



(11) **EP 4 211 989 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.12.2024 Patentblatt 2024/51

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H05B 45/30^(2020.01) H01L 27/092^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **21777701.0**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H05B 45/30; H01L 27/0922

(22) Anmeldetag: **14.09.2021**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2021/075229

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2022/053714 (17.03.2022 Gazette 2022/11)

(54) **KOMPAKTE STEUERUNG FÜR LEUCHTMITTEL IM KFZ**
COMPACT CONTROL FOR LAMPS IN A MOTOR VEHICLE
COMMANDE COMPACTE POUR MOYEN D'ÉCLAIRAGE DE VÉHICULE À MOTEUR

(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

• **SCHMITZ, Christian**
44227 Dortmund (DE)

(30) Priorität: **14.09.2020 DE 102020123818**

(74) Vertreter: **dompatent von Kreisler Selting Werner - Partnerschaft von Patent- und Rechtsanwälten mbB**
Deichmannhaus am Dom
Bahnhofsvorplatz 1
50667 Köln (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.07.2023 Patentblatt 2023/29

(73) Patentinhaber: **Elmos Semiconductor SE**
44227 Dortmund (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A1- 2 440 018 US-B1- 9 936 552
US-B2- 10 437 279

(72) Erfinder:
• **BURCHARD, Bernd**
44227 Dortmund (DE)

EP 4 211 989 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Feld der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Ansteuerung einer LED-Beleuchtungs-
vorrichtung.

[0002] Die Erfindung betrifft also ein Verfahren zur Herstellung beispielsweise einer Steuervorrichtung für eine Beleuchtungs-
vorrichtung mit einer z.B. CAN-Kommunikationsdaten-busschnittstelle, einem Rechnerkern (Mikrocontroller) und mit einer Treiberschaltung für ein oder mehrere LED-Leuchtmittel.

Allgemeine Einleitung

[0003] Normalerweise sind die Bustreiberbausteine von Aktoren und Mikrocontrollern eines Satellitensystems/Bus-
systems zur Ansteuerung von Verbrauchern, beispielsweise in Kraftfahrzeugen als getrennte Module eines Busteilneh-
mers ausgebildet, die typischerweise auf einer gemeinsamen Platine angeordnet sind. Dies hat den Grund, dass vor-
zugsweise sehr leistungsstarke Rechner notwendig sind, die dann in einem Halbleitertechnologieknoten mit einer mög-
lichst kleinen Strukturgröße realisiert werden. Im Gegensatz dazu umfassen die sogenannten Bus-Transceiver, die die
eigentliche Schnittstelle zu den Datenbussen darstellen, Leistungstransistoren, deren Strukturgrößen aus physikalischen
Gründen, nämlich aufgrund der geforderten Stromtragfähigkeit nicht beliebig verkleinert werden können. Dies hat zur
Folge, dass typischerweise zwei verschiedene Bauteile (IC-Chips) in zwei Halbleitertechnologien, nämlich die Bus-
Transceiver und die Treiber/LED-(Analogteil) getrennt von den leistungsstarken Rechnern (Digitalteil) gefertigt und auf
gedruckten Schaltungen montiert werden.

[0004] Aus der DE 20 2004 006 292 U1 ist beispielsweise eine Beleuchtungs-
vorrichtung mit einer DALI-Schnittstelle bekannt. Die bekannte Steuerungsvorrichtung weist mehrere Module auf, wobei offen-
bleibt, welche Bestandteile die einzelnen Module umfassen.

[0005] Aus DE-A-10 2009 004 117 ist ein Projektionsmodul bekannt.

[0006] LED-Leuchtmittelsteuerungsvorrichtungen mit auf einem gemeinsamen Chip integrierten Schaltungselemen-
ten von Schnittstelle, Mikrocontroller und LED-Treiberschaltungen sind aus EP-A-3 478 031 bekannt.

[0007] Aus EP-A-2 440 018 ist eine kompakte Leuchtmittelsteuerung mit den Merkmalen der Oberbegriffe der An-
sprüche 1 und 8 bekannt.

[0008] Aus US-B-9 936 552 ist ein LED-Treiber mit Analog- und Digital-Schaltungsbauteilen bekannt.

Aufgabe der Erfindung

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine für die Herstellung von LED-Treibern in automobilen
Systemen optimale Lösung zu schaffen, die die obigen Nachteile des Stands der Technik vermeidet und weitere Vorteile
aufweist.

Lösung der Aufgabe

[0010] Zur Lösung dieser Aufgabe wird mit der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Ansteu-
erung einer LED-Beleuchtungs-
vorrichtung mit den Verfahrensschritten des Anspruchs 1 vorgeschlagen.

[0011] Mit der Erfindung wird also ein Herstellungsverfahren für eine Ansteuerungsvorrichtung für eine LED-Beleuch-
tungs-
vorrichtung vorgeschlagen, bei der mehrere elektrische Schaltungen in einem gemeinsamen Halbleitersubstrat
integriert sind. Hierbei handelt es sich um die Schaltungen für die Datenschnittstelle, den Mikrocontroller und den
mindestens einen LED-Treiber. Dabei ist für die Erfindung wesentlich, dass sich die zu verwendende Halbleitertechno-
logie (und damit die kleinstmögliche Strukturgröße der Schaltkreiskomponenten) danach bemisst, welche minimale
Strukturgröße für die Schaltkreiskomponenten der Datenschnittstelle und des mindestens einen LED-Treibers zur Si-
cherstellung von deren Funktionalitäten noch zulässig ist.

[0012] Die bei der Herstellung einer integrierten Schaltung mit einer Halbleitertechnologie realisierbare kleinste "Struk-
turgröße" bezeichnet dabei, wie in den Fachkreisen bekannt, die kürzeste Kantenlänge eines Bestandteils (also eine
Strukturgröße eines Bestandteils) einer Schaltkreiskomponente, wobei hierbei typischerweise die kürzest mögliche
Länge des Gates eines Feldeffekttransistors gemeint ist. Bei der Erfindung ist also die kürzeste Kantenlänge eines
Bestandteils einer Schaltkreiskomponente der Datenschnittstelle und/oder der LED-Treiberschaltung(en) gleich der
kürzesten Kantenlänge eines Bestandteils einer Schaltkreiskomponente des Mikrocontrollers, nämlich der kürzesten
Gatelänge eines Feldeffekttransistors oder der Feldeffekttransistoren des Mikrocontrollers.

[0013] Anders als nach dem Stand der Technik üblich und aus diesem bekannt, wird also erfindungsgemäß nicht
diejenige Halbleitertechnologie eingesetzt, die die minimal zulässigen Strukturgrößen für die Schaltkreiskomponenten

des Mikrocontrollers bestimmen könnte. Bekanntlich brauchen die Schaltkreiskomponenten wie beispielsweise Transistoren und Gatter von Mikrocontrollern nicht diejenige Stromtragfähigkeit aufzuweisen, wie es bei beispielsweise Datenschnittstellen und LED-Treibern der Fall ist. Daher können die Schaltkreiskomponenten des Mikrocontrollers durchaus kleinformatiger ausgeführt sein, als es für den Analogteil der in das Halbleitersubstrat integrierten Gesamtschaltung der Fall ist. Man würde nun also typischerweise diese auf den Mikrocontroller abgestimmte Halbleitertechnologie verwenden, um dann mit ihr für die Datenschnittstelle und den mindestens einen LED-Treiber großformatigere Schaltkreiskomponente herzustellen. Das aber ist insgesamt kostenintensiver, weil nämlich die eine höhere Dichte an Schaltkreiskomponenten erlaubende Halbleitertechnologie aufwändiger umzusetzen ist.

[0014] Mit der Erfindung wird also von dem bisher bekannten Konzept der Auslegung von IC-Chips abgewichen, was, wie weiter unten noch beschrieben werden wird, mit signifikanten technischen und wirtschaftlichen Vorteilen verbünde ist. Als Halbleitertechnologie eignen sich insbesondere solche, deren kleinstmögliche Strukturgröße größer als insbesondere 85nm und kleiner als insbesondere 200nm ist. Sämtliche in dem zuvor genannten Bereich liegenden Werte für die kleinstmögliche Strukturgröße der zu verwendenden Halbleitertechnologie sind hiermit von der Anmeldung umfasst.

[0015] In zweckmäßiger Ausgestaltung kann die erfindungsgemäß hergestellte Vorrichtung versehen sein mit einem Spannungsregler, der Schaltungselemente aufweist, die in dem Halbleitersubstrat integriert sind, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und des Spannungsreglers zur Sicherstellung von deren Funktionalität zulässig ist. Mit dem Spannungsregler weist das Halbleitersubstrat also eine weitere Komponente auf, die als Analogschaltung ausgebildet ist und demzufolge beispielsweise auch Leistungstransistoren und breitere Leiterbahnen umfasst.

[0016] In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die erfindungsgemäß hergestellte Vorrichtung mit einer in dem Halbleitersubstrat integrierte elektronische und/oder elektrische Schaltungselemente aufweisende Testschnittstelle versehen ist zum Testen der Funktionalität der Datenschnittstelle und/oder des Mikrocontrollers und/oder der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und/oder des Spannungsreglers, sofern vorhanden, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers und der Testschnittstelle zur Sicherstellung von deren Funktionalität noch zulässig ist. Hierbei kann es sich beispielsweise um einen Boundary Scan Test oder um Tests handeln, die ganz speziell bestimmte Komponenten des Halbleiter-IC ansprechen und testen.

[0017] In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung kann es von Vorteil sein, wenn die erfindungsgemäß hergestellte Vorrichtung eine in dem Halbleitersubstrat integrierte elektrische und/oder elektronische Schaltungselemente aufweisende Sensorikschnittstelle für den Anschluss mindestens eines Sensors wie z.B. eines Lichttelligkeits- und/oder eines Lichtfarbensensors und/oder eines Sonnensensors aufweist, der oder die an einen mit der Sensorikschnittstelle verbindbaren Datenkommunikationsbus angeschlossen sind oder angeschlossen sein können, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers, der Testschnittstelle und der Sensorikschnittstelle zur Sicherstellung von deren Funktionalität noch zulässig ist. Bei einer derartigen Sensorikschnittstelle kann es sich beispielsweise um eine gemäß dem PSI5- oder PSI3-Protokoll handeln.

[0018] In weiterer zweckmäßiger Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass der Mikrocontroller lediglich eine Funktionalität aufweist, die zur Ansteuerung der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen entsprechend von der Datenschnittstelle empfangenen Signalen und/oder von der Sensorikschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist und zur Verarbeitung von der Testschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist. Durch die Reduktion der Performance des Mikrocontrollers kann der für dessen Gatter, Transistoren und weiteren Schaltungselementen und Leiterbahnen erforderliche Platzbedarf reduziert werden, was insbesondere vor dem Hintergrund von Vorteil ist, dass für den Mikrocontroller nicht diejenige Halbleitertechnologie eingesetzt wird, die die für Digitalteile noch zulässige kleinstmögliche Strukturgröße liefert.

[0019] Bei den Schaltungselementen, deren Funktionalität bei Herstellung mittels der verwendeten Halbleitertechnologie sichergestellt sein muss, kann es sich um Transistoren und/oder Leiterbahnen handeln.

[0020] Mit der Erfindung lässt sich eine LED-Beleuchtungsvorrichtung herstellen, die versehen ist mit

- einem LED-Leuchtmittel, das eine LED oder eine Serienschaltung von LEDs oder eine Gruppe verschiedenfarbiger LEDs oder eine Serienschaltung von Gruppen jeweils verschiedenfarbiger LEDs aufweist,
- wobei das LED-Leuchtmittel mit dem Ausgang einer Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche elektrisch verbunden ist.

[0021] Vorteilhaft bei dem erfindungsgemäßen Verfahren kann es sein, dass die Vorrichtung einen Spannungsregler mit Schaltungselementen aufweist, die in dem Halbleitersubstrat integriert sind, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der

LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und des Spannungsreglers zur Sicherstellung von deren Funktionalität noch zulässig ist.

[0022] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens kann vorsehen, dass die Vorrichtung eine in dem Halbleitersubstrat integrierte elektronische und/oder elektrische Schaltungselemente aufweisende Testschnittstelle zum Testen der Funktionalität der Datenschnittstelle und/oder des Mikrocontrollers und/oder der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und/oder des Spannungsreglers aufweist, sofern vorhanden, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers und der Testschnittstelle zur Sicherstellung von deren Funktionalität noch zulässig ist.

[0023] Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens kann beinhalten, dass die Ansteuerungsvorrichtung eine in dem Halbleitersubstrat integrierte elektrische und/oder elektronische Schaltungselemente aufweisende Sensorikschnittstelle für den Anschluss mindestens eines Sensors wie z.B. eines Lichthelligkeits- und/oder eines Lichtfarbensensors und/oder eines Sonnensensors aufweist, der oder die an einen mit der Sensorikschnittstelle verbindbaren Datenkommunikationsbus angeschlossen sind oder angeschlossen sein können, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers, der Testschnittstelle und der Sensorikschnittstelle (PSI5, PSI3) zur Sicherstellung von deren Funktionalität noch zulässig ist.

[0024] Vorteilhaft ist es, wenn der der Mikrocontroller lediglich mit einer Funktionalität versehen wird, die zur Ansteuerung der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen entsprechend von der Datenschnittstelle empfangenen Signalen und/oder von der Sensorikschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist und zur Verarbeitung von der Testschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist.

[0025] Zweckmäßig ist es, wenn als Halbleitertechnologie eine Halbleitertechnologie mit einer kleinstmöglichen Strukturgröße verwendet wird, die größer als 85nm oder größer als 90nm oder größer als 100nm oder größer als 110nm oder größer als 120nm oder größer als 130nm oder größer als 140nm oder größer als 150nm oder größer als 160nm oder größer als 170nm oder größer als 180nm oder größer als 190nm ist.

[0026] Ferner ist es zweckmäßig, wenn als Halbleitertechnologie eine Halbleitertechnologie mit einer kleinstmöglichen Strukturgröße verwendet wird, die kleiner als 200nm oder kleiner als 190nm oder kleiner als 180nm oder kleiner als 170nm oder kleiner als 160nm oder kleiner als 150nm oder kleiner als 140nm oder kleiner als 130nm oder kleiner als 120nm oder kleiner als 110nm oder kleiner als 100nm oder kleiner als 90nm oder kleiner als 85nm ist.

[0027] Bei der Erfindung handelt es sich um eine Abkehr von bisher technisch typischen eingefahrenen Wegen und der bisherigen technischen Entwicklung, indem nämlich eine Ko-Integration von LED-Treibern, Transceiver und Mikrocontroller ohne Verlust an für die Applikation erforderliche Rechenleistung auf einem Halbleitersubstrat betrieben wird.

[0028] Durch den erfindungsgemäßen Vorschlag wird die Brauchbarkeit der Ansteuerungsvorrichtung erhöht, da zum einen die Chip-Fläche verringert und zum anderen der Montageaufwand bei der Implementierung der Ansteuerungsvorrichtung gesenkt wird. In den Fachkreisen würde man die Rechenleistung des Mikrocontrollers zu Gunsten der erfindungsgemäßen Ko-Integration nicht absenken, da dadurch die Möglichkeiten der Software-Gestaltung der Ansteuerungsvorrichtung gesenkt werden, was gegen das Bestreben der Fachwelt ist, neuen Systemen eine bessere Rechenperformance verleihen zu wollen.

[0029] Der Einsatz der erfindungsgemäß hergestellten Vorrichtung ist vor allem in Fahrzeugen und damit in "Massenware" zu sehen. Gerade bei Massenware bzw. bei Massenartikeln können auch schon kleinste Fortschritte große Wirkung enthalten bzw. Anlass für die Anerkennung einer Erfindung geben. Die Erfindung vereinfacht die Produktion, Herstellung und die technische Verwendung wesentlich und bietet somit als Konsequenz dieser technischer Vorteile erhebliche wirtschaftliche Vorzüge, was im vorliegenden Fall Grundlage der Zuerkennung als Erfindung ist.

[0030] Die erfindungsgemäß mögliche geringere Rechenleistung des Mikrocontrollers steht dem all dies überlagernden technischen Vorteil der Vereinfachung und der daraus resultierenden erhöhten Wirtschaftlichkeit gegenüber. Die Absenkung der Rechenperformance des Mikrocontrollers führt also als Ko-Integration, wie oben beschrieben, zu einer technisch verbesserten Lösung. Dies widerläuft den Bestrebungen der Fachwelt, in der es bekannt ist, dass sich nach dem Mourschen Gesetz die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt, wobei Gordon Mour unter Komplexität die Anzahl der Schaltkreiskomponenten auf einen integrierten Schaltkreis versteht. Mitunter wird auch von einer Verdopplung der Integrationsdichte, also der Anzahl an Transistoren pro Flächeneinheit gesprochen. Bekanntlich bildet diese technische Entwicklung eine wesentliche Grundlage der "digitalen Revolution". Wenn also die Fachwelt bestrebt ist, diese sich stets verdoppelnde Integrationsdichte zu nutzen, widerläuft der erfinderische Gedanke eindeutig diesem Bestreben, nämlich die Halbleitertechnologie anhand der kleinstmöglichen Strukturgröße der Schaltkreiskomponenten der Datenschnittstelle (Transceiver) und der LED-Treiber sowie eventuell weiterer Analogteile der Schaltung und eben nicht anhand der kleinstmöglichen Strukturgrößen für den Digitalteil (Mikrocontroller) auszuwählen.

[0031] Grundsätzlich ist es beim Design von Halbleiter-ICs mit Digital- und Analogteilen so, dass man bestrebt ist, diejenige Halbleitertechnologie zum Herstellen des Halbleiter-IC zu verwenden, deren kleinstmögliche Strukturgröße

auf die Bedürfnisse und Erfordernisse sowie Gegebenheiten des Digitalteils abgestimmt ist. Die Transistoren und Gatter des Digitalteils eines Halbleiter-IC sind wesentlich kleinformatiger als die Transistoren von Analogteilen, die zumeist als Leistungstransistoren mit entsprechender Stromtragfähigkeit ausgeführt sein müssen. Man ist hinsichtlich der Halbleitertechnologie immer auf der sicheren Seite, wenn man die Auswahl dieser Technologie daran orientiert, dass sie

kleinstmögliche Strukturgrößen für den Digitalteil bereitstellen kann. Damit lassen sich dann auch die größerflächigeren Schaltungselemente des Analogteils in dieser Halbleitertechnologie herstellen.

[0032] Je kleiner die kleinstmögliche Strukturgröße der verwendeten Halbleitertechnologie ist, desto aufwändiger und kostenintensiver ist ihr Einsatz. Bei der Erfindung geht man daher einen anderen Weg. Ausgangspunkt für die Auswahl der zu verwendenden Halbleitertechnologie ist jetzt nicht mehr die kleinstmögliche zulässige Strukturgröße für den Digitalteil der Schaltung, sondern die minimale Strukturgröße, die die Funktionstüchtigkeit des Analogteils gewährleistet. Das bedeutet, dass die Gatter und Transistoren des Digitalteils nun größere Chip-Flächen in Anspruch nehmen. Dieses Mehr an Chip-Fläche kann man zumindest in Teilen kompensieren, indem die Rechnerperformance auf das runtergefahren wird, was für die Applikation benötigt wird. Damit mag also die Chip-Fläche, die für den Digitalteil im Vergleich zur Verwendung einer Halbleitertechnologie mit höherer Integrationsdichte erforderlich ist, größer sein, was aber insgesamt zu einem für die Wirtschaftlichkeit vorteilhaften Ergebnis führt, da nämlich eine einfachere und weniger aufwändigere Halbleitertechnologie eingesetzt wird, deren Integrationsdichte, weil für Analogteile ausgelegt, geringer ist.

[0033] Aus den zuvor genannten Gründen kann man also die Reduktion der Rechnerperformance des Mikrocontrollers in Kauf nehmen mit dem Vorteil der Ko-Integration sämtlicher Schaltungselemente in einer Halbleitertechnologie, deren kleinstmögliche Strukturgröße sicherlich größer ist als bei Halbleitertechnologien für die Realisierung von Digitalteilen, was aber durch die geringeren Kosten bei der Verwendung einer derartigen vergleichsweise "groben" Halbleitertechnologie wieder zu einem Vorteil führt.

[0034] Es wurde also erfindungsgemäß erkannt, dass im Gegensatz zu den gängigen Integrationsstrategien, wie sie oben beschrieben sind, bei der Kombination mit Leuchtmitteltreibern deren Treibertransistoren nicht beliebig verkleinert werden können, überraschenderweise ein signifikanter Kostenvorteil dadurch entsteht, dass eine Vollintegration in dem Technologieknoten mit der größeren Strukturgröße vorgenommen wird, obwohl sich die Chip-Fläche für den Mikrocontroller hierdurch vergrößert. Durch diese Kombination dieser technischen Merkmale entsteht eine überraschende Reduktion des technischen Aufwands und damit verbunden ein überraschender, wesentlicher wirtschaftlicher Vorteil.

[0035] Es bestand in der Fachwelt das technische Vorurteil, dass eine Ko-Integration von Leuchtmitteltreibern, Rechnersystem (Mikrocontroller) und Datenbusschnittstelle zu einer erheblichen Vergrößerung der benötigten Chip-Fläche und damit zu einem erheblich höheren Kostenpunkt führen würde; denn dadurch wird das Rechnersystem mit einer Halbleitertechnologie produziert, was wegen der größeren minimal realisierbaren Strukturgröße der Schalterkreiskomponenten auch für Digitalschaltungen und Gatter von Mikrocontrollern zu einer Vergrößerung des Chip-Flächenbedarfs des Rechnersystems führen würde. Die hier vorgelegte Lösung aus der Kombination einer an sich bekannten Datenbusschnittstelle mit einem an sich bekannten Rechnersystem und mehreren an sich bekannten LED-Treibern ergibt den auch für Experten überraschenden Effekt, dass die insgesamt benötigte Chip-Fläche durch eine Ko-Integration in einem gemeinsamen Halbleitersubstrat nicht in dem Maße steigt, als dass dieser Anstieg der Chip-Fläche des Rechnersystems ab einer gewissen Anzahl an LED-Treibern durch die Einsparungen an Bond-Drähten, Bond-Pad-Flächen und Gehäusen nicht aufgewogen wäre. Dieser für Experten unerwartete Synergieeffekt durch die Vereinfachung der Systemarchitektur aufgrund der Verwendung einer Halbleitertechnologie für die Herstellung der integrierten Schaltungselemente übertrifft den zu erwartenden Summeneffekt der Vergrößerung der Chip-Fläche des Rechnersystems bei weitem. Weder in den im Markt verfügbaren Produkten noch in der Patentliteratur oder in der wissenschaftlichen oder sonstigen Fachliteratur findet sich ein Hinweis auf die erfindungsgemäße Lösung, da die Fachwelt ein Anwachsen der Chip-Fläche des Rechnersystems vermeiden würde; denn für sie stellt es einen Paradigmenwechsel dar, wenn das Rechnersystem, wie nach der Erfindung vorgeschlagen, nicht in einer Halbleitertechnologie mit einer möglichst kleinen Strukturgröße realisiert wird.

[0036] Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist, dass die Ansteuerung von Leuchtmitteln, insbesondere lichtemittierenden Dioden, nur eine begrenzte Menge an Rechenleistung des Rechnersystems benötigt, so dass hier auf eine besondere Performanz des Rechnersystems verzichtet werden kann. Im Rahmen der Erfindung wurde erkannt, dass infolge dessen auch bei der Bitbreite der ALU (und/oder CPU) des Rechnersystems und bei der Rechenleistung des Rechnersystems Kompromisse dahingehend eingegangen werden können, dass durch eine Realisierung des Rechnersystems in der Technologie wie derjenigen für die Datenbusschnittstelle und die Leuchtmitteltreiber zwar die durch das Rechnersystem benötigte Chip-Fläche steigt und die realisierbare Rechenleistung des Rechnersystems infolge des vergrößerten Flächenbedarfs für die Leiterbahnen innerhalb des Rechnersystems (bei gleichbleibender für das Rechnersystem zur Verfügung stehender Chip-Fläche) sinkt, auf der anderen Seite aber die mit der bei gleicher Gatteranzahl ansonsten ansteigenden Chip-Fläche des Rechnersystems einhergehende Rechenleistung für eine Ansteuerung der Leuchtmittel und für den Betrieb der Datenbusschnittstelle gar nicht benötigt wird, was für Fachleute überraschend ist.

[0037] Der Aufwand für ein System lässt sich nachdem Stand der Technik wie folgt abschätzen:

$$K_{gd} = K_{TDB} \cdot (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS}) + K_{TRS} \cdot (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD}) + n_{LED} \cdot K_{TLEDD} \cdot (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED})$$

[0038] Die Bedeutung der Parameterbezeichnungen ist dabei wie folgt:

5	K_{DBDB}	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zum Datenbus in der Datenbusschnittstelle, umfassend z.B. Bond-Pads, Gehäuseanschlüsse etc.;
	K_{DB}	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle, der von der Integrationsform unabhängig ist;
10	K_{GDBRS}	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zwischen Datenbusschnittstelle und Rechnersystem auf Seite der Datenbusschnittstelle, umfassend z.B. Bond-Pads, Gehäuseanschlüsse der Datenbusschnittstelle etc.;
15	K_{TDB}	Halbleitertechnologie spezifischer, monetärer Kostenfaktor für die Realisierung des Hardware-Aufwands der Datenbusschnittstelle;
	K_{GRSDB}	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zwischen Datenbusschnittstelle und Rechnersystem auf Seite des Rechnersystems, umfassend z.B. Bond-Pads, Gehäuseanschlüsse des Rechnersystems etc.;
20	K_{RS}	technischer Hardware-Aufwand des Rechnersystems, der von der Integrationsform unabhängig ist;
	$K_{GRSLEDD}$	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zwischen dem Rechnersystem und den n_{LED} Leuchtmitteltreibern auf Seite des Rechnersystems, umfassend z.B. Bond-Pads, Gehäuseanschlüsse des Rechnersystems etc.;
25	K_{TRS}	Halbleitertechnologie spezifischer, monetärer Kostenfaktor für die Realisierung des Hardware-Aufwands des Rechnersystems;
30	$K_{GLEDDRS}$	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zwischen Rechnersystem und einem Treiber für ein Leuchtmittel auf Seite des Treibers für das Leuchtmittel, umfassend z.B. BondPads, Gehäuseanschlüsse des Treibers für das Leuchtmittel etc.;
	K_{LEDD}	technischer Hardware-Aufwand des Treibers für das Leuchtmittel, der von der Integrationsform unabhängig ist;
35	$K_{GLEDLEDD}$	technischer Hardware-Aufwand der Schnittstelle zwischen dem Treiber für das Leuchtmittel, und dem Leuchtmittel, das der betreffende Treiber für das Leuchtmittel mit elektrischer Energie versorgt, auf Seite des Treibers für das Leuchtmittel, umfassend z.B. Bond-Pads, Gehäuseanschlüsse des Treibers für das Leuchtmittel etc.;
40	K_{TDB}	Halbleitertechnologie spezifischer, monetärer Kostenfaktor für die Realisierung des Hardware-Aufwands des Treibers für das Leuchtmittel;
45	n_{LED}	Anzahl an Leuchtmitteln bzw. Leuchtmittelgruppen und damit an Treibern für Leuchtmittel in dem Gesamtsystem;
	K_{gd}	wirtschaftlicher Aufwand für das Gesamtsystem mit diskreten Komponenten;

[0039] So könnten z.B. die Gesamtsystemanteile, deren Chip-Fläche von Leistungstreibern dominiert wird, was bei der Datenbus- und/oder Testschnittstelle und/oder Sensorikschnittstelle und den Leuchtmitteltreibern sowie bei einem Spannungsregler, sofern vorhanden, der Fall wäre, in einer ersten Technologie auf einem ersten Halbleitersubstrat (IC-Chip) in einer ersten Halbleitertechnologie mit einer ersten Strukturgröße gefertigt werden während das Rechnersystem, das vorwiegend kleine Digitaltransistoren aufweist, auf einem zweiten Halbleitersubstrat (IC-Chip) in einer zweiten Halbleitertechnologie mit einer zweiten Strukturgröße gefertigt werden könnte, wobei die zweite Strukturgröße kleiner ist als die erste Strukturgröße.

$K_{gLEDDDS}$ wirtschaftlicher Aufwand für ein System, bei dem nur das Rechnersystem separat von der Datenbusschnittstelle und den Treibern für die Leuchtmittel realisiert wird;

[0040] Dieser wirtschaftliche Aufwand berechnet sich dann wie folgt:

$$K_{gLEDDDS} = K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS} + n_{LED} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED})) + K_{TRS} * (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD}).$$

[0041] Gesucht wird nun:

$$K_{gd} > K_{gLEDDDS}$$

[0042] Dies entspricht:

$$\begin{aligned} & K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS}) + K_{TRS} * (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD}) + n_{LED} * \\ & K_{TLEDD} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED}) \\ & < K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS} + n_{LED} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED})) + K_{TRS} * (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD}) \end{aligned}$$

[0043] Dies ist äquivalent zu:

$$\begin{aligned} & K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS}) + n_{LED} * K_{TLEDD} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED}) \\ & < K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS} + n_{LED} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED})) \end{aligned}$$

[0044] Für $K_{TLEDD} = K_{TDB}$ ergibt sich hier kein wesentlicher Unterschied, was ja auch im Markt beobachtet werden kann und ursächlich für die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ist, die im Stand der Technik, nicht existiert.

[0045] Die mit der Erfindung vorgeschlagene Integration bezieht sich jedoch darauf, dass alle Gesamtsystemanteile in einer gemeinsamen Halbleitertechnologie auf und in einem gemeinsamen Halbleitersubstrat (IC-Chip) gefertigt werden, wobei diese Halbleitertechnologie vornehmend durch diejenige zur Realisierung der Leuchtmitteltreiber bestimmt wird.

[0046] Man kann also definieren:

K_{gV} wirtschaftlicher Aufwand für ein System, bei dem nur das Rechnersystem und die Datenbusschnittstelle und die Treibern für die Leuchtmittel auf einem gemeinsamen Halbleiterkristall realisiert wird;

[0047] Dieser berechnet sich dann wie folgt, wobei K_{GDBRS} , $K_{GLEDDRS}$, K_{GRSDB} und $K_{GLEDDLED}$ als Kosten für die Gesamtsystem-internen Schnittstellen nun entfallen:

$$K_{gV} = K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{RS} + n_{LED} * K_{LEDD} + n_{LED} * K_{GLEDDLED})$$

[0048] Gesucht ist nun:

$$K_{gV} < K_{gLEDDDS}$$

[0049] Dies entspricht:

$$\begin{aligned} & K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{RS} + n_{LED} * K_{LEDD} + n_{LED} * K_{GLEDDLED}) < \\ & K_{TDB} * (K_{DBDB} + K_{DB} + K_{GDBRS} + n_{LED} * (K_{GLEDDRS} + K_{LEDD} + K_{GLEDDLED})) + K_{TRS} * (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD}) \end{aligned}$$

[0050] Diese Berechnung kann vereinfacht werden zu:

$$K_{RS} < K_{GDBRS} + n_{LED} * (K_{GLEDDRS}) + (K_{TRS} / K_{TDB}) * (K_{GRSDB} + K_{RS} + K_{GRSLEDD})$$

[0051] Auflösen nach n_{LED} ergibt:

$$((K_{RS} - K_{GRSDB}) * (1 - (K_{TRS} / K_{TDB})) - (K_{TRS} / K_{TDB}) * K_{GRSLEDD}) / (K_{GLEDDRS}) < n_{LED}$$

[0052] Es wurde somit erfindungsgemäß erkannt, dass es ab einer gewissen Anzahl an Treibern für die Leuchtmittel günstiger ist, diese entgegen der allgemein verbreiteten Meinung der Fachwelt vorteilhafterweise das Gesamtsystem aus Datenbusschnittstelle, Rechnersystem und Treibern der Leuchtmittel auf einem Halbleiterkristall unterzubringen.

[0053] Somit wird hier insbesondere die Integration eines z.B. CAN-Transceivers als beispielhafte Datenbusschnittstelle zusammen mit einem Mikrocontroller als Rechnersystem zur Abarbeitung des CAN-Protokolls und zur Steuerung eines Aktors zusammen mit dem Aktor-Treiber (z.B. Treiber des Leuchtmittels) vorgeschlagen.

[0054] Es wird hier somit eine Steuervorrichtung für eine Beleuchtungsvorrichtung mit einer z.B. CAN-Bus-Datenbusschnittstelle und mit einem Rechnersystem und mit einer Treiberschaltung als Treiber für ein oder mehrere LED-Leuchtmittel vorgeschlagen, die typischerweise ein oder mehrere Leuchtdioden umfassen kann.

[0055] Der CAN-Bus-Transceiver und das Rechnersystem und die Treiberschaltung für das eine Leuchtmittel oder die mehreren Leuchtmittel sind dabei auf einem gemeinsamen Halbleiterkristall - oder -substrat wie z.B. einem p-dotierten Siliziumsubstrat, untergebracht.

[0056] Statt für die Ansteuerung einer LED-Beleuchtungsvorrichtung kann die erfindungsgemäß hergestellte Vorrichtung auch zur Ansteuerung von Beleuchtungsvorrichtungen mit anderen Leuchtmitteln, oder zur Ansteuerung einer optischen und/oder akustischen und/oder taktilen Signalisierungsvorrichtung oder zur Ansteuerung eines Messmittels, insbesondere eines optischen, elektrischen, induktiven oder kapazitiven Messmittels eingesetzt werden. Entsprechend handelt es sich dann bei der mindestens einen Treiberschaltung um einen Treiber für ein Signalisierungsmittel (Leuchte, Lautsprecher, Buzzer, Vibrationselement) oder für ein Messmittel (Messwertaufnehmer).

Vorteil der Erfindung

[0057] Die Erfindung ermöglicht eine kostengünstige Herstellung von Beleuchtungsvorrichtungen für z.B. Fahrzeuganwendungen als Innenraumbelichtung oder für Ambientlight-Anwendungen in Fahrzeugen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Ansteuerung einer LED-Beleuchtungsvorrichtung,

- wobei die Vorrichtung versehen ist mit:

- einer als Datenschnittstelle für den Anschluss an einem Kommunikationsdatenbus ausgebildeten Eingang,
- einem Ausgang mit mindestens einem Anschluss für mindestens ein LED-Leuchtmittel, das eine LED oder eine Serienschaltung von LEDs oder eine Gruppe verschiedenfarbiger LEDs oder eine Serienschaltung von Gruppen jeweils verschiedenfarbiger LEDs aufweist,
- einem Mikrocontroller,
- einer oder mehreren LED-Treiberschaltungen, wobei jedem Anschluss des Ausgangs für ein LED-Leuchtmittel eine LED-Treiberschaltung zugeordnet ist,
- wobei die Datenschnittstelle, der Mikrocontroller und die LED-Treiberschaltung oder die LED-Treiberschaltungen elektronische und/oder elektrische Schaltungselemente aufweisen, und
- einem Halbleitersubstrat,
- wobei die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, des Mikrocontrollers und der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen unter Verwendung einer Halbleitertechnologie zur Herstellung integrierter Schaltungen mit einer durch die Halbleitertechnologie bedingt vorgegebenen kleinstmöglichen Strukturgröße in das Halbleitersubstrat integriert werden und
- wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle und der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen zur Sicherstellung von deren Funktionalität zulässig ist,

dadurch gekennzeichnet,

- **dass** die Datenschnittstelle und/oder die mindestens eine LED-Treiberschaltung Schaltungselemente aufweisen, deren Strukturgröße gleich der durch die Halbleitertechnologie bestimmten kleinstmöglichen Strukturgröße ist, und

- **dass** der Mikrocontroller Schaltungselemente aufweist, von denen diejenigen mit der kleinsten Strukturgröße eine Strukturgröße aufweisen, die gleich der Strukturgröße der Schaltungselemente der Datenschnittstelle und/oder der mindestens einen LED-Treiberschaltung mit der durch die Halbleitertechnologie bestimmten kleinstmöglichen Strukturgröße ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung einen Spannungsregler mit Schaltungselementen aufweist, die in dem Halbleitersubstrat integriert sind, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und des Spannungsreglers zur Sicherstellung von deren Funktionalität zulässig ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine in dem Halbleitersubstrat integrierte elektronische und/oder elektrische Schaltungselemente aufweisende Testschnittstelle zum Testen der Funktionalität der Datenschnittstelle und/oder des Mikrocontrollers und/oder der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen und/oder des Spannungsreglers aufweist, sofern vorhanden, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers und der Testschnittstelle zur Sicherstellung von deren Funktionalität zulässig ist.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung eine in dem Halbleitersubstrat integrierte elektrische und/oder elektronische Schaltungselemente aufweisende Sensorikschnittstelle für den Anschluss mindestens eines Sensors wie z.B. eines Lichthelligkeits- und/oder eines Lichtfarbensensors und/oder eines Sonnensensors aufweist, der oder die an einen mit der Sensorikschnittstelle verbindbaren Datenkommunikationsbus angeschlossen sind oder angeschlossen sein können, wobei sich die verwendete Halbleitertechnologie danach bestimmt, welche minimale Strukturgröße für die Schaltungselemente der Datenschnittstelle, der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen, des Spannungsreglers, der Testschnittstelle und der Sensorikschnittstelle (PSI5, PSI3) zur Sicherstellung von deren Funktionalität zulässig ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrocontroller lediglich mit einer Funktionalität versehen wird, die zur Ansteuerung der LED-Treiberschaltung oder der LED-Treiberschaltungen entsprechend von der Datenschnittstelle empfangenen Signalen und/oder von der Sensorikschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist und zur Verarbeitung von der Testschnittstelle, sofern vorhanden, empfangenen Signalen erforderlich ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich bei den Schaltungselementen, deren Funktionalität bei Herstellung mittels der verwendeten Halbleitertechnologie sichergestellt sein muss, um Transistoren und/oder Leiterbahnen handelt.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Halbleitertechnologie eine Halbleitertechnologie mit einer kleinstmöglichen Strukturgröße verwendet wird, die größer als 85nm oder größer als 90nm oder größer als 100nm oder größer als 110nm oder größer als 120nm oder größer als 130nm oder größer als 140nm oder größer als 150nm oder größer als 160nm oder größer als 170nm oder größer als 180nm oder größer als 190nm ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Halbleitertechnologie eine Halbleitertechnologie mit einer kleinstmöglichen Strukturgröße verwendet wird, die kleiner als 200nm oder kleiner als 190nm oder kleiner als 180nm oder kleiner als 170nm oder kleiner als 160nm oder kleiner als 150nm oder kleiner als 140nm oder kleiner als 130nm oder kleiner als 120nm oder kleiner als 110nm oder kleiner als 100nm oder kleiner als 90nm oder kleiner als 85nm ist.

Claims

1. A method for manufacturing a device for driving an LED lighting device,

- the device being provided with:

- an input configured as a data interface for connection to a communication data bus,
- an output with at least one terminal for at least one LED lamp, which comprises an LED or a series circuit of LEDs or a group of differently colored LEDs or a series circuit of groups of respectively differently colored LEDs,
- a microcontroller,
- one or more LED driver circuits, wherein an LED driver circuit is associated with each terminal of the output for an LED lamp,
- wherein the data interface, the microcontroller, and the LED driver circuit or the LED driver circuits comprise electronic and/or electrical circuit elements, and
- a semiconductor substrate,
- wherein the circuit elements of the data interface, of the microcontroller and of the LED driver circuit or the LED driver circuits are integrated into the semiconductor substrate using a semiconductor technology for manufacturing integrated circuits with a smallest possible structure size conditionally specified by the semiconductor technology, and
- wherein the semiconductor technology used is determined by what minimum structure size is permissible for the circuit elements of the data interface and of the LED driver circuit or the LED driver circuits in order to ensure their functionality,

characterized in that

- the data interface and/or the at least one LED driver circuit comprise circuit elements, the structure size of which is equal to the smallest possible structure size determined by the semiconductor technology, and
- the microcontroller comprises circuit elements of which those having the smallest structure size have a structure size which is equal to the structure size of those circuit elements of the data interface and/or of the at least one LED driver circuit having the smallest possible structure size determined by the semiconductor technology.

2. The method according to claim 1, **characterized in that** the device comprises a voltage regulator comprising circuit elements integrated in the semiconductor substrate, wherein the semiconductor technology used is determined by what minimum structure size is permissible for the circuit elements of the data interface, of the LED driver circuit or the LED driver circuits and of the voltage regulator in order to ensure their functionality.
3. The method according to claim 1 or 2, **characterized in that** the device comprises a test interface having electronic and/or electrical circuit elements integrated in the semiconductor substrate for testing the functionality of the data interface and/or of the microcontroller and/or of the LED driver circuit or the LED driver circuits and/or of the voltage regulator, if present, wherein the semiconductor technology used is determined by what minimum structure size is permissible for the circuit elements of the data interface, of the LED driver circuit or the LED driver circuits, of the voltage regulator and of the test interface in order to ensure their functionality.
4. The method according to any one of claims 1 to 3, **characterized in that** the device comprises a sensor system interface having electrical and/or electronic circuit elements integrated in the semiconductor substrate for the connection of at least one sensor such as a light brightness sensor and/or a light color sensor and/or a sun sensor, which are or can be connected to a data communication bus adapted to be connected to the sensor system interface, wherein the semiconductor technology used is determined by what minimum structure size is permissible for the circuit elements of the data interface, of the LED driver circuit or the LED driver circuits, of the voltage regulator, of the test interface and of the sensor system interface (PSI5, PSI3) in order to ensure their functionality.
5. The method according to any one of claims 1 to 4, **characterized in that** the microcontroller comprises only a functionality required to drive the LED driver circuit or the LED driver circuits in accordance with signals received from the data interface and/or signals received from the sensor system interface, if present, and required to process signals received from the test interface, if present.
6. The method according to any one of claims 1 to 5, **characterized in that** the circuit elements, the functionality of which must be ensured when manufacturing by means of the semiconductor technology used, are transistors and/or conductor tracks.
7. The method according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the semiconductor technology used is a semiconductor technology with a smallest possible structure size that is larger than 85 nm or larger than 90 nm or

larger than 100 nm or larger than 110 nm or larger than 120 nm or larger than 130 nm or larger than 140 nm or larger than 150 nm or larger than 160 nm or larger than 170 nm or larger than 180 nm or larger than 190 nm.

8. The method according to any one of claims 1 to 6, **characterized in that** the semiconductor technology used is a semiconductor technology with a smallest possible structure size that is smaller than 200 nm or smaller than 190 nm or smaller than 180 nm or smaller than 170 nm or smaller than 160 nm or smaller than 150 nm or smaller than 140 nm or smaller than 130 nm or smaller than 120 nm or smaller than 110 nm or smaller than 100 nm or smaller than 90 nm or smaller than 85 nm.

Revendications

1. Procédé pour la fabrication d'un dispositif permettant la commande d'un dispositif d'éclairage à LED, dans lequel le dispositif est pourvu :

- d'une entrée conçue comme une interface de données pour le raccordement à un bus de données de communication,
- d'une sortie comportant au moins un raccord pour au moins un moyen luminaire à LED qui présente une LED ou un circuit en série de LED ou un groupe de LED de différentes couleurs ou un circuit en série de groupes de LED respectivement de différentes couleurs,
- d'un microcontrôleur,
- d'un ou de plusieurs circuits d'attaque de LED, dans lequel un circuit d'attaque de LED est associé à chaque raccord de la sortie pour un moyen luminaire à LED,
- dans lequel l'interface de données, le microcontrôleur et le circuit d'attaque de LED ou les circuits d'attaque de LED présentent des éléments de circuit électroniques et/ou électriques, et
- d'un substrat semi-conducteur,
- dans lequel les éléments de circuit de l'interface de données, du microcontrôleur et du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED sont intégrés dans le substrat semi-conducteur en utilisant une technologie de semi-conducteurs pour la fabrication de circuits intégrés avec une taille de structure la plus petite possible prédéfinie par la technologie de semi-conducteurs et
- dans lequel la technologie de semi-conducteurs utilisée détermine ensuite quelle taille de structure minimale est autorisée pour les éléments de circuit de l'interface de données et du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED afin de garantir leur fonctionnalité,

caractérisé en ce que

- l'interface de données et/ou l'au moins un circuit d'attaque de LED présentent des éléments de circuit dont la taille de structure est égale à la taille de structure la plus petite possible déterminée par la technologie de semi-conducteurs, et
- **en ce que** le microcontrôleur présente des éléments de circuit dont ceux ayant la plus petite taille de structure présentent une taille de structure qui est égale à la taille de structure des éléments de circuit de l'interface de données et/ou de l'au moins un circuit d'attaque de LED avec la taille de structure la plus petite possible déterminée par la technologie de semi-conducteurs.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le dispositif présente un régulateur de tension comportant des éléments de circuit qui sont intégrés dans le substrat semi-conducteur, dans lequel la technologie de semi-conducteurs utilisée détermine ensuite quelle taille de structure minimale est autorisée pour les éléments de circuit de l'interface de données, du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED et du régulateur de tension afin de garantir leur fonctionnalité.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** le dispositif présente une interface de test permettant de tester la fonctionnalité de l'interface de données et/ou du microcontrôleur et/ou du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED et/ou du régulateur de tension, le cas échéant, laquelle interface de test présente des éléments de circuit électroniques et/ou électriques intégrés dans le substrat semi-conducteur, dans lequel la technologie de semi-conducteurs utilisée détermine ensuite quelle taille de structure minimale est autorisée pour les éléments de circuit de l'interface de données, du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED, du régulateur de tension et de l'interface de test afin de garantir leur fonctionnalité.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le dispositif présente une interface de système de capteurs qui présente des éléments de circuit électriques et/ou électroniques intégrés dans le substrat semi-

conducteur, pour le raccordement d'au moins un capteur tel que par exemple un capteur de luminosité et/ou un capteur de couleur de lumière et/ou un capteur solaire, le ou les capteurs sont raccordés ou peuvent être raccordés à un bus de communication de données pouvant être connecté à l'interface de système de capteurs, dans lequel la technologie de semi-conducteurs utilisée détermine ensuite quelle taille de structure minimale est autorisée pour les éléments de circuit de l'interface de données, du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED, du régulateur de tension, de l'interface de test et de l'interface de système de capteurs (PSI5, PS13) afin de garantir leur fonctionnalité.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le microcontrôleur est pourvu uniquement d'une fonctionnalité qui est nécessaire pour la commande du circuit d'attaque de LED ou des circuits d'attaque de LED en fonction de signaux reçus en provenance de l'interface de données et/ou de signaux reçus en provenance de l'interface de système de capteurs, le cas échéant, et qui est nécessaire pour le traitement de signaux reçus en provenance de l'interface de test, le cas échéant.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les éléments de circuit dont la fonctionnalité doit être garantie lors de la fabrication au moyen de la technologie de semi-conducteurs utilisée sont des transistors et/ou des pistes conductrices.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'est** utilisée comme technologie de semi-conducteurs une technologie de semi-conducteurs avec une taille de structure la plus petite possible qui est supérieure à 85 nm ou supérieure à 90 nm ou supérieure à 100 nm ou supérieure à 110 nm ou supérieure à 120 nm ou supérieure à 130 nm ou supérieure à 140 nm ou supérieure à 150 nm ou supérieure à 160 nm ou supérieure à 170 nm ou supérieure à 180 nm ou supérieure à 190 nm.
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'est** utilisée comme technologie de semi-conducteurs une technologie de semi-conducteurs avec une taille de structure la plus petite possible qui est inférieure à 200 nm ou inférieure à 190 nm ou inférieure à 180 nm ou inférieure à 170 nm ou inférieure à 160 nm ou inférieure à 150 nm ou inférieure à 140 nm ou inférieure à 130 nm ou inférieure à 120 nm ou inférieure à 110 nm ou inférieure à 100 nm ou inférieure à 90 nm ou inférieure à 85 nm.

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 202004006292 U1 [0004]
- DE 102009004117 A [0005]
- EP 3478031 A [0006]
- EP 2440018 A [0007]
- US 9936552 B [0008]