



(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
 (87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2013/162579**
 in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
 (21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2012 006 265.5**
 (86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2012/035229**
 (86) PCT-Anmeldetag: **26.04.2012**
 (87) PCT-Veröffentlichungstag: **31.10.2013**
 (43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
 in deutscher Übersetzung: **21.05.2015**

(51) Int Cl.: **H04L 12/28 (2006.01)**
H04L 12/70 (2013.01)
H04L 29/06 (2006.01)

(71) Anmelder:
**HEWLETT-PACKARD DEVELOPMENT COMPANY,
 L.P., Houston, Tex., US**

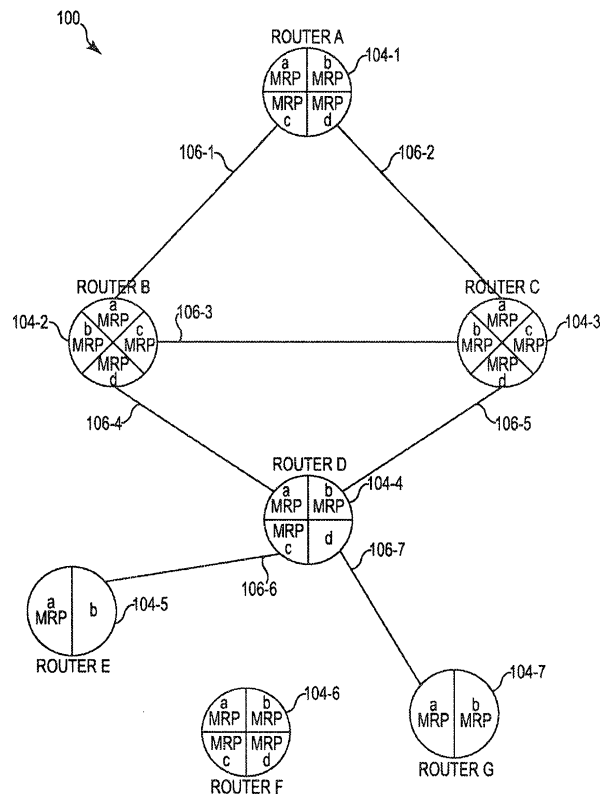
(72) Erfinder:
**Mentze, Duane E., Roseville, Calif., US; Rollins,
 Richard J., Roseville, Calif., US; Kim, Nam Soo,
 Roseville, Calif., US**

(74) Vertreter:
**Schoppe, Zimmermann, Stöckeler, Zinkler,
 Schenk & Partner mbB Patentanwälte, 81373
 München, DE**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Entdeckung einer Multicast-Router-Topologie**

(57) Zusammenfassung: Netzwerkvorrichtungen, Systeme und Verfahren, insbesondere auch darauf befindliche ausführbare Befehle und/oder Logik werden zur Ermittlung einer Topologie eines Multicast-Routers zur Verfügung gestellt. Ein Netzwerkgerät umfasst eine mit einem Speicher gekoppelte Verarbeitungsressource. Der Speicher umfasst Programmbefehle, die von der Verarbeitungsressource zur Ermittlung einer Topologie eines Multicast-Routers durch Ermitteln einer Anzahl der miteinander über eine Anzahl Netzwerkverbindungen verbundenen Router, die ein MRP (Multicast Routing Protocol) auf einer Reihe von Schnittstellen auf den miteinander verbundenen Routern ausführen, ausgeführt werden.



Beschreibung

Hintergrund

[0001] Computernetzwerke können mehrere Geräte enthalten, darunter Netzwerkgeräte wie z. B. Router, Switches und Hubs, Rechenggeräte wie z. B. Server, Desktop-Rechner, Laptops, Workstations und Peripheriegeräte wie z. B. Drucker, Faxgeräte und Scanner, die über ein LAN (Local Area Network), ein WLAN (Wireless Local Area Network) und/oder WAN (Wide Area Network) miteinander vernetzt sind.

[0002] Das Multicasting kann in einem Netzwerk verwendet werden, wenn dieselben Informationen von mehreren Geräten benötigt werden. Durch Multicasting kann die Menge an Netzwerkressourcen, die bei der Übertragung der Multicasting-Daten an mehrere Geräte verbraucht wird, dadurch reduzieren, dass die Daten auf einmal an alle Geräte übertragen werden, die diese benötigen. Zum Multicasting kann das logische Routing der Multicast-Daten über ein Netzwerk zur Vermeidung von Redundanzen und zum effizienten Routing der Daten durch das Netzwerk gehören. Die Topologie der Geräte am zum Multicasting der gerouteten Daten verwendeten Netzwerk kann beim logischen Routing der Multicasting-Daten durch ein Netzwerk nützlich sein. Für große Netzwerke lässt sich die Topologie der Geräte auf dem zum Multicasting verwendeten Netzwerk mitunter schwer ermitteln.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0003] Fig. 1A–Fig. 1D zeigen ein Beispiel eines erfindungsgemäßen Computernetzwerks zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie.

[0004] Fig. 2 ist ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Verarbeitungs-, einer Speicherressource und eines erfindungsgemäßen maschinenlesbaren Mediums.

[0005] Fig. 3 ist ein Flussdiagramm eines Beispiels eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie.

Ausführliche Beschreibung

[0006] Erfindungsgemäße Ausführungsformen können Netzwerkgeräte, Systeme und Verfahren, insbesondere auch darauf befindliche ausführbare Befehle und Logik, zur Ermittlung einer Topologie eines Multicast-Routers umfassen. Ein Netzwerkgerät umfasst eine mit einem Speicher gekoppelte Verarbeitungsressource. Der Speicher umfasst Programmbefehle, die von der Verarbeitungsressource zur Ermittlung einer Topologie eines Multicast-Routers durch Ermitteln einer Anzahl der miteinander über eine Anzahl Netzwerkverbindungen verbundenen Router, die ein

MRP (Multicast Routing Protocol) auf einer Reihe von Schnittstellen auf den miteinander verbundenen Routern ausführen, ausgeführt werden.

[0007] In der nachfolgenden ausführlichen Beschreibung der vorliegenden Erfindung wird auf die beigelegten Zeichnungen, die Bestandteil der vorliegenden Erfindung sind und zur Veranschaulichung der Ausführung erfindungsgemäßer Beispiele dargestellt werden. Diese Beispiele werden detailliert genug beschrieben, damit der Fachmann die erfindungsgemäßen Ausführungsformen ausführen kann; es versteht sich, dass auch weitere Beispiele verwendet werden können, und dass Verfahrens-, elektrische und/oder Strukturveränderungen möglich sind, ohne den Schutzzumfang der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

[0008] Die vorliegenden Zeichnungen entsprechen einer Nummerierung, bei der die erste Zahl bzw. die ersten Zahlen der Zeichnungsnummer, und die übrigen Zahlen ein Element oder eine Komponente der Zeichnung kennzeichnen. Ähnliche Elemente oder Komponente verschiedener Zeichnungen können mit ähnlichen Zahlen versehen werden. Beispielsweise kann **108** das Element "08" der Fig. 1B kennzeichnen, und ein ähnliches Element kann dabei in der Fig. 2 als **208** gekennzeichnet werden. Die in den verschiedenen Zeichnungen dargestellten Elemente können hinzugefügt, ausgetauscht und/oder weggelassen werden, um verschiedene weitere Beispiele der vorliegenden Erfindung zu ergeben. Außerdem sollen Größenverhältnisse und Maßstab der in den Zeichnungen dargestellten Elemente Beispiele der vorliegenden Erfindung darstellen, und sind nicht als Einschränkung aufzufassen.

[0009] Fig. 1A–Fig. 1D zeigen ein Beispiel eines Computernetzwerks **100** zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie. Das in der Fig. 1A dargestellte Computernetzwerk **100** umfasst mehrere Router. In einigen Beispielen kann ein Computernetzwerk mehrere Geräte umfassen, die miteinander in einem LAN und/oder WAN über Router, Hubs, Switches, usw. miteinander vernetzt sind. Im vorliegenden Sinne ist unter "Netzwerkgerät" ein Switch, Router, Hub, Brücke, Zugangspunkt, usw., z. B. ein mit einem Netzwerk **100** verbundener Router mit Prozessor und Speicherressourcen, zu verstehen.

[0010] In einigen Beispielen können Geräte z. B. mithilfe von Routern, Hubs und/oder Switches miteinander und/oder mit anderen Netzwerken verbunden werden. Wie oben erwähnt, können diese Geräte einen Prozessor umfassen, der mit einem Speicher kommuniziert, und können auch Netzwerkchips mit Hardware-Logik, z. B. in Form von ASICs (Application-Specific Integrated Circuits), die der entsprechenden Anzahl Netzwerkschnittstellen zugeordnet sind, umfassen. Im vorliegenden Sinne ist der Be-

griff "Netzwerk" nicht auf Anzahl, Typ und/oder Ausgestaltung der in der **Fig. 1** dargestellten Geräte beschränkt.

[0011] Im vorliegenden Sinne kann ein Netzwerk ein Kommunikationssystem bereitstellen, das zwei oder mehr Geräte miteinander verbindet, den Benutzern den Zugriff auf Ressourcen anderer Geräte gewährt und ihnen den Austausch von Nachrichten mit anderen Benutzern ermöglicht. Ein Netzwerk ermöglicht es Nutzern, Ressourcen auf den eigenen Systemen mit anderen Netzwerkbenutzern zu teilen und auf Daten auf zentral lokalisierten Systemen oder Systemen in dezentralen Büros zuzugreifen. Es kann Verbindungen mit dem Internet oder den Netzwerken anderer Organisationen bereitstellen. Benutzer können mit netzwerkfähigen, maschinenlesbaren Befehlen, z. B. Software und/oder Firmware, Anwendungen, in Wechselwirkung treten, um eine Netzwerkanforderung, z. B. nach einer Datei, abzugeben. Anwendungen können auch mit maschinenlesbaren Befehlen zur Netzwerkverwaltung kommunizieren, die wiederum mit der Hardware des Netzwerks kommunizieren können, um Daten zwischen Geräten auf dem Netzwerk zu übertragen.

[0012] Das Computernetzwerk **100** der **Fig. 1A** umfasst den Router A (**104-1**), Router B (**104-2**), Router C (**104-3**), Router D (**104-4**), Router E (**104-5**), Router F (**104-6**) und den Router G (**104-7**). Jeder der Router kann mehrere Schnittstellen umfassen, wobei die Schnittstellen je nach dem Router, auf dem sie sich befinden, und der konkreten Schnittstelle auf dem Router, bezeichnet werden. Beispielsweise heißt die Schnittstelle b am Router C Schnittstelle C.b. Die mehreren Schnittstellen können ein MRP ausführen, wie es anhand der MRP-Bezeichnung an den in der **Fig. 1** dargestellten Routern zu erkennen ist. In der **Fig. 1** umfasst der Router **104-1** vier Schnittstellen, die als die Schnittstellen A.a, A.b, A.c und A.d bezeichnet werden. Der Router **104-2** umfasst vier Schnittstellen, die als die Schnittstellen B.a, B.b, B.c und B.d bezeichnet werden. Der Router **104-3** umfasst vier Schnittstellen, die als die Schnittstellen C.a, C.b, C.c und C.d bezeichnet werden. Der Router **104-4** umfasst vier Schnittstellen, die als die Schnittstellen D.a, D.b, D.c und D.d bezeichnet werden. Der Router **104-5** umfasst zwei Schnittstellen, die als die Schnittstellen E.a und E.b bezeichnet werden. Der Router **104-6** umfasst vier Schnittstellen, die als die Schnittstellen F.a, F.b, F.c und F.d bezeichnet werden. Der Router **104-7** umfasst zwei Schnittstellen, die als die Schnittstellen G.a und G.b bezeichnet werden.

[0013] Die in der **Fig. 1A** dargestellten Router können mehrere Netzwerkverbindungen aufweisen. Mit den mehreren Netzwerkverbindungen und Routern kann ein Router mit einem anderen Router verbunden werden. In der **Fig. 1A** verbindet die Netzwerk-

verbindung **106-1** die Schnittstelle A.c des Routers **104-1** mit der Schnittstelle B.a des Routers **104-2**. Die Netzwerkverbindung **106-2** verbindet die Schnittstelle A.d des Routers **104-1** mit der Schnittstelle C.a des Routers **104-3**. Die Netzwerkverbindung **106-3** verbindet die Schnittstelle B.c des Routers **104-2** mit der Schnittstelle C.b des Routers **104-3**. Die Netzwerkverbindung **106-4** verbindet die Schnittstelle C.d des Routers **104-2** mit der Schnittstelle D.a des Routers **104-4**. Die Netzwerkverbindung **106-5** verbindet die Schnittstelle B.d des Routers **104-3** mit der Schnittstelle D.b des Routers **104-4**. Die Netzwerkverbindung **106-6** verbindet die Schnittstelle D.c des Routers **104-4** mit der Schnittstelle E.b des Routers **104-5**. Die Netzwerkverbindung **106-7** verbindet die Schnittstelle D.d des Routers **104-4** mit der Schnittstelle G.a des Routers **104-7**. Mit den Netzwerkverbindungen **106-1**, **106-2**, **106-3**, **106-4**, **106-5**, **106-6** und **106-7** können Daten zwischen den mehreren Routern übertragen werden. Die Netzwerkverbindungen können zur Übertragung von Daten von einer der Schnittstellen eines Routers an eine andere Schnittstelle eines anderen Routers verwendet werden, sofern zwischen den beiden Routern eine Netzwerkverbindung besteht. Beispielsweise kann der Router **104-1** über die Netzwerkverbindung **106-1**, den Router **104-2** und die Netzwerkverbindung **106-4** mit dem Router **104-4** verbunden sein.

[0014] **Fig. 1B** zeigt ein Beispiel eines Computernetzwerks **100** zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie. In der **Fig. 1B** wird der Router **104-1** als Initialrouter gewählt. Sobald der Router **104-1** als Initialrouter gewählt ist, wird der Router **104-1** auf Schnittstellen, die ein MRP ausführen, untersucht. Der Router **104-1** weist vier Schnittstellen (A.a, A.b, A.c und A.d) auf, die ein MRP ausführen. Der Router **104-1** kann eine jeder ein MRP ausführenden Schnittstelle auf dem Router zugeordnete CMRDR (Connected Multicast Router Discovery Request) senden. Bspw. kann der Router **104-1** eine CMRDR für die Schnittstelle A.a, eine CMRDR für die A.b., eine CMRDR für A.c und eine CMRDR für A.d aussenden. Die CMRDRs können als einzelne Multicast-Pakete auf den Netzwerkverbindungen gesendet werden, die den Router **104-1** mit den anderen Routern im Netzwerk verbinden. Eine CMRDR kann die Schnittstelle, an der die CMRDR initiiert wurde, sowie die Schnittstelle, von der aus die CMRDR gesendet wurde, angeben. Beispielsweise kann die CMRDR **108-1** angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1B** als i = A.b dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle A.d (in der **Fig. 1B** als S = A.d dargestellt) gesendet wurde. Eine CMRDR kann auch eine Knotenzahl und eine Wartezeit angeben. Eine Knotenzahl kann die Anzahl der Weiterleitungsmöglichkeiten der CMRDR im Computernetzwerk angeben. Die Wartezeit gibt an, wie lange der Initialrouter auf Antworten von Routern im Computernetzwerk warten wird.

[0015] Der Router **104-1** kann die CMRDR **108-1** über ein einziges Multicast-Paket an den Router **104-2** an der Netzwerkkonfiguration **106-1** und an den Router **104-3** an der Netzwerkkonfiguration **106-2** senden. Die CMRDR **108-1** gibt an, dass die CMRDR von der Schnittstelle A.b initiiert und von der Schnittstelle A.d gesendet wurde. Die CMRDR **108-1** kann vom Router **104-2** an der Schnittstelle B.a und vom Router **104-3** an der Schnittstelle C.a empfangen werden. Durch die Router **104-2** und **104-3** kann die Bestimmung erfolgen, dass eine Antwort an den Initialrouter **104-1** gesendet wird oder dass die CMRDR **108-1** verworfen wird. Eine Antwort kann an den Initialrouter **104-1** gesendet werden, sofern der empfangende Router eine direkte Netzwerkkonfiguration mit dem Initialrouter aufweist und/oder der Router die CMRDR an der Schnittstelle empfangen hat, die der die CMRDR initiiierenden Schnittstelle entspricht.

[0016] In der Fig. 1B werden die Antworten **110-1** und **110-2** an den Router **104-1** gesendet, da die Router **104-2** und **104-3** jeweils eine direkte Netzwerkkonfiguration zum Router **104-1** aufweisen. Im Beispiel der Fig. 1B kann die Antwort **110-1** vom Router **104-2** an den Router **104-1** an der Netzwerkkonfiguration **106-1** gesendet werden, und die Antwort **110-1** kann auf den Empfang der CMRDR **108-1** vom Router **104-1** auf der Netzwerkkonfiguration **106-1** hin gesendet werden. Die Antwort **110-1** kann angeben, dass der Router **104-2** die Antwort sendet (in der Antwort **110-1** der Fig. 1B als B dargestellt) und dass die Antwort **110-1** der Anforderung von der Schnittstelle A.b des Routers **104-1** zuzuordnen ist (In der Antwort **110-1** der Fig. 1B als i = A.b dargestellt). Die Antwort **110-2** kann angeben, dass der Router **104-3** die Antwort sendet (in der Antwort **110-2** der Fig. 1B als C dargestellt) und dass die Antwort **110-1** der Anforderung von der Schnittstelle A.b des Routers **104-1** zuzuordnen ist (in der Antwort **110-2** der Fig. 1B als i = A.b dargestellt). Die Antworten **110-1** und **110-2** können als Unicast-Paket an den Router **104-1** gesendet werden. Eine Antwort auf eine CMRDR kann die Adressen der Schnittstellen des die Antwort sendenden Routers enthalten, die ein MRP ausführen, sowie die Subnetz-Daten jeder der Schnittstelle, usw. enthalten. Beispielsweise kann die Antwort **110-1** die Adressen der Schnittstellen des Routers **104-2**, die ein MRP ausführen, sowie die Subnetz-Daten jeder der Schnittstellen enthalten. Die Antwort **110-2** kann die Adressen der Schnittstellen des Routers **104-3**, die ein MRP ausführen, sowie die Subnetz-Daten jeder der Schnittstellen enthalten.

[0017] Fig. 1C zeigt ein Beispiel eines Computernetzwerks **100** zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie. In der Fig. 1C leiten die Router **104-2** und **104-3** die CMRDR vom Router **104-1** an weitere Router des Computernetzwerks **100** weiter. In einigen Beispielen können die Router, die eine CMRDR empfangen und auf den die CMRDR senden Initialrouter

antworten, die CMRDR auf ihren ein MRP ausführenden Schnittstellen weiterleiten, die eine Netzwerkkonfiguration mit einem anderen Router aufweisen. In der Fig. 1C kann der Router **104-2** die vom Router **104-1** empfangene CMRDR **108-1** weiterleiten, da der Router **104-2** die Antwort **110-1** an den Router **104-1** gesendet hat. Der Router **104-3** kann die vom Router **104-1** empfangene CMRDR **108-1** weiterleiten, da der Router **104-3** die Antwort **110-2** an den Router **104-1** gesendet hat.

[0018] Der Router **104-2** weist drei Schnittstellen auf, die ein MRP ausführen und Netzwerkkonfigurationen mit einem weiteren Router aufweisen, also kann der Router **104-2** die CMRDR von diesen drei Schnittstellen aus weiterleiten. Bei der Weiterleitung einer CMRDR kann der Router, der die CMRDR weiterleitet, die CMRDR aktualisieren, damit diese Router und Schnittstelle angibt, von denen die CMRDR weitergeleitet wird. Bspw. kann der Router **104-2** die aktualisierte CMRDR **108-2** von der Schnittstelle B.a an die Schnittstelle A.c des Routers **104-1** weiterleiten. Die CMRDR **108-2** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der Fig. 1C als i = A.b dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle B.a (in der Fig. 1C als S = B.a dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-2** kann die aktualisierte CMRDR **108-3** von der Schnittstelle B.c an die Schnittstelle C.b des Routers **104-2** weiterleiten. Die CMRDR **108-3** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der Fig. 1C als i = A.b dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle B.c (in der Fig. 1C als S = B.c dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-2** kann die aktualisierte CMRDR **108-4** von der Schnittstelle B.d an die Schnittstelle D.a des Routers **104-4** weiterleiten. Die CMRDR **108-4** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der Fig. 1C als i = A.b dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle B.d (in der Fig. 1C als S = B.d dargestellt) gesendet wurde.

[0019] Werden die CMRDR **108-2**, **108-3** und **108-4** jeweils einmal von den Routern **104-1**, **104-3** und **104-4** empfangen, können die Router entscheiden, ob eine Antwort an den Initialrouter **104-1** gerichtet wird oder die CMRDR verworfen wird. Der Router **104-1** kann die CMRDR **108-2** verwerfen, da eine RPF-Prüfung (Reverse Path Forwarding) erfolglos geblieben ist, denn die Schnittstelle C.b ist nicht der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**. Mit einer RPF-Prüfung wird geprüft, ob die Schnittstelle, die eine CMRDR empfangen hat, auch diejenige ist, mit der die Quelle der CMRDR zu erreichen wäre. Der Router **104-4** kann die CMRDR **108-4** verwerfen, da eine RPF-Prüfung erfolglos geblieben ist, denn die Schnittstelle D.a ist nicht der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**.

[0020] Der Router **104-3** weist drei Schnittstellen auf, die ein MRP ausführen und Netzwerkkonfigurationen mit

einem weiteren Router aufweisen, also kann der Router **104-3** die CMRDR von diesen drei Schnittstellen aus weiterleiten. Bspw. kann der Router **104-3** die aktualisierte CMRDR **108-5** von der Schnittstelle C.a an die Schnittstelle A.d des Routers **104-1** weiterleiten. Die CMRDR **108-5** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1C** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle C.a (in der **Fig. 1C** als $S = C.a$ dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-3** kann die aktualisierte CMRDR **108-6** von der Schnittstelle C.b an die Schnittstelle B.c des Routers **104-2** weiterleiten. Die CMRDR **108-6** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1C** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle C.b (in der **Fig. 1C** als $S = C.b$ dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-3** kann die aktualisierte CMRDR **108-7** von der Schnittstelle C.d an die Schnittstelle D.b des Routers **104-4** weiterleiten. Die CMRDR **108-7** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1C** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle C.d (in der **Fig. 1C** als $S = C.d$ dargestellt) gesendet wurde.

[0021] Werden die CMRDR **108-5**, **108-6** und **108-7** jeweils einmal von den Routern **104-1**, **104-2** und **104-4** empfangen, können die Router entscheiden, ob eine Antwort an den Initialrouter **104-1** gerichtet wird oder die CMRDR verworfen wird. Der Router **104-1** kann die CMRDR **108-5** verwerfen, da der Router **104-1** der Initialrouter ist. Der Router **104-3** kann die CMRDR **108-3** verwerfen, da eine RPF-Prüfung erfolglos geblieben ist, denn die Schnittstelle C.b ist nicht der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**. Der Router **104-4** kann eine Antwort senden, da die CMRDR **108-4** von der Schnittstelle D.b des Routers **104-4** empfangen wird und eine RPF-Prüfung bestanden wird, denn die Schnittstelle D.b ist der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**. Im Beispiel der **Fig. 1C** kann die Antwort **110-3** vom Router **104-4** an den Router **104-1** als Unicast-Paket gesendet werden. Die Antwort **110-3** kann angeben, dass der Router **104-4** die Antwort sendet und dass die Antwort **110-3** der Anforderung der Schnittstelle A.b. des Routers **104-1** zuzuordnen ist. Die Antwort **110-3** kann die Adressen der Schnittstellen des Routers **104-4**, die ein MRP ausführen, sowie die Subnetz-Daten jeder der Schnittstellen enthalten.

[0022] **Fig. 1D** zeigt ein Beispiel eines Computernetzwerks **100** zur Ermittlung einer Topologie eines Multicast-Routers. In der **Fig. 1D** leitet der Router **104-4** die CMRDR vom Router **104-1** an die anderen Router im Computernetzwerk **100** weiter. In einigen Beispielen können die Router, die eine CMRDR empfangen und auf den die CMRDR senden Initialrouter antworten, die CMRDR auf ihren ein MRP ausführenden Schnittstellen weiterleiten, die eine Netzwerkverbindung mit einem anderen Router aufweisen. In der **Fig. 1D** kann der Router **104-4** die vom Router **104-3**

empfangene CMRDR **108-7** weiterleiten, da die CMRDR **108-7** vom Router **104-4** angenommen und verarbeitet wurde.

[0023] Der Router **104-4** weist drei Schnittstellen auf, die ein MRP ausführen und Netzwerkverbindungen mit einem weiteren Router aufweisen, also kann der Router **104-4** die CMRDR von den drei Schnittstellen aus weiterleiten. Bei der Weiterleitung einer CMRDR kann der Router, der die CMRDR weiterleitet, die CMRDR aktualisieren, damit diese Router und Schnittstelle angibt, von denen die CMRDR weitergeleitet wird. Bspw. kann der Router **104-4** die aktualisierte CMRDR **108-8** von der Schnittstelle D.a an die Schnittstelle B.d des Routers **104-2** weiterleiten. Die CMRDR **108-8** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1D** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle D.a (in der **Fig. 1D** als $S = D.a$ dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-4** kann die aktualisierte CMRDR **108-9** von der Schnittstelle D.c an die Schnittstelle E.b des Routers **104-5** weiterleiten. Die CMRDR **108-9** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1D** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle D.c (in der **Fig. 1D** als $S = D.c$ dargestellt) gesendet wurde. Der Router **104-4** kann die aktualisierte CMRDR **108-10** von der Schnittstelle D.b an die Schnittstelle C.d des Routers **104-3** weiterleiten. Die CMRDR **108-10** kann angeben, dass sie von der Schnittstelle A.b (in der **Fig. 1D** als $i = A.b$ dargestellt) initiiert und von der Schnittstelle D.b (in der **Fig. 1D** als $S = D.b$ dargestellt) gesendet wurde.

[0024] Werden die CMRDR **108-8**, **108-9** und **108-10** jeweils einmal von den Routern **104-2**, **104-5** und **104-3** empfangen, können die Router entscheiden, ob eine Antwort an den Initialrouter **104-1** gerichtet wird oder die CMRDR verworfen wird. Der Router **104-2** kann die CMRDR **108-8** verwerfen, da eine RPF-Prüfung erfolglos geblieben ist, denn die Schnittstelle B.d ist nicht der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**. Der Router **104-5** kann die CMRDR **108-9** weglassen lassen, denn die Schnittstelle E.b des Routers **104-5**, der die CMRDR **108-9** empfangen hat, führt kein MRP aus. Der Router **104-3** kann die CMRDR **108-10** verwerfen, da eine RPF-Prüfung erfolglos geblieben ist, denn die Schnittstelle C.d ist nicht der richtige Pfad zur Erreichung der Schnittstelle A.b im Router **104-1**.

[0025] Sobald im Beispiel der **Fig. 1D** der Router **104-4** die CMRDR weitergeleitet hat, wird die CMRDR an keinen bzw. von keinem weiteren Router weitergeleitet, da die CMRDR an Schnittstellen an Routern weitergeleitet wurde, die eine RPF-Prüfung nicht bestanden haben oder die CMRDR an Schnittstellen weitergeleitet wurde, die kein MRP ausführen, wie z. B. die Schnittstelle E.b am Router **104-5**. In der **Fig. 1D** wird die CMRDR nicht an den Rou-

ter **104-6** weitergeleitet, da keine Netzwerkverbindung zwischen dem Router **104-6** und einem weiteren Router im Netzwerk der **Fig. 1D** besteht. Die CMRDR wird an den Router **104-7** nicht weitergeleitet, da die Schnittstelle D.d am Router **104-4** kein MRP ausführt, also kann die CMRDR über die Netzwerkverbindung **106-7** an die Schnittstelle G.a am Router **104-7** nicht weitergeleitet werden. Daher wird die CMRDR vom Initialrouter **104-1** an keinen weiteren Router des Computernetzwerks **100** weitergeleitet, und der Initialrouter **104-1** empfängt keine weiteren Antworten von Routern im Computernetzwerk **100**. Der Initialrouter **104-1** kann die in den Antworten **110-1**, **110-2**, und **110-3** empfangenen Daten verwenden, um eine Multicast-Router-Topologie zu ermitteln. Die Daten in den Antworten **110-1**, **110-2** und **110-3** können den Einstellungen entsprechend im Router **104-1** gespeichert werden. Sobald der Router alle Antworten von den Routern im Computernetzwerk empfangen hat und/oder die Wartezeit überschritten worden ist, können die Daten aus den Antworten **110-1**, **110-2** und **110-3** zusammengefasst werden, um die Multicast-Router-Topologie des Netzwerks **100** zu ermitteln.

[0026] **Fig. 2** ist ein Blockdiagramm einer erfindungsgemäßen Verarbeitungs- **240**, einer Speicherressource **242** und eines erfindungsgemäßen maschinenlesbaren Mediums **244**. Die Verarbeitungs- **240** und Speicherressource **242** können lokale Ressourcen eines Computernetzwerks sein, z. B. auf einem Router liegen. Das maschinenlesbare Medium **244** (z. B. ein greifbares, nicht flüchtiges Medium) und/oder die Speicherressource **242** können einen Befehlssatz (z. B. Software, Firmware, usw.) speichern, der von der Verarbeitungsressource **240** ausführbar ist. Das maschinenlesbare Medium kann lokal auf einem Router vorliegen oder dezentral sein. Für die Beispiele, in denen das maschinenlesbare Medium routerfern ist, können die Befehle in die Speicherressource **242** des Routers geladen werden.

[0027] Die im Medium **244** gespeicherten Befehle können als programmierbare Alternative des Routers ausgeführt werden. Beispielsweise kann ein Netzwerkadministrator die von Teilen der Befehle oder den ganzen Befehlen bereitgestellten Funktionen der programmierbaren Alternative entsprechend aktivieren. Die Bereitstellung der Befehle als programmierbarer Alternative kann vorteilhaft sein, da verschiedene erfindungsgemäße Beispiele verschiedenen Normen für die drahtlose Übertragung (z. B. IEEE 802.11) womöglich nicht entsprechen. In einigen Beispielen kann die von den Befehlen bereitgestellte Funktion standardmäßig deaktiviert sein und erst von der programmierbaren Alternative aktiviert werden; die Beispiele sind hierauf jedoch nicht beschränkt.

[0028] Die Befehle können zur Übertragung einer CMRDR **208** als Multicast-Paket von einem Initialrouter ausgeführt werden. Die CMRDR **208** kann von verschiedenen Routern auf einem Computernetzwerk empfangen werden. Beim Empfang der CMRDR kann der Befehl von jedem der die CMRDR **208** empfangenden Router auf dem Computernetzwerk ausgeführt werden, um eine Antwort **210** an den Initialrouter zu senden oder die CMRDR **208** zu verwerfen. Die Befehle können ausgeführt werden, um eine Antwort **210** an den Initialrouter zu senden, wenn der die CMRDR **208** empfangende Router eine Netzwerkverbindung mit dem Initialrouter aufweist oder die CMRDR **208** von einer Schnittstelle empfangen wird, die der die CMRDR **208** initiierenden Schnittstelle entspricht. Die Befehle können ausgeführt werden, um die CMRDR **208** zu verwerfen, wenn die CMRDR von einer Schnittstelle an einem Router empfangen wird, die eine RPF-Prüfung nicht besteht, wenn die CMRDR von einer Schnittstelle empfangen wird, die der die CMRDR **208** initiierenden Schnittstelle nicht entspricht, oder wenn die CMRDR von einer Schnittstelle empfangen wird, die kein MRP ausführt. Die Befehle können ausgeführt werden, um die CMRDR **208** von einem Router weiterleiten zu lassen, der die CMRDR **208** empfangen und eine Antwort **210** gesendet hat. Die CMRDR kann an Router am Computernetzwerk weitergeleitet werden, die eine Netzwerkverbindung mit einer ein MRP ausführenden Schnittstelle aufweisen.

[0029] Die Befehle können ausgeführt werden, um die Daten aus den Antworten **210** zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie zusammenzufassen. Die Multicast-Router-Topologie kann Daten über die Router in einem Computernetzwerk, die ein MRP ausführen und Netzwerkverbindungen miteinander aufweisen, enthalten. Die Multicast-Router-Topologie kann die Adressen und Subnetze jeder Schnittstelle, die ein MRP ausführt und Netzwerkverbindungen aufweist, enthalten. Die Multicast-Router-Topologie kann auf ein anderes Rechenggerät am Computernetzwerk übertragen werden und kann verwendet werden, um zu ermitteln, wie Multicast-Pakete auf dem Computernetzwerk zu senden sind.

[0030] **Fig. 3** ist ein Flussdiagramm eines Beispiels eines Verfahrens zur Ermittlung einer Multicast-Router-Topologie. Im Schritt **360** kann eine CMRDR von einem Initialrouter mit mehreren Schnittstellen, die ein MRP ausführen, gesendet werden. Eine CMRDR kann als einzelnes Multicast-Paket von den Schnittstellen an ein MRP ausführenden Initialrouter gesendet werden. Eine CMRDR kann Daten enthalten, aus denen Router und Schnittstelle, die die CMRDR initiiert haben oder die CMRDR senden, eine der CMRDR zuzuordnende Knotenzahl oder Zeitbegrenzung hervorgehen. Die der CMRDR zugeordnete Knotenzahl kann die Anzahl der Weiterleitungsmöglichkeiten der CMRDR im Computernetzwerk angeben. Bei-

spielsweise kann eine CMRDR von einem Router weitergeleitet werden, der an den Initialrouter eine Antwort gerichtet hat. Jede von der CMRDR wird weitergeleitet; die Knotenzahl kann reduziert werden und die CMRDR kann solange von Routern weitergeleitet werden, die an den Initialrouter eine Antwort gesendet haben, bis die Knotenzahl gleich Null ist. Die der CMRDR zugeordnete Zeitbegrenzung kann die Zeit begrenzen, in der der Initialrouter auf Antworten von Routern in einem Computernetzwerk wartet, bevor die Multicast-Router-Topologie zusammengefasst wird. Beispielsweise können CMRDRs mit zunehmender Knotenzahl und/oder Zeitbegrenzung solange gesendet werden, bis dieselbe Multicast-Router-Topologie wiederholt erzeugt wird, was erkennen lässt, dass die erstellte Multicast-Router-Topologie vollständig ist.

[0031] Im Schritt **362** können mehrere Antworten von mehreren Routern empfangen werden, die mit dem die Initialrouter eine Netzwerkverbindung aufweisen, die die CMRDR empfangen haben und mehrere ein MRP ausführende Schnittstellen aufweisen, wobei die mehreren Antworten Adresse und Unternetz jeder der mehreren Schnittstellen der mehreren Routern enthalten, die eine Netzwerkverbindung mit dem Initialrouter aufweisen, die CMRDR empfangen haben und mehrere ein MRP ausführende Schnittstellen aufweisen. Die Antworten können als Unicast-Paket an den Initialrouter gesendet werden. Eine Antwort kann von einem eine CMRDR empfangenden Router gesendet werden, sofern der Router eine direkte Netzwerkverbindung mit dem Initialrouter aufweist und noch keine Antwort an den Initialrouter gerichtet hat, oder die CMRDR an der Schnittstelle empfangen wurde, die der die CMRDR initiiierenden Schnittstelle entspricht.

[0032] Es versteht sich, dass die vorstehende Beschreibung lediglich der Veranschaulichung dienen soll und nicht als Einschränkung der Erfindung aufzufassen ist. Obwohl konkrete Beispiele vorliegend beschrieben und veranschaulicht wurden, können andere Komponentenarrangements und Geräte-logik gegen die dargestellten Beispiele ausgetauscht werden. Dementsprechend ist die vorliegende Erfindung nicht auf den Einsatz von mehr als einem Signalstrom beschränkt.

[0033] Die vorliegende Erfindung ist auch nicht auf den Einsatz von mehr als einer Antenne für ein bestimmtes Gerät beschränkt.

Patentansprüche

1. Netzwerkvorrichtung zur Ermittlung der Topologie eines Multicast-Routers, umfassend:
Eine Verarbeitungsressource und
eine mit der Verarbeitungsressource gekoppelte Speicherressource, wobei die Speicherressource Be-

fehle speichert, die von der Verarbeitungsressource ausführbar sind, um:

eine Topologie eines Multicast-Routers durch Ermitteln einer Anzahl der miteinander über eine Anzahl Netzwerkverbindungen verbundenen Router, die ein MRP (Multicast Routing Protocol) auf einer Reihe von Schnittstellen auf den miteinander verbundenen Routern ausführen, zu ermitteln.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Multicast-Router-Topologie eine Adresse und ein Subnetz jeder der mehreren Schnittstellen an den mehreren Routern enthält, die verbunden sind und ein MRP ausführen.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Multicast-Router-Topologie durch Initiieren einer CMRDR (Connected Multicast Router Discovery Request) von einer Schnittstelle an einem Initialrouter ermittelt wird.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei eine Antwort an den Initialrouter von einem Router gesendet wird, der die CMRDR auf einer Schnittstelle empfängt, die der Schnittstelle am Initialrouter entspricht, die die CMRDR initiiert hat.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, wobei die Antwort ein Unicast-Paket ist, aus dem Adresse und Subnetz des Routers hervorgehen, die die CMRDR auf einer Schnittstelle empfangen hat, die der Schnittstelle am Initialrouter entspricht, die die CMRDR initiiert hat.

6. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei die CMRDR ein einzelnes Multicast-Paket ist.

7. Verfahren zur Ermittlung der Topologie eines Multicast-Routers, umfassend:

Senden einer CMRDR von einem Initialrouter mit mehreren Schnittstellen, die ein MRP ausführen; und
Empfangen mehrerer Antworten von mehreren Routern, die mit dem die Initialrouter eine Netzwerkverbindung aufweisen, die die CMRDR empfangen haben und mehrere ein MRP ausführende Schnittstellen aufweisen, wobei die mehreren Antworten Adresse und Unternetz jeder der mehreren Schnittstellen der mehreren Routern enthalten, die eine Netzwerkverbindung mit dem Initialrouter aufweisen, die CMRDR empfangen haben und mehrere ein MRP ausführende Schnittstellen aufweisen.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, wobei der Empfang der mehreren Antworten den Empfang von Unicast-Antworten von den mehreren Routern, die die CMRDR auf einer Schnittstelle empfangen haben, die der Schnittstelle am Initialrouter entspricht, die die CMRDR initiiert hat.

9. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Verfahren das Weiterleiten der CMRDR an die Router der Router, die die Antworten gesendet haben.

10. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Verfahren die Angabe einer Knotenzahl und Zeitbegrenzung in der CMRDR umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Verfahren das Verwerfen der CMRDR umfasst, wenn die CMRDR an eine Schnittstelle gesendet wird, bei der das Multicast-Routing nicht aktiviert ist.

12. Verfahren nach Anspruch 7, wobei das Verfahren das Verwerfen der CMRDR umfasst, wenn die CMRDR an eine Schnittstelle gesendet wird, die einer anderen Schnittstelle als einer Schnittstelle auf dem die CMRDR initiiierenden Initialrouter entspricht.

13. Nicht flüchtiges, computerlesbares Medium, das einen von einem Prozessor ausführbaren Befehlssatz speichert, wobei der Befehlssatz vom Prozessor ausgeführt wird, um:
eine Multicast-Routing-Topologie mehrerer Router zu erstellen, wobei die Multicast-Routing-Topologie die Anzahl der miteinander über mehrere Netzwerkverbindungen verbundenen Router sowie mehrere Schnittstellen an den mehreren miteinander verbundenen Routern angibt, die ein MRP ausführen.

14. Medium nach Anspruch 13, wobei die Multicast-Router-Topologie aufgrund von Daten in mehreren Antworten der mehreren Router erstellt wird, die eine Adresse und ein Subnetz jeder der mehreren Schnittstellen an den mehreren Routern enthalten, die miteinander verbunden sind und ein MRP ausführen.

15. Medium nach Anspruch 14, wobei die Multicast-Topologie dadurch erstellt wird, dass die Daten in den mehreren Antworten nach Ablauf einer Wartezeit zusammengefasst werden.

Es folgen 6 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

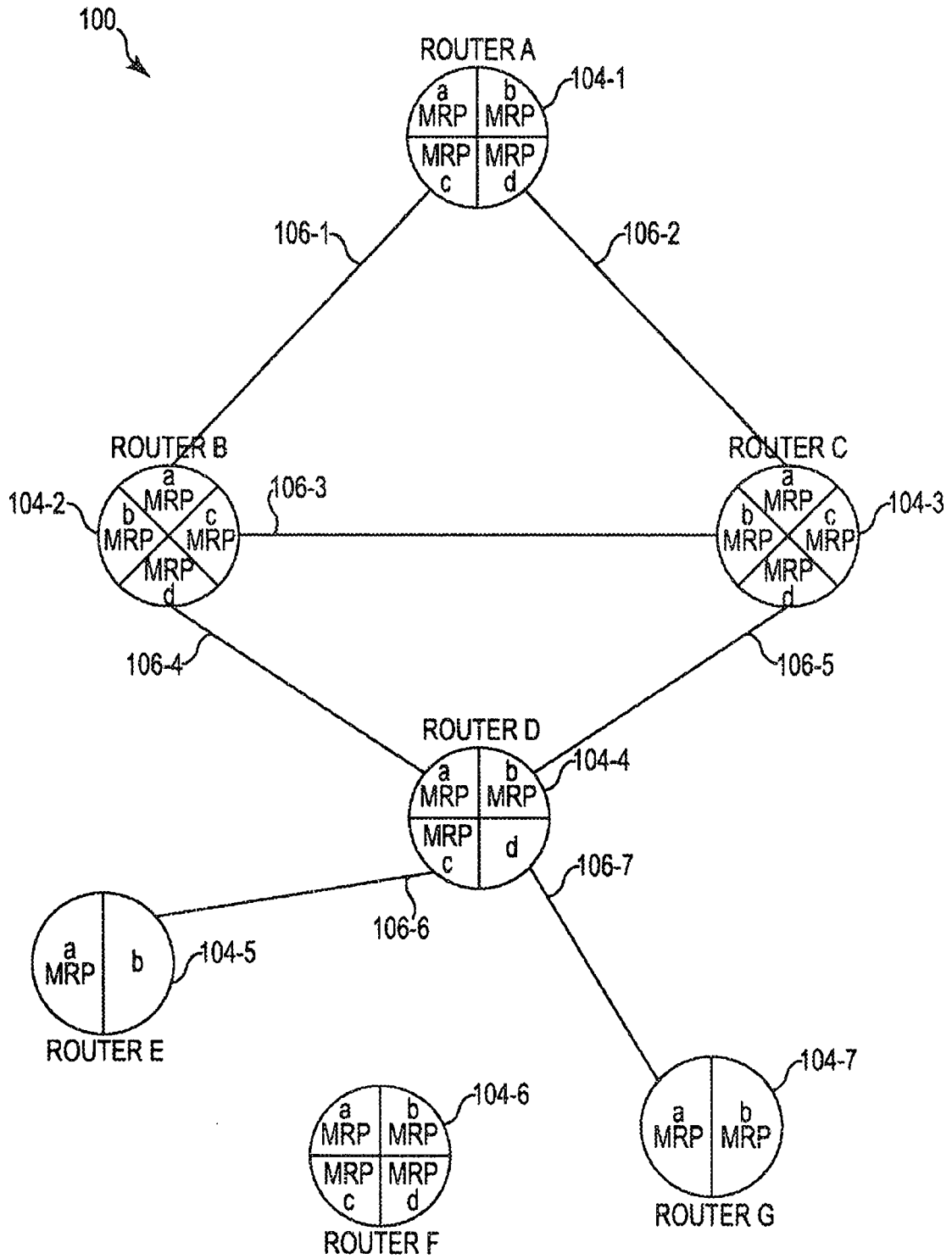


Fig. 1A

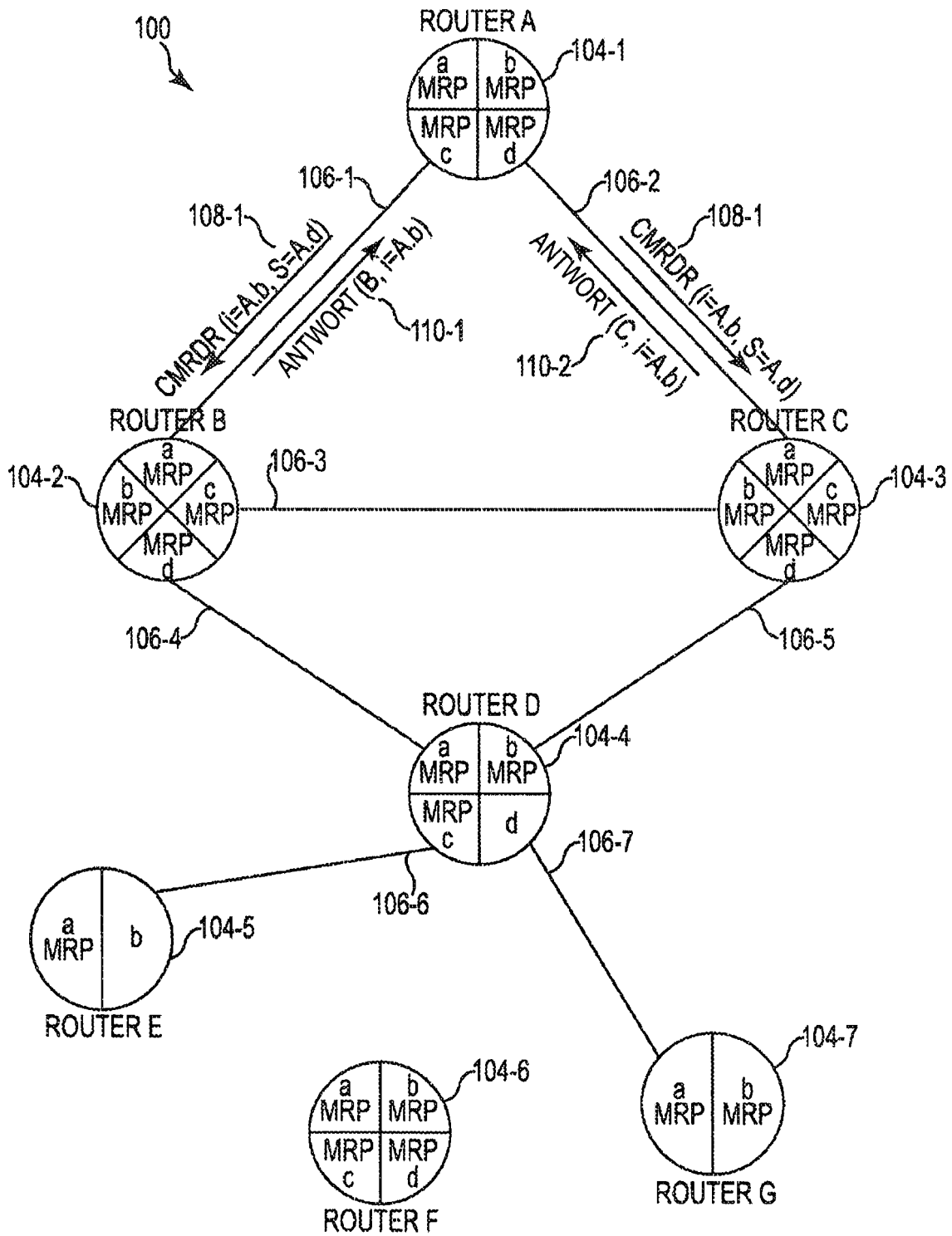


Fig. 1B

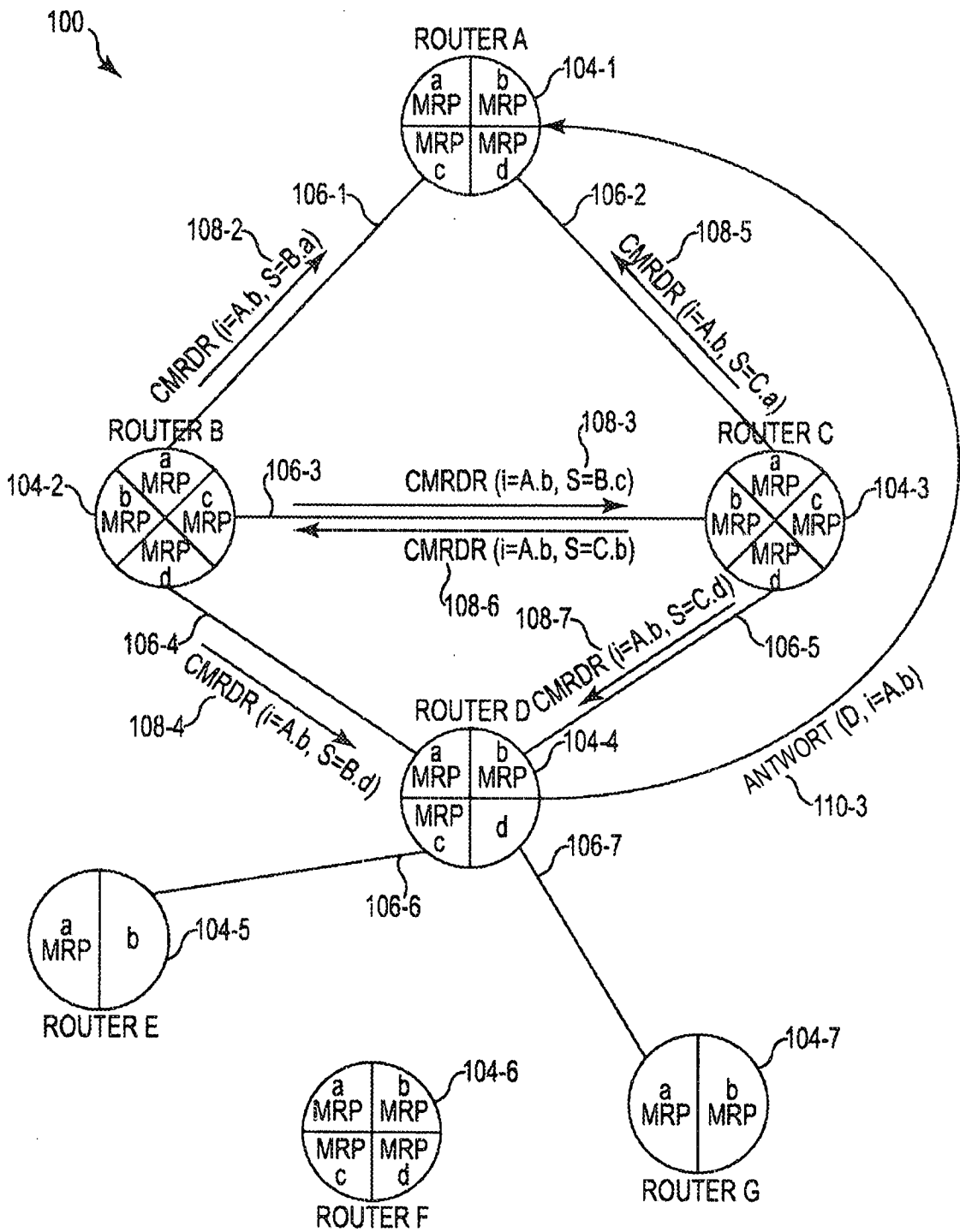


Fig. 1C

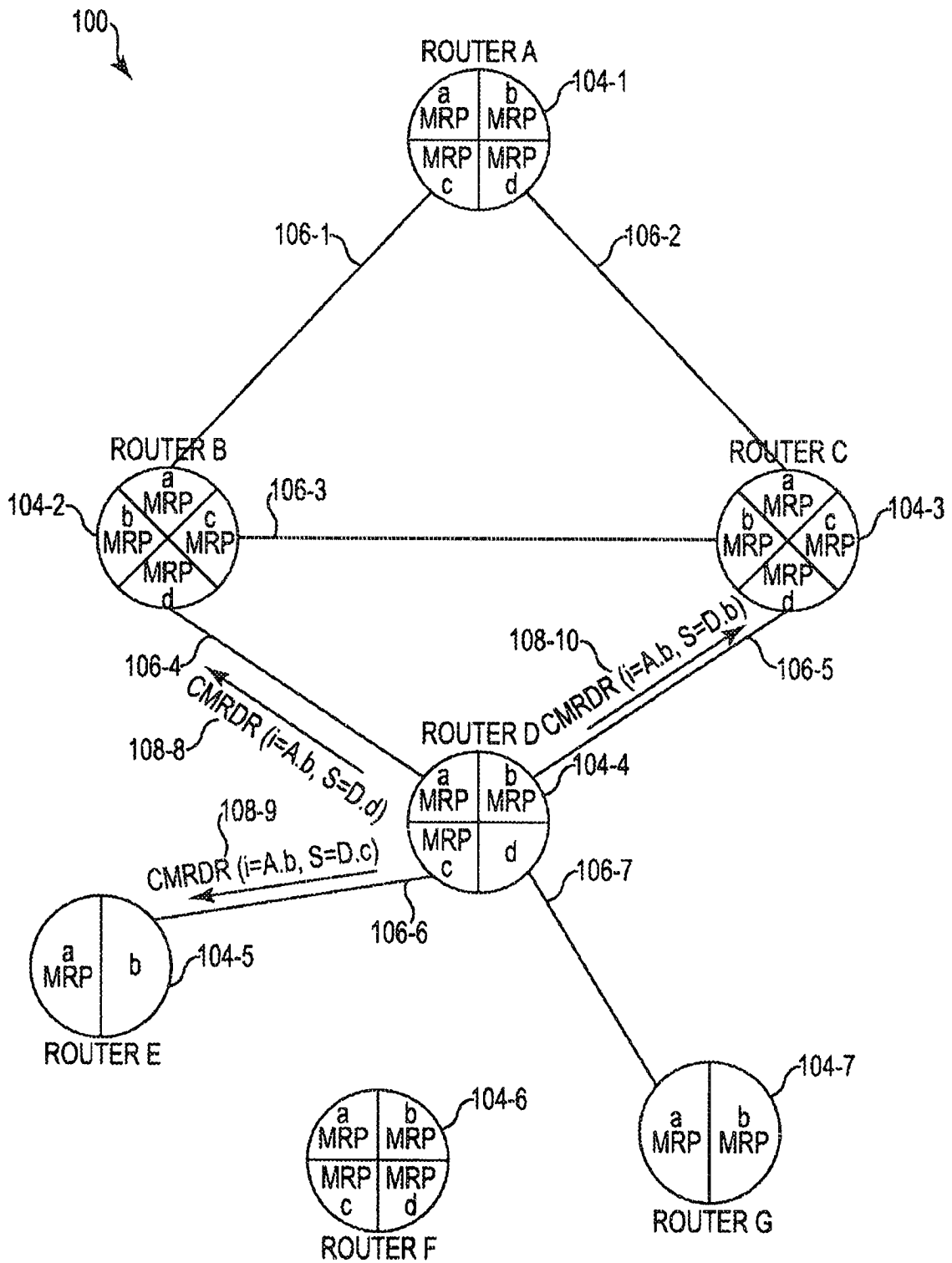


Fig. 1D

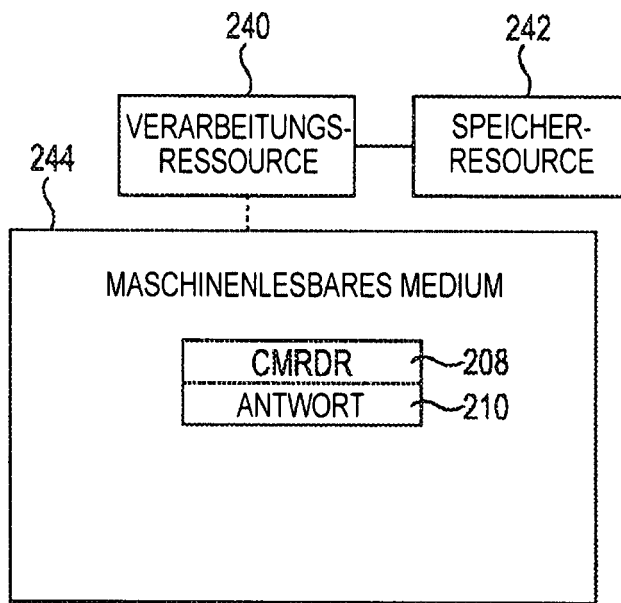


Fig. 2

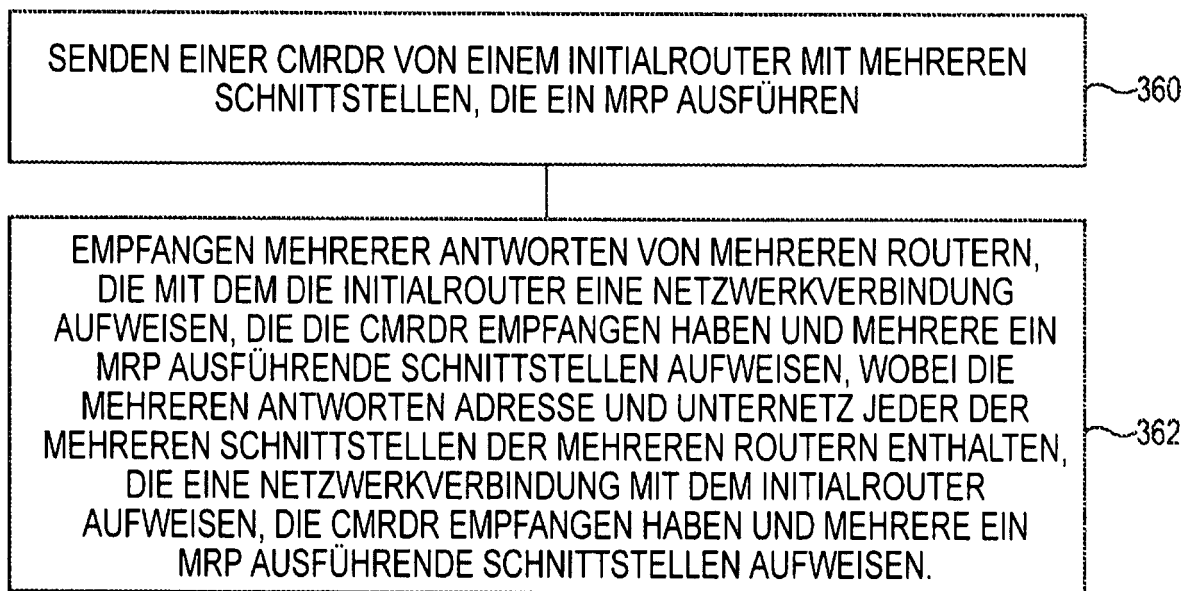


Fig. 3