrichtung insbesondere

- eine Erfassungsschaltung, welche dazu ausgebildet ist, zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zu erfassen insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit, und
- eine Recheneinheit welche mit der Erfassungsschaltung verbunden ist und dazu eingerichtet ist, ein erfasstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch auszuwerten zwecks Prüfung hinsichtlich eines Stöorzustands, insbesondere eines Einfrierzustands.

[0028] Die Recheneinheit, z.B. ein Mikroprozessor, DSP, FPGA oder dgl, ist besonders bevorzugt dazu ausgebildet, ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms zu ermitteln, insbesondere eine Frequenzanalyse durchzuführen. Auf Grundlage der Frequenzanalyse kann die Recheneinheit auf einen Stöorzustand, insbesondere eine Einfrierzustand, - insbesondere auch im Sinne einer Gutfallprüfung auf dessen Abwesenheit bzw. Nichtvorhandensein - prüfen. Die Recheneinheit kann dazu ausgebildet sein, bei Negativergebnis der Prüfung eine sicherheitsgerichtete Reaktion auszulösen, wie z.B. die Displayeinheit zumindest teilweise abzuschalten und/oder neuzustarten und/oder ein Alarmsignal zu erzeugen.

[0029] Eine praktisch einfache und zuverlässige Erfassungsschaltung umfasst einen Strommess-Shunt-Widerstand, insbesondere in Serie mit dem Versorgungsanschluss der Displayeinheit, und einen Strommessverstärker, insbesondere einen diskreten Strommessverstärker, zur Messung eines Spannungsabfalls am Strommess-Shunt-Widerstand umfasst, wobei der Ausgangs des Strommessverstärkers mit der Recheneinheit verbunden ist, vorzugsweise über einen Tiefpassfilter. Der Tiefpassfilter kann insbesondere mit einer Grenzfrequenz entsprechend einer Abtastfrequenz der Recheneinheit gewählt sein, um als Anti-Aliasing Filter zu wirken und unerwünschte höherfrequente Anteil zu unterdrücken.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt wird ein Displaysystem mit Displayeinheit und darstellendem Rechner vorgeschlagen, welches eine modulare Überwachungseinheit zum inhaltlichen Überwachen der Bilddaten aufweist. Die modulare Überwachungseinheit kann hinsichtlich der inhaltlichen Überwachung bzw. Prüfung z.B. in Sinne der Offenbarung aus WO 2011/003872 A1 bzw. dem Patent EP 2 353 089 B1 der Anmelderin oder auch im Sinne der Lehre aus dem Patent EP 3 712 770 B1 der Anmelderin gestaltet sein, deren Lehre zur Verkürzung insoweit durch Rückbezug hier einbezogen

wird.

[0031] Gemäß einem Aspekt der Erfindung können die Erfassungsschaltung und die vorgeschlagene Recheneinheit bzw. eine Recheneinheit zur Durchführung der o.g. Verfahrensschritte in die modulare Überwachungseinheit eine Erfassungsschaltung integriert sein.

[0032] Gemäß einem Aspekt der Erfindung umfasst die Überwachungseinheit somit eine Erfassungsschaltung, welche dazu ausgebildet ist, zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zu erfassen, insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit, und weiterhin zumindest eine Recheneinheit, welche mit der Erfassungsschaltung verbunden ist und dazu eingerichtet ist, ein erfasstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch auszuwerten zwecks Prüfung hinsichtlich eines Stöorzustands, insbesondere eines Einfrierzustands.

[0033] Die vorgeschlagene Anzeigeeinrichtung bzw. das vorgeschlagene Displaysystem eignet sich insbesondere zur Verwendung bzw. zum Einbau in einem Multifunktionsterminal für eine sicherheitsrelevante Anwendung, insbesondere für den Führerstand eines Schienenfahrzeugs.

Weitere Aspekte

[0034] Die Pixel-Displayeinheit umfasst insbesondere zumindest ein Pixelmatrix-Display, welches bevorzugt als ein TFT-Display ausgebildet ist, und welches bevorzugt zumindest ein Displaygehäuse aufweist. Das zumindest eine Pixelmatrix-Display kann zumindest teilweise als Aktiv-Matrix-, als Passiv-Matrix-, als OLED-, als AMOLED- und/oder als IPS-Display ausgebildet sein. Das Displaygehäuse schließt bevorzugt alle von dem Displaygehäuse getrennt ausgebildeten elektrischen Komponenten des zumindest einen Pixelmatrix-Displays zumindest im Wesentlichen vollständig ein. Insbesondere weist das Pixelmatrix-Display zumindest eine elektrische Betriebsschnittstelle auf, welche insbesondere an dem Displaygehäuse angeordnet ist. Bevorzugt ist die zumindest eine elektrische Betriebsschnittstelle zu einem Anschluss des Pixelmatrix-Displays, insbesondere aller elektrischen Komponenten des Pixelmatrix-Displays, an eine elektrische Energieversorgungsleitung ausgebildet zu einem Betreiben des Pixelmatrix-Displays. Vorzugsweise weist das Pixelmatrix-Display zumindest eine elektrische Datenschnittstelle auf, welche insbesondere an dem Displaygehäuse angeordnet ist. Bevorzugt ist die zumindest eine Datenschnittstelle zu einem Übertragen von Anzeigedaten an das Pixelmatrix-Display ausgebildet. Bevorzugt ist das Pixelmatrix-Display dazu ausgebildet, die Anzeigedaten, insbesondere in Form von Bildern, anzuzeigen. Die Datenschnittstelle kann benachbart zu der Betriebsschnittstelle an dem Displaygehäuse, insbesondere an einer gleichen Außenseite des Displaygehäuses, angeordnet sein, besonders bevorzugt in Bezug auf sechs verschiedene Seiten eines kleinsten gedachten Quaders, welcher das Displayge-

häuse gerade noch vollständig umgibt. Vorzugsweise weist die Pixel-Displayeinheit, insbesondere das zumindest eine Pixelmatrix-Display, eine Vielzahl an Pixelzellen auf, welche eine Pixel-Matrix bilden und insbesondere in Pixelzeilen und Pixelspalten angeordnet sind.

[0035] Der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom der Pixel-Displayeinheit ist bevorzugt ein elektrischer Versorgungsstrom zu einem Betreiben zumindest eines gesamten Pixelmatrix-Displays, insbesondere aller elektrischen Komponenten zumindest eines Pixelmatrix-Displays. Bevorzugt ist der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom der Pixel-Displayeinheit ausreichend, um das zumindest eine Pixelmatrix-Display vollständig in einen Betriebszustand zu versetzen, insbesondere zu jedem Zeitpunkt des Betriebszustands des zumindest einen Pixelmatrix-Displays in dem Betriebszustand zu halten. Bevorzugt weist das zumindest eine Pixelmatrix-Display zumindest eine elektrische Netzteilkomponente auf. Bevorzugt weist das zumindest eine Pixelmatrix-DisplayPixelmatrix-Display zumindest eine elektrische Hintergrundleucht Komponente auf. Bevorzugt weist das zumindest eine Pixelmatrix-Display zumindest eine elektrische Ansteuerkomponente auf, welche insbesondere zumindest einen Zeilentreiber und zumindest einen Spaltentreiber aufweist. Bevorzugt sind die Netzteilkomponente, die Hintergrundleucht Komponente und die Ansteuerkomponente im Betriebszustand des Pixelmatrix-Displays jeweils von dem Gesamtbetriebsstrom mit ausreichend elektrischem Strom versorgt zu einem Betreiben des Pixelmatrix-Displays. Der Gesamtbetriebsstrom ist insbesondere eine, insbesondere von außen an dem Displaygehäuse messbare, Summe aller intern, insbesondere in dem Displaygehäuse, nötigen Aktivierungsströme für alle elektrischen Komponenten des Pixelmatrix-Displays. Der Gesamtbetriebsstrom kann beispielsweise an einer Energiequelle des zumindest einen Pixelmatrix-Displays gemessen werden. Insbesondere unterscheidet sich der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom von einem Aktivierungsstrom der Ansteuerkomponente, insbesondere einzelner Pixelzellen, der Pixel-Displayeinheit, wie beispielsweise Pixelzeilen oder Pixelspalten der Pixel-Displayeinheit, insbesondere zu jedem Zeitpunkt eines Betriebszustands des Pixelmatrix-Displays, zumindest durch eine Überlagerung des Aktivierungsstroms der Ansteuerkomponente, insbesondere einzelner Pixelzellen, der Pixel-Displayeinheit, wie beispielsweise Pixelzeilen oder Pixelspalten der Pixel-Displayeinheit, mit weiteren Strömen, welche zum Betreiben der weiteren Komponenten des Pixelmatrix-Displays nötig sind. Insbesondere ist der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom zu jedem Zeitpunkt eines Betriebszustands des Pixelmatrix-Displays größer als ein Aktivierungsstrom der Ansteuerkomponente der Pixel-Displayeinheit und/oder von Pixelzellen der Pixel-Displayeinheit. Bevorzugt ist der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom als eine Stromstärke ausgebildet, und insbesondere in Ampere ermittelt. Vorzugsweise ist der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom von außen an

der Pixel-Displayeinheit, insbesondere außerhalb des Displaygehäuses und/oder an einer Schnittstelle, wie bevorzugt der Betriebsschnittstelle, an dem Displaygehäuse, messbar. Insbesondere sind keine Pixelmatrix-Displays bekannt, welche nur eine elektrische Ansteuerkomponente aufweisen, die wiederum nur einen Zeilentreiber oder nur einen Spaltentreiber aufweist.

[0036] Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom außerhalb des Displaygehäuses gemessen, insbesondere über eine Spannungsmessung. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom, insbesondere der Pixel-Displayeinheit, von außen an der Betriebsschnittstelle gemessen. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom in jedem Betriebszustand der Pixel-Displayeinheit dauerhaft, insbesondere mit einer Messfrequenz von mindestens 10 Hz, bevorzugt von mindestens 100 Hz, ermittelt.

[0037] Bevorzugt wird in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Stöorzustand der Pixel-Displayeinheit, insbesondere der Einfrierzustand der Pixel-Displayeinheit, aus dem zumindest einen Gesamtbetriebsstrom ermittelt, insbesondere erkannt. Bevorzugt wird in zumindest einem Verfahrensschritt die Pixel-Displayeinheit über den zumindest einen Gesamtbetriebsstrom dauerhaft, insbesondere fortwährend, insbesondere mit einer Frequenz von mindestens 10 Hz, bevorzugt von mindestens 100 Hz, hinsichtlich des zumindest einen Stöorzustands, bevorzugt des Einfrierzustands, überwacht.

[0038] Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Verfahrens kann ein vorteilhaft kostengünstiges Erkennen von Stöorzuständen, insbesondere Einfrierzuständen, an Pixel-Displayeinheiten erreicht werden. Insbesondere können Stöorzuständen, insbesondere Einfrierzuständen, an Pixel-Displayeinheiten erkannt werden, ohne dass existierende Designs von Pixel-Displayeinheiten geändert werden müssen. Insbesondere kann ein Verfahren erreicht werden, welches Stöorzustände an beliebigen Pixel-Displayeinheiten erkennen kann, insbesondere, ohne dass in eine Elektronik der Pixel-Displayeinheiten eingegriffen werden muss.

[0039] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom an zumindest einem Versorgungsanschluss der Pixel-Displayeinheit erfasst wird. Vorzugsweise ist der zumindest eine Versorgungsanschluss der Pixel-Displayeinheit als die zumindest einen elektrische Betriebsschnittstelle ausgebildet. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom in zumindest einem Verfahrensschritt von außen an dem zumindest einen Versorgungsanschluss, insbesondere an der zumindest einen elektrischen Betriebsschnittstelle, der Pixel-Displayeinheit erfasst. Es kann ein vorteilhaft unkompliziertes Messen des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms erreicht werden.

[0040] Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom zumindest teilweise in einer Bildübertra-

gungsperiode der Pixel-Displayeinheit ermittelt wird. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom jeweils in zeitlichen Messfenstern erfasst. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom erfasst in einem Aktivzustand der zumindest einen Ansteuerungskomponente. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom erfasst in einem Passivzustand der zumindest einen Ansteuerungskomponente. Vorzugsweise verbraucht die zumindest einen Ansteuerungskomponente elektrische Energie in Abhängigkeit von einer Bilderneuerungsrate, insbesondere Displayfrequenz, wie beispielsweise 60 Hz, 75 Hz, 100 Hz, 120 Hz, 144 Hz oder 240 Hz, und insbesondere in Abhängigkeit der Pixelzeilen und/oder Pixelspalten des Pixelmatrix-Displays. Beispielweise verbraucht die zumindest einen Ansteuerungskomponente elektrische Energie zu einem Ansteuern von 768 Pixelzeilen bei 60 Hz teilweise mit einer Frequenz von 46,08 kHz zuzüglich einer optionalen Austastlücke. Zwischen dem Darstellen von jeweils zwei Bildern der bei 60 Hz Displayfrequenz 60 Bildern pro Sekunde kann die Ansteuerungskomponente jeweils eine Austastlücke bilden, in welcher die Ansteuerungskomponente einen verringerten elektrischen Energieverbrauch aufweist, weil keine Pixelzeilen neu angesteuert, insbesondere beschrieben, werden. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom in einem ersten Messfenster in einer Bildübertragungsperiode der Pixel-Displayeinheit ermittelt, wobei in dem ersten Messfenster zumindest eine, bevorzugt zumindest zwei, besonders bevorzugt zumindest drei und/oder beispielsweise alle, Pixelzeile/n vollständig beschrieben wird/werden. Vorzugsweise werden in einer Bildübertragungsperiode alle Pixelzeilen einmal vollständig beschrieben zu einem Anzeigen genau eines Bilds. Das zumindest eine erste Messfenster ist in einer Bildübertragung, insbesondere während eines Schreibens zumindest einer Pixelzeile und/oder Pixelspalte angeordnet. Es kann eine vorteilhafte Messung des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms in einem vollständig, insbesondere maximal, aktiven Betriebszustand der Ansteuerungskomponente erreicht werden.

[0041] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom zumindest teilweise zwischen zwei Bildübertragungsperioden, insbesondere einer Austastlücke einer Bildübertragung, der Pixel-Displayeinheit ermittelt wird. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom zumindest einmal in zumindest einem Verfahrensschritt in einem zeitlichen Messfenster, insbesondere zumindest einem weiteren Messfenster, erfasst, welches vollständig in einer Austastlücke angeordnet ist. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom wiederholt in zumindest einem Verfahrensschritt in zeitlichen Messfenstern, insbesondere weiteren Messfenstern, erfasst, welche jeweils vollständig in jeweils einer, bevorzugt in voneinander zeitlich ver-

schiedenen, Austastlücke/n angeordnet sind. Vorzugsweise wird der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom in zumindest einem Verfahrensschritt zeitlich zwischen dem Beschreiben von einer letzten Pixelzeile eines Bilds und einer ersten Pixelzeile eines weiteren Bilds erfasst. Vorzugsweise ist zwischen dem Anzeigen zweier Bilder jeweils ein zeitlicher Abstand, insbesondere eine Austastlücke, vorgesehen, in welchem keine Pixelzeile und/oder Pixelspalte beschrieben wird. Vorzugsweise weist ein zeitliches Messfenster eine Länge von maximal einer gesamten, bevorzugt von etwa 90% einer, Dauer einer Austastlücke auf. Das zumindest eine weitere Messfenster ist in einer Austastlücke ohne Bildübertragung, insbesondere ohne Schreiben einer Pixelzeile und/oder Pixelspalte angeordnet. Es kann eine vorteilhafte Messung des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms in einem geringfügig, insbesondere minimal, aktiven Betriebszustand der Ansteuerungskomponente erreicht werden. Insbesondere kann der Gesamtbetriebsstrom vorteilhaft in verschiedenen stark aktiven Zuständen der Ansteuerungskomponente erfasst werden. Vorzugsweise weisen erste zeitliche Messfenster eine gleiche Länge auf wie weitere zeitliche Messfenster.

[0042] Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms ermittelt wird. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt aus zumindest einem, bevorzugt allen, zeitlichen Messfenster/n des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms eine zeitliche Varianz, insbesondere eine Zeitableitung, des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms ermittelt, bevorzugt berechnet. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt zu jeder Messung des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms eine zeitliche Varianz, insbesondere eine Zeitableitung, des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms ermittelt, bevorzugt berechnet. Es kann vorteilhaft eine Änderungsrate des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms in zumindest einem Messfenster ermittelt, bevorzugt sichtbar gemacht, werden.

[0043] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms einer Frequenzanalyse unterzogen wird. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt eine zeitliche Varianz jeder Messung des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms einer, insbesondere mathematischen, Frequenzanalyse unterzogen zu einem Ermitteln einer Energieaufnahme der Pixel-Displayeinheit zumindest in einem Frequenzband um eine Zeilenfrequenz und/oder Spaltenfrequenz, beispielsweise bei 46-50 kHz, der Ansteuerungskomponente. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt eine Frequenzanalyse zu jeder ermittelten zeitlichen Varianz jeder Messung des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms ermittelt. Vorzugsweise wird eine Frequenzanalyse zu jeweils zumindest zwei ersten Messfenstern durchgeführt, insbesondere pro übertragenem Bild. Vorzugsweise wird eine Frequenzanalyse zu jeweils zumindest zwei weiteren Messfenstern

durchgeführt, insbesondere pro übertragenem Bild. Es kann vorteilhaft ein sich in Abhängigkeit eines Störzustandes ändernder Parameter aus dem zumindest einen Gesamtbetriebsstrom isoliert werden. Insbesondere ist eine Änderung, bevorzugt ein Energieverbrauch, des zumindest eine Gesamtbetriebsstroms während eines Beschreibens von Pixelzeilen im Bereich der Zeilenfrequenz und/oder der Spaltenfrequenz größer als während einer Austastlücke oder in einem Einfrierzustand der Pixel-Displayeinheit, in welchem die Pixelzeilen nicht mehr neu beschrieben werden. Eine mathematische Frequenzanalyse kann beispielsweise eine Fourier-Analyse, insbesondere Fourier-Transformation, oder eine Laplace-Transformation sein. Es kann ein vorteilhaft eindeutiges, schnelles und unkompliziertes Verfahren zu einem Erkennen zumindest eines Störzustandes einer Pixel-Displayeinheit, insbesondere eines Einfrierzustandes der Pixel-Displayeinheit, erreicht werden.

[0044] Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt aus zumindest einer Frequenzanalyse einer zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms der zumindest eine Störzustand erkannt wird. Insbesondere wird in zumindest einem Verfahrensschritt aus einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bei der Zeilenfrequenz und/oder Spaltenfrequenz der zumindest einen Frequenzanalyse zumindest einer zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms der zumindest eine Störzustand erkannt, insbesondere durch Abgleich mit zumindest einem definierten Schwellenwert, mit einer vorherigen Peakamplitude und/oder vorherigen Peakfläche in einem ersten Messfenster und/oder mit einer weiteren, insbesondere in einem weiteren Messfenster gemessenen, Peakamplitude und/oder Peakfläche. Es kann eine vorteilhaft robust gegenüber Messfehlern ausgeprägte Erkennung des zumindest einen Störzustands erreicht werden.

[0045] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt aus einem Vergleich von zumindest zwei Frequenzanalysen von zeitlichen Varianzen zumindest zweier Gesamtbetriebsströme, insbesondere bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, der zumindest eine Störzustand erkannt wird. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt aus einer Differenz zwischen einer Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, und einer Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster der zumindest eine Schwellenwert ermittelt, und insbesondere der zumindest eine Störzustand erkannt. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt aus einer Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei

weitere Messfenster, der zumindest eine Schwellenwert ermittelt. Vorzugsweise ist eine Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, größer, insbesondere um mindestens einen Faktor zwei, bevorzugt um mindestens einen Faktor vier, besonders bevorzugt um mindestens einen Faktor fünf und ganz besonders bevorzugt um mindestens einen Faktor zehn, als eine Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Nichterreichen des zumindest einen Schwellenwerts durch eine Peakamplitude und/oder Peakfläche bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz in zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster der zumindest eine Störzustand, insbesondere der Einfrierzustand, erkannt. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt aus einem Vergleich, beispielsweise einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, insbesondere bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zumindest einer Frequenzanalyse von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, mit zumindest einer Frequenzanalyse von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster, der zumindest eine Störzustand erkannt. Beispielsweise kann in zumindest einem Verfahrensschritt aus einem Vergleich von zumindest einer zeitlichen Änderung einer Frequenzanalyse, insbesondere einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, mit zumindest einer zeitlichen Änderung einer Frequenzanalyse, insbesondere einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster, der zumindest eine Störzustand erkannt werden. Beispielsweise kann in zumindest einem Verfahrensschritt aus einer zeitlichen Änderung einer Frequenzanalyse, insbesondere einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, und/oder aus zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster, der zumindest eine Störzu-

stand erkannt werden. Beispielsweise kann in zumindest einem Verfahrensschritt aus einem Vergleich von zumindest einer zeitlichen Änderung einer Frequenzanalyse, insbesondere einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem ersten Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster, mit zumindest einer zeitlichen Änderung einer Frequenzanalyse, insbesondere einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz, von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem weiteren Messfenster, bevorzugt gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster, der zumindest eine Störszustand erkannt werden. Es kann eine vorteilhaft schnelles, fehlerunanfälliges und/oder kostengünstiges Verfahren zum Erkennen des Einfrierzustands erreicht werden. Insbesondere kann der Schwellenwert dynamisch sein, bevorzugt ermittelt werden, beispielsweise für jedes Bild neu ermittelt, für jedes zweite Bild neu ermittelt, für jedes zehnte Bild neu ermittelt oder dergleichen. Insbesondere kann der Schwellenwert statisch sein, beispielsweise genau einmal ermittelt.

[0046] Insbesondere wird durch das Verfahren erkannt, ob ein Displayinhalt kontinuierlich erneuert wird. Insbesondere wird durch das Verfahren zumindest erkannt, ob, insbesondere einzelne ausgewählte, Pixelzeilen oder Pixelspalten, kontinuierlich beschrieben werden. Das Beschreiben von Pixelzeilen erfolgt insbesondere mit der Zeilenfrequenz. Das Beschreiben von Pixelspalten erfolgt insbesondere mit einer Spaltenfrequenz. Insbesondere ist der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom der Pixel-Displayeinheit eine Summe aller Ströme der elektrischen Komponenten, insbesondere Verbraucher, des zumindest einen Pixelmatrix-Displays. Der zumindest eine Gesamtbetriebsstrom des zumindest einen Pixelmatrix-Displays hat insbesondere einen komplexen zeitlichen Verlauf, weil insbesondere einzelne elektrische Komponenten des zumindest einen Pixelmatrix-Displays mit unterschiedlichen und/oder nicht miteinander synchronisierten Zykluszeiten arbeiten, insbesondere elektrische Energie verbrauchen. Durch eine Frequenzanalyse des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, insbesondere eines zeitlichen Verlaufs des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, insbesondere der zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, können charakteristische Frequenzbänder einer Energieverteilung der Pixel-Displayeinheit ermittelt werden. Durch ein Verwenden von definierten Testbildern können durch das Verfahren Störszustände in der Farbdarstellung und/oder eines Videointerfaces der Pixel-Displayeinheit erreicht werden. Durch monochrome Farbtestbilder, insbesondere nur rot, nur grün oder nur blau, kann beispielsweise das Schalten der Pixelzellen zu einem Anzeigen der entsprechenden Farbe anhand einer Peakamplitude und/oder Peakfläche, bevorzugt bei einer Zeilenfrequenz und/oder einer Spaltenfrequenz,

aus einer Frequenzanalyse von zeitlichen Varianzen des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms überprüft werden. Der Begriff Pixelmatrix-Display soll insbesondere synonym zu Pixelmatrix-Display aufgefasst werden. Der resultierende Energieanteil in einer Frequenzanalyse um die Zeilenfrequenz ist proportional zu der Anzahl geschalteter Pixelzellen einer Pixelzeile. Für monochrome Farbdarstellungen ergibt sich ein charakteristischer Energieanteil von ca. 1/3 der Energie bei weißer Darstellung. Damit ist es möglich, durch geeignete Testbilder Ausfälle in der Farbdarstellung oder des Videointerfaces zum Pixelmatrix-Display zu erkennen.

[0047] Ferner wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Erkennen eines Störszustands zumindest ein Alarmsignal ausgegeben wird. Das zumindest eine Alarmsignal kann als optisches, akustisches und/oder haptisches Alarmsignal ausgebildet sein. Bevorzugt wird in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Erkennen eines Störszustands zumindest ein optisches Alarmsignal über die Pixel-Displayeinheit und/oder ein akustisches Alarmsignal über ein Reaktionsmodul einer Recheneinheit ausgegeben. Es kann ein vorteilhaft hoher Sicherheitsstandard erreicht werden.

[0048] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Erkennen eines Störszustands die Pixel-Displayeinheit zumindest teilweise abgeschaltet und/oder neugestartet wird. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest ein, bevorzugt betroffener, Pixelmatrix-Display abgeschaltet, insbesondere für zumindest 5 Sekunden. Vorzugsweise wird in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest ein, bevorzugt betroffener, Pixelmatrix-Display neugestartet, insbesondere abgeschaltet und vor einem Ablauf von 5 Sekunden wieder eingeschaltet. Es kann eine vorteilhafte Reaktion auf Störszustände der Pixel-Displayeinheit erreicht werden.

[0049] Darüber hinaus wird eine Recheneinheit vorgeschlagen, die bevorzugt zu einem, insbesondere automatisierten, Durchführen eines erfindungsgemäßen Verfahrens ausgebildet ist. Insbesondere ist die Recheneinheit dazu ausgebildet, mit der Pixel-Displayeinheit gekoppelt zu werden. Unter einer "Recheneinheit" soll insbesondere eine Einheit mit einem Informationseingang, einer Informationsverarbeitung und einer Informationsausgabe verstanden werden. Vorteilhaft weist die Recheneinheit zumindest einen Prozessor und/oder eine Prozessoreinheit, einen Speicher und/oder eine Speichereinheit, Ein- und Ausgabemittel, weitere elektrische Bauteile, ein Betriebsprogramm, Regelroutinen, Steuer- und/oder Berechnungsroutinen auf. Insbesondere umfasst die Recheneinheit ein in dem Speicher und/oder in der Speichereinheit gespeichertes Betriebs-, Steuer- und/oder Berechnungsprogramm. Bevorzugt ist die Recheneinheit mit der Pixel-Displayeinheit gekoppelt.

[0050] Es wird vorgeschlagen, dass die Recheneinheit ein Erfassmodul aufweist, welches dazu ausgebildet ist,

zumindest einen, insbesondere den bereits genannten zumindest einen, Gesamtbetriebsstrom der Pixel-Displayeinheit zu erfassen. Bevorzugt ist die Erfassungsschaltung als eine Unterbaugruppe der Recheneinheit, beispielsweise als ein Integrated Circuit, als ein Microcontroller, ein CPU, ein Chip und/oder als ASIC, insbesondere application-specific Integrated Circuit, ausgebildet. Bevorzugt ist das zumindest eine Erfassmodul dazu ausgebildet, den zumindest einen Gesamtbetriebsstrom, insbesondere ausschließlich, an dem zumindest einen Versorgungsanschluss der Pixel-Displayeinheit zu erfassen. Bevorzugt ist das zumindest eine Erfassmodul dazu ausgebildet, den zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zumindest teilweise, insbesondere zeitweise, insbesondere kontinuierlich in zeitlich voneinander getrennten ersten Messfenstern, in einer Bildübertragungsperiode der Pixel-Displayeinheit zu ermitteln. Bevorzugt ist das zumindest eine Erfassmodul dazu ausgebildet, den zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zumindest teilweise, insbesondere zeitweise, insbesondere kontinuierlich in zeitlich voneinander getrennten weiteren Messfenstern zwischen zwei Bildübertragungsperioden, insbesondere einer Austastlücke einer Bildübertragung, der Pixel-Displayeinheit zu ermitteln. Es kann eine vorteilhafte Computerimplementierung des Verfahrens erreicht werden.

[0051] Des Weiteren wird vorgeschlagen, dass die Recheneinheit ein Auswertemodul aufweist, welches dazu ausgebildet ist, eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms zu ermitteln, eine Frequenzanalyse der zeitlichen Varianz durchzuführen und aus der Frequenzanalyse einen Stöorzustand zu ermitteln. Vorzugsweise ist das Auswertemodul dazu ausgebildet, eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms zu ermitteln, insbesondere zu jedem Messfenster. Vorzugsweise ist das Auswertemodul dazu ausgebildet, eine Frequenzanalyse an zumindest einer zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, insbesondere zu jedem Messfenster, durchzuführen. Vorzugsweise ist das Auswertemodul dazu ausgebildet, aus zumindest einer Frequenzanalyse einer zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms den zumindest einen Stöorzustand zu erkennen. Vorzugsweise ist das Auswertemodul als eine Unterbaugruppe der Recheneinheit, beispielsweise als ein Integrated Circuit, als ein Microcontroller, ein CPU, ein Chip und/oder als ASIC, insbesondere application-specific Integrated Circuit, ausgebildet. Das Auswertemodul kann als ein Teil mit dem Erfassmodul ausgebildet sein. Die Recheneinheit kann als vorteilhaftes Zusatzmodul zu bestehenden Pixel-Displayeinheiten ausgebildet werden.

[0052] Ferner wird vorgeschlagen, dass die Recheneinheit ein Reaktionsmodul aufweist, welches dazu ausgebildet ist, bei einem Erkennen eines Stöorzustands durch das Auswertemodul, die Pixel-Displayeinheit zumindest teilweise abzuschalten und/oder neuzustarten. Vorzugsweise ist das Reaktionsmodul als eine Unterbaugruppe der Recheneinheit, beispielsweise als ein In-

tegrated Circuit, als ein Microcontroller, ein CPU, ein Chip und/oder als ASIC, insbesondere application-specific Integrated Circuit, ausgebildet. Das Reaktionsmodul kann als ein Teil mit dem Erfassmodul und/oder dem Auswertemodul ausgebildet sein. Vorzugsweise ist das Reaktionsmodul dazu ausgebildet, bei einem Erkennen eines Stöorzustands zumindest ein Alarmsignal auszugeben. Das Reaktionsmodul kann ein akustisches Ausgabeuntermodul aufweisen zu einer Ausgabe eines akustischen Alarmsignals. Es kann eine Recheneinheit mit vorteilhaft hohem Sicherheitsstandard erreicht werden.

[0053] Darüber hinaus wird ein Pixel-Displaysystem vorgeschlagen mit zumindest einer Pixel-Displayeinheit, welche zumindest ein Pixelmatrix-Display umfasst, und mit zumindest einer erfindungsgemäßen Recheneinheit.

[0054] Es wird vorgeschlagen, dass das Pixel-Displaysystem zumindest ein DR-Plattformmodul aufweist zu einem Erzeugen einer Visualisierung von Information auf dem zumindest einem Pixelmatrix-Display. Bevorzugt ist das zumindest eine zumindest ein DR-Plattformmodul mit der Recheneinheit gekoppelt und insbesondere mechanisch verbunden. Bevorzugt ist das zumindest eine zumindest ein DR-Plattformmodul mit der Pixel-Displayeinheit, insbesondere zumindest mit dem zumindest einen Pixelmatrix-Display gekoppelt, insbesondere verbunden. Vorzugsweise ist das DR-Plattformmodul als Computer oder dergleichen ausgebildet. Insbesondere kann das DR-Plattformmodul als eine Recheneinheit ausgebildet sein. Insbesondere kann die Recheneinheit zu einem Koppeln mit dem DR-Plattformmodul ausgebildet sein zu einem Ausbilden einer Safety-DR-Plattformmoduleinheit aus der Recheneinheit und dem DR-Plattformmodul. Es kann eine vorteilhafte Kombination von Pixel-Displayeinheit mit der Recheneinheit und/oder dem DR-Plattformmodul erreicht werden. Insbesondere kann die Recheneinheit vorteilhaft an dem DR-Plattformmodul angebracht werden.

[0055] Darüber hinaus wird ein Multifunktionsterminal vorgeschlagen mit zumindest einer Terminalgehäuseeinheit und mit zumindest einem erfindungsgemäßen Pixel-Displaysystem. Vorzugsweise ist das Pixel-Displaysystem in der Terminalgehäuseeinheit angeordnet, wobei zumindest ein Pixelmatrix-Display der Pixel-Displayeinheit eine Außenseite des Terminalgehäuseeinheit bildet. Es kann ein vorteilhaft geschütztes Pixel-Displaysystem erreicht werden, welches insbesondere für spezielle Anwendungen, wie beispielsweise als Steuerpult oder dergleichen, ausgebildet sein kann.

[0056] Darüber hinaus wird Fahrzeugmodul vorgeschlagen mit zumindest einer Fahrzeugeinheit, bevorzugt Schienenfahrzeugeinheit, und mit zumindest einem erfindungsgemäßen Multifunktionsterminal. Bevorzugt ist die zumindest eine Fahrzeugeinheit als ein Triebwagen eines Schienenfahrzeugs ausgebildet. Es kann ein vorteilhaft sicherer Schienenverkehr erreicht werden.

[0057] Das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Recheneinheit, das erfindungsgemäße Pixel-Displaysystem, der erfindungsgemäße Multifunkti-

onsterminal und/oder das erfindungsgemäße Fahrzeugmodul sollen/soll hierbei nicht auf die oben beschriebene Anwendung und Ausführungsform beschränkt sein. Insbesondere können/kann das erfindungsgemäße Verfahren, die erfindungsgemäße Recheneinheit, das erfindungsgemäße Pixel-Displaysystem, der erfindungsgemäße Multifunktionsterminal und/oder das erfindungsgemäße Fahrzeugmodul zu einer Erfüllung einer hierin beschriebenen Funktionsweise eine von einer hierin genannten Anzahl von einzelnen Elementen, Bauteilen, Einheiten und/oder Verfahrensschritten abweichende Anzahl aufweisen. Zudem sollen bei den in dieser Offenbarung angegebenen Wertebereichen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als offenbart und als beliebig einsetzbar gelten.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Weitere Vorteile ergeben sich aus der folgenden

[0058] Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen ist mindestens ein Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt. Die Zeichnungen, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln als erfindungserheblich betrachten und ggf. zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

[0059] Es zeigen:

FIG. 1 eine erfindungsgemäßes Fahrzeugmodul mit einem erfindungsgemäßen Multifunktionsterminal, welches ein erfindungsgemäßes LCD-Displaysystem aufweist, das wiederum eine erfindungsgemäße Recheneinheit aufweist, in einer schematischen Darstellung,

FIG. 2 eine erfindungsgemäße Recheneinheit an einer LCD-Displayeinheit in einer schematischen Darstellung,

FIG. 3 ein erfindungsgemäßes Verfahren in einer schematischen Darstellung,

FIG. 4 eine Frequenzanalyse eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem ersten Messfenster und eine Frequenzanalyse eines Gesamtbetriebsstroms aus zumindest einem weiteren Messfenster in einer schematischen Darstellung;

FIG. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung als Ergänzung der Prüf- bzw. Überwachungseinheit aus EP 2 353 089 B1; und

FIG. 6 eine bevorzugte Erfassungsschaltung zur breitbandigen Strommessung des Gesamtbetriebsstroms eines TFT-Displays wie in FIG. 1 bzw. FIG. 5.

BESCHREIBUNG VON AUSFÜHRUNGSBEISPIELEN

[0060] FIG. 1 zeigt ein Fahrzeugmodul 10 in einem Fahrzeug 12, hier z.B. einem Schienenfahrzeug. Das Fahrzeug 12 ist insbesondere ein Schienenfahrzeugtriebswagen. Das Fahrzeugmodul 10 umfasst ein Multifunktionsterminal 14. Das Multifunktionsterminal 14 ist im Führerstand für den Schienenfahrzeugtriebswagen eingebaut. Das Multifunktionsterminal 14 weist eine Terminalgehäuseeinheit 16 und ein LCD-Display 18 auf. Das LCD-Display 18 umfasst eine Displayeinheit 20. Die LCD-Displayeinheit 20 weist ein oder mehrere Pixelmatrix-Displays, hier beispielhaft drei TFT-Displays 22, 22', 22" auf. Die TFT-Displays 22, 22', 22" sind jeweils an der Vorderseite der Terminalgehäuseeinheit 16 angeordnet.

[0061] Das LCD-Displaysystem 18 umfasst eine Recheneinheit 24 und ein DR-Plattformmodul 26 mit darstellendem Rechner (DR), welches insbesondere zu einem Erzeugen einer Visualisierung von Information in Form von Bildern auf den drei TFT-Displays 22, 22', 22" ausgebildet ist. Das DR-Plattformmodul 26 ist als eine Rechnerplattform, z.B. mit PC- bzw. Computerarchitektur ausgebildet, welche insbesondere eine oder mehrere DR-Platine/n aufweist. Die Recheneinheit 24 weist eine eigene modulare Platine auf. Alle Bauteile der Recheneinheit 24 sind vollständig auf der separaten Rechenplatine angeordnet. Die Rechenplatine ist getrennt von der/den DR-Platine/n ausgebildet. Die Rechenplatine ist dazu ausgebildet, mit der/den DR-Platine/n verbunden zu werden. Die Recheneinheit 24 ist insbesondere als modulares Ergänzungs- bzw. Nachrüstbauteil für das LCD-Displaysystem 18 bzw. das DR-Plattformmodul 26 ausgebildet. Die Recheneinheit 24 ist zu einem Koppeln mit dem DR-Plattformmodul 26 ausgebildet zu einem Ausbilden einer Safety-DR-Plattformmoduleinheit aus der Recheneinheit 24 und dem DR-Plattformmodul 26.

[0062] Die Recheneinheit 24 und das DR-Plattformmodul 26 sind insbesondere jeweils eine Einheit mit einem Informationseingang, einer Informationsverarbeitung und einer Informationsausgabe. Die Recheneinheit 24 und das DR-Plattformmodul 26 weisen jeweils einen Prozessor, einen Speicher, Ein- und Ausgabemittel, weitere elektrische Bauteile, ein Betriebsprogramm, Routinen, Steuerrouinen und/oder Berechnungsrouinen auf.

[0063] Das DR-Plattformmodul 26 ist mit der LCD-Displayeinheit 20 insbesondere jedem der drei TFT-Displays 22, 22', 22" verbunden zu einem Datenübertrag, insbesondere zu einem Schalten von Pixelzellen der Displays 22, 22', 22" zu einem Anzeigen von Bildern auf den Displays 22, 22', 22" (vgl. Fig. 2). Die Recheneinheit 24 ist mit einem elektrischen Versorgungsanschluss 23 der LCD-Displayeinheit 20 verbunden. Die Recheneinheit 24 ist mit jedem der drei elektrischen Versorgungsanschlüsse 23 der drei TFT-Displays 22, 22', 22" verbunden. Die Recheneinheit 24 ist mit jeder Datenleitung zwischen

dem DR-Plattformmodul 26 und den drei TFT-Displays 22, 22', 22" verbunden. Die drei elektrischen Versorgungsanschlüsse 23 der drei TFT-Displays 22, 22', 22" sind mit einer elektrischen Energiequelle verbunden.

[0064] Die Recheneinheit 24 ist mit einer Erfassungsschaltung 28 verbunden. Diese Erfassungsschaltung 28 ist dazu ausgebildet, drei Gesamtbetriebsströme der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere Gesamtbetriebsströme zu jedem TFT-Display 22, 22', 22", zu erfassen. Die Erfassungsschaltung 28 kann als eine diskrete Schaltung bzw. Unterbaugruppe auf der Platine der Recheneinheit 24 ausgebildet sein. Die Erfassungsschaltung 28 ist dazu ausgebildet, die drei Gesamtbetriebsströme, insbesondere ausschließlich, an den drei Versorgungsanschlüssen 23 der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere der drei TFT-Displays 22, 22', 22", zu erfassen.

[0065] Die Erfassungsschaltung 28 ist dazu ausgebildet, die drei Gesamtbetriebsströme kontinuierlich in zeitlich voneinander getrennten ersten Messfenstern während Bildübertragungsperioden der LCD-Displayeinheit 20 zu erfassen. Die Erfassungsschaltung 28 ist dazu ausgebildet, die drei Gesamtbetriebsströme kontinuierlich in zeitlich voneinander getrennten weiteren Messfenstern jeweils zwischen zwei Bildübertragungsperioden, insbesondere während einer Austastlücke einer Bildübertragung, der LCD-Displayeinheit 20 zu erfassen.

[0066] Die Recheneinheit 24 weist ein Auswertemodul 30 auf, welches als logische Einheit d.h. softwareimplementiert sein kann. Das Auswertemodul 30 ist dazu ausgebildet, eine zeitliche Varianz der Gesamtbetriebsströme zu ermitteln, eine Frequenzanalyse der zeitlichen Varianz durchzuführen und aus der Frequenzanalyse einen Stöorzustand der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere mindestens eines der drei TFT-Displays 22, 22', 22", zu ermitteln.

[0067] Das Auswertemodul 30 ist dazu ausgebildet, eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms zu jedem zeitlichen Messfenster zu ermitteln. Das Auswertemodul 30 ist dazu ausgebildet, eine Frequenzanalyse an zumindest einer zeitlichen Varianz der Gesamtbetriebsströme, insbesondere zu jedem Messfenster, durchzuführen. Das Auswertemodul 30 ist dazu ausgebildet, aus zumindest einer Frequenzanalyse einer zeitlichen Varianz der Gesamtbetriebsströme zumindest einen Stöorzustand zu erkennen. Das Auswertemodul 30 ist als eine Unterbaugruppe der Recheneinheit 24 ausgebildet.

[0068] Die Recheneinheit 24 weist ein Reaktionsmodul 32 auf, welches als logische Einheit d.h. softwareimplementiert sein kann. Das Reaktionsmodul 32 ist dazu ausgebildet, bei einem Erkennen eines Stöorzustands durch das Auswertemodul 30, die LCD-Displayeinheit 20 zumindest teilweise, insbesondere den zumindest einen betroffenen Display 22, 22', 22", abzuschalten und/oder neuzustarten.

[0069] Das Reaktionsmodul 32 ist dazu ausgebildet, bei einem Erkennen eines Stöorzustands zumindest ein

Alarmsignal auszugeben. Das Reaktionsmodul 32 umfasst ein akustisches Ausgabeuntermodul 34 zu einer Ausgabe eines akustischen Alarmsignals. Die Recheneinheit 24 ist zu einem Durchführen eines im folgenden beschriebenen Verfahrens zu einem Erkennen zumindest eines Stöorzustands der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere eines Einfrierzustands der LCD-Displayeinheit 20, ausgebildet. Die Recheneinheit 24 ist insbesondere dazu ausgebildet, das Verfahren zu einem Erkennen eines Einfrierzustands mindestens eines TFT-Displays 22, 22', 22" computerimplementiert ablaufen zu lassen.

[0070] Die LCD-Displayeinheit 20 umfasst beispielsweise drei TFT-Displays 22, 22', 22", welche jeweils ein Displaygehäuse 36, 36', 36" aufweisen. Das Displaygehäuse 36, 36', 36" schließt alle von dem Displaygehäuse getrennt ausgebildeten elektrischen Komponenten des jeweiligen TFT-Displays 22, 22', 22" vollständig ein.

[0071] Insbesondere weist jedes TFT-Display 22, 22', 22" jeweils eine elektrische Betriebsschnittstellen 38 auf, welche insbesondere an dem Displaygehäuse 36, 36', 36" angeordnet sind. Die elektrischen Betriebsschnittstellen 38 sind zu einem Anschluss der TFT-Displays 22, 22', 22", insbesondere aller elektrischen Komponenten der TFT-Displays 22, 22', 22", an eine elektrische Energieversorgungsleitung ausgebildet zu einem Betreiben der TFT-Displays 22, 22', 22".

[0072] Die TFT-Displays 22, 22', 22" weisen jeweils eine elektrische Datenschnittstelle 40, beispielsweise eine LVDS-Schnittstelle, auf, welche insbesondere an dem jeweiligen Displaygehäuse 36, 36', 36" angeordnet ist. Insbesondere ist die jeweilige Datenschnittstelle 40 zu einem Übertragen von Anzeigedaten an den entsprechenden TFT-Display 22, 22', 22" ausgebildet. Insbesondere ist jedes TFT-Display 22, 22', 22" dazu ausgebildet, die Anzeigedaten, insbesondere in Form von Bildern, anzuzeigen. Die Datenschnittstellen 40 sind benachbart zu den Betriebsschnittstellen 38 an dem jeweiligen Displaygehäuse 36, 36', 36", insbesondere an einer gleichen Außenseite des Displaygehäuses 36, 36', 36", angeordnet.

[0073] Die TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 weisen jeweils eine Vielzahl an Pixelzellen auf, welche eine Pixel-Matrix bilden und insbesondere in Pixelzeilen und Pixelspalten angeordnet sind.

[0074] Insbesondere weisen die TFT-Displays 22, 22', 22" jeweils eine elektrische Netzteilkomponente, beispielsweise einen DC/DC-Wandler, auf. Insbesondere weisen die TFT-Displays 22, 22', 22" jeweils eine elektrische Hintergrundleucht Komponente auf. Insbesondere weisen die TFT-Displays 22, 22', 22" jeweils eine elektrische Ansteuerkomponente, welche insbesondere als ein Hauptcontroller ausgebildet ist, auf, welche insbesondere einen Zeilentreiber, insbesondere zu einem Ansteuern von Pixelzeilen zur Übernahme von Spannungen zum gezielten Schalten Leuchten der Pixelzellen der Pixelzeilen, und einen Spaltentreiber, insbesondere zu einem Wandeln von Pixelhelligkeitswerten einer Pixel-

zeile in analoge Spannungen, umfassen. Die Aufgaben der Zeilentreiber und Spaltentreiber können getauscht ausgebildet sein.

[0075] Insbesondere sind die Netzteilkomponente, die Hintergrundleucht Komponente und die Ansteuerungskomponente im Betriebszustand eines TFT-Displays 22, 22', 22" jeweils von dem Gesamtbetriebsstrom des TFT-Displays 22, 22', 22" mit ausreichend elektrischem Strom versorgt zu einem Betreiben des TFT-Displays 22, 22', 22".

[0076] Der Gesamtbetriebsstrom eines TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 ist insbesondere ein elektrischer Versorgungsstrom zu einem Betreiben eines TFT-Displays 22, 22', 22", insbesondere aller elektrischen Komponenten zumindest eines TFT-Displays 22, 22', 22". Insbesondere ist der Gesamtbetriebsstrom der LCD-Displayeinheit 20 ausreichend um einen TFT-Display 22, 22', 22" vollständig in einen Betriebszustand zu versetzen.

[0077] Der Gesamtbetriebsstrom ist hier beispielsweise eine, insbesondere von außen an dem Displaygehäuse 36, 36', 36" messbare, Summe aller intern, insbesondere in einem Displaygehäuse 36, 36', 36", nötigen Aktivierungsströme für alle elektrischen Komponenten des entsprechenden TFT-Displays 22, 22', 22". Insbesondere unterscheidet sich der Gesamtbetriebsstrom von einem Aktivierungsstrom einzelner Pixelzellen der LCD-Displayeinheit 20, wie beispielsweise Pixelzeilen oder Pixelspalten des entsprechenden TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere zu jedem Zeitpunkt eines Betriebszustandes des TFT-Displays 22, 22', 22", durch eine Überlagerung des Aktivierungsstroms einzelner Pixelzellen der LCD-Displayeinheit 20, wie beispielsweise Pixelzeilen oder Pixelspalten des TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20, mit weiteren Strömen, welche zum Betreiben der weiteren Komponenten des TFT-Displays 22, 22', 22" nötig sind.

[0078] Insbesondere sind die Gesamtbetriebsströme zu jedem Zeitpunkt eines Betriebszustandes der TFT-Displays 22, 22', 22" größer als ein Aktivierungsstrom der Ansteuerungskomponente der einzelnen TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 und/oder von Pixelzellen der LCD-Displayeinheit 20. Insbesondere sind die Gesamtbetriebsströme als eine Stromstärke ausgebildet, und insbesondere in Ampere ermittelt. Insbesondere sind die Gesamtbetriebsströme von außen an der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere außerhalb der Displaygehäuse 36, 36', 36" und/oder an einer Schnittstelle, wie insbesondere der Betriebsschnittstelle 38, an den Displaygehäusen 36, 36', 36", messbar.

[0079] FIG.3 zeigt insbesondere das schematisierte Verfahren zu einem Erkennen zumindest eines Störzustandes einer LCD-Displayeinheit 20, insbesondere eines Einfrierzustandes der LCD-Displayeinheit 20. Die einzelnen Verfahrensschritte werden in einer beispielhaften Reihenfolge beschrieben. Jeder Verfahrensschritt läuft in diesem Verfahren allerdings sich fortwährend wiederholend ab, um die Zustände der TFT-Dis-

plays 22, 22', 22" zu überwachen und Störzustände zu erkennen.

[0080] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Erfassungsschritt 50, jeweils außerhalb der Displaygehäuse 36, 36', 36" gemessen, insbesondere über eine Spannungsmessung. Die Gesamtbetriebsströme, insbesondere der LCD-Displayeinheit 20, werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, von außen an der Betriebsschnittstelle 38 gemessen. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, in jedem Betriebszustand der LCD-Displayeinheit 20 dauerhaft, insbesondere mit einer Messfrequenz von mindestens 10 Hz ermittelt. Der Erfassungsschritt 50 läuft insbesondere wiederholt mit einer Frequenz von mindestens 30 Hz ab. Insbesondere werden die Gesamtbetriebsströme in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, für jeden TFT-Display 22, 22', 22" mindestens zweimal pro Sekunde, insbesondere in zwei verschiedenen zeitlichen Messfenstern, von insbesondere mindestens 70 μ s, gemessen.

[0081] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, an zumindest einem Versorgungsanschluss 23, insbesondere den Betriebsschnittstellen 38, der LCD-Displayeinheit 20 erfasst. Die Versorgungsanschlüsse 23 der LCD-Displayeinheit 20 sind als die elektrischen Betriebsschnittstellen 38 ausgebildet. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, von außen an den Versorgungsanschlüssen 23, insbesondere an den elektrischen Betriebsschnittstellen 38, der TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 erfasst.

[0082] Ein TFT-Display 22, 22', 22" kann zwei verschiedene elektrische Betriebsschnittstellen 38 aufweisen, von welchen eine unter anderem zur Versorgung einer Ansteuerkomponente des TFT-Displays 22, 22', 22" ausgebildet ist und eine unter anderem zur Versorgung einer Hintergrundleucht Komponente des TFT-Displays 22, 22', 22" ausgebildet ist. In einem solchen Fall wird der Gesamtbetriebsstrom an der elektrische Betriebsschnittstelle 38 gemessen, welcher zur Versorgung einer Ansteuerkomponente des TFT-Displays 22, 22', 22" ausgebildet ist.

[0083] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, zumindest teilweise in einer Bildübertragungsperiode der LCD-Displayeinheit 20 ermittelt, insbesondere erfasst. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, jeweils in zeitlichen Messfenstern erfasst. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, in einem Aktivzustand der jeweiligen Ansteuerungskomponente erfasst.

[0084] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, in einem Passivzustand der jeweiligen Ansteuerungs-

komponente erfasst.

[0085] Die Ansteuerungskomponente verbraucht elektrische Energie in Abhängigkeit von einer Bilderneuerungsrate, insbesondere Displayfrequenz, wie beispielsweise 60 Hz und insbesondere in Abhängigkeit der Pixelzeilen und/oder Pixelspalten des TFT-Displays 22, 22', 22". Beispielsweise verbraucht die zumindest einen Ansteuerungskomponente elektrische Energie zu einem Ansteuern von 768 Pixelzeilen bei 60 Hz teilweise mit einer Frequenz von 46,08 kHz zuzüglich einer optionalen Austastlücke. Zwischen dem Darstellen von jeweils zwei Bildern der bei 60 Hz Displayfrequenz 60 Bildern pro Sekunde bildet die Ansteuerungskomponente jeweils eine Austastlücke, in welcher die Ansteuerungskomponente einen verringerten elektrischen Energieverbrauch aufweist, weil keine Pixelzeilen neu angesteuert, insbesondere beschrieben, werden.

[0086] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, in ersten Messfenstern in einer Bildübertragungsperiode des jeweiligen TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 erfasst, wobei in ersten Messfenstern zumindest drei Pixelzeilen vollständig beschrieben werden. In einer Bildübertragungsperiode werden alle Pixelzeilen einmal vollständig beschrieben zu einem Anzeigen genau eines Bilds. Die ersten Messfenster sind in einer Bildübertragung, insbesondere während eines Schreibens zumindest dreier Pixelzeile und/oder Pixelspalte angeordnet.

[0087] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, zumindest teilweise zwischen zwei Bildübertragungsperioden, insbesondere einer Austastlücke einer Bildübertragung, jedes TFT-Displays 22, 22', 22" der LCD-Displayeinheit 20 erfasst. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, wiederholt in zeitlichen Messfenstern, insbesondere weiteren Messfenstern, erfasst, welches vollständig in einer Austastlücke der Bildübertragung angeordnet ist.

[0088] Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, in zeitlichen Messfenstern, insbesondere weiteren Messfenstern, erfasst, welche jeweils vollständig in jeweils einer, insbesondere in voneinander zeitlich verschiedenen, Austastlücke/n angeordnet sind. Die Gesamtbetriebsströme werden in einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, zeitlich zwischen dem Beschreiben von einer letzten Pixelzeile eines Bilds und einer ersten Pixelzeile eines weiteren Bilds erfasst, insbesondere in weiteren Messfenstern, welche zeitlich zwischen dem Beschreiben von einer letzten Pixelzeile eines Bilds und einer ersten Pixelzeile eines weiteren Bilds angeordnet sind.

[0089] Zwischen dem Anzeigen zweier Bilder durch ein TFT-Display 22, 22', 22" ist jeweils ein zeitlicher Abstand, insbesondere eine Austastlücke, vorgesehen, in welchem keine Pixelzeile und/oder Pixelspalte beschrieben wird.

ben wird.

[0090] Die ersten zeitlichen Messfenster und/oder die weiteren Messfenster weisen eine Länge von maximal einer gesamten, insbesondere von etwa 90% einer, Dauer einer Austastlücke auf. Die weiteren Messfenster sind jeweils in verschiedenen Austastlücken ohne Bildübertragung, insbesondere ohne Schreiben einer Pixelzeile und/oder Pixelspalte angeordnet.

[0091] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Ermittlungsschritt 52, wird eine zeitliche Varianz der Gesamtbetriebsströme ermittelt. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Ermittlungsschritt 52, wird aus allen erfassten zeitlichen Messfenstern der Gesamtbetriebsströme eine zeitliche Varianz, insbesondere eine Zeitableitung, der Gesamtbetriebsströme ermittelt, insbesondere gebildet, genähert und/oder berechnet. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Ermittlungsschritt 52, wird zu jeder Messung der Gesamtbetriebsströme zumindest eine zeitliche Varianz, insbesondere eine Zeitableitung, der Gesamtbetriebsströme ermittelt, insbesondere gebildet, genähert und/oder berechnet.

[0092] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Ermittlungsschritt 52, wird jede Messung der Gesamtbetriebsströme zumindest einmal genutzt um zumindest eine zeitliche Varianz, insbesondere eine Zeitableitung, der Gesamtbetriebsströme zu ermitteln, insbesondere zu bilden, nähern und/oder berechnen. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Ermittlungsschritt 52, wird jede Messung der Gesamtbetriebsströme zumindest einmal genutzt um zumindest einen zeitlichen Verlauf, der Gesamtbetriebsströme in ersten Messfenstern zu ermitteln, insbesondere zu bilden, nähern und/oder berechnen. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Ermittlungsschritt 52, wird jede Messung der Gesamtbetriebsströme zumindest einmal genutzt um zumindest einen zeitlichen Verlauf, der Gesamtbetriebsströme in weiteren Messfenstern zu ermitteln, insbesondere zu bilden, nähern und/oder berechnen.

[0093] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Analyseschritt 54, wird eine zeitliche Varianz der Gesamtbetriebsströme einer Frequenzanalyse unterzogen. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Analyseschritt 54, wird zu jeder ermittelten zeitlichen Varianz der Gesamtbetriebsströme eine Frequenzanalyse gebildet zu einem Ermitteln einer Energieaufnahme der LCD-Displayeinheit 20 zumindest in einem Frequenzband, um zumindest eine Zeilenfrequenz und/oder Spaltenfrequenz, beispielsweise bei 46-50 kHz, der Ansteuerungskomponente zumindest eines der TFT-Displays 22, 22', 22".

[0094] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Analyseschritt 54, wird eine Frequenzanalyse zu jeder ermittelten zeitlichen Varianz jeder Messung der Gesamtbetriebsströme ermittelt. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Analyseschritt 54, wird eine Frequenzanalyse zu jeweils zumindest zwei ersten Messfenstern durchgeführt, insbesondere pro übertragenem Bild. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in

dem Analyseschritt 54, wird eine Frequenzanalyse zu jeweils zumindest zwei weiteren Messfenstern durchgeführt, insbesondere pro übertragenem Bild.

[0095] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Erkensschritt 56, wird aus zumindest einer Frequenzanalyse einer zeitlichen Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms der zumindest eine Störzustand erkannt. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird aus einer Peakamplitude bei der Zeilenfrequenz in einem Frequenzspektrum der Frequenzanalyse der Gesamtbetriebsströme der zumindest eine Störzustand erkannt, insbesondere durch Abgleich mit einem definierten Schwellenwert und mit einer in einem weiteren Messfenster gemessenen Peakamplitude.

[0096] In FIG.4 ist ein beispielhafter Graph einer Frequenzanalyse gezeigt. Auf einer Abszisse 42, insbesondere x-Achse, ist eine Frequenz, insbesondere in kHz, aufgetragen. Auf einer Ordinate 43, insbesondere y-Achse, ist eine Amplitude, insbesondere in beliebigen Einheiten (a. u.), aufgetragen. In FIG.4 sind zwei Frequenzanalysen, welche aus zwei Messungen, insbesondere aus einem zumindest einem ersten Messfenster und aus zumindest einem weiteren Messfenster, eines Gesamtbetriebsstroms ermittelt wurden, schematisch dargestellt.

[0097] In gestrichelter Form ist eine erste Frequenzanalysekurve 44, welche aus zumindest einem ersten Messfenster des Gesamtbetriebsstroms ermittelt wurde, gezeigt. Die erste Frequenzanalysekurve 44 entspricht in etwa einem Bildschreibeniveau des Stromverbrauchs eines der TFT-Displays 22, 22', 22'', insbesondere einem Stromverbrauch eines der TFT-Displays 22, 22', 22'' während eines Beschreibens von Zeilen der Pixelmatrix des TFT-Displays 22, 22', 22''.

[0098] In gepunkteter Form ist eine weitere Frequenzanalysekurve 46, welche aus zumindest einem weiteren Messfenster des Gesamtbetriebsstroms ermittelt wurde, gezeigt. Die weitere Frequenzanalysekurve 46 entspricht in etwa einem Rauschniveau des Stromverbrauchs eines der TFT-Displays 22, 22', 22'', insbesondere einem Stromverbrauch eines der TFT-Displays 22, 22', 22'' zwischen einem Anzeigen von zwei Bildern, insbesondere in einer Austastlücke zwischen dem Beschreiben von Zeilen der Pixelmatrix des TFT-Displays 22, 22', 22'' zum Darstellen von zwei Bildern bei der Displayfrequenz von beispielsweise 60 Hz.

[0099] Die weitere Frequenzanalysekurve 46 unterscheidet sich in Bereichen 47, 47' der Zeilenfrequenz und der doppelten Zeilenfrequenz, hier beispielsweise etwa 48 kHz und 96 kHz, eines des entsprechenden TFT-Displays 22, 22', 22'' stark von der ersten Frequenzanalysekurve 44. Aus einem Vergleich der der ersten Frequenzanalysekurve 44 mit der weiteren Frequenzanalysekurve 46, welche insbesondere zeitnah zueinander aufgenommen wurden, kann zumindest in Bereichen 47, 47' der Zeilenfrequenz und der doppelten Zeilenfrequenz ermittelt werden, ob das entsprechende TFT-Displays 22, 22', 22'' ein aktuell zu zeigendes Bild wiedergibt oder

ob das entsprechende TFT-Display 22, 22', 22'' insbesondere zu wenig Energie im Bereich 47, 47' der Zeilenfrequenz verbraucht und ob das das entsprechende TFT-Display 22, 22', 22'' sich in einem Störzustand, insbesondere Einfrierzustand, befindet. In einem Einfrierzustand sind die Peaks 48, 48' der ersten Frequenzanalysekurve 44 in Bereichen 47, 47' der Zeilenfrequenz und der doppelten Zeilenfrequenz deutlich vermindert, wenn insbesondere überhaupt erkennbar ausgebildet.

[0100] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird aus einem Vergleich von zumindest zwei Frequenzanalysen von zeitlichen Varianzen zumindest zweier Gesamtbetriebsströme bei einer Zeilenfrequenz, der zumindest eine Störzustand erkannt. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird aus einer Differenz zwischen einer Peakamplitude bei einer Zeilenfrequenz einer Frequenzanalyse gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster und einer Peakamplitude bei einer Zeilenfrequenz einer Frequenzanalyse gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster der zumindest eine Schwellenwert ermittelt und der zumindest eine Störzustand erkannt.

[0101] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird aus einer Peakamplitude bei einer Zeilenfrequenz gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster der zumindest eine Schwellenwert ermittelt.

[0102] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird bei einem Nichterreichen des zumindest einen Schwellenwerts durch eine Peakamplitude bei einer Zeilenfrequenz einer Frequenzanalyse gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster der zumindest eine Störzustand, insbesondere der Einfrierzustand, erkannt.

[0103] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird aus einem Vergleich bei einer Zeilenfrequenz von zumindest einer Frequenzanalyse von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms gemittelt über zumindest zwei erste Messfenster mit zumindest einer Frequenzanalyse von zeitlichen Varianzen zumindest eines Gesamtbetriebsstroms gemittelt über zumindest zwei weitere Messfenster der zumindest eine Störzustand erkannt.

[0104] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird der zumindest eine Störzustand aus den Gesamtbetriebsströmen der TFT-Displays 22, 22', 22'' der LCD-Displayeinheit 20 erkannt.

[0105] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Erkensschritt 56, wird der zumindest eine Störzustand der LCD-Displayeinheit 20, insbesondere der Einfrierzustand der LCD-Displayeinheit 20, aus den Gesamtbetriebsströmen ermittelt, insbesondere erkannt. In mehreren Verfahrensschritten, insbesondere in dem Erfassungsschritt 50, dem Ermittlungsschritt 52, dem Analyseschritt 54 und dem Erkensschritt 56, wird die LCD-Displayeinheit 20 über den zumindest einen Gesamtbetriebsstrom dauerhaft, insbesondere fortwährend, insbesondere mit

einer Frequenz von mindestens 100 Hz, hinsichtlich des zumindest einen Stöorzustands, insbesondere des Einfrierzustand, überwacht.

[0106] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Alarmschritt 58, wird bei einem Erkennen eines Stöorzustands zumindest ein Alarmsignal ausgegeben. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Alarmschritt 58, wird bei einem Erkennen eines Stöorzustands zumindest ein optisches Alarmsignal über die LCD-Displayeinheit 20 und/oder ein akustisches Alarmsignal über das Reaktionsmodul 32 der Recheneinheit 24 ausgegeben.

[0107] In einem Verfahrensschritt, insbesondere in einem Reaktionsschritt 60, wird bei einem Erkennen eines Stöorzustands die LCD-Displayeinheit 20 zumindest teilweise abgeschaltet und/oder neugestartet. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Reaktionsschritt 60, wird zumindest ein, insbesondere betroffener, TFT-Display 22, 22', 22" abgeschaltet, insbesondere für zumindest 5 Sekunden. In einem Verfahrensschritt, insbesondere in dem Reaktionsschritt 60, wird zumindest ein, insbesondere betroffener, TFT-Display 22, 22', 22" neugestartet, insbesondere abgeschaltet und vor einem Ablauf von 5 Sekunden wieder eingeschaltet.

[0108] Die Netzteilkomponente, die Hintergrundleucht Komponente und die Ansteuerungskomponente aller TFT-Displays 22, 22', 22" können alternativ problemlos im Betriebszustand der LCD-Displayeinheit 20 jeweils von dem Gesamtbetriebsstrom mit ausreichend elektrischem Strom versorgt zu einem Betreiben aller TFT-Displays 22, 22', 22", wobei das Verfahren zum Erkennen eines Stöorzustands eines der TFT-Displays 22, 22', 22" durchgeführt werden kann und einzelne TFT-Displays 22, 22', 22" anhand von charakteristischen Zeilenfrequenzen und/oder Spaltenfrequenzen, insbesondere analog zum beschriebenen Verfahren, erkannt werden können.

[0109] Der Erfassungsschritt 50, der Ermittlungsschritt 52 und/oder der Analyseschritt 54 laufen insbesondere wiederholt mit einer Frequenz von mindestens 30 Hz ab.

[0110] FIG.1 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Sicherheitseinheit 102 nach dem aus EP2353089 bekannten Prinzip zur inhaltlichen Prüfung bzw. Überwachung der Bilddaten. Diese hat einen darstellenden Rechender (DR) 104 und ein TFT-Display 106 als Anzeigevorrichtung, wobei DR 104 und TFT 106 über eine Bilddatenleitung z.B. eine LVDS-Leitung verbunden sind. Die Sicherheitseinheit 102 umfasst eine als FPGA 110 ausgebildete Prüfeinheit. Durch den DR 104 werden sicherheitsrelevante Informationen auf einem abgegrenzten Teilbereich 116 des TFT-Displays 106 dargestellt.

[0111] Das über die Bilddatenleitung eingespeiste hochfrequente Eingangssignal des TFT-Displays 106 wird von dem FPGA 110 über die Rückleseleitung 120 aus- oder zurückgelesen. Der FPGA 110 erstellt für das Areal 116 bei der Sicherheitsprüfung einen Prüfcode z.B. eine CRC-Prüfsumme in einem Prüfcodegenerator 112. Dabei ist jeder durch den DR bzw. PC 104 erzeugten

Bitmap in einer Lookup-Tabelle 118 des FPGA 110 eine vorberechnete CRC-Prüfsumme als Vergleichscode eindeutig zugeordnet und jedem dieser Vergleichscodes ein möglicher Wert der Eingangsgröße 14 vorgesehen.

[0112] Der FPGA 110 vergleicht zunächst den durch den Prüfcodegenerator 112 errechneten Prüfcode mit den in der Tabelle 118 vorhandenen Vergleichscodes. Bei Übereinstimmung des Prüfcodes mit einem Vergleichscode wird sodann der aus der Tabelle 118 ermittelte mögliche Wert der Eingangsgröße in einer Vergleichseinheit 120 mit der in einem Speicher 124 abgelegten Wert der Eingangsgröße verglichen. Werden dabei unzulässige Abweichungen ermittelt, so erfolgt eine sicherheitsgerichtete Reaktion z.B. durch Unterbrechung der Stromversorgungsleitung 108 des TFT-Displays 106. Die von dem FPGA 110 bewirkte Abschaltfunktion arbeitet bevorzugt nach dem "Ruhestromprinzip" (äquivalent zu sicherheitsrelevanten Relais-Schaltungen), so dass zum Aufrechterhalten des regulären Betriebszustandes durch die Prüfeinheit eine Aktiv-Ausgabe erforderlich ist, und bei Ausfall der Prüfeinheit / Abschaltfunktion ("Passivierung") eine sicherheitsgerichtete Ausfallreaktion erfolgt.

[0113] Erfindungsgemäß ist die Sicherheitseinheit 102 erweitert um eine Erfassungsschaltung 130, welche dazu ausgebildet ist den Betriebsstrom des TFT 106 zu erfassen an dessen Versorgungsleitung 108. In der Sicherheitseinheit 102, z.B. im FPGA 110, oder als separater Mikrokontroller, ist die Recheneinheit, vgl. Bezugszeichen 24 in FIG.1-2, implementiert mit welcher die Erfassungsschaltung 130 verbunden ist.

[0114] Wie im Beispiel aus FIG.5 gezeigt hat die Erfassungsschaltung 130 bevorzugt einen Shunt-Widerstand 132, der in Serie mit dem Versorgungsanschluss bzw. in der Versorgungsleitung 108 des TFT 106 geschaltet ist. Ein geeigneter breitbandiger und hochpräziser Strommessverstärker 134, z.B. ein Strommessverstärker vom Typ INA290 der Fa. Texas Instruments, ist zur Messung eines Spannungsabfalls am Shunt-Widerstand 132 angeschlossen. Der Ausgang des Strommessverstärkers 134 ist über einen Tiefpassfilter 136 mit einem Ausgang 138 verbunden, welcher an die Recheneinheit 24 der Sicherheitseinheit angeschlossen ist, vorzugsweisen an einen Eingang eines A/D-Wandlers eines Mikrocontrollers (nicht gezeigt in FIG.5), wie in EP 3 712 770 B1 - deren Lehre insoweit hier einbezogen ist.

[0115] Die Funktionsweise von Erfassungsschaltung 130 und Recheneinheit 24 kann dabei dem vorstehend in Bezug auf FIG.3 beschriebenen Verfahren entsprechen.

[0116] Auch die durch die Stromdiagnose mittels Erfassungsschaltung 130 und Recheneinheit 24 Abschaltfunktion arbeitet bevorzugt nach dem "Ruhestromprinzip", so dass zum Aufrechterhalten des regulären Betriebszustandes durch die Prüfeinheit eine Aktiv-Ausgabe erforderlich ist, und bei ausbleibendem Gutfall, bestimmt auf Grundlage der Frequenzanalyse des Betriebsstroms an der Versorgungsleitung 108 welche durch

die Sicherheitseinheit 102 geschlauft ist, eine sicherheitsgerichtete Reaktion erfolgt, hier z.B. indem das TFT 106 abgeschaltet wird.

Bezugszeichenliste

[0117]

10	Fahrzeugmodul
12	Fahrzeugeinheit
14	Multifunktionsterminal
16	Terminalgehäuseeinheit
18	LCD-Displaysystem
20	LCD-Displayeinheit
22	TFT-Display
24	Recheneinheit
26	DR-Plattformmodul
28	Erfassungsschaltung
30	Auswertemodul
32	Reaktionsmodul
34	Ausgabeuntermodul
36	Displaygehäuse
38	Betriebsschnittstelle
40	Datenschnittstelle
42	Abszisse
43	Ordinate
44	Frequenzanalysekurve
46	Frequenzanalysekurve
47	Bereich
48	Peak
50	Erfassschritt
52	Ermittelschritt
54	Analyseschritt
56	Erkennschritt
58	Alarmschritt
60	Reaktionsschritt
102	Sicherheitseinheit
104	PC / DR
106	TFT-Display
108	Versorgungsleitung
110	FPGA
112	Prüfcodegenerator
116	Bildbereich / Überwachungsbereich
118	LUT
120	Vergleichseinheit
122	Rückselektion
124	Speicher
126	Eingangsleitung
130	Erfassungsschaltung
132	Shunt-Widerstand
134	Strommessverstärker
136	Tiefpassfilter
138	Schaltungsausgang

Patentansprüche

1. Verfahren zur Diagnose einer Displayeinheit (20) hinsichtlich zumindest eines Stöorzustandes, insbesondere eines Einfrierzustandes, nämlich einer pixelbasierten Displayeinheit (20) mit einem Pixelmatrix-Display (22, 22', 22'') umfassend eine Pixelmatrix, insbesondere eine aktive Pixelmatrix mit Zeilentreibern und Spaltentreibern bzw. mit Gate-Treibern und Source-Treibern zum Ansteuern einzelner Pixel der Pixelmatrix, **dadurch gekennzeichnet, dass**
 - in zumindest einem Verfahrensschritt zumindest ein Zeitverhalten eines Gesamtbetriebsstroms, welcher wenigstens den Betriebsstrom der Pixelmatrix des Pixelmatrix-Displays (22, 22', 22'') umfasst, erfasst wird, insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit (20) erfasst wird; und
 - in zumindest einem Verfahrensschritt das zumindest eine erfasste Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch ausgewertet wird zwecks Prüfung hinsichtlich eines Stöorzustandes, insbesondere eines Einfrierzustands.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms, insbesondere der Displayeinheit (20), zumindest teilweise während einer Bildübertragungs- bzw. Bilderneuerungsperiode der Displayeinheit (20) erfasst wird; und/oder ein zweites Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms, insbesondere der Displayeinheit (20), zumindest teilweise zwischen zwei Bildübertragungs- bzw. Bilderneuerungsperioden, insbesondere während einer Austastlücke zwischen zwei Bildübertragungen bzw. Bilderneuerungen, ermittelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch ermittelt wird; und/oder in zumindest einem Verfahrensschritt ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms einer Frequenzanalyse unterzogen wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, insbesondere nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt auf Grundlage zumindest einer Frequenzanalyse des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms, insbesondere ein Einfrierzustand, eine rechentechnische Auswertung dahingehend erfolgt, ob ein Stöorzustand erkannt wird.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, , insbesondere nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Auswertung auf einem Vergleich von zumindest zwei Frequenzanalysen von zumindest zweier zu unterschiedlichen Zeitintervallen erfasster Zeitverläufe des Gesamtbetriebsstroms, beruht, insbesondere auf einem Vergleich der Frequenzanalysen eines ersten Zeitverhaltens des Gesamtbetriebsstroms während einer Bildübertragungsperiode und eines zweiten Zeitverhaltens des Gesamtbetriebsstroms während einer Austastlücke einer Bildübertragung.
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Vergleich darauf abstellt, ob in einem bestimmten Frequenzbereich, insbesondere in etwa bei einer Zeilenfrequenz, während einer Bildübertragungsperiode eine höhere Stromaufnahme erfolgt, als während einer Austastlücke.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 3 bis 6, wobei die Pixelmatrix eine charakteristische Betriebsfrequenz aufweist, insbesondere eine für den Betrieb von Zeilentreibern charakteristische Zeilenfrequenz, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Frequenzanalyse zumindest eine Analog-Digitalwandlung, insbesondere mit einer Abtastrate größer als der zweieinhalbfachen charakteristischen Betriebsfrequenz, eines vorzugsweise tiefpassgefilterten Gesamtstromsignals zur Erzeugung eines zeitdiskreten Signals, umfasst; und/oder
 - die Frequenzanalyse zumindest eine Fourier-Transformation, insbesondere eine diskrete Fourier-Transformation (DFT) eines bzw. des zeitdiskreten Signals umfasst, wobei die DFT vorzugsweise als Goertzel-Algorithmus zur Erkennung zumindest eines Spektralanteils, insbesondere bei der charakteristischen Betriebsfrequenz bzw. Zeilenfrequenz, ausgeführt ist.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt bei einem Erkennen eines Störzustands zumindest eine sicherheitsgerichtete Reaktion ausgelöst wird, wobei insbesondere die Displayeinheit (20) zumindest teilweise abgeschaltet und/oder neugestartet wird und/oder ein Alarm-signal weitergeleitet bzw. ausgegeben wird.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** in zumindest einem Verfahrensschritt eine Prüfung hinsichtlich eines Störzustands im Sinne einer Gutfallprüfung erfolgt, insbesondere dadurch, dass auf Grundlage einer Frequenzanalyse bei einer bzw. der für die Pixelmatrix charakteristischen Betriebsfrequenz geprüft wird, ob für zumindest einen Teilbereich der Pixelmatrix eine hinreichend unterschiedliche Stromaufnahme in zwei verschiedenen Betriebszuständen erkannt wird.
10. **Anzeigeeinrichtung** mit Diagnosefunktion hinsichtlich eines Störzustands, insbesondere hinsichtlich eines Einfrierzustands, umfassend
- eine pixelbasierte Displayeinheit (20) mit einem Pixelmatrix-Display (22, 22', 22'') umfassend eine Pixelmatrix, insbesondere eine aktive Pixelmatrix mit Zeilentreibern und Spaltentreibern bzw. mit Gate-Treibern und Source-Treibern zum Ansteuern einzelner Pixel der Pixelmatrix, **gekennzeichnet durch**
 - eine Erfassungsschaltung (28), welche dazu ausgebildet ist, zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zu erfassen insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit (20), wobei der Gesamtbetriebsstrom wenigstens den Betriebsstrom der Pixelmatrix des Pixelmatrix-Displays (22, 22', 22'') umfasst, und
 - eine Recheneinheit (24) welche mit der Erfassungsschaltung (28) verbunden ist und dazu eingerichtet ist, ein erfasstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch auszuwerten zwecks Prüfung hinsichtlich eines Störzustands, insbesondere eines Einfrierzustands.
11. Anzeigeeinrichtung nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Recheneinheit (24) dazu ausgebildet ist, ein Zeitverhalten bzw. eine zeitliche Varianz des zumindest einen Gesamtbetriebsstroms zu ermitteln, insbesondere eine Frequenzanalyse durchzuführen um auf Grundlage der Frequenzanalyse auf einen Störzustand, insbesondere eine Einfrierzustand, zu prüfen.
12. Anzeigeeinrichtung nach Anspruch 10 oder 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Erfassungsschaltung (28) einen Strommess-Shunt-Widerstand, insbesondere in Serie mit dem Versorgungsanschluss der Displayeinheit (20), und einen Strommessverstärker, insbesondere einen diskreten Strommessverstärker, zur Messung eines Spannungsabfalls am Strommess-Shunt-Widerstand umfasst, wobei der Ausgang des Strommessverstärkers mit der Recheneinheit (24) verbunden ist, vorzugsweise über einen Tiefpassfilter.
13. Anzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 10, 11 oder 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Recheneinheit (24) dazu ausgebildet ist, bei Negativergebnis der Prüfung eine sicherheitsgerichtete Reaktion auslöst, insbesondere um die Displayeinheit (20) zumindest teilweise abzuschalten und/oder

neuzustarten und/oder ein Alarmsignal zu erzeugen.

14. Displaysystem umfassend einen darstellenden Rechner und eine pixelbasierte Displayeinheit (20) mit einem Pixelmatrix-Display (22, 22', 22'') umfassend eine Pixelmatrix, wobei der darstellende Rechner über eine Bilddatenleitung, insbesondere eine LVDS-Schnittstelle, eine HDMI-Schnittstelle oder dgl., mit der Displayeinheit (20) zur Übertragung rechnergenerierter Bilddaten verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**

dass eine modulare Überwachungseinheit zum Überwachen der Bilddaten vorgesehen ist, welche eingangsseitig mit dem darstellenden Rechner und ausgangsseitig mit der Displayeinheit (20) verbunden ist, und dass die modulare Überwachungseinheit eine Erfassungsschaltung (28) umfasst, welche dazu ausgebildet ist, zumindest einen Gesamtbetriebsstrom zu erfassen insbesondere an zumindest einem Versorgungsanschluss der Displayeinheit (20), und die modulare Überwachungseinheit eine Recheneinheit (24) umfasst, welche mit der Erfassungsschaltung (28) verbunden ist und dazu eingerichtet ist, ein erfasstes Zeitverhalten des Gesamtbetriebsstroms rechentechnisch auszuwerten zwecks Prüfung hinsichtlich eines Stöorzustands, insbesondere eines Einfrierzustands.

15. Multifunktionsterminal für eine sicherheitsrelevante Anwendung, insbesondere für den Führerstand eines Schienenfahrzeugs, umfassend eine Anzeigeeinrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 13, insbesondere umfassend ein Displaysystem nach Anspruch 14.

40

45

50

55

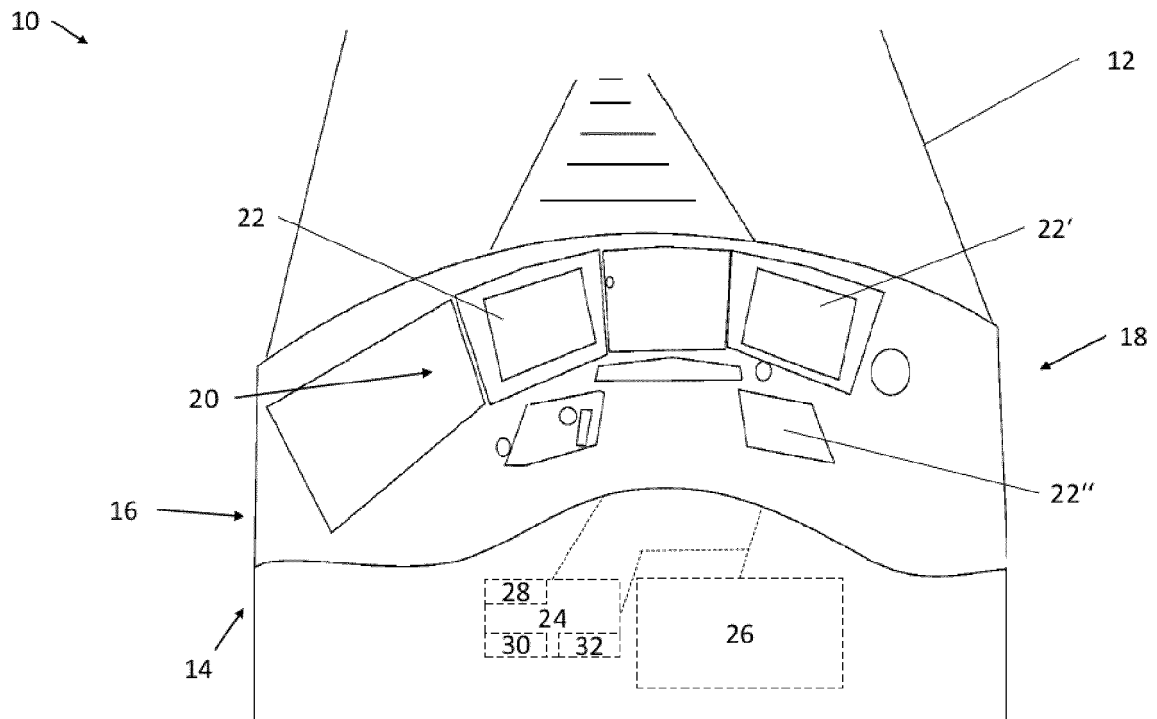


FIG.1

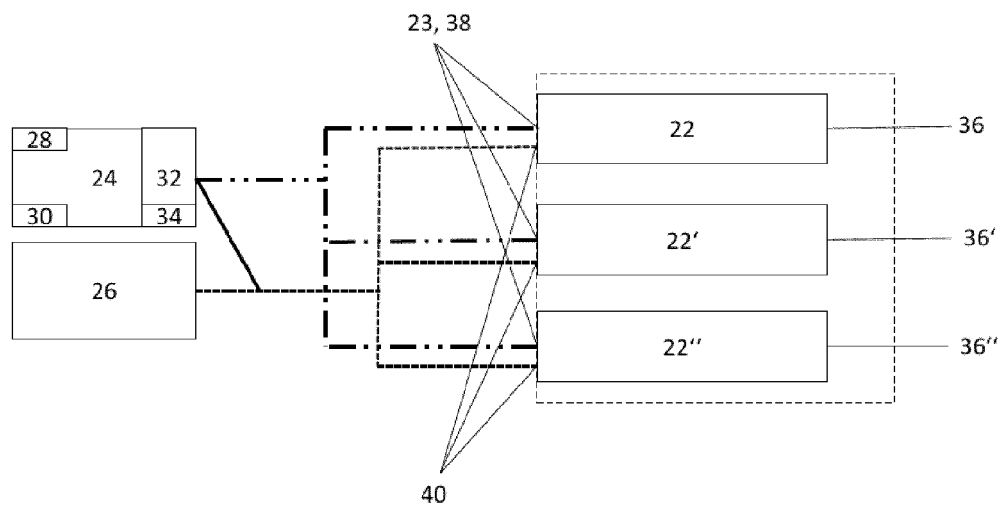


FIG.2

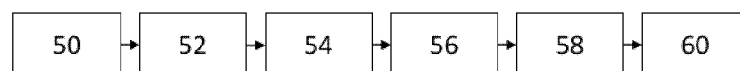


FIG.3

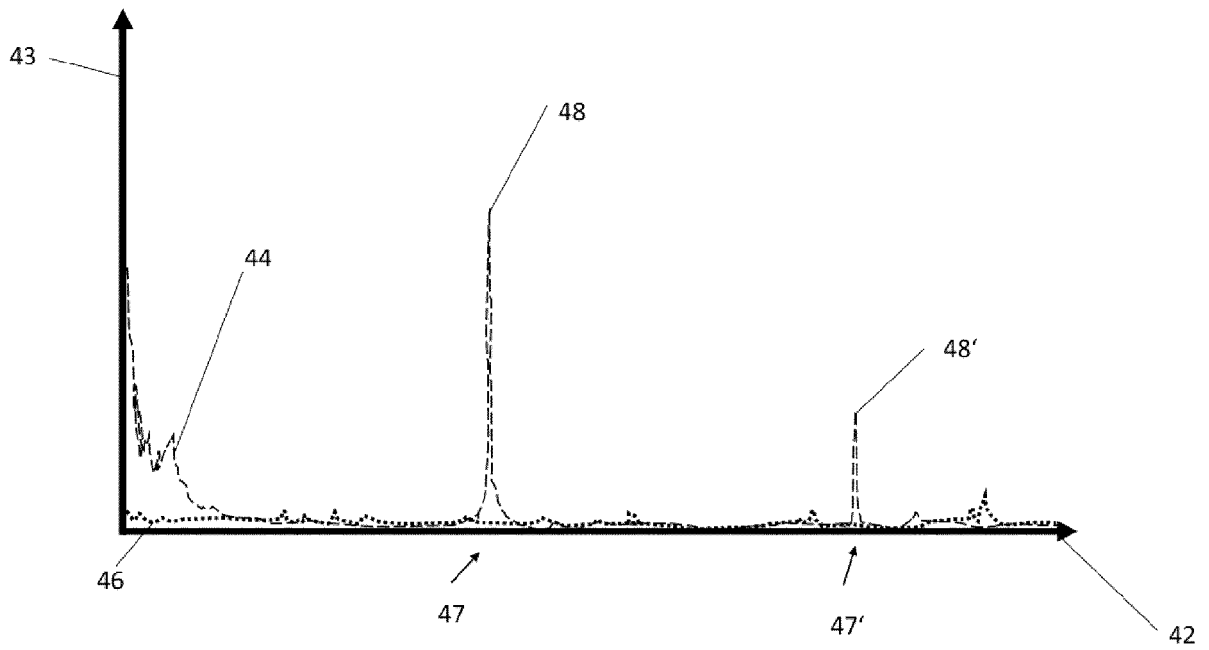


FIG. 4

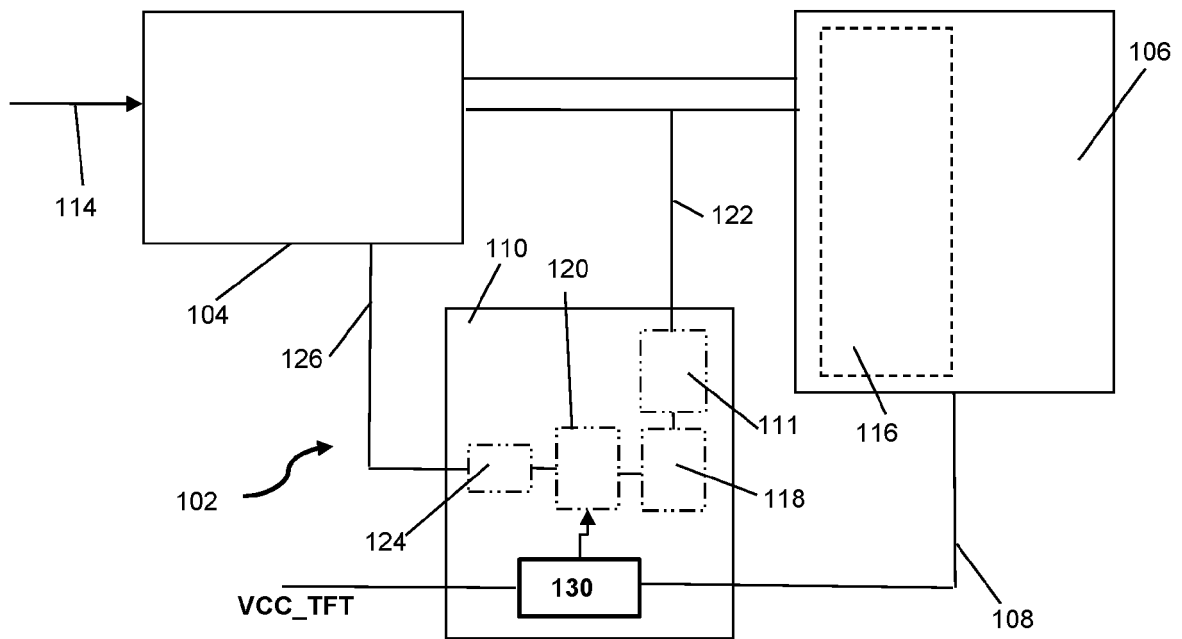


FIG. 5

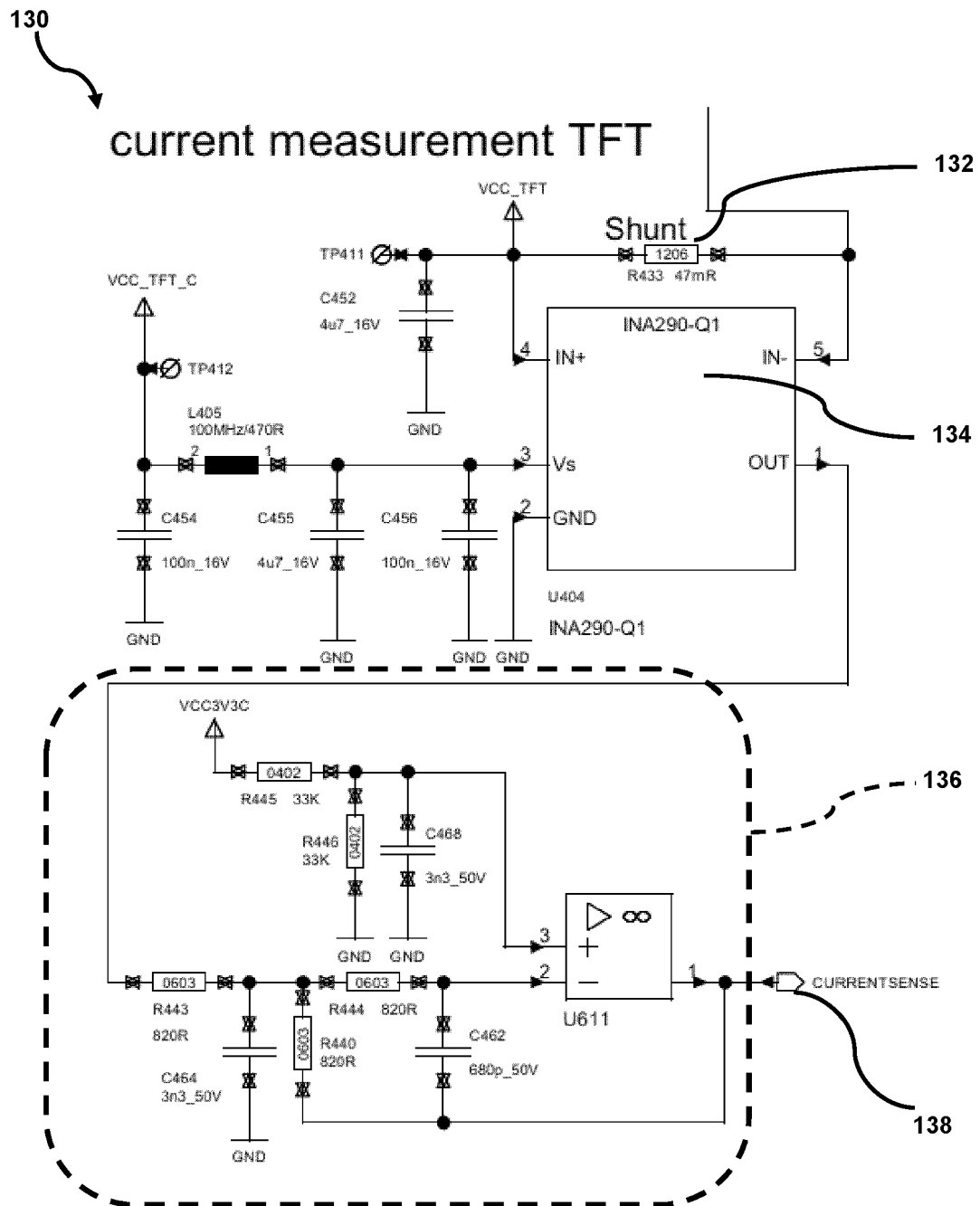


FIG.6



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 21 2091

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2019/139469 A1 (KOBAYASHI HIRONORI [JP]) 9. Mai 2019 (2019-05-09)	1-3, 8-15	INV.
A	* Absätze [0026] - [0036], [0048], [0056] - [0102]; Abbildungen 1, 2, 8-10 * -----	4-7	G09G3/00 G09G3/20
X	US 2017/301271 A1 (KIM JEUNG HO [KR]) 19. Oktober 2017 (2017-10-19)	1-3, 8-15	
A	* Absätze [0042] - [0047], [0054] - [0060]; Abbildungen 2, 3 * -----	4-7	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G09G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. Mai 2023	Prüfer Demin, Stefan
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 22 21 2091

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

17-05-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2019139469 A1	09-05-2019	JP WO2017183183 A1	08-11-2018
		US 2019139469 A1	09-05-2019
		WO 2017183183 A1	26-10-2017

US 2017301271 A1	19-10-2017	US 2017301271 A1	19-10-2017
		WO 2017073804 A1	04-05-2017

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentedokumente

- WO 2011003872 A1 [0003] [0030]
- EP 2353089 B1 [0003] [0030] [0059]
- DE 102004039498 A1 [0005]
- EP 2220640 B1 [0007]
- EP 3712770 B1 [0030] [0114]
- EP 2353089 A [0110]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **AXMANN, BENJAMIN et al.** Advanced methods for safe visualization on automotive displays. *Journal of the Society for Information Display*, 2020, vol. 28 (6), 483-498, <https://doi.org/10.1002/jsid.909> [0006]