



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
22.06.2022 Patentblatt 2022/25

(21) Anmeldenummer: **20215696.4**

(22) Anmeldetag: **18.12.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G08G 1/095 ^(2006.01) **G08G 1/097** ^(2006.01)
H05B 47/14 ^(2020.01) **H05B 47/20** ^(2020.01)
H05B 45/50 ^(2022.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G08G 1/095; G08G 1/097; H05B 45/14;
H05B 45/18

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

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

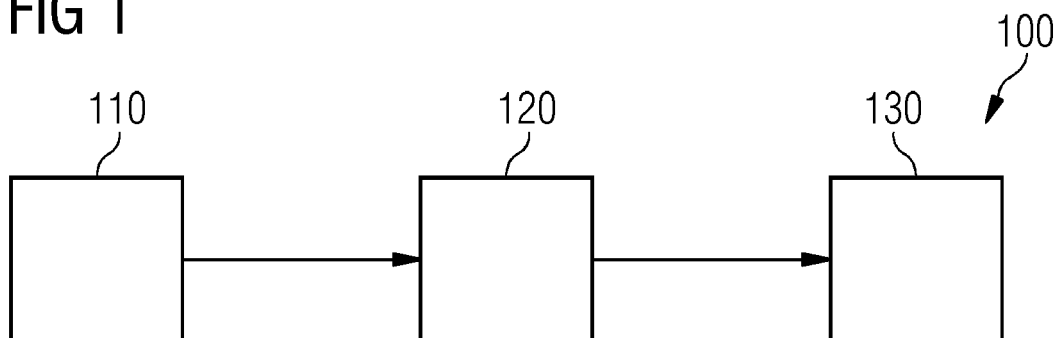
(72) Erfinder:
• **Evers, Bernhard**
38116 Braunschweig (DE)
• **Griebel, Stephan**
38302 Wolfenbüttel (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNGSDIAGNOSE**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage, bei dem die folgenden Schritte durchgeführt werden. Die Lichtsignalanlage weist zumindest eine Leuchtvorrichtung und zumindest eine Ansteuerungselektronik auf. Zunächst werden Strom- und/oder Spannungskennwerte der Leuchtvorrichtung an der Ansteuerungselektronik abgegriffen. Die Strom- und/oder Spannungskennwerte werden dann

mittels eines trainierten neuronalen Netzes ausgewertet, wobei das neuronale Netz dahingehend trainiert wurde, Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten zu erkennen. Sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde, wird eine Information ausgegeben.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage. Die Erfindung betrifft außerdem ein Verfahren zum Trainieren eines neuronalen Netzes, das im Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose zum Einsatz kommen kann, eine Steuereinheit für eine Lichtsignalanlage, eine Lichtsignalanlage sowie ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose.

[0002] Lichtsignalanlagen können Ampeln für den Straßenverkehr und Signale für den Schienenverkehr umfassen. Die Erfindung ist sowohl für Ampeln für den Straßenverkehr als auch für Signale für den Schienenverkehr anwendbar.

[0003] Lichtsignalanlagen können Leuchtdioden (LEDs) umfassen, mit denen verschiedene Lichtsignale gegeben werden können. Die Leuchtdioden oder andere Leuchtmittel der Lichtsignalanlagen können dabei charakteristische Strom- und/oder Spannungskennwerte aufweisen. Tritt während des Betriebs der Lichtsignalanlage ein Defekt auf, kann dieser dadurch erkannt werden, dass beispielsweise ein Autofahrer oder ein Triebfahrzeugführer das fehlerhafte Lichtsignal erkennt und meldet, beispielsweise wenn es schlecht zu erkennen ist oder gar nicht mehr leuchtet. Dies kann gegebenenfalls erst zeitversetzt erfolgen, wobei ein Austausch des Leuchtmittels oder der Leuchtdiode weitere Zeit in Anspruch nimmt.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Defekte schneller, besser lokalisiert und automatisiert zu erkennen und eine Information über den Defekt an eine zentrale Stelle weiterzugeben. Ferner liegt einer Ausführungsform der Erfindung die Aufgabe zu Grunde, bei erkanntem Defekt erste Maßnahmen automatisiert zu ergreifen.

[0005] Diese Aufgaben wird mit dem Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage sowie mit dem Verfahren zum Trainieren eines neuronalen Netzes, das im Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose zum Einsatz kommen kann, der Steuereinheit für eine Lichtsignalanlage, der Lichtsignalanlage sowie dem Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

[0006] In einem Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage werden die folgenden Schritte durchgeführt. Die Lichtsignalanlage weist zumindest eine Leuchtvorrichtung und zumindest eine Ansteuerungselektronik auf, wobei jeweils auch mehrere Leuchtvorrichtungen und mehrere Ansteuerungselektroniken vorgesehen sein können, beispielsweise eine Ansteuerungselektronik pro Leuchtvorrichtung. Die Lichtsignalanlage kann eine Ampel für den Straßenverkehr oder ein Signal für den Schienenverkehr umfassen. Zunächst werden Strom- und/oder Spannungskennwerte der Leuchtvorrichtung an der Ansteuerungselektronik abge-

griffen. Die Strom- und/oder Spannungskennwerte werden dann mittels eines trainierten neuronalen Netzes ausgewertet, wobei das neuronale Netz dahingehend trainiert wurde, Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten zu erkennen. Abweichungen können auch als Anomalien bezeichnet werden. Sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde, wird eine Information ausgegeben.

[0007] Die Information kann beispielsweise an eine zentrale Stelle wie beispielsweise einen Verkehrssteuerungsrechner im Falle einer Ampel und an ein Stellwerk im Falle eines Signals ausgegeben werden. Die Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten kann mittels des trainierten neuronalen Netzes schneller und zuverlässiger erfolgen als eine Erkennung eines Defekts durch einen Autofahrer oder einen Triebfahrzeugführer. Dadurch ermöglicht das Verfahren eine schnellere Reaktion, da Informationen über Defekte schneller bei den zuständigen Stellen vorliegen.

[0008] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte erkannt, ob die Leuchtvorrichtung oder die Ansteuerungselektronik für die Abweichung der Strom- und/oder Spannungskennwerte von den Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten verantwortlich ist. Diese Information wird zusätzlich ausgegeben. Dadurch kann beispielsweise eine Wartung verbessert werden, da bei vorliegenden Defekten mehrerer Lichtsignalanlagen besser priorisiert werden kann. Ferner können passende Ersatzteile leichter ausgesucht und zur defekten Lichtsignalanlage transportiert werden.

[0009] In einer Ausführungsform des Verfahrens weist die Lichtsignalanlage eine Steuerungsschnittstelle auf. Über die Steuerungsschnittstelle wird ein Sollsignalbegriff empfangen. Beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte wird erkannt, ob der Sollsignalbegriff angezeigt wird. Bei feststellen, dass der Sollsignalbegriff nicht anliegt, wird ebenfalls eine Information, dass eine Abweichung vorliegt, ausgegeben.

[0010] Der Sollsignalbegriff kann dabei umfassen, was durch die Lichtsignalanlage angezeigt werden soll. Im Falle einer Ampel kann dies umfassen, welche der Ampellichter (beispielsweise rot, gelb und grün) leuchten und welche nicht leuchten sollen. Gleiches gilt im Falle von Signalen, bei denen ebenfalls verschiedenfarbige Signalmuster angezeigt werden können. Ferner kann der Sollsignalbegriff auch eine Helligkeit des angezeigten Signalmusters beziehungsweise der Ampellichter umfassen, da beispielsweise tagsüber aufgrund des Tageslichts eine höhere Leuchtleistung vorgesehen sein kann als nachts.

[0011] Die Steuerungsschnittstelle kann mit dem Verkehrssteuerungsrechner im Falle der Ampel und mit dem Stellwerk im Falle des Signals verbunden sein. Der Sollsignalbegriff kann vom Verkehrssteuerungsrechner be-

ziehungsweise dem Stellwerk ausgegeben werden.

[0012] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird die Information über die Steuerungsschnittstelle ausgegeben. Dadurch kann die Information zum Verkehrssteuerungsrechner im Falle der Ampel und zum Stellwerk im Falle des Signals ausgegeben werden. Dadurch wird eine zentrale Defektüberwachung im Verkehrssteuerungsrechner beziehungsweise im Stellwerk möglich.

[0013] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Leuchtvorrichtung eine LED. Die Ansteuerungselektronik umfasst einen LED-Signalgeber. Die Strom- und/oder Spannungskennwerte umfassen eine Strom-Spannungskennlinie der LED. Die Strom-Spannungskennlinie der LED ist gut geeignet, defekte LEDs zu erkennen und auch zu erkennen, ob der LED-Signalgeber defekt ist.

[0014] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Leuchtvorrichtung eine Mehrzahl von LEDs. Bei Vorliegen der Abweichung, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs verursacht wird, wird eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs erhöht. Gleichmaßen kann, wenn jede LED einen eigenen LED-Signalgeber aufweist, auch bei Ausfall einer oder mehrerer LEDs aufgrund eines Ausfalls der entsprechenden LED-Signalgeber die Spannung und/oder der Strom für betriebsbereite LEDs erhöht werden. Dadurch kann eine geforderte Helligkeit des Signalmusters auf Kosten einer Lebensdauer der LEDs trotz Ausfalls einer oder mehrerer LEDs erreicht werden.

[0015] Insbesondere dann, wenn eine oder mehrere LEDs ausgefallen sind und nicht die zugehörigen LED-Signalgeber und zumindest mehrere für ein Signalmuster notwendige LEDs auf einer Platine oder in einem Bauelement angeordnet sind und dieses komplett ausgetauscht wird, ist die in dieser Ausführungsform mögliche Verkürzung der Lebensdauer weniger relevant, da nach kurzer Zeit sämtliche LEDs ausgetauscht werden.

[0016] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird ferner eine Temperatur gemessen, wobei beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte die Temperatur berücksichtigt wird. Insbesondere die Temperatur kann einen Einfluss auf die Strom- und/oder Spannungskennwerte haben, so dass dem Verfahren bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerte zugrunde liegen. Die Temperatur kann ferner einen Einfluss auf eine Leuchtfarbe und/oder eine Lichtleistung von LEDs haben.

[0017] Die Erfindung umfasst ferner ein Verfahren zum Trainieren eines neuronalen Netzes. In diesem werden Strom- und/oder Spannungskennwerte zumindest einer Leuchtvorrichtung einer Lichtsignalanlage mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen in Verbindung gebracht, indem Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten ausgewertet werden. Mit diesem Verfahren kann das im Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose eingesetzte neuronale Netz trainiert werden. Das Trainieren kann dabei auf der Basis von Test-

und/oder Simulationsdaten erfolgen.

[0018] In einer Ausführungsform des Verfahrens zum Trainieren des neuronalen Netzes wird ferner ein Sollsignalbegriff mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten verknüpft.

[0019] In einer Ausführungsform des Verfahrens zum Trainieren des neuronalen Netzes wird während des Trainierens eine Lichtsignalanlage mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten betrieben. Das in Verbindung bringen mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen erfolgt mittels einer optischen Auswertung eines angezeigten Signals der Lichtsignalanlage. Insbesondere kann beispielsweise eine Kamera zum Einsatz kommen, mit der eine real betriebene Lichtsignalanlage gefilmt und das Signalmuster erkannt wird. Ferner kann in dieser Ausführungsform ein Kamerabild hinsichtlich einer Signalfarbe oder einer Signalhelligkeit ausgewertet werden, um korrekt oder nicht-korrekt leuchtende Leuchtvorrichtungen zu erkennen.

[0020] Die Erfindung umfasst ferner eine Steuereinheit für eine Lichtsignalanlage, die eingerichtet ist, eine Leuchtvorrichtung der Lichtsignalanlage mittels einer Ansteuerungselektronik anzusteuern und dabei Strom- und/oder Spannungskennwerte abzugreifen. Die Steuereinheit umfasst ein mit dem erfindungsgemäßen Verfahren trainiertes neuronales Netz und ist ferner eingerichtet, die Strom- und/oder Spannungskennwerte mittels des trainierten neuronalen Netzes auszuwerten und eine Information auszugeben, sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde. Insbesondere kann die Steuereinheit also zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose eingerichtet sein.

[0021] In einer Ausführungsform der Steuereinheit weist diese ferner eine Steuerungsschnittstelle auf. Die Steuereinheit ist eingerichtet, über die Steuerungsschnittstelle einen Sollsignalbegriff zu empfangen und beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte zu erkennen, ob der Sollsignalbegriff angezeigt wird. Die Steuereinheit ist ferner eingerichtet, bei feststellen, dass der Sollsignalbegriff nicht angezeigt wird, ebenfalls eine Information auszugeben, dass eine Abweichung vorliegt.

[0022] In einer Ausführungsform der Steuereinheit wird die Information über die Steuerungsschnittstelle ausgegeben.

[0023] In einer Ausführungsform der Steuereinheit umfasst die Leuchtvorrichtung eine oder mehrere LEDs. Die Steuereinheit ist eingerichtet, bei Vorliegen einer Abweichung, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs verursacht wird, eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs zu erhöhen. Dadurch kann eine geforderte Helligkeit des Signalmusters auf Kosten einer Lebensdauer der LEDs trotz Ausfalls einer oder mehrerer LEDs erreicht werden. Insbesondere dann, wenn eine oder mehrere LEDs ausgefallen sind und nicht die zugehörigen LED-Signalgeber und zumindest mehrere für ein

Signalmuster notwendige LEDs auf einer Platine oder in einem Bauelement angeordnet sind und dieses komplett ausgetauscht wird, ist die in dieser Ausführungsform mögliche Verkürzung der Lebensdauer weniger relevant, da nach kurzer Zeit sämtliche LEDs ausgetauscht werden.

[0024] Die Erfindung umfasst ferner eine Lichtsignalanlage mit einer Leuchtvorrichtung und einer erfindungsgemäßen Steuereinheit und ein Computerprogramm, das ausgeführt auf einem Steuerrechner diesen dazu veranlasst, das erfindungsgemäße Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose durchzuführen.

[0025] Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich durch die Erläuterungen der folgenden, stark vereinfachten, schematischen Darstellungen bevorzugter Ausführungsbeispiele. Hierbei zeigen in jeweils schematisierter Darstellung

FIG 1 ein Ablaufdiagramm eines Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage;

FIG 2 ein Ablaufdiagramm eines weiteren Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage;

FIG 3 ein neuronales Netz;

FIG 4 eine Kennlinie;

FIG 5 eine Lichtsignalanlage mit einer Steuereinheit;

FIG 6 eine weitere Lichtsignalanlage mit einer weiteren Steuereinheit; und

FIG 7 eine Trainingsanordnung.

[0026] FIG 1 zeigt ein Ablaufdiagramm 100 eines Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage. Die Lichtsignalanlage weist zumindest eine Leuchtvorrichtung und zumindest eine Ansteuerungselektronik auf. Das Verfahren umfasst die folgenden Schritte. In einem Abgreifschritt 110 werden Strom- und/oder Spannungskennwerte der Leuchtvorrichtung an der Ansteuerungselektronik abgegriffen. In einem Auswerteschritt 120 werden die Strom- und/oder Spannungskennwerte mittels eines trainierten neuronalen Netzes ausgewertet. Das neuronale Netz wurde dahingehend trainiert, Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten zu erkennen. In einem Ausgabeschritt 130 wird eine Information ausgegeben, sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde.

[0027] Die Lichtsignalanlage kann eine Ampel für den Straßenverkehr oder ein Signal für den Schienenverkehr umfassen. Die Information kann beispielsweise an eine

zentrale Stelle wie beispielsweise einen Verkehrssteuerungsrechner im Falle einer Ampel und an ein Stellwerk im Falle eines Signals ausgegeben werden. Die Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten kann mittels des trainierten neuronalen Netzes schneller und zuverlässiger erfolgen als eine Erkennung eines Defekts durch einen Autofahrer oder einen Triebfahrzeugführer. Dadurch ermöglicht das Verfahren eine schnellere Reaktion, da Informationen über Defekte schneller bei den zuständigen Stellen vorliegen.

[0028] In einem Ausführungsbeispiel wird beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte im Auswerteschritt 120 zusätzlich erkannt, ob die Leuchtvorrichtung oder die Ansteuerungselektronik für die Abweichung der Strom- und/oder Spannungskennwerte von den Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten verantwortlich ist und wobei diese Information zusätzlich im Ausgabeschritt 130 ausgegeben wird.

[0029] FIG 2 zeigt ein Ablaufdiagramm 100 eines weiteren Verfahrens zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage. Der Abgreifschritt 110, der Auswerteschritt 120 und der Ausgabeschritt 130 sind dabei wie im Zusammenhang mit FIG 1 erläutert ausgestaltet. Ferner sind weitere optionale Schritte vorgesehen, wobei die optionalen Schritte jeweils einzeln oder in beliebigen Kombinationen zusätzlich zum Abgreifschritt 110, Auswerteschritt 120 und Ausgabeschritt 130 ausgeführt werden können.

[0030] Die Lichtsignalanlage kann eine optionale Steuerungsschnittstelle aufweisen. In einem Empfangsschritt 140 wird über die Steuerungsschnittstelle ein Sollsignalbegriff empfangen. Beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte im Auswerteschritt 120 wird zusätzlich erkannt, ob der Sollsignalbegriff angezeigt wird, wobei bei feststellen, dass der Sollsignalbegriff nicht anliegt ebenfalls eine Information, dass eine Abweichung vorliegt, im Ausgabeschritt 130 ausgegeben wird. Der Empfangsschritt 140 wird vor dem Abgreifschritt 110 ausgeführt. In einem Ausführungsbeispiel kann die Information im Ausgabeschritt 130 über die Steuerungsschnittstelle ausgegeben werden.

[0031] In einem Temperaturmessschritt 150 wird eine Temperatur gemessen. Der Temperaturmessschritt wird zwischen dem Abgreifschritt 110 und dem Auswerteschritt 120 durchgeführt. Beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte im Auswerteschritt 120 wird die Temperatur berücksichtigt, da Strom- und/oder Spannungskennwerte von Leuchtvorrichtungen temperaturabhängig sein können. Alternativ oder zusätzlich können eine Leuchtfarbe und/oder eine Lichtleistung beispielsweise einer LED von der Temperatur abhängen und dies ebenfalls im Auswerteschritt 150 berücksichtigt werden. Der Temperaturmessschritt 150 kann alternativ auch als erster Schritt noch vor dem Empfangsschritt 140 oder zwischen dem Empfangsschritt 140 und dem Abgreifschritt 110 durchgeführt werden. Ist der Empfangsschritt 140 nicht vorgesehen, kann der Temperaturmessschritt 150 vor dem Abgreif-

schritt 110 durchgeführt werden.

[0032] In einem Ausführungsbeispiel umfasst die Leuchtvorrichtung eine LED und die Ansteuerungselektronik einen LED-Signalgeber. Die Strom- und/oder Spannungskennwerte umfassen eine Strom-Spannungskennlinie der LED. Wenn die Leuchtvorrichtung eine Mehrzahl von LEDs umfasst, kann in diesem Ausführungsbeispiel ein Steuerungsanpassungsschritt 160 vorgesehen sein, in dem bei Vorliegen der Abweichung, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs verursacht wird, eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs erhöht wird.

[0033] Insbesondere dann, wenn eine oder mehrere LEDs ausgefallen sind und nicht die zugehörigen LED-Signalgeber und zumindest mehrere für ein Signalmuster notwendige LEDs auf einer Platine oder in einem Bauelement angeordnet sind und dieses komplett ausgetauscht wird, ist eine in diesem Ausführungsbeispiel mögliche Verkürzung einer Lebensdauer weniger relevant, da nach kurzer Zeit sämtliche LEDs ausgetauscht werden.

[0034] FIG 3 zeigt ein neuronales Netz 200, das im Auswerteschritt 120 der FIG 1 und 2 zum Einsatz kommen kann. Im neuronalen Netz 200 werden Strom- und/oder Spannungskennwerte in einer Eingabe 210 eingelesen. In einer versteckten Schicht 220 werden die Strom- und/oder Spannungskennwerte klassifiziert und in einer Ausgabe 230 ausgegeben, ob eine Abweichung oder keine Abweichung von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten vorliegt. Im Gegensatz zur Darstellung der FIG 3 können im neuronalen Netz 200 auch mehrere versteckte Schichten 220 vorgesehen sein.

[0035] Um das neuronale Netz 200 zu trainieren, werden Strom- und/oder Spannungskennwerte zumindest einer Leuchtvorrichtung einer Lichtsignalanlage mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen in Verbindung gebracht, indem Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten ausgewertet werden. In einem Ausführungsbeispiel kann ferner ein Sollsignalbegriff mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten verknüpft werden. Dies geschieht jeweils in der versteckten Schicht 220 oder in mehreren versteckten Schichten 220.

[0036] In einem Ausführungsbeispiel des Trainingsverfahrens wird während des Trainierens eine Lichtsignalanlage mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten betrieben. Das in Verbindung bringen mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen erfolgt mittels einer optischen Auswertung eines angezeigten Signals der Lichtsignalanlage.

[0037] FIG 4 zeigt ein Diagramm 300, bei dem ein Strom 301 über einer Spannung 302 aufgetragen ist. Eine Strom-Spannungs-Kennlinie 310 stellt einen typischen Verlauf des Stroms 301 und der Spannung 302 einer LED dar, wobei bis zu einer Schwellenspannung 303 kein Strom 301 fließt und erst nach Überschreiten der Schwellenspannung 303 Strom 301 fließt. Dies stellt

ein typisches Verhalten von LEDs dar. Ist die LED defekt, kann die LED mittels einer verschobenen Strom-Spannungs-Kennlinie 320 charakterisiert werden, wobei die verschobene Schwellenspannung 304 größer ist als die Schwellenspannung 303.

[0038] Eine solche Verschiebung der Strom-Spannungs-Kennlinie 310 könnte beispielsweise beim Trainieren des neuronalen Netzes 200 zu einer unterschiedlichen Klassifizierung hinsichtlich einer korrekt arbeitenden LED führen.

[0039] FIG 5 zeigt eine Lichtsignalanlage 400, die als Ampel 410 ausgestaltet ist. Die Ampel 410 weist die in weiten Teilen der Welt übliche Anordnung eines Rotlichts 411 oben, eines Gelblichts 412 in der Mitte und eines Grünlichts 413 unten auf. Die Ampel 410 ist mit einer Steuereinheit 430 verbunden, wobei die Steuereinheit 430 eingerichtet ist, die Ampel 410 und insbesondere das Rotlicht 411, das Gelblicht 412 und das Grünlicht 413 zu schalten. Dazu weist die Steuereinheit 430 eine Ansteuerungselektronik 431 auf. Die Steuereinheit 430 weist ferner einen Steuerrechner 432 auf, mit dem das in den FIG 1 und 2 dargestellte Verfahren durchgeführt werden kann. Dabei kann das neuronale Netz 200 der FIG 3 im Steuerrechner 432 angeordnet sein. Um den optionalen Empfangsschritt 140 durchführen zu können, weist die Steuereinheit 430 eine optionale Steuerungsschnittstelle 433 auf, mit der die Steuereinheit 430 mit einer zentralen Stelle 440, hier als Verkehrssteuerungsrechner 441 ausgestaltet, verbunden werden kann. Ein Signalbegriff der Ampel 410 kann dabei vom Verkehrssteuerungsrechner 441 bereitgestellt werden und im Empfangsschritt 140 über die Steuerungsschnittstelle 433 von der Steuereinheit 430 empfangen werden. Der Signalbegriff kann dabei beinhalten, welche der Leuchtvorrichtungen 403 leuchten sollen.

[0040] Der Signalbegriff kann beispielsweise beinhalten, dass das Rotlicht 411 oder das Rotlicht 411 und das Gelblicht 412 gleichzeitig oder das Gelblicht 412 oder das Grünlicht 413 leuchten sollen. Dies sind die in Deutschland typischerweise verwendeten Signalbegriffe, außerhalb Deutschlands können auch andere Signalbegriffe verwendet werden.

[0041] Leuchtvorrichtungen der Ampel können dabei mittels LEDs 401 ausgeführt sein, wobei in FIG 5 dargestellt ist, dass jeweils vier LEDs 401 für Rotlicht 411, Gelblicht 412 und Grünlicht 413 vorgesehen sind. Ebenfalls sind andere Anzahlen von LEDs 401 möglich und auch jeweils verschiedene Anzahlen von LEDs 401 für Rotlicht 411, Gelblicht 412 und Grünlicht 413. Die Ansteuerungselektronik 431 weist jeweils einen LED-Signalgeber 402 für jede der LEDs 401, also insgesamt zwölf LED-Signalgeber 402, auf. Mittels der LED-Signalgeber 402 können jeweils Ströme und/oder Spannungen der LEDs 401 eingestellt werden und so die LEDs 401 zum Leuchten gebracht werden.

[0042] FIG 6 zeigt eine weitere Lichtsignalanlage 400, die als Signal 420 ausgestaltet ist. Das Signal 420 weist dabei das in Deutschland übliche Signalbild mit zwei Rot-

lichtern 421, einem Gelblicht 422 und einem Grünlicht 423 auf. Es können jedoch auch andere Signalbilder vorgesehen sein. Die Steuereinheit 430 der Lichtsignalanlage 400 der FIG 6 ist im Wesentlichen identisch zur Steuereinheit 430 der FIG 5 aufgebaut und ebenfalls optional über die Steuerungsschnittstelle 433 mit einer zentralen Stelle 440 verbunden, die jedoch als Stellwerk 442 ausgestaltet ist. Ein Signalbegriff des Signals 420 kann dabei vom Stellwerk 442 bereitgestellt werden und im Empfangsschritt 140 über die Steuerungsschnittstelle 433 von der Steuereinheit 430 empfangen werden. Der Signalbegriff kann dabei beinhalten, welche der Leuchtvorrichtungen 403 leuchten sollen. Der Signalbegriff kann beispielsweise beinhalten, dass beide Rotlichter 411 oder das Gelblicht 412 und das Grünlicht 413 gleichzeitig oder das Grünlicht 413 leuchten sollen. Dies sind die in Deutschland typischerweise verwendeten Signalbegriffe, außerhalb Deutschlands können auch andere Signalbegriffe verwendet werden.

[0043] Auch in FIG 6 sind wieder jeweils vier LEDs 401 für die zwei Rotlichter 421, das Gelblicht 422 und das Grünlicht 423 vorgesehen, so dass die Ansteuerungselektronik 431 in diesem Ausführungsbeispiel sechzehn LED-Signalgeber 402 aufweist.

[0044] Bei den in den FIG 5 und 6 gezeigten Ausführungsbeispielen kann vorgesehen sein, dass die LEDs 401 tagsüber mit einer Betriebsspannung zwischen 9,1 Volt und 12,5 Volt, typischerweise zwischen 10,6 und 11,0 Volt und idealerweise bei 10,8 Volt betrieben werden. Nachts können die LEDs 401 mit einer Betriebsspannung zwischen 5,5 Volt und 8,7 Volt, typischerweise zwischen 7,0 und 7,4 Volt und idealerweise bei 7,2 Volt betrieben werden. Resultierende Ströme für die LEDs 401 des Rotlichts 411, 421 können dann zwischen 475 und 3100 Milliampere liegen, während resultierende Ströme für die LEDs 401 des Gelblichts 412, 422 beziehungsweise Grünlichts zwischen 650 und 3100 Milliampere liegen können. Diese Werte können gegebenenfalls als Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerte verwendet werden. Der Signalbegriff, der im Empfangsschritt 140 empfangen wird, kann dabei auch umfassen, ob das Signal für tagsüber oder für nachts angezeigt werden soll und damit, welche Betriebsspannungen verwendet werden sollen.

[0045] Das Rotlicht 411, 421, das Gelblicht 412, 422 und das Grünlicht 413, 423 beziehungsweise die LEDs 401 dieser können als Leuchtvorrichtung 403 der Lichtsignalanlage 400 aufgefasst werden. Wenn die Leuchtvorrichtung 403, wie in den FIG 5 und 6 dargestellt, eine Mehrzahl von LEDs 401 umfasst, kann bei Vorliegen der Abweichung der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs 401 verursacht wird, eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs 401 erhöht werden.

[0046] Es kann vorgesehen sein, dass die Lichtsignalanlage 400 und die Steuereinheit 430 im Gegensatz zu den Darstellungen der FIG 5 und 6 in einem gemeinsa-

men Gehäuse angeordnet sind.

[0047] Ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens der FIG 1 und 2 kann dabei auf einem Steuerrechner 432 durchgeführt werden und diesen dazu veranlasse, das Verfahren durchzuführen.

[0048] FIG 7 zeigt eine Trainingsanordnung 500, mit der das neuronale Netz 200 des Steuerrechners 432 trainiert werden kann. Hierzu ist die Lichtsignalanlage 400 (hier die Ampel 410, analog aber auch für das Signal 420 anwendbar) so angeordnet, dass das Rotlicht 411, Gelblicht 412 und Grünlicht 413 in Richtung einer Kamera 501 abstrahlen können. Die Kamera 502 ist mit einem Objekterkennungsrechner 502 verbunden. Während des Trainierens wird die Lichtsignalanlage 40 mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten betrieben. Das in Verbindung bringen mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen erfolgt mittels einer optischen Auswertung eines angezeigten Signals der Lichtsignalanlage 400. Diese optische Auswertung erfolgt mittels der Kamera 501 und des Objekterkennungsrechners 502. Es kann zusätzlich vorgesehen sein, eine Temperatur um das Signal zu regeln, um den Temperaturmessschritt 150 ebenfalls zu ermöglichen und bereits verschiedene Temperaturen während des Lernens zu berücksichtigen, insbesondere bei den Strom- und/oder Spannungskennwerten und/oder bei den Sollstrom und/oder Sollspannungskennwerten.

[0049] Es kann vorgesehen sein, dass verschiedene Signalbegriffe von der Lichtsignalanlage 400 (wie oben beschrieben) angezeigt werden. Der Objekterkennungsrechner kann beispielsweise eingerichtet sein, eine Helligkeit (um Tag- oder Nachtsignal zu unterscheiden) oder eine Wellenlänge (um die Lichtfarbe zu unterscheiden) auszuwerten, um die Signalbegriffe zu identifizieren.

[0050] Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offenbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzbereich der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerungsdiagnose einer Lichtsignalanlage (400), wobei die Lichtsignalanlage zumindest eine Leuchtvorrichtung (403) und zumindest eine Ansteuerungselektronik (431) aufweist, mit den folgenden Schritten:

- Abgreifen von Strom- und/oder Spannungskennwerten der Leuchtvorrichtung (403) an der Ansteuerungselektronik (431);
- Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte mittels eines trainierten neuronalen Netzes (200), wobei das neuronale Netz (200) dahingehend trainiert wurde, Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von

- Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten zu erkennen;
- Ausgeben einer Information, sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte erkannt wird, ob die Leuchtvorrichtung (403) oder die Ansteuerungselektronik (431) für die Abweichung der Strom- und/oder Spannungskennwerte von den Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten verantwortlich ist und wobei diese Information zusätzlich ausgegeben wird.
 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Lichtsignalanlage (400) eine Steuerungsschnittstelle (433) aufweist, wobei über die Steuerungsschnittstelle (433) ein Sollsignalbegriff empfangen wird, wobei beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte erkannt wird, ob der Sollsignalbegriff angezeigt wird, wobei bei feststellen, dass der Sollsignalbegriff nicht anliegt ebenfalls eine Information, dass eine Abweichung vorliegt, ausgegeben wird.
 4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die Information über die Steuerungsschnittstelle (433) ausgegeben wird.
 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Leuchtvorrichtung (403) eine LED (401) umfasst, wobei die Ansteuerungselektronik (431) einen LED-Signalgeber (402) umfasst und wobei die Strom- und/oder Spannungskennwerte eine Strom-Spannungskennlinie (310) der LED (401) umfassen.
 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Leuchtvorrichtung (403) eine Mehrzahl von LEDs (401) umfasst, wobei bei Vorliegen der Abweichung, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs (401) verursacht wird, eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs (401) erhöht wird.
 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei ferner eine Temperatur gemessen wird, wobei beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte die Temperatur berücksichtigt wird.
 8. Verfahren zum Trainieren eines neuronalen Netzes (200), wobei Strom- und/oder Spannungskennwerte zumindest einer Leuchtvorrichtung (403) einer Lichtsignalanlage (400) mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen (403) in Verbindung gebracht werden, indem Abweichungen der Strom- und/oder Spannungskennwerte von Sollstrom- und/oder Sollspannungskennwerten ausgewertet werden.
 9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei ferner ein Sollsignalbegriff mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten verknüpft wird.
 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, wobei während des Trainierens eine Lichtsignalanlage (400) mit den Strom- und/oder Spannungskennwerten betrieben wird und das in Verbindung bringen mit korrekt oder nicht-korrekt leuchtenden Leuchtvorrichtungen (403) mittels einer optischen Auswertung eines angezeigten Signals der Lichtsignalanlage (400) erfolgt.
 11. Steuereinheit (430) für eine Lichtsignalanlage (400), wobei die Steuereinheit (430) eingerichtet ist, eine Leuchtvorrichtung (403) der Lichtsignalanlage (400) mittels einer Ansteuerungselektronik (431) anzusteuern und dabei Strom- und/oder Spannungskennwerte abzugreifen, wobei die Steuereinheit (430) ein nach den Ansprüchen 8 bis 10 trainiertes neuronales Netz (200) umfasst und ferner eingerichtet ist, die Strom- und/oder Spannungskennwerte mittels des trainierten neuronalen Netzes (200) auszuwerten und eine Information auszugeben, sofern beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte ein Vorliegen einer Abweichung erkannt wurde.
 12. Steuereinheit (430) nach Anspruch 11, ferner aufweisend eine Steuerungsschnittstelle (433), wobei die Steuereinheit (430) eingerichtet ist, über die Steuerungsschnittstelle (433) einen Sollsignalbegriff zu empfangen und beim Auswerten der Strom- und/oder Spannungskennwerte zu erkennen, ob der Sollsignalbegriff angezeigt wird, wobei die Steuereinheit (430) ferner eingerichtet ist, bei feststellen, dass der Sollsignalbegriff nicht angezeigt wird, ebenfalls eine Information auszugeben, dass eine Abweichung vorliegt.
 13. Steuereinheit (430) nach Anspruch 11 oder 12, wobei die Leuchtvorrichtung (403) eine oder mehrere LEDs (401) umfasst, wobei die Steuereinheit (430) eingerichtet ist, bei Vorliegen einer Abweichung, die durch den Ausfall einer oder mehrerer LEDs (401) verursacht wird, eine Spannung und/oder ein Strom für betriebsbereite LEDs (401) zu erhöhen.
 14. Lichtsignalanlage (400) mit einer Leuchtvorrichtung (403) und einer Steuereinheit (430) nach einem der Ansprüche 11 bis 13.
 15. Computerprogramm, das ausgeführt auf einem Steuerrechner (432) diesen dazu veranlasst, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 durchzuführen.

FIG 1

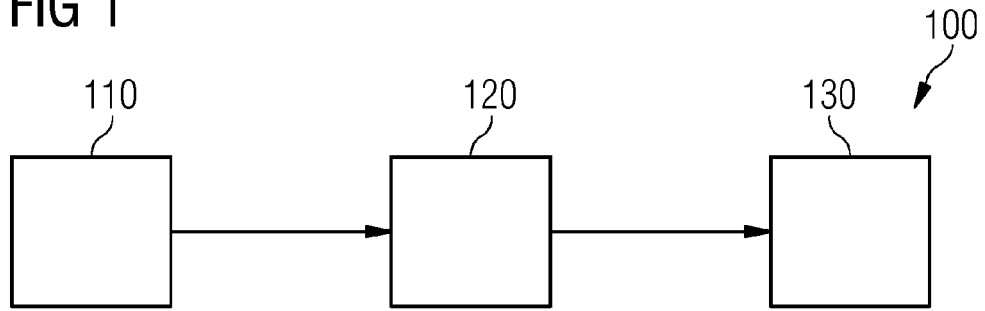


FIG 2

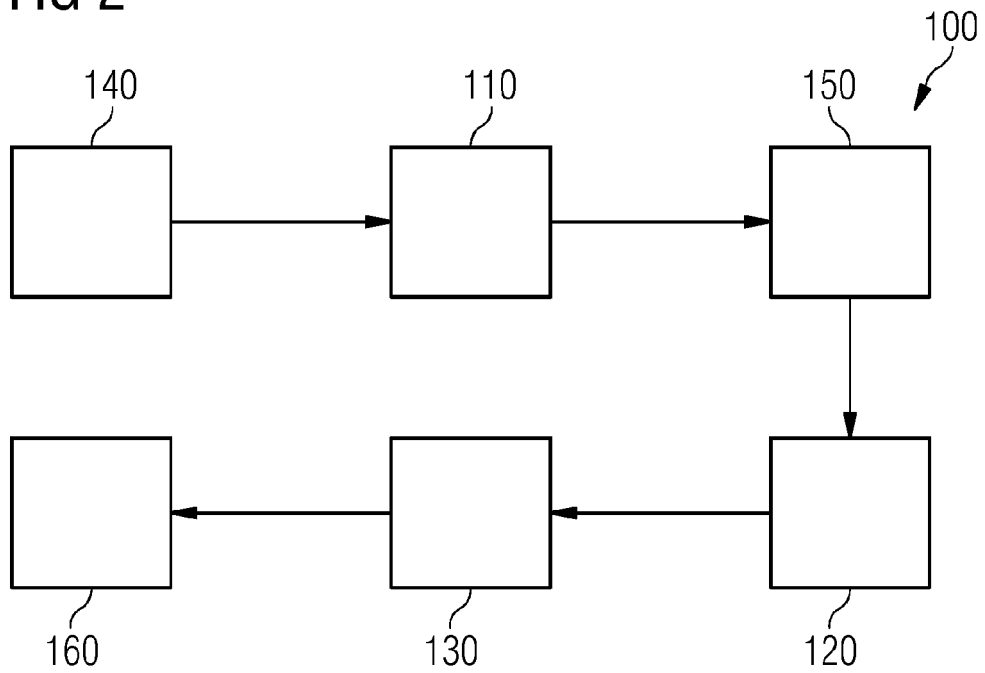


FIG 3

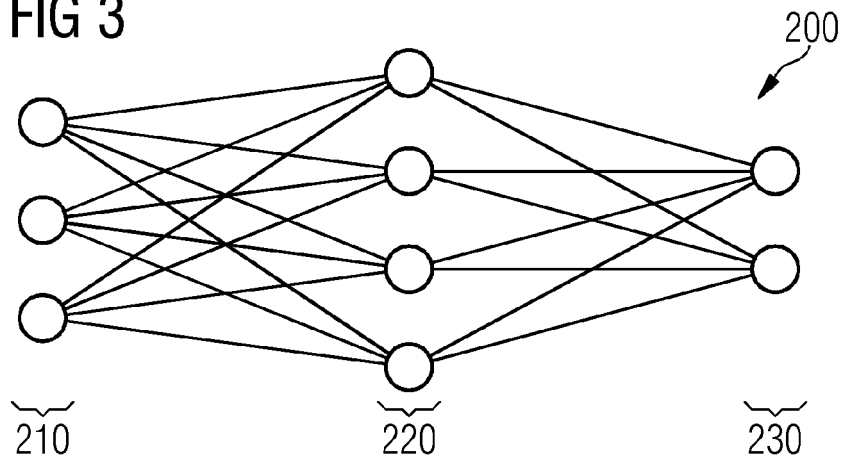


FIG 4

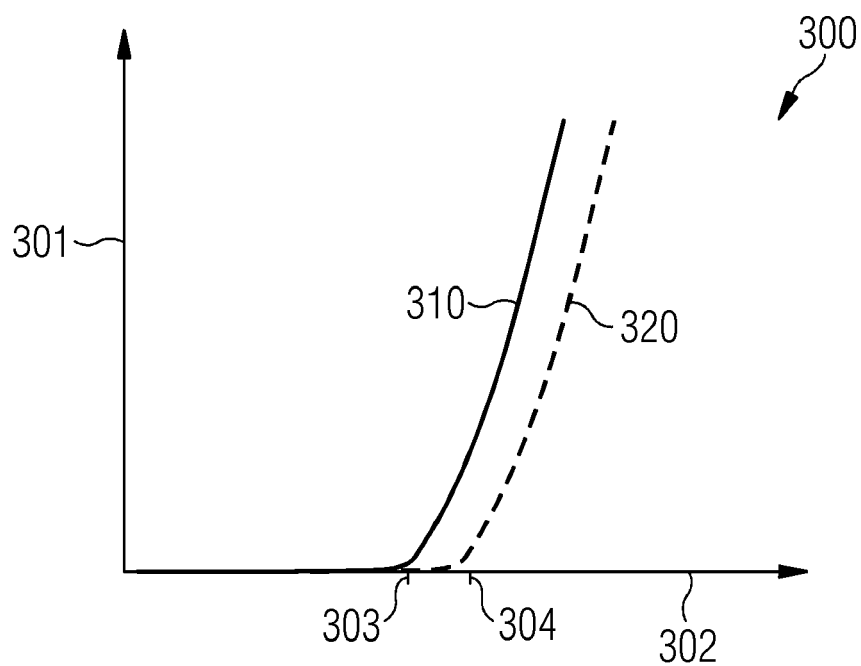


FIG 5

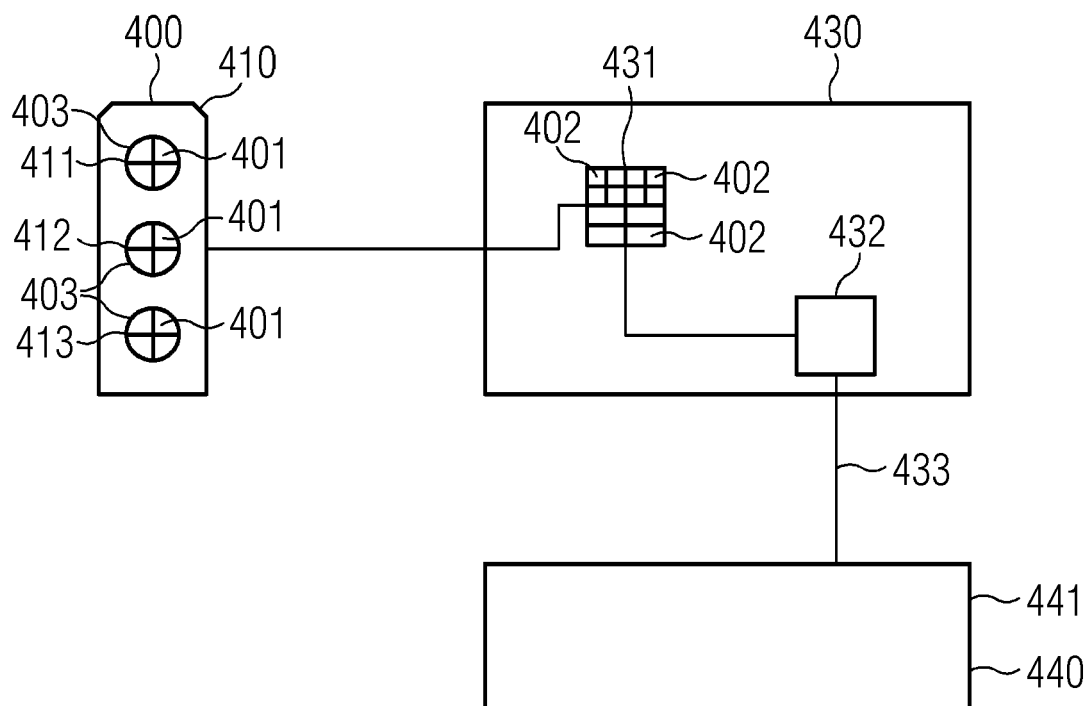


FIG 6

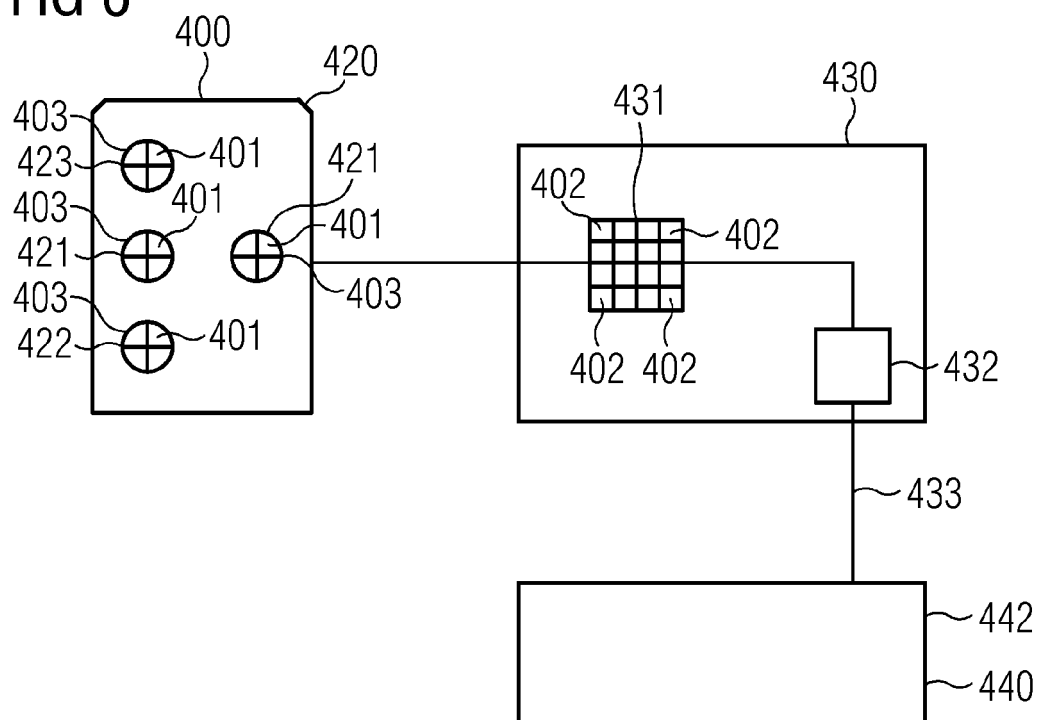
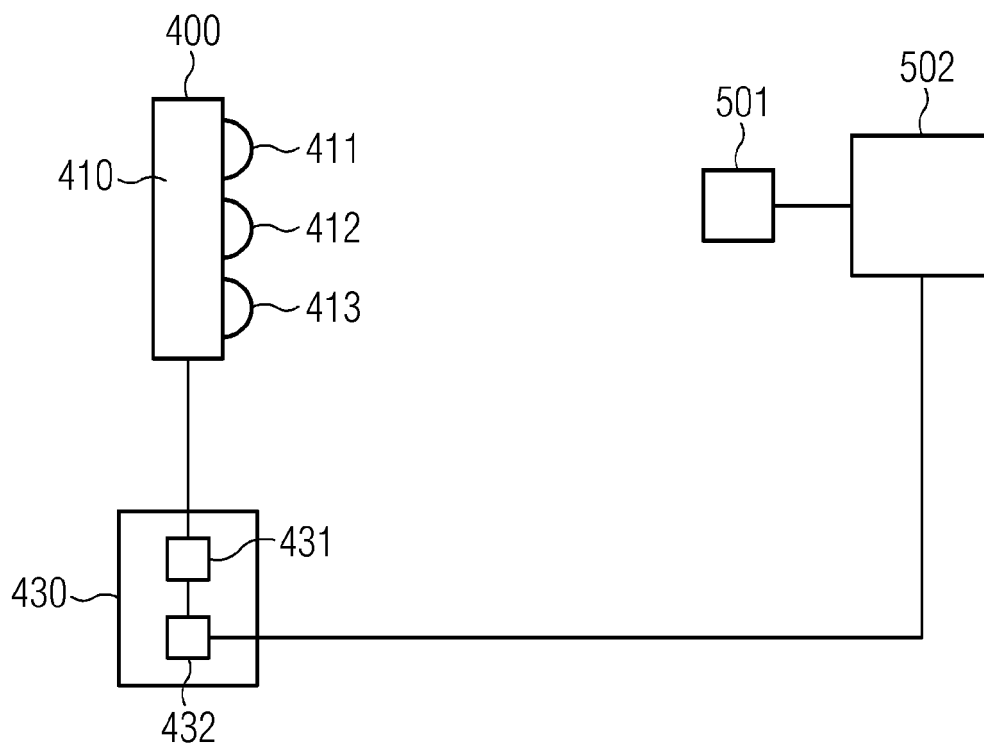


FIG 7





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 20 21 5696

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 10 2014 119623 A1 (PINTSCH BAMAG ANTRIEBS- UND VERKEHRSTECHNIK GMBH [DE]) 23. Juni 2016 (2016-06-23) * Absätze [0003] - [0006], [0008], [0009], [0015], [0017], [0019] - [0025], [0027] - [0029] * * Abbildungen 1, 2 *	1-15	INV. G08G1/095 G08G1/097 H05B47/14 H05B47/20 H05B45/50
X	US 2019/221114 A1 (HUNG HOKYUEN [CN] ET AL) 18. Juli 2019 (2019-07-18) * Absätze [0002], [0008], [0013], [0037], [0047], [0051], [0053] * * Abbildung 1 *	1-15	
X	EP 3 124 988 A1 (SIEMENS AG [DE]) 1. Februar 2017 (2017-02-01) * Absätze [0003] - [0005], [0010], [0014], [0017], [0030], [0032] *	1-15	
A	EP 3 599 595 A1 (SIEMENS MOBILITY GMBH [DE]) 29. Januar 2020 (2020-01-29) * Absätze [0003], [0008], [0009], [0011] * * Abbildung 1 *	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) G08G H05B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 1. Juni 2021	Prüfer Roxer, Adam
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 20 21 5696

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

01-06-2021

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	DE 102014119623 A1	23-06-2016	DE 102014119623 A1	23-06-2016
			EP 3038433 A2	29-06-2016
15	US 2019221114 A1	18-07-2019	CN 206237639 U	09-06-2017
			US 2019221114 A1	18-07-2019
			WO 2018091002 A1	24-05-2018
20	EP 3124988 A1	01-02-2017	DK 3124988 T3	13-05-2019
			EP 3124988 A1	01-02-2017
	EP 3599595 A1	29-01-2020	DE 102018212585 A1	30-01-2020
			EP 3599595 A1	29-01-2020
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0461

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