



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 022 703 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
26.07.2000 Patentblatt 2000/30

(51) Int. Cl.⁷: **G08G 1/01**

(21) Anmeldenummer: **00100862.2**

(22) Anmeldetag: **18.01.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **21.01.1999 DE 19902365**

(71) Anmelder:
**DeTeMobil
Deutsche Telekom MobilNet GmbH
53227 Bonn (DE)**

(72) Erfinder: **Keller, Walter
40880 Ratingen (DE)**

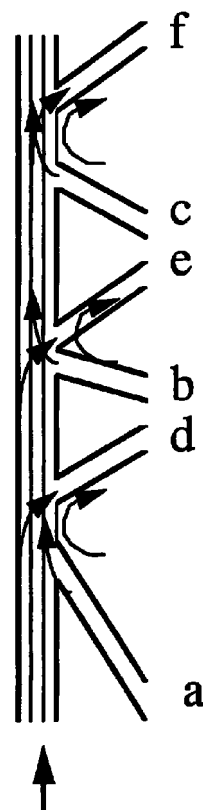
(74) Vertreter:
**Riebling, Peter, Dr.-Ing.
Patentanwalt
Postfach 31 60
88113 Lindau (DE)**

(54) **Verfahren zur Anlage von Verkehrsflüssen zur optimierten Verkehrsflusssteuerung sowie zur bedarfsgerechten Planung von Strassenverkehrsnetzen**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse beliebiger, auch sehr komplexer, Verkehrsflüsse zwecks optimierter Verkehrsflusslenkung und bedarfsgerechter Planung von Straßenverkehrsnetzen.

Dabei wird ein zu betrachtender Verkehrsabschnitt (eine Betrachtungsregion) zumindest an allen relevanten Ein- und Ausfahrtspunkten, sowie zwecks Verkehrsflussanalyse innerhalb des Beobachtungsgebietes auch innerhalb an interessierenden Punkten, mit geeigneten Einrichtungen, beispielsweise optischen Sensoren, ausgestattet. Hiermit werden Fahrzeuge zumindest im Betrachtungszeitraum (Verweildauer zwischen allen Messstationen) mit hinreichender Sicherheit reproduzierbar individuell erkannt und mittels geeignetem Identifikationscode samt zugehörigen Bewegungsprofil als Datensatz in einem Auswerterechner abgespeichert, bzw. bei bereits angelegten Datensätzen wiedererkannt und um das aktuelle Bewegungsprofil der betreffenden Messstation erweitert. Vorzugsweise zeitgleich erfolgt eine statistische Auswertung aller relevanten Verkehrsbeziehungen und die Darstellung und Langzeitabspeicherung der kompletten Verkehrsflussanalyse.

Fig. 1



EP 1 022 703 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse von Verkehrsflüssen zur optimierten Verkehrsflusssteuerung sowie zur bedarfsgerechten Planung von Straßenverkehrsnetzen, nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

[0002] Die Verkehrsflussanalyse als Basis für die Verkehrsflusssteuerung und Streckenplanung wird bisweilen mittels Zählverfahren erstellt. Dabei werden gewöhnlich alle Fahrzeuge der in Frage kommenden Verkehrsabschnitte im Betrachtungszeitraum manuell gezählt. Hieraus ergibt sich eine Aussage zur zeitabhängigen Verkehrsdichte und demgemäß ein etwaiger Bedarf zum Fahrbahnausbau. Das Verfahren findet seine Grenzen in der Erfassung komplexerer Abhängigkeiten, beispielsweise im Kreuzungsbereich. Üblich ist dann die zeitweise Platzierung von Zählpersonen an allen Ein- und Ausfahrten, welche sowohl Fahrzeugdichte, als auch Verkehrsverhalten der Fahrzeuge erfassen, z.B. wie viele Fahrzeuge biegen wo ab o.ä. Daraus lassen sich durch anschließende Auswertung Rückschlüsse auf beispielsweise Ampelsteuerung und Anzahl der Spuren ziehen.

[0003] Bei extremen Anwendungsfällen ist dieses Verfahren nicht verwendbar, wenn beispielsweise die Entfernungen zu groß und unüberschaubar sind, häufiger Spurwechsel der Fahrzeuge vorliegt und zudem hohe Fahrzeuggeschwindigkeiten und hohes Verkehrsaufkommen vorhanden sind.

Dies ist beispielhaft in Figur 1 dargestellt. Eine mehrspurige Autobahn enthält in relativ kurzer Folge drei Einmündungen a, b und c sowie drei Abfahrten d, e und f. Nun könnte man durch manuelles oder auch automatisches Zählen der passierenden Fahrzeuge zwar die Verkehrsdichte auf allen Wegen erfassen, die eigentliche Ursache für die Entstehung von Staus ist damit jedoch nicht ermittelbar, da dieses Verfahren keine Aussage ermöglicht, welche Verkehrsströme zu welchen Anteilen wohin führen. Auch eine etwaige Erweiterung der Autobahn um eine weitere Spur bringt im betrachteten Fall keine Abhilfe, wenn eine hohe statistische Verkehrsmischung auf alle Ein- und Abfahrten vorliegt. Die Stauursache liegt dann oft in der gegenseitigen Blockierung der Fahrzeuge beim zuweilen zwingend erforderlichen oder vermeintlich vorteilhaften Spurwechsel, wobei die theoretische Durchsatzgrenze der jeweiligen Fahrspuren sowie der An- und Abfahrten bei weitem nicht erreicht wird.

[0004] Im vorliegenden Beispiel nach Figur 1 könnte die Abhilfe der Verkehrsproblematik in einer zusätzlichen Verbindung a-e (Beipass) zwischen den Verkehrswegen a und e bestehen, wie es in Fig. 2 dargestellt ist.

In der Praxis ist die komplexe Analyse und Verkehrsoptimierung in solchen Fällen aus vorgenannten Gründen jedoch nicht möglich, was der täglichen Situation auf den Autobahnen zu entnehmen ist.

[0005] Dieser Situation soll mit der vorliegenden Erfindung Abhilfe geschaffen werden.

[0006] Der vorliegende Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren vorzuschlagen, auf dessen Basis eine automatische Analyse komplexer Verkehrsflüsse zwecks optimierter Verkehrsflusssteuerung und bedarfsgerechter Planung von Straßenverkehrsnetzen möglich ist.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruchs 1.

[0008] Das erfindungsgemäße Verfahren basiert auf einer umfassenden sensorischen Erfassung eines zu betrachteten Verkehrsabschnitts oder Beobachtungsgebiets, zumindest einer Erfassung an allen An- und Zufahrtspunkten des Verkehrsabschnitts, sowie auf einer fahrzeugindividuellen Erkennung und Verkehrsverfolgung sowie einer automatischen Verkehrsauswertung. Vorrangig interessiert hierbei die statistische Aufteilung der Verkehrsflüsse bezüglich Ursprung und Ziel aller individuellen Fahrzeuge, aber auch die statistische Auswertung von Spurwechselvorgängen. Auf der Basis der erstellten Analyse kann im weiteren Entwicklungsprozess zunächst eine rechnergestützte Verkehrssimulation mit Optimierung und anschließender tatsächlicher Verkehrswegeoptimierung erfolgen.

[0009] Das Verfahren bedingt die zumindest zeitweise Installation vorzugsweise optischer Sensoren an allen Fahrspuren, vorzugsweise an den Grenzen des Betrachtungsgebietes sowie zwecks Spurwechselverfolgung an demgemäß interessanten Punkten innerhalb des Betrachtungsgebietes, wobei eine hinreichend zuverlässige Fahrzeugidentifikation für die statistische Auswertung durch reproduzierbare Kriterien erfolgt, beispielsweise die Auswertung des Kennzeichens, oder eine alternative Fahrzeuganalyse nach Abmessung, Farbe, Anzahl und Merkmale der erkennbaren Personen, Geräuschverhalten, oder elektronischen Erkennungsmechanismen (z.B. Respondern) zur Identifikation der Fahrzeuge o.ä. Die Beschreibung/Identifikation der Fahrzeuge erfolgt zwecks Beschleunigung und Vereinfachung der EDV-Prozesse vorzugsweise mittels den optischen Kriterien zugeordneten Parametersätzen.

[0010] Zur komfortablen Gestaltung der Auswerteprozedur ist in einer Ausführungsart eine direkte Zuordnung und Erweiterung des lokalen Bewegungsprofils der Fahrzeuge zu bereits abgespeicherten Datensätzen anderer Messstationen vorgesehen, wobei ein stationsunabhängiger übergeordneter Auswerteprozess eine permanente statistische Auswertung des komplexen Verkehrsablaufes mit allen gewünschten Parametern ermöglicht und zumindest die analysierten Werte zur späteren weiteren Betrachtung und Verwendung in resistenten Speichereinrichtungen abgespeichert werden.

[0011] Eine andere Ausführungsart der Erfindung sieht vor, dass statistische Verkehrsflussdaten derart in einem Langzeitspeicher gesichert werden, dass sie zur späteren rechnergestützten Simulation alternativer Ver-

kehrsflusslenkungsmodelle bzw. geänderter Verkehrswegeführung zwecks Optimierung des Verkehrsflusses im Verkehrsabschnitt/Betrachtungsgebiet verwendbar sind.

[0012] In einer anderen technischen Realisierung ist vorgesehen, dass der Prozess der Fahrzeugidentifikation durch ein Verfahren der permanenten lückenlosen Fahrzeugverfolgung - mittels einer auf Mustererkennungsverfahren beruhenden Softwareprozedur - im gesamten Verkehrsabschnitt/Beobachtungsgebiet erfolgt, wobei in diesem Fall das gesamte Beobachtungsgebiet lückenlos mit entsprechenden Sensoren, z.B. optischen Sensoren, erfasst werden muss und die erfassten Daten zwecks Auswertung und Analyse zu einem gemeinsamen lückenlosen Datensatz, z.B. einem Gesamterfassungsbild, zur anschließenden Auswertung zusammengetragen werden.

[0013] Nachfolgend wird die Erfindung unter Verwendung weiterer Zeichnungsfiguren, die hier lediglich eine mögliche Ausführungsart in schematischer Darstellung beschreiben, erläutert, wobei sich anhand der Zeichnungsfiguren weitere Anwendungsgebiete und Vorteile der Erfindung ergeben. Es zeigen:

- Figur 1: beispielhaft einen betrachteten Verkehrsabschnitt mit mehreren Ein- und Ausfahrten;
 Figur 2: den Verkehrsabschnitt gemäß Figur 1 mit zusätzlicher Beipassverbindung;
 Figur 3: den Verkehrsabschnitt gemäß Figur 1 mit möglicher Anordnung von Erfassungseinrichtungen;
 Figur 4: Beispiel einer dezentralen Datenerfassung, und die Zusammenschaltung von optischen Erfassungseinrichtungen, Datenerfassungsrechnern (ER) und zentralem Auswerte- bzw. Analyse-rechner (AR).

[0014] Die Figuren 1 und 2 wurden bereits im einleitenden Teil beschrieben, wobei im weiteren beispielhaft von einem Verkehrsabschnitt gemäß Figur 1 ausgegangen wird.

[0015] Fig. 3 zeigt die bevorzugten Analysepositionen beim betrachteten Verkehrsabschnitt, d.h. die bevorzugte Anordnung der Erfassungssensoren hier durchlaufend mit den Ziffern 1 - 12 gekennzeichnet. Die Erfassungssensoren sind vornehmlich an den Ein- und Ausfahrten des Verkehrsabschnitts sowie an der Hauptstrecke zwischen den Ein- und Ausfahrten angeordnet. An jeder einzelnen Position 1-12 erfolgt zunächst eine Analyse der vorbeifahrenden Fahrzeuge, wobei die Erfassungssystem aller Zufahrtsstellen 1, 7, 9 und 11 die Aufgabe der Identifikation sowie zusätzlich der Identifikation und temporären Speicherung der Fahrzeuge in einer Datenbasis samt zusätzlich erforderlicher Parameter, wie beispielsweise Uhrzeit, Geschwindigkeit, Spur, Ort, relative Position zu anderen Fahrzeugen etc.

haben.

An allen restlichen Erfassungsstellen 2 - 6, 8, 10 und 12 erfolgt nach der jeweiligen Erkennung gemäß festgelegtem Verfahren und Zuordnung der entsprechenden Identifikationsparameter eine Suche des entsprechenden Objektes im angelegten Datensatz des zentralen Speichers sowie der zusätzliche Eintrag aller neuen bewegungsrelevanten Daten für jedes Objekt.

[0016] Auf diese Weise kann im laufenden Betrieb permanent (online) eine statistische Auswertung der Verkehrssituation erfolgen, wobei zur weiterführenden Analyse ein entsprechendes Verkehrsprofil über der Zeitachse als Parameter als Auswertungskriterium für beispielsweise eine tageszeitgesteuerte Verkehrsflusslenkung erfolgen kann.

[0017] Die Anordnung der vorzugsweise optischen Sensoren 1-12 kann beispielsweise auf temporär oder fest installierten Montagebrücken oder -masten in entsprechender Höhe quer über die Fahrbahn, oder beispielsweise bei entsprechender Geschwindigkeitsbegrenzung zwischen den Fahrstreifen - hierbei allerdings mit entsprechender Verkehrsbeeinträchtigung - erfolgen. Wenn jeweils nur ein oder zwei Fahrspuren vorhanden sind, ist auch eine Anordnung der Sensoren am Straßenrand möglich.

[0018] Zusätzliche Kriterien, wie beispielsweise die Position zwischen anderen abgespeicherten Fahrzeugen können zur Erkennung herangezogen werden.

[0019] Fig.4 zeigt ein Beispiel für eine dezentrale Datenerfassung mittels optischer Sensoren, z.B. Kameras, wobei im dargestellten Beispiel ein Datenerfassungsrechner (ER) alle ggf. erforderlichen Spursensoren (a, b, c) einer jeweiligen Beobachtungsposition erfasst und die Daten derart vorverarbeitet, dass jedes erfasste Fahrzeug individuell mit einem festgelegten und für alle Datenerfassungsrechner identischen Parametersatz beschrieben wird, der hiernach samt der erforderlichen orts- und zeitspezifischen Verkehrsflusparameter zum zentralen Auswerte- bzw. Analyse-rechner (AR) übertragen wird. Die Speicherung und Zuordnung, sowie die statistische Auswertung aller Daten erfolgt sodann im zentralen Auswerte- bzw. Analyse-rechner.

[0020] Alternativ zum beschriebenen Fahrzeugidentifikationsverfahren ist ein Verfahren mit objektbezogener Verfolgung aller Fahrzeuge für den Fall möglich, dass der gesamte Beobachtungsbereich in geschlossener Form überwacht wird, so dass für ein beispielsweise auf optischer Erfassung beruhendes Analysesystem keine Lücken bei der Fahrzeugverfolgung vorhanden sind.

Patentansprüche

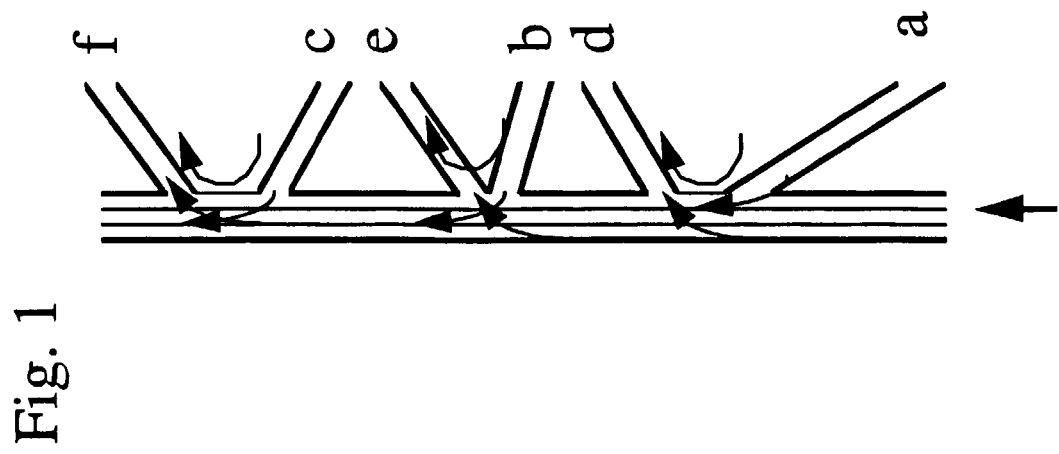
1. Verfahren zur Analyse von Verkehrsflüssen zur optimierten Verkehrsflusssteuerung sowie zur bedarfsgerechten Planung von Straßenverkehrsnetzen,

dadurch gekennzeichnet,
 dass ein zu betrachtender Verkehrsabschnitt oder
 Beobachtungsgebiet zumindest an allen relevanten
 Ein- und Ausfahrtpunkten, mit geeigneten Erfas-
 sungseinrichtungen ausgestattet wird, mit deren
 Hilfe Fahrzeuge als solche reproduzierbar individu-
 ell erkannt und mittels geeignetem Identifikations-
 code samt zugehörigen Bewegungsprofil als
 Datensatz in einem Analyse-Rechner abgespeichert
 bzw. bei bereits angelegten Datensätzen vom Ana-
 lyse-Rechner wiedererkannt werden, wobei die
 Datensätze um das aktuelle Bewegungsprofil der
 betreffenden Fahrzeuge erweitert werden, wodurch
 eine komplexe Verkehrsflussanalyse im betreffen-
 den Verkehrsabschnitt oder Beobachtungsgebiet
 ermöglicht wird.

2. Verfahren gemäß Anspruch 1, dadurch gekenn-
 zeichnet, dass zwecks Verkehrsflussanalyse inner-
 halb des Verkehrsabschnitts/Beobachtungsgebiets
 auch an anderen analyserelevanten Punkten Erfas-
 sungseinrichtungen vorgesehen werden.
3. Verfahren gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch
 gekennzeichnet, dass als Erfassungseinrichtungen
 optische Sensoren in Form von Kameras und/oder
 Infrarotdetektoren verwendet werden.
4. Verfahren gemäß einem oder mehreren der voran-
 gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 dass die Erkennung und Identifikation der Fahr-
 zeuge im Verkehrsabschnitt/Beobachtungsgebiet
 im Verlauf der Gesamtmessung mit hinreichender
 Sicherheit reproduzierbar erfolgt, wobei die Erken-
 nung und Identifikation auf einer Erkennung des
 Kennzeichens der Fahrzeuges und/oder anderen
 optischen Fahrzeugmerkmalen und/oder elektroni-
 schen Erkennungsmechanismen beruht, wobei die
 Beschreibung/Identifikation der Fahrzeuge mittels
 den erkannten optischen/elektronischen Kriterien
 zugeordneten Parametersätzen erfolgt.
5. Verfahren gemäß einem oder mehreren der voran-
 gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 dass eine direkte Zuordnung und Erweiterung des
 lokalen Bewegungsprofils der Fahrzeuge zu bereits
 abgespeicherten Datensätzen anderer Erfassungs-
 einrichtungen erfolgt, wobei ein von den Erfas-
 sungseinrichtungen unabhängiger übergeordneter
 Auswerteprozess eine permanente statistische
 Auswertung des komplexen Verkehrsablaufes mit
 allen gewünschten Parametern ermöglicht und
 zumindest die analysierten Werte zur späteren wei-
 teren Betrachtung und Verwendung in resistenten
 Speichereinrichtungen abspeichert werden.
6. Verfahren gemäß einem oder mehreren der voran-
 gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,

das zumindest statistische Verkehrsflussdaten
 derart in einem Langzeitspeicher gesichert werden,
 dass sie zur späteren rechnergestützten Simulation
 alternativer Verkehrsflusslenkungsmodelle bzw.
 geänderter Verkehrswegeführung zwecks Optimie-
 rung des Verkehrsflusses im Verkehrsab-
 schnitt/Betrachtungsgebiet verwendbar sind.

7. Verfahren gemäß einem oder mehreren der voran-
 gegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
 dass der Prozess der Fahrzeugidentifikation durch
 ein Verfahren der permanenten lückenlosen Fahr-
 zeugverfolgung mittels einer auf Mustererken-
 nungsverfahren beruhenden Softwareprozedur im
 gesamten betrachteten Verkehrsabschnitt/Beob-
 achtungsgebiet erfolgt, wobei der gesamte Ver-
 kehrsabschnitt oder Beobachtungsgebiet lückenlos
 mit entsprechenden Erfassungseinrichtungen
 erfasst wird und die erfassten Daten zwecks Aus-
 wertung und Analyse zu einem gemeinsamen lük-
 kenlosen Datensatz zur anschließenden
 Auswertung zusammengetragen werden.



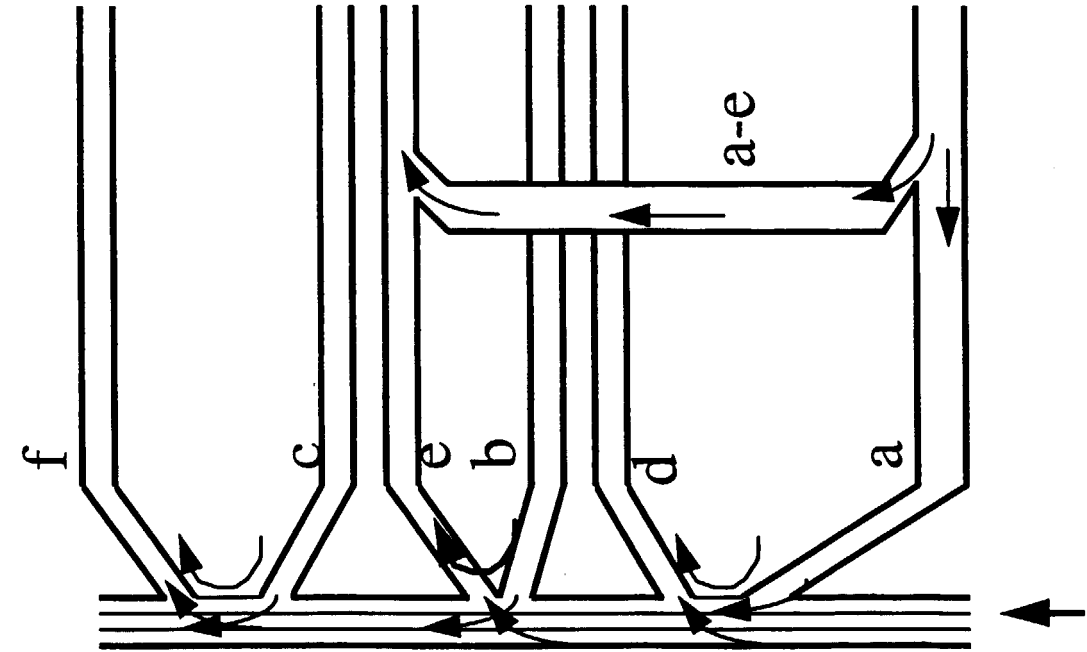


Fig. 2

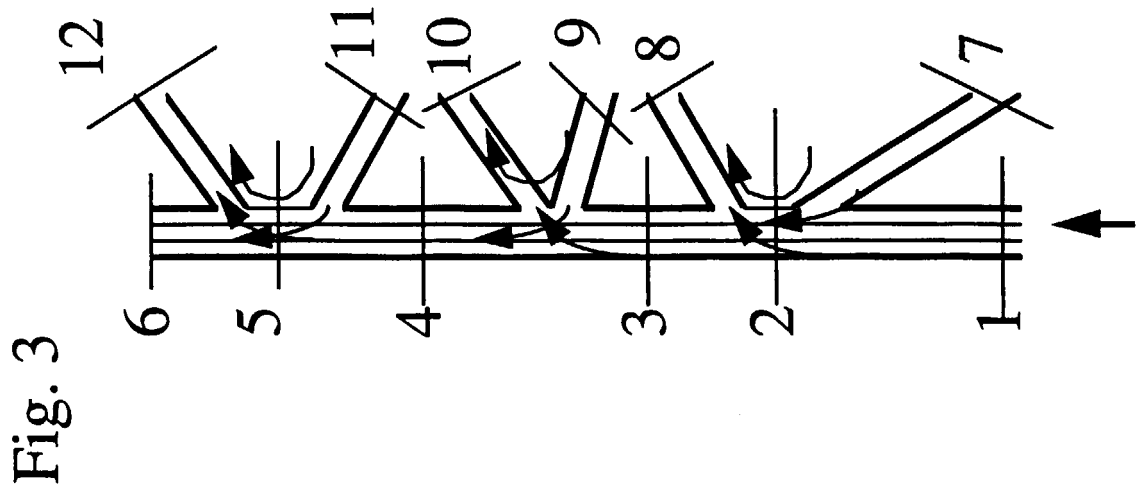


Fig. 4

