



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2009 045 039 A1** 2010.04.22

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2009 045 039.4**

(22) Anmeldetag: **25.09.2009**

(43) Offenlegungstag: **22.04.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **G01C 21/34** (2006.01)

(30) Unionspriorität:  
**2008-267041 16.10.2008 JP**

(74) Vertreter:  
**TBK-Patent, 80336 München**

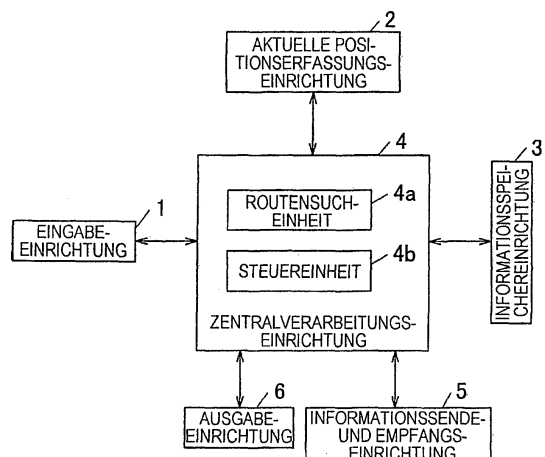
(71) Anmelder:  
**Aisin AW Co., Ltd., Anjo-shi, Aichi-ken, JP**

(72) Erfinder:  
**Hosoi, Yasuki, Anjo-shi, Aichi-ken, JP; Matsuhisa, Syougo, Anjo-shi, Aichi-ken, JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Navigationsvorrichtung und -programm**

(57) Zusammenfassung: Eine Navigationsvorrichtung zum Suchen nach einer Route von einem Abfahrtspunkt zu einem Ziel umfasst eine Informationsspeichereinheit (3), die Kartendaten in einer hierarchischen Struktur speichert, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe ausgenommen wurden, eine Routensucheinheit (4a) zum Lesen der Kartendaten in der hierarchischen Struktur aus der Informationsspeichereinheit (3), zur Durchführung einer Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite und Erfassung einer kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich, und eine Steuereinheit (4b) zur Steuerung der Routensuche der Routensucheinheit (4a). Die Routensucheinheit (4a) erweitert das vorbestimmte Gebiet bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe und führt die Routensuche zur Erfassung einer ersten kürzesten Kostenroute durch, und führt die Routensuche ferner in einer höheren Hierarchiestufe zur Erfassung einer zweiten kürzesten Kostenroute durch. Die Steuereinheit (4b) aktualisiert die Kosten der kürzesten Kostenroute, wenn Kosten der zweiten kürzesten Kostenroute geringer als die Kosten der ersten kürzesten Kostenroute sind.



## Beschreibung

**[0001]** Die Offenbarung der am 16. Oktober 2008 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nummer 2008-267041 einschließlich ihrer Beschreibung, Zeichnungen und Zusammenfassung wird hiermit vollständig durch Bezugnahme auf genommen.

**[0002]** Die Erfindung bezieht sich auf Navigationsvorrichtungen und -programme, bei denen das Kartendatenvolumen in einer hierarchischen Struktur verringert ist und eine Routensuchzeit verkürzt ist, sowie eine Routenqualität beibehalten wird.

**[0003]** In Navigationsvorrichtungen werden für eine Routensuche verschiedene Kosten für jede Verbindung und jeweils zwischen Verbindungen (für jeden Knoten) entsprechend Straßenarten, wie Autobahn, Mautstraße, Staatsstraße, prinzipielle lokale Straße, Kreisstraße und enge Straße, kein Rechtsabbiegen und kein Linksabbiegen, dementsprechend, ob eine Verkehrsregelung wie eine Einbahnstraße vorhanden ist oder nicht, entsprechend einer Verbindungslänge, Straßenbreite, Anzahl von Fahrbahnen und dergleichen eingestellt. Bei der Suche nach einer geeigneten Route von einer aktuellen Position zu einem Ziel wird eine Route von einem Abfahrtspunkt und von dem Ziel entlang der in den Kartendaten gespeicherten Verbindungen gesucht. In einem überlappenden Teil zwischen der Suche vom Abfahrtspunkt und der Suche vom Ziel werden die akkumulierten Kosten vom Abfahrtspunkt und die akkumulierten Kosten vom Ziel addiert, und eine Route mit dem kleinsten addierten Kostenwert wird als geeignetste Führungsroutenroute eingestellt.

**[0004]** Als Verfahren zur Verkürzung einer für eine Routensuche erforderlichen Zeit ist ein hierarchisches Suchverfahren unter Verwendung der Kartendaten in der hierarchischen Struktur bekannt (siehe japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer JP-A-2-56591). Die Kartendaten in der hierarchischen Struktur enthalten detaillierte Kartendaten mit allen Straßendaten in einer niedrigeren Hierarchiestufe und weite Gebietskartendaten lediglich mit prinzipiellen Straßendaten in einer höheren Hierarchiestufe. Das hierarchische Suchverfahren ist ein Suchverfahren zur Berechnung der Kosten unter Verwendung der detaillierten Kartendaten für die Umgebung des Abfahrtspunkts und des Ziels und groben Berechnung der Kosten unter Verwendung weniger detaillierter Kartendaten für ein mittleres Gebiet der Route und Kumulieren beider Ergebnisse und Ausgabe des kumulierten Ergebnisses als Führungsroutenroute. Gemäß diesem hierarchischen Suchverfahren kann eine Zwischenroute unter Verwendung der weniger detaillierten Kartendaten gesucht werden, wenn die Entfernung zwischen dem Abfahrtspunkt und dem Ziel groß ist. Daher kann verglichen mit der Durchführung der Suche für eine gesamte Route un-

ter Verwendung der detaillierten Kartendaten die für die Routensuche erforderliche Gesamtzeit verkürzt werden.

**[0005]** Es gibt auch ein Verfahren zur Erfassung der geeignetsten Route in kürzerer Zeit, indem die Routensuche beendet wird, wenn eine kürzeste Kostenroute in den Kartendaten in der unteren Hierarchiestufe bestimmt wurde, wo die Routensuche durchgeführt wurde, ohne die Routensuche in den Kartendaten in der höheren Hierarchiestufe durchzuführen, die das Ziel für die Routensuche sein wird (siehe japanische Patentanmeldung, Veröffentlichungsnummer JP-A-11-257987). Wird beispielsweise gemäß [Fig. 13A](#) die Suche in jedem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite in einer Hierarchiestufe 1 mit detaillierten Kartendaten durchgeführt, und ein Randknoten SN11, der die geringsten Suchkosten in dem Gebiet auf der Abfahrtspunktseite hat, und ein Randknoten DN11 gesucht, der die geringsten Suchkosten in dem Gebiet auf der Zielseite hat, migrieren diese Randknoten zu den entsprechenden Knoten SN21 und DN21 in einer Hierarchiestufe 2, und dann wird die Routensuche in der Hierarchiestufe 2 durchgeführt. Sind die Route von der Abfahrtspunktseite und die Route von der Zielseite im überlappenden Teil in der Hierarchiestufe 2 verbunden, wird eine Route P1 als die geeignetste Route eingestellt.

**[0006]** Bei den vorstehend beschriebenen Routensuchverfahren stellen die Algorithmen zur Verkürzung der für die Routensuche erforderlichen Zeit nicht sicher, dass die durch die Routensuche erfasste Route P1 die geeignetste Route auch hinsichtlich der Qualität ist, wenn die Kartendaten in der hierarchischen Struktur und ein Routensuchalgorithmus kombiniert werden. Beispielsweise sind in [Fig. 13B](#) ein Randknoten auf der Abfahrtspunktseite SN12 und ein Randknoten auf der Zielseite DN12 in der Hierarchiestufe 1 vorhanden, deren Randankunftskosten in dem jeweiligen vorbestimmten Gebiet nicht die kleinsten sind. Dann werden bei der Suche unter Verwendung der Knoten SN22 und DN22 in der Hierarchiestufe 2, die den Randknoten SN12 und DN12 entsprechen, als Startpunkte die Knoten SN23 und DN23 gesucht, deren Randankunftskosten die kleinsten in dem jeweiligen vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite in der Hierarchiestufe 2 sind. Bei der Suche unter Verwendung der Knoten SN31 und DN31 in der Hierarchiestufe 3, die den Knoten SN23 und DN23 entsprechen, als Startpunkte wird eine Route P2 gesucht. In diesem Fall besteht die Möglichkeit, dass die Suchkosten der Route P2 kleiner als die Suchkosten der Route P1 sind. Sind die Suchkosten der Route P2 kleiner, ist die Route P2 eine hinsichtlich der Qualität geeignetere Route als die Route P1. D. h., nur durch Finden einer Route, die den Abfahrtspunkt und das Ziel verbindet, so schnell als möglich unter Verwendung der

Kartendaten in der hierarchischen Struktur ist es nicht immer möglich, nach einer Route mit den geringsten Suchkosten zu suchen, nämlich in der kürzesten Zeit nach einer Route zu suchen, die hinsichtlich der Qualität die geeignetste ist, da beispielsweise die Möglichkeit besteht, dass eine Route mit kurvenreichen Bergstraßen oder dergleichen gesucht wird.

**[0007]** Um aber die Suche nach einer Route mit hoher Qualität unter Verwendung der hierarchischen Suchtechnik zu ermöglichen, ist es erforderlich, die Anzahl von Hierarchiestufen der Kartendaten zu erhöhen. Beispielsweise wird es möglich, nach einer Route mit bemerkenswert hoher Qualität zu suchen, indem die Anzahl der Hierarchiestufen der Kartendaten erhöht wird, wie einer Hierarchiestufe 1 mit detaillierten Kartendaten mit allen Straßendaten, einer Hierarchiestufe 2 mit den Straßendaten über eine allgemeine Straße, einer Hierarchiestufe 3 mit den Straßendaten über eine Kreisstraße und einer Hierarchiestufe 4 lediglich mit Autobahnstraßendaten wie in [Fig. 14](#) gezeigt, und die Routensuche von der Abfahrtspunktseite und der Zielseite durchgeführt wird. Allerdings wird das Kartendatenvolumen erhöht, was ein Problem verursacht, dass nicht alle Kartendaten auf einem kleinen Speichermedium wie einer SD-Karte gespeichert werden können.

**[0008]** Zur Lösung der vorstehend beschriebenen Probleme besteht eine Aufgabe der Erfindung darin, das Kartendatenvolumen in einem hierarchischen Suchverfahren zu verringern und die für die Routensuche erforderliche Zeit zu verkürzen, während die Qualität der durch die Routensuche erfassten Route beibehalten wird.

**[0009]** Die vorliegende Erfindung stellt eine Navigationsvorrichtung bereit, die nach einer Route von einem Abfahrtspunkt zu einem Ziel sucht, mit einer Informationsspeichereinheit, die Kartendaten in einer hierarchischen Struktur speichert, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe ausgenommen wurden, einer Routensucheinheit, die die Kartendaten in der hierarchischen Struktur aus der Informationsspeichereinheit liest, eine Routensuche innerhalb jedes vorbestimmten Gebiets an einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite durchführt, und eine kürzeste Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich erfasst, und einer Steuereinheit, die die Routensuche der Routensucheinheit steuert, wobei die Routensucheinheit bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, das vorbestimmte Gebiet in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe erweitert und die Routensuche zur Erfassung einer ersten kürzesten Kostenroute durchführt, und ferner die Routensuche in einer höheren Hierarchiestufe zur Erfassung einer zweiten kürzesten Kostenroute durchführt, und die Steuereinheit dann, wenn die

Kosten der zweiten kürzesten Kostenroute kleiner als die Kosten der ersten kürzesten Kostenroute sind, die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert.

**[0010]** Die vorliegende Erfindung stellt eine Navigationsvorrichtung bereit mit: einer Informationsspeichereinheit, die Informationen hinsichtlich einer Straße speichert, einer Routensucheinheit, die nach einer Route zu einem Ziel beruhend auf in der Informationsspeichereinheit gespeicherten Informationen sucht, und einer Steuereinheit, die eine Qualität der durch die Routensucheinheit gesuchten Route bestimmt und eine Routensuchverarbeitung steuert, wobei die Straßeninformationen mit Datenebenen in einer Vielzahl von Hierarchiestufen mit unterschiedlichen Detailgraden strukturiert sind, wobei zumindest eine Hierarchiestufe ausgenommen wurde, die Routensucheinheit eine Routensuche mit detaillierten Daten in einem Bereich jedes vorbestimmten Gebiets auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite durchführt, bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, das vorbestimmte Gebiet in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe erweitert und die Routensuche durchführt, und dann auf eine Datenebene in einer höheren Hierarchiestufe übergeht und die Routensuche fortsetzt, und die Steuereinheit dann, wenn eine Route zwischen einem Abfahrtspunkt und einem Ziel verbunden wurde, Kosten der in der Datenebene in der höheren Hierarchiestufe gesuchten Route mit Kosten der in der Datenebene in einer unteren Hierarchiestufe gesuchten Route vergleicht und eine Routensuchverarbeitung beendet, wenn bestimmt wird, dass die Kosten der in der Datenebene in der unteren Hierarchiestufe gesuchten Route niedriger als die Kosten der Route sind, die in der Datenebene in der höheren Hierarchiestufe gesucht wird.

**[0011]** Die vorliegende Erfindung stellt ein Programm bereit, das eine Navigationsvorrichtung steuert, das eine Routensuche von einem Abfahrtspunkt zu einem Ziel durchführt, wobei das Programm einen Computer zur Durchführung der Schritte veranlasst: Lesen von Kartendaten in einer hierarchischen Struktur, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe ausgenommen wurden, aus einer Informationsspeichereinheit, Durchführen der Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite, bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, Erweitern des vorbestimmten Gebiets in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe und Durchführen der Routensuche zur Erfassung einer ersten kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich und ferner Durchführen der Routensuche in einer höheren Hierarchiestufe zur Erfassung einer zweiten kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Be-

reich, und Aktualisieren der Kosten der kürzesten Kostenroute, wenn Kosten der zweiten kürzesten Kostenroute kleiner als die Kosten der ersten kürzesten Kostenroute sind.

**[0012]** Die vorliegende Erfindung realisiert die Verringerung des Kartendatenvolumens durch Ausnehmen einer bestimmten Hierarchiestufe von den hierarchischen Kartendaten und Verkürzen der für die Routensuche erforderlichen Zeit, während die Qualität der durch die Routensuche erfassten Route beibehalten wird.

**[0013]** [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild eines Beispiels einer Navigationsvorrichtung gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0014]** [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel von Kartendaten in einer hierarchischen Struktur gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0015]** [Fig. 3](#) zeigt grob eine Routensuch- und Kostenzuordnungsverarbeitung.

**[0016]** [Fig. 4](#) zeigt eine Beispieldarstellung im Fall des Erweiterns eines Suchgebiets einer Hierarchiestufe 1 auf ein Suchgebiet einer Hierarchiestufe 2.

**[0017]** [Fig. 5](#) zeigt einen gesamten Ablauf einer Routensuchverarbeitung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0018]** Die [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) zeigen Suchstartpunkte auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite.

**[0019]** [Fig. 7](#) zeigt einen Suchverarbeitungsablauf unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus.

**[0020]** [Fig. 8](#) zeigt eine Kostenzuordnung zu Knoten in einer Suchhierarchiestufe.

**[0021]** [Fig. 9](#) zeigt einen Ablauf der Durchführung einer Suchverarbeitung durch Erweitern einer aktuellen Hierarchiestufe in ein Gebiet entsprechend einer höheren Hierarchiestufe.

**[0022]** [Fig. 10](#) zeigt eine Routensuchbeendigungsbestimmung.

**[0023]** [Fig. 11](#) zeigt einen Ablauf einer Kostenzuordnungsverarbeitung zu der höheren Hierarchiestufe.

**[0024]** [Fig. 12](#) zeigt die Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe.

**[0025]** Die [Fig. 13A](#) und [Fig. 13B](#) beschreiben die Routensuche unter Verwendung der Kartendaten in der hierarchischen Struktur.

**[0026]** [Fig. 14](#) zeigt die Kartendaten, bei denen die Anzahl von Hierarchiestufen erhöht wurde.

**[0027]** Die Erfindung wird nachstehend unter Bezugnahme auf ein Ausführungsbeispiel näher beschrieben.

**[0028]** [Fig. 1](#) zeigt ein Blockschaltbild eines Beispiels einer Navigationsvorrichtung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Die Navigationsvorrichtung enthält eine Eingabeeinrichtung **1**, eine aktuelle Positionserfassungseinrichtung **2**, eine Informationsspeichereinrichtung **3**, eine Zentralverarbeitungseinrichtung **4**, eine Informationssende- und Empfangseinrichtung **5** und eine Ausgabereinrichtung **6**. Die Eingabeeinrichtung **1** enthält eine Tastatur, eine Maus, ein Bedienfeld, eine Bedientaste und dergleichen zur Eingabe von Informationen eines Abfahrtspunkts und eines Ziels. Die aktuelle Positionserfassungseinrichtung **2** erfasst Informationen hinsichtlich einer aktuellen Position. Die Informationsspeichereinrichtung **3** speichert Kartendaten in einer hierarchischen Struktur, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe zur Verringerung des Datenvolumens ausgenommen wurden, Kreuzungsdaten, Navigationsdaten, die für die Routensuche erforderlich sind, Führungsdaten für Anzeige/Ton, die für die Routenführung erforderlich sind, ein Programm (eine Anwendung und/oder ein Betriebssystem) zur Durchführung einer Kartenanzeige, Routensuche und Führung wie einer Sprachführung und dergleichen. Die Zentralverarbeitungseinrichtung **4** enthält eine Routensucheinheit **4a**, die die Kartendaten in der hierarchischen Struktur ausliest, die Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite durchführt und eine kürzeste Kostenroute in einem Bereich erfasst, der in Suchgebieten überlappt, und eine Suchsteuereinheit **4b**, die die Qualität von durch die Routensucheinheit gesuchten Routen über einen Vergleich der Kosten bestimmt und die Suchverarbeitung durch die Routensucheinheit steuert. Die Zentralverarbeitungseinrichtung **4** führt als Navigationsverarbeitungseinheit eine Kartenanzeigeverarbeitung, eine Anzeige-/Ton-Führungsverarbeitung, die für die Routenführung erforderlich ist, und auch die Steuerung des gesamten Systems aus. Die Informationssende- und Empfangseinrichtung **5** sendet und empfängt Informationen hinsichtlich eines Fahrens eines Fahrzeugs, wie Straßeninformationen und Verkehrsinformationen, erfasst Informationen hinsichtlich einer aktuellen Position eines Fahrzeugs und sendet und empfängt Informationen hinsichtlich der aktuellen Position. Die Ausgabereinrichtung **6** ist eine Anzeigeeinrichtung, ein Lautsprecher oder dergleichen, die/der Informationen hinsichtlich der Routenführung ausgibt.

**[0029]** [Fig. 2](#) zeigt ein Beispiel der Kartendaten in der hierarchischen Struktur gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

**[0030]** Die Kartendaten in der hierarchischen Struktur bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel haben eine Datenstruktur, bei der die Kartendaten zumindest einer hierarchischen Stufe zur Verringerung des Datenvolumens ausgenommen wurden. Das veranschaulichte Beispiel hat eine Struktur mit vier Hierarchiestufen und die Daten der Hierarchiestufe 2 sind ausgenommen. Die Hierarchiestufe 1 enthält detaillierte Kartendaten mit allen Straßendaten. Die Hierarchiestufe 2 mit Straßendaten über eine allgemeine Straße ist ausgenommen. Die Hierarchiestufe 3 enthält die Straßendaten über eine Kreisstraße und die Hierarchiestufe 4 enthält lediglich Autobahnstraßendaten. In der Hierarchiestufe 2 ist ein Suchgebiet per Block definiert, jedoch sind die Straßendaten nicht vorhanden, und sein Zustand wird über ein Datenformat definiert. Die Zentralverarbeitungseinrichtung 4 verwendet die Daten der Hierarchiestufe 2 zur Erfassung des Suchgebiets, führt jedoch keine Erfassungsverarbeitung von Inhalten der Daten durch, da bekannt ist, dass es dort keine Straßendaten gibt. Zur Verringerung des Kartendaten volumens ist es wirksam, die Kartendaten in einer unteren Hierarchiestufe mit den detaillierten Straßendaten auszunehmen, deren Datenvolumen groß ist. Andererseits ist es erforderlich, alle Straßendaten aufzunehmen. Aus diesem Gesichtspunkt sind die Kartendaten der Hierarchiestufe 2 bei diesem Ausführungsbeispiel ausgenommen, die eine Hierarchiestufe höher als die unterste Hierarchiestufe ist. Da die Hierarchiestufe 1 alle Straßendaten enthält, ist es auch möglich, alle anderen Hierarchiestufen auszunehmen und die Routensuche lediglich mit den Daten der Hierarchiestufe 1 durchzuführen. Allerdings beeinflusst ein derartiges Verfahren eine Suchzeit und die Qualität einer gesuchten Route nachteilig. Demnach werden zur Verringerung des Datenvolumens vorzugsweise die Kartendaten einer Hierarchiestufe ausgenommen, die höher als die unterste Hierarchiestufe jedoch so niedrig als möglich ist, obwohl dies von der hierarchischen Struktur abhängt.

**[0031]** [Fig. 3](#) zeigt die Routensuch- und Kostenzuordnungsverarbeitung gemäß dem Ausführungsbeispiel der Erfindung. Hier wird die Verarbeitungsreihenfolge im Fall der Verwendung der Kartendaten mit einer Struktur von vier Hierarchiestufen angegeben, in denen die Kartendaten der Hierarchiestufe 2 ausgenommen wurden. Die Kartendaten in der hierarchischen Struktur sind in einer Vielzahl von Blöcken als vorbestimmte Gebiete (je größer das Datenvolumen, desto kleiner das Gebiet) in jeder Hierarchiestufe strukturiert. Die untere Hierarchiestufe ist mit den detaillierten Kartendaten strukturiert, die alle Straßenkartendaten enthalten. Je höher die Hierarchiestufe ist, desto breitere Gebietskartendaten lediglich mit Hauptstraßendaten sind enthalten. Zuerst wird die Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite unter Verwendung der detaillierten Kartendaten in der Hierarchie-

stufe 1 durchgeführt. Hier deckt die Suche in der Hierarchiestufe 1 den Bereich in der Hierarchiestufe 2 ab, deren Daten ausgenommen sind. Normalerweise ist das Gebiet zur Suche in der Hierarchiestufe 1 klein. Allerdings wird das Gebiet auf den Bereich zur Suche in der Hierarchiestufe 2 erweitert und durchsucht (Schritte S1 und S2), und die Kosten von Randknoten in jedem Gebiet werden berechnet und gespeichert. Überlappen sich die in beiden Gebieten gesuchten Routen, wird dies als die kürzeste Kostenroute eingestellt und die Kosten werden berechnet (Schritt S3) (Sternchen in [Fig. 3](#) geben an, dass die Kosten gespeichert sind). Es gibt keine Kartendaten in der Hierarchiestufe 2, jedoch sind die Gebiete definiert; daher werden Suchergebnisse in der Hierarchiestufe 1 bei den Gebieten der Hierarchiestufe 2 angewendet. Danach werden die Knoten der Hierarchiestufe 3 erfasst, die den Randknoten in jedem Gebiet entsprechen, die bei der Suche in der Hierarchiestufe 1 erhalten werden (Schritte S4 und S5). Dann wird die Routensuche in dem vorbestimmten Gebiet unter Verwendung jedes erfassten Knotens als Startpunkte durchgeführt und die Ankunfts-kosten jedes Knotens werden gespeichert (Schritte S6 und S7). Überlappen die in den Gebieten auf der Abfahrtspunktseite und auf der Zielseite in der Hierarchiestufe 3 gesuchten Routen und sind die Kosten der verbundenen Route kleiner als die Kosten der in der Hierarchiestufe 1 erfassten kürzesten Kostenroute, werden die Kosten der kürzesten Route aktualisiert (Schritt S8). Auf diese Weise wird die Suche in den Gebieten auf der Abfahrtspunktseite und auf der Zielseite in jeder Hierarchiestufe durchgeführt, und wenn die in beiden Gebieten gesuchten Routen überlappen und die Kosten der verbundenen Route kleiner als die Kosten der in einer unteren Hierarchiestufe erfassten kürzesten Kostenroute sind, werden die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert und der Ablauf geht zu der höchsten Hierarchiestufe 4 über (Schritte S9 und S10). Die Route sollte in der höchsten Hierarchiestufe 4 verbunden sein. Daher wird die Suche von der Zielseite durchgeführt (Schritt S11), und wenn die Kosten der in der höchsten Hierarchiestufe 4 erfassten Route kleiner als die Kosten der kürzesten Kostenroute in einer unteren Hierarchiestufe sind, werden die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert (Schritt S12). Die Qualität (Kosten) der erfassten Route wird durch Fortsetzen der Suche in jeder Hierarchiestufe aufrechterhalten, bis auf diese Weise die Route mit den kleinsten Kosten erfasst wird. Sind außerdem die Ankunfts-kosten des Knotens in jeder Hierarchiestufe größer als die Kosten der kürzesten Kostenroute, wird keine Kostenzuordnung zu nachfolgenden Knoten durchgeführt. Bei der Bewegung zu der höheren Hierarchiestufe wird die Routensuche beendet (was nachstehend näher beschrieben wird), wenn die Gesamtkosten kleinster Ankunfts-kosten unter den Randknoten auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite größer als die Kosten der kürzesten Kostenroute sind. Auf diese Weise



wird verhindert, dass sich die Suchzeit erhöht. Infolgedessen ist es möglich, die Qualität der gesuchten Route beizubehalten und die Suchzeit zu verkürzen, während das Kartendatenvolumen reduziert wird.

**[0032]** [Fig. 4](#) zeigt eine Beispieldarstellung in dem Fall der Erweiterung des Suchgebiets in der Hierarchiestufe 1 auf das Suchgebiet in der Hierarchiestufe 2. Wie vorstehend beschrieben sind die Kartendaten der Hierarchiestufe 2 ausgenommen, aber das Suchgebiet ist definiert. Daher wird mittels dieser Informationen bei der Suche in der Hierarchiestufe 1 das Gebiet in den Bereich vergrößert, der in der Hierarchiestufe 2 gesucht wird. Bei dem dargestellten Beispiel wird angenommen, dass ein Gebiet A das in der Hierarchiestufe 1 definierte Suchgebiet ist (ein Suchkerngebiet). Zuerst wird die Suche des Suchkerngebiets durchgeführt, und die Kosten der Randknoten Nd1, Nd2, Nd3 und Nd4 (die Kosten zum Rand) werden erfasst. Dann wird das Suchgebiet mit Priorität in eine Richtung erweitert, in der die Kosten zum Rand am kleinsten sind. Sind beispielsweise die Kosten von Nd1 am kleinsten, wird das Suchgebiet mit Priorität in ein angrenzendes Gebiet mit Nd1 als Startpunkt erweitert. Bei diesem Beispiel wird das Suchgebiet in ein Gebiet D erweitert. Als nächstes wird das Suchgebiet mit Priorität in die Richtung erweitert, wo die Kosten zu dem Rand bzw. der Begrenzung in diesem Gebiet die kleinsten sind, wobei das Gebiet von A und D als ein Gebiet behandelt wird. Sind in dem dargestellten Beispiel beispielsweise die Kosten von Nd3 am kleinsten, wird das Suchgebiet mit Priorität in ein Gebiet B erweitert. Das Suchgebiet wird sequentiell auf diese Weise erweitert. So wird das Suchgebiet in den Bereich erweitert, der in der Hierarchiestufe 2 zu suchen ist, und die Randknoten und die Kosten in dem Gebiet werden erfasst.

**[0033]** [Fig. 5](#) zeigt einen gesamten Ablauf einer Routensuchverarbeitung im Fall der Verwendung der Kartendaten in der hierarchischen Struktur, wobei die Kartendaten der Hierarchiestufe 2 ausgenommen wurden, wie bei den in [Fig. 2](#) gezeigten Kartendaten. Zuerst werden ein Suchstartpunkt auf der Abfahrtspunktseite und ein Suchstartpunkt auf der Zielseite eingestellt (Schritt S101). Wie in den [Fig. 6A](#) und [Fig. 6B](#) angegeben, werden diese Punkte beispielsweise auf einen Knoten SN1 auf einer Suchzielstraße, die einem Abfahrtspunkt S am nächsten ist (siehe [Fig. 6A](#)), und einen Knoten DN1 auf einer Suchzielstraße eingestellt, der einem Ziel D am nächsten ist (siehe [Fig. 6B](#)). Als nächstes wird bei der Suche auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite eine Suchhierarchiestufe auf die niedrigste Hierarchiestufe eingestellt (Schritt S102). Die Suche wird in jedem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus durchgeführt (Schritte S103 und S104). Wie in [Fig. 4](#) gezeigt wird die Suche in jedem vorbestimmten Gebiet (dem Suchkerngebiet) auf der Abfahrts-

punktseite und der Zielseite in der Hierarchiestufe 1 unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus durchgeführt. Auf den Straßen sind verschiedene Kosten für jede Verbindung und zwischen jeweiligen Verbindungen (für jeden Knoten) entsprechend Straßenarten wie Autobahn, Mautstraße, Staatsstraße, prinzipielle lokale Straße, Kreisstraße und enge Straße, kein Rechtsabbiegen und kein Linksabbiegen, ob es eine Verkehrsregelung wie eine Einbahnstraße gibt, einer Verbindungslänge, einer Straßenbreite, Anzahl von Fahrspuren und dergleichen eingestellt. Unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus wird eine Route vom Abfahrtspunkt zum Ziel gesucht und diese Kosten werden addiert, um eine Route mit den geringsten Kosten zu erfassen (was nachstehend näher beschrieben wird). Es wird bestimmt, ob das Suchgebiet auf der Abfahrtspunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite bei der Suche in Schritt S103 und S104 überlappen (Schritt S105). Überlappen sie, wird die kürzeste Kostenroute im Überlappungsbereich in den Suchgebieten berechnet (Schritt S106).

**[0034]** Dann wird bestimmt, ob die kürzeste Kostenroute bereits erfasst wurde oder nicht, und die Kosten werden gespeichert (Schritt S107). Sind die Kosten gespeichert, wird bestimmt, ob die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute kleiner als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute sind oder nicht (Schritt S108). Ist die kürzeste Kostenroute in Schritt S107 nicht gespeichert, oder sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute kleiner in Schritt S108, werden die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert (Schritt S109). Überlappen das Suchgebiet auf der Abfahrtspunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite in Schritt S105 nicht, oder sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute größer als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute, wird eine Routensuchbeendigungsbestimmung (die nachstehend näher beschrieben wird) durchgeführt (Schritt S110). Mit dieser Bestimmung wird bestimmt, ob die Routensuchbeendigung bestimmt wurde oder nicht (Schritt S111). Wurde die Beendigung nicht bestimmt, wird bestimmt, ob eine proximale höhere Hierarchiestufe vorhanden ist oder nicht (Schritt S112). Für die Hierarchiestufe 1 ist die proximale höhere Hierarchiestufe (die Hierarchiestufe 2) nicht vorhanden; daher wird das Gebiet der aktuellen Hierarchiestufe (der Hierarchiestufe 1) in das Gebiet erweitert, das der höheren Hierarchiestufe (der Hierarchiestufe 2) entspricht, und die Suche wird durchgeführt (Schritt S113) (was nachstehend näher beschrieben wird). Als nächstes wird bestimmt, ob bei der Suche in Schritt S113 die Routensuchbeendigung bestimmt wurde oder nicht (Schritt S114). Wurde die Routensuchbeendigung nicht bestimmt, wird die Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe (was nachstehend näher beschrieben wird) durchgeführt (Schritt S115), und die Suchhierarchiestufe für die Suche auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite

wird auf die höhere Hierarchiestufe eingestellt (Schritt S116). Dann wird bestimmt, ob diese Hierarchiestufe die höchste Hierarchiestufe ist oder nicht (Schritt S117). Ist diese höhere Hierarchiestufe nicht die höchste Hierarchiestufe, kehrt der Ablauf zu Schritt S103 zurück und die Suchverarbeitung von der Abfahrtpunktseite aus wird auf die gleiche Weise wiederholt. Ist die höhere Hierarchiestufe die höchste Hierarchiestufe, kehrt der Ablauf zu Schritt S104 zurück und die Suchverarbeitung von der Zielseite aus wird auf die gleiche Weise wiederholt. Wurde in Schritt S111 oder Schritt S114 die Routensuchbeendigung bestimmt, wird bestimmt, ob die Route erfasst wurde oder nicht (Schritt S118). Wurde die Route nicht erfasst, wird die Routensuche als fehlgeschlagen bestimmt (Schritt S120). Wurde die Route erfasst, wird die Route anhand des Ergebnisses der Routensuche gebildet (Schritt S119) und die Routensuchverarbeitung beendet.

**[0035]** [Fig. 7](#) zeigt einen Suchverarbeitungsablauf unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus.

**[0036]** Kostenzuordnungszielknoten werden in jedem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtpunktseite und der Zielseite in der zu durchsuchenden Hierarchiestufe gesucht (Schritt S201). Es wird bestimmt, ob die Kostenzuordnung zu all den Knoten durchgeführt wurde, die ein Ziel für die Kostenzuordnung sind (Schritt S202). Wurde die Kostenzuordnung nicht für alle Zielknoten durchgeführt, werden die Ankunfts-kosten für den Kostenzuordnungszielknoten erfasst (Schritt S203). Beispielsweise ist in [Fig. 8](#) (schwarze Punkte bezeichnen die Kostenzuordnungszielknoten im Suchzielgebiet) der Kostenzuordnungszielknoten N3 ein Knoten auf der Route, die durch Knoten N1 und N2 geht, und 300 wird als die Ankunfts-kosten erfasst. Als nächstes werden alle Verbindungen, die den Kostenzuordnungszielknoten verbinden, erfasst (Schritt S204), und es wird bestimmt, ob die Suche mit all den erfassten Verbindungen durchgeführt wurde oder nicht (Schritt S205). Wurde die Suche nicht mit all den Verbindungen durchgeführt, werden die Ankunfts-kosten eines angrenzenden Knotens des Kostenzuordnungszielknotens erfasst (Schritt S207). In dem Beispiel in [Fig. 8](#) ist der angrenzende Knoten des Kostenzuordnungszielknotens N3 N4. Wird angenommen, dass 500 als die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens N4 auf der Route, die durch andere Knoten N<sub>m</sub> geht, eingestellt wurde, wird der Wert 500 erfasst. Dann werden Verbindungskosten/Kosten zwischen Verbindungen (Knoten-kosten) zu den Ankunfts-kosten des Kostenzuordnungszielknotens addiert (Schritt S208). Es wird bestimmt, ob die addierten Kosten die Kosten der kürzesten Kostenroute überschreiten oder nicht (Schritt S209). Überschreiten die addierten Kosten nicht die Kosten der kürzesten Kostenroute, wird bestimmt, ob die in Schritt S208 berechneten Kosten die Ankunfts-kosten des in Schritt S207 erfassten angrenzenden Knotens

überschreiten oder nicht (Schritt S210). Im Beispiel in [Fig. 8](#) sind Kosten LC der Verbindung, die zu dem Kostenzuordnungszielknoten N3 zu addieren sind, 150. Beim Addieren von 150 werden die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens N4 450. Andererseits wird angenommen, dass die Kosten der bereits erfassten kürzesten Kostenroute 700 betragen. Die Kosten 450 des angrenzenden Knotens N4, die durch Addieren der Verbindungskosten LC zu dem Kostenzuordnungszielknoten N3 erfasst wurden, sind kleiner als die Kosten 700 der kürzesten Kostenroute und auch kleiner als die Ankunfts-kosten 500, die bereits für den angrenzenden Knoten N4 eingestellt sind. Daher werden die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens N4 auf 450 aktualisiert. Der Ablauf kehrt zu Schritt S205 zurück und die gleiche Verarbeitung wird durchgeführt.

**[0037]** In Schritt S209 werden die bereits eingestellten Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens beibehalten, wenn die in Schritt S208 berechneten Kosten die Kosten der kürzesten Kostenroute überschreiten, oder wenn die in Schritt S208 erfassten Kosten die Kosten des angrenzenden Knotens überschreiten. Dann kehrt der Ablauf zu Schritt S205 zurück, und die gleiche Verarbeitung wird durchgeführt. Beispielsweise betragen im Beispiel in [Fig. 8](#) die Verbindungskosten LC zwischen dem Kostenzuordnungszielknoten N3 und dem angrenzenden Knoten N5 500, und die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens N5 werden 800. Dies überschreitet die Kosten 700 der bereits erfassten kürzesten Kostenroute; daher wird die folgende Kostenzuordnung nicht durchgeführt und Kosten  $\infty$  werden für den relevanten Knoten eingestellt. Dann kehrt der Ablauf zu Schritt S205 zurück. Im Fall eines anderen angrenzenden Knotens N6 sind die Verbindungskosten LC zwischen dem Kostenzuordnungszielknoten N3 und dem angrenzenden Knoten N6 100. Beim Addieren von 100 werden die Ankunfts-kosten zu 400, und diese Kosten werden eingestellt. Durch die sequentielle Durchführung einer derartigen Verarbeitung wird die Suche in Schritt S205 mit allen Verbindungen durchgeführt, die mit dem Kostenzuordnungszielknoten verbunden sind. Ist die Kostenzuordnung für alle Zielknoten im Gebiet in Schritt S202 durchgeführt, wird die Verarbeitung der Suche in dem Gebiet beendet.

**[0038]** [Fig. 9](#) zeigt einen Ablauf zur Durchführung einer Suchverarbeitung durch Erweitern der aktuellen Hierarchiestufe in das der höheren Hierarchiestufe entsprechende Gebiet.

**[0039]** Eine Vielzahl von Suchgebieten für den der höheren Hierarchiestufe entsprechenden Bereich wird für die Abfahrtpunktseite und die Zielseite aus den Kartendaten der aktuellen Hierarchiestufe erfasst (Schritt S501). Wie in den Beispielen in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) dargestellt, dient dies der Abdeckung der Suchgebiete der ausgenommenen höhe-

ren Hierarchiestufe. Da das Suchkerngebiet (das Gebiet A) in den Schritten S103 und S104 im Verarbeitungsablauf in [Fig. 5](#) bereits erfasst wurde, werden in dem Beispiel in [Fig. 9](#) die anderen drei Gebiete (die Gebiete B, C und D) in Schritt S501 erfasst. Dann wird das Suchzielgebiet auf der Zielseite ausgewählt (Schritt S502). Dies ist eine Verarbeitung zur Auswahl einer Auswahlreihenfolge, im Fall des Beispiels von [Fig. 4](#) für die Gebiete B, C und D. Die Gebiete werden in der Reihenfolge des angrenzenden Gebiets, das den Randknoten mit geringeren Kosten im Suchkerngebiet aufweist, ausgewählt, wie vorstehend beschrieben. Als nächstes wird die Suche für das ausgewählte Gebiet in dem vorbestimmten Gebiet unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus durchgeführt (Schritt S503). Es wird bestimmt, ob das Suchkerngebiet auf der Abfahrtpunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite überlappen oder nicht (Schritt S504). Überlappen sie, wird eine Route mit den geringsten Kosten im Überlappungsbereich in den Suchgebieten berechnet (Schritt S505). Dann wird bestimmt, ob die Kosten der kürzesten Kostenroute bereits gespeichert wurden oder nicht (Schritt S506). Sind sie gespeichert, wird bestimmt, ob die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute geringer als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute sind oder nicht (Schritt S507). Sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute geringer, oder sind die Kosten der kürzesten Kostenroute in Schritt S506 nicht gespeichert, werden die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert (Schritt S508). Überlappen das Suchkerngebiet auf der Abfahrtpunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite in Schritt S504 nicht, oder sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute nicht geringer als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute in Schritt S507, wird die Routensuchbeendigungsbestimmung durchgeführt (Schritt S509) (was nachstehend näher beschrieben wird). Selbst in der niedrigsten Hierarchiestufe wird die Routensuche beendet, wenn der Abfahrtpunkt und das Ziel zum selben Suchkerngebiet gehören. Wird die Routensuchbeendigung nicht bestimmt (Schritt S510: NEIN), wird bestimmt, ob die Kostenzuordnung zu allen der Vielzahl der Suchgebiete auf der Zielseite durchgeführt wurde oder nicht (Schritt S511). Wurde die Kostenzuordnung nicht für alle der Vielzahl der Suchgebiete durchgeführt, kehrt der Ablauf zu Schritt S502 zurück und die gleiche Verarbeitung wird wiederholt.

**[0040]** Wurde die Kostenzuordnung für alle der Vielzahl der Suchgebiete in Schritt S511 durchgeführt, wird das Suchzielgebiet auf der Abfahrtpunktseite ausgewählt (Schritt S512). Dies ist die Verarbeitung zur Auswahl einer Auswahlreihenfolge, im Fall des Beispiels in [Fig. 4](#) der Gebiete B, C und D in Schritt S502. Dann wird die Suche für das ausgewählte Gebiet in dem vorbestimmten Gebiet unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus durchgeführt (Schritt S513).

Es wird bestimmt, ob das Suchgebiet auf der Abfahrtpunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite überlappen oder nicht (Schritt S514). Überlappen sie, wird eine Route mit den geringsten Kosten in dem Überlappungsbereich in den Suchgebieten berechnet (Schritt S515). Dann wird bestimmt, ob die Kosten der kürzesten Kostenroute bereits gespeichert sind oder nicht (Schritt S516). Sind sie gespeichert, wird bestimmt, ob die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute geringer als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute sind oder nicht (Schritt S517). Sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute geringer, oder sind die Kosten der kürzesten Kostenroute in Schritt S516 nicht gespeichert, werden die Kosten der kürzesten Kostenroute aktualisiert (Schritt S518). Überlappen das Suchgebiet auf der Abfahrtpunktseite und das Suchgebiet auf der Zielseite nicht in Schritt S514, oder sind die Kosten der neu berechneten kürzesten Kostenroute in Schritt S517 nicht geringer als die gespeicherten Kosten der kürzesten Kostenroute, wird die Routensuchbeendigungsbestimmung durchgeführt (Schritt S519). Wird die Routensuchbeendigung nicht bestimmt (Schritt S520: NEIN), wird bestimmt, ob die Kostenzuordnung zu allen der Vielzahl der Suchgebiete auf der Zielpunktseite durchgeführt wurde oder nicht (Schritt S521). Wurde die Kostenzuordnung nicht zu allen der Vielzahl der Suchgebiete durchgeführt, kehrt der Ablauf zu Schritt S512 zurück und die gleiche Verarbeitung wird wiederholt. Wurde die Routensuchbeendigung in Schritt S510 oder S520 bestimmt, wird die Suche durch Erweitern der aktuellen Hierarchiestufe in das der höheren Hierarchiestufe entsprechende Gebiet beendet. Wurde in Schritt S521 die Kostenzuordnung zu allen der Vielzahl der Suchgebiete auf der Abfahrtpunktseite durchgeführt, wird die Routensuche fortgesetzt (der Ablauf geht zu Schritt S114 und Schritt S115 über).

**[0041]** [Fig. 10](#) zeigt die Routensuchbeendigungsbestimmung.

**[0042]** Es wird bestimmt, ob die Suchzielhierarchiestufe die höchste Hierarchiestufe ist oder nicht (Schritt S301). Ist sie nicht die höchste Hierarchiestufe, wird der Knoten mit den geringsten Ankunfts-kosten aus höheren Migrationsknoten (Gebietrandknoten) auf der Abfahrtpunktseite gesucht (Schritt S302), und es wird bestimmt, ob die Ankunfts-kosten für zumindest einen der höheren Migrationsknoten auf der Abfahrtpunktseite eingestellt sind oder nicht (Schritt S303). Als nächstes wird der Knoten mit den geringsten Ankunfts-kosten aus höheren Migrationsknoten (Gebiet Randknoten) auf der Zielseite gesucht (Schritt S304), und es wird bestimmt, ob die Ankunfts-kosten für zumindest einen der höheren Migrationsknoten auf der Zielseite eingestellt sind oder nicht (Schritt S305). Sind die höheren Migrationsknoten sowohl auf der Abfahrtpunktseite als auch der Zielseite eingestellt, wird bestimmt, ob die Gesamt-



kosten der kleinsten Ankunfts-kosten unter den höheren Migrationsknoten jeweils auf der Abfahrts-punktseite und der Zielseite geringer als die Kosten der kürzesten Kostenroute sind oder nicht (Schritt S306). Sind die Gesamtkosten der höheren Migrationsknoten der kleinsten Kosten geringer als die Kosten der kürzesten Kostenroute, wird die Routensuche fortgesetzt. Sind die Ankunfts-kosten in Schritt S303 oder Schritt S305 nicht eingestellt, wird die Suche unter Bewegung zu der höheren Hierarchiestufe nicht durchgeführt. Sind die Gesamtkosten der höheren Migrationsknoten der geringsten Ankunfts-kosten jeweils auf der Abfahrts-punktseite und der Zielseite größer als die Kosten der kürzesten Kostenroute, wird die Routensuche beendet, da keine weiteren kürzesten Kostenrouten vorhanden sind, selbst wenn die Suche in der höheren Hierarchiestufe durchgeführt wird (Schritt S308).

**[0043]** Als nächstes stellen die [Fig. 11](#) und [Fig. 12](#) eine Kostenzuordnungsverarbeitung für die höhere Hierarchiestufe dar.

**[0044]** [Fig. 11](#) zeigt einen Ablauf der Kostenzuordnungsverarbeitung zu der höheren Hierarchiestufe.

**[0045]** [Fig. 12](#) zeigt ein Beispiel der Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe.

**[0046]** In [Fig. 11](#) werden alle Knoten erfasst, die in dem vorbestimmten Gebiet der durchsuchten Hierarchiestufe vorhanden sind (Schritt S401). Für die durchsuchte Hierarchiestufe ist die Kostenzuordnung zu all den Knoten in dem vorbestimmten Gebiet bereits unter Verwendung des Dijkstra-Algorithmus abgeschlossen. Es wird bestimmt, ob eine Bestimmung der Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe zu all den Knoten abgeschlossen ist oder nicht (Schritt S402). Ist sie nicht abgeschlossen, wird bestimmt, ob ein anvisierter Knoten ein auf dem Rand innerhalb des vorbestimmten Gebiets der durchsuchten Hierarchiestufe vorhandener Knoten ist oder nicht (Schritt S403). Ist der relevante Knoten kein Knoten, der auf dem Rand vorhanden ist, kehrt der Ablauf zu Schritt S402 zurück und die Verarbeitung wird fortgesetzt. Diese Verarbeitung dient dazu, lediglich Randknoten zu der höheren Hierarchiestufe zu migrieren. Ist der relevante Knoten ein auf der Begrenzung bzw. dem Rand vorhandener Knoten, wird bestimmt, ob der relevante Knoten in dem vorbestimmten Gebiet (einschließlich des Rands) in der höheren Hierarchiestufe vorhanden ist oder nicht (Schritt S404). Ist der relevante Knoten nicht in dem vorbestimmten Gebiet (einschließlich des Rands) in der höheren Hierarchiestufe vorhanden, kann die Suche nicht fortgesetzt werden. Daher kehrt der Ablauf zu Schritt S402 zurück, und die Verarbeitung wird fortgesetzt. Ist der relevante Knoten der Randknoten und ist der relevante Knoten in der höheren Hierarchiestufe vorhanden, werden alle Verbindungen, die

mit dem relevanten Knoten verbunden sind, erfasst (Schritt S405), und es wird bestimmt, ob die Suche mit allen Verbindungen durchgeführt wurde oder nicht, die mit dem relevanten Knoten verbunden sind (Schritt S406). Die Suche mit allen Verbindungen, die mit dem Randknoten verbunden sind, ist eine Suchverarbeitung für die geringste Kostensuche in der Suchhierarchiestufe. In einem Schritt der Verarbeitung der Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe wird gleichzeitig eine Erfassungsverarbeitung der kürzesten Kostenroute in der Suchhierarchiestufe durchgeführt. Wird beispielsweise in [Fig. 12](#) angenommen, dass bei der Suchverarbeitung der Suchhierarchiestufe die Kosten von 5 Randknoten auf der Abfahrts-punktseite zu 200, 400, 800, 1100 und 1400 berechnet sind, und die Kosten von 5 Randknoten auf der Zielseite zu 300, 500, 700, 1100 und 1200 berechnet sind, werden diese Knoten zu der höheren Hierarchiestufe migriert und die Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe wird durchgeführt. Gleichzeitig wird die kürzeste Kostenroute über die Routensuche unter den 5 Randknoten in der Suchhierarchiestufe gesucht.

**[0047]** Ist die Suche mit allen Verbindungen in Schritt S406 nicht durchgeführt, werden die Ankunfts-kosten des relevanten Knotens erfasst (Schritt S407), und all die Verbindungen, die mit dem Knoten der höheren Hierarchiestufe des relevanten Knotens verbunden sind, werden erfasst (Schritt S408). Dann wird bestimmt, ob die Suche mit all den Verbindungen durchgeführt wurde oder nicht, die mit dem Knoten der höheren Hierarchiestufe des relevanten Knotens verbunden sind (Schritt S409). Wurde die Suche nicht mit all den Verbindungen durchgeführt, wird der angrenzende Knoten des Knotens der höheren Hierarchiestufe des relevanten Knotens erfasst (Schritt S410), und die Ankunfts-kosten werden erfasst (Schritt S411). Als nächstes werden die Verbindungskosten/die Kosten zwischen Verbindungen (die Knotenkosten) zwischen dem relevanten Knoten und dem angrenzenden Knoten zu den in Schritt S407 erfassten Ankunfts-kosten des relevanten Knotens addiert, und es wird bestimmt, ob die addierten Kosten die Kosten der kürzesten Kostenroute überschreiten oder nicht, die gegenwärtig erfasst wird (Schritt S413). Werden die Kosten nicht überschritten, wird bestimmt, ob die addierten Kosten die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens des Knotens der höheren Hierarchiestufe des relevanten Knotens überschreiten oder nicht (Schritt S414). Überschreiten die addierten Kosten keine dieser Kosten, werden die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens des Knotens der höheren Hierarchiestufe des relevanten Knotens registriert und aktualisiert. Der Ablauf kehrt zu Schritt S409 über und die gleiche Verarbeitung wird fortgesetzt. Wird beispielsweise in dem Gebiet auf der Abfahrts-punktseite in [Fig. 12](#) ein Knoten M1 mit Kosten 400 anvisiert, wenn die Verbindungskosten LC zwischen dem Knoten M1 und dem angren-

zenden Knoten M2 100 betragen, werden die Verbindungskosten 100 zu den Kosten 400 des Knotens M1 zur Erfassung der Ankunfts-kosten 500 für den angrenzenden Knoten M2 addiert. Sind die Kosten der kürzesten Kostenroute, die zu diesem Moment erfasst wird, 1000, sind die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens M2 geringer als die Kosten der kürzesten Route. Wird angenommen, dass die Ankunfts-kosten 600 für den angrenzenden Knoten M2 durch die Suche von einer anderen Route eingestellt wurden, sind die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens M2, die durch die Suche von dem Knoten M1 erfasst wurden, außerdem kleiner als die Ankunfts-kosten 600. Daher werden die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens M2 registriert und von 600 auf 500 aktualisiert. Durch sequentielle Durchführung der Kostenzuordnung auf diese Weise werden Kosten 800 eines Randknotens M3 im Gebiet der höheren Hierarchiestufe erfasst.

**[0048]** Überschreiten die in Schritt S412 berechneten Kosten (die durch Addieren der Verbindungskosten/der Kosten zwischen Verbindungen (der Knoten-kosten) zu den Ankunfts-kosten des relevanten Knotens erhaltenen Kosten) die Kosten der kürzesten Kostenroute in Schritt S413, wird keine weitere Kostenzuordnung durchgeführt. Der Ablauf kehrt zu Schritt S409 zurück und die gleiche Verarbeitung wird fortgesetzt. Betragen beispielsweise in dem Gebiet der Abfahrtspunktseite in [Fig. 12](#) unter Anvisierung eines Knotens M4 mit Ankunfts-kosten 800 die Kosten der Verbindung LC zwischen dem Knoten M4 und dem angrenzenden Knoten M5 250, werden die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens M5 1050, was die Kosten der kürzesten Kostenroute 1000 überschreitet. Daher wird keine weitere Kostenzuordnung durchgeführt, und die Kosten  $\infty$  werden für den Knoten M5 eingestellt. Außerdem werden jeweils Kosten 1100 und 1400 für einen Knoten M6 und einen Knoten M7 eingestellt, da die Kosten 1000 der kürzesten Kostenroute beim Bewegen zu der höheren Hierarchiestufe noch unbekannt waren. Allerdings überschreiten alle Ankunfts-kosten der Knoten, die mit diesem Knoten verbunden sind, die Kosten der kürzesten Kostenroute. Daher wird keine weitere Kostenzuordnung durchgeführt, und die Kosten  $\infty$  werden für diese Knoten eingestellt. Auch wenn die in Schritt S412 berechneten Kosten die Ankunfts-kosten des angrenzenden Knotens in Schritt S414 überschreiten, werden diese Kosten ferner nicht registriert. Der Ablauf kehrt zu Schritt S409 zurück und die gleiche Verarbeitung wird fortgesetzt. Ist die Suche mit allen Verbindungen, die mit den Knoten der höheren Hierarchiestufe verbunden sind, in Schritt S409 abgeschlossen, und wird die Bestimmung der Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe zu allen Knoten in der Suchhierarchiestufe in Schritt S402 als abgeschlossen bestimmt, ist die Kostenzuordnung zu der höheren Hierarchiestufe beendet.

**[0049]** Die vorstehend beschriebenen Ausführungsbeispiele dienen lediglich der Veranschaulichung der Erfindung, und es sind Abwandlungen und Modifikationen innerhalb des in den Patentansprüchen definierten Schutzbereichs möglich.

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- JP 2008-267041 [\[0001\]](#)
- JP 2-56591 A [\[0004\]](#)
- JP 11-257987 A [\[0005\]](#)

## Patentansprüche

1. Navigationsvorrichtung zum Suchen nach einer Route von einem Abfahrtspunkt zu einem Ziel, mit

einer Informationsspeichereinheit, die Kartendaten in einer hierarchischen Struktur speichert, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe ausgenommen wurden, einer Routensucheinheit zum Lesen der Kartendaten in der hierarchischen Struktur aus der Informationsspeichereinheit, zur Durchführung einer Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite und Erfassung einer kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich, und einer Steuereinheit zur Steuerung der Routensuche der Routensucheinheit, wobei die Routensucheinheit bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, zur Erweiterung des vorbestimmten Gebiets in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe und Durchführung der Routensuche zur Erfassung einer ersten kürzesten Kostenroute und weiteren Durchführung der Routensuche in einer höheren Hierarchiestufe zur Erfassung einer zweiten kürzesten Kostenroute eingerichtet ist, und die Steuereinheit zur Aktualisierung der Kosten der kürzesten Kostenroute eingerichtet ist, wenn Kosten der zweiten kürzesten Kostenroute geringer als die Kosten der ersten kürzesten Kostenroute sind.

2. Navigationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Routensucheinheit beim Erweitern des vorbestimmten Gebiets in das Suchgebiet in der höheren Hierarchiestufe zur Erweiterung mit Priorität in einer Richtung eingerichtet ist, in der die Kosten zu einem Rand des vorbestimmten Gebiets am kleinsten werden.

3. Navigationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit zur Steuerung der Routensucheinheit derart eingerichtet ist, dass diese keine Kostenzuordnung zu nachfolgenden Knoten durchführt, wenn Ankunfts-kosten inmitten der Routensuche in dem vorbestimmten Gebiet auf der Abfahrtspunktseite oder der Zielseite die Kosten der bereits erfassten kürzesten Kostenroute überschreiten.

4. Navigationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit zur Beendigung der Routensuche der Routensucheinheit eingerichtet ist, wenn Ankunfts-kosten nicht zu einem Randknoten des vorbestimmten Gebiets auf der Abfahrtspunktseite oder der Zielseite eingestellt sind.

5. Navigationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit zur Beendigung der Routensuche der Routensucheinheit eingerichtet ist, wenn Ge-

samtkosten kleinster Kosten von Randknoten jedes vorbestimmten Gebiets auf der Abfahrtspunktseite und der Zielseite größer als die Kosten der bereits erfassten kürzesten Kostenroute sind.

6. Navigationsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Steuereinheit zur Steuerung der Routensucheinheit derart eingerichtet ist, dass sie keine Kostenzuordnung zu nachfolgenden Knoten durchführt, wenn Ankunfts-kosten eines angrenzenden Knotens eines Knotens einer höheren Hierarchiestufe, der einem Randknoten in einer unteren Hierarchiestufe entspricht, die Kosten der bereits erfassten kürzesten Kostenroute überschreiten.

7. Navigationsvorrichtung mit einer Informationsspeichereinheit, die Informationen hinsichtlich einer Straße speichert, einer Routensucheinheit zum Suchen nach einer Route zu einem Ziel beruhend auf in der Informationsspeichereinheit gespeicherten Straßeninformationen und einer Steuereinheit zur Bestimmung einer Qualität der durch die Routensucheinheit gesuchten Route und Steuerung einer Routensuchverarbeitung, wobei die Straßeninformationen mit Datenebenen in einer Vielzahl von Hierarchiestufen mit unterschiedlichen Detailgraden strukturiert sind, wobei zumindest eine Hierarchiestufe ausgenommen wurde, die Routensucheinheit zur Durchführung einer Routensuche mit detaillierten Daten in einem Bereich jedes vorbestimmten Gebiets auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite, Erweiterung des vorbestimmten Gebiets bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe und Durchführung der Routensuche und dann Bewegung auf eine Datenebene in einer höheren Hierarchiestufe und Fortsetzung der Routensuche eingerichtet ist, und die Steuereinheit, wenn eine Route zwischen einem Abfahrtspunkt und einem Ziel verbunden wurde, zum Vergleich von Kosten der in der Datenebene in der höheren Hierarchiestufe gesuchten Route mit Kosten der in der Datenebene in einer niedrigeren Hierarchiestufe gesuchten Route eingerichtet ist, und zur Beendigung der Routensuchverarbeitung eingerichtet ist, wenn bestimmt wird, dass die Kosten der in der Datenebene in der niedrigeren Hierarchiestufe gesuchten Route geringer als die Kosten der in der Datenebene in der höheren Hierarchiestufe gesuchten Route sind.

8. Programm zur Steuerung einer Navigationsvorrichtung, die eine Routensuche von einem Abfahrtspunkt zu einem Ziel durchführt, wobei das Programm einen Computer zur Durchführung folgender Schritte veranlasst:  
Lesen von Kartendaten in einer hierarchischen Struk-



tur aus einer Informationsspeichereinheit, wobei die Kartendaten zumindest einer Hierarchiestufe ausgenommen wurden,

Durchführen der Routensuche in jedem vorbestimmten Gebiet auf einer Abfahrtspunktseite und einer Zielseite, Erweitern des vorbestimmten Gebiets bei der Routensuche in einer Hierarchiestufe mit einer proximalen höheren Hierarchiestufe, deren Kartendaten nicht vorhanden sind, in ein Suchgebiet in der proximalen höheren Hierarchiestufe und Durchführen der Routensuche zur Erfassung einer ersten kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich, und ferner Durchführen der Routensuche in einer höheren Hierarchiestufe zur Erfassung einer zweiten kürzesten Kostenroute in einem in Suchgebieten überlappenden Bereich, wenn Kosten der zweiten kürzesten Kostenroute geringer als die Kosten der ersten kürzesten Kostenroute sind, Aktualisieren der Kosten der kürzesten Kostenroute.

Es folgen 16 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

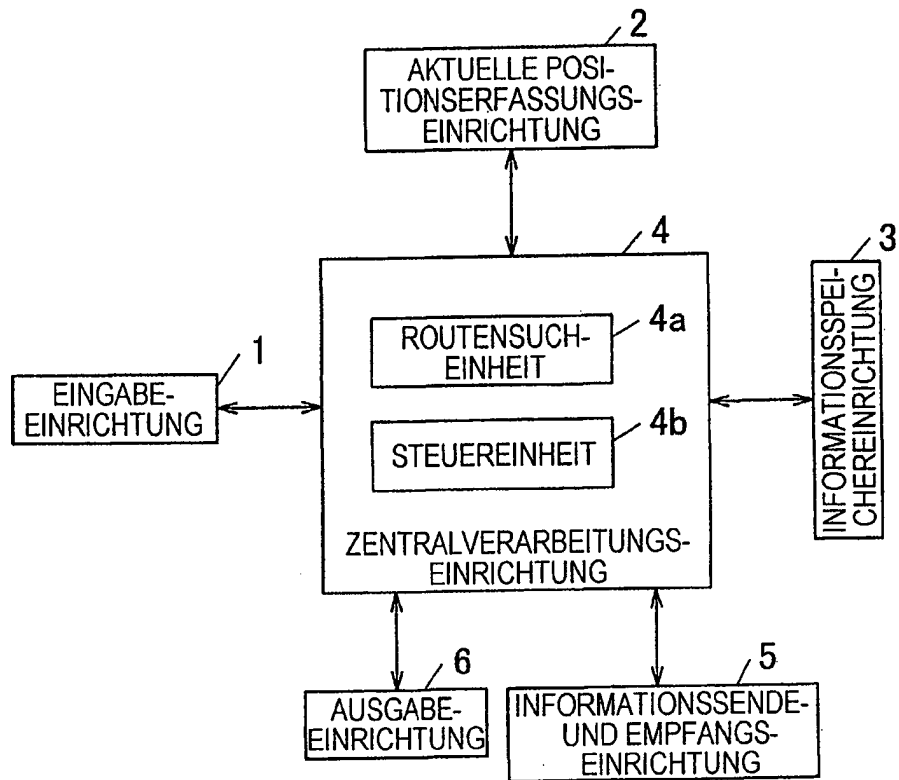


FIG. 2

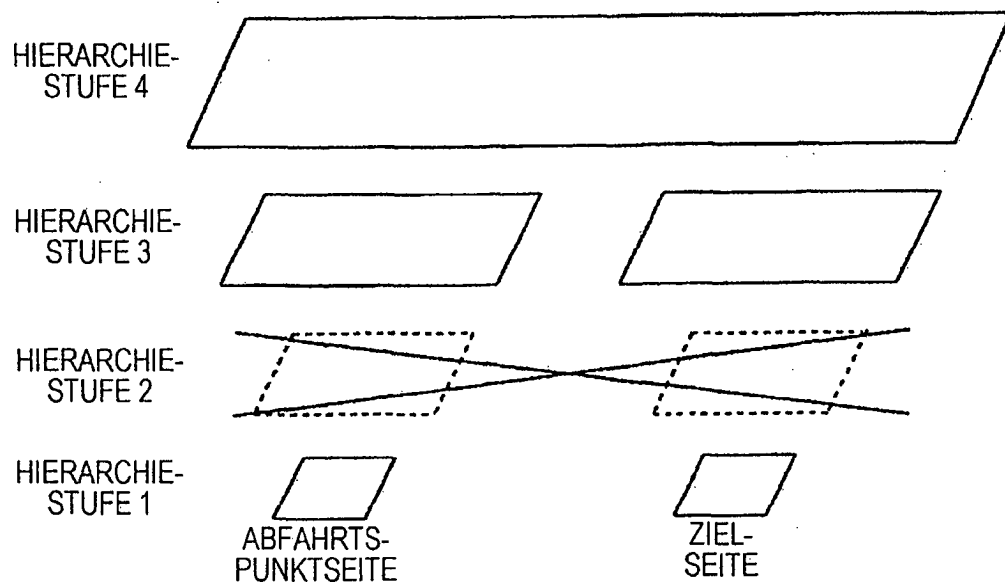


FIG. 3

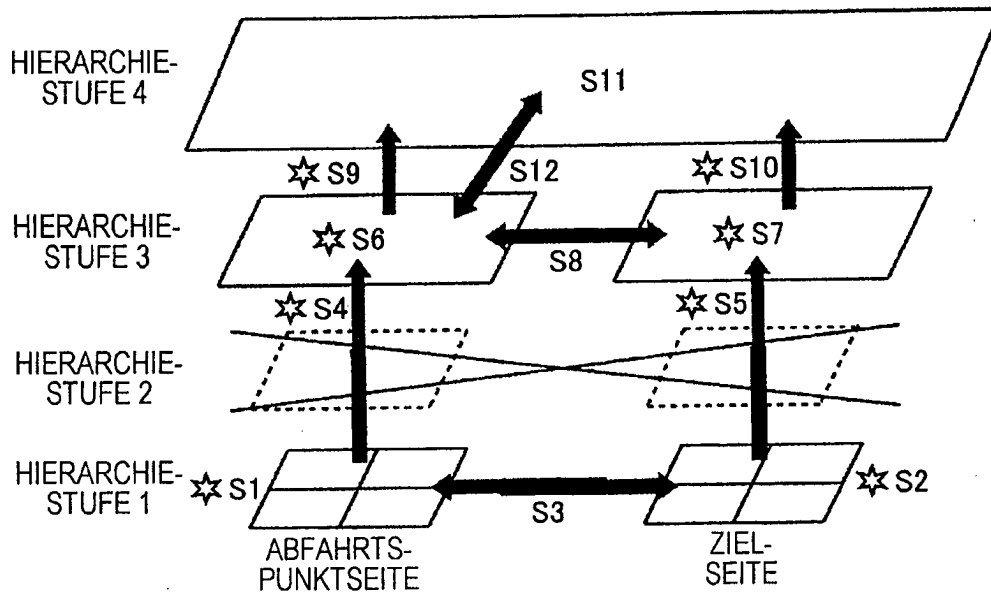


FIG. 4

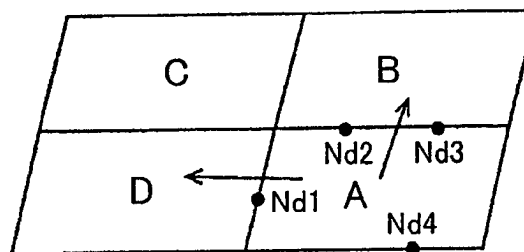




FIG. 5

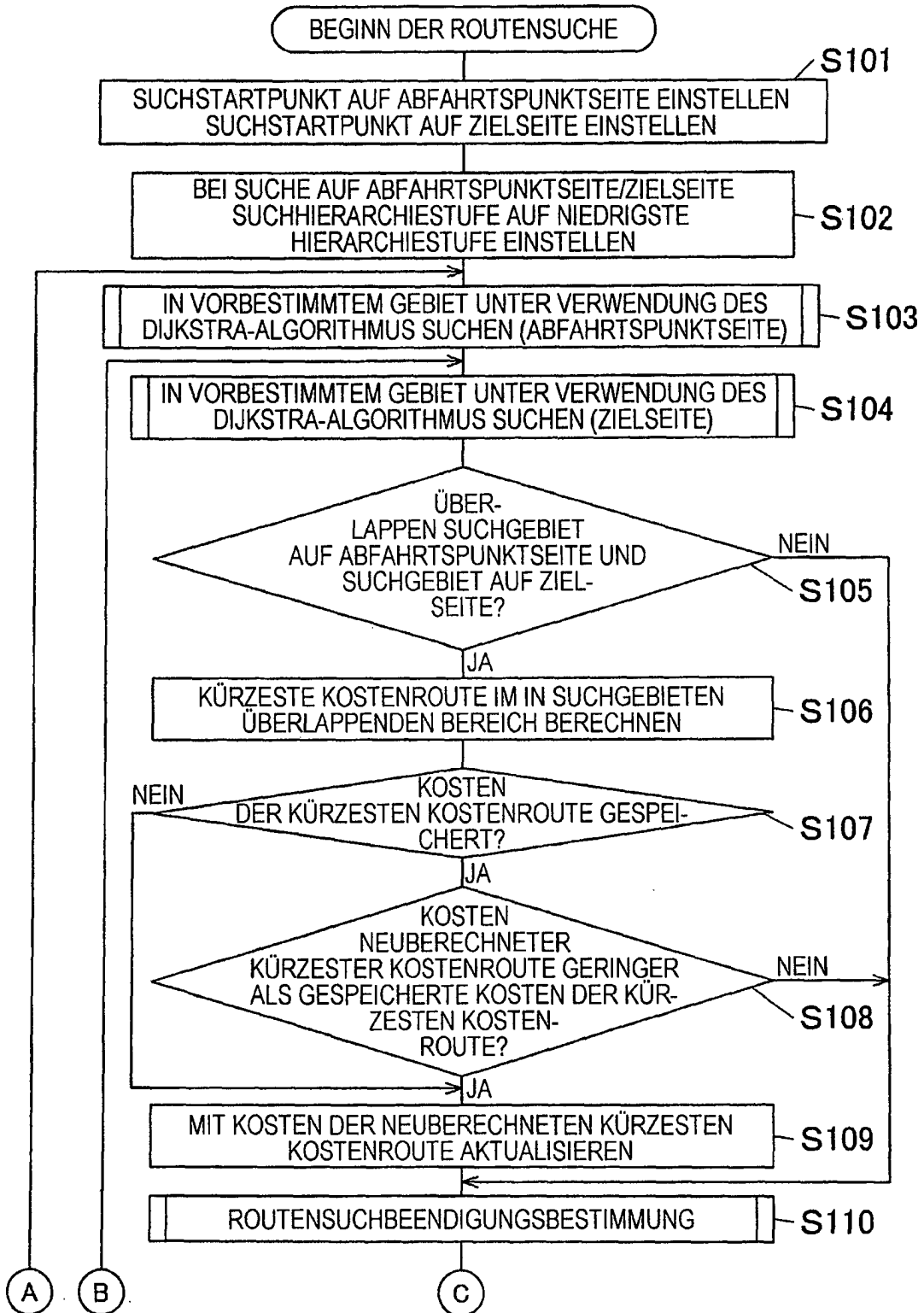


FIG. 5

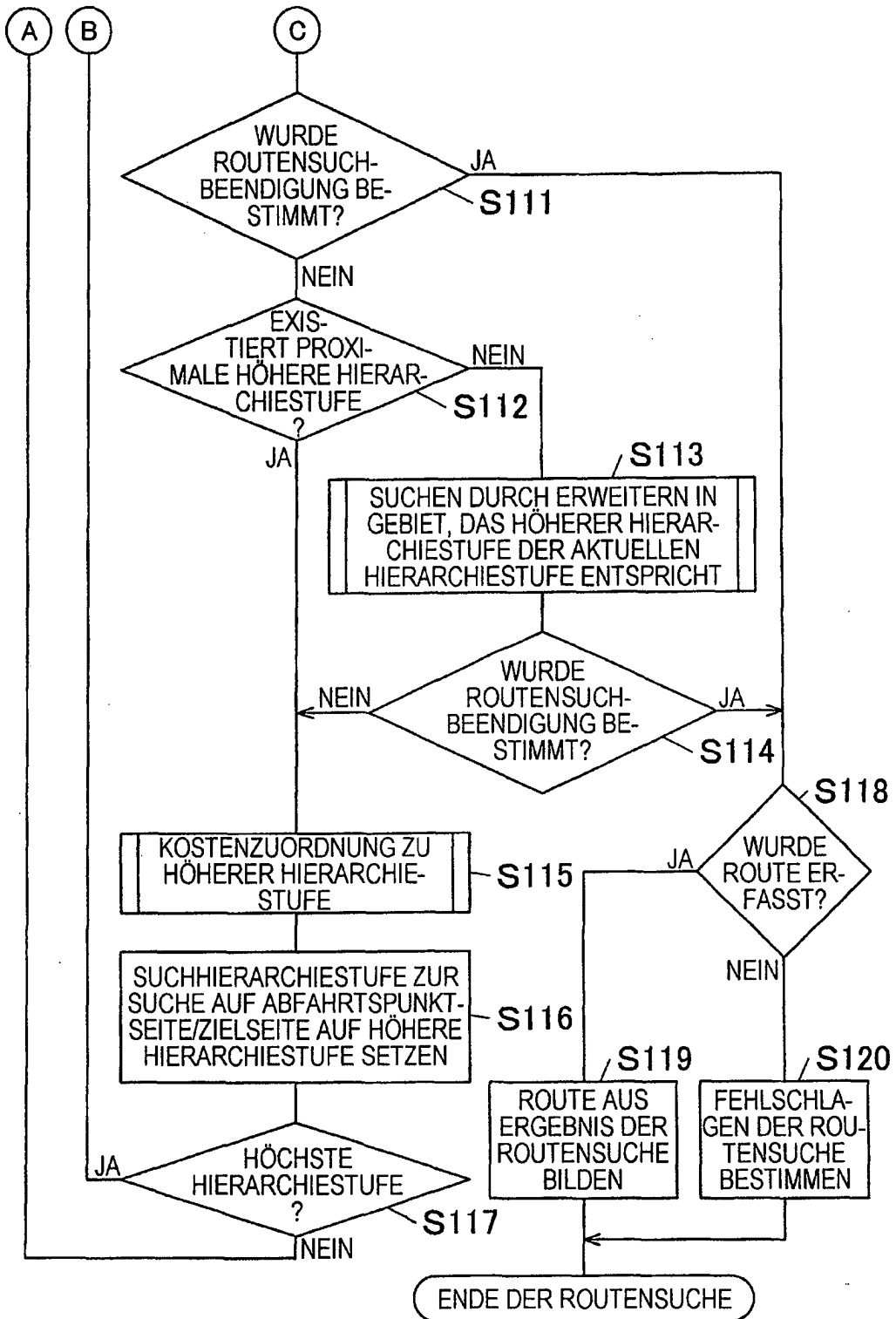


FIG. 6A

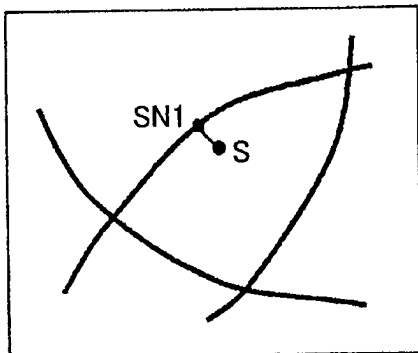


FIG. 6B

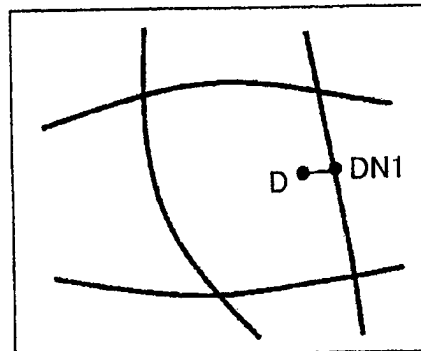


FIG. 7

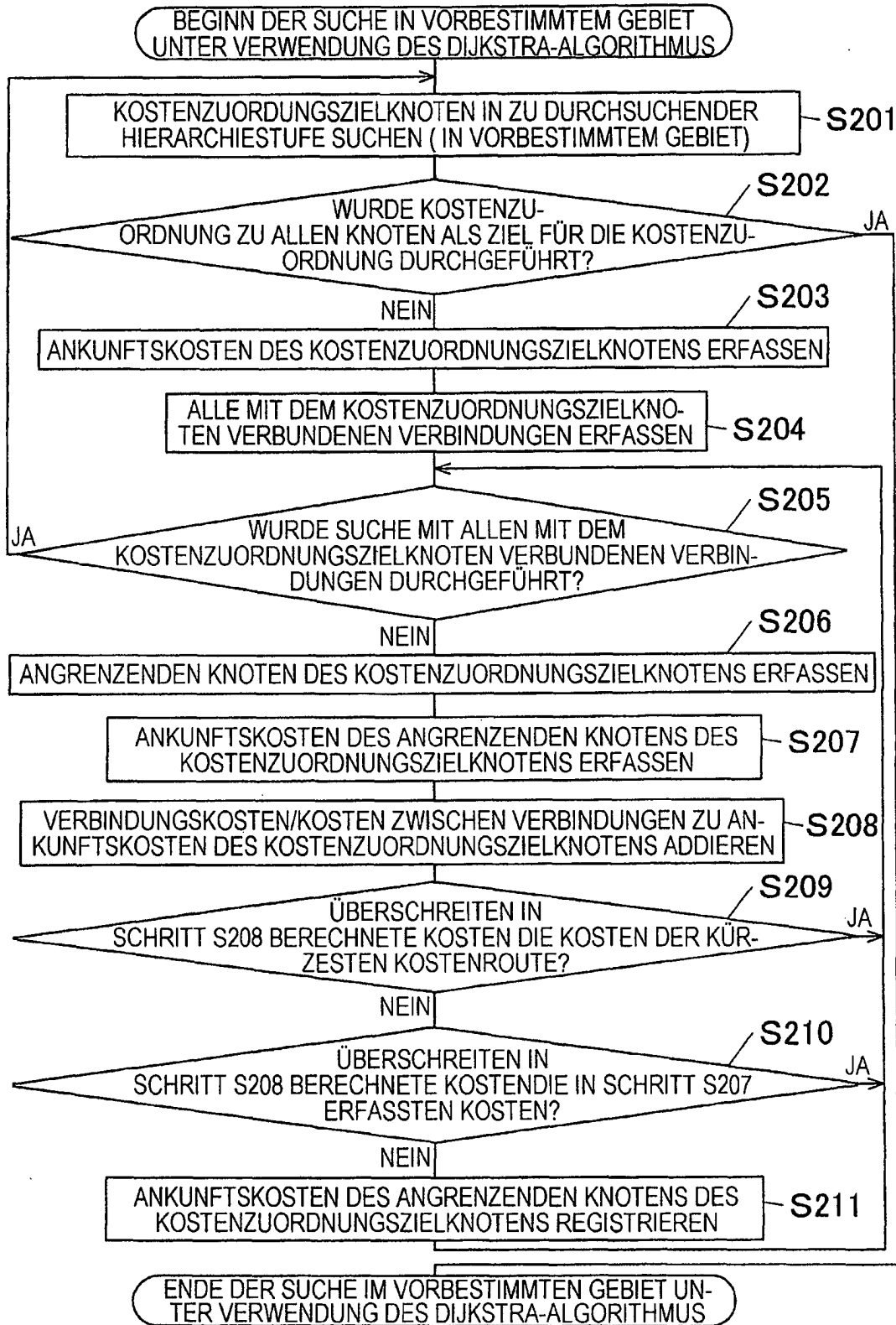




FIG. 8

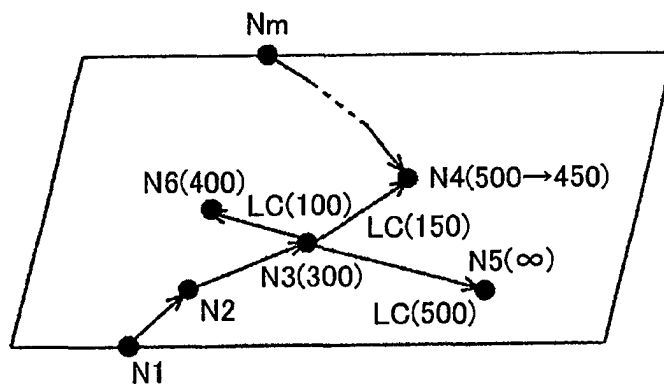


FIG. 9

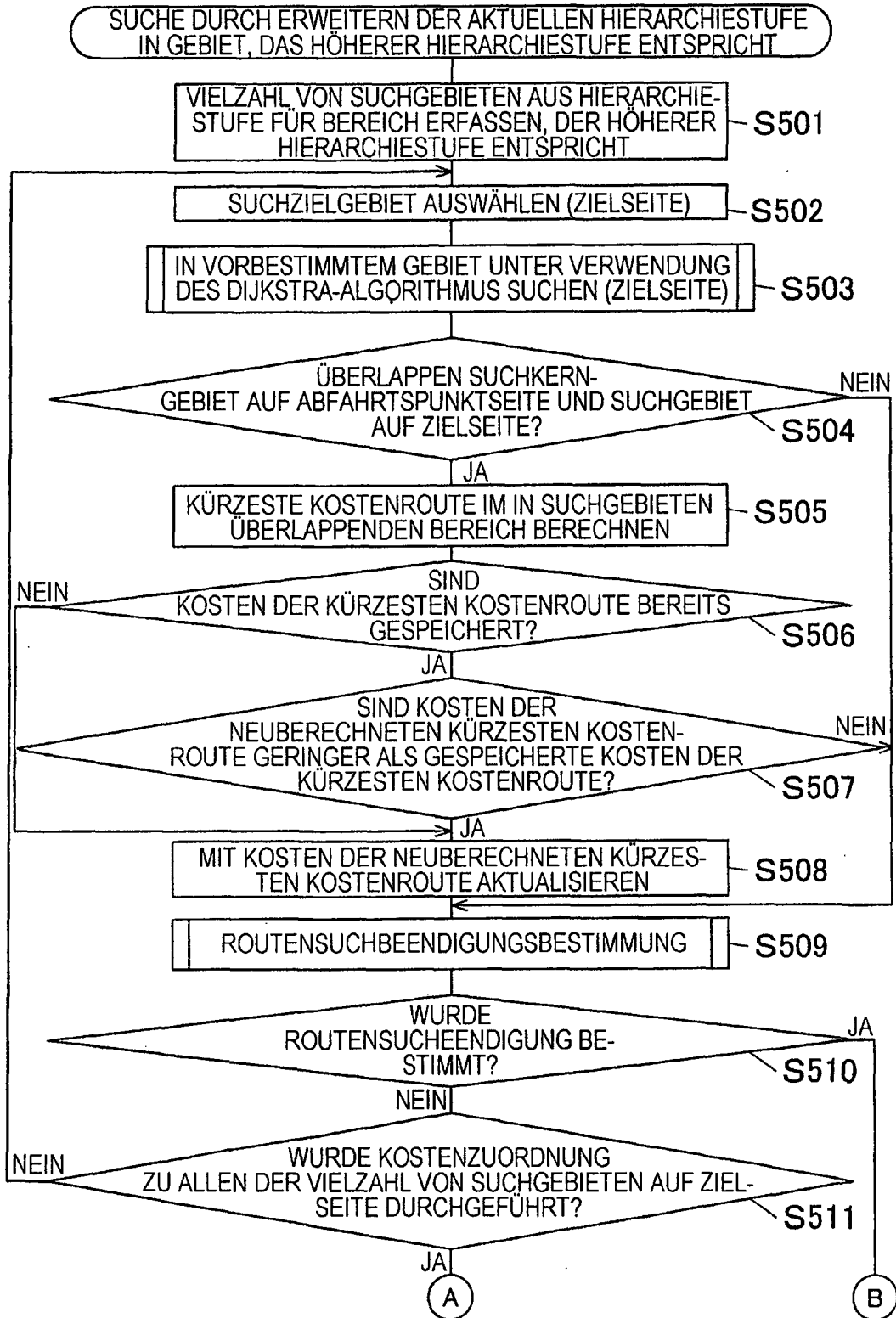


FIG. 9

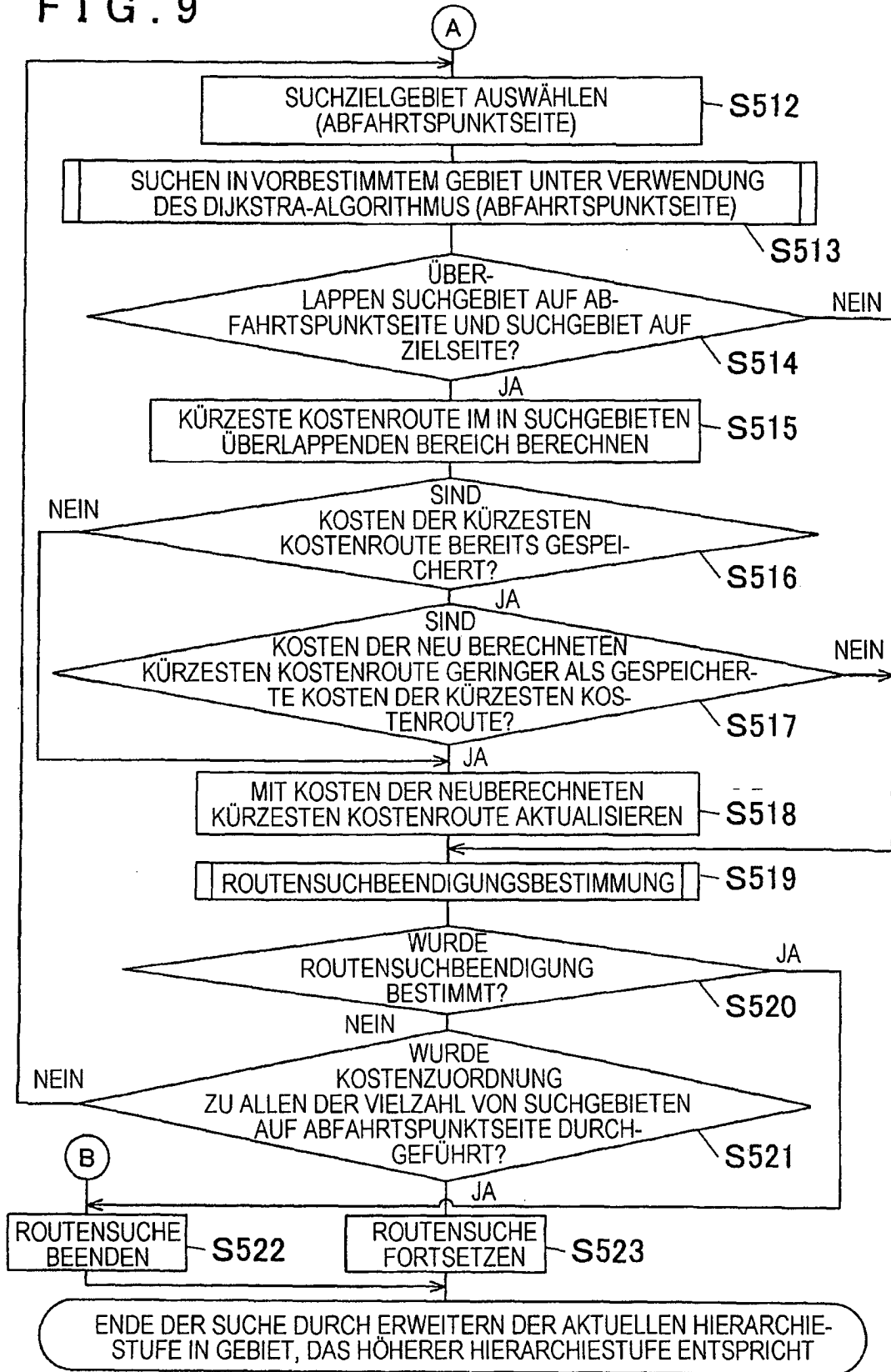


FIG. 10

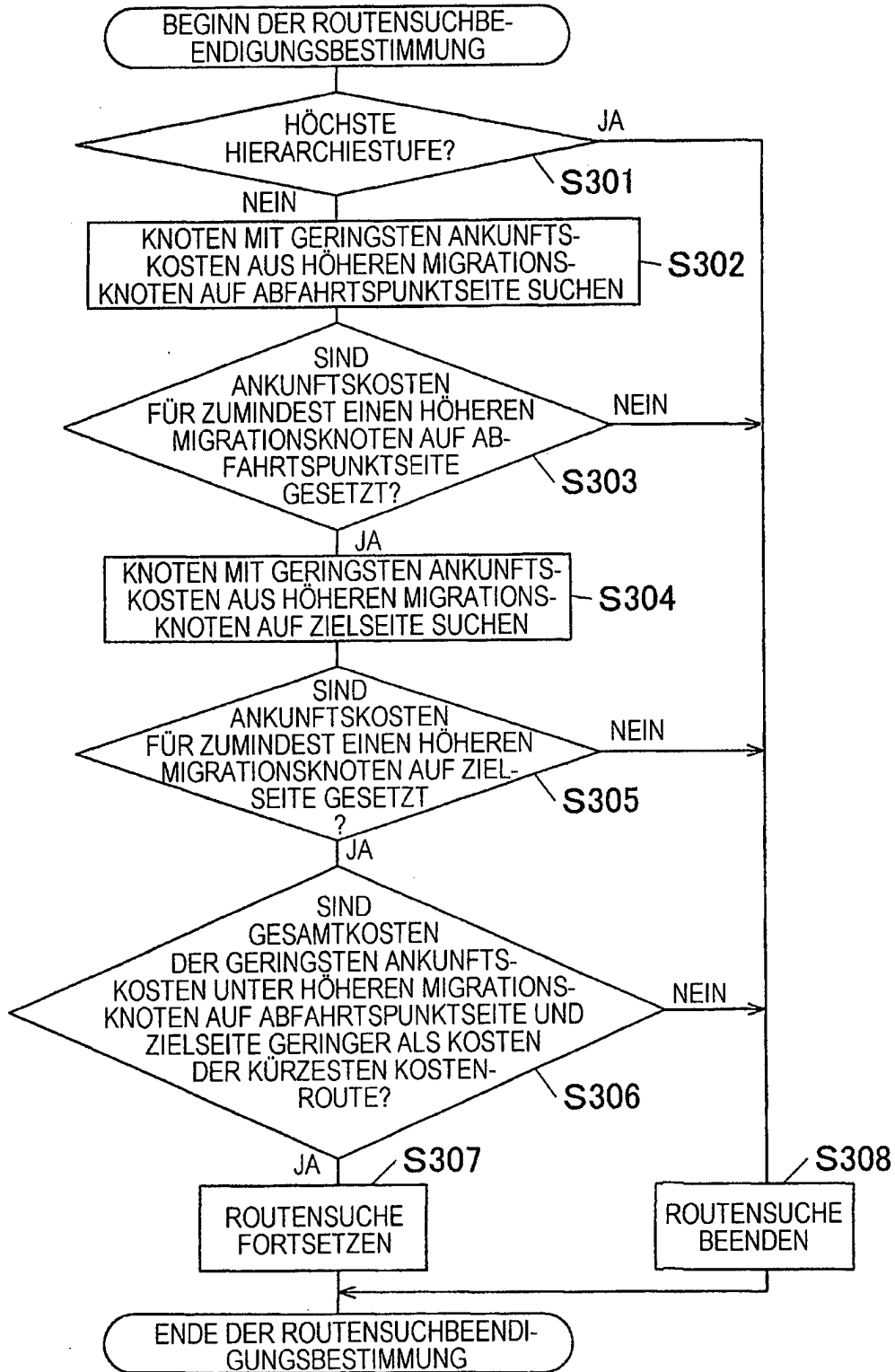


FIG. 11

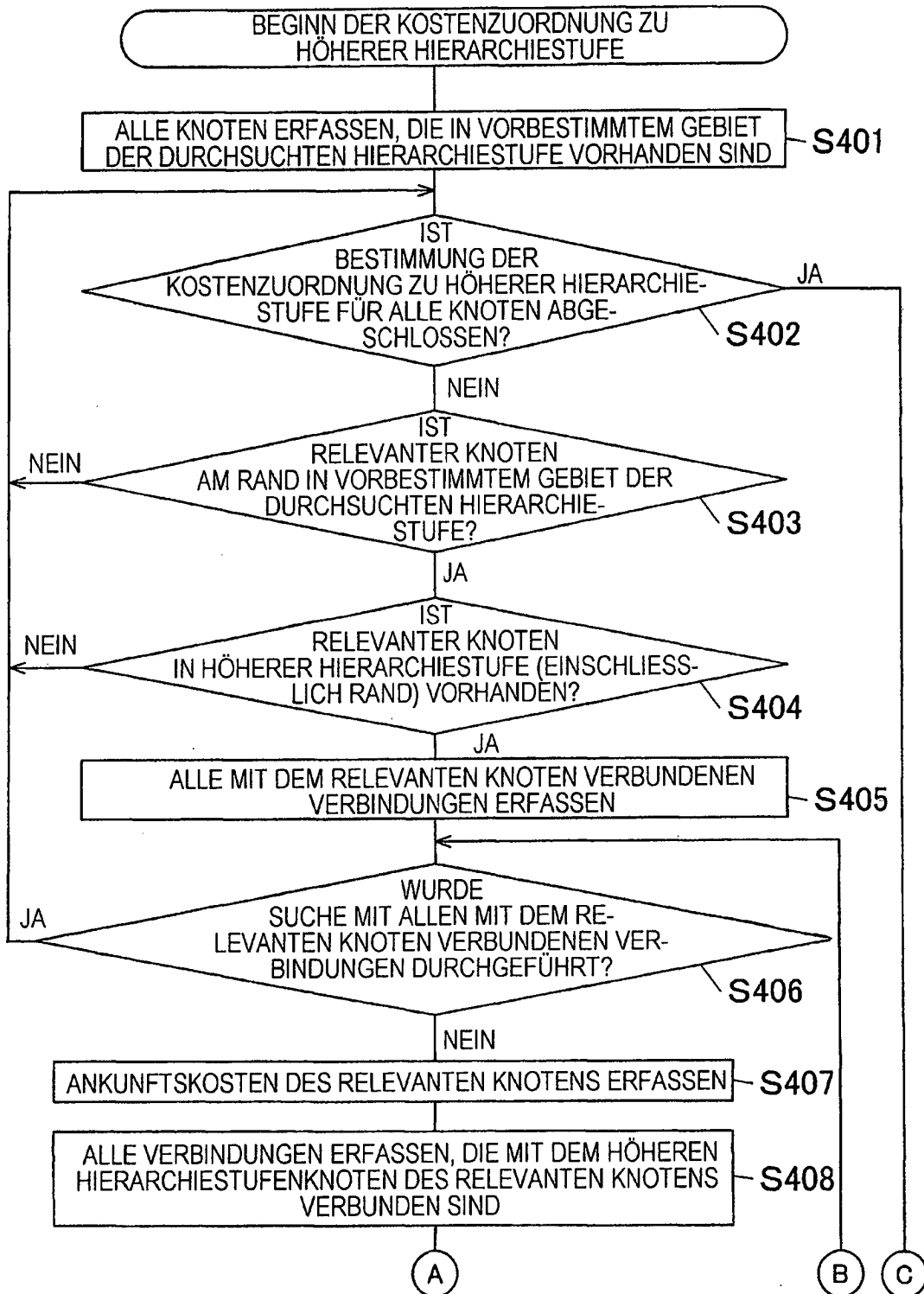


FIG. 11

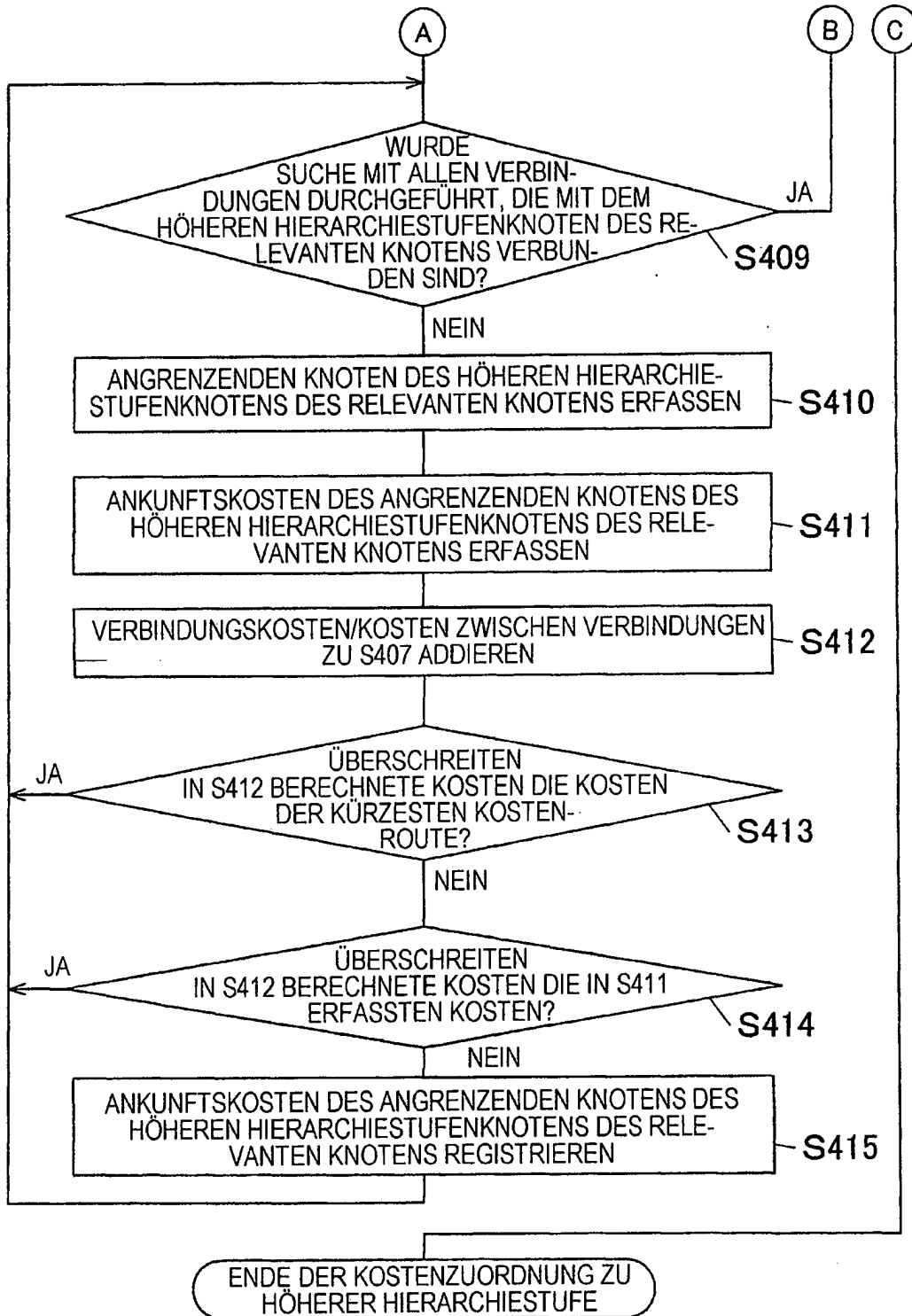


FIG. 12

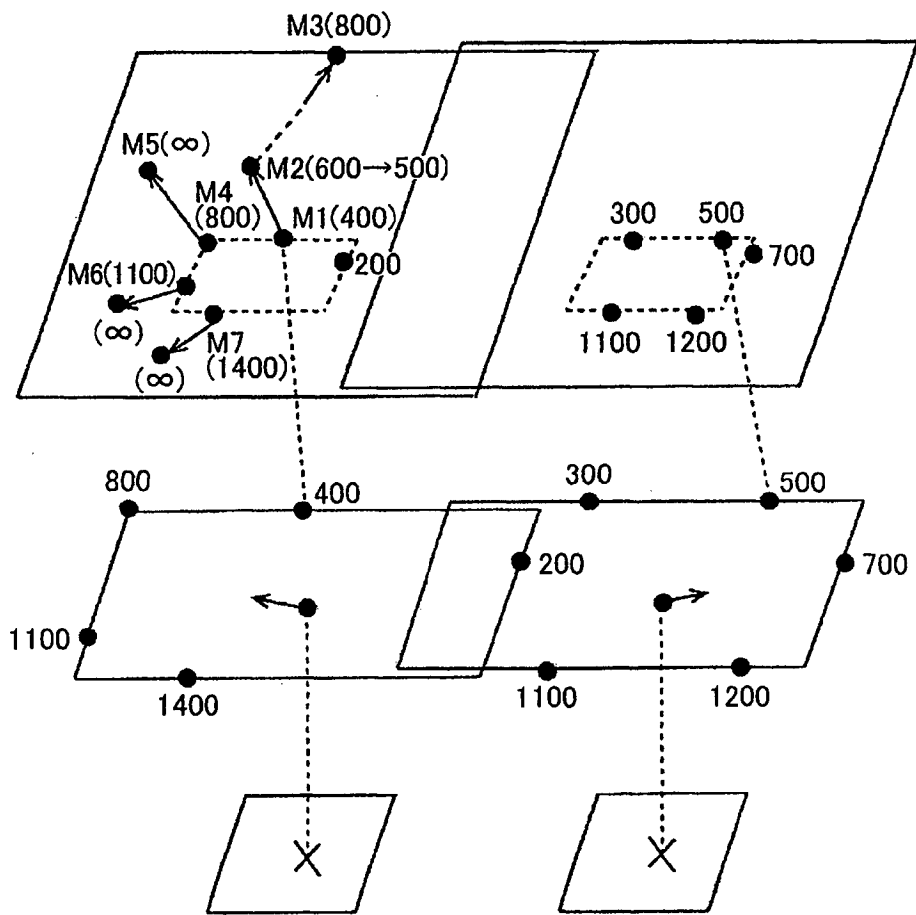


FIG. 13A

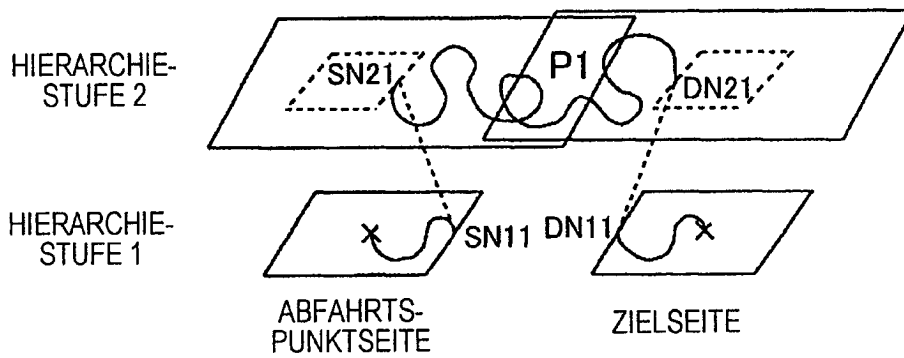


FIG. 13B

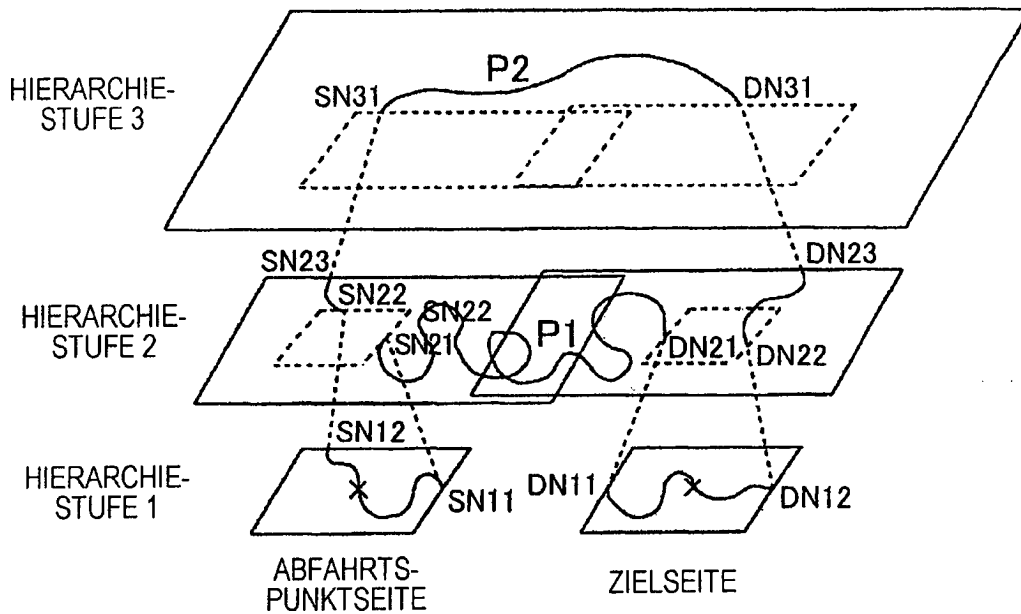




FIG. 14

