



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
03.08.2022 Patentblatt 2022/31

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
G08G 1/095 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **22151592.7**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
G08G 1/095

(22) Anmeldetag: **14.01.2022**

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

(72) Erfinder:
• **Birgmeier, Martin**
1210 Wien (AT)
• **Lehar, Matthew**
80804 München (DE)
• **Pregnotato, Denis**
85757 Karlsfeld (DE)
• **Raap, Manon**
85579 Neubiberg (DE)
• **Sachse, Thomas**
83052 Bruckmühl (DE)

(30) Priorität: **29.01.2021 DE 102021200804**

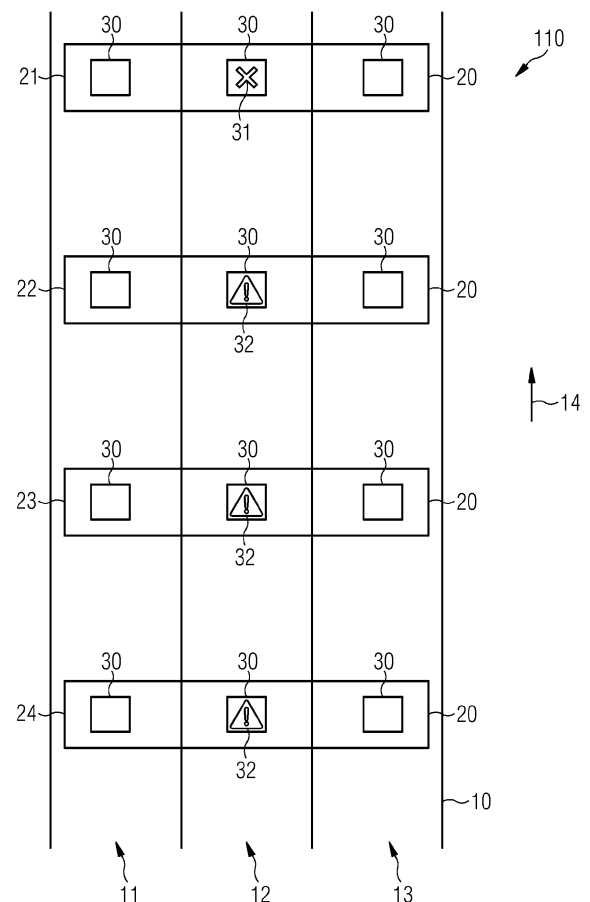
(71) Anmelder: **Siemens Mobility GmbH**
81739 München (DE)

(54) **VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG VON ANZEIGEQUERSCHNITTEN**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer Mehrzahl von Anzeigequerschnitten 20, 21, 22, 23, 24, mit den folgenden Schritten:

- Einlesen einer angeforderten Anzeige 100 für mindestens ein Wechselverkehrszeichen 30 mindestens eines Anzeigequerschnitts 20, 21, 22, 23, 24;
- Aufstellen von Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung, wobei für die Bestimmungsgleichung Informationen über eine Topologie von Wechselverkehrszeichen 30 der Anzeigequerschnitte 20, 21, 22, 23, 24 sowie Signalisierungsregeln verwendet werden;
- Berechnen einer Lösung der diskreten Optimierung, wobei die Lösung einen Anzeigenplan 110 der Anzeigequerschnitte 20, 21, 22, 23, 24 umfasst.

FIG 2



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer Mehrzahl von Anzeigequerschnitten. Die Erfindung betrifft ferner ein Computerprogramm, eine Steuereinheit und ein Verkehrsleitsystem zur Umsetzung des Verfahrens.

[0002] Anzeigequerschnitte können beispielsweise an mehrspurigen Fahrstraßen wie Autobahnen zum Einsatz kommen, unter anderem um variable Geschwindigkeitsbegrenzungen, Fahrspursperrungen, Zusammenführen von Fahrspuren, Warnzeichen oder Verbote, wie beispielsweise Überholverbote oder Tonnagebeschränkungen anzuzeigen. Anzeigequerschnitte können dabei drehbare Prismen zur Anzeige wechselnder Verkehrszeichen oder optische Anzeigen mittels Pixel, beispielsweise in Form von LEDs, beinhalten und jeweils angepasst an die aktuelle Verkehrssituation angesteuert werden. Die Anzeigequerschnitte können beispielsweise in Form von Schilderbrücken über der Fahrbahn oder als an Fahrbahnrandern angeordnete Einheiten ausgeführt sein. Die Anzeigequerschnitte können auch mechanische Sperrvorrichtungen wie zum Beispiel Schranken oder Textanzeigen umfassen.

[0003] Im Regelfall wird ein Ereignis, beispielsweise ein Verkehrsereignis, eine Änderung mehrerer Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte zur Folge haben. Beispielsweise kann vorgesehen sein, bei einer Fahrspursperrung in Fahrtrichtung vor der Fahrspursperrung eine Aufforderung zum Fahrspurwechsel und in Fahrtrichtung noch weiter vor der Fahrspursperrung ein Warnzeichen anzuzeigen. Prinzipiell könnte eine Bedienperson alle diese Änderungen veranlassen, wobei bei komplexen Zusammenhängen zwischen den Anzeigequerschnitten eine solche manuelle Veranlassung der Änderungen nicht mehr möglich ist. Es kann vorgesehen sein, dass eine Bedienungsperson für zumindest ein Wechselverkehrszeichen eine angeforderte Anzeige, also was ein bestimmtes Wechselverkehrszeichen eines der Anzeigequerschnitte anzeigen soll, vorgibt, und die restlichen Änderungen anderer Wechselverkehrszeichen automatisiert anhand vorgegebener Regeln erfolgt.

[0004] Solche Systeme sind aus dem Stand der Technik bekannt und basieren auf einem Flussdiagramm, bei dem Bedingungen und Ausnahmeregelungen nacheinander in Betracht gezogen werden, um zu einem Anzeigenplan für die Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte zu kommen. Der Anzeigenplan gibt für jedes Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte vor, welche Anzeige geschaltet und insbesondere welches Verkehrszeichen angezeigt werden soll. Umfassen die Anzeigequerschnitte beziehungsweise die Wechselverkehrszeichen beispielsweise Schranken, kann der Anzeigenplan einen Zustand der Schranke (offen, geschlossen) umfassen. Umfassen die Anzeigequerschnitte beziehungsweise die Wechselverkehrszeichen beispielsweise Textanzeigen, kann der Anzeigenplan den anzuzeigenden Text wie beispielsweise "Straße gesperrt", "Tunnel gesperrt" oder "Stau" umfassen. Nachteilig an dieser Lösung ist, dass es nur schwer oder gar nicht möglich ist, einen theoretischen Nachweis zu führen, dass der Anzeigenplan sämtliche Verkehrsregeln befolgt, insbesondere wenn die angeforderte Anzeige mehrere Wechselverkehrszeichen an unterschiedlichen Stellen umfasst. Deshalb sind langwierige Testverfahren notwendig. Ferner kann mittels eines auf einem Flussdiagramm mit Bedingungen und Ausnahmeregelungen basierenden Verfahren auch problematisch sein, wenn eine weitere angeforderte Anzeige verarbeitet wird und dabei Teile des Anzeigenplans überschrieben werden. Die gängigen Verfahren sehen hier ein kompliziertes Überprüfungsverfahren vor, welches hohe Rechenkapazitäten in Anspruch nimmt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zur Ansteuerung einer Mehrzahl von Anzeigequerschnitten bereitzustellen, bei dem Signalisierungsregeln durch das Verfahren berücksichtigt werden. Ferner liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Computerprogramm zur Durchführung des Verfahrens, ein Speichermedium mit dem Computerprogramm, eine Steuereinheit und ein Verkehrsleitsystem mit diesen Eigenschaften bereitzustellen.

[0006] Diese Aufgaben werden mit den Gegenständen der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0007] Ein Verfahren zur Ansteuerung einer Mehrzahl von Anzeigequerschnitten umfasst die folgenden Schritte. Zunächst wird eine angeforderte Anzeige für mindestens ein Wechselverkehrszeichen mindestens eines Anzeigequerschnitts eingelesen, wobei die angeforderte Anzeige auch für mehrere Wechselverkehrszeichen eines oder mehrerer Anzeigequerschnitte eingelesen werden kann. Anschließend werden Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung aufgestellt, wobei für die Bestimmungsgleichung Informationen über eine Topologie von Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte sowie Signalisierungsregeln verwendet werden. Durch die Topologie können Ortsbeziehungen der Wechselverkehrszeichen untereinander berücksichtigt werden. Mit den Signalisierungsregeln kann erreicht werden, dass nur rechtlich zulässige Anzeigen mittels der Wechselverkehrszeichen ausgegeben werden. Dies kann sich insbesondere darauf beziehen, dass eine Kombination von Anzeigen rechtlich zulässig ist. Anschließend wird eine Lösung der diskreten Optimierung berechnet, wobei die Lösung einen Anzeigenplan der Anzeigequerschnitte umfasst.

[0008] Durch die Verwendung der diskreten Optimierung kann ein Verfahren bereitgestellt werden, bei dem mittels der Signalisierungsregeln alle rechtlich zulässigen Kombinationen von Anzeigen verwendet werden und innerhalb dieser eine Kombination von Anzeigen ausgewählt wird. Dabei kann vorgesehen sein, dass durch das Verfahren eine optimale Kombination unter den rechtlich zulässigen Kombinationen ausgewählt wird, also eine Kombination mit möglichst bestem Verkehrsfluss. Die diskrete Optimierung kann dabei insbesondere eine lineare ganzzahlige Optimierung umfassen. Die

diskrete Optimierung ist insbesondere deshalb vorteilhaft, da die Anzeigen jeweils im Regelfall nur eine definierte Anzeigemöglichkeit signalisieren können.

[0009] Die Signalisierungsregeln können in den Bestimmungsgleichungen insbesondere derart berücksichtigt werden, dass nach den Signalisierungsregeln zulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten ermöglicht und unzulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten ausgeschlossen werden. Die Signalisierungsregeln können beispielsweise allgemein umfassen, dass eine bestimmte Anzeige auf einem Wechselverkehrszeichen bestimmte Ausschlüsse für einige Anzeigemöglichkeiten anderer, topographisch naheliegender Wechselverkehrszeichen zur Folge hat. Die Bestimmungsgleichungen werden dann so aufgestellt, dass unzulässige Kombinationen mathematisch unmöglich werden und zulässige Kombinationen mathematisch möglich bleiben.

[0010] Der Anzeigenplan kann dabei Anzeigebilder für die Wechselverkehrszeichen beinhalten, also welches Wechselverkehrszeichen welches Verkehrszeichen anzeigen soll.

[0011] In einer Ausführungsform wird das Verfahren in einer Recheneinheit eines Verkehrsleitsystems durchgeführt. Steuersignale werden an die Anzeigequerschnitte anhand des Anzeigenplans ausgegeben. Die Anzeigequerschnitte können dann eingerichtet sein, Wechselverkehrszeichen anhand der Steuersignale anzusteuern und den Steuersignalen beziehungsweise dem Anzeigenplan entsprechende Anzeigen der Wechselverkehrszeichen zu Schalten.

[0012] In einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Informationen über die Topologie, die Signalisierungsregeln und die angeforderte Anzeige in einer Eingabedatei abgelegt. Beim Einlesen der angeforderten Anzeige wird die Eingabedatei eingelesen. Dieses Verfahren ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn mehrere Abschnitte eines Straßennetzes von einer zentralen Stelle aus kontrolliert werden sollen und die Berechnung nur in einem beschränkten Bereich um die Wechselverkehrszeichen der angeforderten Anzeige durchgeführt werden soll. Dies ermöglicht ein effizientes Verfahren. Gegebenenfalls können so auch für unterschiedliche Orte unterschiedliche Signalisierungsregeln berücksichtigt werden. Eine mehrspurige Autobahn kann beispielsweise anderen Signalisierungsregeln unterworfen sein als eine mehrspurige innerörtliche Straße. Alternativ können auch für sämtliche unterschiedlichen Orte die Topologie und die Signalisierungsregeln innerhalb der das Verfahren durchführenden Recheneinheit bereitgestellt sein, beispielsweise in einem Speicher der Recheneinheit.

[0013] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfassen die Bestimmungsgleichungen Parameter für verschiedene Anzeigemöglichkeiten der Wechselverkehrszeichen. Beim Berechnen der Lösung wird eine gewichtete Funktion der Parameter der verschiedenen Anzeigemöglichkeiten maximiert. Gewichtungsfaktoren können dabei insbesondere derart sein, dass beim Berechnen der Lösung diejenigen Anzeigemöglichkeiten bevorzugt werden, die einen besseren Verkehrsfluss erwarten lassen.

[0014] In einer Ausführungsform des Verfahrens sind die Parameter entweder Null oder Eins. Dies ermöglicht eine einfache Aufstellung der Bestimmungsgleichungen, gegebenenfalls automatisiert, und ermöglicht außerdem ein einfacheres Berechnen der Lösung.

[0015] In einer Ausführungsform des Verfahrens umfasst die Information über die Topologie von Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte für jedes Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte eine Liste möglicherweise beeinflusster Wechselverkehrszeichen. Das Verfahren wird iterativ durchgeführt, zunächst für die durch das zumindest eine Wechselverkehrszeichen mit der angeforderten Anzeige möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen. In jedem weiteren iterativen Schritt werden weitere Wechselverkehrszeichen berücksichtigt, wobei die weiteren Wechselverkehrszeichen jeweils diejenigen sind, die Teil der Listen der möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen der bei einer Umsetzung des Anzeigenplans zu berücksichtigenden Wechselverkehrszeichen sind. Das Verfahren wird so lange durchgeführt, bis sich in einem iterativen Schritt der Anzeigenplan nicht mehr ändert. Es werden also zunächst nur die Wechselverkehrszeichen berücksichtigt, die durch die angeforderte Anzeige beeinflusst werden können. Hieraus ergibt sich ein Anzeigenplan, der Wechselverkehrszeichen der angeforderten Anzeige und von diesen beeinflusste Wechselverkehrszeichen umfasst. Nunmehr können alle Wechselverkehrszeichen, die von diesen Wechselverkehrszeichen beeinflusst werden, ebenfalls berücksichtigt werden und ein weiterer Anzeigenplan berechnet werden. Dies kann so lange durchgeführt werden, bis sich trotz Hinzunahme möglicherweise beeinflusster Wechselverkehrszeichen der Anzeigenplan nicht mehr ändert. Dies ermöglicht ein schnelles und effizientes Verfahren, bei dem nicht die Gesamtheit der Wechselverkehrszeichen von Anfang an berücksichtigt werden muss, so dass dieses Verfahren weniger Rechenkapazität benötigt.

[0016] In einer Ausführungsform wird das Verfahren für eine weitere angeforderte Anzeige für mindestens ein weiteres Wechselverkehrszeichen mindestens eines Anzeigequerschnitts durchgeführt. Dabei kann es sich um ein weiteres Wechselverkehrszeichen desselben Anzeigequerschnitts oder eines anderen Anzeigequerschnitts handeln. Für das weitere Wechselverkehrszeichen wird ein weiterer Anzeigenplan bestimmt. Für den Fall, dass der Anzeigenplan und der weitere Anzeigenplan mindestens ein gemeinsames Wechselverkehrszeichen beinhalten, wird eine kombinierte angeforderte Anzeige berechnet und das Verfahren für die kombinierte angeforderte Anzeige erneut durchgeführt und ein kombinierter Anzeigenplan berechnet. Dadurch kann ein effizientes Berechnungsverfahren bereitgestellt werden, wenn sich ergibt, dass der Anzeigenplan und der kombinierte Anzeigenplan überlappen, so dass auch hier eine Einhaltung der Signalisierungsregeln ermöglicht wird.

[0017] Diese Ausführungsform kann insbesondere mit der oben beschriebenen mehrfachen iterativen Durchführung des Verfahrens kombiniert werden, um möglichst wenig Rechenleistung bei gleichzeitiger Einhaltung der Signalisierungsregeln zu erreichen.

[0018] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird bei der Berechnung der kombinierten angeforderten Anzeige die angeforderte Anzeige mit dem weiteren Anzeigenplan verglichen. Aus der angeforderten Anzeige werden alle Wechselverkehrszeichen entfernt, für die der weitere Anzeigenplan restriktivere Anzeigemöglichkeiten vorsieht. Die weitere angeforderte Anzeige wird mit dem Anzeigenplan verglichen. Aus der weiteren angeforderten Anzeige werden alle Wechselverkehrszeichen entfernt, für die der Anzeigenplan restriktivere Anzeigemöglichkeiten vorsieht. Die kombinierte angeforderte Anzeige beinhaltet alle in der angeforderten Anzeige und der weiteren angeforderten Anzeige verbleibenden Wechselverkehrszeichen beziehungsweise weiteren Wechselverkehrszeichen.

[0019] Es kann vorgesehen sein, dass hierfür die bereits erwähnten Gewichtungsfaktoren verwendet werden. Es kann eine Relation zwischen den Gewichtungsfaktoren und einer Restriktion der Anzeigemöglichkeiten bestehen. Restriktivere Anzeigemöglichkeiten können dabei insbesondere diejenigen sein, die einen schlechteren Verkehrsfluss erwarten lassen. Alternativ kann vorgesehen sein, dass den angeforderten Anzeigen eine Priorisierung zugeordnet ist und die Auswahl der in der kombinierten angeforderten Anzeige verbleibenden Wechselverkehrszeichen anhand der Priorisierung ausgewählt werden. Die Priorisierung kann mittels einer Zeichenpriorität umgesetzt werden.

[0020] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird mindestens ein Wechselverkehrszeichen mindestens eines Anzeigequerschnitts nach einem derzeitigen Anzeigenplan betrieben. Es wird ein Übergangsanzeigenplan oder es werden mehrere Übergangsanzeigepläne berechnet, wobei mittels des Übergangsanzeigenplans oder der Übergangsanzeigepläne ein Übergang vom derzeitigen Anzeigenplan zum berechneten Anzeigenplan durchgeführt wird. Dies ermöglicht, vom derzeitigen Anzeigenplan zum berechneten Anzeigenplan zu wechseln, um auch während des Übergangs Anzeigeregeln einhalten zu können.

[0021] In einer Ausführungsform des Verfahrens wird der Übergangsanzeigenplan oder werden die Übergangsanzeigepläne derart berechnet, dass weitere Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung aufgestellt werden. Für die weiteren Bestimmungsgleichungen werden Regeln für erlaubte Übergänge der Wechselverkehrszeichen verwendet, wobei die weiteren Bestimmungsgleichungen weitere Parameter für verschiedene Übergangsmöglichkeiten der Wechselverkehrszeichen umfassen. Anschließend wird eine weitere Lösung der weiteren diskreten Optimierung berechnet, wobei beim Berechnen der weiteren Lösung eine gewichtete Funktion der weiteren Parameter der verschiedenen Übergangsmöglichkeiten maximiert wird.

[0022] In einer Ausführungsform des Verfahrens sind die weiteren Parameter Null oder Eins. Dies ermöglicht eine einfache Aufstellung der weiteren Bestimmungsgleichungen, gegebenenfalls automatisiert, und ermöglicht außerdem ein einfacheres Berechnen der weiteren Lösung.

[0023] Die Erfindung umfasst ferner eine Steuereinheit mit einer Eingabeschnittstelle für mindestens eine angeforderte Anzeige, einer Recheneinheit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens und einer Ausgabeschnittstelle für aus dem Anzeigenplan abgeleitete Steuersignale.

[0024] Die Erfindung umfasst ferner ein Verkehrsleitsystem mit einer erfindungsgemäßen Steuereinheit und mindestens einem Anzeigequerschnitt. Der Anzeigequerschnitt weist eine Eingangsschnittstelle auf, die mit der Ausgabeschnittstelle der Steuereinheit verbunden ist und wobei der Anzeigequerschnitt eingerichtet ist, über die Eingangsschnittstelle aus dem Anzeigenplan abgeleitete Steuersignale zu empfangen und Wechselverkehrszeichen anhand der Steuersignale zu betreiben. Dabei kann vorgesehen sein, dass die Steuersignale den Anzeigenplan umfassen und die Anzeigequerschnitte anhand des Anzeigenplans ermitteln, welches Wechselverkehrszeichen welche Anzeige schalten soll. Dadurch wird ein Verkehrsleitsystem bereitgestellt, bei dem eine Bedienperson über die Eingabeschnittstelle eine angeforderte Anzeige eingeben kann, die Steuereinheit daraus den Anzeigenplan erstellt und der oder die Anzeigequerschnitte die durch den Anzeigenplan vorgesehenen Anzeigenbilder jeweils anzeigen. Die Anzeigequerschnitte werden dann anhand des Anzeigenplans betrieben.

[0025] Die Erfindung umfasst ferner ein Computerprogramm, umfassend Programmcode, der ausgeführt auf einer Recheneinheit diese dazu veranlasst, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen. In der Steuereinheit kann ein solches Computerprogramm gespeichert sein.

[0026] Die Erfindung umfasst ferner ein maschinenlesbares Speichermedium, auf dem das erfindungsgemäße Computerprogramm gespeichert ist. Die Steuereinheit kann ein solches maschinenlesbares Speichermedium aufweisen.

[0027] 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 eine angeforderte Anzeige für ein Wechselverkehrszeichen eines Anzeigequerschnitts;

FIG 2 einen Anzeigenplan;

FIG 3 eine Tabelle mit Anzeigemöglichkeiten und Gewichtungen;

FIG 4 ein Verkehrsleitsystem mit einer Steuereinheit;

5 FIG 5 ein weiteres Beispiel einer angeforderten Anzeige;

FIG 6 ein weiteres Beispiel eines Anzeigenplans;

FIG 7 eine Tabelle mit weiteren Anzeigemöglichkeiten und weiteren Gewichtungen;

10

FIG 8 angeforderte Anzeigen, und eine daraus berechnete kombinierte angeforderte Anzeige;

FIG 9 Einflussbereiche von Wechselverkehrszeichen; und

15

FIG 10 Übergangsanzeigepläne.

[0028] FIG 1 zeigt eine angeforderte Anzeige 100 für eine dreispurige Fahrbahn 10 mit einer linken Fahrspur 11, einer mittleren Fahrspur 12, einer rechten Fahrspur 13 und einer Fahrrichtung 14, wobei sich Fahrzeuge (nicht gezeigt) auf den Fahrspuren 11, 12, 13 in Fahrrichtung 14 bewegen können. Ferner sind vier Anzeigequerschnitte 20, ein erster Anzeigequerschnitt 21, ein zweiter Anzeigequerschnitt 22, ein dritter Anzeigequerschnitt 23 und ein vierter Anzeigequerschnitt 24 dargestellt, wobei jeder Anzeigequerschnitt 20 drei Wechselverkehrszeichen 30 aufweist, ein Wechselverkehrszeichen 30 pro Fahrspur 11, 12, 13. Der erste Anzeigequerschnitt 21 ist dabei in Fahrrichtung 14 hinten, der zweite Anzeigequerschnitt 22 in Fahrrichtung vor dem ersten Anzeigequerschnitt 21, der dritte Anzeigequerschnitt 23 in Fahrrichtung vor dem zweiten Anzeigequerschnitt 22 und der vierte Anzeigequerschnitt 24 in Fahrrichtung vor dem dritten Anzeigequerschnitt 23 angeordnet. Die Wechselverkehrszeichen 30 sind hier den Fahrspuren 11, 12, 13 zugeordnet, dies muss jedoch nicht zwingend der Fall sein.

20

25

[0029] Die angeforderte Anzeige 100 umfasst ein Fahrspursperrungssignal 31, welches für das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts angezeigt werden soll. Das Fahrspursperrungssignal 31 ist als diagonales Kreuz dargestellt, welches real beispielsweise in Form einer roten Leuchtanzeige dargestellt wird. Es sind auch andere Darstellungen des Fahrspursperrungssignals 31 denkbar, beispielsweise unterschiedliche in unterschiedlichen Ländern. Es könnte beispielsweise auch eine komplett rote Fläche vorgesehen sein.

30

[0030] Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann nun ein Anzeigenplan für die Anzeigequerschnitte 20 bestimmt werden. Dabei können die folgenden Schritte durchgeführt werden:

35

- Einlesen der angeforderten Anzeige 100 für mindestens ein Wechselverkehrszeichen 30 mindestens eines Anzeigequerschnitts 20;
- Aufstellen von Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung, wobei für die Bestimmungsgleichung Informationen über eine Topologie von Wechselverkehrszeichen 30 der Anzeigequerschnitte 20 sowie Signalisierungsregeln verwendet werden;
- 40 - Berechnen einer Lösung der diskreten Optimierung, wobei die Lösung einen Anzeigenplan 110 der Anzeigequerschnitte 20 umfasst.

[0031] FIG 2 zeigt einen Anzeigenplan 110, der das Ergebnis der berechneten Lösung der diskreten Optimierung des Verfahrens ist. Der Anzeigenplan 110 umfasst das Fahrspursperrungssignal 31 des der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 sowie jeweils ein Warnzeichen 32 für die der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts 22, des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24. Das Warnzeichen 32 ist als Dreieck mit integriertem Ausrufezeichen dargestellt, wobei das Dreieck beispielsweise rot und das Ausrufezeichen weiß oder schwarz sein kann. Alternativ kann das Warnzeichen 32 beispielsweise eine komplett gelbe Fläche sein.

45

50

[0032] FIG 3 zeigt eine Tabelle mit verschiedenen Anzeigemöglichkeiten 50 und verschiedenen Gewichtungen 51 der Anzeigemöglichkeiten 50. Neben dem bereits erwähnten Fahrspursperrungssignal 31 mit Gewichtung minus einhundert und dem bereits erwähnten Warnzeichen 32 mit Gewichtung minus fünfzehn sind auch ein Spurwechselsignal nach links 33 mit Gewichtung minus zwanzig, ein Spurwechselsignal nach rechts 34 mit Gewichtung minus dreißig, eine erste Geschwindigkeitsbegrenzung 35 (60 km/h) mit Gewichtung minus zehn, eine zweite Geschwindigkeitsbegrenzung 36 (80 km/h) mit Gewichtung Null, eine dritte Geschwindigkeitsbegrenzung 37 (100 km/h) mit Gewichtung zehn und eine vierte Geschwindigkeitsbegrenzung 38 (120 km/h) mit Gewichtung zwanzig dargestellt. Die Geschwindigkeitsbegrenzungen 35, 36, 37, 38 sind dabei wie in Europa üblich durch Zahlen in einem Kreis dargestellt, wobei der Kreis rot und die Zahlen weiß oder schwarz sein können. Selbstverständlich können die Darstellungen der Anzeigemöglichkeiten

55

50 für andere Regionen oder Länder abweichen.

[0033] In einem Ausführungsbeispiel wird die diskrete Optimierung derart durchgeführt, dass die Bestimmungsgleichungen Parameter für verschiedene Anzeigemöglichkeiten 50 der Wechselverkehrszeichen 30 umfassen, wobei beim Berechnen der Lösung eine gewichtete Funktion der Parameter der verschiedenen Anzeigemöglichkeiten maximiert wird. Für die angeforderte Anzeige 100 und der Anzeigenplan 110 der FIG 1 und 2 kann dies beispielsweise mit dem folgenden Algorithmus und den Anzeigemöglichkeiten 50 und Gewichtungen 51 der FIG 3 erfolgen. Dabei erhält die linke Fahrspur 11 den Index 0, die mittlere Fahrspur 12 den Index 1 und die rechte Fahrspur 13 den Index 2. Der maximale Index einer Fahrspur kann so um eins kleiner als die Anzahl der Fahrspuren 11, 12, 13 sein. Der erste Anzeigequerschnitt 21 erhält den Index 1, der zweite Anzeigequerschnitt 22 erhält den Index 2, der dritte Anzeigequerschnitt 23 erhält den Index 3 und der vierte Anzeigequerschnitt 24 erhält den Index 4. Der Parameter x_{0_2} steht dann für die Anzeige des Wechselverkehrszeichen 30, die der ersten Fahrspur 11 und dem zweiten Anzeigequerschnitt 22 zugeordnet ist. Durch die angeforderte Anzeige 100 wird der Parameter $x_{1_1_Sperrung}$ gleich 1 gesetzt. Das hat zur Folge, dass $x_{1_1_Sperrung}=1$ eine erste Bestimmungsgleichung für die diskrete Optimierung ist. Eine Signalisierungsregel könnte beispielsweise lauten, dass 600 Meter in Fahrrichtung 14 vor dem Fahrspursperrungssignal 31 nur das Fahrspursperrungssignal 31, das Warnzeichen 32 oder die Spurwechselsignale 33, 34 angezeigt werden sollen, nicht jedoch die Geschwindigkeitsbegrenzungen. Für das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts (x_{1_2}) ergeben sich daraus folgende Beziehungen:

$$x_{1_2_60} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_2_80} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_2_100} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_2_120} + x_{1_1_Sperrung} = 1.$$

[0034] Die Indizes 60, 80, 100 und 120 stehen dabei für die Geschwindigkeitsbeschränkungen 35, 36, 37, 38. Analog ergibt sich für den dritte Anzeigequerschnitt 23 und den vierte Anzeigequerschnitt 24:

$$x_{1_3_60} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_3_80} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_3_100} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_3_120} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_4_60} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_4_80} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_4_100} + x_{1_1_Sperrung} = 1$$

$$x_{1_4_120} + x_{1_1_Sperrung} = 1.$$

[0035] Ferner kann sich aus den Signalisierungsregeln ergeben, dass vor einem Fahrspursperrungssignal 31 nicht

freie Fahrt sein soll, so dass eine der Anzeigemöglichkeiten 50 angezeigt wird. Daraus ergibt sich für das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts eine weitere Bestimmungsgleichung:

$$x_{1_2_Sperrung} + x_{1_2_Warnung} + x_{1_2_Wechsellinks} + x_{1_2_Wechselrechts} + x_{1_2_60} + x_{1_2_80} + x_{1_2_100} + x_{1_2_120} = 1.$$

[0036] Die Signalisierungsregeln sind in den Bestimmungsgleichungen also derart berücksichtigt, dass nach den Signalisierungsregeln zulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten 50 ermöglicht und unzulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten 50 ausgeschlossen werden.

[0037] Nun können die Parameter aller Anzeigemöglichkeiten 50 aller Wechselverkehrszeichen 30 mit den Gewichtungen 51 multipliziert und aufsummiert werden, wobei durch die diskrete Optimierung diese Summe maximiert wird unter den durch die Bestimmungsgleichungen gegebenen Randbedingungen.

[0038] Durch die Bestimmungsgleichungen kann auch die Topologie der Wechselverkehrszeichen 30 berücksichtigt werden, wobei die Topologie insbesondere darauf einen Einfluss hat, welche Parameter sich gegenseitig ausschließen.

[0039] Durch die Maximierung der Summe wie oben beschrieben und die Wahl der Gewichtungen 51 wie in FIG 3 dargestellt, kann erreicht werden, dass die Lösung diejenige ist, von der angenommen werden kann, dass sie den geringsten Einfluss auf den Verkehrsfluss hat. Insbesondere können die Gewichtungen 51 so vorgenommen werden, dass weniger eingreifende Anzeigemöglichkeiten 51 höher gewichtet sind.

[0040] Es kann vorgesehen sein, dass alle Parameter x entweder Null oder Eins sind. Dies ermöglicht eine besonders einfache Berechnung des Anzeigenplans 110.

[0041] Neben dem beschriebenen Algorithmus, bei dem die diskrete Optimierung mittels ganzzahliger linearer Optimierung erfolgt, sind auch andere diskrete Optimierungsverfahren denkbar, beispielsweise lineare Optimierung mit anschließender Auswahl diskreter Anzeigebilder der einzelnen Wechselverkehrszeichen 30.

[0042] FIG 4 zeigt ein Verkehrsleitsystem 1, bei dem die vier Anzeigequerschnitte 21, 22, 23, 24 der Fahrbahn 10 wie bereits beschrieben ausgestaltet sind. Das Verkehrsleitsystem 1 weist ferner eine Steuereinheit 2 auf, die eine Recheneinheit 3, eine Eingabeschnittstelle 4 und Ausgabeschnittstellen 5 aufweist. Die Ausgabeschnittstellen 5 sind mit Eingangsschnittstellen 6 der vier Anzeigequerschnitte 21, 22, 23, 24 verbunden. Die Eingangsschnittstelle 5 ist mit einem Eingaberechner 7 verbunden. Eine Bedienperson kann mittels des Eingaberechners 7 die angeforderte Anzeige 100 eingeben. Die Recheneinheit 3 führt dann das Verfahren durch und gibt den Anzeigenplan 110 oder aus dem Anzeigenplan 110 abgeleitete Steuersignale über die Ausgabeschnittstellen 5 an die Anzeigequerschnitte 21, 22, 23, 24 aus, die dann den Anzeigenplan 110 anzeigen. Optional dargestellt ist ein maschinenlesbares Speichermedium 8, das der Recheneinheit 3 zugeordnet ist. Ein Computerprogramm, umfassend Programmcode, der ausgeführt auf der Recheneinheit 3 diese dazu veranlasst, das erfindungsgemäße Verfahren durchzuführen, kann im maschinenlesbaren Speichermedium 8 gespeichert sein. Insbesondere kann dies eine Festplatte, einen Flash-Speicher, eine DVD, eine CD-ROM und andere Speichermedien umfassen.

[0043] Die Informationen über die Topologie, die Signalisierungsregeln und die angeforderte Anzeige 100 können dabei in einer Eingabedatei abgelegt sein und vom Eingaberechner 7 der Steuereinheit 2 zur Verfügung gestellt werden. Beim Einlesen der angeforderten Anzeige 100 kann dann die Eingabedatei eingelesen werden.

[0044] FIG 5 zeigt ein weiteres Beispiel einer angeforderten Anzeige 100 für eine dreispurige Fahrbahn 10 mit vier Anzeigequerschnitten 20, die der angeforderten Anzeige 100 der FIG 1 entspricht, sofern im Folgenden keine Unterschiede beschrieben sind. Jeder Anzeigequerschnitt 20 weist fünf Wechselverkehrszeichen 30 auf, jeweils ein Wechselverkehrszeichen 30 pro Fahrspur 11, 12, 13 analog zu Fig. 1 und zwei fahrspurübergreifende Wechselverkehrszeichen 30.

[0045] Die angeforderte Anzeige 100 umfasst ein Fahrspursperrungssignal 31, welches für das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts angezeigt werden soll. Auch aus dieser angeforderten Anzeige 100 kann mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Anzeigenplan erstellt werden.

[0046] FIG 6 zeigt den Anzeigenplan 110, der das Ergebnis der berechneten Lösung der diskreten Optimierung des mit der angeforderten Anzeige 110 der FIG 5 durchgeführten Verfahrens ist. Der Anzeigenplan 110 umfasst das Fahrspursperrungssignal 31 des der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichens 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21. Der Anzeigenplan 110 umfasst ferner die dritte Geschwindigkeitsbegrenzung (80 km/h) für alle der ersten Fahrspur 11 und der dritten Fahrspur 13 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 sowie der der zweiten Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24. Der Anzeigenplan 110 umfasst ferner jeweils ein Warnzeichen 32 für die fahrspurübergreifenden Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts 22, des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24.

querschnitts 24.

[0047] FIG 7 zeigt eine Tabelle mit verschiedenen Anzeigemöglichkeiten 50 und verschiedenen Gewichtungen 51 der Anzeigemöglichkeiten 50, wobei die Anzeigemöglichkeiten 50 für die fahrspurübergreifenden Wechselverkehrszeichen 30 vorgesehen sein können. Neben dem bereits beschriebenen Warnsignal 32 mit Gewichtung minus fünfzehn ist ein Überholverbot 41 mit Gewichtung minus dreißig, ein Lastkraftwagenüberholverbot 42 mit Gewichtung minus zwanzig und eine Tonnagebeschränkung 43 mit Gewichtung minus fünfzig angeordnet. Für die fahrspurübergreifenden Wechselverkehrszeichen 30 kann dabei jeweils ein Index vorgesehen sein, der der Anzahl der Fahrspuren 11, 12, 13 entspricht.

[0048] FIG 8 zeigt, wie mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens mit sich widersprechenden Anzeigenplänen umgegangen werden kann. Bezugszeichen der Anzeigemöglichkeiten 50 beziehen sich dabei auf die in den FIG 3 und 7 dargestellten Anzeigemöglichkeiten 50. Eine angeforderte Anzeige 100 umfasst ein Fahrspursperrungssignal 31 und eine erste Geschwindigkeitsbegrenzung 35. Daraus wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Anzeigenplan 110 mit einem Fahrspursperrungssignal 31, einem Spurwechsel nach links 33, mehreren ersten Geschwindigkeitsbegrenzungen 35 und mehreren zweiten Geschwindigkeitsbegrenzungen 36 berechnet. Eine weitere angeforderte Anzeige 102 umfasst ein Fahrspursperrungssignal 31 und eine zweite Geschwindigkeitsbegrenzung 36. Daraus wird mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens ein weiterer Anzeigenplan 112 mit einem Fahrspursperrungssignal 31, einem Spurwechsel nach rechts 34, mehreren ersten Geschwindigkeitsbegrenzungen 35 und mehreren zweiten Geschwindigkeitsbegrenzungen 36 berechnet.

[0049] Sind der Anzeigenplan 110 und der weitere Anzeigenplan 112 so, dass sie keine gemeinsamen Wechselverkehrszeichen 30 beinhalten, werden beide Anzeigenpläne 110, 112 ausgegeben. In FIG 8 ist jedoch der Fall dargestellt, dass der Anzeigenplan 110 und der weitere Anzeigenplan 112 mindestens ein gemeinsames Wechselverkehrszeichen 30 beinhalten. In diesem Fall wird eine kombinierte angeforderte Anzeige 104 berechnet und das Verfahren für die kombinierte angeforderte Anzeige 104 erneut durchgeführt und ein kombinierter Anzeigenplan 114 berechnet. Dieser kombinierte Anzeigenplan 114 kann dann ausgegeben werden.

[0050] Im in FIG 8 gezeigten Ausführungsbeispiel wird die kombinierte angeforderte Anzeige 104 derart bestimmt, dass die angeforderte Anzeige 100 mit dem weiteren Anzeigenplan 112 verglichen wird und aus der angeforderten Anzeige 100 alle Wechselverkehrszeichen 30 entfernt werden, für die der weitere Anzeigenplan 112 restriktivere Anzeigemöglichkeiten vorsieht und wobei die weitere angeforderte Anzeige 102 mit dem Anzeigenplan 110 verglichen wird und aus der weiteren angeforderten Anzeige 102 alle Wechselverkehrszeichen 30 entfernt werden, für die der Anzeigenplan 110 restriktivere Anzeigemöglichkeiten vorsieht. Die kombinierte angeforderte Anzeige 104 beinhaltet alle in der angeforderten Anzeige 100 und der weiteren angeforderten Anzeige 102 verbleibenden Wechselverkehrszeichen beziehungsweise weiteren Wechselverkehrszeichen. Bezogen auf das in FIG 8 dargestellte Beispiel bedeutet das, dass aus der angeforderten Anzeige 100 die erste Geschwindigkeitsbegrenzung 36 entfernt wird, da der weitere Anzeigenplan 112 hier einen Spurwechselsignal nach rechts 34 vorsieht und aus der weiteren angeforderten Anzeige die zweite Geschwindigkeitsbegrenzung 36 entfernt wird, da der Anzeigenplan 110 hier einen Spurwechselsignal nach links 33 vorsieht. Somit verbleiben in der kombinierten angeforderten Anzeige 104 nur die Fahrspursperrungssignale 31. Der aus der kombinierten angeforderten Anzeige 104 berechnete kombinierte Anzeigenplan 114 beinhaltet Fahrspursperrungssignale 31, einen Spurwechselsignal nach links 33, einen Spurwechselsignal nach rechts 34 sowie erste Geschwindigkeitsbegrenzungen 35 und zweite Geschwindigkeitsbegrenzungen 36. Durch das im Zusammenhang mit FIG 8 erläuterte Verfahren kann erreicht werden, dass selbst bei sich eigentlich widersprechenden angeforderten Anzeigen 100, 102 ein den Signalisierungsregeln entsprechender kombinierter Anzeigenplan 114 berechnet werden kann.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass hierfür die bereits erwähnten Gewichtungsfaktoren verwendet werden. Es kann eine Relation zwischen den Gewichtungsfaktoren und einer Restriktion der Anzeigemöglichkeiten 30 bestehen. Restriktivere Anzeigemöglichkeiten können dabei insbesondere diejenigen sein, die einen schlechteren Verkehrsfluss erwarten lassen und somit eine niedrigere und insbesondere eine negative Gewichtung aufweisen.

[0052] FIG 9 zeigt eine angeforderte Anzeige 100, die der angeforderten Anzeige 100 der FIG 1 entspricht. Die Information über die Topologie von Wechselverkehrszeichen 30 der Anzeigequerschnitte für jedes Wechselverkehrszeichen der Anzeigequerschnitte 21, 22, 23, 24 umfasst eine Liste möglicherweise beeinflusster Wechselverkehrszeichen 30, wobei das Verfahren iterativ durchgeführt wird. Ein erster Einflussbereich 121 umfasst die für die durch die Wechselverkehrszeichen 30 mit der angeforderten Anzeige (Fahrspursperrungssignal 31) möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen 30. In FIG 9 sind dies die weiteren Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 sowie das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts. In einem ersten iterativen Schritt wird der Anzeigenplan nur für den ersten Einflussbereich 121 berechnet. Aus dem für den ersten Einflussbereich 121 berechneten Anzeigenplan ergibt sich ein zweiter Einflussbereich 122, wobei der zweite Einflussbereich diejenigen Wechselverkehrszeichen 30 beinhaltet, die möglicherweise beeinflusste Wechselverkehrszeichen 30 der bei einer Umsetzung des für den ersten Einflussbereich 121 berechneten Anzeigenplans zu berücksichtigenden Wechselverkehrszeichen sind. Analog können ein dritter Einflussbereich 123 und ein vierter Einflussbereich 124 bestimmt werden. Insgesamt werden also in jedem weiteren iterativen Schritt weitere Wechselverkehrszeichen 30

berücksichtigt, wobei die weiteren Wechselverkehrszeichen 30 jeweils diejenigen sind, die Teil der Listen der möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen 30 der bei einer Umsetzung des Anzeigenplans zu berücksichtigenden Wechselverkehrszeichen 30 sind. Das Verfahren wird so lange durchgeführt, bis sich in einem iterativen Schritt der Anzeigenplan nicht mehr ändert. So kann ein recheneffizientes Verfahren zum Ermitteln des Anzeigenplans bereitgestellt werden.

[0053] FIG 10 zeigt Übergangsanzeigepäne 131, 132, mit denen das mindestens eine Wechselverkehrszeichen 30 des mindestens einen Anzeigequerschnitts 20 von einem derzeitigen Anzeigenplan in den durch das Verfahren ermittelten Anzeigenplan 110 überführt werden kann. Dabei können Übergangsregeln befolgt werden. Die angeforderte Anzeige 100 kann dabei analog zu FIG 1 sein, wobei die Signalisierungsregeln ergeben, dass auch das der mittleren Fahrspur 12 des zweiten Anzeigequerschnitts 22 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 ein Fahrspursperrungssignal 31 und die beiden davor angeordneten, der mittleren Fahrspur 12 des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 jeweils das Warnsignal 32 zeigen sollen. Es kann beispielsweise vorgesehen sein, dass kein Wechselverkehrszeichen direkt von einer leeren Anzeige auf das Fahrspursperrungssignal 31 umschalten kann. Ferner kann vorgesehen sein, dass kein Wechselverkehrszeichen 30 umschalten darf, wenn in Fahrrichtung 14 vor dem betreffenden Wechselverkehrszeichen 30 ein Wechselverkehrszeichen ebenfalls noch umschalten muss. Ferner kann vorgesehen sein, dass in Fahrrichtung 14 hinter einem Wechselverkehrszeichen 30 angeordnete Wechselverkehrszeichen 30 nur dann umschalten dürfen, wenn die beiden Wechselverkehrszeichen 30 unterschiedliche Anzeigemöglichkeiten anzeigen.

[0054] Bezogen auf FIG 10 bedeutet das, dass zunächst alle der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 auf das Warnzeichen 32 umschalten. Dies stellt einen Übergangsanzeigepan 131 dar. Signalisiert ist dies im Anzeigenplan 110 dadurch, dass allen Wechselverkehrszeichen 30 der mittleren Fahrspur der Buchstabe W zugeordnet ist, wobei das W für Umschalten auf Warnzeichen steht. Ausgehend vom ersten Übergangsanzeigepan 131 wird dem der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24 nun eine Null zugeordnet, da diese bereits im finalen Zustand sind. Das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts 22 wird eine Eins zugeordnet, da dieses Wechselverkehrszeichen 30 im nächsten Schritt weiter umschalten soll (zum Fahrspursperrungssignal 31). Dem der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 wird der Buchstabe V zugeordnet, da dieses Wechselverkehrszeichen 30 noch nicht umschalten darf, also erst verzögert umschalten soll, da das in Fahrrichtung 14 davor liegende Wechselverkehrszeichen 30 (des zweiten Anzeigequerschnitts 22) ebenfalls noch umschalten muss. Das der mittleren Fahrspur 12 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 zeigt also weiter das Warnzeichen 32 an. Dies stellt einen weiteren Übergangsanzeigepan 132 dar, wobei der weitere Übergangsanzeigepan 132 nun durch ein Umschalten der der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 in den Anzeigenplan 110 überführt wird. Dies ist im weiteren Übergangsanzeigepan 132 dadurch verdeutlicht, dass den der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des zweiten Anzeigequerschnitts 22, des dritten Anzeigequerschnitts 23 und des vierten Anzeigequerschnitts 24 jeweils eine Null zugeordnet ist, die kein weiteres Umschalten signalisiert und dem der mittleren Fahrspur 12 zugeordneten Wechselverkehrszeichen 30 des ersten Anzeigequerschnitts 21 eine Eins zugeordnet ist, und damit diese Wechselverkehrszeichen 30 im nächsten Schritt umschalten darf.

[0055] Es wird also das mindestens eine Wechselverkehrszeichen 30 des mindestens einen Anzeigequerschnitts 20 nach einem derzeitigen Anzeigenplan betrieben und ein Übergangsanzeigepan 131 oder mehrere Übergangsanzeigepäne 131, 132 berechnet. Mittels des Übergangsanzeigepans 131 oder der Übergangsanzeigepäne 131, 132 wird ein Übergang vom derzeitigen Anzeigenplan zum berechneten Anzeigenplan 110 durchgeführt.

[0056] In einem Ausführungsbeispiel wird der Übergangsanzeigepan 131 oder werden die Übergangsanzeigepäne 131, 132 derart berechnet, dass weitere Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung aufgestellt werden. Für die weiteren Bestimmungsgleichungen werden Regeln für erlaubte Übergänge der Wechselverkehrszeichen 30 verwendet. Die weiteren Bestimmungsgleichungen umfassen weitere Parameter für verschiedene Übergangsmöglichkeiten der Wechselverkehrszeichen 30. Anschließend wird eine weitere Lösung der weiteren diskreten Optimierung berechnet, wobei beim Berechnen der weiteren Lösung eine gewichtete Funktion der weiteren Parameter der verschiedenen Übergangsmöglichkeiten maximiert wird.

[0057] Beim Übergang vom ersten Übergangsanzeigepan 131 zum zweiten Übergangsanzeigepan 132 können dabei folgende weitere Bestimmungsgleichungen verwendet werden, wobei die Indizes wie im Zusammenhang mit den FIG 1 bis 3 beschrieben sind und der Parameter W (Warnzeichen) die Gewichtung minus einhundertzehn, der Parameter Null (kein weiterer Wechsel) die Gewichtung minus einhundert, der Parameter V (Verzögerter Wechsel) die Gewichtung zehn und der Parameter Eins (Wechsel zum nächsten Symbol) die Gewichtung einhundert erhält.

[0058] Eine erste weitere Bestimmungsgleichung ergibt sich daraus, dass das der mittleren Fahrspur 12 des dritten Anzeigequerschnitts 23 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 nicht verzögert ist und das der mittleren Fahrspur 12 des zweiten Anzeigequerschnitts 22 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 somit umschalten darf:

$$x_{1_2_}[1] + x_{1_3_}[V] = 1$$

[0059] Eine zweite weitere Bestimmungsgleichung ergibt sich daraus, dass das der mittleren Fahrspur 12 des ersten Anzeigequerschnitts 21 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 und das der mittleren Fahrspur 12 des zweiten Anzeigequerschnitts 22 zugeordnete Wechselverkehrszeichen 30 nicht gleichzeitig umschalten dürfen:

$$x_{1_1_}[1] + x_{1_2_}[1] = 1$$

[0060] Nun können die weiteren Parameter aller Umschaltmöglichkeiten (V, W, 0, 1) aller Wechselverkehrszeichen 30 mit den weiteren Gewichtungen multipliziert und aufsummiert werden, wobei durch die diskrete Optimierung diese Summe maximiert wird unter den durch die weiteren Bestimmungsgleichungen gegebenen Randbedingungen. Dabei kann vorgesehen sein, dass die weiteren Parameter Null oder Eins sind.

[0061] Insbesondere können die im Zusammenhang mit FIG 1 bis 7 erläuterten Verfahrensschritte mit den Verfahrensschritten der FIG 8 und/oder der FIG 9 und/oder der FIG 10 kombiniert werden.

[0062] 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 Ansteuerung einer Mehrzahl von Anzeigequerschnitten (20, 21, 22, 23, 24), mit den folgenden Schritten:

- Einlesen einer angeforderten Anzeige (100) für mindestens ein Wechselverkehrszeichen (30) mindestens eines Anzeigequerschnitts (20, 21, 22, 23, 24);
- Aufstellen von Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung, wobei für die Bestimmungsgleichung Informationen über eine Topologie von Wechselverkehrszeichen (30) der Anzeigequerschnitte (20, 21, 22, 23, 24) sowie Signalisierungsregeln verwendet werden;
- Berechnen einer Lösung der diskreten Optimierung, wobei die Lösung einen Anzeigenplan (110) der Anzeigequerschnitte (20, 21, 22, 23, 24) umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren in einer Recheneinheit (3) eines Verkehrsleitsystems (1) durchgeführt wird und Steuersignale an die Anzeigequerschnitte (20, 21, 22, 23, 24) anhand des Anzeigenplans (110) ausgegeben werden.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Signalisierungsregeln in den Bestimmungsgleichungen derart berücksichtigt werden, dass nach den Signalisierungsregeln zulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten (50) ermöglicht und unzulässige Kombinationen von Anzeigemöglichkeiten (50) ausgeschlossen werden.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die Informationen über die Topologie, die Signalisierungsregeln und die angeforderte Anzeige (100) in einer Eingabedatei abgelegt sind und beim Einlesen der angeforderten Anzeige (100) die Eingabedatei eingelesen wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Bestimmungsgleichungen Parameter für verschiedene Anzeigemöglichkeiten (50) der Wechselverkehrszeichen (30) umfassen, wobei beim Berechnen der Lösung eine gewichtete Funktion der Parameter der verschiedenen Anzeigemöglichkeiten (50) maximiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei die Bestimmungsgleichungen jeweils Summen der Parameter für verschiedene Anzeigemöglichkeiten (50) der Wechselverkehrszeichen (30) umfassen und die gewichtete Funktion eine Summe von Produkten der Parameter mit den Parametern zugeordneten Gewichtungen (51) ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei die Information über die Topologie von Wechselverkehrszeichen (30) der Anzeigequerschnitte (20, 21, 22, 23, 24) für jedes Wechselverkehrszeichen (30) der Anzeigequerschnitte (20, 21, 22, 23, 24) eine Liste möglicherweise beeinflusster Wechselverkehrszeichen (30) umfasst, wobei das Verfahren iterativ durchgeführt wird, zunächst für die durch das Wechselverkehrszeichen (30) mit der angeforderten

Anzeige (100) möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen (30), wobei in jedem weiteren iterativen Schritt weitere Wechselverkehrszeichen (30) berücksichtigt werden, wobei die weiteren Wechselverkehrszeichen (30) jeweils diejenigen sind, die Teil der Listen der möglicherweise beeinflussten Wechselverkehrszeichen (30) der bei einer Umsetzung des Anzeigenplans (110) zu berücksichtigenden Wechselverkehrszeichen (30) sind und wobei das Verfahren so lange durchgeführt wird, bis sich in einem iterativen Schritt der Anzeigenplan (110) nicht mehr ändert.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Verfahren für eine weitere angeforderte Anzeige (102) für mindestens ein weiteres Wechselverkehrszeichen (30) mindestens eines Anzeigequerschnitts (20, 21, 22, 23, 24) durchgeführt wird, wobei ein weiterer Anzeigenplan (112) bestimmt wird, wobei für den Fall, dass der Anzeigenplan (110) und der weitere Anzeigenplan (112) mindestens ein gemeinsames Wechselverkehrszeichen (30) beinhalten, eine kombinierte angeforderte Anzeige (104) berechnet wird und das Verfahren für die kombinierte angeforderte Anzeige (104) erneut durchgeführt und ein kombinierter Anzeigenplan (114) berechnet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, wobei bei der Berechnung der kombinierten angeforderten Anzeige (104) die angeforderte Anzeige (100) mit dem weiteren Anzeigenplan (112) verglichen wird und aus der angeforderten Anzeige (100) alle Wechselverkehrszeichen (30) entfernt werden, für die der weitere Anzeigenplan (112) restriktivere Anzeigemöglichkeiten (50) vorsieht und wobei die weitere angeforderte Anzeige (102) mit dem Anzeigenplan (110) verglichen wird und aus der weiteren angeforderten Anzeige (102) alle Wechselverkehrszeichen (30) entfernt werden, für die der Anzeigenplan (110) restriktivere Anzeigemöglichkeiten (50) vorsieht, wobei die kombinierte angeforderte Anzeige (104) alle in der angeforderten Anzeige (100) und der weiteren angeforderten Anzeige (102) verbleibenden Wechselverkehrszeichen (30) beziehungsweise weiteren Wechselverkehrszeichen (30) beinhaltet.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei das mindestens eine Wechselverkehrszeichen (30) des mindestens einen Anzeigequerschnitts (20, 21, 22, 23, 24) nach einem derzeitigen Anzeigenplan betrieben wird und ein Übergangsanzeigenplan (131) oder mehrere Übergangsanzeigepläne (131, 132) berechnet werden, wobei mittels des Übergangsanzeigenplans (131) oder der Übergangsanzeigepläne (131, 132) ein Übergang vom derzeitigen Anzeigenplan zum berechneten Anzeigenplan (110) durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, wobei der Übergangsanzeigenplan (131) oder die Übergangsanzeigepläne (131, 132) derart berechnet werden, dass weitere Bestimmungsgleichungen für eine diskrete Optimierung aufgestellt werden, wobei für die weiteren Bestimmungsgleichungen Regeln für erlaubte Übergänge der Wechselverkehrszeichen (30) verwendet werden, wobei die weiteren Bestimmungsgleichungen weitere Parameter für verschiedene Übergangsmöglichkeiten der Wechselverkehrszeichen (30) umfassen und anschließend eine weitere Lösung der weiteren diskreten Optimierung berechnet wird, wobei beim Berechnen der weiteren Lösung eine gewichtete Funktion der weiteren Parameter der verschiedenen Übergangsmöglichkeiten maximiert wird.

12. Steuereinheit (2) mit einer Eingabeschnittstelle (4) für mindestens eine angeforderte Anzeige (100), einer Recheneinheit (3) zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11 und einer Ausgabeschnittstelle (5) für den Anzeigenplan (110).

13. Verkehrsleitsystem (1) mit einer Steuereinheit (2) nach Anspruch 12 und mindestens einem Anzeigequerschnitt (20, 21, 22, 23, 24), wobei der Anzeigequerschnitt (20, 21, 22, 23, 24) eine Eingangsschnittstelle (6) aufweist, die mit der Ausgabeschnittstelle (5) der Steuereinheit (2) verbunden ist und wobei das Anzeigequerschnitt (20, 21, 22, 23, 24) eingerichtet ist, über die Eingangsschnittstelle (6) aus dem Anzeigenplan (110) abgeleitete Steuersignale zu empfangen und Wechselverkehrszeichen (30) anhand der Steuersignale zu betreiben.

14. Computerprogramm, umfassend Programmcode, der ausgeführt auf einer Recheneinheit (3) diese dazu veranlasst, das Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11 durchzuführen.

15. Maschinenlesbares Speichermedium (8), auf dem ein Computerprogramm nach Anspruch 14 gespeichert ist.

FIG 1

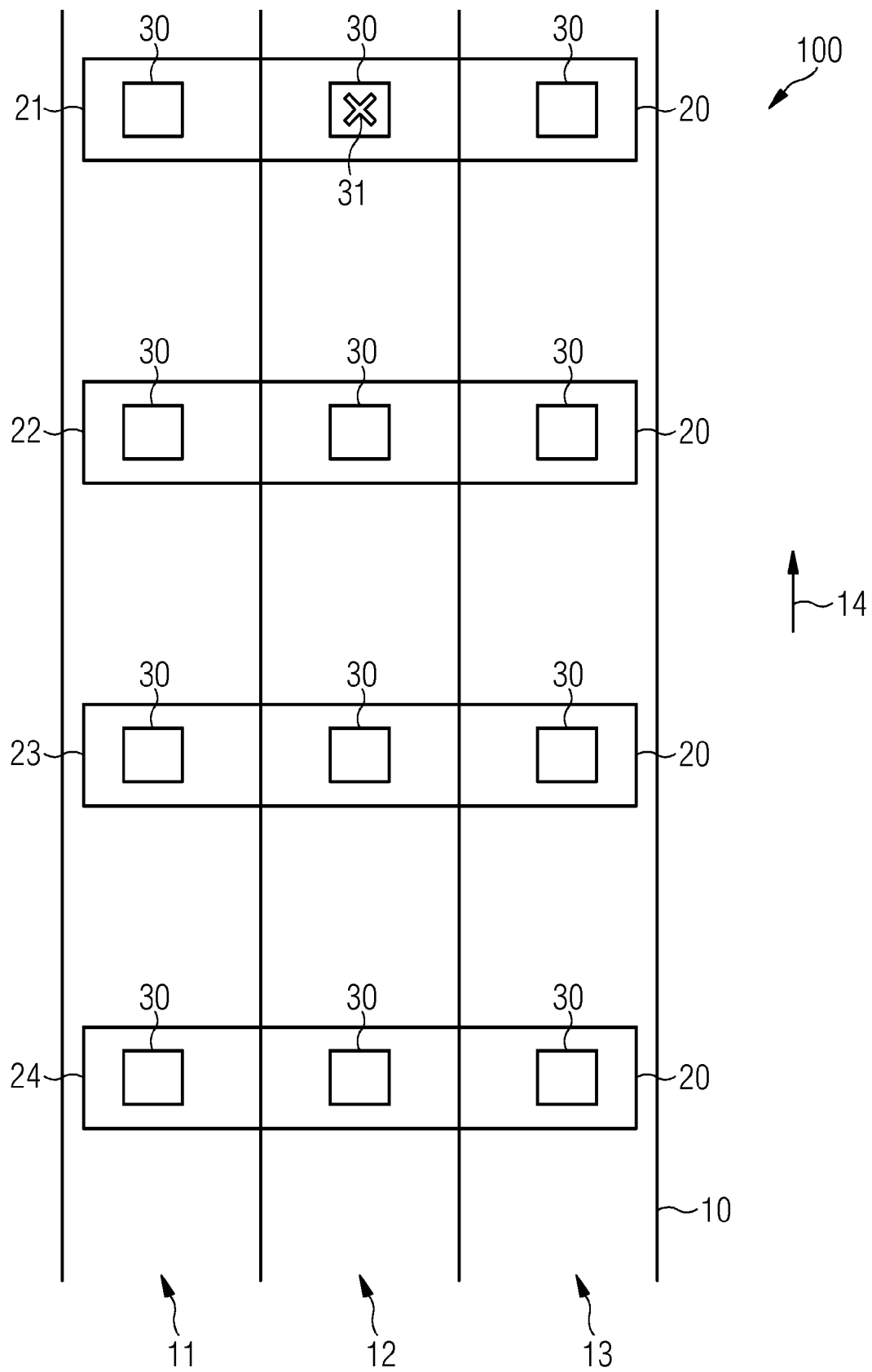


FIG 2

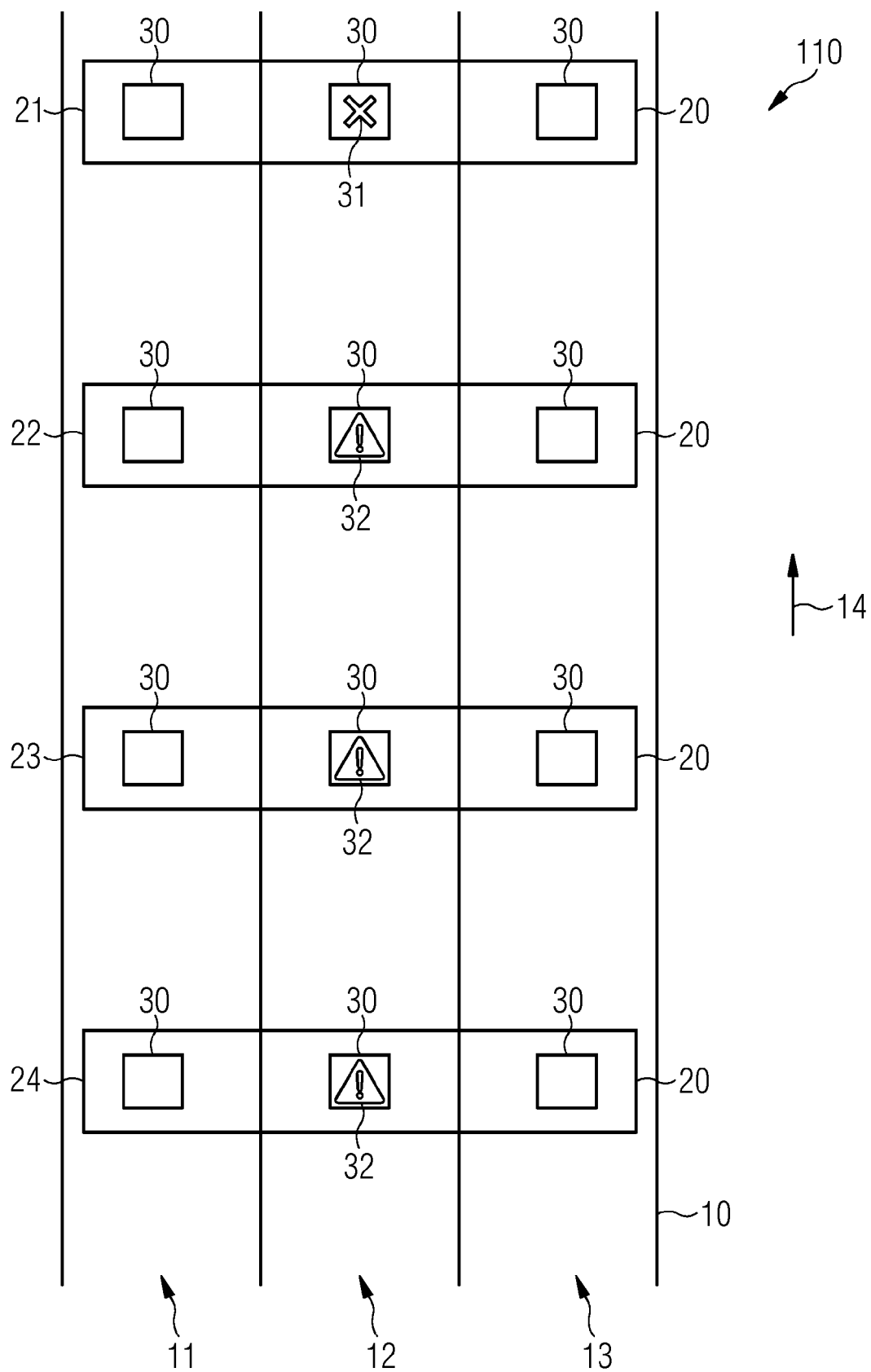


FIG 3

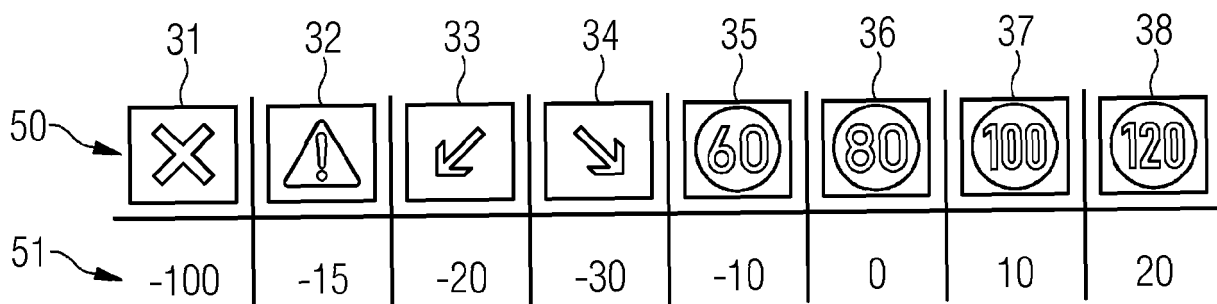


FIG 4

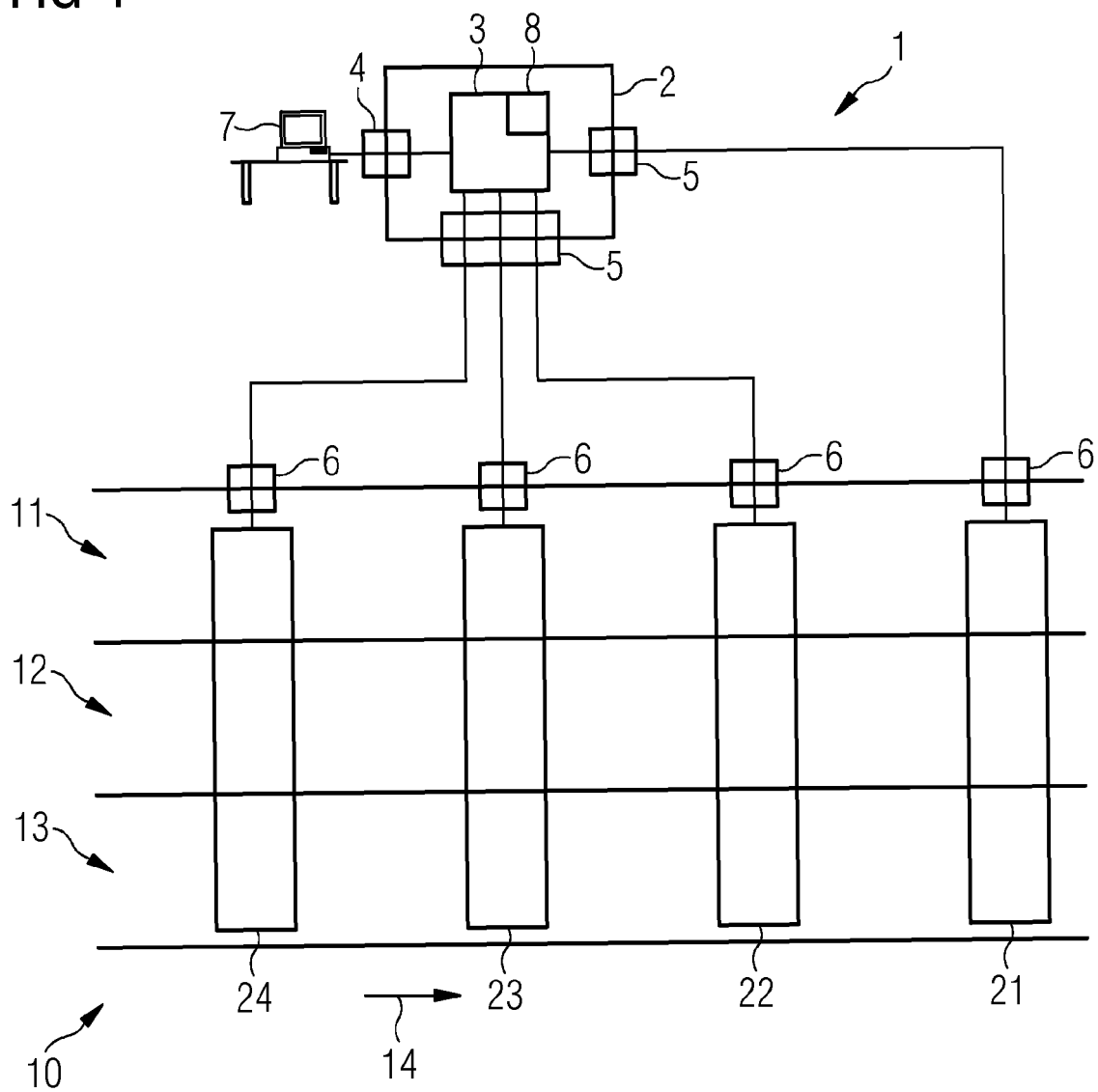


FIG 5

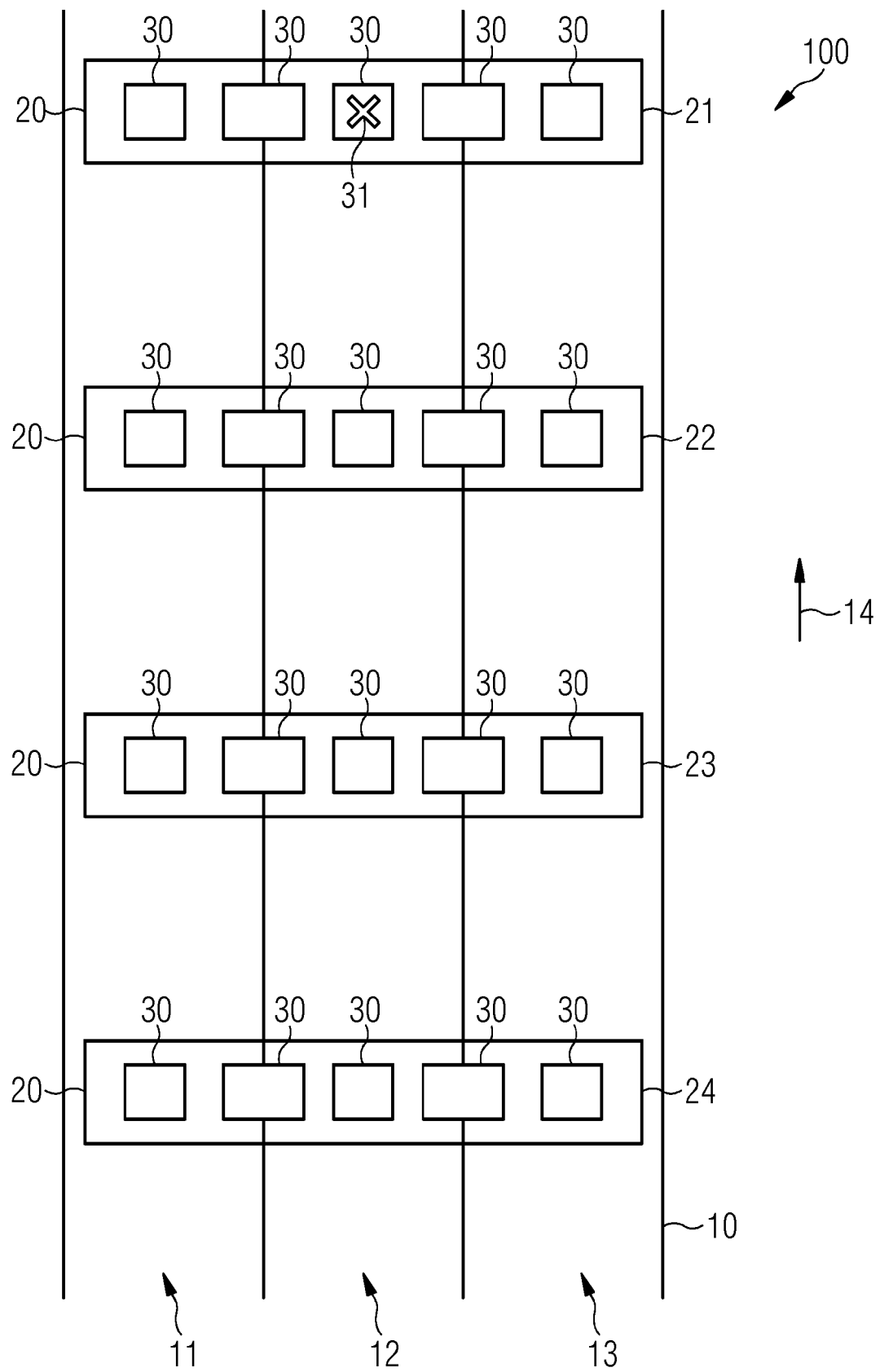


FIG 6

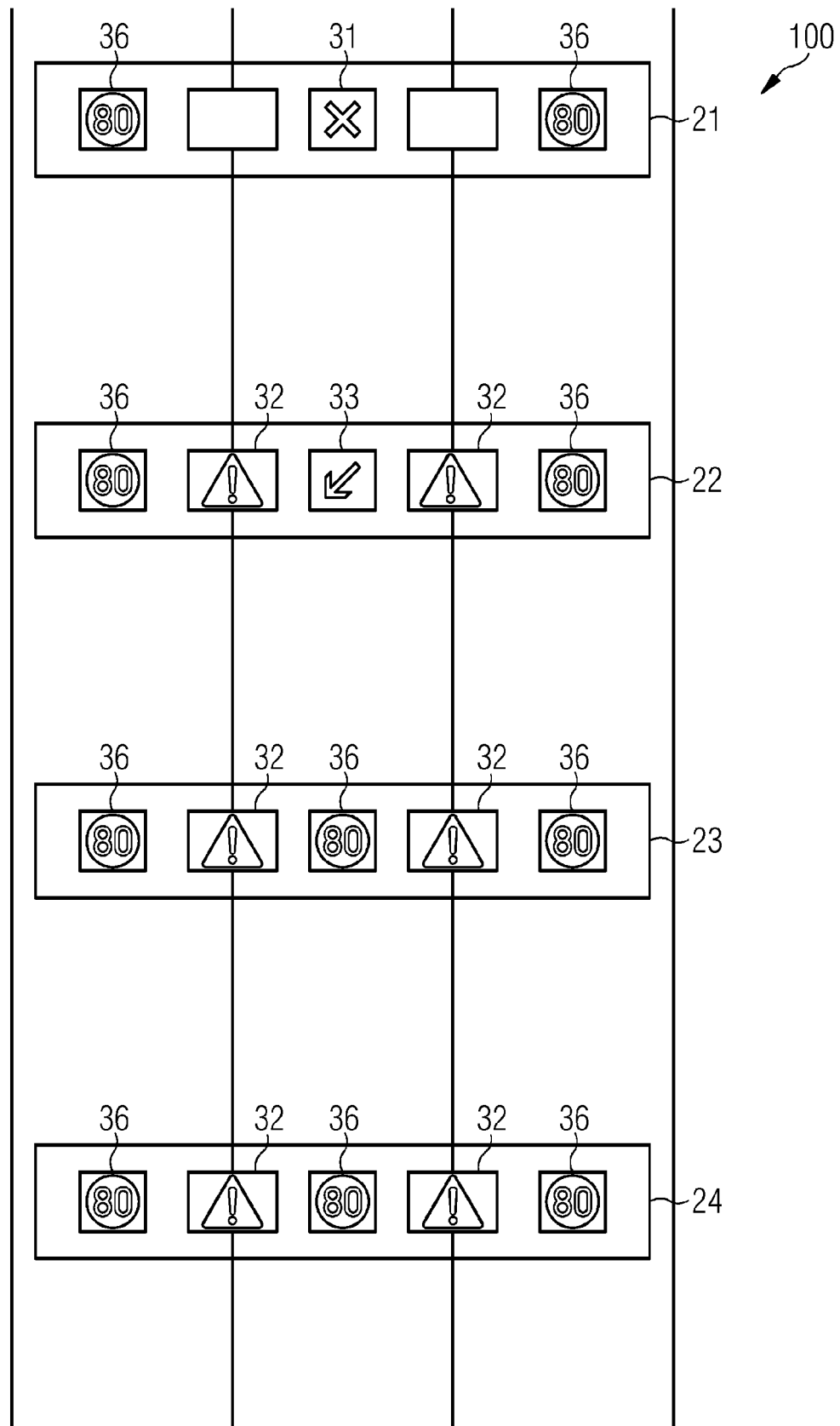


FIG 7

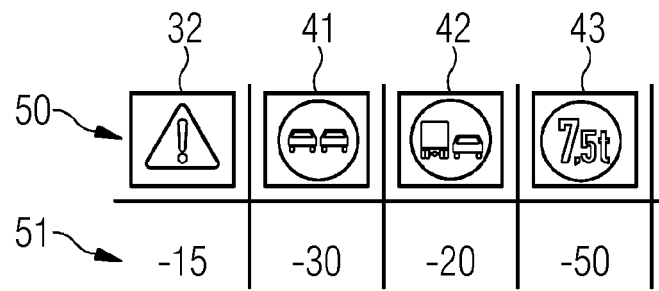


FIG 8

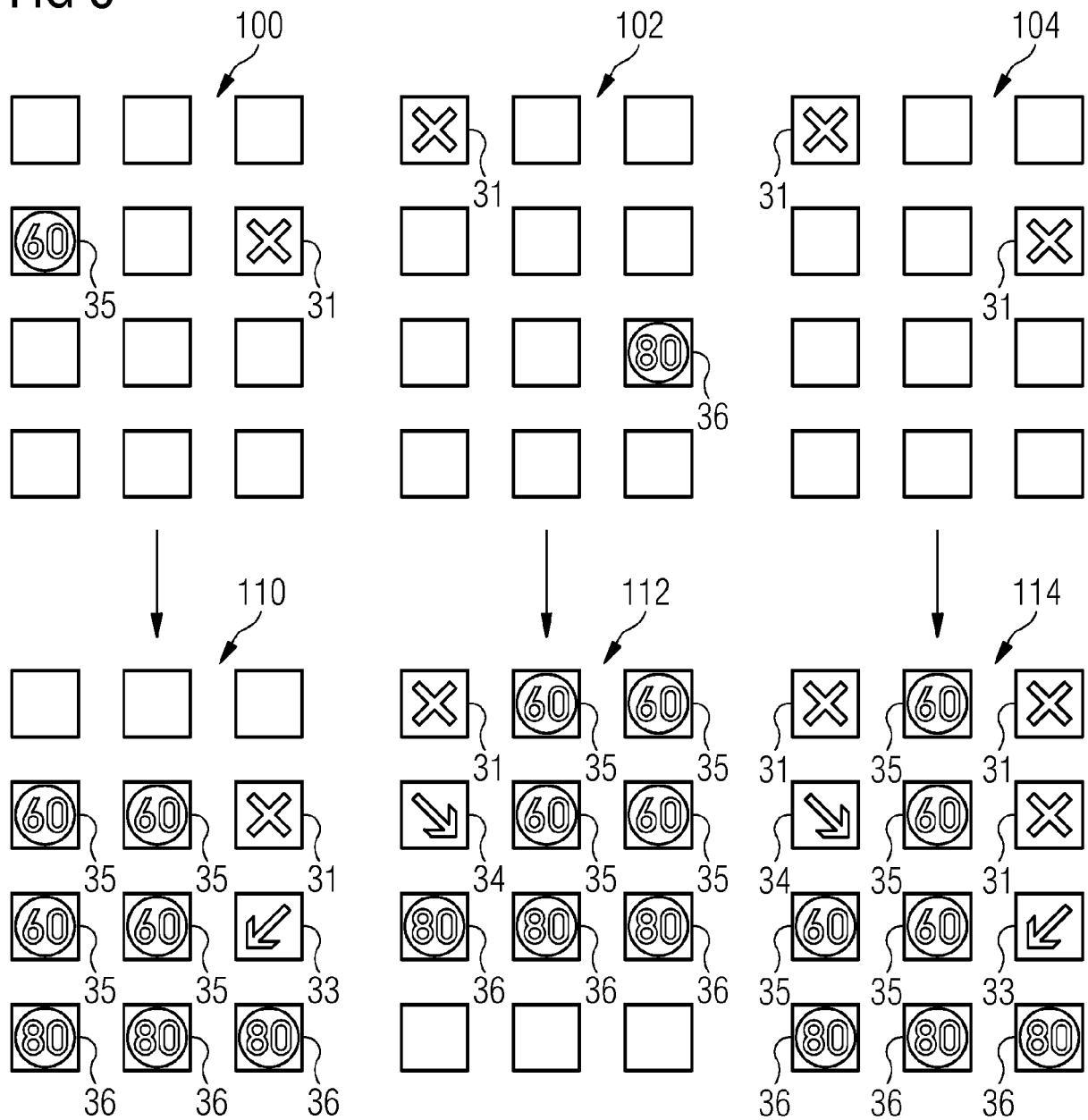


FIG 9

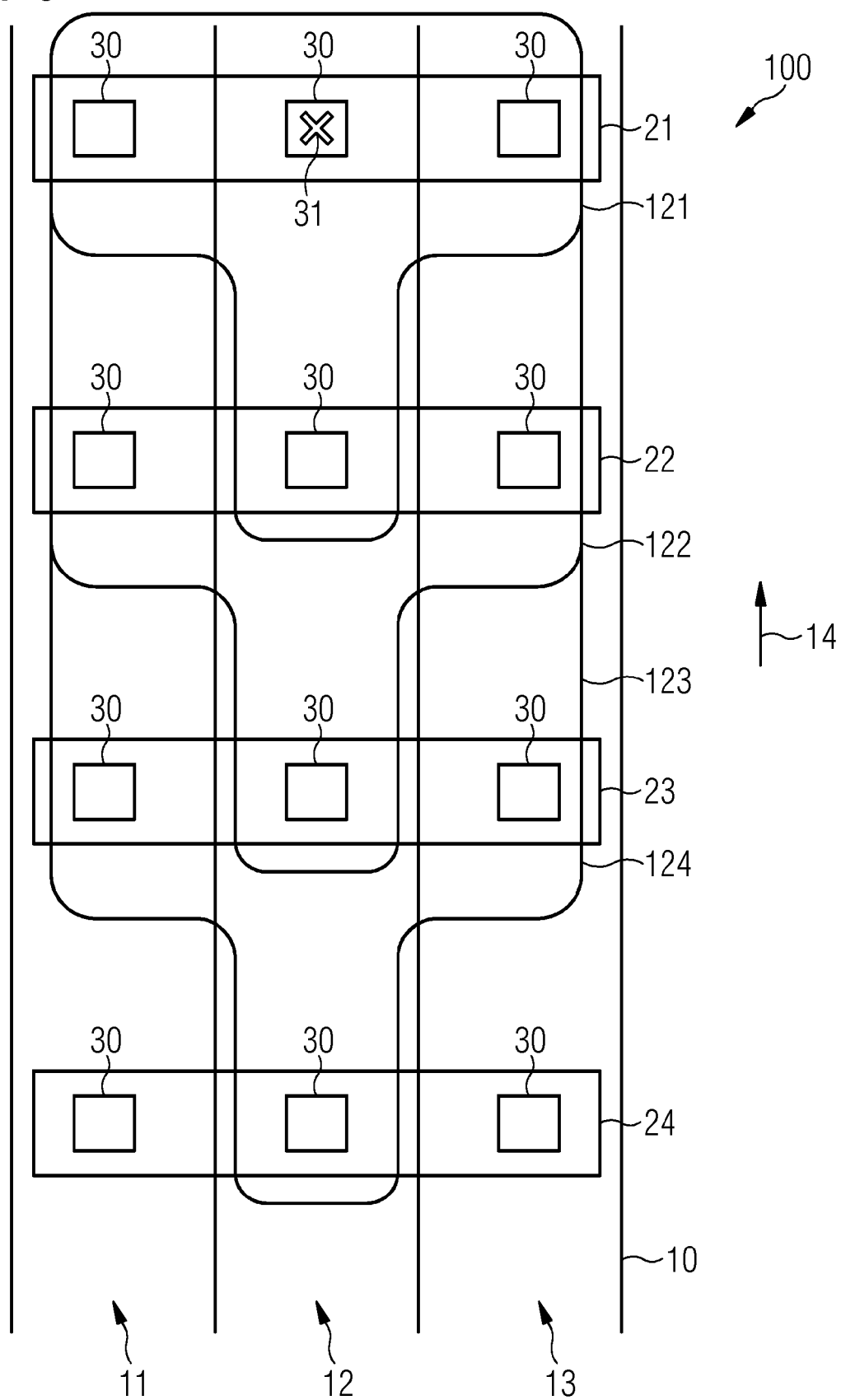
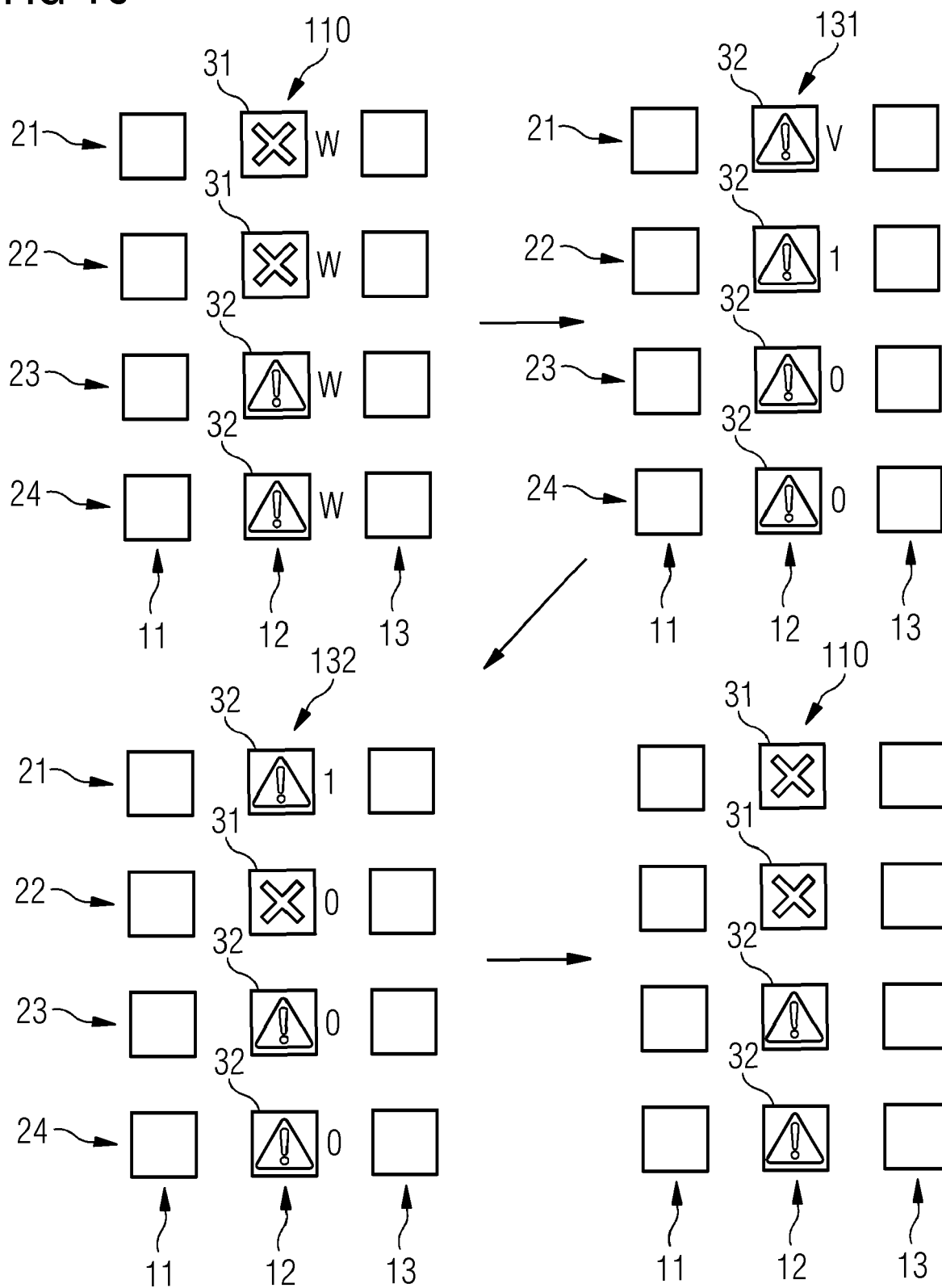


FIG 10





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 1592

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2010/127893 A1 (STADJU HAR JR ROBERT C [US] ET AL) 27. Mai 2010 (2010-05-27)	1-8, 11-15	INV. G08G1/095
A	* Absatz [0018] - Absatz [0021] *	9	

A	US 2016/260325 A1 (MODICA LEO [US] ET AL) 8. September 2016 (2016-09-08)	1-15	
	* Absatz [0067] *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			G08G
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		16. Juni 2022	Gutiérrez García, J
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

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

EP 22 15 1592

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

16-06-2022

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
	US 2010127893	A1	27-05-2010	KEINE	

15	US 2016260325	A1	08-09-2016	KEINE	

20					
25					
30					
35					
40					
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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