



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
29.01.2020 Patentblatt 2020/05

(51) Int Cl.:
G08G 1/095 (2006.01) G08G 1/097 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **19186892.6**

(22) Anmeldetag: **18.07.2019**

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(72) Erfinder:
• **Fries, Steffen**
85598 Baldham (DE)
• **Seltzsa, Stefan**
85653 Aying (DE)

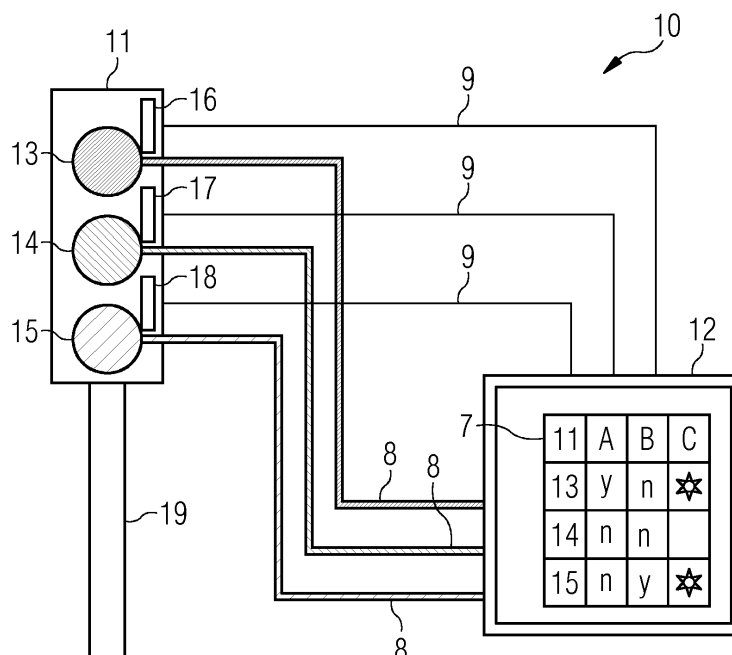
(30) Priorität: **27.07.2018 DE 102018212585**

(54) **LICHTSIGNALANLAGE MIT SCHUTZ VOR EINEM MASTANGRIFF**

(57) Lichtsignalanlage (10) zum Schutz vor einem Mastangriff, umfassend mindestens einen Signalgeber (11) mit mindestens einem Signalfeld (13, 14, 15) und eine Signalsteuerungseinrichtung (12) zur Steuerung des Signalgebers (11), wobei an jedem Signalfeld (13, 14, 15) des Signalgebers (11) mindestens eine Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, die die Farbe des vom Signalfeld (13, 14, 15) ausgestrahlten Lichts detektiert und einen gemessenen Farbwert an die Signalsteu-

erungseinrichtung (12) übermittelt, wobei die Signalsteuerungseinrichtung (12) derart ausgebildet ist, jeweils den empfangenen Farbwert der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) dem Signalfeld (13, 14, 15), an dem die Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, zuzuordnen und mit einem vorgegebenen Sollwert zu vergleichen, und bei einer Abweichung vom Sollwert eine Aktion auszuführen.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Lichtsignalanlage, sowie eine Sensoreinrichtung und einen Signalgeber zur Verwendung in der Lichtsignalanlage, sowie ein Verfahren zum Schutz einer Lichtsignalanlage vor einem Mastangriff.

[0002] Lichtsignalanlagen, beispielsweise Ampelanlagen, werden eingesetzt, um Verkehrsströme an Kreuzungen zu regeln. Für Lichtsignalanlagen gelten seit vielen Jahren umfangreiche Betriebssicherheits-Richtlinien, die Sicherheit der Signal-/Datenübertragung von Steuerungssignalen dieser Anlagen ist dagegen erst in den letzten Jahren verstärkt im Fokus. Die Aufrechterhaltung der Datenintegrität ist dabei ein Hauptsicherheitsziel.

Bei diesen Überlegungen wird die Verkabelung der Lichtsignalgeber, die zumeist an Masten montiert sind und über Kabel mit einer Steuerungseinrichtung der Lichtsignalgeber verbunden sind, außer Acht gelassen, da diese typischerweise nicht im Kontext einer IT-Sicherheitsanalyse betrachtet werden. Es ist allerdings einfach möglich, korrekt verbundene Kabel zwischen den Lichtsignalgebern und einer Steuerungseinrichtung zu manipulieren, beispielsweise indem man eine Montageklappe an einem Ampelmast öffnet. Diese sind typischerweise nicht speziell gesichert, sondern oftmals mit einfachem Werkzeug zu öffnen. Ein Angreifer könnte so eine gefährliche Situation auf einer Kreuzung herstellen, ohne dass die Betriebssicherheits-Komponente der Steuerungseinrichtung diese Situation erkennen kann und die Lichtsignalanlage in einen sicheren Zustand, beispielsweise alle Signalgeber aus oder gelb blinkende Signalgebe, bringen könnte. Eine derartige Manipulation der Verkabelung von Lichtsignalanlagen wird als Mastangriff bezeichnet.

[0003] Bekannt sind elektronische Überwachungsschaltungen, beispielsweise Sicherungen oder Fehlerstromschutzschalter, die Strom- und Spannungswerte der Leuchtmittel in den Signalgebern, permanent überwachen. Bei Über- oder Unterschreitung der Grenzwerte wird der Eingangsstrom sofort unterbrochen, sodass das Signal sicher abgeschaltet werden kann. Bei Unterschreitung kann eine defekte Lampe detektiert werden.

[0004] Der oben beschriebene Mastangriff könnte hierdurch nur indirekt verhindert werden, indem während dem Umstecken der Kabel die Grenzwerte nicht eingehalten werden und die Lichtsignalanlage deshalb abschaltet. Wenn vor dem Wiedereinschalten aber nicht alle Lampenzuordnungen kontrolliert werden, wird der Angriff nicht erkannt.

[0005] Bekannt sind außerdem Verfahren, die messen, ob ein Lichtsignal wirklich leuchtet. Dabei wird über ein

Lichtmessgerät oder Helligkeitssensor die Helligkeit der Lampe (Signalgeber) gemessen. Es wird also nur festgestellt, dass ein Signal gegeben wird, aber nicht dediziert welches. Die Kabel, über die die Messergebnisse

an die Steuerungseinrichtung gemeldet werden, werden aber bei einer integrierten Lösung ebenfalls durch die Masten geführt, so dass der Angreifer lediglich zusätzlich zu den Lichtsignalen auch die Kabel der Messergebnisse passend umstecken muss.

[0006] Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, eine Lichtsignalanlage zu schaffen, die einen derartigen Mastangriff zuverlässig erkennt und verhindert.

[0007] Die Aufgabe wird durch die in den unabhängigen Ansprüchen beschriebenen Maßnahmen gelöst. In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung dargestellt.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung eine Lichtsignalanlage mit Schutz vor einem Mastangriff, umfassend mindestens einen Signalgeber mit mindestens einem Signalfeld und eine Signalsteuerungseinrichtung zur Steuerung des Signalgebers, wobei an jedem Signalfeld des Signalgebers mindestens eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, die die Farbe des vom Signalfeld ausgestrahlten Lichts detektiert und einen gemessenen Farbwert an die Signalsteuerungseinrichtung übermittelt, wobei die Signalsteuerungseinrichtung derart ausgebildet ist, jeweils den empfangenen Farbwert der Sensoreinrichtung dem Signalfeld, an dem die übermittelnde Sensoreinrichtung angeordnet ist, zuzuordnen und fortlaufend mit einem vorgegebenen Sollwert zu vergleichen, und bei einer Abweichung vom Sollwert eine Aktion auszuführen.

[0009] Somit liegt eine feste Zuordnung zwischen jedem Signalfeld und einer Sensoreinrichtung vor. Durch den Vergleich des von einer Sensoreinrichtung gemessenen Farbwerts eines Signalgebers mit einem für diesen Signalgeber in der Signalsteuerungseinrichtung vorliegenden Sollwert kann zuverlässig ein fehlerhaftes Lichtsignal erkannt werden. Die Signalsteuerungseinrichtung überprüft bevorzugt kontinuierlich, ob Farbwerte von der Sensoreinrichtung empfangen werden. Somit wird fortlaufend überprüft, ob beispielsweise ein rotes Signalfeld zur vorgesehenen Zeit auch wirklich rot leuchtet. Werden Kabel für Signalgeber, beispielsweise Signaldraht für das Signalfeld "rot" mit dem Signaldraht für das Signalfeld "grün" vertauscht und gleichzeitig Messdraht zu den zugeordneten Sensoreinrichtungen vertauscht, wird dennoch eine falsche Zuordnung detektiert, da das erwartete rote Signal als grünes Signal erkannt wird und umgekehrt ein erwartetes grünes Signal als rotes Signal und damit als vom Sollwert abweichend detektiert wird.

[0010] In einer vorteilhaften Ausführungsform detektiert die mindestens eine Sensoreinrichtung zusätzlich eine Helligkeit des vom jeweiligen Signalfeld ausgestrahlten Lichts und übermittelt einen ermittelten Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung. Die Signalsteuerungseinrichtung ordnet jeweils den empfangenen Helligkeitswert der Sensoreinrichtung dem Signalfeld, an dem die Sensoreinrichtung angeordnet ist, zu und vergleicht diesen mit einem vorgegebenen Sollwert, und führt bei einer Abweichung vom Sollwert eine Aktion

aus.

[0011] Somit kann auch ein defektes Signalfeld bzw. ein defektes Leuchtmittel des Signalfeldes erkannt werden. Bei einer Über- oder Unterschreitung des Sollwertes führt die Signalsteuerungseinrichtung eine Aktion aus. Beispielsweise werden alle an eine Signalsteuerungseinrichtung angeschlossenen Signalgeber in einen Blinkmodus geschaltet oder ganz abgeschaltet.

[0012] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist jede Sensoreinrichtung über einen elektrisch leitenden Messdraht mit der Signalsteuerungseinrichtung verbunden.

[0013] Dies ermöglicht eine einfache, unkomplizierte Ausbildung der Sensoreinrichtung sowie der Signalsteuerungseinrichtung.

[0014] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist jede der Sensoreinrichtungen derart ausgebildet, eine Sensorkennung der Sensoreinrichtung zusammen mit dem Farb- und/oder Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung zu übermitteln, und wobei in der Signalsteuerungseinrichtung eine feste Zuordnung zwischen Lichtsignal und Sensorkennung eingerichtet ist.

[0015] Somit können Farb- und/oder Helligkeitswert, im Weiteren auch kurz als Messwerte bezeichnet, von mehreren Sensoreinrichtungen über einen einzigen, gemeinsamen Draht bzw. Leitung, der bzw. die beispielsweise als eine Busverbindung ausgebildet ist, übermittelt werden und weiterhin der detektierenden Sensoreinrichtung zugeordnet werden.

[0016] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist jede der Sensoreinrichtungen derart ausgebildet, die zu übertragene Information, umfassend insbesondere die Messwerte und die Sensorkennung und eventuell weitere Daten, in eine digitale Information zu wandeln und diese kryptographisch geschützt, bevorzugt mit einem Nachrichtenauthentisierungscode oder mit einer digitalen Signatur, die abhängig von der zu übertragende Information gebildet wird, zu übertragen.

[0017] Zu übertragende Informationen sind insbesondere die Messwerte und optional die Sensorkennung und eventuell weitere Daten. Diese Information wird bevorzugt in eine digitale Information gewandelt. Die digitale Information wird dann kryptographisch geschützt übertragen, indem bevorzugt ein Nachrichtenauthentisierungscode oder eine digitale Signatur, die abhängig von der zu übertragende Information gebildet wird, zusammen mit der Information übertragen wird. Die Signalsteuerungseinrichtung kann somit die Integrität der übertragenen Messwerte und die Authentizität des Senders, also der detektierenden Sensoreinrichtung, überprüfen. Somit können durch einen unerlaubten Dritten eingespeiste oder manipulierte Messwerte erkannt und Maßnahmen von der Signalsteuerungseinrichtung ergriffen werden.

[0018] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist jeweils mindestens ein Sensor der Sensoreinrichtung zwischen einem Leuchtmittel und einem optischen Element eines jeden Signalfeldes angeordnet.

[0019] Eine so angeordnete Sensoreinrichtung ist vor-

teilhafterweise vor äußeren Störeinflüssen, wie Staub, Regen, Umgebungslicht etc. geschützt. Andererseits kann bei einem Leuchtmittel, das einfarbiges Licht emittiert, die Farbe über eine Reflexion von einem eingefärbten optischen Element, wie beispielsweise einer Streuscheibe, ermittelt werden.

[0020] In einer vorteilhaften Ausführungsform ist mindestens ein Sensor der Sensoreinrichtung auf der dem Leuchtmittel abgewandten Seite eines optischen Elements eines jeden Signalfeldes angeordnet.

[0021] Dadurch ist insbesondere bei einem einfarbigen Licht emittierenden Leuchtmittel die Farbe durch das vom optischen Element transmittierte Licht zuverlässig messbar.

[0022] Optional umfasst die Sensoreinrichtung mindestens einen Lichtleiter, der mit dem Sensor und mit dem optischen Element des Signalfeldes gekoppelt ist und somit eine zuverlässige Messung des Farbwerts und des Helligkeitswertes mit geringem Einfluss von Licht von außen oder einfarbigem Licht, das von einem einfarbigen Leuchtmittel emittiert wird, ermöglicht.

[0023] Gemäß einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine Sensoreinrichtung zur Verwendung in einer Lichtsignalanlage, umfassend mindestens einen Sensor, eine Auswerteeinheit, und eine Ausgabeeinheit, wobei

der mindestens eine Sensor derart ausgebildet ist, die Farbe und/oder Helligkeit eines vom Leuchtmittel des vom Signalfeld ausgestrahlten Lichts zu detektieren, die Auswerteeinheit derart ausgebildet, ist eine Sensorkennung der Sensoreinrichtung zu generieren, und die Ausgabeeinheit derart ausgebildet ist den gemessenen Farb- und/oder Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung zu übermitteln.

[0024] Eine solche Sensoreinrichtung kennzeichnet selbstständig die von ihr bereitgestellten Messwerte und erlaubt somit eine einfache Zuordnung des detektierten Farb- und Helligkeitswerte zu einem Signalgeber, an der die Sensoreinrichtung angeordnet ist.

[0025] In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Sensoreinrichtung zusätzlich eine Kryptoeinheit, die derart ausgebildet ist, die zu übertragende Information kryptographisch zu schützen, bevorzugt einen Nachrichtenauthentisierungscode oder eine digitale Signatur über die zu übertragende Information zu erzeugen.

[0026] Somit ist keine zusätzliche, physisch eigenständige kryptographische Komponente notwendig. Eine Manipulation der Messwerte ist somit sehr aufwändig, da beispielsweise an mehreren Signalgebern und somit mehreren Sensoreinheiten die kryptographische Einheit manipuliert werden müsste.

[0027] In einer vorteilhaften Ausführungsform umfasst die Auswerteeinheit zusätzlich einen Zähler, der einen eindeutigen Zählerwert für jede zu übertragende Information zur Übermittlung bereitstellt.

[0028] Dies verhindert eine Manipulation der Sensorinformation durch wiederholtes Senden derselben Sensorinformation.

[0029] Gemäß einem dritten Aspekt betrifft die Erfindung einen Signalgeber umfassend mindestens ein Signalfeld, wobei an jedes der mindestens einen Signalfelder mindestens eine Sensoreinrichtung angeordnet ist, die die Farbe und/oder die Helligkeit eines vom Leuchtmittel des Signalfelds ausgestrahlten Lichts detektiert und einen gemessenen Farb- und/oder Helligkeitswert bereitstellt.

[0030] Gemäß einem vierten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Schutz einer Lichtsignalanlage vor einem Mastangriff, wobei die Lichtsignalanlage mindestens einen Signalgeber mit mindestens einem Signalfeld und eine Signalsteuerungseinrichtung zur Steuerung des Signalgebers umfasst, mit den Verfahrensschritten:

- Detektieren einer Farbe und/oder Helligkeit des vom jedem Signalfeld ausgestrahlten Lichts durch jeweils mindestens eine Sensoreinrichtung, die an jedem Signalfeld des Signalgebers angeordnete ist,
- Übermitteln des gemessenen Farb- und/oder Helligkeitswertes an die Signalsteuerungseinrichtung,
- Zuordnen der jeweils empfangenen Farb- und/oder Helligkeitswertes der Sensoreinrichtung zu dem Signalfeld, an dem die Sensoreinrichtung angeordnet ist durch die Signalsteuerungseinrichtung,
- fortlaufend Vergleichen des empfangenen Farb- und/oder Helligkeitswertes mit einem vorgegebenen Sollwert der Signalsteuerungseinrichtung, und
- Ausführen einer Aktion bei einer Abweichung vom Sollwert durch die Signalsteuerungseinrichtung.

[0031] In einer vorteilhaften Ausführungsform sendet die Signalsteuerungseinrichtung eine Warnmeldung an eine Überwachungseinrichtung sendet.

[0032] Die jeweilige "Einheit", zum Beispiel Auswertereinheit oder Kryptoeinheit, kann hardwaretechnisch und/oder auch softwaretechnisch implementiert sein. Bei einer hardwaretechnischen Implementierung kann die jeweilige Einheit als Vorrichtung oder als Teil einer Vorrichtung, zum Beispiel als Mikroprozessor ausgebildet sein. Bei einer softwaretechnischen Implementierung kann die jeweilige Einheit als Computerprogrammprodukt, als eine Funktion, als eine Routine, als Teil eines Programmcodes oder als ausführbares Objekt ausgebildet sein.

[0033] Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäßen Vorrichtungen und des erfindungsgemäßen Verfahrens sind in den Zeichnungen beispielhaft dargestellt und werden anhand der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lichtsignalanlage in schematischer Darstellung;

Figur 2 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Signalgebers in schematischer Dar-

stellung;

Figur 3 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Sensoreinrichtung in Blockdarstellung; und

Figur 4 ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens als Ablaufdiagramm.

[0034] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0035] Figur 1 zeigt eine Lichtsignalanlage 10, umfassend einen Signalgeber 11 mit drei Signalfeldern 13, 14, 15 und ist üblicherweise an einem Masten 19 befestigt. Signalfeld 13 zeigt beispielsweise ein rotes Licht, Signalfeld 14 zeigt beispielsweise ein gelbes Licht und Signalfeld 15 zeigt beispielsweise ein grünes Licht, wenn das entsprechende Signalfeld aktiviert wird. Dazu umfasst jedes Signalfeld 13, 14, 15 ein Leuchtmittel, beispielsweise eine Halogenlampe oder eine Licht emittierende Halbleiterdiode, auch als LED bezeichnet.

[0036] Jedes einzelne Signalfeld 13, 14, 15 ist üblicherweise mit jeweils einem Signaldraht 8, der auch als Adernpaar ausgebildet sein kann, mit einer Signalsteuerungseinrichtung 12 verbunden. Über den Signaldraht 8 wird das Signalfeld aktiviert bzw. ein- und ausgeschaltet. An jedem Signalfeld 13, 14, 15 des Signalgebers 11 ist eine Sensoreinrichtung 16, 17, 18 angeordnet, die den aktuellen Farbwert und optional zusätzlich den Helligkeitswert des Signalfelds detektiert. Jede einzelne Sensoreinrichtung 16, 17, 18 ist üblicherweise mit jeweils einem Messdraht 9, der auch als Adernpaar ausgebildet sein kann, mit einer Signalsteuerungseinrichtung 12 verbunden. Der gemessene Farb- und/oder Helligkeitswert einer Sensoreinrichtung wird über einen Messdraht 9 an die Signalsteuerungseinrichtung 12 übermittelt.

[0037] Üblicherweise sind die Signaldrähte 8 sowie die Messdrähte 9 durch den Masten 19 des Signalgebers 11 geführt und mit der Signalsteuerungseinrichtung 12, die üblicherweise in der Nähe des Signalgebers angeordnet ist, verbunden und übermitteln analoge Signale. Die Messwerte können in den Messdrähten 9 auch als digitale Signale übertragen werden. Die Messdrähte 9 von den Sensoreinrichtungen 16, 17, 18 können als separate einzelne Drähte bzw. Leitungen oder auch zu einem Leitungsbus zusammengefasst zur Signalsteuerungseinrichtung 12 geführt werden.

[0038] Als Mastangriff wird eine Manipulation der Signaldrähte 8 durch einen unbefugten Dritten bezeichnet, da die Signaldrähte 8 üblicherweise über eine Klappe im Mast 19 des Signalgebers 11 für Wartungspersonal zugänglich sind. Werden beispielsweise die Signaldrähte, die den Signalgeber 13 für rotes Licht mit dem Signaldraht des Signalgebers 15 für grünes Licht vertauscht, so kann es zu einer Gefahrensituation durch falsches Einfahren von Verkehrsteilnehmern in eine Kreuzung kommen.

[0039] Eine solche Manipulation kann durch die Zu-

ordnung der jeweils mindestens einen Sensoreinrichtung 16, 17, 18 zu jedem Signalfeld 13, 14, 15 erkannt werden, indem jeder Sensor die Farbe und optional auch die Helligkeit des nach außerhalb des Signalfeldes abgestrahlten Lichts misst oder ermittelt. In der Signalsteuerungsanlage 12 ist eine feste Zuordnung zwischen jedem Signalfeld 13, 14, 15 und dem an dem jeweiligen Signalfeld 13, 14, 15 angeordneten Sensoreinrichtung 16, 17, 18 eingerichtet. Die in der Signalsteuerungseinrichtung 12 dargestellte Tabelle 7 repräsentiert den Signalgeber 11 mit den einzelnen Signalfeldern 13, 14, 15, siehe erste Spalte der Tabelle 7.

In der Spalte A ist der jeweilige aktuelle Sollwert des entsprechenden Signalfeldes angegeben. In der Spalte B werden kontinuierlich die Messwerte beziehungsweise eine Repräsentation dieser, hier durch n, y angedeutet, angezeigt.

[0040] Die Signalsteuerungseinrichtung 12 überprüft fortlaufend, ob Messwerte von jeder Sensoreinrichtung 16, 17, 18 empfangen werden beziehungsweise bereitgestellt werden. Des Weiteren überprüft die Signalsteuerungseinrichtung 12, ob der übermittelte Farb- und/oder Helligkeitswert mit dem erwarteten Lichtsignal entsprechend der Spalte A übereinstimmt. Dazu wird überprüft, ob der Farb- und/oder Helligkeitswert einen Sollwert erfüllt und insbesondere innerhalb eines vorgegebenen oberen und unteren Grenzwertes liegt. Somit wird also festgestellt, ob beispielsweise der rote Signalgeber 13 auch tatsächlich rot in einem vorgegebenen Helligkeitsintervall leuchtet. Bei einer Über- oder Unterschreitung der Sollwerte kann die Signalsteuerungseinrichtung 12 mit einer Aktion reagieren, insbesondere die Lichtsignalanlage in einen "sicheren" Zustand bringen. Eine solche Aktion ist es beispielsweise bei allen Signalgeber, die für eine bestimmte Kreuzung an die Signalsteuerungseinrichtung 12 angeschlossen sind, das Signalfeld gelb, hier also Signalfeld 14, blinkend einzustellen. Sollte eine Manipulation dazu geführt haben, dass in diesem Zustand andere Farben blinken, oder keine Signalfelder leuchten, kann die Signalsteuerungseinrichtung 12 die gesamte Lichtsignalanlage 10 ausschalten.

[0041] Fällt ein Signalfeld, beispielsweise Signalfeld 15, aus, wird der Sensor 18 dies detektieren, beispielsweise indem der Helligkeitswert unter dem vorbestimmten Sollwert liegt oder der Farbwert nicht mit dem gegebenen Farbwert übereinstimmt. Die Signalsteuerungseinrichtung 12 ermittelt anhand des fehlenden Messwertes oder einem Messwert außerhalb des Sollbereichs, dass zum Beispiel das Signalfeld 15 nicht grün leuchtet. In diesem Fall wird die Lichtsignalanlage in einen sicheren Zustand geschaltet, zum Beispiel alle Signalfelder ausgeschaltet.

[0042] Mit Hilfe der Sensoreinrichtungen 16, 17, 18 kann einfach ein Angriff durch Umstecken der Signaldrähte 8 zwischen Signalfeldern 13, 14, 15 und Signalsteuerungseinrichtung 12 erkannt werden.

[0043] Wurden der Signaldraht beispielsweise des roten Signalfeldes 13 mit dem Signaldraht des grünen Si-

gnalfelds 15 vertauscht, und schaltet die Signalsteuerungseinrichtung 12 das vermeintlich rote Signalfeld 13 an, so leuchtet das grüne Signalfeld 15. Die Sensoreinrichtung 18 des grünen Signalfelds 15 würde einen grünen Farbwert melden. Die Spalten A und B der Zuordnungstabelle 7 in der Signalsteuerungseinrichtung 12 würden in diesem Fall nicht übereinstimmen und somit eine Manipulation erkannt und eine Maßnahme ergriffen.

[0044] Werden zusätzlich die Messdrähte 9 der gleichen Signalfelder 13 und 15 vertauscht und schaltet die Signalsteuerungseinrichtung 12 das rote Signalfeld 13 ein, so leuchtet das grüne Signalfeld 15. Die Sensoreinrichtung 18, die dem grünen Signalfeld 15 zugeordnet ist, würde in diesem Fall keine oder zu geringe Helligkeits- und Farbwerte melden, während der Sensor 16, der dem roten Signalfeld 13 zugeordnet ist, einen grünen Farbwert beziehungsweise Helligkeitswert melden. Da nun die dem roten Signalfeld 13 zugeordnete Sensoreinrichtung 16 "grün" statt dem Sollwert "rot" meldet, wird die Manipulation durch die Signalsteuerungseinrichtung 12 erkannt.

[0045] Die Sensoreinrichtungen 16, 17, 18 können auch nur eine Information bezüglich des Farbwertes liefern. Dadurch kann die Logik in der Signalsteuerungseinheit 12 auf einen Farbvergleich reduziert und somit vereinfacht werden.

[0046] Alternativ zu einer Übertragung der Farb- und/oder Helligkeitswerte über einen Messdraht 9, kann diese Information auch über eine Funkverbindung von der jeweiligen Sensoreinrichtung 16, 17, 18 in der Signalsteuerungseinrichtung 12 übertragen werden. Dabei Information mehrerer Sensoreinrichtungen, beispielsweise aller Sensoreinrichtungen 16, 17, 18 des Signalgebers 11, kann auch über eine einzige gemeinsame Funkverbindung übertragen werden. Dazu muss der Signalgeber 11 oder alternativ die Sensoreinrichtungen 16, 17, 18 sowie die Signalsteuerungseinrichtung 12 einen Funksender umfassen. Signalgeber 11 und Signalsteuerungseinrichtung 12 können optional noch einen Transceiver umfassen, der sowohl das Senden als auch den Empfang von Funksignalen ermöglicht.

[0047] Um eine Integrität der übertragenen Farb- und/oder Helligkeitswerte detektieren zu können, wird beispielsweise ein aktuell detektierter Messwert zusammen mit der Sensorkennung der detektierenden Sensoreinrichtung kryptographisch geschützt übertragen. Dies kann beispielsweise durch die Bildung eines Nachrichten-Authentisierungscode über die zu übertragende Information oder eine Signatur dieser Information erfolgen, der mit der Information zwischen Sensoreinrichtung und Signalsteuerungseinrichtung 12 übertragen wird. Dabei wird jeweils abhängig von der Information mit Hilfe eines Geheimnisses, wie beispielsweise einem kryptographischen Schlüssel, ein Nachrichten-Authentisierungscode bzw. eine Signatur erstellt, der nur durch einen zugehörigen Schlüssel auf Seiten der Signalsteuerungseinrichtung 12 überprüft werden kann. Wurde die geschützt Information verändert, stimmt ein in der Signalsteuerungs-

einrichtung 12 ermittelter Nachrichten-Authentisierungscode oder eine digitale Signatur nicht mit dem mit der Nachricht empfangenen Nachricht-Authentisierungscode oder digitalen Signatur überein.

[0048] Figur 2 zeigt einen Signalgeber 20 mit einem Signalfeld 28, das an einem Mast 29 befestigt ist. Der Signalgeber 20 kann beispielsweise in einer vorher beschriebenen Lichtsignalanlage enthalten sein. Das Signalfeld 28 umfasst ein Gehäuse 27, in dem ein Leuchtmittel 21, beispielsweise eine Halogenleuchte oder eine Leuchtdiode, angeordnet ist. An der dem Leuchtmittel gegenüber liegenden Seite des Gehäuses 27 ist ein optisches Element 22 angeordnet, das beispielsweise als Linse oder als Streuscheibe ausgebildet ist. Das optische Element 22 kann beispielsweise zusätzlich durch eine Maske zur Anzeige von Symbolen ausgestattet sein.

[0049] Um eine Manipulation der Lichtsignalanlage wirkungsvoll beurteilen zu können, ist das einem Verkehrsteilnehmer sichtbare Lichtsignal zu detektieren. Eine Sensoreinrichtung 26 ist daher derart anzuordnen, das vom Leuchtmittel durch das optische Element abgestrahlte Licht zu detektieren bzw. die Aussage über dieses Licht treffen zu können.

[0050] Das Leuchtmittel 21 emittiert beispielsweise einfarbiges, bevorzugt weißes Licht, das beispielsweise durch eine eingefärbte Streuscheibe von außen als einfarbiges Licht, beispielsweise rot, gelb oder grün, sichtbar ist. Eine Sensoreinrichtung 26 kann beispielsweise am Gehäuse 27 befestigt sein. Ein zur Sensoreinrichtung 26 gehörender Sensor 23 ist innerhalb des Gehäuses 27, zwischen dem Leuchtmittel 21 und dem optischen Element 22 angeordnet. Ein solcher Sensor eignet sich insbesondere zur Detektion von farbig abgestrahltem Licht des Leuchtmittels 21. In einem solchen Fall emittiert das Leuchtmittel 21 wahlweise die nach außen sichtbare Farbe.

[0051] Emittiert das Leuchtmittel 21 beispielsweise einfarbiges, bevorzugt weißes Licht, das beispielsweise durch eine eingefärbte Streuscheibe als optischem Element 22 von außen als beispielsweise rotes, gelbes oder grünes Licht erscheint, so kann der Sensor 23 durch die Detektion von zurückgestreutem Licht von der farbigen Streuscheibe die Farbe des nach außen sichtbaren Lichtes des Signalfeldes 28 detektieren.

[0052] Ein Sensor 24 einer Sensoreinrichtung 26 kann zusätzlich mit einem Lichtleiter 29 verbunden sein. Bevorzugterweise ist ein Ende des Lichtleiter 29 mit dem Sensor 24 gekoppelt, das andere Ende mit dem optischen Element 22 gekoppelt, so dass das durch das optische Element 22 reflektierte Licht ohne Störung durch das vom Leuchtmittel 21 direkt emittierte Licht oder durch von außerhalb des Gehäuses durch das optische Element 22 einfallende Licht verfälscht wird. Der Lichtleiter 29 kann damit auch Teil des optischen Elements 22 sein.

[0053] Ein Sensor 25 kann außerdem auf der dem Leuchtmittel 21 gegenüberliegenden Seite des optischen Elementes 22 angeordnet sein. Ein solcher Sensor, der mit der Sensoreinrichtung 26 verbunden ist, kann

insbesondere direkt das durch das optische Element 22 transmittierte Licht detektieren.

[0054] Figur 3 zeigt nun eine Sensoreinrichtung 30 im Detail. Die Sensoreinrichtung 30 umfasst einen Farbsensor 32 sowie optional einen Helligkeitssensor 31, der die Helligkeit des vom Leuchtmittel 21 emittierten Lichtes misst. Die Sensoreinrichtung 30 umfasst des Weiteren eine Auswerteeinheit 33, die die detektierte Farbe beziehungsweise die detektierte Helligkeit beispielsweise in ein digitales Signal umwandelt beziehungsweise einen Wert zuordnet. Die Auswerteeinheit 33 ist des Weiteren derart ausgebildet, eine Kennung der Sensoreinrichtung 30, die die Sensoreinrichtung eindeutig kennzeichnet, zu bilden. Des Weiteren erzeugt die Auswerteeinheit 33 einen Zeitstempel oder einen Zählerwert, der für jede übertragene Information inkrementiert wird, und fügt diese dem aktuell ermittelten Messwert beziehungsweise Messwerten bei.

[0055] Die Sensoreinrichtung 30 umfasst des Weiteren eine Kryptoeinheit 34, die derart ausgebildet ist, die zu übertragenden Informationen, also die Messwerte sowie Sensorkennung und Zählerwert oder Zeitstempel, zu codieren. Die genannten Informationen beziehungsweise Daten werden über eine Ausgabeeinheit 35 bereitgestellt beziehungsweise an die Signalsteuerungseinrichtung 12 übermittelt.

[0056] Figur 4 stellt schematisch ein Verfahren zum Schutz einer Lichtsignalanlage 10 vor einem Mastangriff dar. In einem ersten Verfahrensschritt S1 wird eine Farbe und/oder Helligkeit des von jedem Signalfeld ausgestrahlten Lichts durch jeweils mindestens eine Sensoreinrichtung, 16, 17, 18, die an jedem Signalfeld des Signalgebers angeordnet ist, detektiert. In Verfahrensschritt 2 wird nun der gemessene Farb- und/oder Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung 12 übermittelt. Anschließend, im Verfahrensschritt S3, wird der jeweils empfangene Farb- und/oder Helligkeitswert der Sensoreinrichtung zu dem Signalfeld, an dem sie Sensoreinrichtung angeordnet ist, durch die Signalsteuerungseinrichtung zugeordnet. Durch Vergleichen, siehe Verfahrensschritt S4, des empfangenen Farb- und/oder Helligkeitswertes mit einem vorgegebenen Sollwert in der Signalsteuerungseinrichtung 12 werden die empfangenen Messwerte überprüft. Wird eine Abweichung der empfangenen Messwerte von den Sollwerten durch die Signalsteuerungseinrichtung 12 ermittelt, wird in der Signalsteuerungseinrichtung 12 eine Aktion ausgeführt, insbesondere eine Aktion, die die Lichtsignalanlage in einen für den Verkehrsfluss und den zu regelnden Straßenbereich sichere Schaltung führt. Zusätzlich kann die Signalsteuerungseinrichtung auch eine Warnmeldung an eine Überwachungseinrichtung, nicht dargestellt, senden.

[0057] Durch das vorgeschlagene Verfahren kann die Integrität der Anzeige der zu einer Ampelphase führenden Farbe der Lichtsignalanlage sichergestellt werden. Eine Manipulation an der Verkabelung beziehungsweise Verdrahtung kann durch die Signalsteuerungseinrich-

tung aufgedeckt und die Lichtsignalanlage in einen sicheren Zustand gebracht werden.

[0058] Alle beschriebenen und/oder gezeichneten Merkmale können im Rahmen der Erfindung vorteilhaft miteinander kombiniert werden. Die Erfindung ist nicht auf die beschriebenen Ausführungsbeispiele beschränkt.

Patentansprüche

1. Lichtsignalanlage (10) zum Schutz vor einem Mastangriff, umfassend mindestens einen Signalgeber (11) mit mindestens einem Signalfeld (13, 14, 15) und eine Signalsteuerungseinrichtung (12) zur Steuerung des Signalgebers (11), wobei an jedem Signalfeld (13, 14, 15) des Signalgebers (11) mindestens eine Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, die die Farbe des vom Signalfeld (13, 14, 15) ausgestrahlten Lichts detektiert und einen gemessenen Farbwert an die Signalsteuerungseinrichtung (12) übermittelt, wobei die Signalsteuerungseinrichtung (12) derart ausgebildet ist, jeweils den empfangenen Farbwert der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) dem Signalfeld (13, 14, 15), an dem die Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, zuzuordnen und fortlaufend mit einem vorgegebenen Sollwert zu vergleichen, und bei einer Abweichung vom Sollwert eine Aktion auszuführen.
2. Lichtsignalanlage (10) nach Anspruch 1, wobei die mindestens eine Sensoreinrichtung (16, 17, 18) zusätzlich eine Helligkeit des vom jeweiligen Signalfeld (13, 14, 15) ausgestrahlten Lichts detektiert und einen ermittelten Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung (12) übermittelt, und die Signalsteuerungseinrichtung (12) jeweils den empfangenen Helligkeitswert der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) dem Signalfeld (13, 14, 15), an dem die Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, zuordnet und mit einem vorgegebenen Sollwert vergleicht, und bei einer Abweichung vom Sollwert eine Aktion ausführt.
3. Lichtsignalanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede Sensoreinrichtung (16, 17, 18) über einen elektrisch leitenden Messdraht (8) mit der Signalsteuerungseinrichtung (12) verbunden ist.
4. Lichtsignalanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Sensoreinrichtungen (16, 17, 18) derart ausgebildet ist, eine Sensorkennung der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) zusammen mit dem Farb- und/oder Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung (12) zu übermitteln und wobei in der Signalsteuerungseinrichtung (12) eine

festen Zuordnung zwischen Sensoreinrichtung (16, 17, 18) und Sensorkennung eingerichtet ist.

5. Lichtsignalanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jede der Sensoreinrichtungen (16, 17, 18) derart ausgebildet ist, die zu übertragende Information kryptographisch geschützt, bevorzugt mit einem Nachrichtenauthentisierungscode oder mit einer digitalen Signatur, zu übertragen.
6. Lichtsignalanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeweils mindestens ein Sensor (23, 24, 25) der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) zwischen einem Leuchtmittel (21) und einem optischen Element (22) eines jeden Signalfeldes (13, 14, 15, 28) angeordnet ist.
7. Lichtsignalanlage (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei jeweils mindestens ein Sensor der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) auf der dem Leuchtmittel (21) abgewandten Seite des optischen Elements (22) eines jeden Signalfeldes (13, 14, 15, 28) angeordnet ist.
8. Sensoreinrichtung (30) zur Verwendung in einer Lichtsignalanlage (10), umfassend mindestens einen Sensor (31, 32), eine Auswerteeinheit (33), und eine Ausgabeeinheit (35), wobei der mindestens eine Sensor (31, 32) derart ausgebildet ist, die Farbe und/oder Helligkeit des vom Signalfeld (13, 14, 15, 28) ausgestrahlten Lichts zu detektieren, die Auswerteeinheit (33) derart ausgebildet ist eine Sensorkennung der Sensoreinrichtung (30) zu generieren, und die Ausgabeeinheit (35) derart ausgebildet ist den gemessenen Helligkeitswert an die Signalsteuerungseinrichtung (12) zu übermitteln.
9. Sensoreinrichtung (30) nach Anspruch 8, umfassend eine Kryptoeinheit (34) die derart ausgebildet ist, die zu übertragene Information kryptographisch zu schützen, bevorzugt einen Nachrichtenauthentisierungscode oder eine digitale Signatur über die zu übertragende Information zu erzeugen.
10. Sensoreinrichtung (30) nach Anspruch 8, wobei die Auswerteeinrichtung (33) zusätzlich einen Zähler umfasst, der einen eindeutigen Zählerwert für jede Information zur Übermittlung bereitstellt.
11. Signalgeber (11) umfassend mindestens ein Signalfeld (13, 14, 15), wobei an jedes des mindestens einen Signalfeldes (13, 14, 15) mindestens eine Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist, die die Helligkeit und/oder Farbe eines vom Leuchtmittel des vom Signalfeld (13, 14, 15) ausgestrahlten Lichts detektiert und einen gemessenen Farb- und/oder Helligkeitswert bereitstellt.

12. Signalgeber (11) nach Anspruch 11, wobei der Signalgeber (11) gemäß den in den Ansprüchen 1 bis 7 angeführten Merkmalen ausgebildet ist.
13. Verfahren zum Schutz einer Lichtsignalanlage (10) vor einem Mastangriff, wobei die Lichtsignalanlage (10) mindestens einen Signalgeber (11) mit mindestens einem Signalfeld (13, 14, 15) und eine Signalsteuerungseinrichtung (12) zur Steuerung des Signalgebers (11) umfasst, mit den Verfahrensschritten:
- Detektieren (S1) einer Farbe und/oder Helligkeit des vom jedem Signalfeld (13, 14, 15) ausgestrahlten Lichts durch jeweils mindestens eine Sensoreinrichtung (16, 17, 18), die an jedem Signalfeld (13, 14, 15) des Signalgeber (11) angeordnete ist,
 - Übermitteln (S2) des gemessenen Farb- und/oder Helligkeitswertes an die Signalsteuerungseinrichtung (12),
 - Zuordnen (S3) des jeweils empfangenen Farb- und/oder Helligkeitswertes der Sensoreinrichtung (16, 17, 18) zu dem Signalfeld (13, 14, 15), an dem die Sensoreinrichtung (16, 17, 18) angeordnet ist durch die Signalsteuerungseinrichtung (12),
 - fortlaufend Vergleichen (S4) des empfangenen Farb- und/oder Helligkeitswertes mit einem vorgegebenen Sollwert in der Signalsteuerungseinrichtung (12), und
 - Ausführen (S5) einer Aktion bei einer Abweichung vom Sollwert durch die Signalsteuerungseinrichtung (12).
14. Verfahren nach Anspruch 13, wobei als eine Aktion die Signalsteuerungseinrichtung (12) eine Warnmeldung an eine Überwachungseinrichtung sendet.

FIG 1

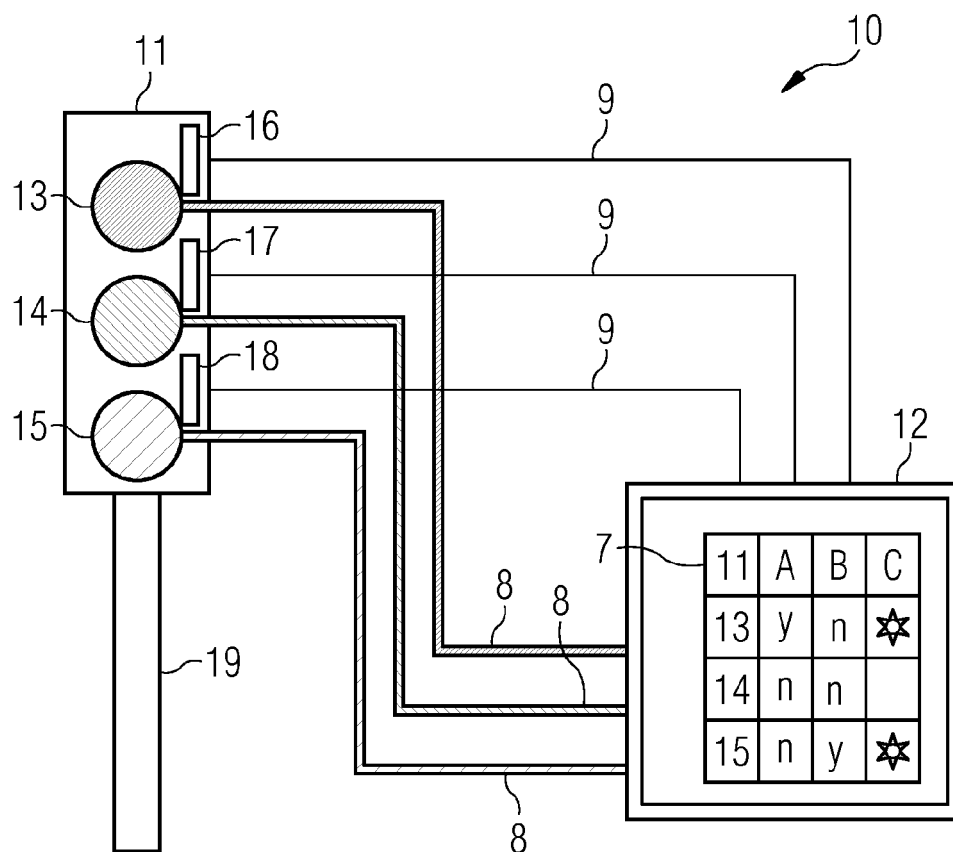


FIG 2

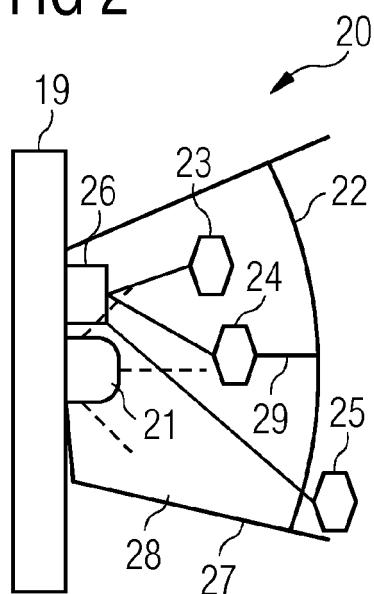


FIG 3

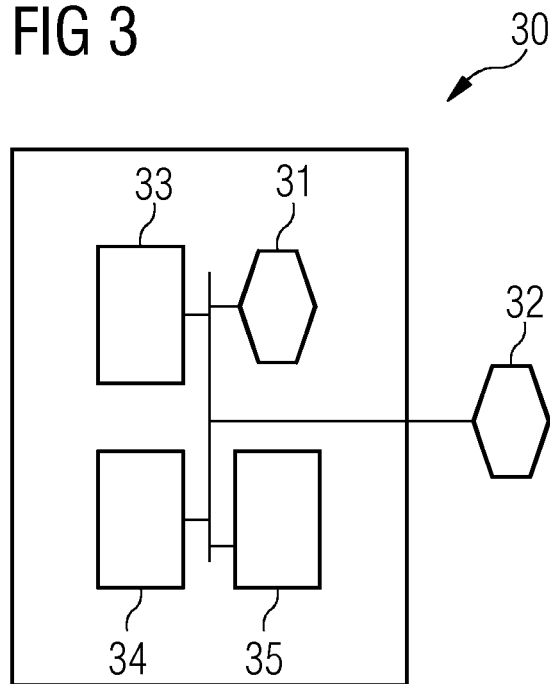
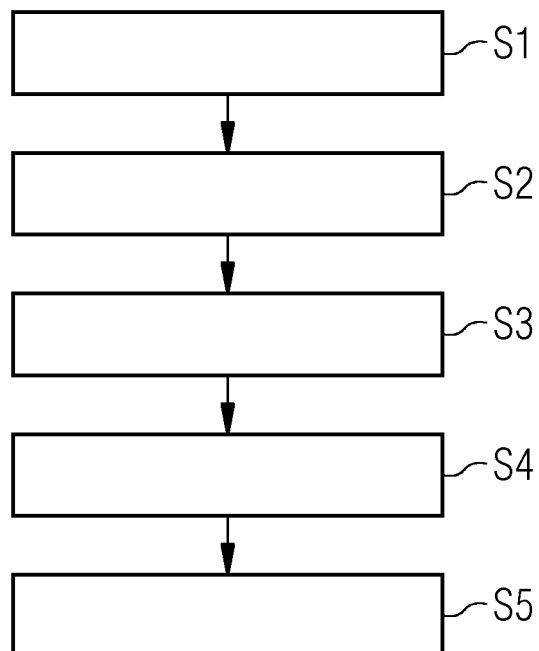


FIG 4





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 19 18 6892

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	CN 106 530 772 A (SHENZHEN SHANGQIAO INFORMATION TECH CO LTD) 22. März 2017 (2017-03-22)	1-5,8-14	INV. G08G1/095 G08G1/097
Y	* Absätze [0026], [0056] - [0067]; Abbildungen 1,2 *	6,7	
Y	EP 0 974 947 A1 (SIEMENS AG [DE]) 26. Januar 2000 (2000-01-26) * Absätze [0013], [0014], [0017]; Abbildungen 1,2 *	6	
Y	EP 1 215 641 A2 (SABIK AB OY [FI]) 19. Juni 2002 (2002-06-19) * Absätze [0009] - [0015]; Abbildung 1 *	6	
Y	KR 2013 0114918 A (SHIN SANG HEE [KR]) 21. Oktober 2013 (2013-10-21) * Absätze [0032], [0033], [0037], [0038]; Abbildungen 2,3a,3b,4a,4b *	6,7	
X	EP 1 830 332 A2 (HATTON TRAFFIC MAN LTD [GB]) 5. September 2007 (2007-09-05) * Absätze [0001], [0006] - [0008], [0011] - [0018], [0024] - [0030], [0034], [0036], [0039], [0040], [0044]; Abbildungen 1,2,3,5 *	1,2,4,8, 11,13	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 12. Dezember 2019	Prüfer Fagundes-Peters, D
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 : mündliche 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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 19 18 6892

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente 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.

12-12-2019

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CN 106530772 A	22-03-2017	KEINE	
EP 0974947 A1	26-01-2000	AT 285103 T EP 0974947 A1	15-01-2005 26-01-2000
EP 1215641 A2	19-06-2002	AT 320056 T DE 60117683 T2 EP 1215641 A2 FI 20002733 A	15-03-2006 30-11-2006 19-06-2002 14-06-2002
KR 20130114918 A	21-10-2013	KEINE	
EP 1830332 A2	05-09-2007	EP 1830332 A2 GB 2435708 A	05-09-2007 05-09-2007

EPO FORM P0461

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