

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
06. August 2020 (06.08.2020)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2020/156883 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

H05B 45/10 (2020.01) *F21S 41/141* (2018.01)
H05B 45/20 (2020.01) *F21S 43/14* (2018.01)
H05B 47/23 (2020.01) *G05B 9/02* (2006.01)
H05B 45/325 (2020.01) *B60Q 3/80* (2017.01)
F21S 41/125 (2018.01) *B60Q 3/20* (2017.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2020/051383

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Januar 2020 (21.01.2020)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2019 102 124.3
29. Januar 2019 (29.01.2019) DE

(71) Anmelder: **BAYERISCHE MOTOREN WERKE AK-
TIENGESELLSCHAFT** [DE/DE]; Petuelring 130, 80809
München (DE).

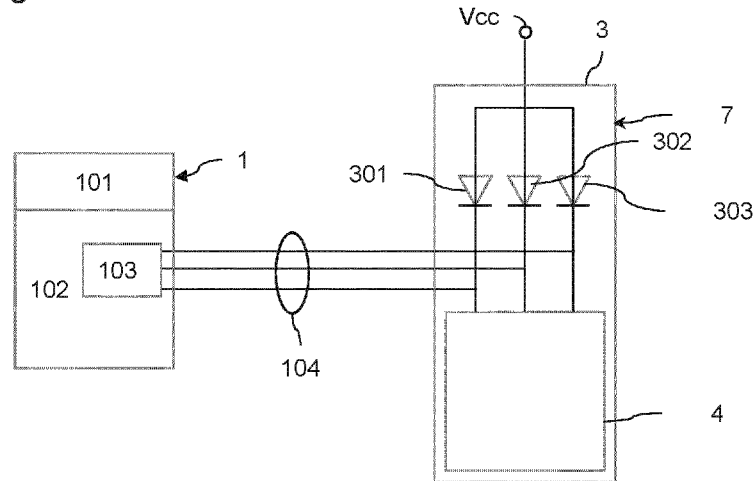
(72) Erfinder: **ISELE, Robert**; Spatzenweg 4, 82256 Fuers-
tenfeldbruck (DE). **BAUER, Markus**; Waldeckstraße 10,
81543 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN,
KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO,
NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: LIGHTING DEVICE FOR A MOTOR VEHICLE

(54) Bezeichnung: BELEUCHTVORRICHTUNG FÜR EIN KRAFTFAHRZEUG

Fig. 5



(57) **Abstract:** A lighting device (10) for a motor vehicle (100) comprises a processing module (1) which is designed to receive and process signals of a data bus (6) of the motor vehicle (100) and send a data signal. The lighting device (10) further comprises an LED unit (3) designed to emit light, when operational, with an adjustable brightness and a predefined color location, the LED unit (3) having a microcontroller (4) and a plurality of LEDs (301, 302, 303, 304), and the microcontroller (4) and the LEDs (301, 302, 303, 304) being surrounded by a housing (7) of the LED unit (3). Furthermore, the processing module (1) is designed to convert the data signal, which contains control information for the LED unit (3), into a pulse width-modulated signal of the current supplied to the individual LEDs (301, 302, 303, 304) and to verify whether the pulse width-modulated signal contains information corresponding to the control information for the LED unit (3).

(57) **Zusammenfassung:** Eine Beleuchtungsvorrichtung (10) für ein Kraftfahrzeug (100) umfasst ein Verarbeitungsmodul (1), welches dazu ausgebildet ist, Signale von einem Datenbus (6) des Kraftfahrzeugs (100) zu empfangen, zu verarbeiten und ein Datensignal zu versenden. Die Beleuchtungsvorrichtung (10) umfasst weiter eine LED-Einheit (3), welche dazu ausgebildet ist, in einem betriebsgemäßen Zustand Licht mit einstellbarer Helligkeit und vorgegebenem Farbort zu emittieren, wobei die LED-Einheit (3) einen Mikrocontroller (4) und eine Mehrzahl von LEDs (301, 302, 303, 304) aufweist und wobei der Mikrocontroller (4) und die LEDs (301, 302,



SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) Bestimmungsstaaten** (*soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

303, 304) von einem Gehäuse (7) der LED-Einheit (3) umgeben sind. Das Verarbeitungsmodul (1) ist weiter dazu ausgebildet, das Datensignal, das eine Ansteuerinformation für die LED-Einheit (3) umfasst, in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms umzuwandeln und zu überprüfen, ob das pulswidenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit (3) entspricht.

Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug

Die Erfindung betrifft eine Beleuchtungsvorrichtung und ein Beleuchtungssystem für ein Kraftfahrzeug, die einen zuverlässigen und sicheren Betrieb der Beleuchtungsvorrichtung ermöglichen.

Beleuchtungsvorrichtungen in Kraftfahrzeugen mit Mehrfarb-LED-Einheiten (LED = „Light Emitting Diode“) sind aus dem Stand der Technik bekannt. Solche LED-Einheiten umfassen in der Regel mehrere Einfarb-LEDs und werden üblicherweise mit LED-Treibern angesteuert, um eine gewünschte Helligkeit und einen Farbtort (d.h. eine Mischfarbe) zu variieren. Hierzu wird ein Modul mit einem Mikrocontroller verwendet, der zum einen eine Kommunikation mit einem Kraftfahrzeug-Datenbus übernimmt und zum anderen die LED-Einheiten treibt, üblicherweise über PWM-Ausgänge (PWM = „Puls-Width Modulation“). Als Kraftfahrzeug-Datenbus kommt dabei häufig der sog. LIN-Bus (LIN = „Local Interconnect Network“) zum Einsatz.

Manche Mehrfarb-LED-Einheiten verfügen über eine integrierte Schaltung, welche zusammen mit den Einfarb-LEDs, die über einen Datenstrom gesteuert werden, in einem Gehäuse untergebracht ist. Dabei werden Parametrisierungen, die in Beleuchtungsvorrichtungen mit Mehrfarb-LED-Einheiten zum Betrieb der einzelnen LED-Einheiten benötigt werden, in einem zentralen Verarbeitungsmodul hinterlegt.

Die DE 10 2016 221 772 A2 offenbart eine Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug mit einem Verarbeitungsmodul, das dazu ausgebildet ist, Signale von einem Datenbus des Kraftfahrzeugs zu empfangen, zu verarbeiten und zu versenden. Die Beleuchtungs- vorrichtung umfasst weiter eine LED-Einheit, welche dazu ausgebildet ist, in einem betriebsgemäßen Zustand Licht mit einstellbarer Helligkeit und vorgegebenem Farbtort zu emittieren, wobei die LED-Einheit einen Mikrocontroller und eine Mehrzahl von LEDs aufweist und wobei der Mikrocontroller und die LEDs von einem Gehäuse der LED-Einheit umgeben sind. Die LED-Einheit ist weiter dazu ausgebildet, bidirektional mit dem Verarbeitungsmodul zu kommunizieren, sodass mittels der LED-Einheit und des Verarbeitungsmoduls ein aktueller Statuswert der LED-Einheit ermittelbar ist, welcher repräsentativ für eine Funktionalität der LED-Einheit ist. Aufgrund des Aufbaus der Beleuchtungs- vorrichtung und der bidirektionalen Kommunikationsfähigkeit einer jeweiligen LED-Einheit

können zu jeder Zeit Daten einer jeweiligen LED-Einheit erhoben werden, welche dazu beitragen können, den sogenannten ASIL-Standard (ASIL = „Automotive Safety Integrity Level“) vorgegeben zu halten oder zu verbessern. Dieser zielt darauf ab, ein vorgegebenes Grundsicherheitslevel zu gewährleisten. Auf diese Weise kann zum Beispiel eine Zuverlässigkeit einer LED überwacht werden, welche für einen kontrollierten und sicheren Betrieb des Kraftfahrzeugs verlässlich darüber Auskunft zu geben hat, ob beispielsweise eine bestimmte Funktion eingerichtet ist oder nicht.

Die LED-Einheiten, die derzeit verfügbar sind, sind nicht nach einem Sicherheitslevel entsprechend der ISO 26262 entwickelt worden und weisen in der Regel nur eine Qualifizierung eines Qualitätsmanagement-Prozesses auf, d.h. sie besitzen lediglich ein sog. QM-Level. Der Einsatz in sicherheitsrelevanten Funktionen, wie z.B. autonomen Fahrfunktionen des Kraftfahrzeugs, ist daher ohne weitere Maßnahmen nicht möglich. Die Mikrocontroller der LED-Einheiten sind in der Regel als ASICs (Application Specific Integrated Chip) ausgebildet, bei denen die Funktionslogik durch einen integrierten Schaltkreis realisiert und nicht mehr veränderbar ist. ASIC-basierende LED-Einheiten für sicherheitskritische Lichtinszenierungen (Lenkradkranzbeleuchtung), die nur ein QM-Level besitzen, können einen geforderten ASIL-Standard nur dadurch erreichen, dass die LED-Einheit nicht als Sicherheitselement außerhalb eines Funktionskontexts (sog. SEooC = Safety Element out of Context) betrachtet wird, sondern aus dem konkreten Funktionskontext heraus. Dies bedeutet, dass ein ASIL-Standard nur durch einen statistischen Integritätsnachweis erreicht werden kann, indem eine geringe Ausfallrate von zufälligen Fehlern, die zu einer Fehlfunktion führen (wie zum Beispiel die Anzeige einer falschen Farbe, wodurch es zur Verletzung eines Sicherheitsziels kommt), nachgewiesen werden kann. Bei dieser Vorgehensweise besteht jedoch ein gewisses Restrisiko, da zufällige Hardware-Fehler, die in einer Massenproduktion auftreten, nicht bekannt sind. Für den Einsatz in sicherheitsrelevanten Funktionen, wie z.B. der Visualisierung einer autonomen Fahrfunktion des Kraftfahrzeugs mittels einer LED-Einheiten aufweisenden Beleuchtungsvorrichtung, ist dies jedoch nicht akzeptabel.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Beleuchtungsvorrichtung und ein Beleuchtungssystem für ein Kraftfahrzeug zu schaffen, die zu einem zuverlässigeren Betrieb der Beleuchtungsvorrichtung beitragen können.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung umfasst eine Beleuchtungsanordnung für ein Kraftfahrzeug ein Verarbeitungsmodul, welches dazu ausgebildet ist, Signale von einem Datenbus des Kraftfahrzeugs zu empfangen, zu verarbeiten und ein Datensignal zu versenden. Die Beleuchtungsanordnung umfasst weiter eine LED-Einheit, welche dazu ausgebildet ist, in einem betriebsgemäßen Zustand Licht mit einstellbarer Helligkeit und vorgegebenem Farbort zu emittieren, wobei die LED-Einheit einen Mikrocontroller und eine Mehrzahl von LEDs aufweist und wobei der Mikrocontroller und die LEDs von einem Gehäuse der LED-Einheit umgeben sind. Das Verarbeitungsmodul ist weiter dazu ausgebildet, das Datensignal, das eine Ansteuerinformation für die LED-Einheit umfasst, in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs zugeführten Stroms umzuwandeln und zu überprüfen, ob das pulswidenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit entspricht.

Die LED-Einheit realisiert ein Halbleiterbauelement, welches in einem emittierenden Betrieb bei anliegender elektrischer Spannung beziehungsweise Strom Licht vorgegebener Farbe ausstrahlt. Die LED-Einheit kann als System-In-Package (SiP) vorliegen, das den Mikrocontroller und die Mehrzahl von LEDs umfasst. Das Gehäuse braucht daher kein reales Gehäuse zu sein.

Mittels der beschriebenen Beleuchtungsanordnung kann eine platzsparende Beleuchtungsfunktion realisiert werden, um beispielsweise einen Abschnitt in oder an einem Kraftfahrzeug zu beleuchten, und der beschriebene Aufbau ermöglicht darüber hinaus, Hardwarefehler in Bezug auf einen Fehler der ausgehenden Kommunikation und der nachfolgenden Kommunikationskomponenten zu überprüfen, sodass die LED-Einheit hinsichtlich ihrer Funktionalität überwacht werden kann.

Die Überprüfung, ob das durch den Mikrocontroller generierte pulswidenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit entspricht, erfolgt dadurch, dass die Ansteuerinformation, die in dem vom Verarbeitungsmodul versendeten Datensignal enthalten ist, mit der in dem pulswidenmodulierten Signal enthaltenen Information verglichen wird. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswiden-

weitenmodulierten Signal enthaltene Information überein, so waren die Generierung und die Wandlung der Ansteuerinformation erfolgreich, wodurch sichergestellt ist, dass eine Signalerzeugungs- und Signalwandlereinheit des Verarbeitungsmoduls korrekt arbeitet. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltene Information hingegen nicht überein, so liegt ein Fehler der Signalwandlereinheit des Verarbeitungsmoduls vor.

Als Signalwandler wird zweckmäßigerweise der Mikrocontroller des Verarbeitungsmoduls genutzt, dessen Aufbau dem Mikrocontroller der LED-Einheit entspricht. Hierdurch kann die Signalwandlung auf kostengünstige und einfache Weise bereitgestellt werden, da ein ASIC zum Einsatz gelangen kann, der für die LED-Einheit bereits genutzt wird.

Die LED-Einheit ist zweckmäßigerweise dazu ausgebildet, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswertenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswertenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul zur Überprüfung, ob das von der LED-Einheit erzeugte pulswertenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation entspricht, zuzuführen. Die Wandlung der Ansteuerinformation in das pulswertenmodulierte Signal wird in bekannter Weise von dem Mikrocontroller der LED-Einheit durchgeführt, um die Mehrzahl von LEDs auf eine in der Ansteuerinformation enthaltene Helligkeit und den vorgegebenen Farbort einzustellen. Das pulswertenmodulierte Signal wird dann an das Verarbeitungsmodul zur Auswertung zurückgeführt. Diese zweckmäßige Ausgestaltung ermöglicht neben der Überprüfung der Funktionsfähigkeit des Verarbeitungsmoduls eine zusätzliche Überprüfung der Funktionsfähigkeit zumindest der Kommunikationskomponente der LED-Einheit in der Kommunikationskette durch das Verarbeitungsmodul.

Um das von der LED-Einheit erzeugte, pulswertenmodulierte Signal des den einzelnen LEDs zugeführten Stroms auswerten zu können, wird der den einzelnen LEDs zugeführte Strom über jeweilige Verbindungsleitungen dem Verarbeitungsmodul zugeführt. Die Verbindungsleitungen sind auf Seiten des Verarbeitungsmoduls mit dem Mikrocontroller verbunden, damit dieser den erwünschten Vergleich vornehmen kann. Auf Seiten der LED-Einheit sind die Verbindungsleitungen mit jeweiligen Knotenpunkten zwischen den LEDs und dem Mikrocontroller der LED-Einheit gekoppelt.

Die Beleuchtungsvorrichtung umfasst in einer zweckmäßigen Ausgestaltung, wie bereits beschrieben, eine Mehrzahl an LED-Einheiten, die über einen internen Datenbus in Reihenschaltung, insbesondere nach dem Daisy-Chain-Prinzip gekoppelt sind, wobei genau eine der LED-Einheiten der Reihenschaltung dazu ausgebildet ist, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswidenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul zur Überprüfung zuzuführen.

Die Wandlung der Ansteuerinformation in das pulswidenmodulierte Signal und das Zuführen des pulswidenmodulierten Signals zum Verarbeitungsmodul kann von der unmittelbar mit dem Verarbeitungsmodul gekoppelten LED-Einheit durchgeführt werden. Die Ansteuerinformation kann auch von einer anderen LED-Einheit der Mehrzahl an LED-Einheiten empfangen sein, die die Ansteuerinformation selbst entweder von dem Verarbeitungsmodul oder einer nochmals anderen LED-Einheit empfangen hat. Die beschriebene Wandlung und Zufuhr des pulswidenmodulierten Signals zum Verarbeitungsmodul wird in diesem Fall von einer beliebigen LED-Einheit einer Mehrzahl an LED-Einheiten der Beleuchtungsvorrichtung durchgeführt. Hierdurch kann die Funktionsfähigkeit der Kommunikationskomponenten der in der Kommunikationskette enthaltenen LED-Einheiten überprüft werden.

Für einen Fachmann ist aus der obigen Beschreibung offensichtlich, dass die Zufuhr des pulswidenmodulierten Signals von einer der LED-Einheiten zum Verarbeitungsmodul das Vorhandensein von jeweiligen Verbindungsleitungen zwischen dem Verarbeitungsmodul und den Leitungen, über die den einzelnen LEDs Strom zugeführt wird, bedingt.

Um alle LED-Einheiten der Reihenschaltung an LED-Einheiten in der Kommunikationskette im Hinblick auf die Funktionsfähigkeit ihrer Kommunikationsfähigkeit überprüfen zu können, ist es zweckmäßig, wenn die LED-Einheit der Reihenschaltung, die die größte Entfernung zu dem Verarbeitungsmodul aufweist, dazu ausgebildet ist, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswidenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul zur Überprüfung zuzuführen. Die LED-Einheit der Reihenschaltung, die die größte Entfernung zu dem Verarbeitungsmodul aufweist, stellt eine sog. letzte LED-Einheit dar. Mit anderen Worten sind dann jeweilige Verbindungsleitungen zwischen dem Verarbei-

tungsmodul und den Leitungen, über die den einzelnen LEDs der letzten LED-Einheit Strom zugeführt wird, vorgesehen.

Die LED-Einheit ist in einer zweckmäßigen Ausgestaltung weiter dazu ausgebildet, bidirektional mit dem Verarbeitungsmodul zu kommunizieren, sodass mittels der LED-Einheit und des Verarbeitungsmoduls ein aktueller Statuswert der LED-Einheit ermittelbar ist, welcher repräsentativ für eine Funktionalität der LED-Einheit ist. Die LED-Einheit kann dann aufgrund des beschriebenen Aufbaus und der Kommunikationsfähigkeit dazu genutzt werden, Informationen bezüglich eines Status bereitzustellen, indem die LED-Einheit fortlaufend, in vorgegebenen Zeitintervallen oder auf Anfrage seitens des Verarbeitungsmoduls Statussignale an diese versendet, welche repräsentativ sind für eine Funktionalität. Beispielsweise umfassen solche Statussignale Daten über eine Strom-/Spannungskennlinie oder eine Anzahl an Betriebsstunden, sodass Rückschlüsse über eine Lebensdauer möglich sind. Die Beleuchtungsvorrichtung mit LED-Einheit ermöglicht es dann, aktuelle Betriebsdaten auszulesen, sodass ein Beitrag für einen zuverlässigen und kontrollierten Betrieb geleistet wird.

Beispielsweise kann infolge einer abgerufenen beziehungsweise ermittelten Spannungskennlinie, die darauf schließen lässt, dass eine Helligkeit der überprüften LED einen vorgegeben Schwellenwert unterschreitet, ein Bestromen dieser LED erhöht werden, um die Helligkeit dieser LED bis in einen vorgegebenen Toleranzbereich zu erhöhen. Außerdem kann zum Beispiel infolge einer ermittelten Betriebsdauer einer LED, die in naher Zukunft eine voraussichtliche Lebensdauer dieser LED überschreitet, eine Information ausgegeben werden, welche über diesen Zustand der LED oder der zugehörigen LED-Einheit informiert und einen Austausch dieser LED empfiehlt.

Aufgrund des beschriebenen Aufbaus der Beleuchtungsvorrichtung können Hardwarefehler in den Kommunikationskomponenten des Verarbeitungsmoduls und der LED-Einheit(en) erkannt werden. Dadurch ist es möglich, einen vorgegebenen ASIL-Standard (ASIL = „Automotive Safety Integrity Level“) einzuhalten, wodurch die Beleuchtungsvorrichtung auch in sicherheitskritischen automobilen Anwendungen zum Einsatz kommen kann. Aufgrund der optionalen bidirektionalen Kommunikationsfähigkeit einer jeweiligen LED-Einheit können zu jeder Zeit Daten einer jeweiligen LED-Einheit erhoben werden. Dadurch ist es möglich, einen höheren ASIL-Standard einzuhalten oder zu verbessern.

Der ASIL-Standard zielt darauf ab, ein vorgegebenes Grundsicherheitslevel zu gewährleisten. Auf diese Weise kann zum Beispiel eine Zuverlässigkeit einer LED, die den Zustand einer autonomen Fahrfunktion des Fahrzeugs anzeigt, an einem Kombinstrument oder einem Bedienelement zu überwachen, welche für einen kontrollierten und sicheren Betrieb des Kraftfahrzeugs verlässlich darüber Auskunft zu geben hat, in welchem Zustand sich die autonome Fahrfunktion (z.B. „aktiv“ oder „inaktiv“ oder „Fahrerübernahme erforderlich“) befindet.

Mittels des Verwaltungsmoduls kann bei Vorhandensein der bidirektionalen Kommunikationsfähigkeit bei der entsprechenden LED angefragt werden, ob ein lichtemittierender Betriebszustand vorliegt und somit die Funktionalität der LED überprüft werden. Auf diese Weise kann jede einzelne LED-Einheit gezielt angesteuert und ein aktueller Statuswert abgerufen werden, wobei dasselbe Interface, welches zum Betreiben und Ansteuern der LED-Einheit eingesetzt wird, auch zur Diagnose verwendet wird. Dies ist dadurch ermöglicht, dass jede LED-Einheit einen eigens im Gehäuse angeordneten Mikrocontroller aufweist und digital ansteuerbar ist und entsprechend keine Ansteuerung mittels einer Stromversorgung diesbezüglich benötigt. Aufgrund der bidirektionalen Kommunikationsfähigkeit kann die zur Beleuchtung befähigte LED-Einheit weiter dazu genutzt werden, eine Rücklesbarkeit von Daten von der LED-Einheit zu ermöglichen, welche Informationen über eine Funktionalität der LED-Einheit enthalten.

Die Beleuchtungsvorrichtung ist für ein Kraftfahrzeug, wie zum Beispiel einen PKW und gegebenenfalls auch einen LKW, vorgesehen. Bevorzugt weist die Beleuchtungsvorrichtung mehrere LED-Einheiten auf, die jeweils einen Mikrocontroller und mehrere LEDs umfassen, die jeweils in einem gemeinsamen Gehäuse der jeweiligen LED-Einheit integriert sind. Eine einzelne LED-Einheit realisiert somit ein Halbleiterbauelement bzw. ein System-In-Package, welches aufgrund des internen Mikrocontrollers auch als „intelligente“ LED bezeichnet werden kann.

Bevorzugt ist die jeweilige LED-Einheit an einem internen Datenbus (d.h. einen Datenbus innerhalb der Beleuchtungsvorrichtung) angeschlossen, welcher wiederum mit dem Verarbeitungsmodul gekoppelt ist. Mittels des Verarbeitungsmoduls können Signale empfangen, verarbeitet und versendet werden. Solche Signale umfassen beispielsweise externe

Steuerbefehle von einem Kraftfahrzeug-Datenbus, die mittels des Verarbeitungsmoduls in interne Steuerbefehle gewandelt und auf den internen Datenbus gegeben werden können, um die Helligkeit und den Farbort einer oder mehrerer LED-Einheiten einzustellen. Der interne Datenbus kann z.B. ein SPI-Datenbus (SPI = „Serial Peripheral Interface“) sein oder gegebenenfalls auch ein anderer Datenbus, wie z.B. ein differentieller Datenbus, der digitale Daten über eine Spannungsdifferenz zwischen zwei Leitungen codiert. Der Kraftfahrzeug-Datenbus kann beispielsweise ein LIN-Bus (LIN = „Local Interconnect Network“) oder auch ein CAN-Bus (CAN = „Controller Area Network“) sein.

Die eine oder mehrere LED-Einheiten sind jeweils in Bezug auf ihre Helligkeit (d.h. Lichtintensität) einstellbar und emittieren Licht mit einem vorgegebenen Farbort. Der Begriff des Farborts beschreibt eine Farbe des emittierenden Lichts und kann einfarbig oder als Mischfarbe realisiert sein, welche durch die jeweilige LED-Einheit erzeugt wird. Der Farbort kann beispielsweise als Ort in einem Farbdigramm, insbesondere in einem Farbdigramm des CIE-Normenvalenzsystems (CIE = „Commission internationale de l'éclairage“), angegeben werden.

Zum Beispiel kann eine LED-Einheit mehrere LEDs aufweisen, welche jeweils blaues Licht oder Licht unterschiedlicher Farbe beziehungsweise Wellenlänge emittieren. Im letzteren Fall realisiert die LED-Einheit eine Mehrfarb-LED-Einheit mit einstellbarem Farbort. Eine jeweilige LED-Einheit weist als ein einzelnes Halbleiterbauelement bzw. ein System-In-Package vorzugsweise mindestens drei Einfarb-LEDs unterschiedlicher Farbe auf, die zusammen mit dem Mikrocontroller der LED-Einheit in einem gemeinsamen Gehäuse des Halbleiterbauelements untergebracht sind. Der Aufbau eines solchen Halbleiterelements ermöglicht eine vorgegebene Lichtemission basierend auf den elektronischen Halbleitereigenschaften und kann darüber hinaus zum Ermitteln eines Statuswertes der jeweiligen LED-Einheit verwendet werden, welcher dem Verarbeitungsmodul und/oder dem Mikrocontroller bereitgestellt werden kann. Ein solches Ermitteln eines Statuswertes einer LED beziehungsweise einer LED-Einheit kann sowohl während eines lichtemittierenden Betriebs als auch unabhängig von einem solchen durchgeführt werden.

Die beschriebene Beleuchtungsvorrichtung weist somit eine Vielzahl von Funktionen auf, die jeweils in einem Halbleitergehäuse einer LED-Einheit integriert sind, sodass benötigte Verkabelungen beziehungsweise Verdrahtungen der LED-Einheit mit dem Verarbei-

tungsmodul reduziert werden können und das Verarbeitungsmodul als Ansteuerungscontroller kleiner ausgestaltet werden kann. Auf diese Weise kann ein platzsparender Aufbau der Beleuchtungsvorrichtung realisiert werden, welcher sich vorteilhaft auf mögliche Einbaupositionen in oder an einem Kraftfahrzeug auswirken kann. Ein solcher Bauraumvorteil ist insbesondere bei einer Beleuchtungsvorrichtung mit einer hohen Anzahl an LED-Einheiten präsent.

Gemäß einer Weiterbildung der Beleuchtungsvorrichtung sind der Mikrocontroller und das Verarbeitungsmodul dazu ausgebildet sind, bidirektional miteinander zu kommunizieren. Das Verarbeitungsmodul ist insbesondere dazu eingerichtet, mit der LED-Einheit beziehungsweise mit dem Mikrocontroller signaltechnisch zu kommunizieren und einen aktuellen Statuswert ermitteln. Eine solche Kommunikation umfasst ein Empfangen und Versenden von Daten und kann direkt zwischen den jeweiligen zur Kommunikation befähigten Komponenten erfolgen.

Gemäß einer Weiterbildung der Beleuchtungsvorrichtung ist die LED-Einheit als Mehrfarb-LED-Einheit und die LEDs jeweils als Einfarb-LEDs ausgebildet. Gemäß einer weiteren Weiterbildung der Beleuchtungsvorrichtung umfasst die LED-Einheit eine RGB-LED-Einheit und/oder eine RGBW-LED-Einheit. Eine RGB-LED-Einheit umfasst in an sich bekannter Weise eine rote, grüne und blaue Einfarb-LED und eine RGBW-LED-Einheit umfasst zusätzlich zu einer roten, grünen und blauen LED auch eine Weißlicht-LED.

Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung umfasst ein Beleuchtungssystem für ein Kraftfahrzeug mindestens eine Ausgestaltung der zuvor beschriebenen Beleuchtungsvorrichtung sowie das Kraftfahrzeug. Die Beleuchtungsvorrichtung ist insbesondere in oder an dem Kraftfahrzeug angeordnet und verbaut und bildet eine Innenraumbeleuchtung und/oder eine Außenbeleuchtung aus. Das Kraftfahrzeug kann auch mehrere Ausgestaltungen der beschriebenen Beleuchtungsvorrichtung aufweisen, von denen beispielsweise eine im und eine weitere an dem Kraftfahrzeug angeordnet ist und eine entsprechende Beleuchtungsfunktion realisiert. Hierdurch können ansprechende Lichteffekte mit einem homogenen Erscheinungsbild generiert werden. Darüber hinaus ermöglicht die Beleuchtungsvorrichtung ein optionales Abrufen eines aktuellen Statuswertes der jeweiligen LED-Einheit auch unabhängig von dem Betriebszustand der LEDs und einer gegebenenfalls aktivierten Beleuchtungsfunktion. Da das Beleuchtungssystem wenigstens eine Ausge-

staltung der zuvor beschriebenen Beleuchtungsvorrichtung umfasst, sind sämtliche Merkmale und Eigenschaften der Beleuchtungsvorrichtung auch für das Beleuchtungssystem offenbart und umgekehrt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind im Folgenden anhand der schematischen Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines Beleuchtungssystems für ein Kraftfahrzeug in einer schematischen Aufsicht,
- Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug in einer schematischen Darstellung,
- Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel einer LED-Einheit der Beleuchtungsvorrichtung nach Fig. 2 in einer Detailansicht
- Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel einer Beleuchtungsvorrichtung für ein Kraftfahrzeug in einer schematischen Darstellung, die die Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Kommunikationskomponenten eines Verarbeitungsmoduls und aller LED-Einheiten ermöglicht, und
- Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel, das die Rückführung eines pulswidenmodulierten Signals zum Verarbeitungsmodul zur weiteren Auswertung illustriert.

Elemente gleicher Konstruktion oder Funktion sind figurenübergreifend mit den gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit sind gegebenenfalls nicht alle dargestellten Elemente in sämtlichen Figuren mit zugehörigen Bezugszeichen gekennzeichnet.

Fig. 1 illustriert schematisch in einer Aufsicht ein Beleuchtungssystem 110, welches ein Kraftfahrzeug 100 sowie eine Beleuchtungsvorrichtung 10 mit einer Mehrzahl von LED-Einheiten 3 umfasst. Die LED-Einheiten 3 sind über einen internen Datenbus 2 in einer Reihenschaltung gekoppelt, wobei der interne Datenbus 2 die LED-Einheiten 3 wiederum

mit einem Verarbeitungsmodul 1 koppelt. Das Verarbeitungsmodul 1 ist wiederum mit einem Kraftfahrzeug-Datenbus 6 gekoppelt.

Wie anhand der nachfolgenden Figuren 2 und 3 näher erläutert wird, ermöglicht die Beleuchtungsvorrichtung 10 beziehungsweise das Beleuchtungssystem 110 eine platzsparende Beleuchtungsfunktion, um beispielsweise einen Abschnitt in oder an dem Kraftfahrzeug 100 zu beleuchten, und darüber hinaus ein Ermitteln eines aktuellen Helligkeitswertes am Ort der einer jeweiligen LED-Einheit 3.

Fig. 2 stellt schematisch eine Ausführungsform der Beleuchtungsvorrichtung 10 dar, welche beispielsweise, wie in Fig. 1 illustriert, in dem Kraftfahrzeug 100 eine Innenbeleuchtung ausbildet. Alternativ kann die Beleuchtungsvorrichtung 10 als Außenbeleuchtung an dem Kraftfahrzeug 100 angeordnet sein oder das Beleuchtungssystem 110 umfasst mehrere Beleuchtungsvorrichtungen 10, die in und/oder an dem Kraftfahrzeug 100 verbaut sind.

Die Beleuchtungsvorrichtung 10 weist als Leuchtmittel eine Mehrzahl von auf einem Band angeordneten und in Reihe verschalteten Mehrfarb-LED-Einheiten 3 auf. Diese Mehrfarb-LED-Einheiten 3, welche nachfolgend auch einfach als LED-Einheiten 3 bezeichnet werden, realisieren jeweils ein einzelnes Halbleiterbauelement mit mehreren Einfarb-LEDs 301-304 und einem Mikrocontroller 4, der als programmierbare Zustandsmaschine realisiert sein kann. Die Einfarb-LEDs 301-304 und der Mikrocontroller 4 sind von einem Gehäuse 7 einer jeweiligen LED-Einheit 3 umgeben.

Die Einfarb-LED 301 ist zum Beispiel als eine rote LED, die Einfarb-LED 302 als eine grüne LED, die Einfarb-LED 303 als eine blaue LED und die Einfarb-LED 304 als eine weiße LED ausgebildet. Die Farbangaben beziehen sich dabei auf die Farbe beziehungsweise die Wellenlänge oder den Wellenlängenbereich des von der jeweiligen LED emittierenden Lichts. Mit den bandförmig angeordneten LED-Einheiten 3 kann eine sehr hohe Packungsdichte erreicht werden (je nach Gehäuseform von zum Beispiel 144 bis 367 LEDs/m), so dass ein platzsparender Aufbau mittels der Beleuchtungsvorrichtung 10 erzielbar ist.

Die einzelnen LED-Einheiten 3 werden über einen digitalen Datenstrom in der Form eines Bitstroms angesteuert, der mittels des internen Datenbusses 2 der Beleuchtungsvorrichtung 10 den einzelnen LED-Einheiten 3 zugeführt wird. Der interne Datenbus 2 umfasst in diesem Ausführungsbeispiel eine Leitung CL für den Takt und eine Leitung DL für den Bitstrom.

Die Signale auf dem internen Datenbus 2 stammen von dem Verarbeitungsmodul 1, das an den Kraftfahrzeug-Datenbus 6 des Kraftfahrzeugs 100 gekoppelt ist. Das Verarbeitungsmodul 1 umfasst einen LIN-Transceiver 101, der entsprechende digitale Signale zur Ansteuerung der LED-Einheiten 3 vom Kraftfahrzeug-Datenbus 6 abgreift, sowie einen Mikrocontroller 102, der die abgegriffenen Signale in entsprechende Datensignale auf der Datenleitung DL des internen Datenbus 2 wandelt. Die auf dem Kraftfahrzeug-Datenbus 6 übertragenen Signale umfassen dabei Signale, welche für die Beleuchtungsvorrichtung 10 bestimmt sind und ein für die Beleuchtungsvorrichtung 10 einzustellendes Lichtmuster festlegen.

Diese Signale stammen wiederum von einem Steuergerät des Kraftfahrzeugs 100, welches beispielsweise basierend auf einer Eingabe des Fahrers das zu generierende Lichtmuster festlegt und als entsprechendes Signal auf den Kraftfahrzeug-Datenbus 6 gibt. Über das Verarbeitungsmodul 1 wird erkannt, ob das Lichtmuster entsprechend dem aktuellen Signal auf dem Kraftfahrzeug-Datenbus 6 für die Beleuchtungsvorrichtung vorgesehen ist. Ist dies der Fall, wird das Signal mittels des Mikrocontrollers 102 in ein entsprechendes Signal für den internen Datenbus 2 umgesetzt.

Der Kraftfahrzeug-Datenbus 6 ist beispielsweise ein LIN-Bus (LIN = „Local Interconnect Network“). Der interne Datenbus 2 kann zum Beispiel ein SPI-Bus sein (SPI = „Serial Peripheral Interface“), wobei die LED-Einheiten 3 in Kaskadierung verschaltet sind. Wahlweise werden dabei die Signale für den internen Datenbus 2 von dem Mikrocontroller 102 mittels einer SPI-Software erzeugt. Eine SPI-Software stellt eine Programmbibliothek dar, mit der beliebige freie Pins des Mikrocontrollers 102 zur Signalabgabe auf den SPI-Bus genutzt werden können. Alternativ kann jedoch auch SPI-Hardware eingesetzt werden. Dabei sind spezielle SPI-Pins zur Signalabgabe auf den SPI-Bus vorgesehen.

Der interne Datenbus 2 kann als Alternative zu einem SPI-Bus auch als differentieller Datenbus oder als beliebig anderer Datenbus ausgestaltet sein. Ein differentieller Datenbus zeichnet sich dadurch aus, dass er digitale Daten über eine Spannungsdifferenz zwischen zwei Leitungen codiert. Hier können die LED-Einheiten 3 dann als Daisy-Chain-Kette verschaltet sein.

In der Ausführungsform gemäß Fig. 2 sind neben den Leitungen CL und DL zwei Verbindungsleitungen L1 und L2 vorgesehen, welche an eine Gleichspannungsversorgung 5 angeschlossen sind. Basierend auf dem über die Datenleitung DL empfangenen Bitstrom erfolgt eine Pulsweitenmodulation (PWM) des den einzelnen LEDs 301-304 zugeführten Stroms, um hierdurch die LEDs 301-304 entsprechend dem Bitstrom auf der Datenleitung DL anzusteuern.

Der beispielhafte Aufbau einer einzelnen LED-Einheit 3 gemäß den Figuren 1 und 2 ist im Detail in Fig. 3 illustriert. Die dargestellten Komponenten der LED-Einheit 3 sind dabei in einem einzelnen Halbleiterbauelement integriert. Die Signale des internen Datenbusses 2 werden über eine Kommunikationsschnittstelle COM der LED-Einheit 3 empfangen. Das Taktsignal der Taktleitung CL wird an den weiter unten beschriebenen Mikrocontroller 401 weitergeleitet, wohingegen der Datenstrom der Datenleitung DL nach Decodierung in der Kommunikationsschnittstelle COM auf 8-Bit-Schieberegister SR0-SR4 gegeben wird. Der vom Schieberegister SR0 ausgegebene Wert zeigt dabei die gewünschte Gesamthelligkeit der LED-Einheit 3 an, wohingegen über die Werte der Schieberegister SR1 bis SR4 die Farbanteile der einzelnen Einfarb-LEDs 301-304 zur Erzeugung der gewünschten Mischfarbe ausgegeben werden. Insbesondere wird über das Schieberegister SR1 der Farbanteil der rot emittierenden LED 301, über das Schieberegister SR2 der Farbanteil der grün emittierenden LED 302, über das Schieberegister 303 der Farbanteil der blauen emittierenden LED 303 und über das Schieberegister 304 der Farbanteil der Weißlicht emittierenden LED 304 ausgegeben.

Die Werte der einzelnen Schieberegister werden dem Mikrocontroller 4 zugeführt, der eine Logik bzw. einen Mikrocontroller 401 sowie einen zugeordneten nichtflüchtigen EEPROM-Speicher 402 aufweist. In diesem Speicher 402 können insbesondere Kalibrierungsdaten hinterlegt sein, die aus einem Kalibriervorgang der LED-Einheit 3 stammen und für einen vorgegebenen Standard-Temperaturwert der LED-Einheit 3 festlegen, wie

die Betriebsströme der einzelnen Einfarb-LEDs 301-304 einzustellen sind, damit der aus dem Schieberegister SR0 stammende Gesamthelligkeitswert sowie die Farbmischung (d.h. der diesbezügliche Farbort) entsprechend den Werten aus den Schieberegistern SR1 bis SR4 erreicht werden. Der Mikrocontroller 401 greift auf die im Speicher 402 hinterlegten Werte zurück.

Aufgrund der bidirektionalen Kommunikationsfähigkeit der LED-Einheit 3 beziehungsweise des Mikrocontrollers 4 mit dem Verarbeitungsmodul 1 kann fortlaufend, in vorgegebenen Zeitintervallen oder auf Anfrage seitens des Verarbeitungsmoduls 1 ein aktueller Statuswert der LED-Einheit 3 ermittelt werden, welcher Auskunft über eine Funktionalität der LED-Einheit 3 geben kann. Mittels des Verarbeitungsmoduls 1 kann eine jeweilige LED-Einheit 3 gezielt angesteuert und ein aktueller Statuswert abgerufen werden.

Die Betriebsströme für die einzelnen LEDs 301-304 werden über einen Spannungsregler RE bereitgestellt, der aus der in Fig. 2 gezeigten Spannungsversorgung 5 die positive Spannung VDD und die negative Spannung VSS erhält. Der Mikrocontroller 401 erzeugt ferner einen Takt für einen entsprechenden Oszillator OS, der PWM-Generatoren G1-G4 zugeführt wird. Die Betriebsströme der einzelnen LEDs 301-304 werden in den Generatoren G1 bis G4 über Pulsweitenmodulation erzeugt. Die aus einem vorgegebenen Algorithmus stammenden Werte der Betriebsströme werden von dem Mikrocontroller 401 an die einzelnen Generatoren G1-G4 gegeben. Der Generator G1 erzeugt mittels Pulsweitenmodulation den Strom für die rot emittierende LED 301, der Generator G2 den Strom für die grün emittierende LED 302, der Generator G3 den Strom für die blau emittierende LED 303 und der Generator G4 den Strom für die weiß emittierende LED 304. Über die von den einzelnen Generatoren erzeugten PWM-Signale, die über den Stromausgang CO zu den Einfarb-LEDs 301-304 gelangen, wird dann für die LED-Einheit 3 das entsprechende Licht mit der gewünschten Helligkeit und dem gewünschten Farbort gemäß dem Signal eingestellt, das über den internen Datenbus 2 zu der LED-Einheit 3 gelangt.

Der Mikrocontroller 102 des Verarbeitungsmoduls 1 ist in entsprechender Weise, wie dies für die LED-Einheit in Fig. 3 beschrieben wurde, dazu ausgebildet, das Datensignal, das die Ansteuerinformation für die LED-Einheit 3 umfasst, in ein pulsweitenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs 301-304 zugeführten Stroms umzuwandeln. Der Mikrocontroller 102 kann somit in Bezug auf die Wandlung entsprechend dem Mikrocontroller 4 der

LED-Einheit ausgebildet sein. Dieses pulswertenmodulierte Signal wird jedoch nicht über den internen Datenbus 2 ausgegeben, sondern einer internen Vergleichseinheit 103, die Teil des Mikrocontrollers 102 sein kann (siehe Fig. 5) zugeführt. Die Vergleichseinheit 103 ist dazu ausgebildet, zu überprüfen, ob das pulswertenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit 3 entspricht. Dies ermöglicht es, Hardwarefehler in Bezug auf einen Fehler der Kommunikationsfunktion des Verarbeitungsmoduls 1 zu überprüfen.

Die Überprüfung, ob das pulswertenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit entspricht, erfolgt somit dadurch, dass die Ansteuerinformation, die das versendete Datensignal umfasst, mit der in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltenen Information verglichen wird. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltene Information überein, so war die Wandlung der Ansteuerinformation erfolgreich, wodurch sichergestellt ist, dass eine Signalwandlereinheit des Mikrocontrollers 102 des Verarbeitungsmoduls korrekt arbeitet. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltene Information hingegen nicht überein, so liegt ein Fehler der Signalwandlereinheit des Verarbeitungsmoduls vor.

Als Signalwandler wird zweckmäßigerweise der Mikrocontroller des Verarbeitungsmoduls genutzt, dessen Aufbau dem Mikrocontroller 4 der LED-Einheit 3 entspricht. Hierdurch kann die Signalwandlung auf kostengünstige und einfache Weise bereitgestellt werden, da ein ASIC zum Einsatz gelangen kann, der für die LED-Einheit 3 bereits genutzt wird.

Zudem wird, wie dies in Fig. 4 gemäß einer bevorzugten Variante dargestellt ist, eine Rückführung des von der letzten LED-Einheit 3 der Reihenschaltung erzeugten pulswertenmodulierten Signals vorgenommen und der Vergleichseinheit 103 des Verarbeitungsmoduls 1 zum Vergleich mit der Ansteuerinformation zugeführt. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltene Information überein, so war nicht nur die Wandlung der Ansteuerinformation in dem Verarbeitungsmodul erfolgreich, sondern jede Kommunikationsschnittstelle COM der zwischen dem Verarbeitungsmodul 1 und der letzten LED-Einheit 3 angeordneten LED-Einheiten 3 hat die Ansteuerinformation in korrekter Weise verarbeitet und weitergeleitet. Stimmen die Ansteuerinformation und die in dem pulswertenmodulierten Signal enthaltene Information hingegen nicht

überein, so liegt ein Fehler in der Kommunikationsschnittstelle COM einer der LED-Einheiten 3 vor.

Um das von der letzten LED-Einheit 3 der Reihenschaltung erzeugte pulsweitenmodulierte Signal der Vergleichseinheit 103 des Verarbeitungsmoduls 1 zuführen zu können sind diese über eine Anzahl an Leitungen 104 miteinander verbunden, wobei die Anzahl der Leitungen 104 der Anzahl des LEDs 301-304 entspricht.

Obwohl die Rückführung des von der letzten LED-Einheit 3 der Reihenschaltung erzeugte pulsweitenmodulierte Signals zu der Vergleichseinheit die bevorzugte Variante darstellt, könnte die Rückführung auch von einer oder mehreren beliebigen anderen LED-Einheiten 3 erfolgen.

Fig. 5 zeigt eine detailliertere Darstellung der Rückführung des von einer der LED-Einheiten 3 erzeugten pulsweitenmodulierten Signals zum Verarbeitungsmodul 1 zur weiteren Auswertung. Dargestellt sind beispielhaft nur drei der LEDs 301-303, die zwischen einem Versorgungspotentialanschluss und dem Mikrocontroller 4 verschaltet sind. In jeder der Leitungen, in denen die LEDs 301-303 liegen, fließt ein sich aus dem pulsweitenmodulierten Signal ergebender Strom, wie oben beschrieben. Die entsprechenden pulsweitenmodulierten Signale werden über die Leitungen 104 der Vergleichseinheit 103 des Verarbeitungsmoduls 1 zugeführt und dort ausgewertet, ob die darin enthaltene Information der Ansteuerinformation entspricht, die von dem Verarbeitungsmodul 1 über den internen Datenbus 2 an die LED-Einheiten 3 ausgegeben wird.

Im Ergebnis kann hierdurch eine abgesicherte Ende-zu-Ende-Kommunikation zwischen dem Verarbeitungsmodul 1 und den LED-Einheiten 3 bereitgestellt werden.

Bezugszeichenliste

1	Verarbeitungsmodul
10	Beleuchtungsvorrichtung
100	Kraftfahrzeug
101	LIN-Transceiver
102	Mikrocontroller
103	Vergleichseinheit
104	Leitung
110	Beleuchtungssystem
2	interner Datenbus
3	Mehrfarb-LED-Einheit
301-304	Einfarb-LEDs
4	Mikrocontroller
401	Mikrocontroller
402	EEPROM
5	Spannungsversorgung
6	Kraftfahrzeug-Datenbus
7	Gehäuse der LED-Einheit
CL	Leitung für Taktsignal
CO	Stromausgang
COM	Kommunikationsschnittstelle
DL	Datenleitung
G1-G4	PWM-Generatoren
L1-L2	Verbindungsleitungen
OS	Oszillator
RE	Spannungsregler
SR0-SR4	Schieberegister
VDD, VSS	Spannungen

Patentansprüche

1. Beleuchtungsvorrichtung (10) für ein Kraftfahrzeug (100), umfassend:
 - ein Verarbeitungsmodul (1), welches dazu ausgebildet ist, ein Signal von einem Datenbus (6) des Kraftfahrzeugs (100) zu empfangen, zu verarbeiten und ein Datensignal zu versenden, und
 - eine LED-Einheit (3), welche dazu ausgebildet ist, in einem betriebsgemäßen Zustand Licht mit einstellbarer Helligkeit und vorgegebenem Farbort zu emittieren, wobei die LED-Einheit (3) einen Mikrocontroller (4) und eine Mehrzahl von LEDs (301, 302, 303, 304) aufweist, wobei der Mikrocontroller (4) und die LEDs (301, 302, 303, 304) von einem Gehäuse (7) der LED-Einheit (3) umgeben sind, dadurch gekennzeichnet, dass
das Verarbeitungsmodul (1) weiter dazu ausgebildet ist, das Datensignal, das eine Ansteuerinformation für die LED-Einheit (3) umfasst, in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms umzuwandeln und zu überprüfen, ob das pulswidenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation für die LED-Einheit (3) entspricht.
2. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Verarbeitungsmodul (1) einen Mikrocontroller (102) umfasst, dessen Aufbau dem Mikrocontroller (4) der LED-Einheit (3) entspricht.
3. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Einheit (3) dazu ausgebildet ist, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswidenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul (1) zur Überprüfung, ob das von der LED-Einheit (3) erzeugte pulswidenmodulierte Signal eine Information enthält, die der Ansteuerinformation entspricht, zuzuführen.
4. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das von der LED-Einheit (3) erzeugte, pulswidenmodulierte Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms über jeweilige Verbindungsleitungen dem Verarbeitungsmodul zugeführt wird.

5. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass diese eine Mehrzahl an LED-Einheiten (3) umfasst, die über einen internen Datenbus (3) in Reihenschaltung, insbesondere nach dem Daisy-Chain-Prinzip gekoppelt sind, wobei genau eine der LED-Einheiten (3) der Reihenschaltung dazu ausgebildet ist, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswidenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul (1) zur Überprüfung zuzuführen.
6. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass diese die LED-Einheit (3) der Reihenschaltung, die die größte Entfernung zu dem Verarbeitungsmodul (1) aufweist, dazu ausgebildet ist, die empfangene Ansteuerinformation in ein pulswidenmoduliertes Signal des den einzelnen LEDs (301, 302, 303, 304) zugeführten Stroms umzuwandeln und das pulswidenmodulierte Signal dem Verarbeitungsmodul (1) zur Überprüfung zuzuführen.
7. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Einheit (3) weiter dazu ausgebildet ist, bidirektional mit dem Verarbeitungsmodul (1) zu kommunizieren, sodass mittels der LED-Einheit (3) und des Verarbeitungsmoduls (1) ein aktueller Statuswert der LED-Einheit (3) ermittelbar ist, welcher repräsentativ für eine Funktionalität der LED-Einheit (3) ist.
8. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrocontroller (4) der LED-Einheit (3) und das Verarbeitungsmodul (1) dazu ausgebildet sind, bidirektional miteinander zu kommunizieren.
9. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Einheit (3) eine Mehrfarb-LED-Einheit und die LEDs (301, 302, 303, 304) jeweils Einfarb-LEDs sind.

10. Beleuchtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Einheit (3) eine RGB-LED-Einheit und/oder eine RGBW-LED-Einheit umfasst.
11. Beleuchtungssystem (110) für ein Kraftfahrzeug (100), umfassend:
 - das Kraftfahrzeug (100), und
 - mindestens eine Beleuchtungsvorrichtung (10) nach einem der vorhergehenden Ansprüche.
12. Beleuchtungssystem (110) nach Anspruch 11, bei dem die Beleuchtungsvorrichtung (10) in dem Kraftfahrzeug (100) angeordnet und als Innenraumbeleuchtung ausgebildet ist.
13. Beleuchtungssystem (110) nach Anspruch 11 oder 12, bei der die Beleuchtungsvorrichtung (10) an einer Außenseite des Kraftfahrzeugs (100) angeordnet und als Außenbeleuchtung ausgebildet ist.

Fig. 1

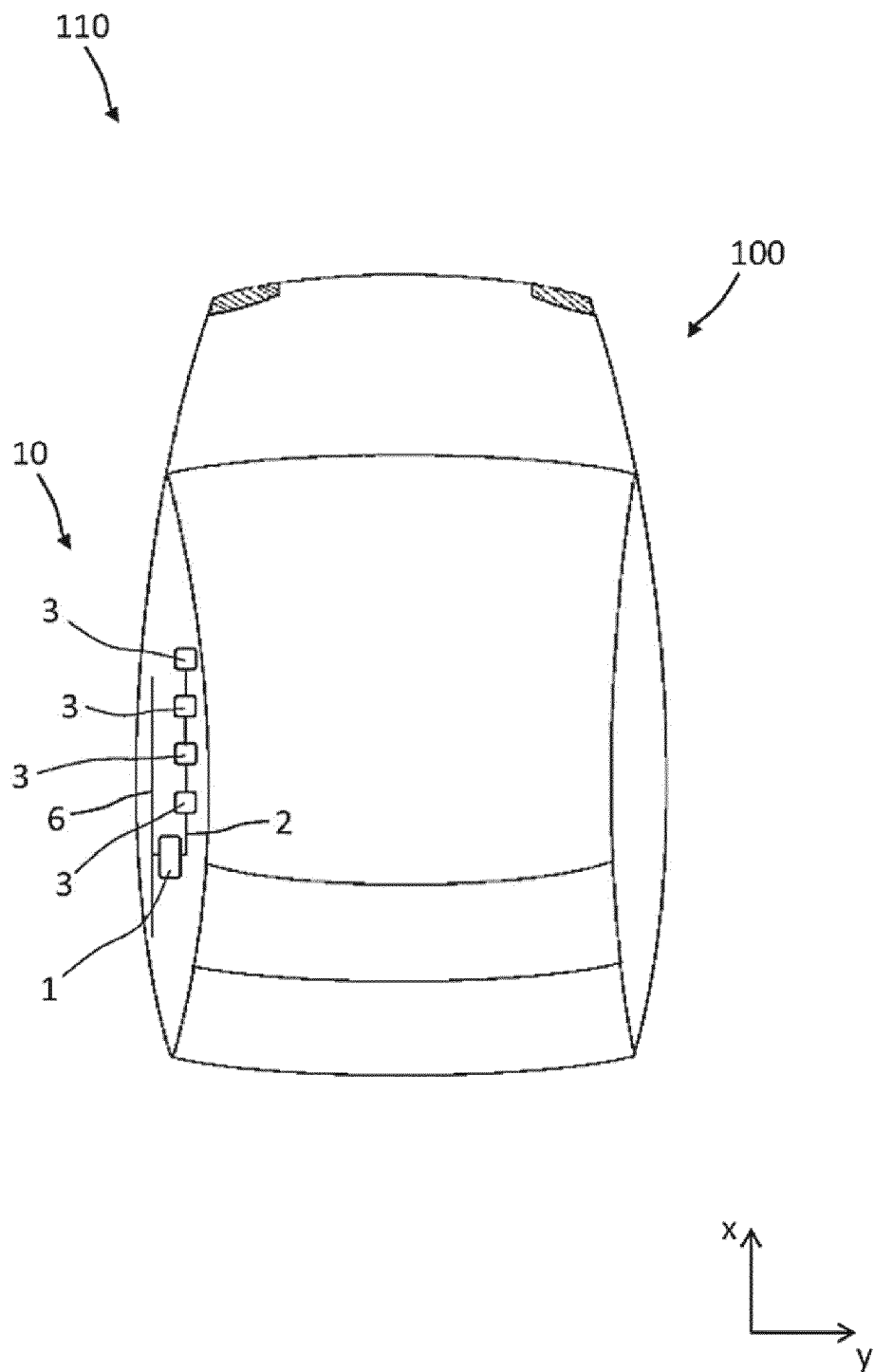


Fig. 2

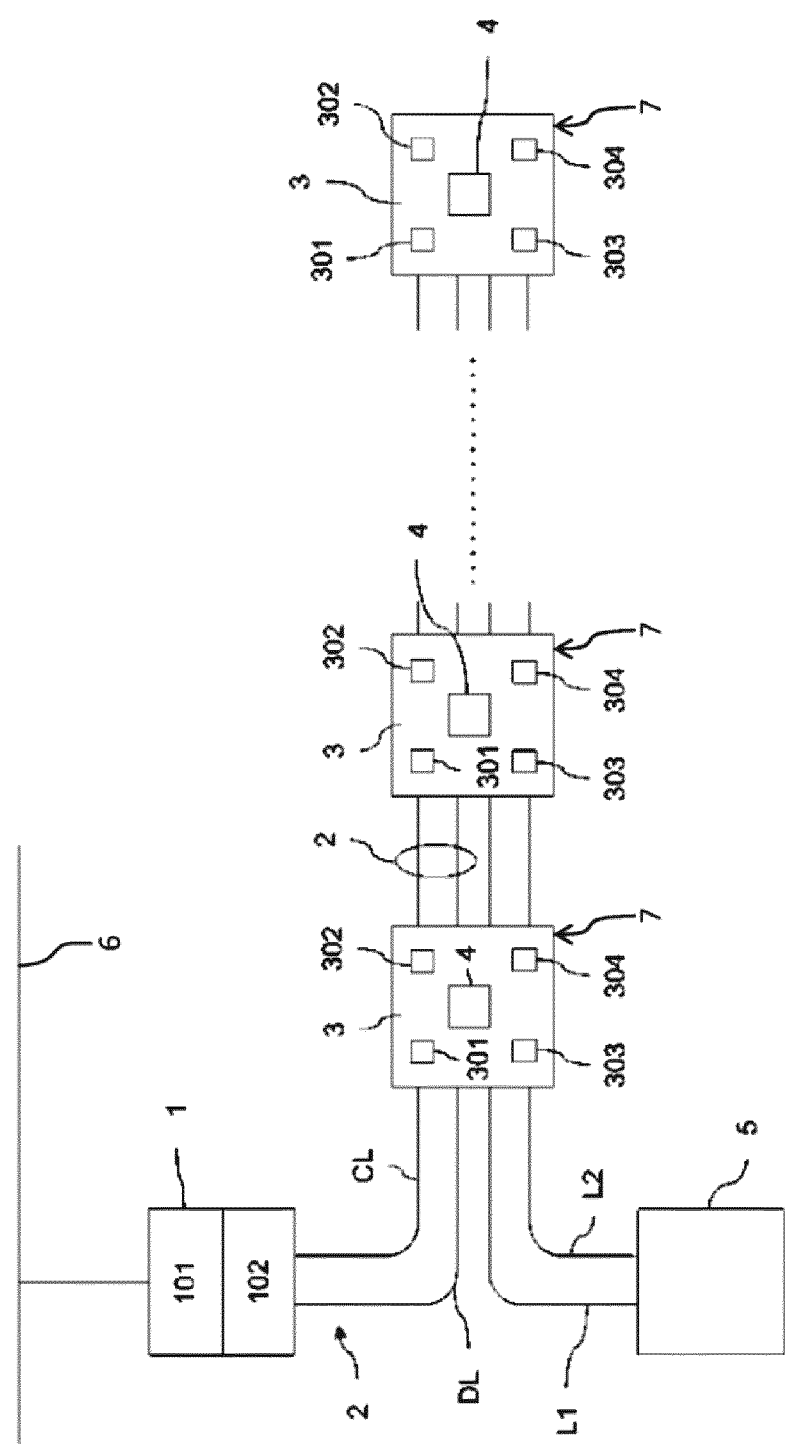


Fig. 3

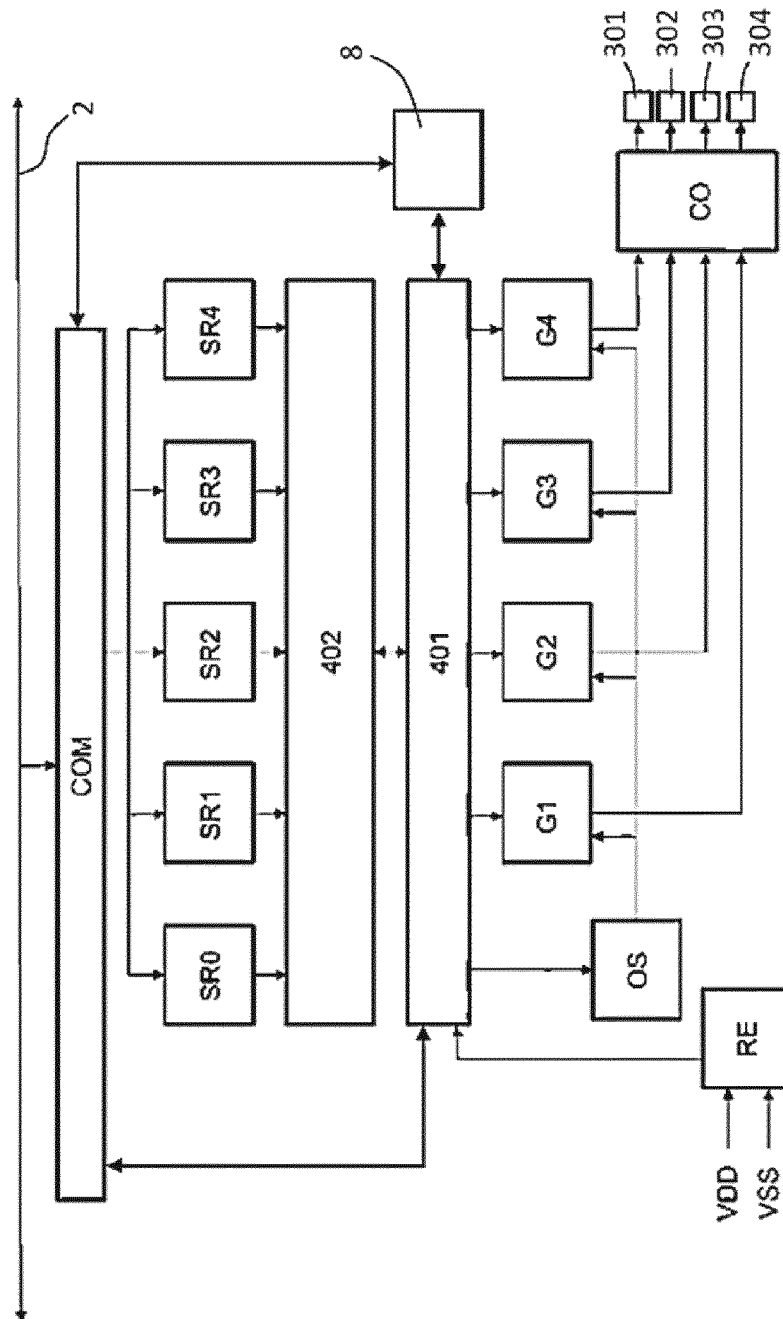


Fig. 4

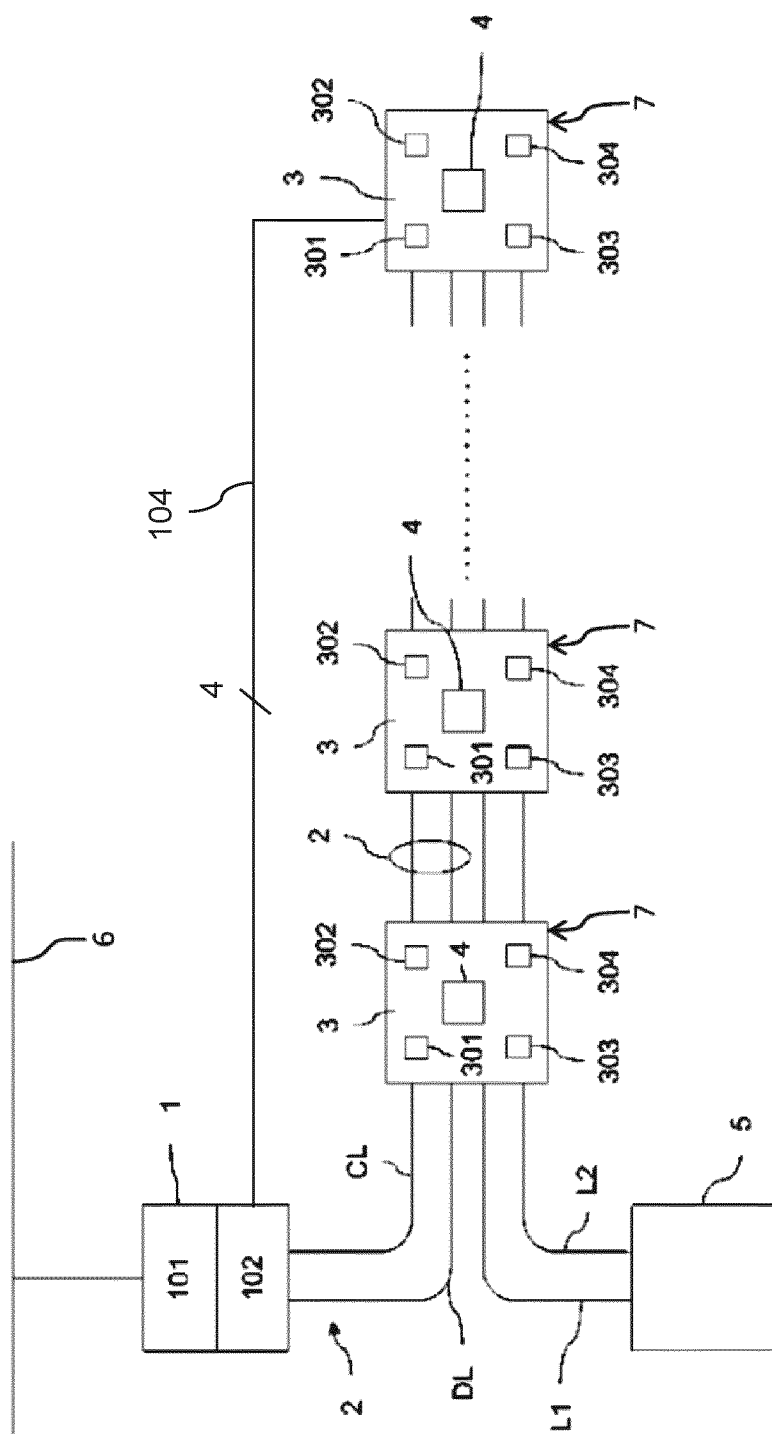
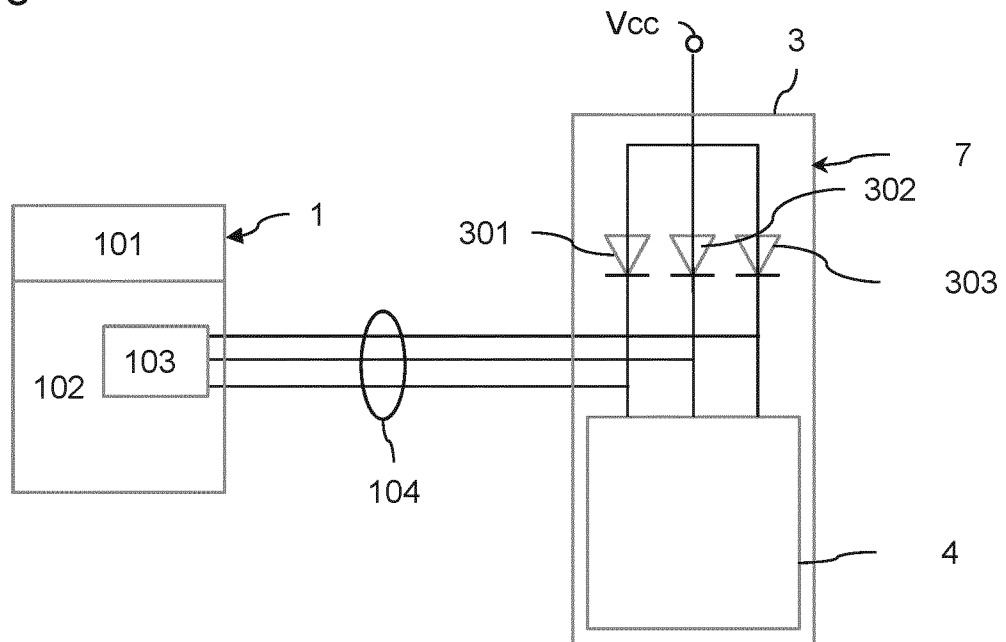


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/051383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 45/10(2020.01)i; **H05B 45/20**(2020.01)i; **H05B 47/23**(2020.01)i; **H05B 45/325**(2020.01)i; **F21S 41/125**(2018.01)i; **F21S 41/141**(2018.01)i; **F21S 43/14**(2018.01)i; **G05B 9/02**(2006.01)i; **B60Q 3/80**(2017.01)i; **B60Q 3/20**(2017.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H05B; F21S; G05B; B60Q

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 102016221772 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 09 May 2018 (2018-05-09) cited in the application the whole document	1-13
A	FR 3062096 A1 (VALEO VISION [FR]) 27 July 2018 (2018-07-27) figures 1, 2 page 6, line 17 - page 9, line 2	1-13
A	DE 102011013777 A1 (DAIMLER AG [DE]) 03 November 2011 (2011-11-03) figure 1 paragraphs [0023] - [0025]	1-13
A	WO 2017071972 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 04 May 2017 (2017-05-04) figure 1 page 6, line 8 - page 7, line 24	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 March 2020

Date of mailing of the international search report

18 March 2020

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Schwarzenberger, T

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/051383**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ISELE ROBERT ET AL. "Automotive interior illumination: challenges and requirements" <i>PROCEEDINGS OF SPIE; [PROCEEDINGS OF SPIE ISSN 0277-786X VOLUME 10524]</i> , <i>SPIE, US</i> , Vol. 10693, 28 May 2018 (2018-05-28), pages 106930U-106930U DOI: 10.1117/12.2315021 ISBN: 978-1-5106-1533-5. XP060105571 the whole document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/051383

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
DE	102016221772	A1	09 May 2018	CN	109716864	A	03 May 2019
				DE	102016221772	A1	09 May 2018
				EP	3536127	A1	11 September 2019
				US	2019261483	A1	22 August 2019
				WO	2018082918	A1	11 May 2018
FR	3062096	A1	27 July 2018	CN	110234539	A	13 September 2019
				EP	3573861	A1	04 December 2019
				FR	3062096	A1	27 July 2018
				US	2019389372	A1	26 December 2019
				WO	2018138059	A1	02 August 2018
DE	102011013777	A1	03 November 2011	NONE			
WO	2017071972	A1	04 May 2017	CN	107709094	A	16 February 2018
				DE	102015221180	A1	04 May 2017
				EP	3368371	A1	05 September 2018
				US	2018222383	A1	09 August 2018
				WO	2017071972	A1	04 May 2017

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV.	H05B45/10 F21S41/141	H05B45/20 F21S43/14
	H05B47/23 G05B9/02	H05B45/325 B60Q3/80
	F21S41/125 B60Q3/20	
ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) H05B F21S G05B B60Q		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 10 2016 221772 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 9. Mai 2018 (2018-05-09) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1-13
A	FR 3 062 096 A1 (VALEO VISION [FR]) 27. Juli 2018 (2018-07-27) Abbildungen 1, 2 Seite 6, Zeile 17 - Seite 9, Zeile 2	1-13
A	DE 10 2011 013777 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3. November 2011 (2011-11-03) Abbildung 1 Absätze [0023] - [0025]	1-13
	-/-	
☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
4. März 2020		18/03/2020
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Schwarzenberger, T

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 2017/071972 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 4. Mai 2017 (2017-05-04) Abbildung 1 Seite 6, Zeile 8 - Seite 7, Zeile 24 -----	1-13
A	ISELE ROBERT ET AL: "Automotive interior illumination: challenges and requirements", PROCEEDINGS OF SPIE; [PROCEEDINGS OF SPIE ISSN 0277-786X VOLUME 10524], SPIE, US, Bd. 10693, 28. Mai 2018 (2018-05-28), Seiten 106930U-106930U, XP060105571, DOI: 10.1117/12.2315021 ISBN: 978-1-5106-1533-5 das ganze Dokument -----	1-13

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2020/051383

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102016221772 A1	09-05-2018	CN 109716864 A	03-05-2019
		DE 102016221772 A1	09-05-2018
		EP 3536127 A1	11-09-2019
		US 2019261483 A1	22-08-2019
		WO 2018082918 A1	11-05-2018

FR 3062096 A1	27-07-2018	CN 110234539 A	13-09-2019
		EP 3573861 A1	04-12-2019
		FR 3062096 A1	27-07-2018
		US 2019389372 A1	26-12-2019
		WO 2018138059 A1	02-08-2018

DE 102011013777 A1	03-11-2011	KEINE	

WO 2017071972 A1	04-05-2017	CN 107709094 A	16-02-2018
		DE 102015221180 A1	04-05-2017
		EP 3368371 A1	05-09-2018
		US 2018222383 A1	09-08-2018
		WO 2017071972 A1	04-05-2017
